

**INSTRUCȚIUNI PRIVIND CONTROLUL CALITĂȚII TERASAMENTELOR
AND 530**

2012

CUPRINS:

CAPITOLUL 1. GENERALITĂȚI	5
1.1. Obiectivul instrucțiunilor	5
1.2. Scopul	5
1.3. Domeniul de utilizare	5
1.4. Definiții și abrevieri.....	5
1.4.1. Definitii.....	5
1.4.2. Abrevieri.....	7
1.5. Documente de referință	8
CAPITOLUL 2. ELEMENTE ALE SISTEMULUI DE MANAGEMENT AL CALITĂȚII. SECURITATEA SI SANATATEA IN MUNCA. PROTECTIA MEDIULUI.....	12
2.1. Sistemul de Management al Calitatii.....	12
2.1.1. Condiții generale	12
2.1.1.1. Obligații și responsabilități.....	13
2.1.1.1.1. Investitorii	13
2.1.1.1.2. Proiectanții	13
2.1.1.1.3. Executantul.....	14
2.1.1.1.4. Specialiștii verifcatori de proiecte si responsabilii tehnici cu execuția.....	14
2.1.1.1.5. Proprietarii.....	14
2.1.1.1.6. Administratorii și utilizatorii construcțiilor.....	15
2.1.1.1.7. Obligații și răspunderi comune	15
2.1.1.2. Acțiuni de verificare și control	15
2.1.2. Documente ale programului de asigurare a calității. Planul de Management al Calitatii. Planul de Control Calitate, Verificări și Încercări a execuției terasamentelor (PCCVI).....	16
2.1.2.1. Planul de Management al Calitatii	16
2.1.2.2. Planul de Control Calitate, Verificări și Încercări a execuției terasamentelor (PCCVI).....	20
2.2 Securitatea si Sanatatea in Munca.....	20
2.3. Protectia mediului	21
CAPITOLUL 3. CONSIDERAȚII GENERALE PRIVIND CONTROLUL CALITĂȚII TERASAMENTELOR	22
3.1. Calitatea terasamentelor.....	22
3.2. Stabilitatea și rezistența în timp a terasamentelor	22
3.3. Controlul calității terasamentelor.....	22
3.4. Teste suplimentare	22
3.5. Monitorizarea terenului. Metoda observationala	22
3.6. Intreruperea lucrarilor si reluarea acestora.....	23
CAPITOLUL 4. VERIFICAREA LUCRĂRILOR ÎN FAZA PREGĂTITOARE EXECUȚIEI	28
4.1. Verificarea și confirmarea lucrărilor de trasare pe teren	28
4.1.1. Descrierea lucrărilor.....	28
4.1.2. Obiectivele controlului de calitate	28
4.1.3. Metodologia de control	28
4.1.4. Condiții de admisibilitate	28
4.1.5. Recepțiile de fază pentru lucrari ascunse	29
4.2. Verificarea și confirmarea lucrărilor de curățire	29

4.2.1. Descrierea lucrărilor.....	29
4.2.2. Obiectivele controlului de calitate	29
4.2.3. Metodologia de control	29
4.2.4. Condiții de admisibilitate	29
4.2.5. Recepțiile de fază pentru lucrari ascunse	29
4.3. Verificarea și confirmarea lucrărilor de decapare a solului vegetal	29
4.3.1. Descrierea lucrărilor.....	29
4.3.2. Obiectivele controlului de calitate	29
4.3.3. Metodologia de control	30
4.3.4. Condiții de admisibilitate	30
4.3.5. Recepțiile de fază pentru lucrari ascunse	30
4.4. Verificarea și confirmarea lucrărilor de asanare, drenare, colectare și evacuare a apelor	30
4.4.1. Descrierea lucrărilor.....	30
4.4.2. Obiectivele controlului de calitate	30
4.4.3. Metodologia de control	30
4.4.4. Condiții de admisibilitate	31
4.4.5. Recepțiile de fază pentru lucrari ascunse	31
4.5. Verificarea și confirmarea lucrărilor de pregătire a terenului de fundare	31
4.5.1. Descrierea lucrărilor.....	31
4.5.2. Obiectivele controlului de calitate	31
4.5.3. Metodologia de control	31
4.5.4. Condiții de admisibilitate	31
4.5.4.1. Valori impuse	31
4.5.4.2. Număr de încercări	32
4.5.4.3. Condițiile de admisibilitate	32
4.5.5. Recepțiile de fază pentru lucrari ascunse	32
CAPITOLUL 5. VERIFICAREA LUCRĂRILOR ÎN FAZĂ DE EXECUȚIE.....	33
5.1. Corpul rambleului inclusiv zona activă (partea superioară a terasamentului - PST)....	33
5.1.1. Descrierea lucrărilor.....	33
5.1.2. Etapele controlului de calitate.....	33
5.1.2.1. Verificarea calității materialelor folosite la execuția terasamentului	34
5.1.2.1.1. Obiectivele controlului de calitate:	34
5.1.2.1.2. Metodologia de control	35
5.1.2.1.3. Condiții de admisibilitate.	35
5.1.2.2. Verificarea compactării terasamentelor.....	37
5.1.2.2.1. Obiectivele controlului de calitate	37
5.1.2.2.2. Metodologia de control	37
5.1.2.2.3. Condiții de admisibilitate	38
5.1.2.3. Verificarea capacității portante și a deformabilității	39
5.1.2.3.1.Obiectivele controlului de calitate	39
5.1.2.3.2. Metodologia de control	39
5.1.2.3.3. Condiții de admisibilitate	39
5.1.2.3.3.1. Valori impuse.....	39
5.1.2.3.3.2. Număr de încercări	40
5.1.2.3.3.3. Limite admisibile.....	40
5.1.2.4. Verificarea elementelor geometrice ale terasamentelor	40
5.1.2.5. Recepțiile de fază pentru lucrari ascunse	41
5.2. Stratul de formă	41
5.2.1. Descrierea lucrărilor:	41
5.2.2. Etapele controlului de calitate:.....	42
5.2.2.1. Verificarea calității materialelor folosite la execuția terasamentului	42

5.2.2.1.1. <i>Obiectivele controlului de calitate:</i>	42
5.2.2.1.2. <i>Metodologia de control</i>	42
5.2.2.1.3. <i>Condiții de admisibilitate.</i>	42
5.2.2.2 Verificarea calității execuției lucrărilor	44
5.2.2.2.1. <i>Obiectivele controlului de calitate</i>	44
5.2.2.2.1.1. <i>Valori admisibile.</i>	44
5.2.2.3. Verificarea elementelor geometrice	45
5.2.2.5. Recepția lucrărilor	45
CAPITOLUL 6. RECEPȚIA LUCRĂRILOR	46
6.1. Generalitati	46
6.2. Recepția de faza pentru lucrari ascunse	46
6.2.1. Nerecepționarea lucrărilor	46
6.3. Recepția la terminarea lucrărilor	47
6.4. Recepția finală	48
CAPITOLUL 7. URMARIREA IN TIMP A CONSTRUCTIEI	50
7.1. Urmărirea curenta a comportarii constructiei.	50
7.2. Prevederi privind inspectarea extinsa a unei constructii	51
7.3. Urmărirea speciala a comportarii constructiilor	52

Anexe

ANEXA 1 - Condiții de calitate impuse altor materiale (pământuri îmbunătățite, deșeuri și subproduse industriale) în vederea utilizării lor la execuția terasamentelor rutiere.	54
ANEXA 2 - Determinarea gradului de compactare	63
2.1. Determinarea caracteristicilor de compactare - Incercarea Proctor	63
2.2. Determinarea densității în stare uscată a pământului pus în operă.....	67
ANEXA 3 - Determinarea capacității portante a terasamentelor	76
1. Verificarea capacității portante cu placa statică (Lucas)	76
2. Verificarea capacității portante cu aparatul CBR	83
ANEXA 4 - Metode rapide de teren pentru estimarea capacității portante și a gradului de compactare.....	92
1. Deflectometrul dinamic ușor (LWD).....	92
2. Penetrometrul dinamic ușor (PDU).....	96
3. Penetrarea dinamica cu con (DCP)	98
4. Penetrometrul static – Proctor manual	100
5. Metode geofizice (Geogauge).....	102
6. Controlul continuu al compactării (continuous compaction control - CCC)	103
ANEXA 5 - Determinarea deflexiunii structurilor rutiere suple și semirigide cu deflectometrul cu parghie tip Benkelman	106
ANEXA 6 - Metodologie de calcul statistic utilizată în interpretarea rezultatelor măsurătorilor de teren și laborator	119

CAPITOLUL 1. GENERALITĂȚI

1.1. Obiectivul instrucțiunilor

Prezentele instrucțiuni se referă la metodologia de control a calității terasamentelor rutiere.

1.2. Scopul

Prezentele instrucțiuni au ca scop realizarea unor terasamente rutiere de calitate corespunzătoare exigențelor actelor normative în vigoare la nivel național și european.

1.3. Domeniul de utilizare

Prezentele instrucțiuni se aplică la controlul calității terasamentelor executate pentru drumuri naționale și autostrăzi. Domeniul de utilizare poate fi extins și la alte categorii de drumuri.

1.4. Definiții și abrevieri

Terminologia utilizată în cadrul acestor instrucțiuni este în concordantă cu SR 4032/1-2001 și Legea nr. 10/18.01.1995 cu următoarele precizări și completări:

1.4.1. Definiții

<i>Autorizație (privind laboratoarele de analize și încercări)</i>	Certificat de autorizare emis de Inspectoratul de Stat în Construcții – ISC care atestă autorizarea unui laborator de a efectua analize și încercări specifice activității de construcții și competența legală de a emite, în condițiile legii, documente pentru atestarea calității lucrărilor de construcții
<i>Capacitate portantă a complexului rutier</i>	Caracteristică de bază a complexului rutier de a prelua încărcările din trafic
<i>Capacitate portantă a terenului de fundare</i>	Presiunea maximă pe teren care provoacă extinderea zonelor de rupere și conduce la pierderea stabilității terenului. Valoarea capacității portante de calcul poate fi determinată prin metode corespunzătoare în funcție de încărcarea și de dimensiunile fundației, de rigiditatea structurii de rezistență precum și de stratificarea și natura terenului de fundare
<i>Cartea tehnică a construcției</i>	Cuprinde ansamblul documentelor tehnice referitoare la proiectarea, execuția, recepția, exploatarea și urmărirea comportării în exploatarea construcției, cuprinzând toate datele, documentele și evidențele necesare pentru identificarea și determinarea stării tehnice (fizice) a construcției respective și a evoluției acesteia în timp.
<i>Complex rutier</i>	Ansamblul format din structura rutieră și zona activă a terasamentelor
<i>Corpul drumului</i>	Totalitate a elementelor constructive ale drumului, în limitele amprizei la rambleu și a șanțurilor sau rigolelor de la marginea platformei la debleu
<i>Deflectometru cu parghie</i>	Aparat portabil pentru măsurarea deflexiunilor elastice în puncte izolate sub încărcarea unei roți de camion standard
<i>Deflexiune caracteristică</i>	Deformația elastică medie normală aferentă sectorului omogen corectată cu produsul dintre abaterea medie patratică normală și un coeficient funcție de suprafața admisă a fi subdimensionată
<i>Deșeu de carieră</i>	Material care rămâne în procesul tehnologic de realizare a produselor de carieră care nu îndeplinește condițiile standardizate și care poate fi valorificat ulterior prin tehnologii adecvate
<i>Durata de exploatare</i>	Perioada de timp, exprimată în ani, de la darea drumului în exploatare până la prima reparație capitală sau între două reparații capitale consecutive. Numărul de osii standard cumulativ corespunzător perioadei de timp menționată mai sus
<i>Executant</i>	Parte contractantă care realizează lucrarea sau reprezentantul legal al

	acesteia, dacă lucrarea este realizată printr-o asociere.
<i>Fundația drumului</i>	Strat sau ansamblu de straturi din structura rutieră care primește, transmite și repartizează patului drumului eforturile verticale provenite din trafic, astfel încât acestea să nu depășească portanța terenului de fundare în condițiile cele mai defavorabile care pot surveni în perioada de perspectivă considerată la dimensionarea complexului rutier
<i>Grad de compactare</i>	Criteriu de apreciere a compactării unui strat rutier sau a umpluturilor, definit prin raportul dintre densitatea în stare uscată obținută efectiv pe teren și cea maximă, determinată pe baza încercărilor prealabile de laborator, exprimat în procente
<i>Groapă de împrumut</i>	Săpătură de formă regulată executată în afara amprizei drumului pe o suprafață bine precizată prin proiect în vederea obținerii pământului necesar executării rambleelor
<i>Indice californian de capacitate portantă (CBR)</i>	Număr care exprimă, în procente, raportul dintre valoarea presiunii necesare a se exercita prin intermediul unui poanson pe o probă din material cercetat și valoarea presiunii necesare a se exercita prin intermediul aceluiași poanson pe o probă etalon pentru a obține aceeași pătrundere
<i>Infrastructura drumului</i>	Parte din construcția drumului alcătuită din lucrările de terasamente, lucrările de consolidare, protejare a lor, inclusiv lucrările de artă (poduri, viaducte, tuneluri) care susține suprastructura drumului și transmite terenului solicitări din trafic și din forțele care încarcă construcția
<i>Încercare in situ</i>	Încercări realizate direct la fața locului, pe șantier
<i>Laborator de analize și încercări în activitatea de construcții</i>	Laborator care execută analize și încercări privind controlul calității pe parcursul execuției lucrărilor de construcții sau în vederea constatării stării tehnice a construcțiilor sau elementelor de construcții existente, necesare în cadrul activităților de expertizare tehnică a construcțiilor și de urmărire a comportării în timp a acestora, denumit în continuare <i>laborator</i>
<i>Modul</i>	Valoare ce caracterizează o anumită proprietate mecanică
<i>Modul de elasticitate static</i>	Raportul dintre tensiunea normală și deformația elastică specifică atunci când valoarea tensiunii nu depășește limita de proporționalitate
<i>Modul de elasticitate dinamic</i>	Caracteristica mecanică care definește comportarea la deformații elastice a unui material sub acțiunea solicitărilor dinamice
<i>Patul drumului</i>	Suprafața amenajată a terasamentelor ce constituie suportul structurii rutiere. Poate fi la nivelul părții superioare a terasamentului (PST) sau la nivelul stratului de formă (atunci când acesta există).
<i>Planul de Management al Calității</i>	Document care precizează practicile, resursele și succesiunea activităților specifice referitoare la calitate, relevante pentru o anumită lucrare sau construcție, asigurând interfetele dintre persoanele juridice și fizice implicate în conceperea, realizarea și după caz exploatarea construcției
<i>Portanța terenului de baza</i>	Presiune maximă admisă în terenul de baza care nu provoacă apariția zonelor de rupere și care nu conduce la pierderea stabilității generale
<i>Sector omogen</i>	Sector de drum caracterizat concomitent prin aceleași date referitoare la traficul de calcul, alcătuirea structurii rutiere, starea de degradare a îmbrăcămintei, tipul climateric în care este situat drumul și regimul hidrologic al complexului rutier
<i>Sector (poligon) experimental</i>	Porțiuni de drum amenajate în mod special pentru a se încerca comportarea diferitelor tipuri de tehnologii, soluții de alcătuire a structurilor rutiere etc., sub acțiunea traficului și a condițiilor climaterice

<i>Strat de formă</i>	Parte superioară a terasamentelor alcătuită din pământ îmbunătățit sau stabilizat în scopul realizării unei capacități portante satisfăcătoare circulației pe perioada execuției drumului și pentru structura rutieră
<i>Structura rutieră</i>	Schelet de rezistență al drumului alcătuit dintr-un ansamblu de straturi realizate din materiale prelucrate prin tehnologii adecvate și dimensionate astfel încât să poată prelua, pe o perioadă determinată, solicitările din trafic și din condițiile climaterice în limita deformațiilor admisibile
<i>Structura rutieră rigidă</i>	Structura rutieră care are îmbrăcămintea din beton de ciment sau macadam cimentat
<i>Structura rutieră suplă</i>	Structura rutieră în alcătuirea căreia nu intră nici un strat care conține lianți hidraulici sau puzzolanici, iar îmbrăcămintea este de natură bituminoasă
<i>Structura rutieră mixtă</i>	Structura rutieră care are în alcătuirea sa un strat sau straturi de materiale stabilizate cu lianți hidraulici sau puzzolanici, iar straturile de acoperire și îmbrăcămintea sunt de natură bituminoasă
<i>Terasamente</i>	Totalitatea lucrărilor executate din pământ și pe sau în pământ sau din alte materiale provenite din roci sau subproduse industriale, în vederea realizării rambleurilor și debleurilor care constituie infrastructura drumurilor
<i>Teren de fundare</i>	Volum de rocă sau de pământ influențat de solicitările transmise de structura rutieră
<i>Umplutură</i>	Completare la nivelul proiectat cu pământ sau alte materiale precum și efectuarea unor construcții de apărare situate deasupra nivelului terenului înconjurător
<i>Umiditate optimă de compactare</i>	Umiditate pentru care, în cursul operației de compactare, se obține valoarea maximă a densității în stare uscată a pământului compactat pentru un lucru mecanic specific de compactare dat
<i>Uniform (itate)</i>	Care are permanent și pe toată întinderea sau durata aceeași formă, aceeași înfățișare, aceeași intensitate, aceeași viteză, aceeași desfășurare etc.; care este la fel, constant, lipsit de variații.
<i>Zona activă a terasamentelor</i>	Adâncime până la care se resimt încercările provenite din trafic

1.4.2. Abrevieri

CQ	Compartiment (controlor) Calitate.
CBR [%]	Indice de portanță californian (californian bearing ratio).
CCC	Control continuu al compactării (continuous compaction control)
DCP	Penetrare dinamică cu con (dynamic cone penetration).
Ep [MN/m ²]	Modul de deformație dinamică al pământului
EV1 și EV2 [MN/m ²]	Moduli de deformație liniară, statici, determinați in situ, cu placa statică (Lucas) și calculați la prima încărcare (EV1) respectiv la a doua încărcare (EV2).
FD	Coeficient de fragmentabilitate dinamică
K0 [MN/m ³]	Modul de reacție (subgrade modulus)
LWD	Deflectometru dinamic ușor (light weight deflectometer).

PCCVI	Planul de Control Calitate, Verificări și Încercări a execuției terasamentelor.
PDU	Penetrare dinamică ușoară.
PVC	Proces Verbal de Constatare
PVT	Proces Verbal de Trasare
PVR	Proces Verbal de Receptie
SMC	Sistemul de Management al Calității.
SRE	Structura rutieră suplă și mixtă (semirigidă)
SRR	Structura rutieră rigidă.

1.5. Documente de referință

A. LEGI ȘI DECRETE

Legea nr. 10/18.01.1995 privind calitatea în construcții, publicată inițial în Monitorul Oficial partea I, nr.12 din 24 ianuarie 1995, cu modificările și completările aduse de HG 498 din 24.05.2001; Legea nr. 587 din 29.10.2002; Legea nr. 123 din 05.05.2007.

HG 273/14.06.1994 privind aprobarea Regulamentului de recepție a lucrărilor de construcții și instalații aferente acestora, publicată inițial în Monitorul Oficial partea I, nr.193 din 28 iulie 1994 cu modificările și completările aduse de HG 940 din 19.07.2006; HG 1303 din 24.10.2007.

Legea securității și sănătății în muncă nr. 319/2006 publicată în MO 646/2006. Legea preia Directiva Consiliului nr. 89/391/CEE publicată în Jurnalul Oficial al Comunităților Europene (JOCE) nr. L 183/1989.

Hotărârea Guvernului nr. 1425/2006 privind aprobarea Normelor metodologice de aplicare a Legii securității și sănătății în muncă nr. 319/2006

Hotărârea Guvernului nr. 955/2010 pentru modificarea și completarea normelor metodologice de aplicare a prevederilor legii securității 319/2006, aprobate prin HG 1425/2006.

HG 1242/2011 pentru modificarea Normelor metodologice de aplicare a prevederilor Legii securității și sănătății în muncă nr. 319/2006 , aprobate prin HG 1425/2006.

HG 1091/2006 privind cerințele minime de securitate și sănătate pentru locul de muncă. Hotărârea transpune Directiva 1989/654/CEE, publicată în Jurnalul Oficial al Comunităților Europene (JOCE) nr. L 393/1989.

HG 1146/2006 privind cerințele minime de securitate și sănătate pentru utilizarea în muncă de către lucrători a echipamentelor de muncă. Hotărârea transpune Directiva 1989/655/CEE publicată în Jurnalul Oficial al Comunităților Europene (JOCE) nr. L 393/1989.

HG 1048/2006 privind cerințele minime de securitate și sănătate pentru utilizarea de către lucrători a echipamentelor individuale de protecție la locul de muncă. Hotărârea transpune Directiva 89/656/CEE, publicată în Jurnalul Oficial al Comunităților Europene (JOCE) nr. L 393/1989.

HG 971/2006 privind cerințele minime pentru semnalizarea de securitate și/sau sănătate la locul de muncă. Hotărârea transpune Directiva 92/58/CEE, publicată în Jurnalul Oficial al Comunităților Europene (JOCE) nr. L 245/1992.

HG 300/2006 privind cerințele minime de securitate și sănătate pentru șantierele temporare sau mobile. Hotărârea transpune Directiva 92/57/CEE, publicată în Jurnalul Oficial al Comunităților Europene (JOCE) nr L 245/1992.

HG 1875/2005 privind protecția sănătății și securității lucrătorilor față de riscurile datorate expunerii la azbest. Hotărârea transpune prevederile Directivei 83/477/CEE, publicată în Jurnalul Oficial al Comunităților Europene (JOCE) nr. L 263/1983, împreună cu toate modificările sale.

HG 493/2006 privind cerințele minime de securitate și sănătate referitoare la expunerea lucrătorilor la riscurile generate de zgomot. Hotărârea transpune Directiva 2003/10/CE, publicată în Jurnalul Oficial al Comunităților Europene (JOCE) nr. L 42/2003.

HG 1876/2005 privind cerințele minime de securitate și sănătate referitoare la expunerea lucrătorilor la riscurile generate de vibrații. Hotărârea transpune Directiva 2002/44/CE publicată în Jurnalul Oficial (JOCE) nr. L 177/2002.

HG 1051/2006 privind cerințele minime de securitate și sănătate pentru manipularea manuală a maselor care prezintă riscuri pentru lucrători, în special de afecțiuni dorsolombare. Hotărârea transpune Directiva 1990/269/CEE, publicată în Jurnalul Oficial al Comunităților Europene (JOCE) nr. L 156/1990.

H.G. nr. 355/2007 – privind supravegherea sănătății lucrătorilor modificată și completată.

HG nr.445/2009 privind evaluarea impactului anumitor proiecte publice și private asupra mediului – M.Of. nr.481/13.07. 2009

Ordinul 135/84/76/1.284/2010 al ministrului mediului și pădurilor , al ministrului administrației și internelor, al ministrului agriculturii și dezvoltării rurale și al ministrului dezvoltării regionale și turismului privind aprobarea Metodologiei de aplicare a evaluării impactului asupra mediului pentru proiecte publice și private – publicat în M.Of.nr. 274/24.04.2010

HG nr.1076/2004 privind stabilirea procedurii de realizare a evaluării de mediu pentru planuri și programe – M.O. nr.707/5 august 2004

Ordinul nr. 995/2006 al ministrului mediului și gospodăririi apelor pentru aprobarea listei planurilor și programelor care intră sub incidența Hotărârii Guvernului nr.1076/2004 privind stabilirea procedurii de realizare a evaluării de mediu pentru planuri și programe)

Ordinul ministrului apelor și protecției mediului nr. 863/2002 privind aprobarea ghidurilor metodologice aplicabile etapelor procedurii cadru de evaluare a impactului asupra mediului– publicat în M.Of.nr. 52/2003

HG nr.1048/2007 privind modalitățile de investigare și evaluare a poluării solului și subsolului – M.O. nr.802/23 nov. 2007

Legea nr. 486/2003 pentru aprobarea Ordonanței de urgență nr.27/2003 privind procedura aprobării tacite- M.Of. 827/22 nov. 2003

HG nr. 1003/2007 privind refacerea zonelor în care solul, subsolul și ecosistemele terestre au fost afectate– M.Of. nr.804/26 nov. 2007

Legea nr. 363/2006 privind aprobarea Planului de amenajare a teritoriului național – Secțiunea I . Rețele de transport. – publicată în M.Of. nr. 806/2006

Legea nr. 171/1997 privind aprobarea Planului de amenajare a teritoriului național – Secțiunea a IIa. Apa. –M.O. nr. 325/1997 cu modificările și completările ulterioare

Legea nr. 351/2001 privind aprobarea Planului de amenajare a teritoriului național – Secțiunea a IV-a. Rețeaua de localități. –M.O. nr. 408/2001 cu modificările și completările ulterioare

Legea nr. 5/2000 privind aprobarea Planului de amenajare a teritoriului național – Secțiunea a IIIa.- zone protejate. –M.Of. nr. 152/12.04.2000

Legea nr. 575/2001 privind aprobarea Planului de amenajare a teritoriului național – Secțiunea a V-a.- Zone de risc natural. –M.Of. nr. 726/14.11.2001

Ordonanța de urgență nr. 57/2007 privind regimul ariilor naturale protejate, conservarea habitatelor naturale, a florei și faunei sălbatice – publicată în M.Of. nr. 442/29 iunie 2007

Ordinul 1.338/2008 al ministrului mediului și dezvoltării durabile privind procedura de emitere a avizului Natura 2000– publicat în M.Of. nr. 738/31 oct.2008

B. STANDARDE

SR EN ISO 9001 / 2008	Sisteme de management al calității. Cerințe.
SR EN ISO/CEI 17025/2005	Cerințe generale pentru competența laboratoarelor de încercări și etalonări.
SR EN 1997-1:2004/AC:2009	Eurocod 7: Proiectarea geotehnică. Partea 1: Reguli generale.
SR EN 1997-1 : 2004 / NB:2007	Eurocod 7: Proiectarea geotehnică. Partea 1: Reguli generale. Anexă națională.
SR EN 1997-2:2007	Eurocod 7: Proiectarea geotehnică. Partea 2: Încercarea și investigarea terenului.
SR EN ISO 22475-1:2007	Investigații și încercări geotehnice. Metode de prelevare și măsurări ale apei subterane. Partea 1: Principii tehnice pentru execuție.
SR EN ISO 22476-2:2006	Cercetări și încercări geotehnice. Încercări pe teren. Partea 2: Încercare de penetrare dinamică.
SR EN ISO 14688-1:2004:2006	Cercetări și încercări geotehnice. Identificarea și clasificarea pământurilor. Partea 1: Identificare și descriere.
SR EN ISO 14688-2:2005	Cercetări și încercări geotehnice. Identificarea și clasificarea pământurilor. Partea 2: Principii pentru o clasificare.
SR EN ISO 14689-1:2004	Cercetări și încercări geotehnice. Denumire și clasificare a rocilor. Partea 1: Denumire și descriere.
SR EN 459-1/2011	Var pentru construcții. Partea I. Definiții. Caracteristici și criteriile de conformitate
SR 4032/1-2001	Lucrări de drumuri. Terminologie.
SR 662-2002.	Lucrări de drumuri. Agregate naturale de balastieră.
SR 667-2001.	Agregate naturale și piatră prelucrată pentru lucrări de drumuri. Condiții tehnice de calitate.
STAS 2914-84	Lucrări de drumuri. Terasamente. Condiții tehnice generale de calitate.
STAS 1709/1-90	Lucrări de drumuri. Acțiunea fenomenului de îngheț-dezgheț la lucrări de drumuri. Adâncimea de îngheț în complexul rutier. Prescripții de calcul.
STAS 1709/2-90	Lucrări de drumuri. Acțiunea fenomenului de îngheț-dezgheț la lucrări de drumuri. Prevenirea și remedierea degradărilor din îngheț-dezgheț. Prescripții tehnice.
STAS 1709/3-90	Lucrări de drumuri. Acțiunea fenomenului de îngheț-dezgheț la lucrări de drumuri. Determinarea sensibilității la îngheț a pământurilor de fundație. Metoda de determinare.
STAS 1242/2-83	Teren de fundare. Cercetări geologico - tehnice și geotehnice specifice traseelor de căi ferate, drumuri și autostrăzi.
STAS 1913/1-82	Teren de fundare. Determinarea umidității.
STAS 1913/3-76	Teren de fundare. Determinarea densității pământurilor.
STAS 1913/4-86	Teren de fundare. Determinarea limitelor de plasticitate.
STAS 1913/5-85	Teren de fundare. Determinarea granulozitității.
STAS 1913/12-88	Teren de fundare. Determinarea caracteristicilor fizice și mecanice ale pământurilor cu umflări și contracții mari
STAS 1913/13-83	Teren de fundare. Determinarea caracteristicilor de compactare. Încercarea Proctor.

STAS 1913/15-75	Teren de fundare. Determinarea greutateii volumice pe teren.
STAS 7107/1-76	Teren de fundare. Determinarea materiilor organice.
STAS 7107/3-74	Teren de fundare. Determinarea conținutului de carbonați.
STAS 8942/2-82	Teren de fundare. Determinarea rezistenței pământurilor la forfecare, prin încercarea de forfecare directă.
STAS 9850-89	Lucrări de îmbunătățiri funciare. Verificarea compactării terasamentelor
STAS 1243-88 *)	Teren de fundare. Clasificarea și identificarea pământurilor

NOTA: STAS-ul 1243-88 a fost înlocuit de SR EN ISO 14688-2:2005/C91: 2007 dar pentru că modificările nu au putut fi aplicate tuturor specificațiilor din documentele tehnice, în cuprinsul Instrucțiunilor sunt referințe la amandouă standardele

C. INSTRUCȚIUNI ȘI NORMATIVE

CD 31/2002	Normativ pentru determinarea prin deflectografie și deflectometrie a capacității portante a drumurilor cu structuri rutiere suple și semirigide.
CD 148/2003	Ghid privind tehnologia de execuție a straturilor de fundație din balast.
C 182-87	Normativ privind executarea mecanizată a terasamentelor de drumuri (Buletinul Construcțiilor nr. 6/1987).
C 251-94	Instrucțiuni tehnice pentru proiectarea, executarea, recepționarea lucrărilor de îmbunătățire a terenurilor slabe de fundare prin metoda îmbunătățirii cu materiale locale de aport pe cale dinamică (Buletinul Construcțiilor 7/1994).
C 29-85	Normativ privind îmbunătățirea terenurilor de fundare slabe prin procedee mecanice (Buletinul Construcțiilor 8/1986).
C 159-89	Instrucțiuni tehnice pentru cercetarea terenului de fundare prin metoda penetrării cu con, penetrare statică, penetrare dinamică, vibropenetrare
IM 003-1996.	Metodologie pentru determinarea indicelui californian de capacitate portantă (Buletinul Construcțiilor 1/1997).
NP 074/2007	Normativ privind documentațiile geotehnice pentru construcții
NP 081-02	Normativ de dimensionare a structurilor rutiere rigide (Buletinul Construcțiilor 6/2004).
NP 122/2010	Determinarea valorilor caracteristice și de calcul ale parametrilor geotehnici
P 130-1999	Normativ privind comportarea în timp a construcțiilor
PD 177/2001	Normativ pentru dimensionarea sistemelor suple și semirigide (metoda analitică)

CAPITOLUL 2. ELEMENTE ALE SISTEMULUI DE MANAGEMENT AL CALITĂȚII. SECURITATEA SI SANATATEA IN MUNCA. PROTECTIA MEDIULUI

2.1. Sistemul de Management al Calitatii.

2.1.1. Condiții generale¹

Sistemul calității în construcții reprezintă ansamblul de structuri organizatorice, responsabilități, regulamente, proceduri și mijloace, care concură la realizarea calității construcțiilor în toate etapele de concepere, execuție, exploatare și postutilizare a acestora.

Sistemul calității în construcții se compune din:

- a) reglementările tehnice în construcții;
- b) calitatea produselor folosite la realizarea construcțiilor;
- c) agrementele tehnice pentru noi produse și procedee;
- d) verificarea proiectelor, a execuției lucrărilor și expertizarea proiectelor și a construcțiilor;
- e) conducerea și asigurarea calității în construcții;
- f) autorizarea și acreditarea laboratoarelor de analize și încercări în activitatea de construcții;
- g) activitatea metrologică în construcții;
- h) recepția construcțiilor;
- i) comportarea în exploatare și intervenții în timp;
- j) postutilizarea construcțiilor;
- k) controlul de stat al calității în construcții.

Reglementările tehnice se stabilesc prin regulamente și proceduri și au ca obiect concepția, calculul și alcătuirea, execuția și exploatarea construcțiilor. Prin reglementări tehnice se stabilesc, în principal, condițiile minime de calitate cerute construcțiilor, produselor și procedeele utilizate în construcții, precum și modul de determinare și de verificare a acestora.

Certificarea calității produselor folosite în construcții se efectuează prin grija producătorului, în conformitate cu metodologia și procedurile stabilite pe baza legii.

La lucrările de construcții se interzice folosirea de produse fără certificarea calității lor, care trebuie să asigure nivelul de calitate corespunzător cerințelor esențiale.

Agrementele tehnice pentru produse, procedee și echipamente noi în construcții stabilesc, în condițiile Legii nr. 10/1995, aptitudinea de utilizare, condițiile de fabricație, de transport, de depozitare, de punere în operă și de întreținere a acestora.

La lucrările de construcții care trebuie să asigure nivelul de calitate conform cerințelor esențiale se vor folosi produse, procedee și echipamente tradiționale, precum și altele noi pentru care există agremente tehnice corespunzătoare.

Verificarea proiectelor pentru execuția construcțiilor, în ceea ce privește respectarea reglementărilor tehnice referitoare la cerințele esențiale, se va face numai de către specialiști verficatori de proiecte atestați, alții decât specialiștii elaboratori ai proiectelor.

Se interzice aplicarea proiectelor și a detaliilor de execuție neverificate în condițiile alineatului precedent.

Verificarea calității execuției construcțiilor este obligatorie și se efectuează de către investitori prin diriginți de specialitate sau prin agenți economici de consultanță specializați.

¹ după *Legea nr. 10/18.01.1995 privind calitatea în construcții cu modificările și completările aduse ulterior*

Expertizele tehnice ale proiectelor și construcțiilor se efectuează numai de către experți tehnici atestați.

Conducerea și asigurarea calității în construcții constituie obligația tuturor factorilor care participă la conceperea, realizarea și exploatarea construcțiilor și implică o strategie adecvată și măsuri specifice pentru garantarea calității acestora.

Agenții economici care execută lucrări de construcții asigură nivelul de calitate corespunzător cerințelor esențiale, prin personal propriu și responsabili tehnici cu execuția atestați, precum și printr-un sistem propriu conceput și realizat.

Controlul de stat al calității în construcții cuprinde inspecții la investitori, la unitățile de proiectare, de execuție, de exploatare și de postutilizare a construcțiilor, privind existența și respectarea sistemului calității în construcții.

Controlul de stat al calității în construcții se execută de către Inspekția de stat în construcții, lucrări publice, urbanism și amenajarea teritoriului, care răspunde de executarea controlului statului cu privire la aplicarea unitară a prevederilor legale în domeniul calității construcțiilor.

2.1.1.1. Obligații și responsabilități

2.1.1.1.1. *Investitorii*

Sunt persoane fizice sau juridice care finanțează și realizează investiții sau intervenții la construcțiile existente în sensul legii și au următoarele obligații principale referitoare la calitatea construcțiilor:

- stabilirea nivelului calitativ ce trebuie realizat prin proiectare și execuție pe baza reglementărilor tehnice, precum și a studiilor și cercetărilor efectuate;
- asigurarea verificării proiectelor prin specialiști verifcatori de proiecte atestați;
- asigurarea verificării execuției corecte a lucrărilor de construcții prin diriginti de specialitate sau agenți economici de consultanță specializați, pe tot parcursul lucrărilor;
- acționarea în vederea soluționării neconformităților, a defectelor apărute pe parcursul execuției lucrărilor, precum și a deficiențelor proiectelor;
- asigurarea recepției lucrărilor de construcții la terminarea lucrărilor și la expirarea perioadei de garanție;
- întocmirea cărții tehnice a construcției și predarea acesteia către proprietar;

2.1.1.1.2. *Proiectanții*

Proiectanții de construcții răspund de îndeplinirea următoarelor obligații principale referitoare la calitatea construcțiilor:

- precizarea prin proiect a categoriei de importanță a construcției;
- asigurarea prin proiecte și detalii de execuție a nivelului de calitate corespunzător cerințelor esențiale, cu respectarea reglementărilor tehnice și a clauzelor contractuale;
- prezentarea proiectelor elaborate în fața specialiștilor verifcatori de proiecte atestați, stabiliți de către investitor, precum și soluționarea neconformităților și neconcordanțelor semnalate;
- elaborarea caietelor de sarcini, a instrucțiunilor tehnice privind execuția lucrărilor, exploatarea, întreținerea și reparațiile, precum și, după caz, a proiectelor de urmărire privind comportarea în timp a construcțiilor. Documentația privind postutilizarea construcțiilor se efectuează numai la solicitarea proprietarului;
- stabilirea, prin proiect, a fazelor de execuție determinate pentru lucrările aferente cerințelor esențiale și participarea pe șantier la verificările de calitate legate de acestea;
- stabilirea modului de tratare a defectelor apărute în execuție, din vina proiectantului, la construcțiile la care trebuie să asigure nivelul de calitate corespunzător cerințelor esențiale, precum

și urmărirea aplicării pe șantier a soluțiilor adoptate, după însușirea acestora de către specialiști verficatori de proiecte atestați, la cererea investitorului;

- participarea la întocmirea cărții tehnice a construcției și la recepția lucrărilor executate.

2.1.1.1.3. Executantul

Executantul lucrărilor de construcții are următoarele obligații principale:

- sesizarea investitorilor asupra neconformităților și neconcordanțelor constatate în proiecte, în vederea soluționării;

- începerea execuției lucrărilor numai la construcții autorizate în condițiile legii și numai pe baza și în conformitate cu proiecte verificate de specialiști atestați;

- asigurarea nivelului de calitate conceput și realizat prin personal propriu, cu responsabili tehnici cu execuția atestați;

- convocarea factorilor care trebuie să participe la verificarea lucrărilor ajunse în faze determinante ale execuției și asigurarea condițiilor necesare efectuării acestora, în scopul obținerii acordului de continuare a lucrărilor;

- soluționarea neconformităților, a defectelor și a neconcordanțelor apărute în fazele de execuție, numai pe baza soluțiilor stabilite de proiectant cu acordul investitorului;

- utilizarea în execuția lucrărilor numai a produselor și a procedeelelor prevăzute în proiect, certificate sau pentru care există agremente tehnice, care conduc la realizarea cerințelor esențiale, precum și gestionarea probelor-martor; înlocuirea produselor și a procedeelelor prevăzute în proiect cu altele care îndeplinesc condițiile precizate și numai pe baza soluțiilor stabilite de proiectanți cu acordul investitorului;

- respectarea proiectelor și a detaliilor de execuție pentru realizarea nivelului de calitate corespunzător cerințelor esențiale;

- sesizarea, în termen de 24 de ore, a Inspecției de stat în construcții, lucrări publice, urbanism și amenajarea teritoriului în cazul producerii unor accidente tehnice în timpul execuției lucrărilor;

- supunerea la recepție numai a construcțiilor care corespund cerințelor esențiale de calitate și pentru care a predat investitorului documentele necesare întocmirii cărții tehnice a construcției;

- aducerea la îndeplinire, la termenele stabilite, a măsurilor dispuse prin actele de control sau prin documentele de recepție a lucrărilor de construcții;

- remedierea, pe propria cheltuială, a defectelor calitative apărute din vina sa, atât în perioada de execuție, cât și în perioada de garanție stabilită potrivit legii;

- readucerea terenurilor ocupate temporar la starea lor inițială, la terminarea execuției lucrărilor;

- stabilirea răspunderilor tuturor participanților la procesul de producție - factori de răspundere, colaboratori, subcontractanți - în conformitate cu sistemul propriu de asigurare a calității adoptat și cu prevederile legale în vigoare.

2.1.1.1.4. Specialiștii verficatori de proiecte și responsabilii tehnici cu execuția

- Specialiștii verficatori de proiecte atestați răspund în mod solidar cu proiectantul în ceea ce privește asigurarea nivelului de calitate corespunzător cerințelor esențiale ale proiectului.

- Responsabilii tehnici cu execuția atestați răspund, conform atribuțiilor ce le revin, pentru realizarea nivelului de calitate corespunzător cerințelor esențiale, la lucrările de construcții pentru care sunt angajați.

2.1.1.1.5. Proprietarii

Proprietarii construcțiilor au următoarele obligații principale:

- efectuarea la timp a lucrărilor de întreținere și de reparații care le revin, prevăzute conform normelor legale în cartea tehnică a construcției și rezultate din activitatea de urmărire a comportării în timp a construcțiilor;

- păstrarea și completarea la zi a cărții tehnice a construcției și predarea acesteia, la înstrăinarea construcției, noului proprietar;

- asigurarea urmăririi comportării în timp a construcțiilor, conform prevederilor din cartea tehnică și reglementărilor tehnice;

2.1.1.1.6. Administratorii și utilizatorii construcțiilor

Aceștia au următoarele obligații principale:

- folosirea construcțiilor conform instrucțiunilor de exploatare prevăzute în cartea tehnică a construcției;

- efectuarea la timp a lucrărilor de întreținere și de reparații care le revin conform contractului;

- efectuarea urmăririi comportării în timp a construcțiilor conform cărții tehnice a construcției și contractului încheiat cu proprietarul;

- sesizarea, în termen de 24 de ore, a Inspecției de stat în construcții, lucrări publice, urbanism și amenajarea teritoriului, în cazul unor accidente tehnice la construcțiile în exploatare.

2.1.1.1.7. Obligații și răspunderi comune

Răspunderea pentru realizarea și menținerea, pe întreaga durată de existență, a unor construcții de calitate corespunzătoare, precum și pentru îndeplinirea obligațiilor stabilite prin procedurile și regulamentele elaborate potrivit prevederilor prezentei legi, revine factorilor care participă la conceperea, realizarea, exploatarea și postutilizarea acestora.

Proiectantul, specialistul verificator de proiecte atestat, fabricanții și furnizorii de materiale și produse pentru construcții, executantul, responsabilul tehnic cu execuția atestat, dirigințele de specialitate, expertul tehnic atestat răspund potrivit obligațiilor ce le revin pentru viciile ascunse ale construcției, ivite într-un interval de 10 ani de la recepția lucrării, precum și după împlinirea acestui termen, pe toată durata de existența a construcției, pentru viciile structurii de rezistență rezultate din nerespectarea normelor de proiectare și de execuție în vigoare la data realizării ei.

2.1.1.2. Acțiuni de verificare și control

Verificarea calității execuției este obligatorie și se efectuează de către investitori prin diriginți de specialitate sau prin agenți economici de consultanță specializați.

Acțiunile de verificare și control efectuate în conformitate cu Sistemul de Management al Calității au drept scop:

- asigurarea că unitatea executoare posedă un sistem propriu de management al calității certificat prin Standardul SR EN ISO/9001:2008 pentru Sistemul de Management al Calității (SMC);

- asigurarea că laboratoarele specializate care execută verificările in situ sau în laborator sunt atestate ISC, și certificate prin Standardul SR EN ISO/CEI 17025:2005 privind cerințe generale pentru competența laboratoarelor de încercări și etalonări;

- confirmarea că unitatea executoare posedă logistica necesară execuției lucrărilor și verificărilor și dispune de un personal calificat și competent;

- confirmarea că materialele utilizate și tehnologiile de execuție și verificare permit execuția unor lucrări de calitate;

- confirmarea că activitățile supuse verificării și parametrii de calitate determinați sunt în concordanță cu prevederile proiectului și/sau caietului de sarcini și/sau cu specificațiile tehnice,;

- confirmarea că în conformitate cu SMC toate activitățile de execuție a terasamentelor trebuie să fie verificate și controlate;

- confirmarea că toate celelalte cerințe ale SMC (de ex. diagrama de relații privind controlul calității, trasabilitatea documentelor, identificarea și rezolvarea neconformităților, etc) sunt rezolvate în mod adecvat;

- diriginții de specialitate sau agenții economici de consultanță specializați care asigură verificarea execuției vor urmări activitățile cuprinse în SMC pe parcursul desfășurării acestora, pentru a verifica conformitatea cu cerințele recomandate și agreeate, tehnice și de calitate, pentru a urmări echipamentele și procedurile, și pentru a revizui, după necesitate, programul de lucrări;

- în cazul în care se constată o abatere de la cerințele de calitate cuprinse în SMC aceasta trebuie adusă în scris la cunostință executantului care are obligația de stabilire rapidă a cauzelor și de remediere a acestora, pentru a se evita repetarea acestor situații pe viitor. În cazul în care executantul nu ia măsuri de remediere a abaterilor investitorul poate solicita întreruperea lucrărilor până la remedierea acestora.

2.1.2. Documente ale programului de asigurare a calității. Planul de Management al Calitatii. Planul de Control Calitate, Verificări și Încercări a execuției terasamentelor (PCCVI)

2.1.2.1. Planul de Management al Calitatii

Executantul are obligația să întocmească un Plan de Management al Calitatii cu scopul principal de a urmări și atinge obiectivele calitatii, cerute prin legislația în vigoare și/sau alte specificații tehnice și documentația aferentă proiectului.

Planul de Management al Calitatii identifică diferitele cerințe privind managementul calitatii, pentru toate activitățile legate de realizarea proiectului.

Planul de Management al Calitatii are drept scop:

- susținerea angajamentelor privind calitatea lucrărilor și serviciilor prestate și furnizarea de instrucțiuni de lucru personalului responsabil cu realizarea proiectului.

- asigurarea unui control al execuției lucrărilor și un nivel de calitate al lucrărilor corespunzător cerințelor,

- asigurarea sesizării neconformităților și neconcordanțele constatate în desfășurarea lucrării și modalitățile de soluționare;

- prezentarea acțiunilor corective pentru a remedia situațiile neconforme și pentru a garanta o corectă desfășurare a procesului de producție;

- prezentarea modului de soluționare a neconformităților, defectele și neconcordanțelor apărute în fazele de execuție astfel încât acestea să se facă numai pe baza soluțiilor stabilite de proiectant, cu acordul diriginților de specialitate sau consultanților specializați

- asigurarea ținerii sub control a lucrărilor de verificare prin documente scrise în vederea producerii de dovezi pentru confirmarea calității lucrărilor executate. Aceste documente vor fi puse la dispoziția investitorului - beneficiarului sau proiectantului ori de câte ori aceștia le vor solicita pentru a urmări progresul și calitatea lucrărilor executate. Executantul va păstra toate documentele tehnice privind procesul de verificare a execuției terasamentelor iar la finalul lucrărilor acestea vor fi predate investitorului - beneficiarului pentru a le include în cartea construcției.

Planul de Management al Calitatii se întocmește conform *SR ISO 10005:1999. Management al calitatii. Ghid pentru planurile calitatii* și este concretizat prin următoarele documente principale:

- Manualul calitatii, care poate diferi în ceea ce privește gradul de detaliere și formatul, pentru a corespunde necesităților agentului economic sau ale persoanei juridice.

- Proceduri de sistem
- Procedurile tehnice de executie sau de proces;
- Planul de Control Calitate, Verificări și Încercări (PCCVI)

Planul de Management al Calitatii trebuie sa contina urmatoarele informatii lista acestora nefiind limitativa:

- ✚ Date privind identificarea proiectului (denumire proiect, numar contract, beneficiar, executant, amplasament, perioada de executie, etc)
- ✚ Descrierea detaliata a lucrarilor ce urmeaza a fi executate cu codificarea acestora
- ✚ Date privind Executantul (denumire, locatie, organigrama, etc).
- ✚ Date privind SMC (lista procedurilor de sistem, lista procedurilor operationale, lista procedurilor de executie, modul de control al documentelor, tratarea neconformitatilor, proceduri de identificare, control și stocare a documentelor și rapoartelor, etc)
- ✚ Managementul resurselor umane. (functii, responsabilitati, etc) Structura functiilor implicate in realizarea proiectului si responsabilitatile acestora pot fi conform modelului prezentat in continuare, inasa, cand natura lucrarilor de executie o impune, acestea pot fi modificate sau completate:

○ Manager de proiect (Project Manager)

- stabileste obiectivele calitatii
 - raspunde de realizarea proiectului conform cerintelor contractului si asigura conducerea santierului pentru executia intregii lucrari
 - asigura relatiile de interfata cu reprezentantii beneficiarului;
 - asigura relatiile de interfata cu furnizorii, evaluarea, reevaluarea si selectia furnizorilor
 - urmareste activitatea personalului aflat in subordine pentru realizarea lucrarilor;
 - asigura desemnarea persoanelor imputernicite pentru realizarea controlului calitatii lucrarii
 - urmareste impreuna cu responsabilul cu asigurarea calitatii si responsabilul cu controlul calitatii, respectarea programului de control si asigura realizarea receptiei pe faze determinante.
 - asigura la punctul de lucru documentatia tehnica
 - asigura instruirea personalului de conducere si executie din subordine privind continutul documentatiei
 - verifica si urmareste ca executia lucrarilor sa se desfasoare in conformitate cu graficul aprobat si la parametrii de calitate ceruti in documentatia de executie si normative.
 - asigura predarea – primirea fronturilor de lucru.
 - participa la receptie la terminarea lucrarilor pe obiective
 - asigura implementarea sistemului de management integrat si se asigura ca acesta este aplicat de personalul din subordine.
 - verifica impreuna cu responsabilul cu asigurarea calitatii sistemul aplicat pentru a se asigura ca este eficient pentru o imbunatatire continua.
 - aproba Procedurile Tehnice de Executie.
- Managerul comercial (Comercial Project Manager)
- responsabil pentru controlul financiar, management economic si achizitii
 - responsabil pentru mentinerea proiectului in buget
 - se ocupa de selectia furnizorilor si subcontractorilor
 - asigura disponibilitatea resurselor financiare si materiale pentru buna desfasurare a lucrarilor.

- Managerul privind executia (Construction Manager)
 - responsabil pentru estimarea cantitatilor pentru lucrarile executate pe santier
 - responsabil pentru organizarea controlului bugetului local, managementul planșelor de executie
 - responsabil pentru planificarea lucrarilor impreuna cu Project managerul
 - responsabil pentru respectarea documentatiilor tehnice
 - solicita toate mijloacele necesare realizarii lucrarilor asumate contractual
 - asigura controlul tehnic intern
 - se asigura ca subcontractorii isi indeplinesc sarcinile.
- Inginer sef (Site Engineer)
 - se ocupa de coordonarea directa a echipelor de executie
 - supravegheaza si controleaza activitatile subcontractorilor astfel incat acestia sa lucreze in concordanta cu cerintele si prevederile Procedurilor Tehnice de Executie
 - informeaza managerul de proiect despre abaterile de la calendarul de lucru si de la bugetul planificat, despre neconcordanțelor dintre situatia din teren si caietele de sarcini/proiect tehnic, etc
 - initiaza masuri suplimentare de inspectare si verificare atunci cand este necesar
 - mentine contactul cu subcontractorii si autoritatile locale
 - confirma cu beneficiarul listele de cantitati de lucrari realizate
 - raporteaza orice incident cu privire la Mediu si/sau Sanarate si Securitate in Munca.
- Responsabil logistica utilaje
 - raspunde de planificarea si evidenta reviziilor echipamentelor din dotare
 - asigura interfata cu reprezentantii companiilor care asigura mentenanta echipamentelor si se ocupa de incheierea de contracte de mentenanta
 - coordoneaza si raspunde de organizarea si desfasurarea activitatii de mecanizare a executiei si a operatiilor de manipulare, depozitare, transport a resurselor tehnico – materiale, precum si activitati de metrologie.
 - dispune de modul in care utilizatorii asigura exploatarea rationala si eficienta a mijloacelor ce le-au fost puse la dispozitie, precum si efectuarea lucrarilor de intretinere a acestora, conform prescriptiilor tehnice aferente si a obligatiilor contractuale.
 - urmareste efectuarea verificarilor si a inspectiilor tehnice periodice pentru mijloacele auto din dotare, precum si obtinerea autorizatiilor, avizelor si acelorlalte documente necesare din activitatea de transport
 - asigura efectuarea verificarilor si etalonarilor dispozitivelor de masura ce vor fi utilizate in procesele de executie a lucrarilor.
- Responsabilul cu controlul calitatii (CQ)
 - raspunde de respectarea planului de control al calitatii, verificari si incercari (PCCVI) aprobat pe lucrare
 - raspunde de modul de realizare si arhivare a documentelor de receptie ce confirma calitatea lucrarii
 - verifica prin inspectii periodice modul de realizare al lucrarii conform documentatiei tehnice de executie, a procedurilor/instructiunilor de lucru
 - identifica neconformitatile si asigura tratarea acestora
 - asigura interfata cu laboratoarele de incercari de specialitate, cu reprezentantul beneficiarului si cu inspectia de stat in constructii

- comunica managerului de proiect abaterile de la proiectul de executie si/sau normele in vigoare.
- aproba/accepta produsele livrate de subcontractori/producerator/furnizori si se ocupa de obtinerea documentatiilor care certifica calitatea acestora conform cerintelor
- Responsabilul tehnic cu executia (RTE)
 - isi desfasoara activitatea conform prevederilor Regulamentului de atestare a specialistilor in constructii, aprobat prin HGR 925/20 noiembrie 1995.
- Economist santier
 - asigura primirea de la furnizori a produselor livrate pe baza comenzilor transmise si a contractelor incheiate
 - asigura impreuna cu inginerul sef (site engineer) si site inginerul si responsabilul cu controlul calitatii (CQ) receptia caritativa si cantitativa a livrarilor
 - verifica la primirea produselor datele de identificare si trasabilitatea din documentele insotitoare.
 - tine evidenta la zi, prin fisele de magazie, a intrarilor si iesilor de resurse materiale
 - gestioneaza deseurile produse in santier si tine evidenta la zi a acestora
 - participa la inventarierea resurselor tehnico – materiale din cadrul santierului, asigurand conditiile si mijloacele necesare pentru desfasurarea acestor actiuni.
- Responsabil cu sanatatea si securitatea muncii
 - instruieste si testeaza personalul din punctul de vedere al Sanatatii si Securitatii in Munca
 - se asigura ca tot personalul de pe santier (inclusiv subcontractorii) respecta sarcinile privind Sanatatea si Securitatea in Munca
 - se asigura ca accidentele de Sanarate si Securitate in Munca sunt comunicate operativ si ca sunt luate maruri corective imediate.
 - raspunde pentru respectarea procedurilor privind Sanarate si Securitate in Munca
 - se asigura ca personalul de pe santier este echipat corespunzator din punctul de vedere al Sanatatii si Securitatii in Munca
- Topograf
 - raspunde de ridicarile topografice necesare in cadrul lucrarii (trasari, relevee, nivelmente, etc)
 - efectueaza masuratori topografice in vederea realizarii calculelor de cantitati.
 - efectueaza verificari topografice inainte si in timpul executiei.
- Geotehnician
 - verifica modul de efectuare a testelor geotehnice (pe santier si in laborator)
 - raspunde de realizarea din punct de vedere geotehnic a cerintelor cerute in cadrul lucrarii
 - informeaza managerul de proiect despre neatingerea cerintelor de calitate privind parametrii geotehnici si impreuna cu acesta gaseste solutii pentru remedierea situatiilor
 - verifica in timpul executiei, vizual sau prin inspectarea sistemelor de monitorizare montate (foraje inclinometrice, foraje piezometrice, tasometre, etc) modul de comportare a structurii din punct de vedere geotehnic

🚧 Managementul resurselor materiale (lista de utilaje si echipamente, lista laboratoare de incercari, lista servicii suport – mijloace de transport, mijloace de comunicatii, echipamente informatice, etc)

🚧 Lista subcontractorilor si furnizorilor acceptati

✚ Modul de control și validare a execuției lucrării (proceduri tehnice de execuție, formularele fișelor de date, buletinelor de testare și raportare, modele de diagrame propuse spre utilizare, planul de control al calitatii, verificări și încercări (PCCVI), graficul de execuție al lucrării, alte documente și/sau înregistrări)

✚ Modul de control al echipamentelor, al produsului neconform, acțiuni corective și preventive inclusiv procedurile privind controlul dispozitivelor de măsură și testare, calibrarea și evidența echipamentelor de testare și certificatele de acreditare în domeniile în care urmează să se facă verificările

✚ Modul de recepționare a lucrării și întocmirea documentației pentru Cartea Tehnică a lucrării

2.1.2.2. Planul de Control Calitate, Verificări și Încercări a execuției terasamentelor (PCCVI)

Planul de Control Calitate, Verificări și Încercări a execuției terasamentelor (PCCVI) este parte integrantă a Planului de Management al Calitatii.

Planul de Control Calitate, Verificări și Încercări a execuției terasamentelor (PCCVI) are rolul de a:

- indica etapele de control corelate cu tehnologia de execuție,
- specifica metodele de control, toleranțe admise, tipul și frecvența încercărilor și criteriile de acceptare
- indica tipul de înregistrare (formular) ce trebuie completată pentru fiecare etapă/obiectiv de control
- indica factorii care au responsabilitatea de a semna pentru confirmare

Planul de Control Calitate, Verificări și Încercări a execuției terasamentelor (PCCVI) trebuie verificat de proiectant și aprobat de beneficiar și va cuprinde informații privind:

I. Descrierea generală a lucrării (denumire contract, amplasament, investitor-beneficiar, etc);

II. Perioada de execuție a lucrării;

III. Descrierea lucrărilor de verificare a execuției pe obiective și pe faze și conform tabelului 1 vor fi prezentate detaliat, pentru fiecare fază și obiectiv următoarele:

- tipurile de încercări ce urmează a fi executate cu parametrul țintă pentru fiecare încercare;
- densitatea rețelei de execuție cu precizarea tipului de încercare în fiecare nod al acesteia;
- documentele de referință în baza cărora vor fi executate testele cu descrierea sumară a procedurilor de investigare, a metodelor și standardelor;
- valoarea impusă și domeniul de admisibilitate al fiecărui parametru;

IV. Programul/graficul propus privind recepția lucrărilor pe faze în vederea terminării lucrărilor în termenele asumate;

2.2. Securitatea și Sănătatea în Muncă

În perioada execuției lucrărilor se vor respecta prevederile generale din *Legea securității și sănătății în muncă nr. 319/2006, HG 1425/2006 privind aprobarea Normelor metodologice de aplicare a Legii securității și sănătății în muncă nr. 319/2006, cu modificări și completări, HG 300/2006 privind cerințele minime de securitate și sănătate pentru șantierele temporare sau mobile* și alte reglementări specifice privind securitatea și sănătatea în muncă în funcție de domeniul lucrărilor prevăzute în proiect precum și de măsurile impuse cu ocazia controalelor privind securitatea și sănătatea în muncă, efectuate de către organele abilitate.

Executantul va lua măsuri, prin lucrătorii desemnați cu securitatea și sănătatea în muncă, pentru stabilirea tuturor măsurilor de securitatea muncii necesare pentru toate tipurile de lucrări proiectate, în funcție de materialele, utilajele, sculele folosite la executarea lucrărilor prevăzute în proiect, în conformitate cu legislația de securitate și sănătate în muncă aflată în vigoare (cap. 1.5.)

2.3. Protecția mediului

Executantul se va asigura ca lucrarile executate nu vor produce un impact semnificativ asupra mediului si ca materialele folosite in executie nu sunt poluante pentru apa, sol si vegetatie.

Deasemenea executantul se va asigura ca tehnologia de executie si masurile organizatorice de protectia mediului vor determina un impact redus in perioada de constructie si lipsa unui impact remanent in perioada de operare.

Se recomanda respectarea legislatiei referitoare la colectarea, depozitarea si eliminarea deseurilor, manipularea si depozitarea in conditii de siguranta a materialelor de constructie, un management corect al substantelor periculoase, reducerea la maximum a timpilor de munca si a spatiilor de parcare pentru utilaje.

CAPITOLUL 3. CONSIDERAȚII GENERALE PRIVIND CONTROLUL CALITĂȚII TERASAMENTELOR

3.1. Calitatea terasamentelor

Calitatea terasamentelor este definită de stabilitatea și rezistența în timp a acestora sub influența solicitărilor traficului rutier în interdependență cu acțiunea factorilor externi (climatici, hidrologici, seismici, etc)

3.2. Stabilitatea și rezistența în timp a terasamentelor

Stabilitatea și rezistența în timp a terasamentelor rutiere este asigurată prin respectarea prevederilor proiectului, caietelor de sarcini și a legislației în vigoare în ceea ce privește:

- a. elementele geometrice ale terasamentului;
- b. calitatea materialelor utilizate;
- c. realizarea capacității portante și a gradului de compactare la nivelul terenului de fundare, în corpul terasamentului, la partea superioară a terasamentului și pe stratul de formă;
- d. realizarea măsurilor privind preluarea și evacuarea apelor de suprafață și drenarea apelor subterane din zona terasamentului;
- e. realizarea unor măsuri corepunzătoare de protecție a suprafeței terasamentului.

3.3. Controlul calității terasamentelor

Controlul calității terasamentelor rutiere se va realiza în următoarele faze principale:

- a. faza pregătitoare execuției;
- b. faza de execuție;
- c. faza de recepție la finalizarea lucrărilor de terasament;
- d. faza de monitorizare a evoluției terasamentului (urmarirea in timp).

În fiecare fază de execuție controlul calității terasamentelor se va executa în conformitate cu cerințele din *Tabelul 1* care face parte din Planul de Control Calitate, Verificări și Încercări a execuției terasamentelor (PCCVI) .

3.4. Teste suplimentare

În cazul în care, pe perioada efectuării lucrărilor, apare necesitatea efectuării unor teste suplimentare ca tip și/sau volum sau înlocuirea celor cuprinse în PCCVI, acestea vor fi documentate de către executant, avizate de către proiectant și aprobate de către consultant și vor deveni parte integrantă din PCCVI.

3.5. Monitorizarea terenului. Metoda observationala²

Atunci cand prognozarea comportarii geotehnice a unei lucrari este dificila (de exemplu in cazul în care zona pe care urmează a se executa terasamentul a fost încadrată în Studiul Geotehnic în categoria geotehnica 3 - risc geotehnic major iar terasamentul este construit în rambleu cu înaltimea $h > 6,0$ m sau debleu cu $h_{taluz} > 5,0$ m) poate fi potrivit sa se adopte metoda cunoscuta sub numele de "*metoda observationala*" ceea ce inseamna ca proiectul poate fi revizuit pe parcursul executiei, caz in care trebuie indeplinite urmatoarele cerinte inainte de a incepe executia:

- trebuie stabilite limitele in care comportarea se considera acceptabila

² dupa SR EN 1997-1. Eurocod7; Proiectarea geotehnica. Partea 1;Reguli generale. Cap.2.7.

- trebuie estimat domeniul de comportari posibile; trebuie sa se arate ca exista posibilitatea acceptabila pentru comportarea reala de a se situa in limite admisibile;

- trebuie elaborat un plan de monitorizare care sa evidentieze masura in care comportarea reala se situeaza in limite acceptabile. Monitorizarea trebuie sa detecteze acest lucru cu claritate la un stadiu suficient de timpuriu al lucrarilor iar frecventa observatiilor trebuie sa fie suficient de mare astfel incat sa se poata lua cu succes masurile de interventie; Este recomandat ca înainte de începerea lucrărilor de execuție să fie executate lucrări de monitorizare a stării de deformații a terenului din zona terasamentului (foraje piezometrice, foraje înclinometrice, martori topografici, etc). În situația în care structurile sunt adiacente lucrărilor de artă (culee) se impune și monitorizarea stării de efort prin utilizarea de celule de presiune dispuse la interfața terasament (structură monitorizată) – culee.

- timpii de raspuns ai instrumentelor si metodele de interpretare a rezultatelor trebuie sa fie suficient de rapide prin raport cu evolutia posibila a sistemului;

- trebuie elaborat un plan de masuri de interventie care sa fie adoptate daca monitorizarea evidentiaza o comportare in afara limitelor acceptabile.

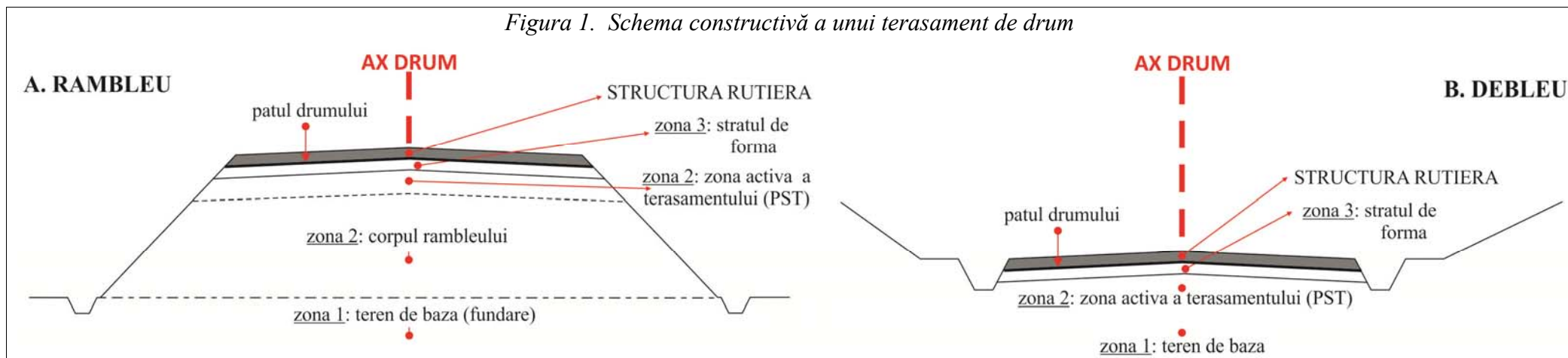
Pe parcursul executiei, monitorizarea trebuie intreprinsa conform planului. Rezultatele monitorizarii trebuie evaluate la etape corespunzatoare ale lucrarilor, iar masurile de interventie prevazute trebuie puse in practica atunci cand comportarea iese din limitele acceptabile.

Echipamentul de monitorizare trebuie inlocuit sau completat daca nu reuseste sa furnizeze date fiabile, de un tip corespunzator sau in cantitate suficienta.

3.6. Intreruperea lucrarilor si reluarea acestora

In cazul intreruperii lucrarilor pe perioade mari de timp, in special atunci cand acestea includ cicluri climatice, este recomandat ca la reluarea acestora sa se elaboreze un program de verificare si inspectare a starii lucrarii. Programul poate cuprinde pe langa inspectii vizuale, verificarea gradului de compactare sau a capacitatii portante, daca este cazul.

Figura 1. Schema constructivă a unui terasament de drum



Tabelul 1 Model privind Planul de Control Calitate, Verificări și Încercări a execuției terasamentelor (PCCVI)

Nr. Crt.	ZONĂ	OBIECTIV	Categoriile de lucrări, controale și verificări	Modul de efectuare a controalelor și verificărilor	CERINȚE	Cine efectuează controlul / verificarea	Înregistrări de calitate		
							Docu-ment întocmit	Unde se păstrează	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	
A. FAZĂ PREGĂTITOARE EXECUȚIEI - CAPITOL 4									
1	ZONĂ 1. TEREN DE FUNDARE	Elementele geometrice ale axului și amprizei drumului		Măsurători directe	Conform Proiect / Caiet de sarcini	CQ împreună cu:	topometru	PVT	CQ Executant
2.		Realizarea măsurilor privind preluarea și evacuarea apelor de suprafață din zona terasamentului și îndepărtarea pământului vegetal		Control vizual	Conform Proiect / Caiet de sarcini		șef formație lucru	PVR	
3		Grad de compactare și capacitate portantă	Verificare grad de compactare (PROCTOR NORMAL)	conform Proiect/Caiet de sarcini, reglementari tehnice in vigoare sau Anexei 2	Conform Proiect / Caiet de sarcini sau minim 3 încercări pentru fiecare 2000mp de suprafețe compactate		laborator autorizat	PVR	
4			Verificare capacitate portantă cu placa statică	conform Proiect/Caiet de sarcini, reglementari tehnice in vigoare sau Anexei 3	Conform Proiect / Caiet de sarcini sau 3 încercări pentru fiecare 2000mp de suprafețe compactate				
5		Verificarea prin metode rapide		conform Proiect/Caiet de sarcini, reglementari tehnice in vigoare sau Anexei 4	Conform Proiect / Caiet de sarcini sau pe profile transversale din 20 în 20 m cate 3 incercări pe profil		șef formație lucru		

B. FAZĂ DE EXECUȚIE - CORPUL UMPLUTURII INCLUSIV ZONA ACTIVA (PST) - CAPITOL 5.1.

0	1	2	3			4	5	6	7	8	
6	ZONA 2: CORPUL UMPLUTURII inclusiv ZONA ACTIVA	Verificarea calității materialelor folosite la execuția terasamentelor	PĂMÂNTUR I	Granulometrie	a.Determinarea granulometriei ^a b.Clasificarea pământului ^b		conform Proiect/Caiet de sarcini sau reglementarilor tehnice în vigoare ³	CQ împreună cu:	laborator autorizat	PVR	CQ Executant
				Limite de plasticitate ^c							
				Continut materii organice ^d și săruri solubile ^e							
				Umflare liberă ^f							
				Umiditatea la compactare ^g							
7		ALTE MATERIALE									
8		Elementele geometrice	Verificarea grosimii straturilor		măsurători directe		conform Proiect / Caiet de sarcini sau: 1. În corpul umpluturii - pe fiecare strat de pământ pus în operă 2. Pe zona activă (partea superioară a terasamentului – PST), înainte de executarea stratului de formă, în profile din 20 m în 20 m	CQ împreună cu:	topograf	PVR	CQ Executant
	Verificarea nivelmentului										
	Verificarea uniformității suprafeței platformei și nivelării taluzurilor										
	Lățimea platformei și a bermelor (în cazul terasamentelor mai înalte de 6 m)										
9	Grad de compactare, capacitate portantă, omogenitate /uniformitate	Corpul umpluturii	Grad de compactare (PROCTOR NORMAL)		conform Proiect/Caiet de sarcini, reglementari tehnice în vigoare sau Anexei 2	conform Proiect / Caiet de sarcini sau: - pe fiecare strat de pământ pus în operă minim 3 încercări pentru fiecare 2000mp repartizate, pe secțiuni diferite, stânga, ax, dreapta	CQ împreună cu:	laborator autorizat	PVR	CQ Executant	
10			Zona activă (PST)	Grad de compactare (PROCTOR NORMAL)							conform Proiect/Caiet de sarcini, reglementari tehnice în vigoare sau Anexelor 2, 3, 4 și 5
		Capacitate portantă		SRE	modulul dinamic Ep si/sau modulii statici E _v	conform Proiect/Caiet de sarcini, reglementari tehnice în vigoare sau Anexelor 2, 3, 4 și 5	conform Proiect / Caiet de sarcini sau: - înainte de executarea stratului de formă, puncte din 20 în 20 m în profile transversale / km banda	CQ împreună cu:	laborator autorizat	PVR	
	Verificarea omogenității (uniformității) cu pârgăhia Benkelman										
	Verificarea prin metode rapide								șef formație lucru		

³ a - STAS 1913/5-85, b - SR EN ISO 14688-2: 05 si/sau STAS 1243-88, c - STAS 1913/4-86, d - STAS 7107/1-76, e - STAS 7107/3-74 (pentru continutul de carbonati), f- STAS 1913/12-88, g - STAS 1913/1-82, h - STAS 1913/13-83

C. FAZĂ DE EXECUȚIE - STRATUL DE FORMA - CAPITOL 5.2														
0	1	2	3			4	5	6		7	8			
12	ZONA 3: STRATUL DE FORMA	Verificarea calității materialelor folosite la execuția stratului de formă	P Ă M Ă N T U R I	Granulo- metrie	a.Determinarea granulometriei ^a b.Clasificarea pământului ^b		conform Proiect/Caiet de sarcini sau reglementarilor tehnice in vigoare ⁶	Conform Proiect / Caiet de sarcini sau: 1. Inainte de inceperea lucrarilor 2.minim 3 (trei) teste complete pe un strat cu o suprafata de 1500 mp repartizate, pe sectiuni diferite, stanga, ax, dreapta sau ori de cate ori este necesar	laborator autorizat	PVR	CQ Executant			
13				ALTE MATERIALE								conform Proiect/Caiet de sarcini, reglementari tehnice in vigoare sau Anexei 1		
14				Elementele geometrice ale stratului de formă	Verificarea grosimii straturilor							măsurători directe	Conform Proiect / Caiet de sarcini sau: profile din 20 m în 20 m	
					Verificarea uniformitatii suprafeței platformei și nivelării taluzurilor									
					Lățimea platformei									
					Cotele proiectului									
15		Grad de compactare, capacitate portantă, omogenitate/ uniformitate	Verificare grad de compactare (PROCTOR MODIFICAT)			conform Proiect/Caiet de sarcini, reglementari tehnice in vigoare sau Anexelor 2, 3, 4 si 5	Conform Proiect / Caiet de sarcini sau: min. 3 puncte la 1500 mp strat							
16	Verificare capacitate portantă		cu placa statică	E _{V1} /E _{V2} pt SRE										
			K ₀ pt SRR											
17	Verificarea omogenitatii (uniformității) cu pâghia Benkelman			conform Proiect / Caiet de sarcini sau: puncte din 20 în 20 m în profile transversale / km banda	Conform Proiect / Caiet de sarcini sau: pe profile transversale din 20 în 20 m cate 3 încercări pe profil									
Verificarea prin metode rapide			șef formație lucru											

D. URMARIREA IN TIMP A CONSTRUCTIEI - CAPITOL 7

OBIECTIVUL		Modul de efectuare al controlului	Frecvența verificărilor	Cine efectuează verificările		Înregistrări de calitate	
						Docu-ment întocmit	Unde se păstrează
18	urmărirea comportării geometriei rambleelor sau taluzelor de debleu (stabilitatea terasamentului)	observații directe	Conform Proiect / Caiet de sarcini	CQ Investitor - beneficiar împreună cu:	laborator autorizat; topograf	PVC	CQ Investitor - beneficiar (cartea construcției)
19	urmărirea asigurării scurgerii apelor de suprafață pe suprafața taluzelor și versanților fără degradarea acestora						
20	urmărirea funcționării sistemelor de preluare și evacuare a apelor de suprafață (șanturi, podete, etc)						
21	verificarea integrității stratului de protecție al taluzelor						
22	urmărirea profilului longitudinal al drumului	măsuratori topografice					
23	Verificarea capacității portante cu pâghia Benkelman	conform Proiect/Caiet de sarcini, reglementari tehnice în vigoare (CD 31-2002) sau Anexei 5					
24	Verificare modulilor dinamici de deformație cu deflectometrul dinamic greu FWD	conform Proiect/Caiet de sarcini, reglementari tehnice în vigoare (AND 564/2001)					

În cazul în care zona pe care a fost executat terasamentul se încadrează în categoria descrisă în capitolul 3.5. a (de exemplu a fost încadrată în categoria geotehnică 3 - risc geotehnic major iar terasamentul este construit în rambleu/ cu $h > 6,0$ m sau debleu cu $h_{\text{taluz}} > 5,0$ m) se vor respecta prevederile acestui capitol și se va continua monitorizarea instrumentelor specifice montate înainte de începerea execuției (foraje piezometrice, foraje înclinometrice, martori - reperi topografici, etc).

CAPITOLUL 4. VERIFICAREA LUCRĂRILOR ÎN FAZA PREGĂTITOARE EXECUȚIEI

În lucrările pregătitoare sunt grupate următoarele:

- lucrările de trasare și pichetare;
- lucrările de curățire;
- lucrările de decapare a pământului vegetal;
- lucrările de asanare și drenare a zonei drumului;
- lucrările de pregătire a terenului de fundare.

4.1. Verificarea și confirmarea lucrărilor de trasare pe teren

4.1.1. Descrierea lucrărilor

Lucrările de trasare pe teren constau în reperarea unor puncte caracteristice ale traseului și pichetarea acestora ele constituind reperele fixe la care vor fi raportate elementele de execuție. Ele constau în:

- identificarea reperelor fixe care au servit în timpul studiilor de întocmire a proiectului;
- efectuarea unui nivelment general pentru fixarea reperelor la nivelment;
- fixarea amplasamentului definitiv pentru șanturi, canale de scurgere, lucrări de artă, drumuri, gropi de împrumut, depozite, etc.;
- pichetarea și șablonarea profilelor transversale pe baza planului de situație și a profilului în lung;

Identificarea reperelor fixe și pichetarea generală a lucrării se face de către investitor - beneficiar și proiectant care au obligația predării prin Proces-Verbal a acestor repere. Pichetarea complementară și șablonarea se va face de către executant.

4.1.2. Obiectivele controlului de calitate

Obiectivele controlului de calitate sunt:

- verificarea preciziei planimetrice și altimetrice a reperelor fixe în concordanță cu prevederile proiectului de execuție;
- verificarea amplasării corecte a lucrărilor în conformitate cu proiectul de execuție.

4.1.3. Metodologia de control

- ridicări topometrice;
- verificări și măsurări de distanțe cu panglici sau rulete gradate față de repere fixe;
- verificări și măsurări de nivelment.

4.1.4. Condiții de admisibilitate

Sunt stabilite prin proiect/caiet de sarcini. Trebuie urmarite in special:

- respectarea cotelor și distanțelor din planul de situație, profilul în lung și profilele transversale;
- respectarea amplasării lucrărilor în conformitate cu proiectul de execuție.

Pentru terenuri cu pantă mai mare de 3° toleranțele la măsurările de distanță sunt:

$$T_d = 0.003\sqrt{D} \text{ (m) unde } D \text{ este distanța măsurată în metri}$$

- Pentru distanțele măsurate pe terenuri cu pante mai mari toleranțele pot fi majorate cu 35 %
- 100 %

Toleranțele la măsurarea cu teodolite a unghiurilor orizontale sunt $T_a = 6^{cc} \sqrt{n}$ unde n este numărul direcțiilor măsurate în tur de orizont.

4.1.5. Recepțiile de fază pentru lucrari ascunse

Se efectuează conform prevederilor proiectului (vezi și precizările de la punctul 6.2).

4.2. Verificarea și confirmarea lucrărilor de curățire

4.2.1. Descrierea lucrărilor

Lucrările de curățire constau din:

- operațiuni de defrișare, scoaterea rădăcinilor, umplerea cu material corespunzător a gropilor și compactarea pământurilor din aceste gropi;
- demontarea și demolarea structurilor vechi ale drumului și ale instalațiilor aferente (dispozitive de semnalizare și securitate);
- înlăturarea sau reamplasarea instalațiilor publice existente: linii electrice, conducte de gaze, linii telefonice, conducte de alimentare cu apă, etc.;
- demontarea și demolarea unor imobile și a unor mici lucrări de artă;
- înlăturarea materialelor necorespunzătoare care nu sunt în conformitate cu specificățiile tehnice;
- devierea sau amenajarea unor cursuri de apă;
- orice alte lucrări pregătitoare prevăzute de proiectant în proiectul de execuție;
- evacuarea la timp și în locurile prevăzute a produselor rezultate din aceste lucrări;
- umplerea cavitațiilor după extragerea rădăcinilor.

4.2.2. Obiectivele controlului de calitate

- conformitatea execuției acestor lucrări cu prescripțiile din proiect, caiet de sarcini, dispoziții de șantier sau alte documente tehnice în vigoare;
- respectarea măsurilor prevăzute în proiectul de execuție privind protecția mediului înconjurător.

4.2.3. Metodologia de control

- observații vizuale;
- verificări privind concordanța cu proiectul de execuție;
- măsurări.

4.2.4. Condiții de admisibilitate

- respectarea prevederilor din proiectul de execuție și caietele de sarcini;
- respectarea tuturor lucrărilor prevăzute în proiect și urmărirea ca acestea să se facă pe întreaga suprafață ocupată de ampriza drumului.

4.2.5. Recepțiile de fază pentru lucrari ascunse

Se efectuează conform prevederilor proiectului (vezi și precizările de la punctul 6.2).

4.3. Verificarea și confirmarea lucrărilor de decapare a solului vegetal

4.3.1. Descrierea lucrărilor

Lucrările constau din decaparea solului vegetal, pe toată grosimea (circa 30 cm), încărcarea, transportul și depozitarea acestuia. Depozitarea poate fi provizorie în vederea reutilizării sau definitivă în depozite special amenajate.

Lucrările de decapare ale solului vegetal se fac pe întreaga suprafață a amprizei drumului și a gropilor de împrumut.

4.3.2. Obiectivele controlului de calitate

Obiectivele controlului de calitate sunt:

- conformitatea execuției acestor lucrări cu prescripțiile din caietul de sarcini;

- decaparea în totalitate a stratului vegetal;
- condițiile de transport și depozitare a solului rezultat în urma decapării;
- condițiile de drenaj ale suprafeței decopertate.

4.3.3. Metodologia de control

Metodologia de control constă în verificări, examinări și măsurări astfel:

- stabilirea concordanței lucrărilor executate cu prevederile proiectului;
- verificarea dacă aceste lucrări au fost executate pe toată suprafața amprizei drumului și a gropilor de împrumut (chiar și când aceste lucrări nu sunt precizate în caietul de sarcini);
- respectarea condițiilor de transport și depozitare;
- respectarea condițiilor de drenaj a suprafeței decopertate;
- intervalul de timp între operațiunile de decapare și începerea lucrărilor de execuție propriu-zise să fie cât mai scurt.

4.3.4. Condiții de admisibilitate

Aceste condiții sunt determinate de respectarea prevederilor din proiect/caiet de sarcini.

4.3.5. Recepțiile de fază pentru lucrări ascunse

Se efectuează conform prevederilor proiectului (vezi și precizările de la punctul 6.2).

În cazul în care în urma verificărilor pe parcurs se va constata că lucrările de decapare a solului vegetal nu nerespectă prevederile din proiect/caiet de sarcini sau din documentele tehnice în vigoare, abaterile se vor remedia fiind strict interzis să se ascundă prin acoperire sau prin înglobare suprafețe de pământ vegetal.

4.4. Verificarea și confirmarea lucrărilor de asanare, drenare, colectare și evacuare a apelor

4.4.1. Descrierea lucrărilor

Lucrările constau în realizarea unor sisteme de colectare și evacuare a apelor (șanturi de evacuare, șanturi de gardă, puțuri, drenuri) sau orice alt sistem care să permită executarea în bune condiții a terasamentelor.

Toate lucrările de asanare - drenare trebuie executate din timp înainte de începerea celorlalte lucrări ținând seama de faptul că procesul de evacuare al apei și de uscare a pământului este în general un proces lent.

În cazul în care, datorită condițiilor ce privesc natura și caracterul apei subterane, zonă pe care se execută terasamentul a fost încadrată în studiul geotehnic în categoria geotehnică 3 respectiv "risc geotehnic major", adiacent acesteia pot fi executate foraje piezometrice prin care se va monitoriza variația nivelului apei subterane pe parcursul execuției.

4.4.2. Obiectivele controlului de calitate

Obiectivele controlului de calitate sunt:

- nivelul hidrostatic/piezometric al apei subterane;
- execuția corespunzătoare și poziționarea corectă a sistemelor de colectare și de drenare a apelor subterane și de suprafață;
- forma și dimensiunile lucrărilor;
- calitatea materialelor utilizate;
- pantele de scurgere;
- aprecierea timpului scurs de la execuția lucrărilor de asanare - drenare până la începerea execuției propriu-zise a terasamentelor.

4.4.3. Metodologia de control

Metodologia de control constă în observații, verificări, măsurări și anume:

- observații vizuale privind eficiența lucrărilor de drenaje;

- măsurări topometrice pentru poziționarea lucrărilor și verificarea pantelor de scurgere;
- măsurări de teren pentru stabilirea formei și dimensiunilor lucrărilor executate;
- determinări de laborator pentru verificarea calității materialelor;
- monitorizarea nivelului hidrostatic/piezometric în forajele adiacente.

4.4.4. Condiții de admisibilitate

Respectarea prevederilor din proiectul de execuție și caietele de sarcini și a prescripțiilor tehnice în vigoare.

4.4.5. Recepțiile de fază pentru lucrari ascunse

Se efectuează conform prevederilor proiectului (vezi și precizările de la punctul 6.2).

La Procesul Verbal de Recepție vor fi atașate documentele care certifică calitatea materialelor utilizate (buletine de încercare, agremente tehnice, etc).

4.5. Verificarea și confirmarea lucrărilor de pregătire a terenului de fundare

4.5.1. Descrierea lucrărilor

Lucrările de pregătire a terenului de fundare constau din:

- lucrări de pregătire a amprizei și de execuție a treptelor de înfrățire;
- lucrări de compactare;
- lucrări de consolidare a terenului de fundare, dacă este cazul.

4.5.2. Obiectivele controlului de calitate

Obiectivele controlului de calitate sunt:

- concordanța lucrărilor executate cu prevederile proiectului;
- realizarea gradului de compactare;
- realizarea capacității portante.

4.5.3. Metodologia de control

Controlul constă în:

- examinarea vizuală și prin măsurare a elementelor componente ale lucrării din punct de vedere al poziției, formelor și dimensiunilor;
- metodologiile de determinare ale gradului de compactare conform celor prevăzute în Anexa 2;
- metodologiile de determinare ale capacității portante conform celor prevăzute în Anexa 3.

4.5.4. Condiții de admisibilitate

Condițiile de admisibilitate sunt considerate îndeplinite când sunt respectate condițiile tehnice prevăzute în proiect / caiete de sarcini.

În cazul în care prin proiect/caiet de sarcini nu sunt prevăzute cerințe tehnice specifice pentru gradul de compactare și capacitatea portantă vor fi respectate următoarele:

4.5.4.1. Valori impuse

- Gradul de compactare Proctor Normal trebuie aibă, conform STAS 2914-84, minim următoarele valori:

Tabelul 2 Valori impuse ale gradului de compactare (dupa STAS 2914-84 tabel 2)

Zonele din terasament la care se prescrie gradul de compactare		Pământuri			
		necoezive		coezive	
		îmbrăcămiņi permanente	îmbrăcămiņi semi permanente	îmbrăcămiņi permanente	îmbrăcămiņi semi permanente
		Gradul de compactare: $D = \frac{\gamma_d}{\gamma_{d_{max}}} \times 100$ (%)			
Primii 50 cm ai terenului natural de sub un rambleu cu înălțimea de:	$h \leq 2.0m$	100	95	97	93
	$h > 2.0m$	95	92	92	90
În debleu pe adâncimea de 30 cm sub partea inferioară a stratului de formă		100	100	100	100

Capacitatea portantă determinată prin teste cu instalația Lucas trebuie să îndeplinească condiția: modulul de deformare liniară $Ev_2 \geq 45MN/m^2$

4.5.4.2. Număr de încercări

Ca număr de încercări trebuie respectate specificațiile proiectului/caietului de sarcini dar nu trebuie să fie mai puțin de 3 (trei) verificări ale gradului de compactare și capacității portante repartizate stânga, ax, dreapta pe secțiuni diferite pe o suprafață de 2000 m². Verificările se vor face în special acolo unde se văd denivelări ale terenului ca urmare a trecerii autovehicolelor în timpul execuției.

4.5.4.3. Condițiile de admisibilitate

Sunt respectate dacă pe un sector de terasament bine delimitat din punct de vedere geometric:

a. abaterile limită, ale valorilor gradului de compactare (D) prescris în Tabelul 2, pot fi de 3 % sub îmbrăcămiņile de beton și de 4 % sub celelalte îmbrăcămiņi neacceptându-se însa ca prin abateri limită valoarea gradului de compactare să fie mai mică de 90 %. Abaterile limită prevăzute se acceptă în maxim 10 % din numărul punctelor de verificare

b. dintr-o serie de 10 (zece) determinări ale capacității portante se admite condiția $Ev_2 < 45 MN/m^2$ doar pentru o singura valoare, această valoare trebuie să îndeplineasca condiția: $Ev_2 > 40 MN/m^2$

4.5.5. Recepțiile de fază pentru lucrari ascunse

Se efectuează conform prevederilor proiectului (vezi și precizările de la punctul 6.2).

La Procesul Verbal de Recepție vor fi atasate documentele care certifică calitatea compactării și a portanței (buletine de încercare, diagrame, etc)

CAPITOLUL 5. VERIFICAREA LUCRĂRILOR ÎN FAZĂ DE EXECUȚIE

Din cadrul lucrărilor ce urmează a fi verificate în fază de execuție fac parte:

1. Corpul rambleului inclusiv zona activă (partea superioară a terasamentului - PST);
2. Stratul de formă.

5.1. Corpul rambleului inclusiv zona activă (partea superioară a terasamentului - PST)

5.1.1. Descrierea lucrărilor

În funcție de nivelul platformei față de linia terenului natural terasamentele se execută:

- în rambleu
- în debleu
- în profil mixt
- la nivelul terenului

În figura 1 este prezentat schematic un terasament executat în rambleu și un terasament executat în debleu. Pe cele două scheme sunt separate următoarele zone ce urmează să facă obiectul verificărilor în fază de execuție:

Tabelul 3 Zonele din terasament ce fac obiectul verificării în fază de execuție

ZONĂ	TIPUL DE PROFIL	
	RAMBLEU	DEBLEU
Teren de fundare (de bază) ¹	terenul natural aflat sub corpul rambleului după decaparea stratului vegetal	terenul natural situat sub zona activa
Corpul rambleului (umpluturii)	materialul de umplură aflat între terenul de bază și cota - 0,50 m față de baza stratului de formă	-
Zona activa (partea superioară a terasamentului - PST)	material de umplură aflat între cota - 0,50 m față de baza stratului de formă și baza stratului de formă	teren natural sau material de umplură aflat între cota - 0,50 m față de baza stratului de formă și baza stratului de formă
Stratul de formă	Stratul superior al terasamentului realizat pentru uniformizarea și creșterea capacității portante situat la partea superioară a infrastructurii rutiere	

NOTE: 1. Modalitățile de verificare ale terenului de bază sunt descrise în capitolul 4.

2. Pentru terasamentele executate în profil mixt sau la nivelul terenului zonele din terasament ce urmează a fi verificate pot fi asimilate cu cele descrise în Tabelul 3.

3. Pentru zonele de terasament executate în condiții speciale (de. ex. spatele culeelor lucrărilor de artă, case și șanțuri) în care datorită spațiilor înguste nu pot fi realizate verificările prevăzute în aceste instrucțiuni modalitățile de verificare vor fi alese pe șantier, în funcție de condițiile locale, de către executant cu aprobarea investitorului și a proiectantului.

5.1.2. Etapele controlului de calitate

Controlul de calitate constă din următoarele operațiuni principale:

1. verificarea calității materialelor utilizate la execuția terasamentelor;
2. verificarea compactării;
3. verificarea capacității portante;
4. verificarea elementelor geometrice ale terasamentelor și anume:
 - modul de așternere în straturi și grosimea acestora

- asigurarea pantelor transversale și a posibilităților de scurgere a apelor din precipitații;

- înclinarea taluzelor.

și se finalizează cu receptiile de fază pentru lucrări ascunse (cap. 6.2.)

5.1.2.1. Verificarea calității materialelor folosite la execuția terasamentului

Materialele folosite pentru execuția terasamentelor rutiere pot fi împartite în:

a. Pământuri;

b. Alte materiale (materiale stâncoase provenite din derocări, deșeuri și subproduse industriale, pământuri tratate/stabilizate, etc.).

a. în cazul pământurilor calitatea și starea acestora se referă la:

- în cazul terasamentelor executate în rambleu: materialele ce vor fi puse în operă ca umplutură;

- în cazul terasamentelor executate în debleu sau la nivelul terenului: terenul natural cuprins între baza stratului de formă și - 0,50 m în profunzime față de aceasta (zona activă).

b. în cazul celorlalte materiale caracteristicile sunt precizate prin proiect/caiet de sarcini și sunt verificate pe sectoare experimentale după o metodologie descrisă în anexa 1.

5.1.2.1.1. Obiectivele controlului de calitate:

Pentru pământuri se determină următoarele caracteristici fizice:

- compoziția granulometrică, conform STAS 1913/5-74;

- coeficientul de neuniformitate, în cazul pământurilor necoezive, conform STAS 1913/5-74,

cu relația: $U_n = \frac{d_{60}}{d_{10}}$ unde d_{60} și d_{10} reprezintă diametrul particulelor corespunzătoare unui procent

de 60 % respectiv 10 % pe diagrama granulometrică;

- limitele de plasticitate, conform STAS 1913/4-76, în cazul pământurilor coezive;

- cantitatea de materii organice, conform STAS 7107/1-76;

- conținutul în săruri solubile, conform STAS 7107/1-76;

- umflarea liberă, conform STAS 1913/12-82 cu relația: $U_L = \frac{V_f - V_i}{V_i} \times 100 (\%)$ unde

V_i - volumul inițial al probei la umiditatea de saturație de la începutul încercării

V_f - volumul final al probei la limita de contracție

În cazul executării unor terasamente în rambleu, cu înălțimi mai mari de 6 m, care necesită verificarea stabilității:

- unghiul de frecare interioară " ϕ " și coeziunea " c ", conform STAS 8942/2-82 pe probe compactate în aparatul Proctor la 95 % grad de compactare.

Pentru ca la punerea în operă să se obțină, printr-un lucru mecanic judicios ales, gradul de compactare propus, pentru materialele ce urmează a fi folosite ca materiale de umplutură se vor determina caracteristicile de compactare Proctor (umiditatea optimă de compactare - w_{opt} și greutatea volumică în stare uscată maximă - γ_{dmax}) și se vor face sectoare experimentale pe care se va stabili metodologia de compactare (tip de utilaj, număr de treceri, etc)

5.1.2.1.2. Metodologia de control

Constă din încercări de laborator pe probe recoltate din fiecare strat de pământ pus în operă (în cazul rambleelor) sau din terenul natural (în cazul debleelor). Metodologia de prelevare a probelor și categoria acestora vor fi în concordanță cu prevederile SR EN ISO 22475-1:2007 și cu tipul de încercări ce urmează să se execute.

Ca număr de încercări trebuie respectate specificățiile proiectului/caietului de sarcini dar nu trebuie să fie mai puțin de 3 (trei) teste complete (granulometrie, limite de plasticitate, conținut de materii organice, conținut în săruri solubile, umflare liberă) repartizate, pe secțiuni diferite, stânga, ax, dreapta:

- la o suprafață de 2000 m² pentru fiecare strat din corpul umpluturii
- la o suprafață de 1500 m² pentru fiecare strat din zona activă (considerată cu h=0,50 m sub stratul de formă)

5.1.2.1.3. Condiții de admisibilitate.

Sunt considerate îndeplinite condițiile de admisibilitate atunci când pământurile sunt încadrate în categoriile "foarte bune" și "bune" conform criteriilor din Tabelul 4, astfel:

- pământurile clasificate ca "foarte bune" pot fi folosite în orice condiții climatice și hidrologice (vezi STAS 1709/1;2-90) la orice înălțime de terasament (max.12,0 m) fără a se lua măsuri speciale. Deasemenea ele pot fi folosite fără restricții la execuția stratului de formă și a părții superioare a terasamentului și în cazul debleelor și rambleelor;

- pământurile clasificate ca "bune" pot fi folosite în orice condiții climatice și hidrologice la orice înălțime de terasament (max. 12,0 m) punând însă unele probleme legate de compactibilitate și traficabilitate datorită uniformității granulometrice ceea ce impune o tehnologie adecvată de punere în operă.

În cazul pământurilor a căror calitate, conform Tabelul 4, este "mediocră", se va analiza comportarea lor la îngheț-dezgeț precum și influența condițiilor hidrologice, prevăzându-se după caz, măsurile indicate de STAS 1709/1,2,3-90. Aceste pământuri nu pot fi utilizate la execuția stratului de formă iar utilizarea lor la partea superioară a terasamentului (PST) se va putea face numai după luarea unor măsuri de îmbunătățire.

Pământurile clasificate ca "rele" și "foarte rele" pot fi utilizate în corpul rambleelor numai după îmbunătățire.

În cazul terasamentelor în debleu sau la nivelul terenului alcătuite din pământuri argiloase cu simbolul 4e, 4f și a căror calitate conform tabelului 4 este "rea" sau "foarte rea" vor fi înlocuite cu pământuri corespunzătoare sau vor fi stabilizate mecanic sau cu lianți (var, cenușe de termocentrală, etc.) pe o grosime de minim 20 cm în cazul pământurilor "rele" și de minim 50 cm în cazul pământurilor "foarte rele" (sau a celor cu densitatea în stare uscată $\rho_d < 1,5 \text{ g/cm}^3$), grosimea fiind considerată de sub baza stratului de formă. Atât înlocuirea cât și stabilizarea se va face pe toată lățimea platformei.

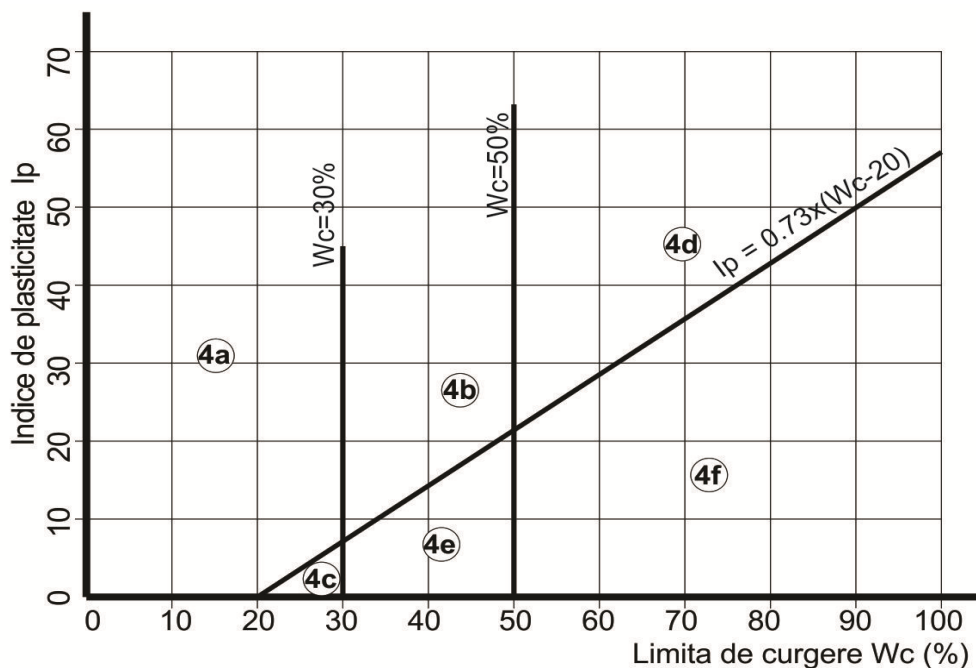
Pentru pământurile argiloase simbolul 4d se recomandă fie înlocuirea, fie stabilizarea lor pe o grosime de minim 15 cm.

Tabelul 4 Criterii de admisibilitate ale pământurilor folosite ca material pentru terasamente (dupa STAS 2914-84)

Denumirea și caracterizarea principalelor tipuri de pământ		Simbol	GRANULOMETRIE				Ip pentru fracțiune a sub 0,5 mm	UL (%)	Calitate ca material de terasament
			Conținutul în părți fine în % din masa totală pentru:			Un			
			d<0,005 mm	d<0,05 mm	d<0,25 mm				
Pământuri necoezive grosiere (fracțiunea mai mare de 2mm reprezintă mai mult de 50%)	cu foarte puține părți fine, neuniforme, insensibile la îngheț-dezghet și la variațiile de umiditate	1a	<1	<10	<20	>5	0	-	foarte bună
Blocuri, bolovaniș, pietriș	idem 1a însa uniforme	1b				≤ 5			foarte bună
Pământuri necoezive medii și fine (fracțiunea mai mica de 2 mm reprezintă mai mult de 50%)	cu părți fine, neuniforme, sensibilitate mijlocie la îngheț-dezghet, insensibile la variațiile de umiditate	2a	<6	<20	<40	>5	≤ 10	-	foarte bună
Nisip cu pietriș, nisip mare mijlociu sau fin	idem 2a însa uniforme	2b				≤ 5			bună
Pământuri necoezive medii și fine (fracțiunea mai mica de 2mm reprezintă mai mult de 50%) cu liant constituit din pământuri coezive	cu multe părți fine, foarte sensibile la îngheț-dezghet, fracțiunea fina prezinta umflare liberă (respectiv contracție) redusă	3a	≥ 6	≥ 20	≥ 40	-	>10	≤ 40	mediocră
Nisip cu pietriș, nisip mare mijlociu sau fin prăfos sau argilos	idem 3a însa fracțiunea fina prezintă umflare liberă medie sau mare	3b						>40	mediocră
Pământuri coezive: nisip prăfos, praf nisipos, nisip argilos, praf, praf argilos nisipos, praf argilos, argilă prăfoasă nisipoasă, argila nisipoasă, argilă prăfoasă, argilă, argilă grasă	anorganice cu compresibilitate mijlocie, umflare liberă redusă medie, foarte sensibile la îngheț-dezghet	4a	Conform nomogramei Casagrande figura 2				<10	<40	mediocră
	anorganice cu compresibilitate și umflare liberă reduce, sensibilitate mijlocie la îngheț-dezghet	4b					<35	<70	mediocră
	organice * (măluri sau conținut de MO>5%) cu compresibilitate și umflare liberă reduce și sensibilitate mijlocie la îngheț-dezghet	4c					≤ 10	<40	mediocră
	anorganice cu compresibilitate și umflare liberă mare, sensibilitate mijlocie la îngheț-dezghet	4d					>35	>70	rea
	organice * (măluri sau conținut de MO>5%) cu compresibilitate mijlocie, umflare liberă redusă sau medie foarte sensibile la îngheț-dezghet	4e					<35	<75	rea
	organice * (măluri sau conținut de MO>5%) cu compresibilitate mare, umflare liberă medie sau mare foarte sensibile la îngheț-dezghet	4f					-	>40	foarte rea

Un - coeficient de neuniformitate; Ip - indice de plasticitate; UL - Umflarea liberă; MO – materii organice

Fig 2. Nomograma Casagrande (după STAS 2914-84)



* Pământurile cu conținut de materii organice (MO) sunt pământuri de formație relativ recentă (câteva mii de ani) care cuprind materii organice, în mai mică sau mai mare proporție în funcție de care se clasifică astfel:

- **măturile**: sunt pământuri cu conținut de materii organice sub 5 %. Sunt depozite aluvionare conținând în general mai mult de 90% elemente inferioare dimensiunii de 0,2 mm, alcătuite din particule argiloase foarte fine (corespunzătoare stării coloidale), afânate, puțin consolidate, prezentând în general limite de curgere $W_L = 60 \dots 120$, indici de plasticitate $I_p = 30 \dots 80$, umiditatea naturală fiind apropiată de limita de curgere
- **nămolurile**: sunt pământuri asemănătoare măturilor cu un conținut de materii organice între 5 ... 10 % putând conține resturi de plante carbonizate;
- **pământurile turboase**: sunt pământuri cu conținut de materii organice între 10 ... 60 % formate în urma descompunerii incomplete a resturilor vegetale într-un mediu saturat cu apă dar neoxigenat.
- **turba**: este un pământ cu un conținut de materii organice de peste 60 % format într-un mediu similar
- **pământurilor turboase**: reprezintă o îngrămădire de resturi vegetale cu un grad de descompunere variabil, de culoare brună-neagră, cu o structură fibroasă, în amestec cu o cantitate importantă de substanțe minerale (nisip, argile, calcar), putând reține cantități mari de apă: 400 ... 1000 % (și chiar mai mult)

5.1.2.2. Verificarea compactării terasamentelor

5.1.2.2.1. Obiectivele controlului de calitate

Verificarea compactării terasamentelor are două componente:

1. verificarea tehnologiei de compactare;
2. controlul compactării în timpul execuției terasamentelor,

și are drept scop pe de o parte asigurarea că executantul dispune de tehnologia necesară pentru a obține gradul de compactare propus în graficele asumate iar pe de altă parte că utilizând tehnologia de care dispune atinge în timpul execuției parametrii de calitate impusi.

5.1.2.2.2. Metodologia de control

Tehnologia de compactare și alegerea utilajelor este la latitudinea executantului dar investitorul - beneficiarul are obligația verificării tehnologiei de compactare propusă de executant.

Verificările se efectuează înainte de începerea lucrării pe un sector experimental în conformitate cu prevederile normativului C 182-87 sau pe primul strat al terasamentului pus în opera.

Obiectivele principale ale acestor verificări sunt:

- grosimea de așternere a materialului și cea a stratului după compactare;

- numărul minim de treceri necesar realizării gradului de compactare prescris;
- parametrii de lucru ai utilajelor de compactare;
- sarcina pe roată a compactoarelor cu pneuri sau presiunea statică pe unitatea de lungime a compactoarelor cu rulouri netede;
- viteza de lucru;
- frecvența de vibrație și amplitudinea, în cazul compactoarelor vibratoare;
- gradul de compactare rezultat.

Controlul compactării se desfășoară pe toată durata execuției și are ca obiectiv verificarea gradului de compactare pe toată grosimea stratului pus în operă.

Controlul compactării se va face conform prescripțiilor proiectului/caietului de sarcini dar minim:

- în corpul umpluturii - la fiecare 2000 m² de strat pus în operă în câte 3 (trei) puncte dispuse dreapta, ax, stânga, pe secțiuni diferite
- în zona activă (considerată cu h=0,50 m sub stratul de formă) la fiecare 1500 m² de strat pus în operă în câte 3 (trei) puncte dispuse dreapta, ax, stânga, pe secțiuni diferite.

Verificările se vor face în special acolo unde se văd denivelări ale terenului ca urmare a trecerii autovehiculelor în timpul execuției.

Dacă prin proiect/caiet de sarcini nu se prevăd alte metode de verificare a compactării aceasta se va face prin determinarea gradului de compactare conform procedurii descrise în anexa 2.

Pe parcursul realizării terasamentelor, executantul poate utiliza, în cadrul unui control intern și alte metode, rapide, de verificare a compactării, rezultatele acestora neputând însă face parte din documentația privind controlul calității decât în măsura în care sunt însoțite și de cele ale încercărilor prevăzute în proiect/caiet de sarcini.

5.1.2.2.3. Condiții de admisibilitate

Condițiile de admisibilitate sunt considerate îndeplinite când sunt respectate condițiile tehnice prevăzute în proiect / caiete de sarcini.

În cazul în care prin proiect/caiet de sarcini nu sunt prevăzute cerințe tehnice specifice pentru gradul de compactare și capacitatea portantă vor fi respectate următoarele valori impuse:

Tabelul 5 Valori impuse ale gradului de compactare (conform STAS 2914-84)

Zonele din terasament la care se prescrie gradul de compactare		Pământuri			
		necoezive		coezive	
		îmbrăcămiși permanente	îmbrăcămiși semi permanente	îmbrăcămiși permanente	îmbrăcămiși semi permanente
Gradul de compactare: $D = \frac{\gamma_d}{\gamma_{d \max}} \times 100$ (%)					
În corpul rambleelor la adâncimea (h) sub partea inferioară a stratului de formă	$h \leq 0.50m$ *)	100	100	100	100
	$0.5 < h \leq 2.0m$	100	97	97	94
	$h > 2.0m$	95	92	92	90

*) zonă considerată activă (partea superioară a terasamentului – PST)

Condițiile de admisibilitate sunt respectate dacă pe un strat bine delimitat din punct de vedere geometric, abaterile limită ale valorilor gradului de compactare (D) prescris în Tabelul 5 sunt de 3 % sub îmbrăcămișile de beton și de 4 % sub celelalte îmbrăcămiși neacceptându-se însă ca prin

abaterile limită valoarea gradului de compactare să fie mai mică de 90 %. Abaterile limită prevăzute se acceptă în maxim 10 % din numărul punctelor de verificare

5.1.2.3. Verificarea capacității portante și a deformabilității

5.1.2.3.1. Obiectivele controlului de calitate

Obiectivele controlului de calitate sunt de verificare a capacității portante și a deformabilității la partea superioară a terasamentului (PST).

5.1.2.3.2. Metodologia de control

În cazul în care prin proiect/caiet de sarcini nu sunt prevederi speciale privind verificarea capacității portante și a deformabilității acestea se verifică în conformitate cu reglementările tehnice aprobate și în vigoare sau prevederile din anexa 3 respectiv anexa 5 și anume:

1. Capacitatea portantă este caracterizată de:

- modulul dinamic al pamantului E_p (MN/m²);
- modulii statici E_v (MN/m²) și K_0 (MN/m³)
- indicele californian de capacitate portantă CBR (%)

În cazul în care structura rutieră ce urmează a fi realizată este suplă sau mixtă (SRE) se determină modulul dinamic al pamantului E_p (MN/m²) și/sau modulii statici E_v (MN/m²).

În cazul în care structura rutieră ce urmează a fi realizată este rigidă (SRR) se determină modulul de reacție K_0 (MN/m³), cu placa statică.

2. Deformabilitatea este caracterizată prin valorile deflexiunii și se determină cu deflectometrul cu pârghie tip Benkelman în conformitate cu "Normativ pentru determinarea prin deflectografie și deflectometrie a capacității portante a drumurilor cu structuri rutiere suple și semirigide indicativ CD 31 - 2002" sau anexei 5

Determinările deflectometrice cu deflectometrul cu pârghie tip Benkelman și deflexiunile caracteristice obținute sunt utilizate pentru verificarea omogenității / uniformității execuției.

5.1.2.3.3. Condiții de admisibilitate

Sunt considerate îndeplinite când sunt respectate condițiile tehnice prevăzute în proiect / caiete de sarcini.

În cazul în care prin proiect/caiet de sarcini nu sunt prevăzute cerințe tehnice specifice pentru gradul de compactare și capacitatea portantă vor fi respectate următoarele:

5.1.2.3.3.1. Valori impuse

Capacitatea portantă:

Condițiile de admisibilitate sunt specificate prin proiect/caiet de sarcini respectiv conform normativelor de dimensionare a structurilor rutiere suple și mixte (PD 177/2001) respectiv a structurilor rutiere rigide (NP 081-2002). Conform acestora capacitatea portantă a zonei active trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

 **Pentru structuri rutiere suple și mixte (SRE):**

- Modulul dinamic al pamantului: $E_p = 50 - 100$ MPa. Valoarea la care se raportează modulul dinamic al pamantului obținut pe teren este cea valoarea folosită de proiectant în dimensionarea structurii rutiere și aleasă de acesta în funcție de tipul pamantului⁴, tipul climatic⁵ și regimul hidrologic⁶ caracteristice sectorului de drum proiectat.

⁴ conform PD 177-2001. Normativ pentru dimensionarea sistemelor rutiere suple și semirigide

⁵ conform "Hărții repartiției după indicele de umiditate I_m a tipurilor climatice" din STAS 1709/1-90 - fig. 3

⁶ conform STAS 1709/2-90. Acțiunea fenomenului de îngheț - dezgheț la lucrări de drumuri.

Modulul dinamic al pamantului (E_p) va fi determinat prin intermediul indicelui de capacitate portanta californian (CBR) conform relatiei:

$$E_p = 10 \times CBR \text{ (MPa)}^7 \quad \text{unde}$$

E_p = modulul de elasticitate dinamică al pământului de fundare

In cazul in care se considera necesar valoarea indicelui de capacitate portanta (CBR) poate fi determinata in laborator, in conditiile cele mai defavorabile in care poate lucra terasamentul (conform IM 003-1996. Metodologie pentru determinarea indicelui californian de capacitate portantă respectiv anexa 4)

Daca prin proiect/caiet de sarcini nu este specificata valoarea modulului dinamic al pamantului E_p , alternativ se pot determina modulii statici de deformatie Ev_1 si Ev_2 prin incercari cu placa statica, conform anexei 3. In acest caz conditiile de admisibilitate sunt:

$$Ev_2 \geq 80 \left[\frac{MN}{m^2} \right] \quad \text{si} \quad \frac{Ev_2}{Ev_1} < 2.3$$

- Deformabilitatea - caracterizată prin deformația elastică corespunzătoare vehicolului etalon cu sarcina pe osia simplă din spate de 115 KN - trebuie să fie de maxim 4,0 mm.

Pentru structuri rutiere rigide (SRR) :

- Modulul de reactie: $Ko = 39 - 56 \text{ MN/m}^3$

Valoarea modulului de reactie al pamntului ce urmeaza a fi verificata este cea folosita de proiectant in dimensionarea structurii rutiere si aleasa de acesta in functie de *tipul pamantului* , *tipul climatic* si *regimul hidrologic* caracteristice sectorului de drum proiectat.

5.1.2.3.3.2. Număr de încercări

Capacitatea portantă (cu placa Lucas sau aparatul CBR):

Dacă nu este stabilit prin proiect / caiet de sarcini, încercările se fac pe zona activă (considerată cu $h=0,50$ m sub stratul de formă), iar numărul de încercari nu trebuie să fie mai mic de 3 (trei) dispuse dreapta, ax, stânga, pe secțiuni diferite, la 1500 m^2 suprafață strat.

Deformabilitatea (cu deflectometrul Benkelman conform CD 31/2002) - încercările se fac pe **zona activă** (partea superioară a terasamentului – PST), înainte de executarea stratului de formă, minim 100 puncte/km banda.

5.1.2.3.3.3. Limite admisibile

Capacitatea portantă (modulul dinamic al pamantului – E_p ; modulul de reactie - Ko):

Dintr-o serie consecutiva de 6 determinări ale capacitatii portante valoarea coeficientului de variatie (Cv) trebuie sa fie mai mica de 10%

Deformabilitatea (cu pârghia Benkelman conform CD 31/2002) - pentru un sector de măsurare a deformabilității deformația elastică prezintă valori mai mari decât cea admisibilă în mai puțin de 10 % din punctele de măsurare.

5.1.2.4. Verificarea elementelor geometrice ale terasamentelor

Acest control se face pe parcursul executării terasamentului prin verificarea:

- modului de așternere în straturi și grosimea acestora;
- asigurării pantelor transversale și a posibilităților de scurgere a apelor din precipitații;
- înclinarea taluzelor;

⁷ conform NP 081-02. Normativ de dimensionare a structurilor rutiere rigide

și după terminarea execuției părții superioare a terasamentului prin:

- verificarea prin nivelment a profilului longitudinal și a profilelor transversale realizate, față de prevederile proiectului de execuție.

Verificarea prin nivelment constă într-un control topografic al profilului longitudinal, în profiluri transversale situate la 20 m unul de altul și în măsurarea denivelărilor locale longitudinale.

a) Toleranțele de nivelment impuse sunt următoarele:

- la lățimea platformei:

± 0,05 m față de axă;

± 0,10 m la lățimea întreagă;

± 0,50 m la ampriza rambleurului.

- la cotele proiectului:

± 0,05 m față de cotele de nivel ale proiectului

- la suprafața platformei:

- platformă fără strat de formă ± 3 cm;

- platformă cu strat de formă ± 5 cm;

- taluz neacoperit ± 10 cm;

- denivelări locale longitudinale sub lata de 3 m ± 5 cm;

5.1.2.5. *Recepțiile de fază pentru lucrari ascunse*

Recepțiile de fază pentru lucrari ascunse vor fi stabilite prin proiect și vor respecta procedura prevăzută la punctul 6.2.

5.2. Stratul de formă

5.2.1. Descrierea lucrărilor:

Stratul de formă constituie stratul superior al terasamentelor, amenajat pentru uniformizarea și sporirea capacității portante la nivelul patului drumului.

Modul de alcătuire și condițiile tehnice de calitate pentru straturile de formă sunt conform STAS 12253-84 : "Straturi de formă. Condiții tehnice generale de calitate".

Stratul de formă poate fi executat din următoarele materiale :

a) materiale necoezive:

- pământuri necoezive;

- zgură brută de furnal înalt;

- deșeuri de carieră.

b) Materiale coezive:

- pamanturi coezive:

- tratate cu var

- stabilizate cu zgura

- stabilizate cu ciment

- agregate naturale stabilizate cu lianti puzzolanici

La execuția stratului de formă, controlul calității execuției este asemănător cu cel utilizat la terasamentele propriu - zise, însă cu o rigurozitate sporită, legată în special de :

- calitatea materialelor utilizate;

- gradul de compactare, criteriul de referință fiind densitatea uscată maximă (ρ_{dmax}) stabilită prin încercarea Proctor modificată;

- protecția stratului de formă față de precipitațiile atmosferice;

- frecvența încercărilor de verificare.

Execuția stratului de formă se începe numai după recepția terasamentelor, conform STAS 2914-84.

5.2.2. Etapele controlului de calitate:

Controlul de calitate constă din următoarele operațiuni principale:

1. verificarea calității materialelor utilizate la execuția stratului de formă;
2. verificarea execuției stratului de formă;
3. verificarea elementelor geometrice ale stratului de formă;

și se finalizează cu recepțiile de fază pentru lucrări ascunse (cap. 6.2).

5.2.2.1. *Verificarea calității materialelor folosite la execuția terasamentului*

5.2.2.1.1. *Obiectivele controlului de calitate:*

Controlul de calitate constă din verificări, care se fac în concordanță cu standardele în vigoare, funcție de materialele care intră în compoziția stratului de formă.

5.2.2.1.2. *Metodologia de control*

Constă din încercări de laborator pe probe recoltate din fiecare strat ce alcătuiește stratul de formă, pus în operă.

Metodologia de prelevare a probelor și categoria acestora vor fi în concordanță cu prevederile SR EN ISO 22475-1:2007 și cu tipul de încercări ce urmează să se execute.

Ca număr de încercări trebuie respectate specificățiile proiectului/caietului de sarcini dar pe un strat cu o suprafață de 2000 m² nu trebuie să fie mai puțin de 3 (trei) teste complete (granulometrie, limite de plasticitate, conținut de materii organice, conținut în săruri solubile, umflare liberă) repartizate, pe secțiuni diferite, stânga, ax, dreapta.

5.2.2.1.3. *Condiții de admisibilitate.*

În cazul în care prin proiect/caiet de sarcini nu sunt precizate condițiile de calitate ale materialelor utilizate la realizarea straturilor de formă, acestea conform STAS 12253-84, trebuie să îndeplinească condițiile de calitate în conformitate cu prevederile standardelor specifice respective, și anume:

- pământurile necoezive și coezive se clasifică și se identifică conform SR EN ISO 14688 – 2:2005;

- var nehidratat macinat, conform SR 9310 : 2000;

- var hidratat în pulbere, conform SR EN 459-1-2011;

- var bulgari pentru construcții, conform SR EN 459-1-2011;

- zgura granulată de furnal înalt, conform SR 648 – 2002;

- ciment cu sau fără adaosuri, conform SR EN 197-1-2011, SR 10092-2008;

- apa, conform SR EN 1008 -2003;

Zgura brută de furnal trebuie să îndeplinească următoarele condiții de calitate:

- aspect: culoare albicioasă - cenușie până la cenușiu închis;

- dimensiunea maximă a granulei: 100 mm;

- conținut de zgură poroasă cu structura puternic alveolară: max. 65 %;

- densitatea în grămadă în stare uscată, afânată: min 1,5 t/m³;

Deșeurile de carieră trebuie să îndeplinească următoarele Condiții de calitate:

- dimensiunea maximă a granulei: 100 mm;
- granulozitate continuă;
- rezistența la sfărâmare prin compresiune pe piatra spartă în stare uscată de minim 60 %;
- coeficient de calitate: min 7;
- coeficient de gelivitate pe piatra spartă: max. 3 %.

Materialele folosite la execuția stratului de formă pot fi utilizate ca atare dacă acestea corespund din punct de vedere calitativ sau după efectuarea unor operații de îmbunătățire prin stabilizări mecanice sau stabilizări cu lianți hidraulici și puzzolanici.

În cazul materialelor stabilizate (pământuri tratate) apar o serie de obiective specifice de control, legate de stocarea lianților, utilajelor de răspândire și de amestec, ca și de verificare a portanței, obiective ce sunt prezentate în Anexa 1.

Verificarea calității materialelor utilizate trebuie să se facă conform tabelului 6 și în concordanță cu STAS 12253-84.

Tabelul 6 Verificarea calității materialelor folosite la stratul de formă

Materialul	Caracteristica	Frecvența	Metoda de verificare
Tipuri de materiale			
pământ coeziv	- granulozitate - plasticitate	1. înainte de începerea lucrărilor 2. minim 3 (trei) teste complete pe un strat cu o suprafață de 1500 mp repartizate, pe secțiuni diferite, stânga, ax, dreapta sau ori de câte ori este necesar	STAS 1913/5-85 STAS 1913/4-86
pământ necoeziv sau agregate naturale	- granulozitate - echivalent de nisip		STAS 4606-80
zgură brută	- granulozitate - densitate în grămadă		
deșeuri de carieră	- granulozitate - rezistență la sfărâmare - coeficient de calitate - rezistența la îngheț - dezgheț		
var	- finețe de măcinare - conținut CaO+MgO activ		
ciment	- timp de priză constantă de volum - stare de conservare		
zgură granulată	- granulozitate		
agregate sau amestecuri	- Compoziția granulometrică - cantitatea de liant		

Tipuri de incercari	
Gradul de fărâmițare	1. Inainte de inceperea lucrarilor
Rezistența la compresiune a amestecului	2. min. 2 x 3 puncte la 1500 m ² strat

5.2.2.2 Verificarea calității execuției lucrărilor

Se verifică respectarea proceselor tehnologice prevăzute în caietele de sarcini sau stabilite pe tronsonul de probă.

5.2.2.2.1. Obiectivele controlului de calitate

Controlul de calitate constă din următoarele operațiuni principale, specifice modului de alcătuire a stratului de formă, și anume :

a) strat de formă din materiale necoezive :

- umiditatea pământurilor necoezive și a deșeurilor de carieră și stabilirea cantității de apă necesară asigurării umidității optime de compactare;
- gradul de compactare al stratului de formă și compactarea straturilor de formă din zgură brută de furnal și din deșeuri de carieră.

b) Strat de formă din materiale coezive.

- umiditatea materialelor componente ale amestecului și cantitatea de apă necesară asigurării umidității optime de compactare;
- proporțiile de amestec ale lianților;
- umiditatea amestecului în strat, înaintea compactării;
- gradul de fărâmițare al pământurilor stabilizate conform STAS 10473/2-86.
- rezistența la compresiune la vârsta de 14 zile a pământurilor coezive, stabilizate cu zgură granulată și var și la vârsta de 7 zile și 28 zile a pământurilor stabilizate cu ciment conform STAS 10473/2-86.

Frecvența verificărilor atât în cazul pământurilor netratate cât și a celor stabilizate cu lianți hidraulici și puzzolanici se face conform tabelului 7 conf. STAS 12253-84.

Tabelul 7 Frecvența verificărilor calității execuției

Denumire caracteristică			Metoda de verificare	Frecvența
Umiditatea materialului sau a amestecului în strat înainte de compactare			STAS 4606-80	zilnic și ori de câte ori este necesar
Gradul de compactare (PROCTOR MODIFICAT)			Conform Anexa 2	min. 3 puncte la 1500 m ² strat
Capacitate portantă	cu placa statică	E _{v1} /E _{v2} pt SRE	Conform Anexa 3	min. 3 puncte la 1500 m ² strat
		K ₀ pt SRR		
CBR				
Verificarea deformabilității cu pârgă Benkelman			Normativ CD 31-2002	minim 100 puncte/km banda (adică din 20 în 20 m în profile transversale)

5.2.2.2.1.1. Valori admisibile

Gradul de compactare (D) calculat ca raport între densitatea uscată maximă obținută pe teren și densitatea uscată maximă obținută prin încercarea Proctor Modificat (conform STAS 1913/13-83) trebuie să fie de minim 98 % în cel puțin 95 % din punctele de verificare dar nu mai mic de 95% în celelalte puncte.

Deformabilitatea se consideră corespunzătoare dacă deformația elastică corespunzătoare vehicolului etalon (cu sarcina pe osia din spate de 115 KN) are valori mai mici de 2,00 mm în 95 %

din punctele de măsurare. Uniformitatea execuției se consideră satisfăcătoare, dacă valoarea coeficientului de variație este sub 40 %.

Valoarea admisibilă a capacității portante la partea superioară a stratului de formă (definită prin modulul de elasticitate dinamică al pământului de fundare E_p în cazul SRE, respectiv modulul de reacție K_0 în cazul SRR) este stabilită prin proiect în funcție de grosimea stratului de formă și de tipul materialelor din care acesta este realizat.

Verificarea capacității portante la nivelul stratului de formă se efectuează conform Anexei 3.

5.2.2.3. Verificarea elementelor geometrice

Suprafața straturilor de formă se verifică în profil transversal și longitudinal pentru a corespunde datelor și abaterilor limită prevăzute la pct. 2.1. din STAS 12253-84, și anume :

- pantele în profil transversal și declivitățile în profil longitudinal ale suprafeței stratului sunt aceleași ca și cele ale suprafeței îmbrăcăminților;

- denivelările admisibile în profil transversal sunt cu $\pm 0,5$ cm față de cele prevăzute în proiect;

- denivelările admisibile în profil longitudinal ale suprafeței stratului sub dreptarul de 3 m sunt de max. 2 cm.

Lățimea straturilor de formă se verifică dacă corespunde datelor din proiectul de execuție, iar abaterile limită admise la lățimea stratului de formă sunt de $\pm 0,05$ m față de axă și de $\pm 0,10$ m la lățimea întreagă.

Lățimea straturilor se verifică la distanțe de maximum 200 m.

Grosimile straturilor de formă trebuie să corespundă datelor prevăzute în proiectul de execuție. Verificarea grosimii straturilor de formă se face prin sondaje, cel puțin unul la 200 m de drum.

Cotele profilului longitudinal se verifică în axa drumului cu aparate de nivel și trebuie să corespundă celor din proiect.

Rezultatele tuturor determinărilor și verificărilor specificate în lucrare vor fi ținute la zi în documentația de execuție a șantierului, ce va constitui documentația de control în vederea recepției lucrărilor.

5.2.2.5. Recepția lucrărilor

Pe parcursul executării stratului de formă sau la finalizarea acestuia, conform specificațiilor din proiect, se vor realiza recepții de fază pentru lucrări ascunse (cap. 6.2) în care trebuie verificate toate obiectivele precizate la punctul 5.3.2.

CAPITOLUL 6. RECEPȚIA LUCRĂRILOR

6.1. Generalitati

Recepția constituie o componentă a sistemului calității în construcții și este actul prin care investitorul declară că acceptă, preia lucrarea cu sau fără rezerve și că aceasta poate fi dată în folosință. Prin actul de recepție se certifică faptul ca executantul si-a îndeplinit obligațiile în conformitate cu prevederile contractului, cu documentația de execuție și cu documentele cuprinse în cartea tehnică a construcției.

Recepția construcțiilor se face de către investitor - proprietar, în prezenta proiectantului și a executantului și/sau reprezentanților de specialitate, legal desemnați de aceștia.

Lucrările de execuție a terasamentelor vor fi supuse unor recepții de faza pentru lucrari ascunse și unei recepții finale)

6.2. Recepția de faza pentru lucrari ascunse

În cadrul recepției de faza pentru lucrări ascunse se va verifica dacă partea de lucrări ce se recepționează s-a executat conform proiectului/caietului de sarcini și se va atesta condițiile impuse de documentații și de prezentele instrucțiuni.

Recepțiile de faza pentru lucrari ascunse sunt stabilite prin proiect dar trebuie facute în special în următoarele momente ale lucrării:

a. în fază pregătitoare execuției:

- trasarea și șablonarea lucrării;
- decaparea solului vegetal.

b. în fază de execuție propriu-zisă:

- în cazul rambleelor - la fiecare metru din înălțimea de umplutură;
- în cazul săpăturilor - la cota finală a săpăturii.

Recepțiile de faza pentru lucrari ascunse se efectuează între investitor - proprietar reprezentat prin dirigintele lucrării sau organismul de consultanță, executant reprezentat de conducatorul tehnic al lucrării, controlor calitate (CQ) și specialistul topograf sau geotehnician, în prezența proiectantului de specialitate și se încheie cu un Proces Verbal de Recepție. Documentul trebuie să confirme posibilitatea trecerii execuției la faza imediat următoare și trebuie să poarte semnatura investitorului și a executantului. Un exemplar din Procesul Verbal de Recepție va fi depus de către CQ la documentele de certificare a calității execuției. Imediat după recepție CQ va înregistra într-un registru de evidență al lucrărilor de verificare obiectul recepției, data recepționării, numărul Procesului Verbal, cine a participat și obiecțiile (dacă au existat).

6.2.1. Nerecepționarea lucrărilor

Lucrările nu se vor recepționa dacă:

- nu sunt realizate cotele și dimensiunile prevăzute în proiect;
- lucrările de curățare, decapare a solului vegetal, asanare și drenare sunt necorespunzătoare;
- nu s-au respectat pantele transversale și suprafațarea platformei;
- lucrările de scurgere a apelor sunt necorespunzătoare;
- nu este realizat gradul de compactare prescris pe fiecare strat în parte;
- nu este asigurată capacitatea portantă prescrisă la nivelul terenului de fundare, la partea superioară a terasamentului (sub stratul de formă) și la partea superioară a stratului de formă;
- materialele folosite la realizarea terasamentului nu respectă condițiile de calitate impuse.
- orice alte cauze care, justificat, conduc la nerecepționarea lucrărilor

Toate defecțiunile constatate împreună cu modul și termenul de remediere se vor consemna în Procesele Verbale și nu se va putea trece la etapa următoare de execuție până la remedierea acestora (dacă aceasta etapă implică nerespectarea condițiilor consemnate în Procesul Verbal de Recepție). După remedierea defecțiunilor se va întocmi un nou Proces Verbal de Recepție.

În cazul în care, pe parcursul execuției, se constată fenomene de instabilitate, crapături în corpul terasamentelor, ravinari ale taluzelor, etc. constatorul informează imediat părțile implicate în execuție (executant, investitor - beneficiar, proiectant) care, împreună, stabilesc modalitățile de remediere.

6.3. Recepția la terminarea lucrărilor

Executantul trebuie să comunice investitorului data terminării tuturor lucrărilor prevăzute în contract, printr-un document scris confirmat de investitor. O copie a comunicării va fi transmisă de executant și reprezentantului investitorului pe șantier.

Comisiile de recepție se vor numi de către investitor și vor fi alcătuite din cel puțin 5 membri. Dintre aceștia, obligatoriu vor face parte un reprezentant al investitorului și un reprezentant al administrației publice locale pe teritoriul căreia este situată construcția, iar ceilalți vor fi specialiști în domeniu.

Proiectantul, în calitate de autor al proiectului construcției, va întocmi și va prezenta în fața comisiei de recepție punctul său de vedere privind execuția construcției.

Comisia de recepție se întrunește la data, ora și locul fixate, iar președintele acesteia, numit de investitor, stabilește programul după care va fi făcută recepția.

Comisia de recepție poate funcționa numai în prezența a cel puțin 2/3 din membrii numiți ai acesteia. Hotărârile comisiei se iau cu majoritate simplă.

În vederea desfășurării în bune condiții a recepției, investitorul are obligația de a pune la dispoziția comisiei de recepție documentația de execuție, precum și documentele și explicațiile care îi sunt necesare.

Comisia de recepție examinează obligatoriu:

a) respectarea prevederilor din autorizația de construire, precum și avizele și condițiile de execuție impuse de autoritățile competente;

b) executarea lucrărilor în conformitate cu prevederile contractului, ale documentației de execuție și ale reglementărilor specifice, cu respectarea exigențelor esențiale, conform legii;

c) referatul de prezentare întocmit de proiectant cu privire la modul în care a fost executată lucrarea. Investitorul va urmări ca această activitate să fie cuprinsă în contractul de proiectare;

d) terminarea tuturor lucrărilor prevăzute în contractul încheiat între investitor și executant și în documentația anexă la contract.

În cazurile în care există dubii asupra înscrisurilor din documentele cărții tehnice a construcției, comisia poate cere expertize, alte documente, încercări suplimentare, probe și alte teste;

e) valoarea declarată a investiției.

Examinarea se efectuează în toate cazurile prin cercetarea vizuală a construcției și analizarea documentelor conținute în cartea tehnică a construcției.

La terminarea examinării, comisia va consemna observațiile și concluziile în procesul-verbal de recepție, care va cuprinde obligatoriu valoarea declarată a investiției, și îl va înainta în termen de 3 zile lucrătoare investitorului împreună cu recomandarea de admitere, cu sau fără obiecții, a recepției, amânarea sau respingerea ei.

Comisia de recepție recomandă admiterea recepției în cazul în care nu există obiecții sau cele care s-au consemnat nu sunt de natură să afecteze utilizarea lucrării conform destinației sale.

Comisia de recepție recomandă amânarea recepției când:

- se constată lipsa sau neterminarea unor lucrări ce afectează siguranța în exploatare a construcției din punct de vedere al exigențelor esențiale;

- construcția prezintă vicii a căror remediere este de durată și care, dacă nu ar fi făcute, ar diminua considerabil utilitatea lucrării;

- există în mod justificat dubii cu privire la calitatea lucrărilor și este nevoie de încercări de orice fel pentru a le clarifica.

Comisia de recepție recomandă respingerea recepției dacă se constata vicii care nu pot fi înlăturate și care prin natura lor implică nerealizarea uneia sau a mai multor exigente esențiale, caz în care se impun expertize, reproiectări, refaceri de lucrări etc.

Președintele comisiei de recepție va prezenta investitorului procesul-verbal de recepție cu observațiile participanților și cu recomandarea comisiei. Pe baza procesului-verbal de recepție, investitorul hotărăște admiterea, amânarea sau respingerea recepției și notifică hotărârea sa în interval de 3 zile lucrătoare, executantului, împreună cu un exemplar din procesul-verbal.

Procesele-verbale de recepție la terminarea lucrărilor se difuzează prin grija investitorului:

- a) executantului;
- b) proiectantului;
- c) organului administrației publice locale, emitent al autorizației de construire;
- d) organului administrației financiare locale.

6.4. Recepția finală

Recepția finală se realizează la terminarea perioadei de garanție și este convocată de investitor în cel mult 15 zile după expirarea acestei perioade. Perioada de garanție este cea prevăzută în contract.

La recepția finală participă:

- a) investitorul;
- b) comisia de recepție numită de investitor;
- c) proiectantul lucrării;
- d) executantul.

Comisia de recepție finală se întrunește la data, ora și locul fixate și examinează următoarele:

- a) procesele-verbale de recepție la terminarea lucrărilor;
- b) finalizarea lucrărilor cerute de "recepția de la terminarea lucrărilor";
- c) referatul investitorului privind comportarea construcțiilor și instalațiilor aferente în exploatare pe perioada de garanție, inclusiv viciile aferente și remedierea lor.

Comisia de recepție poate cere, în cazuri foarte bine justificate și/sau în cazul apariției unor vicii, efectuarea de încercări și expertize.

La terminarea recepției comisia de recepție finală își va consemna observațiile și concluziile în procesul-verbal de recepție finală pe care-l va înainta investitorului, în termen de 3 zile lucrătoare împreună cu recomandarea de admitere, cu sau fără obiecții, a recepției, de amânare sau de respingere a ei.

În cazul în care comisia de recepție finală recomandă admiterea cu obiecții, amânarea sau respingerea recepției, ea va trebui să propună măsuri pentru înlăturarea neregulilor semnalate.

Comisia de recepție finală recomandă respingerea recepției finale în cazul în care nu se respectă una sau mai multe dintre exigențele esențiale.

Lucrarea a cărei recepție finală a fost respinsă va fi pusă în stare de conservare prin grija și pe cheltuiiala investitorului, iar utilizarea ei va fi interzisă.

Investitorul hotărăște admiterea recepției pe baza recomandării comisiei de recepție finală și notifică executantului hotărârea sa în termen de 3 zile de la primirea propunerilor comisiei din procesul-verbal de recepție finală. Data recepției finale este data notificării de către investitor a hotărârii sale.

Procesele-verbale de recepție finală se difuzează prin grija investitorului:

- a) organului administrației publice locale, emitent al autorizației de construire;
- b) executantului.

Cartea tehnică a construcției, ca și întreaga arhivă privind lucrarea în cauză se păstrează de investitor pe toată durata existenței construcției.

CAPITOLUL 7. URMARIREA IN TIMP A CONSTRUCTIEI⁸

Urmărirea comportării în timp a construcțiilor se desfășoară pe toată perioada de viață a construcției începând cu execuția ei și este o activitate sistematică de culegere și valorificare (prin următoarele modalități: interpretare, avertizare, sau alarmare, prevenirea avariilor etc.) a informațiilor rezultate din observare și măsurători asupra unor fenomene și mărimi ce caracterizează proprietățile construcțiilor în procesul de interacțiune cu mediul ambiant și tehnologic.

Proprietățile de comportament, ca și fenomenele și mărimile ce le caracterizează, se aleg astfel încât să permită aprecierea aptitudinii ei pentru exploatare.

Scopul urmăririi comportării în timp a construcțiilor este de a obține informații în vederea asigurării aptitudinii construcțiilor pentru o exploatare normală, evaluarea condițiilor pentru prevenirea incidentelor, accidentelor și avariilor, respectiv diminuarea pagubelor materiale, de pierderi de vieți și de degradare a mediului cât și obținerea de informații necesare perfecționării activității în construcții. Evacuarea acțiunilor de urmărire a comportării în timp a construcțiilor se execută în vederea satisfacerii prevederilor privind menținerea cerințelor de rezistență, stabilitate și durabilitate ale construcțiilor cât și ale celorlalte cerințe esențiale.

Activitatea de urmărire a comportării construcțiilor se aplică va fi asigurată de către investitori, proiectanți, executanți, administratori, utilizatori, experți, specialiști și responsabili cu urmărirea construcțiilor.

Urmărirea comportării în timp a construcțiilor este de două categorii:

- urmărire curentă;
- urmărire specială;

Categoria de urmărire, perioadele la care se realizează, precum și metodologia de efectuare a acestora se stabilesc de către proiectant sau expert în funcție de categoria de importanță a construcțiilor și se consemnează în **Jurnalul Evenimentelor** care va fi păstrat în **Cartea Tehnică a construcției**.

7.1. Urmărirea curentă a comportării construcției.

Urmărirea curentă este o activitate de urmărire a comportării construcțiilor care constă din observarea și înregistrarea unor aspecte, fenomene și parametri ce pot semnala modificări ale capacității construcției de a îndeplini cerințele de rezistență, stabilitate și durabilitate stabilite prin proiecte.

Urmărirea curentă a comportării construcțiilor se efectuează prin examinare vizuală directă și dacă este cazul cu mijloace de măsurare de uz curent permanent sau temporar. O propunere de instrumentare este prezentată în figura 4 care include sisteme înclinometrice, piezometrice și tasometrice.

Organizarea urmăririi curente a comportării construcțiilor noi sau vechi revine în sarcina proprietarilor și/sau a utilizatorilor, care o execută cu personal și mijloace proprii sau în cazul în care nu are personal cu mijloace necesare pentru a efectua această activitate, poate contracta activitatea de urmărire curentă cu o firmă abilitată în aceasta activitate.

Urmărirea curentă a comportării construcțiilor se efectuează în conformitate cu instrucțiunile de urmărire curentă a construcțiilor prevăzute în proiectele de execuție.

⁸ după *Normativul privind comportarea în timp a construcțiilor – P130/1999*

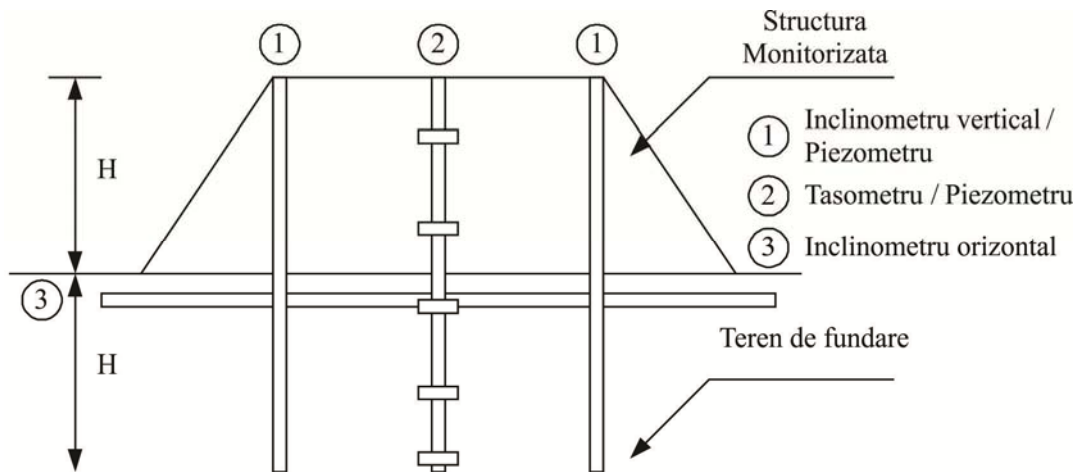


Figura 4. Schema unui model de monitorizare a stabilității

Instrucțiunile de urmărire curentă a comportării vor cuprinde, în mod obligatoriu, următoarele:

- a) fenomene urmărite prin observații vizuale sau cu dispozitive simple de măsurare;
- b) zonele de observație și punctele de măsurare;
- c) amenajările necesare pentru dispozitivele de măsurare sau observării
- d) programul de măsurători, prelucrări, interpretări, inclusiv cazurile în care observațiile sau măsurările se fac în afara periodicității stabilite;
- e) modul de înregistrare și păstrare a datelor
- f) modul de prelucrare primară;
- g) modalități de transmitere a datelor pentru interpretarea și luarea de decizii;
- h) responsabilitatea luării de decizii de intervenție;
- i) procedura de atenționare și alarmare a populației susceptibilă de alertată în cazul constatării posibilității sau iminenței producerii unei avarii.

Urmărirea curentă se va efectua la intervale de timp prevăzute prin instrucțiunile de urmărire curentă, dar nu mai rar de o dată pe an și în mod obligatoriu după producerea de evenimente deosebite (seism, inundații, incendii, explozii, alunecări de teren etc.);

Personalul însărcinat cu efectuarea activității de urmărire curentă, va întocmi rapoarte ce vor fi menționate în **Jurnalul evenimentelor** și vor fi incluse în **Cartea tehnică a construcției**. În cazul în care se constată deteriorări avansate ale construcției, beneficiarul va solicita întocmirea unei expertize tehnice.

În cadrul urmăririi curente a construcțiilor, la apariția unor deteriorări ce se consideră că pot afecta rezistența, stabilitatea și durabilitatea construcției proprietarul sau utilizatorul va comanda o inspectare extinsă asupra construcției respective urmată dacă este cazul de o expertiză tehnică.

7.2. Prevederi privind inspectarea extinsă a unei construcții

Inspectia extinsă are ca obiect o examinare detaliată, din punct de vedere al rezistenței, stabilității și durabilității, a tuturor elementelor, a zonelor reparate și consolidate anterior, precum și în cazuri adiacente.

Această activitate se efectuează în cazuri deosebite privind siguranța și durabilitatea construcțiilor cum ar fi:

- a) deteriorări semnificative semnalate în cadrul activității de urmărire curentă;
- b) după evenimente excepționale asupra construcțiilor (cutremur, explozii, alunecări de teren etc.) și care afectează utilizarea construcțiilor în condiții de siguranță;

Inspectarea extinsă asupra unei construcții se va efectua de către specialiști atestați, cu experiență în domeniul cercetării experimentale a construcțiilor.

În cadrul inspectării extinse se utilizează dispozitive, aparatură, instrumente, echipamente și metode de încercare nedistructive și/sau parțial distructive.

Inspectarea extinsă se încheie cu un raport scris în care se cuprind, separat observațiile privind degradările constatate, măsurile necesare a fi luate pentru înlăturarea efectelor acestor degradări, precum și, dacă este cazul, extinderea măsurilor curente (anterioare) de urmărire a comportării în timp.

Raportul privind efectuarea inspectării extinse se include în **Cartea Tehnică a construcției** respective și se vor lua măsuri pentru execuția eventualelor intervenții, reparații sau consolidări înscrise în acest raport.

7.3. Urmărirea specială a comportării construcțiilor

Urmărirea specială este o activitate de urmărire a comportării construcțiilor care constă din măsurarea, înregistrarea, prelucrarea și interpretarea sistematică a valorilor parametrilor ce definesc măsura în care construcțiile își mențin cerințele de rezistență, stabilitate și durabilitate stabilite prin proiecte.

Urmărirea specială a comportării construcțiilor se instituie la:

- a) construcții noi de importanță deosebită sau excepțională stabilită prin proiect;
- b) construcții în exploatare cu evoluție periculoasă, recomandată de rezultatele unei expertize tehnice sau a unei inspectări extinse;
- c) cererea proprietarului, a Inspecției de Stat în Construcții, Lucrări Publice, Urbanism și Amenajarea Teritoriului sau a organismelor recunoscute de aceasta pe domenii de specialitate.

În momentul instituirii urmăririi speciale a comportării construcțiilor aceasta va îngloba și urmărirea curentă.

Urmărirea specială a comportării construcțiilor se efectuează cu mijloace de observare și măsurare complexe și specializate, adaptate obiectivelor specifice ale fiecărui caz în parte și ținând seama de prevederile reglementărilor tehnice în vigoare, standarde, normative, instrucțiuni tehnice, ghiduri tehnice.

Organizarea urmăririi speciale este sarcina proprietarului.

Activitatea de urmărire specială are un caracter permanent sau temporar, durata ei stabilindu-se de la caz la caz, în conformitate cu prevederile proiectului prin care a fost instituită urmărirea specială a comportării construcțiilor. Urmărirea specială a comportării construcțiilor poate fi de scurtă durată sau de lungă durată.

Instituirea urmăririi speciale asupra unei construcții se comunică de către investitor, proprietar sau utilizator, inspecției de Stat în Construcții, Lucrări Publice, Urbanism și Amenajarea Teritoriului.

Obiectivele urmăririi speciale a comportării construcțiilor sunt:

- a) asigurarea siguranței și durabilității construcției, prin depistarea la timp a fenomenelor periculoase și a zonelor unde apar;
- b) supravegherea evoluției unor fenomene previzibile, cu posibile efecte nefavorabile asupra aptitudinii în exploatare;

c) semnalarea operativă a atingerii criteriilor de avertizare sau a valorilor limită date de aparatura de măsură și control;

d) verificarea eficienței tuturor măsurilor de intervenție aplicate;

e) verificarea unui volum mare de date sigure și prelucrabile statistic (bancă de date) necesare pentru:

-stabilirea intervalelor valorilor corespunzătoare unei exploatare normale și sigure, în toate situațiile prin care trece construcția, în decursul vieții sale, atât din punctul de vedere al solicitărilor cât și al influenței mediului. Aceste intervale de valori sunt necesare pentru a aprecia valabilitatea ipotezelor de calcul și pentru stabilirea intervalelor valorilor de "atenție", "avertizare" și alarmare, pentru respectivii parametri;

-modificări ale proiectului de execuție sau de intervenții, în cazul care situația de pe teren nu corespunde cu ipotezele de calcul;

-verificarea comportării în condiții reale și complexe a unor noi tipuri de materiale;

-verificarea experimentală a noilor metode de calcul.

Urmărirea specială se efectuează pe baza unui proiect de urmărire specială care va cuprinde următoarele:

a) denumirea și amplasarea obiectului de construcție;

b) motivele instituirii urmăririi speciale;

c) descrierea lucrării pe scurt (tip de construcție, caracteristici generale ale structurii, materiale folosite, dimensiuni, caracteristici ale condițiilor de fundație și ale mediului etc.);

d) obiectivele urmăririi speciale (proprietăți), fenomene, mărimi, criterii de apreciere, condiții de calitate, limite de atenționare, avertizare și alarmare etc.

e) metode de măsurare/determinare și aparatură necesară;

f) stabilirea concretă a punctelor de măsură, respectiv locul de montaj al aparatelor, plan de amplasare cu cotele de montaj;

g) condiții de recepție, verificare, depozitare a aparaturii;

h) stabilirea modului de arhivare a datelor acordându-se mare importanță păstrării și accesibilității datelor;

i) indicarea modului de prelucrare primară și de comparare cu valori prestabile (normale, de atenție, avertizare, alarmare) cât și responsabilitățile în luarea de decizii în aceste cazuri;

j) programul măsurilor, corelat cu fazele de execuție sau exploatare, cât și măsurile recomandate, la apariția unor evenimente legate de factori de risc; grafice de eșalonare a operațiilor de montaj al aparatelor, corelat cu graficul general de execuție al construcției.

ANEXA 1 - Condiții de calitate impuse altor materiale (pământuri îmbunătățite, deșeuri și subproduse industriale) în vederea utilizării lor la execuția terasamentelor rutiere.

După cum calitatea pământurilor corespunde sau nu condițiilor de utilizare la execuția terasamentelor rutiere acestea se pot împărți în:

- pământuri naturale care pot fi utilizate ca atare;
- pământuri îmbunătățite.
- alte materiale (deșeuri)

Pământurile naturale care pot fi utilizate ca atare și condițiile pe care trebuie să le îndeplinească au fost prezentate în capitolul 5. În această anexă sunt prezentate pământurile care necesită a fi îmbunătățite / tratate pentru a putea fi utilizate în execuția terasamentului și alte materiale (cu excepția pământurilor așa cum sunt definite ele în STAS 1243/88) care deasemenea pot fi folosite la execuția terasamentelor (deșeuri).

1. Pământurile îmbunătățite

1.1. Prezentare generală

Îmbunătățirea calității pământurilor se poate face:

- la nivelul terenului de fundare;
- pe zona activă (partea superioară a terasamentelor)
- la stratul de formă

pentru:

- îmbunătățirea portanței și viabilității infrastructurii și a terenului natural;
- asigurarea unui strat cu o portanță suficientă pentru a permite compactarea straturilor rutiere (strat de formă);
- protecția unei suprafețe sensibile la intemperii (variații de umiditate); realizarea unui strat de repartiție a încărcărilor în cazul pământurilor deformabile;
- îmbunătățirea stabilității rambleelor .

Îmbunătățirea calității pământurilor constă în:

- modificarea granulozității;
- modificarea umidității;
- tratament (stabilizarea chimică sau mecanică).

Modificarea granulozității se poate face prin:

- eliminarea fracțiunilor sensibile la apă și la îngheț;
- eliminarea fracțiunilor grosiere care pot împiedica un amestec și o nivelare corespunzătoare a materialelor;
- fragmentarea și fărâmițarea fracțiunilor grosiere pentru amenajarea corespunzătoare amestecurilor.

Modificarea umidității în cazul când pământurile au o umiditate în afara intervalului de variație w_{optim} de compactare constă în:

- umezirea pământurilor cu umidități mai mici;
- uscarea pământurilor în cazul unor umidități mai mari.

Tratamentele pământurilor în cazul reducerii umidității și îmbunătățirii plasticităților și caracteristicilor mecanice constau în:

- tratamente cu lianți hidraulici – var și ciment;
- tratamente cu lianți puzzolamici – zgură granulată, cenușă și var;
- tratamente cu caracter granular – îmbunătățiri granulometrice sau stabilizări mecanice).

1.2. Condiții de admisibilitate a pământurilor îmbunătățite la execuția terasamentelor

Ca și în cazul pământurilor naturale condițiile de admisibilitate ale pământului diferă în funcție de locul de utilizare și anume:

- în corpul rambleului;
- în partea superioară a terasamentului în cazul rambleelor și debleelor;
- în stratul de formă.

În cazul utilizării pământurilor în corpul rambleelor nu sunt impuse restricții deosebite privind utilizarea pământurilor. Astfel conform STAS 2914-84 în corpul rambleelor nu pot fi utilizate pământurile cu consistență scăzută: mълuri, nълmолuri, pământuri turboase cu un conținut de săruri solubile în apă mai mare de 5% sau cu substanțe putrescibile.

În cazul utilizării pământurilor la execuția părții superioare a terasamentelor (în cazul debleelor și rambleelor) și a stratului de formă, în afara de condițiile de calitate precizate mai apar o serie de restricții determinate de:

- dimensiunea maximă a granulelor;
- compactibilitatea pământului;
- traficabilitate, gelivitate.

Dimensiunea maximă a granulelor nu poate depăși 100 mm în cazul pământurilor utilizate ca atare sau 50 mm în cazul pământurilor tratate, restricția fiind condiționată de posibilitățile de nivelare a suprafeței stratului.

Compactibilitatea pământului trebuie să fie corespunzătoare. Pământurile cu un coeficient de neuniformitate mai mic de 5, fiind greu de compactat, ele putând fi utilizate la acest nivel numai după îmbunătățirea granulometrică care să conducă la compactibilitate și încleștare corespunzătoare a stratului.

Traficabilitatea stratului este impusă de circulația de șantier în condiții meteorologice defavorabile. În această situație pământurile sensibile la variații de umiditate pentru a putea fi utilizate trebuie îmbunătățite.

Gelivitatea. În general partea superioară a terasamentelor și stratul de formă se află la adâncimi situate în zona de îngheț. În aceste situații pământurile utilizate nu trebuie să fie gelive. Gelivitatea pământurilor se stabilește conform STAS 1709/3-90. Gelivitatea poate fi apreciată pe baza unor criterii granulometrice sau prin măsurarea umflării unor epruvete supuse la îngheț. Un pământ este geliv când el îndeplinește concomitent următoarele trei condiții:

- limita de curgere (limita superioară a domeniului de comportare plastică) $w_L > 55\%$;
- umflarea liberă $U_L > 60\%$;
- fracțiunea argiloasă sub 0.002 mm este $> 20\%$.

1.3. Controlul calității pământurilor îmbunătățite, utilizate la execuția terasamentelor

Îmbunătățirea calității pământurilor este o operație care, în comparație cu execuția terasamentelor din pământuri utilizate ca atare, presupune efectuarea unui control specific.

Punerea în operă a pământurilor îmbunătățite și metodele de control sunt asemănătoare cu procedeele utilizate la pământurile obișnuite.

Condițiile particulare (specifice) de urmărire a calității în execuție a acestor pământuri îmbunătățite sunt legate de:

- calitatea liantului, condițiile de aprovizionare și stocaj ale acestuia și dozajul de liant și compatibilitatea acestuia cu pământurile tratate;
- calitatea amestecului;
- caracteristicile fizico-mecanice ale amestecurilor.

Liantul, caracteristicile de calitate ale acestuia, frecvența verificărilor și metodele de verificare sunt prezentate în tabelul de mai jos:

Tabelul 1.1 Condiții de verificare a calității lucrărilor din pământuri stabilizate

Liantul	Caracteristica	Frecvența	Metoda de verificare
Var	- finețe de măcinare - conținut de CaO+MgO activ	pentru fiecare lot aprovizionat	SR EN 459-1-2011
Ciment	- timp de priza - constanta de volum - stare de conservare	pentru fiecare lot aprovizionat	STAS 227/4-86 STAS 227/3-86 STAS 227/1-86
Zgura granulată și cenușă de termocentrală	- granulozitate - activitate	pentru fiecare lot aprovizionat	STAS 4606-80

Condițiile de aprovizionare și stocaj constau în:

- asigurarea unei aprovizionări continue în limita spațiilor de depozitare;
- depozitarea lianților în condiții optime, în silozuri, magazii, etc. care să permită păstrarea calității liantului.

Dozajul de liant pentru tratarea pământurilor va fi stabilit de către un laborator de specialitate prin încercări, conform STAS 10473/1-87 și STAS 10473/2-86 pe epruvete cilindrice, confecționate din amestecuri de pământ și liant.

Deasemenea pe probe prefabricate la umiditate optimă de compactare se vor realiza determinări de compresibilitate și rezistență la forfecare, conform procedurilor de încercări geotehnice, în condiții de efort și umiditate specifice terasamentului.

Cerințele privind dozajul în cazul soluțiilor de stabilizare cu lianți sunt prezentate în STAS 12253-84.

Cerințele cu privire la rezistența la îngheț a materialelor stabilizate cu lianți sunt indicate în STAS 1709/3-90.

Beneficiarul are obligativitatea verificării compatibilității liantului cu pământul tratat. Un rol principal în stabilirea aptitudinii unui pământ față de liant îl are:

- compoziția granulometrică.
- verificarea conținutului de materii organice a pământurilor, care sunt în general nocive, în cazul tratării pământurilor cu ciment sau var.
- conținutul de humus sau materii organice nu trebuie să depășească 5%.

În timpul execuției, operațiunea cea mai importantă a controlului, în cazul calității pământurilor, este controlul calității amestecului. Acest control consta în:

- verificarea respectării dozajului de liant sau a proporțiilor de amestec;
- verificarea compoziției granulometrice a amestecului;
- calitatea amestecului propriu-zis, cu referire la uniformitate și gradul de fărâmițare;

- verificarea dotării cu utilaje corespunzătoare de împrăștiere și dozare a liantului și de malaxare.

În cazul realizării amestecului în stații, operație ce se realizează cu o frecvență redusă în astfel de lucrări, dozajul și malaxarea sunt controlate prin procesul de fabricație.

În cazurile cele mai frecvente, realizarea amestecului se face, "in situ", dozarea liantului făcându-se cu dispozitive speciale sau în cazul aprovizionării cu saci, prin repartizarea acestora la volumul de pământ corespunzător rețetei de amestec.

Respectarea dozajului în cazul împrăștierii cu utilaje speciale se face prin reglarea dispozitivului de deschidere, astfel încât să rezulte o cantitate necesară de liant în corelare cu viteza de deplasare a utilajului.

Verificarea respectării dozajului de liant se face prin așternerea unei folii de plastic cu o suprafață de 1m² înainte de trecerea utilajului de împrăștiere și cântărirea cantității de liant depusă după trecerea utilajului de împrăștiere.

Toleranța admisă la variația cantității de liant este de ±15%.

În cazul stabilizării mecanice, proporția de amestec se verifică prin stabilirea granulozității amestecului.

Calitatea amestecului este determinată de omogenitate, deci și de gradul de fărâmițare.

Omogenitatea amestecului se apreciază vizual prin observarea culorii și structurii astfel încât liantul să fie repartizat omogen în pământ și pe toată grosimea stratului.

Gradul de fărâmițare de determină conform STAS 10473/2-86.

Pe tot parcursul execuției, în cazul stabilizării cu lianți hidraulici sau puzzolanici, se vor preleva probe de amestec din care se vor executa epruvete cilindrice și se va determina rezistența la compresiune la vârsta de 14 zile în cazul pământurilor îmbunătățite cu var și zguri granulate și la vârsta de 7 și 28 zile a pământurilor stabilizate cu ciment conform STAS 10473/2-86.

Frecvența verificărilor în cazul controlului de calitate a pământurilor stabilizate este următoarea:

Tabelul 1.2 Frecvența verificărilor

Determinarea	Frecvența
- dozajul de liant	în cel puțin trei puncte la 1500m ² strat
- gradul de fărâmițare	în cel puțin trei puncte la 1500m ² strat
- granulozitatea amestecului	în cel puțin trei puncte la 1500m ² strat
- rezistența la compresiune	2 seturi de epruvete (3 epruvete / set) la 1500m ² strat

Celelalte verificări privind calitatea lucrărilor din timpul execuției și anume:

- umiditatea pământului (amestecului) înainte de compactare;
- grosimea stratului compactat;
- gradul de compactare al stratului, se vor efectua conform prevederilor capitolelor anterioare.

În cazul când beneficiarul (dirigintele) constată abateri de la reglementările privind calitatea straturilor stabilizate va dispune măsuri adecvate pentru remedierea deficiențelor constatate.

2. Alte materiale (deșeuri)

2.1. Prezentare generală

Deșeurile și subprodusele industriale constituie o categorie de materiale considerate speciale, a căror utilizare în lucrările de terasamente (ramblee și straturi de formă) poate fi luată în considerare cu amendamentul legat de protecția mediului. Materialele considerate deșeuri se pot clasifica în 7

subclase indicându-se pentru fiecare, în mod orientativ, parametrii ce pot determina domeniul de utilizare

Deșeuri industriale sunt considerate

- zgurile;
- deșeurile de carieră;
- materiale din derocări

Acestea se constituie în:

- agregate ușoare naturale: rezultat al concașării rocilor sedimentare (diatomitul și calcarele cochilifere) și a rocilor vulcanice (scoria bazaltică, tufurile vulcanice, piatra ponce.

- agregate ușoare artificiale: cele fabricate din materii prime naturale fie cele procesate / recuperate din așa numitele deșeuri industriale; materiale care fac obiectul analizei: zgura de furnal.

- agregate recuperate din demolări – agregate reciclate utilizate în amestec cu agregate naturale pentru lucrări de umpluturi; în vederea utilizării agregatelor din demolări se impune verificarea cerințelor de conformitate a caracteristicilor tehnice și în plus proprietățile de lixiviere a unor agenți contaminanți.

Deșeurile industriale pot fi utilizate numai în condițiile stabilite în proiecte, pe bază de încercări (laborator și pe sectoare experimentale).

Tabelul 1.3 Tipuri de deșeuri industriale

Categoria de materiale	Simbolul clasei	Parametrii pentru determinarea domeniului de utilizare	Simbol sub clasă	Valori indicative
0	1	2	3	4
Cenuși zburătoare Silico – aluminoase (reziduu de la arderea cărbunilor în Termocentrale	F1	w/w_{optim} CBR la w	F1.1. Cenuși umede	$4 < \text{CBR} < 10$ $1.2w_{\text{optim}} < w < 1.3w_{\text{optim}}$ Proctor Normal
			F1.2. Cenuși cu umiditate medie	$0.85w_{\text{optim}} < w < 1.2w_{\text{optim}}$ Proctor Normal
			F1.3. Cenuși uscate	$0.75w_{\text{optim}} < w < 0.85w_{\text{optim}}$ Proctor Normal
			F1.4. Cenuși foarte uscate	$w < 0.75w_{\text{optim}}$ Proctor Normal
Șisturi din industria carboniferă (reziduuri din activitatea de extracție a cărbunelui)	F2	Valoarea combustiei și examinarea caracteristicilor geotehnice cu referire la materialele granulare - piatră	F2.1. Șisturi total arse	$0.75w_{\text{optim}} < w < 0.85w_{\text{optim}}$ Proctor Normal
			F2.2. Șisturi incomplet arse sau nearse	Culoare de recunoaștere Negru - portocaliu
Zgură provenită din arderea gunoaielor menajere	F3	Proporția de parte nearsă și proporția de elemente solubile Grad de omogenitate Durata stocării	F3.1. Zgură bine arsă	Parte nearsă <5% Elemente toxice solubile în limite admisibile (deferizate și sortate, stocare în mai multe luni)
			F3.2.	Parte nearsă <5% Elemente toxice solubile în limite admisibile (deferizate și sortate, produse recent)

<u>0</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>
			F3.3. Zgură prost arsă	Parte nearsă >5% Elemente toxice solubile peste limite admisibile (nedeferizate și nesortate)
Materiale provenite din demolări	F4	Grad de omogenitate Granulozitate Prezența elementelor indezirabile (lemn, fier, ipsos)	F4.1. Materiale fără ipsos, libere de materiale putrescibile, concasate, ciuruite, deferizate, omogenizate	Evaluare vizuală
			F4.2. Idem F4.1. dar putând conține ipsos	Evaluare vizuală
			F4.3. Material necurățat de elemente indezirabile și neciuruit	Evaluare vizuală
Zgură de furnal provenita de la fabricarea fontei	F5	Caracteristici geotehnice – cu referire la cele utilizate pentru pământuri și materiale stâncoase	-	-
Fosfogips (gips artificial folosit la fabricarea îngrășămintelor fosfatice, material stocat pe cale hidraulică)	F6	Se verifică dacă poate fi neutralizat chimic de var Umiditatea Granulozitatea (d_{50})	F6.1. Fosfogips grosier neutralizat cu var, cu umiditate ridicată	$d_{50} > 80 \mu\text{m}$ $w > 1.2w_{\text{optim}}$ Proctor Normal
			F6.2. Fosfogips grosier neutralizat cu var, cu umiditate slabă sau mediu	$d_{50} > 80 \mu\text{m}$ $w < 1.2w_{\text{optim}}$ Proctor Normal
			F6.3. Fosfogips fin și grosier fără neutralizare	-
Alte subproduse industriale (zguri de oțelărie, nisipuri de turnătorie, deșeuri din industria petrochimică și chimică, etc.)	F7	Se definesc parametrii în cadrul unor studii complexe de laborator și de teren	-	-

2.2. Condiții de calitate pentru materialele stâncoase în vederea utilizării lor la execuția lucrărilor de terasamente

Materialele stâncoase sunt fragmente de roci compacte de diferite dimensiuni rezultate în procesele de derocare, detritusuri și pietrișuri, materiale care nu sunt sensibile la acțiunea apei.

Caracteristicile pe baza cărora se clasifică materialele stâncoase sunt:

- coeficientul Los Angeles (LA);
- coeficientul de fragmentabilitate dinamică (FD);
- densitatea în stare uscată (ρ_d);

Cu privire la condițiile de calitate pe care trebuie să le îndeplinească materialele stâncoase de utilizat în lucrările de terasamente se menționează următoarele:

- valoarea rezistenței la compresiune în stare uscată: minim 5000 kPa;
- coeficient de uniformitate: minim 9;
- dimensiunea maximă a granulei să mai mică de 1/3 din grosimea stratului compactat

În cazul în care este necesară tratarea (stabilizarea chimică) a materialului stâncos dimensiunea maximă a granulei este de 25 mm;

În zonele cu terasamente adiacente lucrărilor de artă în cazul în care se utilizează materiale stâncoase se recomandă ca dimensiunea maximă a granulei să nu depășească 60 mm. În această situație pentru indicele CBR se impune

- valoarea minimă de 40 [%] pentru pietrișuri sau amestecuri cu conținut de material concasat sub 50%;

- valoarea minimă 80 [%] pentru cazul în care se utilizează amestecuri conținând peste 50% material concasat.

Cu privire la condițiile de execuție se menționează următoarele:

- materialele stâncoase în care predomină fragmente mari de rocă (blocuri), trebuie amplasate numai la baza terasamentelor de realizat;

- grosimea maximă a stratului din materialele stâncoase este de 40-50 cm, fragmentele utilizate neputând să depășească 500 mm (diametru mediu) și greutatea de cca. 25; fragmentele de rocă care nu îndeplinesc condițiile indicate anterior se vor elimina sau prin procedee mecanice vor fi aduse în limitele impuse;

- straturile pentru lucrări de terasamente realizate din materiale stâncoase nu se recomandă a realiza la mai puțin de 50 cm față de patul drumului; de asemenea se recomandă ca dimensiunea maximă a fragmentelor de rocă până la limita indicată să fie 150 mm;

- dimensiunea maximă a pietrei de utilizat la partea superioară a terasamentelor (ramblee) este de 70 mm stratul dispus sub nivelul platformei având o grosime de cel puțin 50 cm;

- fiecare strat din terasamentele în care sunt utilizate materiale stâncoase va trebui compactat cu tehnologie adecvată amplasamentului (din punct de vedere geotehnic și al vecinătăților); tehnologia de compactare include utilizarea de cilindri vibratorii și maiuri mecanice;

- parametrii operației (tehnologie, energie, condiții de calitate și parametrii de capacitate portantă de îndeplinit) de compactare trebuie stabiliți prin realizarea de încercări în teren pe sectoare experimentale.

În *Tabelul 1.4* se prezintă valorile recomandate pentru parametrii de clasificare utilizați în cazul materialelor stâncoase funcție de natura petrografică și mineralogică.

Metoda de determinare a *coeficientului de fragmentabilitate dinamică*, prezentată în continuare, reprezintă o verificare calitativă a rezistenței la fragmentare dinamică a elementelor dintr-o probă de agregate.

Încercarea constă în măsurarea cantității de elemente de dimensiuni mai mici de 1.6 mm produse în urma supunerii probei de material la acțiune dinamică provenită de la un berbec de masă cunoscută. Granulozitatea materialului supus încercării este aleasă dintre sorturile 4- 6,3 mm, 6,3- 10 mm, 10-14 mm masa materialului supus analizei fiind aceeași indiferent de sort.

Tabelul 1.4 Valori pentru parametrii de clasificare utilizați în cazul materialelor stâncoase

NATURA PETROGRAFICĂ ȘI MINERALOGICĂ				Valori limită pentru parametrii de clasificare
Roci sedimentare	Roci carbonatice	Cretă	Creta densă	$\rho_d > 1.7 \text{g/cm}^3$
			Cretă de densitate medie	$1.5 \text{g/cm}^3 < \rho_d < 1.7 \text{g/cm}^3$
			Cretă de densitate mică	$\rho_d < 1.5 \text{g/cm}^3$
		Roci calcaroase diverse - calcare grosiere - travertinuri - tufuri calcaroase - cruste calcaroase	Calcar dur	-
			Calcar de densitate medie	$\rho_d > 1.8 \text{g/cm}^3$
			Calcar ușor fragmentabil	$\rho_d < 1.7 \text{g/cm}^3$
	Roci argiloase	Marne Șisturi sedimentare Argilite Pelite	Roci argiloase greu fragmentabile, foarte degradabile	FD < 7
			Roci argiloase greu fragmentabile, mediu degradabile	FD < 7
			Roci argiloase greu fragmentabile, greu degradabile	FD < 7
			Roci argiloase ce se fragmentează ușor	FD < 7
	Roci stâncoase	Gresii Brecii Puddinguri	Roci silicioase dure	LA < 45
			Roci silicioase de duritate medie	LA > 45
			Roci silicioase de duritate mică	FD > 7
	Roci magmatice și metamorfice	Granite Bazalte Trachyte Andezite Gnaise Șisturi metamorfice Ardezie	Roci magmatice și metamorfice dure	LA < 45
			Roci magmatice și metamorfice de densitate medie	LA > 45, FD < 7
			Roci magmatice și metamorfice fragmentabile sau alterabile	FD > 7

FD = Coeficient de fragmentabilitate dinamică; LA = coeficientul Los Angeles

Aparatura utilizată:

- tipar cilindric din oțel cu diametrul interior de $102 \pm 0.2 \text{ mm}$, înălțime $52 \pm 1 \text{ mm}$ și grosimea peretelui de $10 \pm 0.2 \text{ mm}$;
- berbec cu greutatea de $14 \pm 0.02 \text{ g}$, din oțel, constând dintr-un cilindru masiv cu diametrul de $100 \pm 2 \text{ mm}$;
- sistem de ghidaj compus din două coloane;
- mâner care permite ridicarea berbecului până la înălțimea de $40 \pm 0.5 \text{ mm}$ deasupra nivelului superior al materialului (cu sistem automat de blocaj);
- sistem de deblocare a berbecului;
- suport din beton având masa de $\sim 25 \text{ kg}$ pentru fixarea soclului aparatului;
- set de ciururi cu diametrii $1,6 \text{ mm}$, 4 mm , $6,3 \text{ mm}$, 10 mm și 14 mm ;
- balanță tehnică cu precizia de $\pm 1 \text{ g}$.

Modul de lucru:

- se usucă proba de analizat într-o etuvă (până la masă constantă); masa probei de analizat este de $350 \pm 1 \text{ g}$;
- se analizează din punct de vedere granulometric pe ciururile care limitează sortul ales începând cu ciurul cel mai mare.
- se introduce proba de încercat;
- se aplică numărul de căderi ale berbecului în conformitate cu granulozitatea materialului de analizat. Acestea variază în funcție de sortul ales și sunt:
 - 16 lovituri pentru sortul 4 - $6,3 \text{ mm}$,
 - 22 lovituri pentru sortul 6,3 - 10 mm
 - 28 pentru sortul 10 - 14 mm .
- se analizează din punct de vedere granulometric rezultatele analizei (cernere pe ciururi);
- se înregistrează datele determinărilor cu referire la masa de material rămas pe ciururi și se reprezintă grafic rezultatele sub forma curbei granulometrice.

Se calculează coeficientul de fragmentabilitate dinamică ca

- raport între masa de material cu dimensiunea mai mică de $1,6 \text{ mm}$, notată m , raportată la masa inițială de material, notată M , exprimare procentuală: $FD = 100 \cdot \frac{m}{M} [\%]$ și

- raport al diametrelor corespunzătoare la o masă procentuală de 10% , înainte și după aplicarea procedurii de fragmentare: $FD = \frac{d_{10i}}{d_{10f}}$.

ANEXA 2 - Determinarea gradului de compactare

Generalități. Principiul metodei de determinare a gradului de compactare

Unul din criteriile de verificare a calității execuției terasamentelor este reprezentat de gradul de compactare D [%] realizat în lucrare. Determinarea gradului de compactare se face conform relației :

$$D = \frac{\rho_d}{\rho_{d\max}} \cdot 100 \text{ [%]} \quad (1)$$

unde: ρ_d = densitatea în stare uscată a pământului din lucrare, determinată în laborator sau pe teren;
 $\rho_{d\max}$ = densitatea în stare uscată maximă a pământului folosit în lucrare determinată în laborator, în aparatul Proctor.

Nota: Se mai poate folosi și relația $D = \frac{\gamma_d}{\gamma_{d\max}} \cdot 100 \text{ [%]}$ (2)

unde: γ_d și $\gamma_{d\max}$ exprimate în KN/m^3 reprezintă greutatea volumică în stare uscată, respectiv în stare uscată maximă a pământului și se obține înmulțind densitatea cu accelerația gravitațională a pământului ($g = 9,81 \text{ m/sec}^2$)

Conform relației (1), pentru a determina gradul de compactare D , trebuie pe de o parte să se determine densitatea în stare uscată a pământului ρ_d pus în operă și pe de altă parte densitatea în stare uscată maximă $\rho_{d\max}$ la care acest pământ poate ajunge în anumite condiții de umiditate și la o anumită valoare a lucrului mecanic de compactare. Deci densitatea în stare uscată maximă a unui pământ nu este un parametru intrinsec al acestuia ci depinde de umiditate și de lucrul mecanic la care pământul este compactat. Pentru conformitate densitatea în stare uscată maximă a unui pământ este obținută în laborator, în aparatul Proctor la o anumită umiditate și la un anumit lucru mecanic. Valoarea umidității la care se obține densitatea în stare uscată maximă reprezintă umiditatea optimă de compactare (w_{opt}) iar lucru mecanic poate fi $L = 6 \text{ dJ/cm}^3$ în cazul încercării Proctor Normal sau $L = 27 \text{ dJ/cm}^3$ în cazul încercării Proctor Modificat. Perechea de valori ($\rho_{d\max}$, w_{opt}) prin care este caracterizat un pământ poartă denumirea de "caracteristici de compactare".

Densitatea în stare uscată a pământului pus în operă (ρ_d) se determină, în funcție de natura acestuia fie în laborator, pe probe netulburate (ștanțe) prelevate din teren fie direct în teren, atunci când prelevarea probelor netulburate nu este posibilă (în cazul pământurilor necoezive).

2.1. Determinarea caracteristicilor de compactare - Încercarea Proctor

Compactarea este un proces fizico-mecanic, prin care sub acțiunea unui lucru mecanic exterior, se realizează o reșezare a particulelor fazei solide, care are drept urmare o micșorare a porozității și o creștere a compactității, ceea ce conduce la creșterea rezistențelor mecanice și reducerea permeabilității în stratul compactat.

Posibilitatea compactării unui pământ și lucrul mecanic necesar pentru obținerea unei valori maxime a acesteia, depind în mare măsură de cantitatea de apă aflată în pământ.

În cazul unei umidități scăzute, frecările între particule sunt mai mari și compactarea se obține cu greutate. Pe măsură ce cantitatea de apă sporește, particulele se învelesc cu o peliculă lichidă care acționează ca un lubrifianț, micșorând frecările și ușurând procesul de îndesare. Dacă însă umiditatea

crește prea mult deplasarea particulelor și reșezarea lor într-o poziție mai compactă sunt îngreunate de prezența apei și a bulelor de aer care nu pot fi expulzate ușor. Un material adus în stare de saturație este foarte greu de compactat, datorită incompresibilității apei.

Astfel se explică de ce există o anumită valoare a umidității, pentru care, cu un anumit lucru mecanic, se obține o compactare maximă; valoarea respectivă se numește **umiditate optimă de compactare (w_{opt})** și variază în funcție de natura mineralogică, componența granulometrică, uniformitate granulometrică și forma particulelor constituente.

Metodologia de determinare a caracteristicilor de compactare (ρ_{dmax} , w_{opt}) folosește procedee dinamice de compactare, materialul fiind umezit, așezat în straturi succesive într-o formă metalică și supuse unui lucru mecanic controlat, prin aplicarea unor lovituri date de un mai cu caracteristici definite. Această metodologie a fost introdusă în 1933 de R.Proctor, cu diferite modificări și adaptări operate în decursul anilor, procedeul a fost standardizat și este folosit în prezent sub denumirea de metoda Proctor.

Caracteristicile de compactare (w_{opt} și $\rho_{d max}$) se stabilesc pentru un anumit lucru mecanic de compactare L. În funcție de valoarea lucrului mecanic de compactare în laborator se deosebesc două încercări Proctor respectiv două perechi de valori (ρ_{dmax} , w_{opt}) ale aceluiași pământ

- Proctor Normal în care $L = 6 \text{ dJ/cm}^3$
- Proctor Modificat în care $L = 27 \text{ dJ/cm}^3$

Valoarea densității în stare uscată maximă ($\rho_{d max}$) obținută în urma încercării Proctor Modificat este numeric mai mare decât valoarea densității în stare uscată maximă ($\rho_{d max}$) obținută în urma încercării Proctor Normal.

Modul de executare al testului Proctor

În funcție de dimensiunea maximă a particulei de pământ (corespunzătoare la 75 % pe curba granulometrică), se folosesc trei mărimi de cilindri (forme) în care se face compactarea. Cantitatea totală de material necesară depinde deasemenea de dimensiunea maximă a particulelor.

Tabelul 2.1 Alegerea cilindrilor (formelor) Proctor în funcție de componenta granulometrică a materialului

Dimensiunea maximă a particulelor de pământ (mm)	Diametrul interior al cilindrului (mm)	Înălțimea cilindrului (mm)	Volumul cilindrului (cm ³)
7.1	100	115	904
20.0	150	150	2649
31.5	250	275	13492

Tabelul 2.2 Cantitatea de material necesară în funcție de componenta granulometrică a materialului

Mărimea cilindrului d _{mm}	Dimensiunea maximă a particulelor de pământ D _{max} [mm]	Nr.straturi pentru:		Nr.de lovituri pe fiecare strat (n) și masa maiului (m) în kg pentru:				Cantitatea de material necesară în kg:			
		PN	PM	PN		PM		pentru o probă		total	
				n	m	n	m	PN	PM	PN	PM
100	7,1	3	5	25	2,5	25	4,5	3	4	10	12
150	20,0	3	5	75	2,5	70	4,5	7	8	21	24
250	31,5	3	5	30	15,0	80	15,0	25	30	75	90

PN - Proctor Normal; PM - Proctor Modificat

Dacă materialul conține piatră, care se sparge prin compactare, dacă este un pământ loessoid sau dacă conține o proporție ridicată de fracțiune argiloasă, care se fărâmițează cu greutate, se pregătesc de la început șapte sau opt probe.

Cantitatea totală de material necesară încercării se usucă în aer, până la o umiditate scăzută (inferioară cu 8 – 14 % față de limita minimă a umidității optime propusă pentru materiale coezive și până la uscare completă pentru materiale necoezive.

Tabelul 3.3 Valori orientative ale umidității optime de compactare pentru diferite tipuri de pământuri

Denumirea pământului conform STAS 1243-88	Umiditatea optimă, Proctor Normal, corespunzătoare domeniului umed - %	Umiditatea optimă, Proctor Modificat, corespunzătoare domeniului umed - %
Argilă grasă	20 ... 25	15 ... 20
Argilă	16 ... 23	12 ... 18
Argilă prafoasă	16 ... 22	12 ... 17
Argilă nisipoasă	14 ... 20	10 ... 16
Argilă prafoasă nisipoasă	16 ... 18	12 ... 14
Praf argilos	14 ... 18	10 ... 14
Praf argilos nisipos	12 ... 16	9 ... 12
Praf	12 ... 16	10 ... 12
Praf nisipos	11 ... 16	8 ... 12
Nisip argilos	13 ... 16	10 ... 13
Nisip prăfos	11 ... 14	8 ... 11
Nisip	8 ... 11	6 ... 8
Pietriș	4 ... 8	3 ... 6

Dacă materialul are fracțiuni cu dimensiuni peste cea corespunzătoare mării cilindrului stabilit pentru încercări, acestea se elimină prin cernere după uscarea completă a materialului.

Raportul (r) dintre cantitatea de material cu dimensiuni peste dimensiunea maximă și cantitatea totală de material nu trebuie să depășească 0,25.

După ce materialul a fost pregătit prin uscare și mărunțire, cantitatea pregătită pentru o probă se întinde pe masa de lucru sau într-o tavă.

Cantitatea de material uscat pentru pământuri coezive (3 kg), se fărâmițează astfel încât să treacă prin ciurul de 3,15 mm. Se pune cantitatea de apă necesară, măsurată cu ajutorul cilindrului gradat, în mod cât mai uniform, sub formă de ploaie, cu ajutorul unui stropitor și se omogenizează manual materialul.

Proba este lăsată în repaus într-un recipient închis circa 15' în cazul pământurilor necoezive, 2-3 ore în cazul pământurilor slab coezive sau cu coeziune mijlocie și 15 ore în cazul pământurilor cu coeziune mare. După acest interval de timp proba este amestecată din nou până la omogenizarea ei corespunzătoare.

În cazul materialelor necoezive prima încercare de compactare se efectuează cu materialul complet uscat.

Se introduce în cilindru (forma Proctor) material în straturi de grosimi egale. Fiecare strat se compactează apoi prin batere în mod uniform pe suprafață cu maiul. Loviturile necesare compactării unui strat sunt aplicate fără întrerupere, la intervale de 1 – 2 s în cazul maiului de 2,5 kg, sau de 4,5 kg și la intervale 2,0 – 2,5 s în cazul maiului cu masa de 15 kg. Pentru realizarea unei compactări uniforme, loviturile se dau pe un cerc periferic apoi pe altul mai mic interior, fiecare lovitură nouă acoperind 1/3 – 1/2 din suprafața de batere precedentă.

După ce nivelul superior al ultimului strat după compactare depășește marginea cilindrului cu până la 5 mm, se scoate inelul prelungitor, se taie materialul cu un cuțit la nivelul cilindrului și se nivelează materialul. Se perie materialul căzut pe placa de bază și se cântărește cilindrul cu materialul, obținându-se masa m_1 care se trece în formularul tip.

Pentru determinarea umidității se ia materialul din cilindru de la partea inferioară, mijlocie și superioară a cilindrului. Determinarea umidității se face conform STAS 1913/1-82 iar valorile se trec în formularul tip.

Pentru determinarea caracteristicilor de compactare (Proctor) trebuie respectate restricțiile și instrucțiunile impuse de STAS 1913/13-83 și anume:

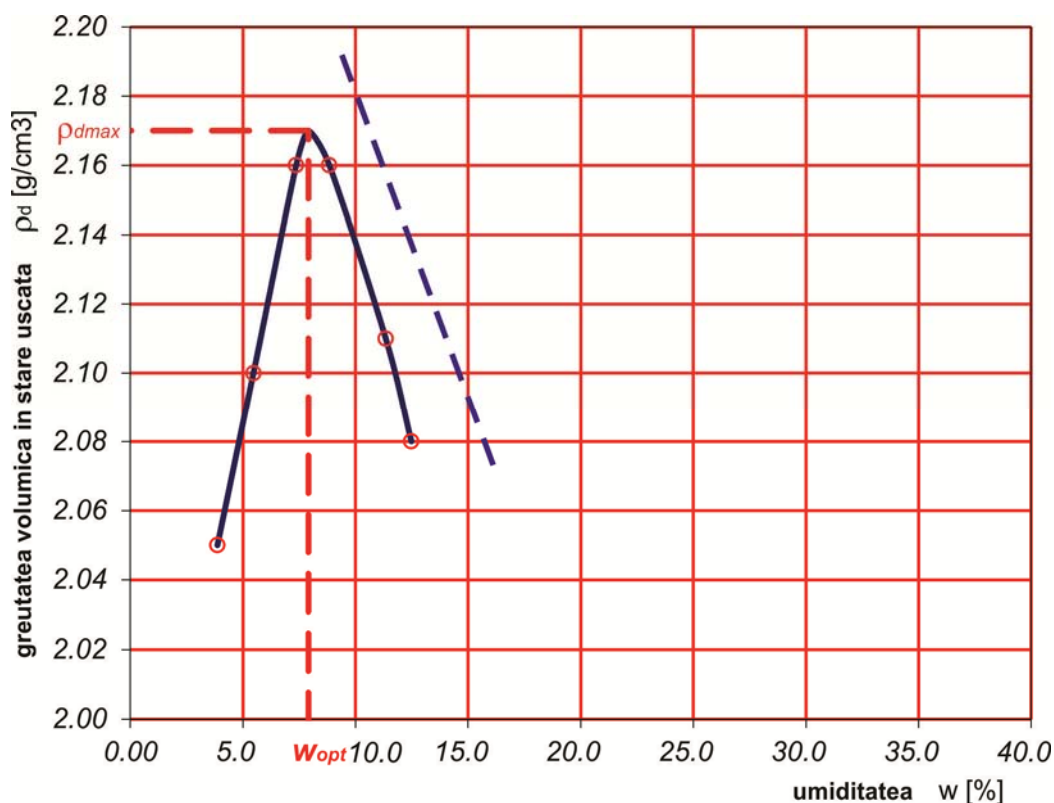
- pe o probă de material se efectuează maxim trei compactări; dacă materialul conține piatră friabilă, pe o probă se efectuează o sigură compactare;
- dacă materialul este loessoid sau conține o cantitate mare de fracțiune argiloasă, care se fărâmițează mai greu și nu se poate asigura în timp scurt o umezire uniformă a probei, fiecare probă de pământ se umezește cu cantități diferite de apă;
- în cazul refolosirii materialului scos din cilindru, la o nouă încercare de compactare, acesta se fărâmițează, se amestecă cu materialul rămas din proba respectivă și se adaugă o nouă cantitate de apă, corespunzătoare următoarei încercări de compactare;
- încercările de compactare se efectuează de 6-10 ori, umiditatea materialului variind într-un interval de 10-24 % pentru materiale coezive și 0-15 % pentru materialele necoezive;
- determinarea se termină după 2 sau 3 încercări de compactare de la încercarea la care masa totală a cilindrului cu material compactat a început să scadă în domeniul umed.

După terminarea încercărilor se calculează umiditățile pentru fiecare încercare, apoi se calculează densitatea (ρ) și densitatea în stare uscată (ρ_d) a materialului pentru fiecare compactare.

Cu datele obținute, se realizează o diagramă în care pe abscisă sunt trecute umiditățile iar în ordonată valorile densității în stare uscată și se trasează grafic curba Proctor (fig. 2.1)

Abscisele și ordonatele punctelor de maxim în domeniile uscat și umed reprezintă umiditățile optime de compactare (w_{opt}) și densitățile uscate maxime (ρ_{dmax}) pentru cele două domenii.

Figura. 2.1. Curba Proctor



2.2. Determinarea densității în stare uscată a pământului pus în operă

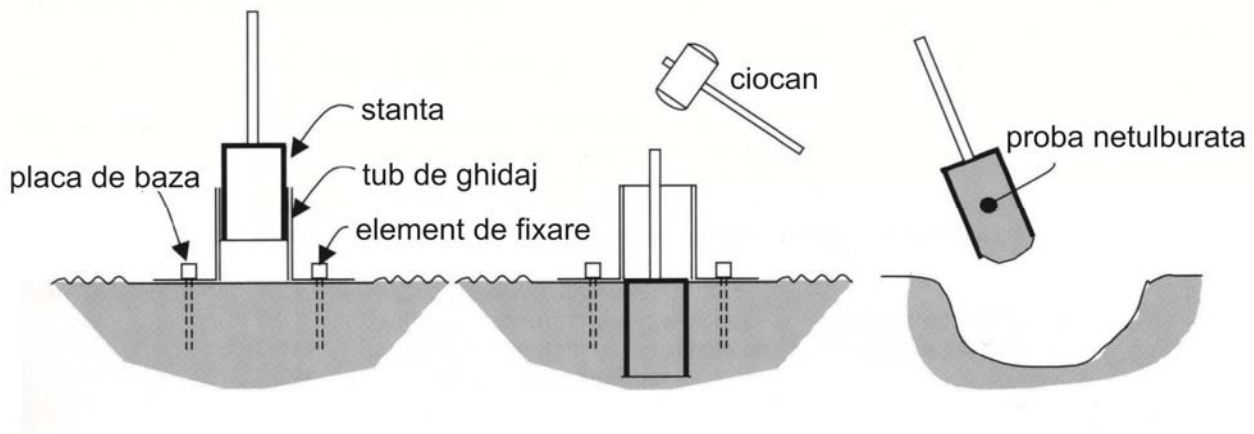
Determinarea densității (ρ) pământului pus în operă (compactat) se face, după caz, în funcție de coeziunea pământurilor, în laborator conform STAS 1913/3-76 (metoda prin ștanțare, metoda prin imersare în mercur, metoda prin cântărire hidrostatică după parafinare), sau pe teren conform STAS 1913/15-75 (metoda determinării volumului cu apă și cu folie din material plastic, metoda densimetrului cu membrana, metoda determinării volumului cu conul și cu nisip monogranular) sau indirect prin metode geofizice.

Pentru stabilirea gradului de compactare $D = \frac{\rho_d}{\rho_{dmax}} \cdot 100$ [%] a unui pământ coeziv sau slab

coeziv, caz în care determinarea densității pământului se face în laborator, pe probe netulburate recoltate în ștanțe, acesta se determină pe trei probe din fiecare punct de verificare, prelevate de la suprafață, mijlocul și baza stratului compactat, iar rezultatul (ρ_d) se exprimă prin media valorilor obținute pe cele trei probe.

Prelevarea probelor din teren (fig. 2.2) se va face în conformitate cu prevederile SR EN ISO 22475-1:2007 iar ștanțele este indicat să aibă volumul de 1000 cm³. În cazul folosirii ștanțelor cu volumul mai mic de 1000 cm³, se recoltează câte două probe pentru fiecare nivel de prelevare, iar greutatea volumică se stabilește ca medie a valorilor obținute pe cele șase probe.

Figura 2.2. Mod de extragere a unei probe de pământ netulburate, din teren, cu ștanța (dupa "Wirtgen Road Construction Manual. Internal Training Brochure for Sales Managers and



2.2.1. Determinarea densității pământului în laborator prin metoda cu ștanța

Această metodă se aplică în general la pământurile cu coeziune, de consistență "plastic consistent - plastic vârtos" care nu conțin particule mai mari de 2 mm.

Definiții:

- Densitatea umedă (naturală) a pământurilor (ρ) se definește ca, raportul dintre masa pământului umed (m) și volumul (V) al acestuia.

$$\rho = \frac{m}{V} \text{ [g / cm}^3\text{]} \quad (3)$$

- Densitatea scheletului mineral a pământurilor (ρ_s) se definește ca raportul dintre masa particulelor solide dintr-o cantitate de pământ (m_s) și volumul propriu (V_s) al acestor particule (fără goluri).

$$\rho_s = \frac{m_s}{V_s} \text{ [g / cm}^3\text{]} \quad (4)$$

- Densitatea depinde de umiditatea pământului. Dacă umiditatea este egală cu zero, deci dacă pământul este uscat, densitatea se notează cu (ρ_d) și poartă numele de densitate în stare uscată.

$$\rho_d = \frac{m_d}{V} \text{ [g / cm}^3\text{]} \quad (5)$$

- În cazul în care pământul este saturat, densitatea corespunzătoare acestei stări poartă numele de densitate în stare saturată (ρ_{sat}).
- Dacă proba de pământ este saturată și se situează sub nivelul hidrostatic, densitatea corespunzătoare acestei stări se notează cu (ρ^1) și poartă numele de densitate în stare submersată.

Corespunzător se definesc greutatea volumice (γ) $\gamma = \rho \times g \text{ [N / cm}^3\text{]} \quad (6)$ unde:

g (acelerația gravitațională a pământului) = $9,81 \text{ m/sec}^2$

Ținând seama că într-un volum definit de pământ, raportul dintre volumul porilor (V_p) și volumul total (V) este denumit porozitate (n) și se exprimă în procente iar raportul dintre volumul porilor (V_p) și volumul părții solide (V_s) este numit indicele porilor (e) [-] și notând cu (w)

umiditatea și cu (ρ_w) densitatea apei, rezultă următoarele relații între acești indici și valorile diferitelor tipuri de densitate:

$$\bullet \quad n \text{ (porozitatea)} = \frac{V_p}{V} [\%] \quad (7)$$

$$\bullet \quad e \text{ (indicele porilor)} = \frac{V_p}{V_s} [-] \quad (8)$$

$$\bullet \quad \rho \text{ (densitatea naturală / umedă)} = \rho_d \left(1 + \frac{w}{100}\right) = \rho_s \left(1 - \frac{n}{100}\right) \left(1 + \frac{w}{100}\right) [g/cm^3] \quad (9)$$

$$\bullet \quad \rho_d \text{ (densitatea stare uscată)} = \frac{\rho}{1 + \frac{w}{100}} = \rho_s \left(1 - \frac{n}{100}\right) [g/cm^3] \quad (10)$$

$$\bullet \quad \rho_{sat} \text{ (densitate stare saturată)} = \rho_d + \frac{n}{100} \rho_w = \rho_s - \frac{n}{100} (\rho_s - \rho_w) [g/cm^3] \quad (11)$$

$$\bullet \quad \rho^1 \text{ (densitate stare submersată)} = \rho_d - \left(1 - \frac{n}{100}\right) \rho_w = \left(1 - \frac{n}{100}\right) (\rho_s - \rho_w) [g/cm^3] \quad (12)$$

$$\bullet \quad n \text{ (porozitatea)} = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_s} [\%] \quad (13)$$

$$\bullet \quad e \text{ (indicele porilor)} = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d} [-] \quad (14)$$

Principiul determinării densității pământului în laborator prin metoda cu ștanța constă în determinarea masei și volumului pământului și calculul densității cu relația (3). Metoda se aplică pământurilor care nu conțin materii organice. În cazul în care pământurile conțin materii organice (turbă, humus, etc.) ce depășesc 5%, valorile sunt orientative și se vor specifica în buletinul de analiză.

Modul de lucru:

Alegerea ștanțelor, cilindrice din material inoxidabil, cu care se recoltează epruvetele pentru determinări, trebuie să respecte prevederilor din STAS 1913/3 - 76 și anume:

- Dimensiunea diametrului interior D_i al ștanței, trebuie să fie:
 - mai mare de 40 mm, pentru pământuri coezive;
 - mai mare de 70 mm, pentru pământuri semi-coezive;
 - mai mare de 100 mm, pentru pământuri fără coeziune și pentru determinări “in situ”.
- înălțimea $h = 0.5D_i \dots 1.3 D_i$;
- grosimea peretelui: 1.5.....3mm.

Pentru fiecare ștanță folosită se va determina în prealabil volumul V și masa m (tara). Ștanțele vor fi prevăzute cu:

- un inel (corpul ștanței), un cuțit – la un capăt și cu un guler prelungitor la celălalt capăt, ambele demontabile;
- un piston din lemn sau metal, pentru scos epruveta de pământ din ștanță.

Se înfige ștanța (cu guler și cuțit) în pământul cu structura și umiditatea nemodificate aflat în ștuț (probă netulburată), în monolit, sau direct în stratul “in situ”, a cărui față superioară a fost netezită în prealabil.

Se desprinde ștanța umplută cu pământ, (cu grijă, fără a forța, cu ajutorul unui cuțit), se scoate pe rând cuțitul și gulerul ștanței, se așează pe o suprafață dreaptă (de sticlă, gresie, marmură, etc) și se nivelează cele două fețe de bază. Planeitatea fețelor se verifică prin aceea că sprijinind muchia dreaptă a cuțitului pe ștanță, după două direcții perpendiculare, nu trebuie să rămână urme pe suprafața epruvetei.

Epruveta astfel nivelată se scoate din ștanță și se cântărește, obținându-se masa (m) - masa probei umede, după care se pune în etuvă la uscat, la o temperatură de $105 \pm 2^\circ\text{C}$. Dacă se cântărește proba umedă cu tot cu ștanța, se obține masa (m_u). În funcție de natura și consistența materialului, proba se va scoate sau nu din ștanță (dacă pământul este foarte fisurat sau sfărâmicios, se va cântări cu tot cu ștanță).

După uscarea epruvetei se cântărește din nou, obținându-se masa netă a epruvetei de pământ uscat (m_d).

- Densitatea în stare umedă se calculează cu relația:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m_u - m_c}{V} \text{ [g / cm}^3\text{]} \quad (15)$$

- Umiditatea se calculează, conform STAS 1913/1-82, cu relația:

$$w = \frac{m_u - m_d}{m_d - m_c} \times 100 \text{ [%]} \quad (16)$$

unde: m = masa probei umede, în g

m_u = masa probei umede + tara recipientului, în g

m_c = tara recipientului (ștanța), în g

m_d = masa probei uscate + tara recipientului, în g

V = volumul interior al ștanței, în cm^3

De regulă, atunci când se determină densitatea în stare umedă a pământurilor “ ρ ”, se calculează apoi și toți ceilalți indici fizici: densitatea în stare uscată “ ρ_d ”, umiditatea “ w ”, porozitatea “ n ”, indicele porilor “ e ”, gradul de umiditate (saturație) “ S_r ”.

Din fiecare probă se fac cel puțin trei determinări. Valorile extreme ale acestora nu trebuie să difere cu mai mult de 1% din valoarea cea mai mică; în caz contrar se face și o a patra determinare. Se consideră grupul de trei valori din cele patru efectuate, care satisfac condiția de mai sus și li se face media aritmetică.

Dacă materialul este neomogen, condiția de 1% nu poate fi satisfăcută; în acest caz se face media aritmetică a celor trei determinări, indicându-se totodată valoarea absolută $\Delta\rho$, a diferenței între valorile extreme.

2.2.2. Determinarea densității pământului pe teren

Determinarea densității pământului pe teren se aplică în cazul pământurilor necoezive atunci când nu este posibilă recoltarea probelor netulburate.

Determinarea densității pământului "in situ" se poate face prin înlocuirea unui volum de pământ, a cărui masă este cunoscută, cu apă sau nisip monogranular.

2.2.2.1. Determinarea densității pământului pe teren prin metoda determinării volumului cu apă și cu folie de material plastic

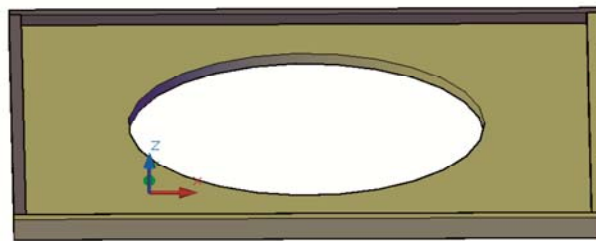
Mod de lucru:

Realizarea încercării necesită următoarele aparaturi și materiale :

- rama metalică (fig 2.3.) de 10 mm grosime și cu diametrul interior $\varnothing = 25 - 45$ mm în funcție de granulația pământului, astfel:

- pentru pământuri fine cu granule mai mici de 2 mm - $\varnothing = 25$ cm ;
- pentru pământuri cu granule până la 10 mm - $\varnothing = 35$ cm ;
- pentru pământuri cu granule mai mari de 10 mm - $\varnothing = 45$ cm ;
- balanța tehnică;
- cilindru gradat;
- etuvă termostată la 105°C ;
- exsicator;
- folie polietilenă.

Figura 2.3. Rama pentru determinarea in situ a volumului de pământ dislocuit prin metoda cu folia



Pe zona pe care urmează să se determine densitatea pământului compactat se nivelează prin săpare, o suprafață circulară orizontală corectându-i-se orizontalitatea și planeitatea cu lata și nivela.

Pe suprafața astfel pregătită se așează inelul (rama) (fig 2.3.) neadmițându-se goluri la suprafața de contact.

În interiorul inelului (ramei) se sapă o groapă cu diametrul egal cu diametrul interior al inelului și adâncimea egală cu grosimea stratului (dacă este posibil) dar nu mai mică decât diametrul gropii.

Materialul rezultat din săpătură, se cântărește imediat, înainte ca acesta să-și modifice umiditatea naturală, determinându-i-se masa (m), în grame.

Se controlează suprafața interioară a gropii înlăturându-se asperitățile pronunțate (care ar putea produce deteriorarea foliei de material plastic).

Se așează folia de material plastic astfel încât să se muleze pe suprafața interioară a gropii, marginile foliei petrecându-se peste fața superioară a inelului (ramei).

Se toarnă în groapă un volum de apă (V_1), până la nivelul feței superioare a inelului (ramei).

Operațiunea se execută de două ori în puncte diferite, apropiate.

Pentru fiecare încercare se determină volumul gropii cu relația:

$$V = V_1 - V_2 \text{ [cm}^3\text{]} \quad (17)$$

unde: V_1 = volumul total de apă $\text{[cm}^3\text{]}$

$$V_2 = \pi \times r^2 \times g \text{ [cm}^3\text{]} = \text{volumul interior al inelului (ramei)}. \quad (18)$$

unde: r = raza inelului [cm] ; g = grosimea inelului [cm]

Pentru fiecare încercare se determină densitatea cu relația (3). Valoarea finală a densității reprezintă media celor două mărimi calculate cu relația (3).

Materialul scos din groapă se pune în etuvă la uscat, la o temperatură de 105+/-2°C. După uscare se cântărește din nou, obținându-se masa netă de pământ uscat (m_d).

Se determină umiditatea (w) și densitatea în stare uscată (ρ_d) a materialului pus în opera cu relațiile:

$$w = \frac{m - m_d}{m_d} \times 100 [\%] \quad (19) \quad \rho_d = \frac{m_d}{V} = \frac{\rho}{1 + w} [g / cm^3] \quad (20)$$

unde: m = masa materialului, în g

m_d = masa materialului în stare uscată, în g

V = volumul gropii din care a fost scos materialul, în cm^3

2.2 2.2. Determinarea densității pământului pe teren prin metoda densimetrului cu membrană (metoda balonului)

Mod de lucru:

Modul de lucru presupune determinarea volumului unei mase cunoscute de pământ prin înlocuirea cu apă, cu ajutorul densimetrului cu membrană.

Pentru realizarea încercării este nevoie de un densimetru cu membrană (aparat special pentru măsurarea volumului), precum și:

- bidoane cu capac etanș : 4 - 5 buc.;
- cântar până la 25 kg, de precizie 10 g;
- etuvă, ciocan, scafă, etc.

Pământul este decapat și curățat până la nivelul stratului a cărui densitate aparentă vrem să o măsurăm. Suprafața acestuia este făcută perfect orizontală. Placa inelară de bază este așezată pe pământul astfel pregătit și apoi fixată.

Aparatul, așezat pe o suprafață plană, astfel încât membrana lui să poată fi susținută, este umplut cu apă curată. O ușoară depresiune ce se creează în aparat, face să urce, apa în tub.

Aparatul este fixat pe placa de bază, prin bride de strângere; se creează apoi o ușoară presiune, până ce nivelul apei nu mai coboară în tub (se va evita ridicarea aparatului prin exercitarea unei presiuni prea mari).

Nivelul apei V_1 se citește pe o scala volumetrică.

Se anulează apoi presiunea, se exercită o ușoară depresiune, apoi aparatul se separă față de placa de bază.

Se sapă o cavitate în pământ, prin deschiderea plăcii de bază. Tot pământul extras este adunat cu grijă și pus într-un recipient etanș.

Cavitatea trebuie să aibă pe cât posibil forma unei emisfere și o adâncime aproximativ egală cu diametrul său.

Se fixează din nou aparatul pe placa de bază. Se exercită din nou presiune ca și mai înainte, până la stabilizarea nivelului apei ce corespunde pe scala, volumului V_2 .

Volumul cavității este dat de diferența dintre cele două citiri.

Cantitatea de pământ extrasă din gaură se cântărește ca atare (M) și după uscarea în etuvă (M_d). Umiditatea sa (w) se determină conform STAS 19131/1 - 82.

Volumul cavității se determină cu relația: $V_g = V_1 - V_2 [cm^3]$ iar densitatea se determină cu relația (3).

unde : V_g = volumul găurii;

V_1 = volumul apei în aparat, înainte de încercare;

V_2 = volumul apei în aparat, după încercare

Densitatea în stare uscată (ρ_d) a materialului pus în operă se determină cu relația (20) la fel ca și în cazul metodei cu folia.

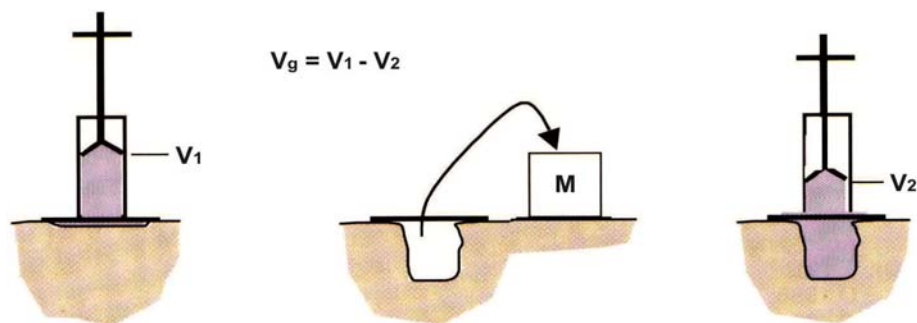


Figura 2.4. Schema modului de lucru cu densimetrul cu membrana (dupa "Wirtgen Road Construction Manual. Internal Training Brochure for Sales Managers and

2.2.2.3. Determinarea densității pământului pe teren prin metoda determinării volumului cu conul cu nisip⁹

Principiul metodei constă în determinarea densității prin raportarea masei unei cantități de material prelevat din teren la volumul acestuia, volum determinat prin intermediul unei cantități măsurate de nisip monogranular.

Aparatura folosită constă din:

- dispozitivul cu con (fig. 2.5) alcătuit din: vas (1), conuri metalice (2 și 3) care comunică între ele prin robinetul (4). Conul (3) asigură rezemarea dispozitivului în timpul efectuării determinării pe o placă (rama) metalică (figura 2.3.);

- balanță;
- etuva;
- ciocan, dalta, etc

Modul de lucru:

Metoda constă în determinarea volumului unei gropi, săpate în terenul de fundare sau în terasamente, cu ajutorul nisipului monogranular cu greutate specifică cunoscută.

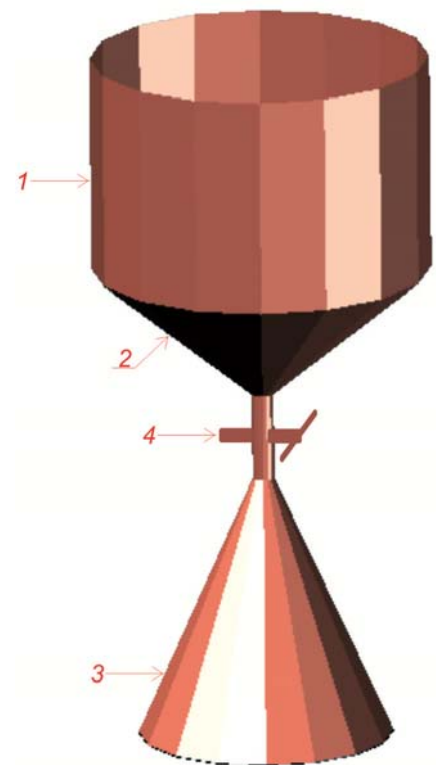


Figura 2.5. Model de dispozitiv cu con

⁹ după STAS 12288-85. Lucrări de drumuri. Determinarea densității straturilor rutiere cu dispozitivul cu con și nisip

Se pregătește aparatura necesară, respectiv cilindrul gradat, cântarul, cuțitul, spatula, lopata, se verifică calitatea nisipului monogranular cu fracțiune de 0.6-1.5 mm sau 2.5-5 mm și dacă este cazul se usucă sau se înlocuiește.

Pe locul ales pentru efectuarea determinării se nivelează o suprafață circulară.

La fel ca și în cazul încercării cu folia se alege unul din șabloane (rama metalică) în funcție de felul terasamentului, astfel:

- pentru pământuri fine cu granule mai mici de 2 mm - $\varnothing = 25$ cm ;
- pentru pământuri cu granule până la 10 mm - $\varnothing = 35$ cm ;
- pentru pământuri cu granule mai mari de 10 mm - $\varnothing = 45$ cm ;

Pe suprafața nivelată se așează șablonul, săpându-se în interiorul acestuia o groapă cu diametrul egal cu diametrul interior al inelului și adâncimea egală cu grosimea stratului (dacă este posibil) dar nu mai mică decât diametrul gropii.

Se cântărește imediat materialul rezultat înainte ca acesta să-și modifice umiditatea, rezultând masa "m" în grame.

Peste șablon se va așeza conul cu robinetul închis, iar peste el vasul cu volumul de nisip "A" (cm³). Se deschide robinetul lăsând nisipul din rezervor să umple groapa săpată, și conul cu volum cunoscut "C". Se înregistrează volumul "B" al nisipului rămas în rezervor, după care se închide robinetul (figura 2.6).

Operațiunile se repetă de cel puțin două ori în puncte diferite, apropiate.

Pentru fiecare încercare se determină volumul gropii cu relația:

$$V = A - (B + C) \text{ [cm}^3\text{]}$$

unde: A – volumul de nisip din vas [cm³]

B – volumul de nisip rămas în vas după umplerea gropii [cm³]

C – volumul conului [cm³]

Valoarea finală a determinării este media aritmetică a densităților parțiale.

Densitatea în stare uscată (ρ_d) a materialului pus în operă se determină cu relația (20) la fel ca și în cazul procedurilor cu folia și densimetrului cu membrană

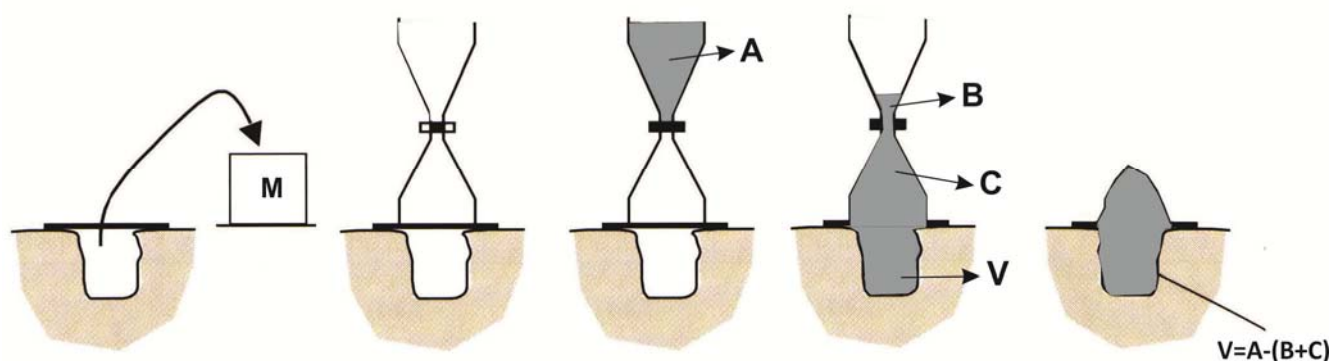


Figura 2.6.. Schema modului de lucru cu conul și nisip monogranular (după "Wirtgen Road Construction Manual. Internal Training Brochure for Sales Managers and Service

Calculul gradului de compactare

Calculul gradului de compactare realizat în lucrare se face cu relația (1):

$$D = \frac{\rho_d}{\rho_{d \max}} \cdot 100 [\%]$$

unde:

$\rho_d [g / cm^3]$ = densitatea pământului pus în operă, determinată în laborator (metoda cu ștanța) sau "in situ" (printr-una din metodele descrise mai sus);

$\rho_{d \max} [g / cm^3]$ = densitatea pământului în stare uscată maximă a pământului din lucrare - se determină în laborator (încercarea Proctor)

ANEXA 3 - Determinarea capacității portante a terasamentelor

1. Verificarea capacității portante cu placa statică (Lucas)

1.1. Scopul încercării și domeniul de aplicare

Scopul încercării cu placa Lucas este acela de a aprecia deformabilitatea respectiv capacitatea portantă a terenului testat prin intermediul modulilor statici de deformare E_V sau a modulului de reacție K_0 . Tot cu ajutorul acestei metode se poate estima gradul de compactare al terenului (D) prin intermediul raportului E_{V2}/E_{V1} .

1.2. Principiul metodei

Încercarea la compresiune cu placa statică este o metodă de control prin care se măsoară tasarea terasamentului sub o placă circulară rigidă care este încărcată și descărcată treptat, în mod repetat, cu ajutorul unui dispozitiv de compresiune (presă hidraulică). Tensiunile normale medii de sub placă " σ " și tasările " s " respective ale fiecărei trepte de încărcare sunt reprezentate într-o diagramă de compresiune - tasare.

1.3. Modul de executare al testului

1.3.1. Condiții

Încercarea la compresiune cu placa se poate face pe pământuri coezive sau pe pământuri necoezive. După caz testul cu placa Lucas poate fi efectuat și pe pământuri îmbunătățite (tratate cu diverși lianți). Este necesar însă ca bolovanii (blocurile) mai mari de circa $\frac{1}{4}$ din diametrul plăcii să nu se afle direct sub placă.

În cazul nisipurilor foarte uniforme care se usucă repede, a pământurilor acoperite cu crustă sau temporar înmuiate la suprafață precum și a pământurilor deranjate într-un alt mod în zona de suprafață, încercarea la compresiune cu placa se execută sub zona deranjată.

În cazul argilelor încercarea la compresiune cu placa se poate face și evalua în condiții optime numai atunci când acestea se află în domeniul "plastic consistent - tare". În cazul în care este posibil ca umiditatea pământului, care influențează în mod hotărâtor rezultatul încercărilor, să varieze foarte mult pe zona de influență a încercării, aceasta se va determina sub suprafața locului de măsurare, la diferite adâncimi până la adâncimea $h = 2 \times r$ (r = raza plăcii de încărcare).

În cazul în care este necesar ca încercarea să se efectueze la un nivel inferior față de nivelul terenului, în sondaje deschise, acestea se execută astfel încât între pereții verticali și marginea plăcii să fie cel puțin 35 cm (de ex. în cazul folosirii unei plăci cu $\phi 300$ mm sondajul deschis va avea dimensiunile 100 x 100 cm).

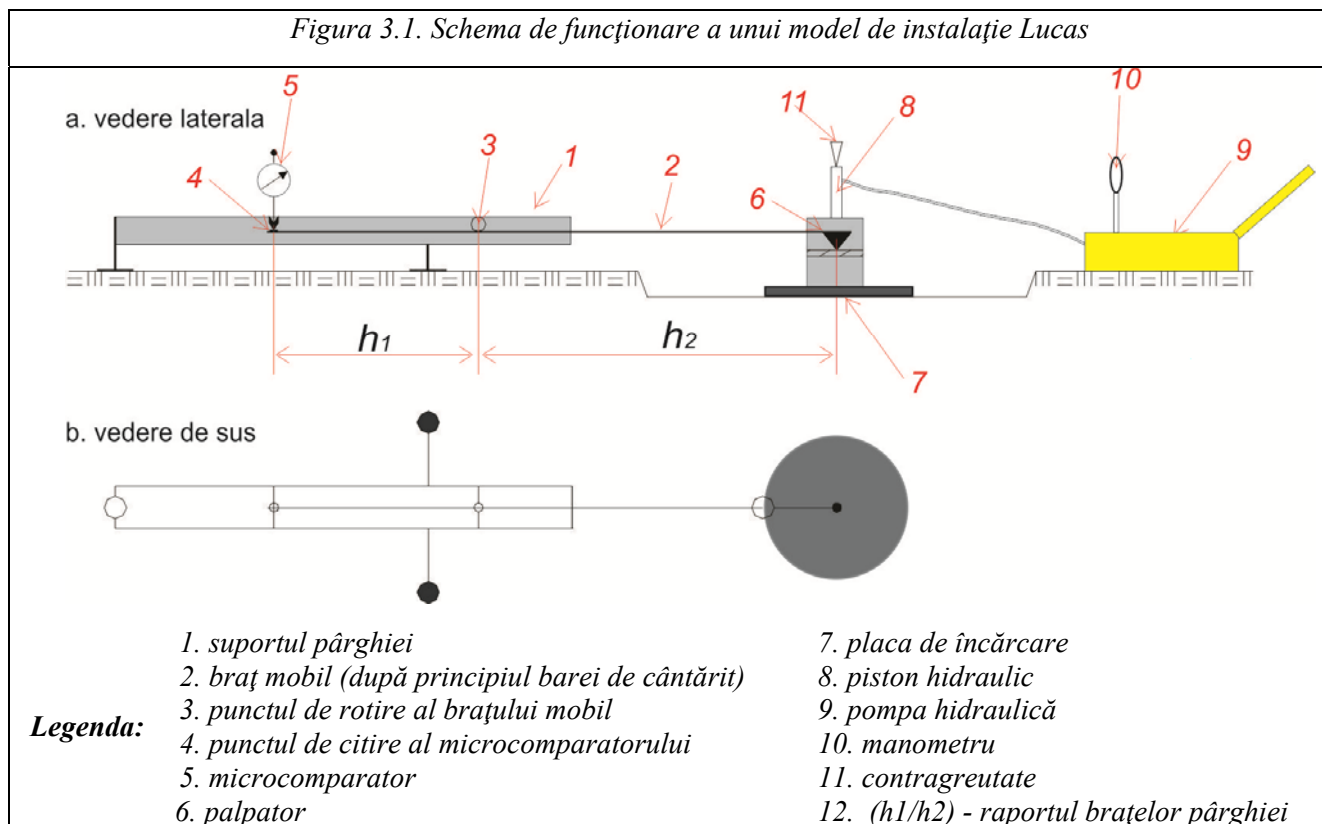
1.3.2 Pregătirea suprafeței de măsurare

Suprafața de măsurare (pe care va fi așezată placa) se va pregăti cât se poate de neted cu ajutorul unei rigle de oțel sau mistrie. Bucățile de pământ desprinse se vor îndepărta iar placa va fi astfel așezată astfel încât la contactul cu terenul să nu existe spații goale. Pentru egalizarea denivelărilor se poate aplica un strat de câțiva milimetri grosime din nisip monogranular uscat

Modul de așezare a plăcii pe suprafața ce urmează a fi încercată se reglează prin rotirea plăcii și prin ușoare lovituri pe suprafața ei. Deasemenea orizontalitatea plăcii este verificată cu ajutorul unei nivele.

Un model de instalație Lucas este prezentat în *figura 3.1*. Modelul prezentat funcționează după principiul barei de cântărit, ca și pârgăia Benkelman, unde foarte important este raportul brațelor pârgăiei (h_1/h_2). În cazul utilizării pe șantier a altor modele de instalație Lucas, diferite față de cel prezentat, pentru efectuarea încercării, vor fi respectate prevederile din manualul producătorului și procedurile de lucru specifice.

Figura 3.1. Schema de funcționare a unui model de instalație Lucas



1.3.3. Executarea încercării

Pistonul hidraulic (8) și eventualele prelungitoare ale acestuia se așază sub o contragreutate (11), în centrul plăcii (7) și în unghi drept față de aceasta, asigurându-se împotriva răsturnării. Contragreutatea (camion încărcat, utilaj greu, etc) trebuie să fie astfel aleasă încât să asigure greutatea necesară pentru ca forța aplicată pe suprafața plăcii să nu o deplaseze.

Pentru executarea încercării placa se încarcă în prealabil, pentru un timp de cca. 30 secunde, cu $0,01 \text{ MN/m}^2$ (0,1 bari) după care se descarcă din nou iar ceasul microcomparator se va regla la zero.

1.3.3.1. Determinarea modurilor statice de deformație liniară E_V

Pentru determinarea modurilor de deformație E_V încercarea se face, de regulă, cu o placă cu diametrul de 300 mm iar încărcarea se mărește până la un efort normal sub placa $\sigma_{\max} = 0,5 \text{ MN/m}^2$.

Treptele de încărcare necesare sunt realizate cu ajutorul instalației hidraulice (8 - piston hidraulic, 9 - pompă hidraulică) și controlate cu ajutorul manometrului (10).

În controlul presiunii pe suprafața plăcii cu ajutorul manometrului se va ține cont dacă scala acestuia respectă raportul dintre diametrul pistonului (8) și diametrul plăcii (7).

Primul ciclu de încărcare se va aplica în minim șase trepte cu intervale de încărcare de aproximativ de aceeași mărime până la o sarcină maximă $\sigma_{\max} = 0.50 \text{ MN/m}^2$. Cu ajutorul pompei hidraulice pe fiecare treaptă de încărcare sarcina aplicată se va menține constantă. Dacă din greșeală la

încărcare se aplică o sarcină mai mare decât cea prevăzută aceasta nu mai are voie să fie redusă și va trebui consemnată în protocolul încercării.

Timpul de așteptare pe fiecare treaptă de încărcare va fi de minimum 3 minute dar în cazul în care tasarea nu s-a stabilizat (sporul de tasare înregistrat după fiecare minut este mai mare de 0,05 mm) treapta de încărcare se menține până la stabilizare.

Placa se va descărca în 3 trepte – 50%, 25% și 0% din sarcina maximă (σ_{max}). După descărcarea completă se va efectua un alt ciclu de încărcări în aceleași condiții de aplicare a sarcinii, dar numai până la penultima treaptă de sarcină a primului ciclu de încărcări, pentru a rămâne în domeniul preîncărcat.

În cazul în care terenul pe care se efectuează încercarea are o stabilitate redusă (care poate conduce la instabilitatea instalației) sau dacă, la creșterea sarcinii, tasările devin mai mari de 5 mm (se indică apropierea stării de rupere) încercarea se poate întrerupe înainte de a ajunge la sarcina maximă.

În tabelul 3.1. este prezentat un model de calcul, unde pentru fiecare ciclu de încărcare, în coloana 1, este trecut numărul treptei de încărcare/descărcare, în coloana 2 - efortul normal σ_0 (MN/m^2) aplicat pe placă la fiecare treaptă de încărcare/descărcare iar în coloana 3 tasările în centrul plăcii s (mm).

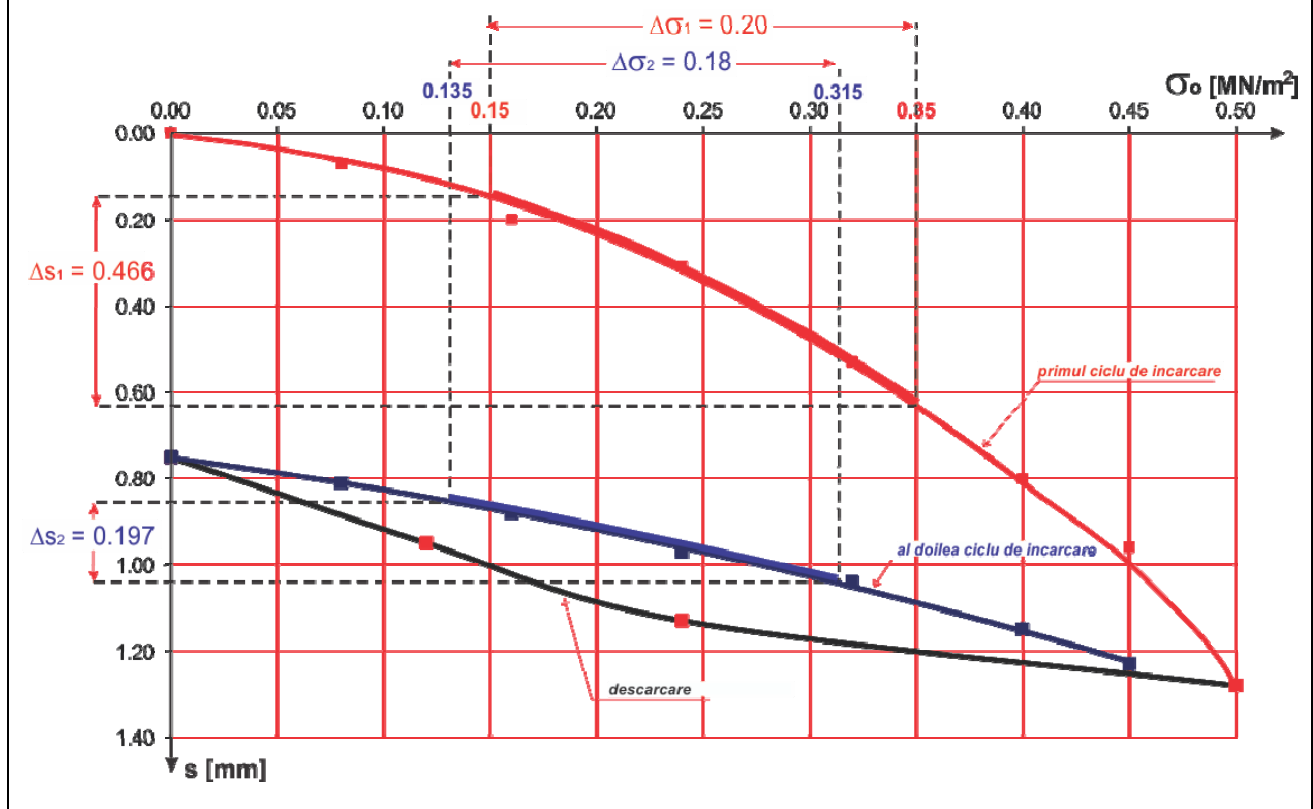
La calculul efortului normal σ_0 (MN/m^2) aplicat pe placă se va ține cont de raportul dintre diametrul pistonului hidraulic și diametrul plăcii iar la calculul tasării în centrul plăcii se va ține cont de raportul brațelor pârghiei h_1 și h_2 (în cazul folosirii unui model de instalație Lucas tip pârghie).

Cu valorile înscrise în Tabelul 3.1 s-a realizat curba de compresiune - tasare prezentată în fig.3.2

Tabelul 3.1 Exemplu de valori de măsurare a modurilor de deformație E_v

Primul ciclu de încărcare/descărcare			Al doilea ciclu de încărcare			
<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	
Nr. treapta	Efortul normal σ_0 (MN/m^2)	Tasarea în centrul plăcii s (mm)	Nr. treapta	Efortul normal σ_0 (MN/m^2)	Tasarea în centrul plăcii s (mm)	
încărcare	0	0,00	încărcare	10	0,00	0,75
	1	0,08		11	0,08	0,81
	2	0,16		12	0,16	0,88
	3	0,24		13	0,24	0,97
	4	0,32		14	0,32	1,04
	5	0,40		15	0,40	1,15
	6	0,45		16	0,45	1,23
	7	0,50	-	-	-	
descărcare	8	0,24	-	-	-	
	9	0,12	-	-	-	
	10	0,00	-	-	-	

Figura 3.2. Model de calcul a modurilor de deformare E_{v1} și E_{v2} cu ajutorul curbei de compresie - tasare



1.3.3.2. Calculul modurilor statice de deformare liniară E_v

La baza stabilirii modurilor de deformare E_{v1} și E_{v2} stau curbele de compresie - tasare ale celor două cicluri de încărcare (fig. 3.2). Acestea pot fi descrise printr-un polinom de gradul 2 :

$$s = a_0 + a_1 \times \sigma_0 + a_2 \times \sigma_0^2 \text{ [mm]} \quad (1)$$

unde: s [mm] - tasarea în centrul plăcii
 σ_0 [MN/m²] - efortul normal sub placă
 a_0, a_1, a_2 – constantele polinomului de gradul 2.

Modulul de deformare se calculează cu ajutorul curbei de compresie - tasare între punctele 0,3 și 0,7 din $\sigma_{1\max}$ respectiv $\sigma_{2\max}$ după relația:

$$E_v = \frac{\pi \times D}{4} \times \frac{\Delta\sigma}{\Delta s} \times (1 - \nu^2) \quad (2)^{10} \text{ unde:}$$

E_v [MN/m²] = modulul de deformare (notat cu 1 pt. primul ciclu de încărcare și cu 2 pt. cel de-al doilea ciclu); D [mm] = diametrul plăcii; ν [-] = coeficientul lui Poisson

Exemplu de calcul:

Conform datelor din Tabelul 3.1 și figura 3.2 rezultă: $\Delta\sigma$ [MN/m²] = $0.7 \times \sigma_{\max} - 0.3 \times \sigma_{\max}$

⇓

¹⁰ conform SR EN 1997-2:2007. Eurocod 7: Proiectarea geotehnică. Partea 2: Încercarea și investigarea terenului.

pentru primul ciclu de încărcare: $\sigma_{1\max} = 0.5 \text{ MN/m}^2 \Rightarrow \Delta\sigma_1 = (0.7 - 0.3) \times 0.50 = 0.2 \text{ MN/m}^2$

pentru al doilea ciclu de încărcare: $\sigma_{2\max} = 0.45 \text{ MN/m}^2 \Rightarrow \Delta\sigma_2 = (0.7 - 0.3) \times 0.45 = 0.18 \text{ MN/m}^2$

$\Delta s \text{ [mm]} = s_{0.7\sigma_{\max}} - s_{0.3\sigma_{\max}}$; Pentru o placa cu $\phi = 300 \text{ mm}$ și un pamant cu $\nu = 0.40$ rezulta:

$E_{v1} = \frac{3.14 \times 300}{4} \times \frac{0.2}{0.466} \times (1 - 0.40^2) = 84.90 \text{ MN/m}^2$	$\frac{E_{v2}}{E_{v1}} = 2.13$
$E_{v2} = \frac{3.14 \times 300}{4} \times \frac{0.18}{0.197} \times (1 - 0.40^2) = 180.75 \text{ MN/m}^2$	

1.3.3.3. Determinarea modulului de reacție K_0

Pentru determinarea modulului de reacție K_0 , parametru necesar pentru dimensionarea structurilor rutiere rigide, încercarea se face de regulă cu o placa de încărcare circulară cu diametrul de 762 mm. Preîncărcarea de $0,01 \text{ MN/m}^2$ se menține până ce modificarea tasării plăcii este mai mică de $0,02 \text{ mm/min}$. Acum încărcarea este mărită pe treptele de încărcare $0,04 \text{ MN/m}^2$; $0,08 \text{ MN/m}^2$; $0,14 \text{ MN/m}^2$ și $0,20 \text{ MN/m}^2$ (vezi modelul din figura 3.3). La fiecare treaptă de încărcare se așteaptă până ce modificarea tasării nu este mai mare de $0,02 \text{ mm/min}$. La descărcare este suficientă introducerea unei trepte intermediare la $0,08 \text{ MN/m}^2$.

Eforturile de compresiune și tasările se vor reprezenta ca în fig.3.3 obținându-se astfel curba de compresiune - tasare caracteristică.

Modulul de reacție se calculează cu ajutorul curbei de compresiune - tasare (fig.3.3) cu relația:

$$K_0 = \frac{\sigma}{s} \text{ [MN/m}^3\text{]} \quad (3)$$

unde: $\sigma \text{ [MN/m}^2\text{]}$ este efortul corespunzător unei tasări de $s = 1,25 \text{ mm}$.

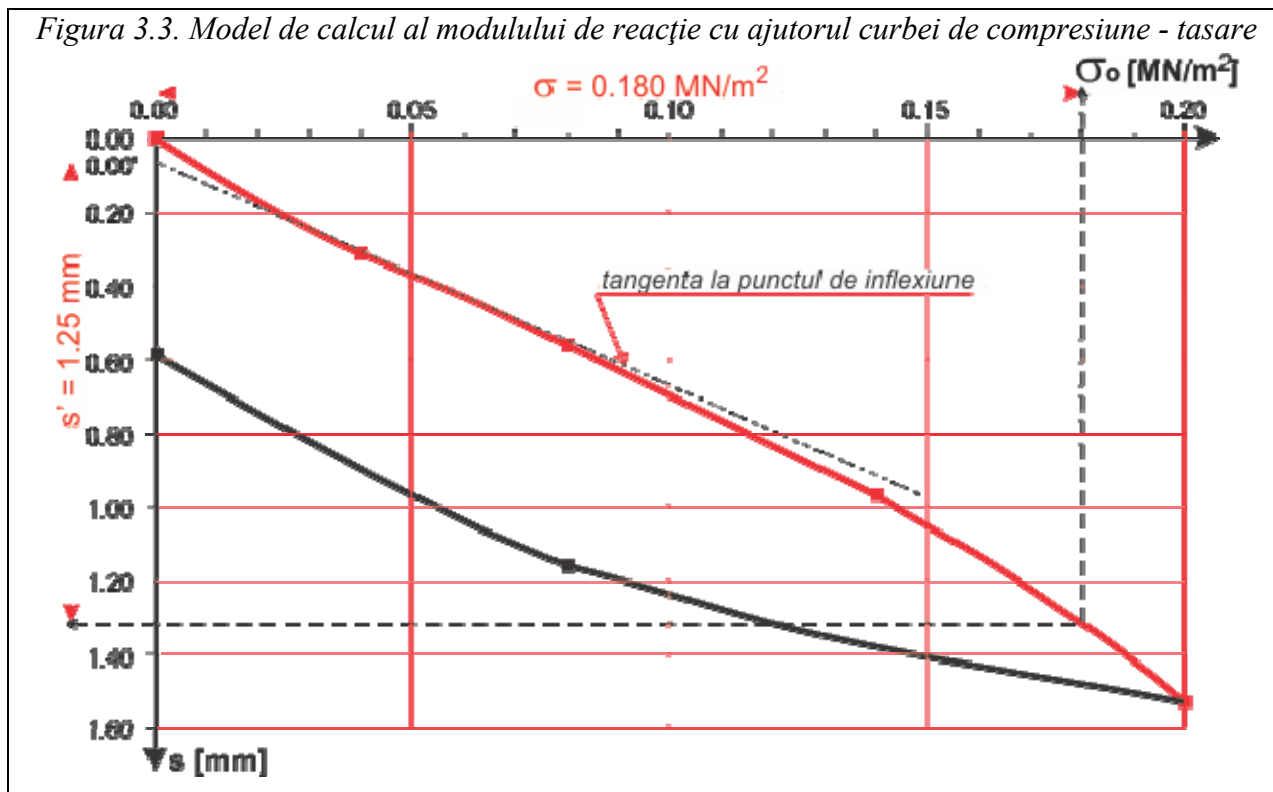
În cazul în care nu se atinge tasarea maximă propusă ($s = 1,25 \text{ mm}$) modulul de reacție poate fi calculat prin raportul între sarcina $\sigma = 0.07 \text{ MN/m}^2$ și tasarea corespunzătoare acestei sarcini.

Notă: În funcție de forma curbei de compresiune - tasare, prin tangenta la punctul de inflexiune al acestei curbe, se poate face o corecție a punctului zero. În acest caz tasarea se va raporta la punctul zero corectat (vezi fig. 3.3 unde $0.00'$ este valoarea corectată a originii)

Aplicând datele din figura 3.3 în formula 3, cu originea corectată, rezultă:

$$K_0 = \frac{\sigma}{s'} = \frac{0.180}{0.00125} = 144 \text{ MN/m}^3$$

Figura 3.3. Model de calcul al modului de reacție cu ajutorul curbei de compresiune - tasare



1.4. Prezentarea datelor

Formularul încercării trebuie să cuprindă următoarele date:

- Datele de identificare ale Laboratorului care a efectuat încercarea;
- Datele de identificare ale lucrării (denumire lucrare, contract, beneficiar);
- Datele de identificare ale locului unde s-a făcut încercarea (coordonate X,Y,Z);
- Denumirea încercării și prescripția tehnică în conformitate cu care a fost efectuat testul;
- Date privind materialul încercat (denumire, stare de consistență/îndesare, etc);
- Date privind vremea cu menționarea temperaturii;
- Data încercării;
- Ora la începerea încercării și la sfârșitul încercării și timpul de aplicare a fiecărei trepte de încărcare;
- Date privind aparatura utilizată (diametrul plăcii de încărcare; felul dispozitivului de măsurare a tasării, resp. cu factor de transformare);
- Rezultatele citirilor făcute pe ceasul comparator cu sarcinile normale aferente;
- Curba de compresiune – tasare;
- Personalul care a efectuat testul pe teren și care a efectuat verificarea;
- Alte observații (de ex. abaterile de la metoda stabilită, evenimente neobișnuite, etc);

La sfârșitul anexei este prezentat un model de formular pentru înregistrarea valorilor de calcul ale modurilor E_v .

1. 5. Relații de legătură:

1.5.1. Relația între gradul de compactare D (%) și raportul E_{v2}/E_{v1} (Tabelul)

Tabelul 3.2. Relația între gradul de compactare și raportul E_{v2}/E_{v1} (după "Wirtgen Road Construction Manual Internal Training Brochure for Sales Managers and Service Engineers")

Pământuri coezive		Pământuri necoezive	
Gradul de compactare D (%)	Raportul E_{v2}/E_{v1}	Gradul de compactare D (%)	Raportul E_{v2}/E_{v1}
>100 %	<2.3	>100 %	<2.3
>97 %	<2.5	>98 %	<2.5
>95 %	<2.6	>97 %	<2.6

1.5.2. Relația între modulul de deformație E_{v2} și modulul dinamic de deflecție E_{vd} (obținut cu deflectometrul dinamic ușor LWD tip ZFG)

Între modulii statici de deformație E_{v1} și E_{v2} și modulul dinamic de deflecție E_{vd} (obținut cu deflectometrul dinamic ușor LWD tip ZFG) există o legătura calitativă (odată cu creșterea coeficienților E_{v1} și E_{v2} crește și modulul de deflecție dinamică E_{vd}). Dar raportul E_{v2}/E_{vd} nu este constant el depinzând atât de tipul pământului testat cât și de starea lui de compactare / îndesare. Din aceste motive relația de legătură între cei doi parametri a fost estimată de producătorul deflectometrului dinamic ușor în următoarele limite:

$$\frac{E_{v2}}{E_{vd}} \in (1.0 - 4.0) \quad (1)$$

acesta recomandând folosirea în general a următoarei relații: $E_{v2} \approx 600 \times \ln \frac{300}{300 - E_{vd}}$ (2)

În cazul utilizării unor alte modele de deflectometru dinamic ușor (realizate de alți producători) relațiile 1.5.2. (1) și 1.5.2. (2) nu mai sunt valabile, pentru acestea utilizându-se, cu acordul beneficiarului, relațiile de legătură recomandate de producătorul deflectometrului utilizat

NOTĂ: Utilizarea deflectometrului dinamic ușor (LWD) – vezi anexa 4, indiferent de producătorul acestuia, nu se poate face decât pentru o estimare calitativă a uniformității zonei testate, efectuată de către executant cu scopul unei verificări interne, rezultatele obținute și buletinele emise neputând fi folosite ca documente de certificare a calității execuției.

2. Verificarea capacității portante cu aparatul CBR

2.1. Scopul încercării și domeniul de aplicare

Definiție: Indicele californian de capacitate portantă (californian bearing ratio - CBR) reprezintă raportul, exprimat în procente, între presiunea necesară pentru penetrarea unei probe (strat) de pământ și presiunea necesară pentru a se obține aceeași penetrare într-un macadam tip.

Indicele californian de capacitate portantă (CBR) se determină cu relația:

$$CBR = \frac{\text{Valoarea corectată a forței}}{\text{Forța standard}} \times 100 (\%) \quad 2.1.$$

Prezenta metodologie stabilește modul de determinare a indicelui CBR utilizând aparatura de laborator și de teren.

Valorile indicelui californian de capacitate portantă, obținute prin încercări de laborator, sau de teren sunt folosite pentru verificarea calității portanței și implicit a calității execuției straturilor rutiere. Deasemenea indicele CBR corelat cu alți parametri geotehnici poate fi folosit și pentru dimensionarea structurilor rutiere.

Metodologia permite și determinarea capacității portante (indicele CBR) a straturilor rutiere (în timpul exploatarei) plecând de la densitatea pământului în stare uscată măsurată în teren și folosind dreapta intrinsecă – CBR (figura 3.8) a pământului din strat.

De regulă, determinarea CBR se execută pe probe de pământ sau din material granular compactate în laborator la umiditatea optimă și apoi imersate timp de 4 zile în apă pentru a se realiza condițiile cele mai defavorabile ce se pot întâlni în exploatarea drumului când acesta poate fi inundat pentru o anumită perioadă. În cazul în care se apreciază că astfel de situații nu pot apare pentru anumite sectoare încercarea CBR se recomandă să se facă pe probe având aceeași umiditatea maximă cu cea care poate fi întâlnită în exploatarea drumului.

În teren, determinările indicelui californian de capacitate portantă (CBR) dau indicații privind capacitatea portantă a terasamentului aflat în starea de umiditate din momentul punerii în opera (efectuării testului).

Metoda are însă anumite limite și anume:

- procesul operator de laborator prevede eliminarea fracțiunilor mai mari de 20 mm și înlocuirea acestora cu o cantitate egală de material cu fracțiunea 5 - 20 mm ceea ce conduce la o anumită alterare a rezultatelor încercărilor

- metoda nu poate simula perfect situația din teren deoarece, deși în condițiile solicitărilor reale din teren intervine poansonarea pământului din patul drumului aceasta nu are loc cu viteza constantă așa cum se întâmplă în cazul testului CBR.

- încercarea CBR se aplică la pământurile din subclasele A1 - A3 și B1 - B4, conform anexei 3 din normativul C 182-87. *Normativ departamental privind executarea mecanizată a terasamentelor de drumuri* (Tabelul).

Tabelul 3.3. Clasificarea pământurilor (după C 182-87)

Tipuri de pământ conf. STAS 1243-83	Criterii de indentificarea pământurilor										Clasificarea pământurilor		
	Granulozitatea									Ip	EN (echivalent de nisip)	Clasa	Sub-clasa
	fracț < 0.005 mm	fracț. 0.05-0.025 mm	fracț 0.05-2 mm	fracț 2-20 mm	fracț 20-200 mm	fracț. >200 mm	Dmax mm	Continut in fracț. <0.08 mm					
<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	<u>12</u>	<u>13</u>	
Praf Praf nisipos Nisip prăfos Nisip slab prăfos Pietrișuri praf	< 15%	> argilă > nisip < nisip	< 30 % > 30% > praf > 50 %	> 50 %	-	-	<50 <50	> 35% 12-35%	< 10	-	Pământuri coezive A	A1	
Praf argilos Praf argilos nisip. Nisip argilos	15 - 30%	> nisip > nisip < nisip	< 30% > 30% > praf	-	-	-	< 50	> 35%	5 - 20	-		A2	
Argilă Argilă prăfoasă Argilă nisipoasă Argilă praf. nisipoasă	30-60 %	<argilă >argilă <argilă >argilă	< 30% < praf > 30% > 30%	-	-	-	< 50	> 35%	15 - 50	-		A3	
Nisip și pietrișuri cu un conținut mic sau mediu de părți fine prafoase	-	-	> 50% > 50%	25 -50% < 30%	-	-	< 50	< 5% 5-12%	-	> 35	Pământuri necoezive B	B1	
Nisipuri și pietrișuri argiloase	-	-	> 50%	< 30% > 50%	-	-	< 50	5 - 12%	-	< 35 < 25		B2	
Balasturi cu un conținut redus sau mediu de părți fine	-	-	-	> 50% > 50%	-	-	< 50 < 50	5-12% 5%	-	> 25 -		B3	
Balasturi argiloase	-	-	> 50%	25-50%	-	-	< 50	12-35%	> 10	-		B4	
Bolovănișuri argiloase	-	-	-	-	> 50%	15-35%	> 50	12-35%	-	-		E5	
Bolovăniș slab argilos	-	-	-	-	> 50%	-	< 250	5-12%	-	-		B6	
Blocuri slab argiloase	-	-	-	-	-	> 50%	> 250	5-12%	-	-		B7	
Bolovănișuri	-	-	-	-	> 50%	-	> 50 < 250	< 5%	-	-		B8	
Blocuri	-	-	-	-	-	> 50%	> 250	< 5%	-	-		B9	

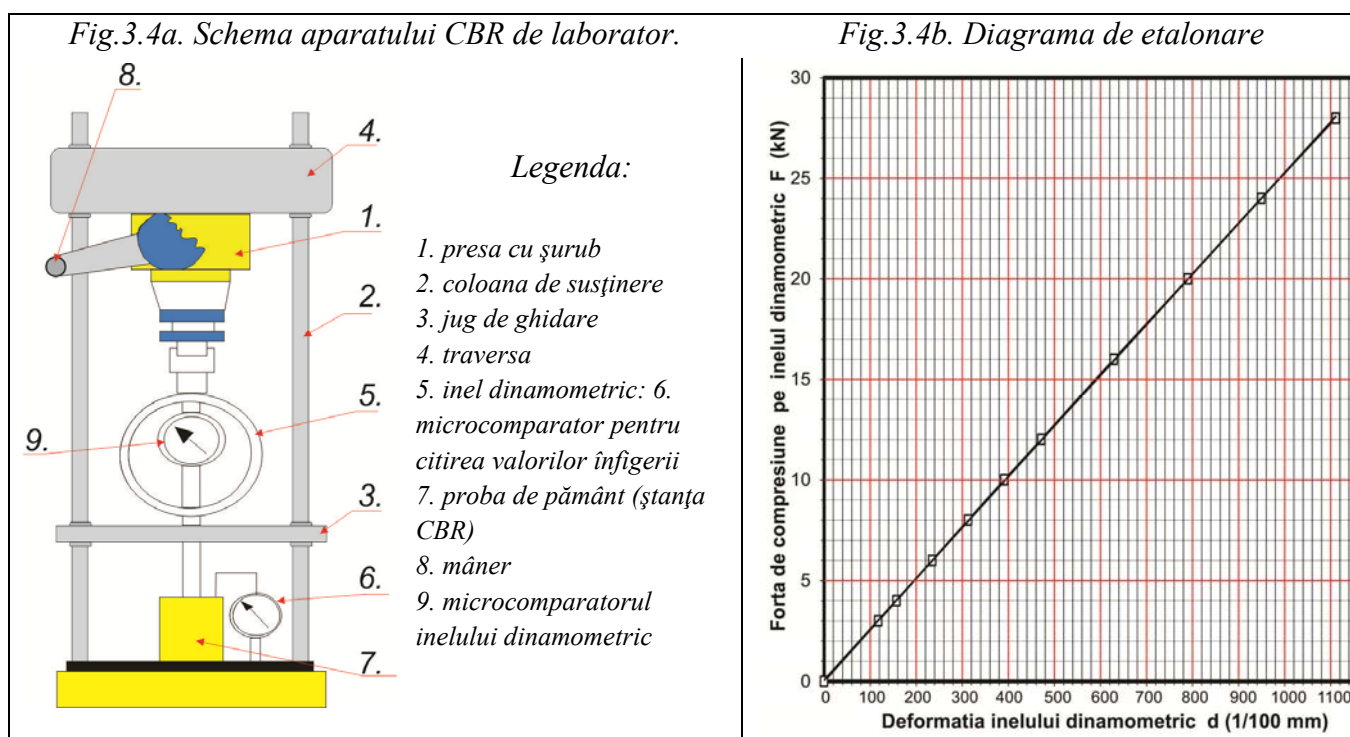
2.2. Principiul metodei

Metoda constă în a înfige în teren (stanța), prin intermediul aparatului CBR (fig.3.4.a), cu o viteză constantă de 1,3 mm pe minut un piston cilindric cu diametrul de 49,6 mm (aria bazei = 1932 mm²) și a măsura și înregistra forțele de încărcare pe piston în KN corespunzătoare pătrunderii acestuia la valori fixe de adâncime: 0,64 mm, 1,27 mm, 1,91 mm, 2,54 mm, 7,62 mm

2.3. Modul de executare al testului

2.3.1. Etalonarea dinamometrelor

Pentru o utilizare corectă inelele dinamometrice trebuie etalonate și certificate. Pe baza datelor obținute la etalonare se întocmesc diagramele care stabilesc legătura dintre deformația inelelor dinamometrice d (1/100 mm) și forța de compresiune F (KN) corespunzătoare, exercitată asupra lor (fig.3.4.b). Aceste diagrame sunt utilizate la determinarea forței de compresiune exercitată în timpul încercării prin citirea deformațiilor la microcomparatorul inelului dinamometric (9).



2.3.2. Determinarea în laborator

Această încercare se poate face atât pe probe tulburate, cât și pe probe netulburate recoltate din teren în stanța CBR.

Încercarea pe probe tulburate se poate face pe probe aduse, prin compactare în aparatul Proctor, la densitatea volumică în stare uscată maximă (ρ_{dmax}) sau în orice altă stare de densitate (de ex. densitatea naturală - ρ) sau pe probe compactate la densitatea volumică în stare uscată maximă (ρ_{dmax}) și saturate timp de 4 zile.

Procedura va descrie determinarea în laborator a indicelui CBR pe probe tulburate, aduse în aparatul Proctor, prin compactare, la starea de densitate maximă (ρ_{dmax}) și imersate timp de 4 zile.

Determinarea indicelui de portanță californian în laborator, pe probe de pământ aflate în alte stări de densitate decât cea obținută după imersarea de 4 zile, se face urmând "IM 003-96 - Metodologie pentru determinarea indicelui californian de capacitate portantă"

2.3.2.1. Saturarea probelor

După aducerea probei în starea de densitate uscată maximă, în aparatul Proctor, conform procedurii specifice acestui test (STAS 1913/13-83) respectiv instrucțiunilor din IM 003-96 se trece la saturarea probei într-un dispozitiv special (fig. 3.5)

- se așează pe probă placa perforată, prevăzută cu șurub reglabil, împreună cu greutatea de lestare corespunzătoare sarcinii geologice (determinată în funcție de stratele aflate deasupra locului de recoltare)

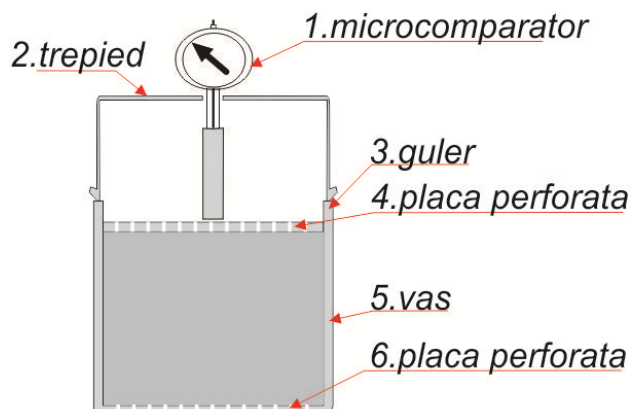


Figura 3.5 Dispozitiv pentru măsurarea umflării probei pe timpul inundării

- se așează trepiedul cu microcomparator pe gulerul ștanței CBR în care se află proba compactată și se face o citire inițială la microcomparator.

- se imersează în totalitate ștanța CBR cu proba într-un vas (tanc de umezire) cu apă pentru a permite accesul apei atât pe la partea de sus cât și de jos a probei. În timpul imersării se menține nivelul apei în tancul de umezire aproximativ 25,4 mm deasupra părții superioare a probei. Imersarea probei va fi de 96 ore (4 zile).

2.3.2.2. Determinarea umflării relative

- la sfârșitul celor 96 de ore, se face o măsurătoare finală la microcomparator pe proba imersată și se calculează umflarea ca un procentaj din înălțimea inițială a probei (119mm).

$$\text{Umflarea relativă} = \frac{\text{Umflarea totală a probei în mm}}{119 \text{ mm}} \times 100 (\%) \quad (2.2)$$

Se scoate proba din tancul de umezire, se scurge apa de pe probă și apoi se lasă să se dreneze apa timp de 15 minute. După aceea se îndepărtează greutatea de supraîncărcare și placa perforată. Se cântărește și se determină valoarea densității probei de pământ inundate și drenate.

2.3.2.3. Testul de penetrare

Se pune suprasarcina sub formă de inel sau greutatea cu fantă pe probă, egală cu cea din timpul inundării. Pentru a preveni refularea materialului moale în golul greutatea de suprasarcină, se așează pistonul de penetrare după ce a fost pusă o greutate de suprasarcină de proba de pământ.

După așezarea pistonului, restul de greutatea de suprasarcină va fi plasat în jurul pistonului.

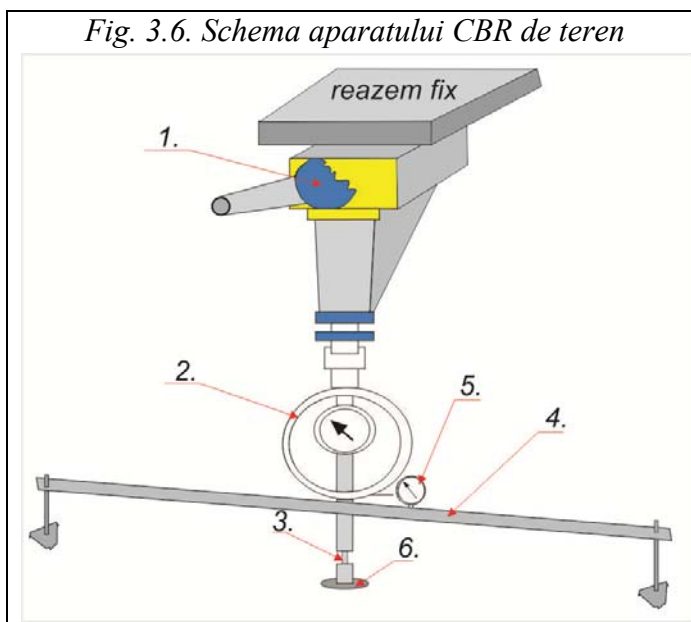
Se așează pistonul de penetrare sub o încărcare inițială de 4,54 kg, apoi ambele indicatoare, ale pistonului de penetrare și al inelului dinamometric se aduc la zero. Această preîncărcare se realizează citind la dinamometru utilizat o deformație corespunzătoare forței de 4,54 kgf.

Se aplică forța de încărcare pe pistonul de penetrare, astfel ca viteza de penetrare să fie de 1,3 mm pe minut. Se înregistrează forța când penetrarea este la valorile : 0,64 mm ; 1,27 mm; 1,91 mm; 2,54 mm; 5,08 mm; și 7,62 mm. Opțional se pot face citiri ale forței și la valorile penetrării de la 10,16 mm și 12,70 mm.

2.3.3. Determinarea indicelui portant californian (CBR) pe teren

Aparatura de teren pentru determinarea indicelui californian de capacitate portantă (fig.3.6), se compune din următoarele părți principale:

- presă cu șurub;
- set dinamometric: 5 KN, 10 KN, 20 KN, 30 KN;
- piston de penetrare;
- cadru de referință pentru măsurarea adâncimii de penetrare (poansonare);
- microcomparator 0,01 mm și cursa 0 – 30 mm;
- inele de lezare



Determinarea indicelui CBR se efectuează și pe teren ținându-se seama la interpretarea rezultatelor de faptul că pământul în momentul încercării, poate avea o altă umiditate decât cea prevăzută în condițiile încercării în laborator.

2.3.1. Modul de lucru

Suprafața de pământ pe care se efectuează încercarea se netezește pe o întindere suficient de mare pentru a avea loc operatorul și aparatul. Suprafața se va feri de umezire din precipitații și de uscare intensă prin evaporare. Se scot pietrele proeminente de la suprafața pământului și se umplu golurile lăsate de ele cu nisip sau gips.

Se fixează presa cu șurub de un reazem fix (de ex. grinda din spate a unui utilaj) care poate permite centrarea verticală a aparatului de teren și efectuarea încercării. Prinderea presei de reazem se realizează astfel încât cele două fețe în contact să fie perfect plane.

Se prinde pistonul de penetrare la dinamometru prin intermediul unui element de legătură, prin înșurubare. Pe elementul respectiv se prinde colierul de susținere a microcomparatorului de citire a penetrării.

Se aduce acest subansamblu sub presa cu șurub, se pune suprasarcina necesară sub formă de inel sau greutate cu fantă în jurul pistonului, se centrează și se articulează vertical prin intermediul bilei de centrare de la presă. Se ține cu mâna vertical, de către operator, în timp ce un al doilea încărcă ansamblul realizat la 4,54 kg prin intermediul presei cu șurub.

Se prinde microcomparatorul pistonului de penetrare la colier, iar acesta se reglează pe verticală la o înălțime care să permită sprijinirea palpatorului microcomparatorului pe cadrul de referință. Se reglează cele două microcomparatoare, aducându-se la zero.

Se aplică forța de încărcare pe pistonul de penetrare, astfel ca viteza de penetrare să fie de 1,3 mm/minut. Se înregistrează forța când penetrarea este la valorile: 0,64 mm; 1,27 mm; 1,91 mm; 2,54 mm; 5,08 mm și 7,62 mm.

2.4. Calculul indicelui de capacitate portantă californian (CBR)

Forma inițială și cea corectată a curbei "forță pe piston - penetrare piston" sunt prezentate în fig. 3.7. În unele cazuri penetrarea inițială are loc fără o creștere a forței la penetrare și curba poate fi și concavă (test 2 din figura 3.7). În aceste situații curbele vor fi corectate conform "Ghid practic pentru construcția terasamentelor 1991, ing. Radu Andrei"

Indicile californian de capacitate portantă (CBR) se calculează pentru fiecare probă, pentru valorile corectate ale forței la 2,54 mm și 5,08 mm penetrare. Valorile (CBR) se obțin prin raportarea valorilor corectate ale forței pentru 2,54 mm și 5,08 mm, la valorile standard (pentru piatră spartă) 13,24 KN respectiv 19,96 KN și înmulțit cu 100. În general indicele (CBR) se calculează pentru penetrarea de 2,54 mm.

$$CBR = \frac{\text{Valoarea corectată a forței}}{\text{Forța standard}} \times 100\% \quad (2.3)$$

Dacă acest indice calculat pentru 5,08 mm penetrare este mai mare decât indicele calculat pentru 2,54 mm penetrare se reface încercarea. Dacă încercarea de control dă rezultat similar, va fi folosit indicele obținut pentru penetrarea de 5,08 mm.

În laborator se determină dreapta intrinsecă (CBR) a unui pământ (fig 3.8) sau material granular adică dreapta care exprimă legătura dintre (CBR) și densitatea pământului în stare uscată (ρ_d). Valorile CBR se determină pe minim trei probe de pământ prelevate din patul drumului, compactate la umiditățile optime stabilite în prealabil și specifice la trei energii de compactare diferite. Dreapta permite determinarea CBR proiectat la procentul dorit din densitatea în stare uscată (ρ_d), corespunzătoare gradului de compactare permis în specificațiile de compactare. Cu aceeași dreaptă se poate determina grafic indicele de capacitate portantă californian (CBR) al patului drumului în timpul exploatării, plecând de la densitatea pământului respectiv în stare uscată măsurată în teren.

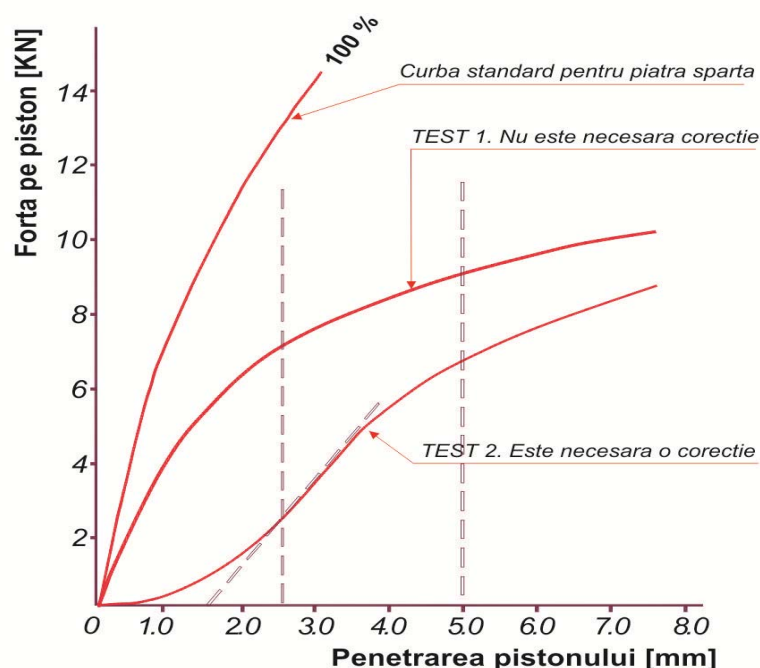


Figura 3.7. CBR - Graficul forță - penetrare

2.5. Relații de legătură

2.5.1. Relația de legătură între indicele de portanță californian CBR și modulul dinamic de deformare al pământului E_p (conform NP 081/2002)

$$E_p = 10 \times CBR \quad (2.4.)$$

2.5.2. Relația dintre modulul de reacție și indicele de portanță californian CBR

- conform NP 081/2002:

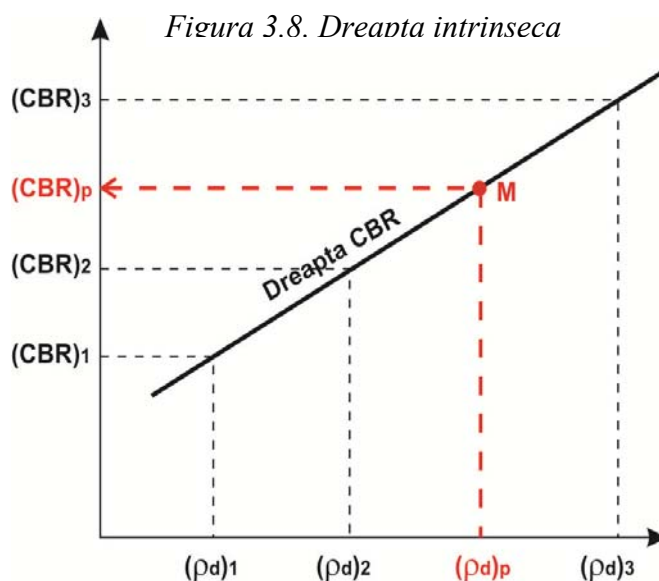
$$K_0 = 874 + 6.75 \times CBR + 0.20238 \times (CBR)^2 \quad (2.5.)$$

2.5.3. Valori informative ale indicelui de portanță californian CBR și ale modulului de reacție K_0 pentru diferite tipuri de pământuri sunt prezentate în Tabelul .

Tabelul 3.4 Valori informative ale CBR și K_0 (după "Supplement for AASHTO Guide for Design of Pavement Structures. Part II - Rigid Pavement Design & Rigid Pavement Road Design")

Descrierea pământului	Clasificare pământurilor conform			Densitatea în stare uscată ρ_d [g/cm ³]	CBR [%]	Modul de reacție *) K_0 [MN/m ³]
	PD 177/2001	SRENISO 14688-1	Sistem unificat			
gravel (pietriș / balast)	P1	Gr saGr	GW GP	2.00 - 2.24	60 - 80	81.3 - 122.0
				1.92 - 2.08	35 - 60	81.3 - 108.4
coarse sand (nisip mare)	P1,	Sa	SW	1.76 - 2.08	20 - 40	54.2 - 108.4
fine sand (nisip fin)	P2	grSa	SP	1.68 - 1.92	15 - 25	40.7 - 81.3
silty gravel (pietriș prafos)	P2	siGr	GM	2.08 - 2.32	40 - 80	81.3 - 135.5
silty sandy gravel (pietriș prafos nisipos)		sisGr				
silty sand (nisip prafos)	P3	siSa	SM	1.92 - 2.16	20 - 40	81.3 - 108.4
silty gravelly sand (nisip prafos cu pietriș)						
clayey gravel (pietriș argilos)	P2	clGr	GC	1.92 - 2.24	20 - 40	54.2 - 122.0
clayey sandy gravel (pietriș argilos nisipos)		clsaGr				
clayey sand (nisip argilos)	P3	clSa clgrSa	SC	1.68 - 2.08	10 - 20	40.7 - 94.9
clayey gravelly sand (nisip argilos cu pietriș)						
silt (praf)	P3	Si	ML, OL	1.44 - 1.68	4 - 8	6.8 - 44.7
silt / sand/ gravel micxture (amestec de praf cu nisip si pietriș)		grsaSi		1.60 - 2.00	5 - 15	10.8 - 59.6
poorly graded silt (praf organic/ argilă prăfoasă)	P4	siCl	MH	1.28 - 1.60	4 - 8	6.8 - 51.5
plastic clay (argilă grasă)	P5	Cl	CL	1.60 - 2.00	5 - 15	6.8 - 61.0
moderately plastic elastic clay (argilă/argilă prăfoasă)	P5	siCl	CL, OL	1.44 - 2.00	4 - 15	6.8 - 58.3
highly plastic elastic clay (argilă / argilă grasă)	P5	Cl	CH, OH	1.28 - 1.76	3 - 5	10.8 - 59.6

*) Modulul de reacție al pământurilor coezive - fine depinde în mare măsură de gradul de saturație



Model de formular pentru prezentarea rezultatelor testului cu placa statică

LOGO LABORATOR			Contract: Lucrarea:							
DETERMINAREA MODULULUI DE DEFORMAȚIE LINIARĂ PRIN ÎNCERCĂRI DIRECTE PE TEREN CU PLACA LUCAS conform										
LOCUL TESTAT				APARATURA FOLOSITĂ						
Coordonate: X =		; Y =		; Z =						
Materialul:		Vreimea:		D _{placă} (cm) =						
				S _{pist} / S _{placă} = ; h ₁ /h ₂ =						
Trea pta	Timp de aplicare a sarcinii		Presiunea pe suprafața piston (citiri pe manometru)		Presiunea normală pe placa de încărcare	Tasarea citita	Tasarea reala		CICLURI	OBSERVAȚII
	ora	min	bari	MN/m ²	MN/m ²	s'	0,01xmm	m		
-										
1									încărcare	
2										
3										
4										
5										
6										
7									descărcare	
8										
9										
10									încărcare	
11										
12										
13										
14										
15										

DIAGRAMA PRESIUNE - DEFORMATIE

Presiunea σ_0 [MN/m²]

<u>Calcul</u>	<u>ciclul I</u>	$\Delta\sigma_1 =$	$;\Delta s_1 =$	$E_{v1} =$	MN/m²	$E_{v2}/E_{v1} =$
	<u>Ev:</u>	<u>ciclul II</u>	$\Delta\sigma_2 =$	$;\Delta s_2 =$	MN/m²	

DATA: _____ OPERATOR: _____ VERIFICAT: _____

Nota: 1 bar = 0,1 MN/m² = 0,1 MPa

Model de formular pentru prezentarea rezultatelor testului CBR

LOGO LABORATOR	Contract: Lucrarea:
----------------	------------------------

DETERMINAREA INDICELUI CALIFORNIAN DE CAPACITATE PORTANTA

conform IM 003-96

LOCUL TESTAT

Coordonate: X = ; Y = ; Z =

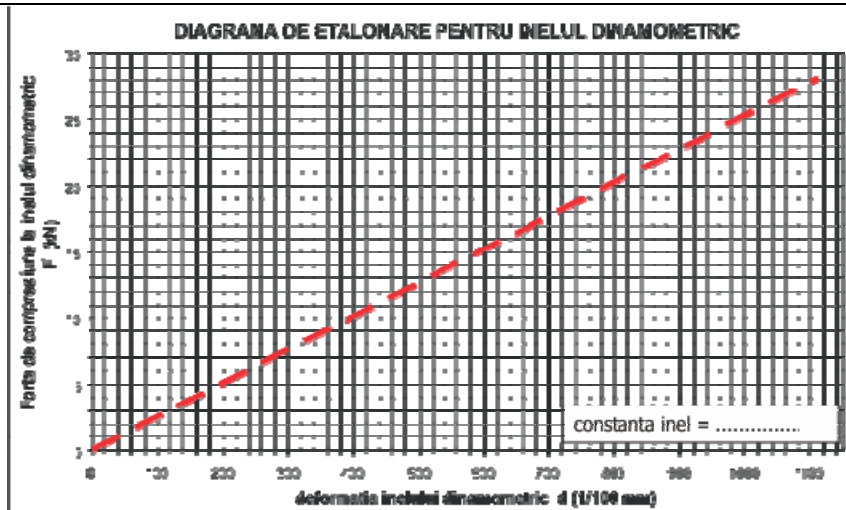
Materialul:

Aparatura folosită:

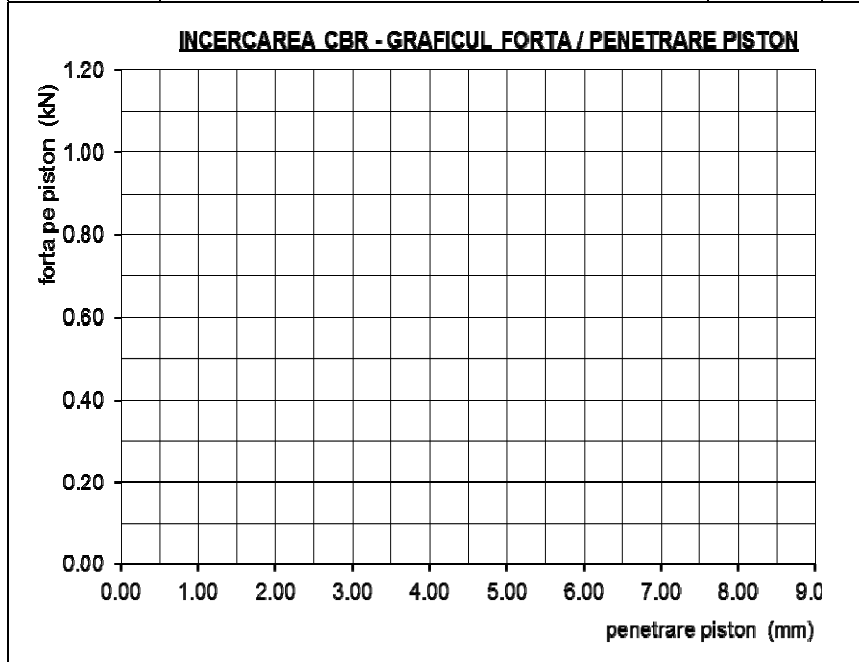
Tipul încercării:

Data:

Vremea:



Penetrare piston (mm)		0.64	1.27	1.91	2.54	5.08	7.62
PROBA I	Deformația inel dinamometric (1/100 mm)						
	Forța de compresiune a inelului (kN)						
PROBA II	Deformația inel dinamometric (1/100 mm)						
	Forța de compresiune a inelului (kN)						



VALOAREA CBR OBTINUTA:		
	CBR (2,54)	CBR (5,08)
PR. I		
PR. II		
MEDIA		
CBR =	%	

OPERATOR:	VERIFICAT: ing.
-----------	----------------------

ANEXA 4 - Metode rapide de teren pentru estimarea capacității portante și a gradului de compactare

Metodele ce vor fi descrise în această anexă (deflectometrul dinamic ușor - LWD, penetrometrul dinamic ușor - PDU, penetrometrul dinamic cu con - DCP, etc.) reprezintă metode încă nestructurizate în România sau ale căror rezultate nu au fost încă certificate din punctul de vedere al relațiilor de legătură dintre ele și capacitatea portantă (caracterizată prin moduli de deformare, presiuni admisibile, etc) sau gradul de compactare (ca raport dintre densitatea în stare uscată și densitatea în stare uscată maximă a pământului din terasament)

Din acest motiv aceste metode rapide, care se realizează cu costuri relativ scăzute, reprezintă doar modalități de verificare internă, ale executantului, pentru a asigura uniformitatea execuției terasamentelor din punctul de vedere al compactării și portanței fără însă a putea prin ele să certifice calitatea execuției decât în măsura în care sunt însoțite și de rezultatele celorlalte teste de încercare conform *Planului de Control Calitate, Verificari și Încercări a execuției terasamentelor (PCCVI)*

1. Deflectometrul dinamic ușor (LWD)

1.1. Scopul încercării și domeniul de aplicare

Testul cu deflectometrul dinamic ușor permite măsuratori în spații foarte strâmte, nu necesită asigurarea unei greutate de leștare și are un timp de execuție redus ceea ce permite o estimare rapidă a gradului de uniformitate a zonei de testare printr-o abordare prin metode statistice.

1.2. Principiul metodei

Metoda de investigație cu ajutorul *deflectometrului dinamic ușor* (LWD) este o procedură de testare prin care solul primește un impact cu o forță "F" transmisă prin căderea unei greutăți pe o placă circulară, de rază "r" (figura 4.1) exercitându-se astfel o sarcină dinamică (de șoc) de scurtă durată asupra nivelului platformei. Dacă tasarea (amplitudinea vibrației amortizate) este mare atunci platforma controlată are o capacitate portantă redusă, iar dacă aceasta este mică, înseamnă că platforma este portantă.

Prin această metodă se determină *modulul dinamic de deflecție* E_{vd} care este un parametru pentru deformabilitatea solului sub acțiunea unui impact, de durată "t". Valoarea sa este calculată în funcție de amplitudinea "s" a tasării plăcii, după formula :

$$E_{vd} = \frac{1,5 \cdot \sigma \cdot r}{s} \quad [\text{MN/m}^2] \quad (1.1)$$

1.3. Modul de execuție al testului

Caracteristicile aparatului

Pentru efectuarea testului dinamic este necesar un *deflectometrul dinamic ușor* (LWD) (fig 4.1.a). Acesta este compus din:

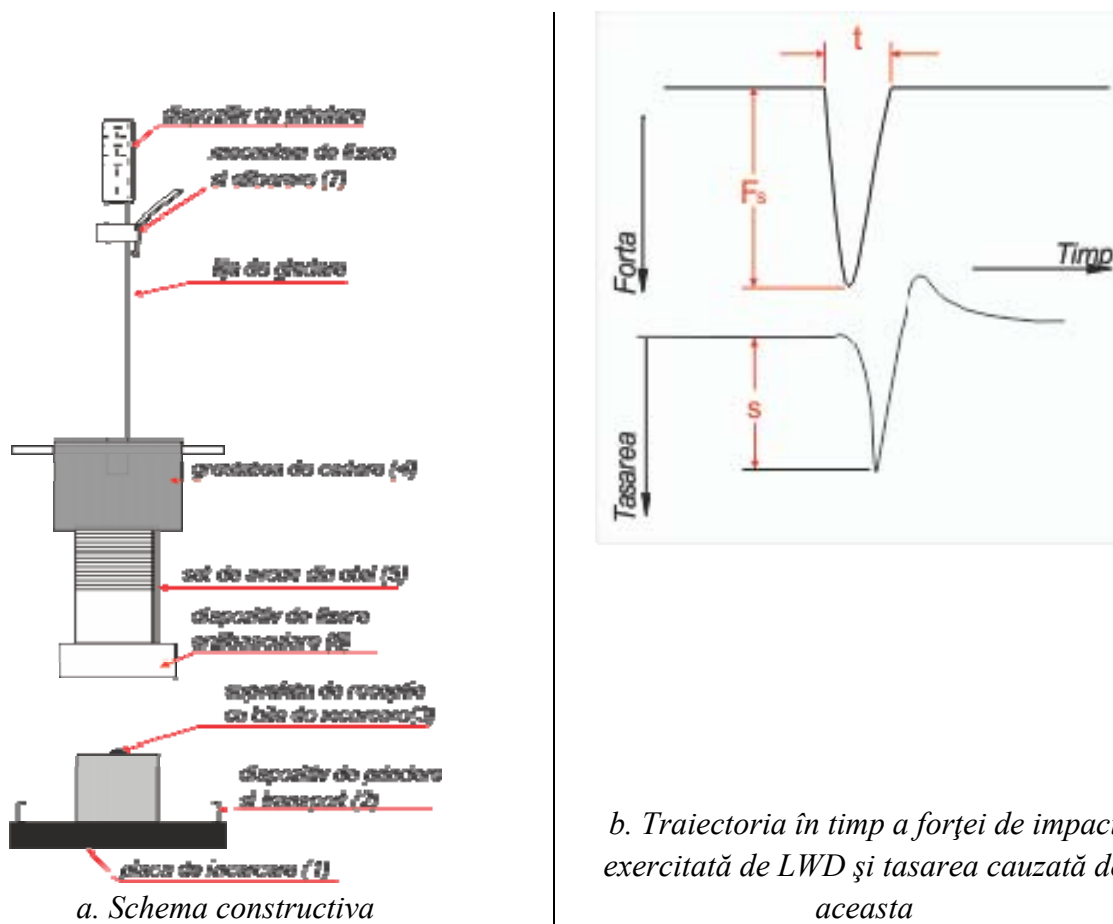
- placa de încărcare circulară, rigidă (1);
- dispozitiv de măsurare a tasării dispus în centrul plăcii de încărcare la unghi drept față de suprafața de recepție a încărcării (3);
- dispozitiv de încărcare alcătuit din greutatea de cădere (4), ansamblu de arcuri (5) și tija sau tub de ghidare (6) cu un dispozitiv de declanșare (7);

Caracteristicile plăcii de încărcare sunt $\phi = 300$ și masa de $15 \text{ kg} \pm 0,25 \text{ kg}$. Dispozitivul de încărcare este alcătuit dintr-o greutate de cădere (4), un ansamblu de arcuri (5), o tija de ghidare și un dispozitiv de declanșare la partea superioară a tije de ghidare (7).

Datele tehnice pentru dispozitivul de încărcare sunt :

- masa greutății de cădere + $10 \text{ kg} \pm 0,1 \text{ kg}$
- masa totală a tije de ghidare (incluzând componentele de la 5 la 8) = $5 \text{ kg} \pm 0,25 \text{ kg}$
- forța de impact maximă F_s (ca in fig. 4.1.b) = $7,07 \text{ KN}$
- durata impactului $t_s = 18 \text{ ms} \pm 2 \text{ ms}$

Figura 4.1. Deflectometrul dinamic ușor (LWD)



Pregătirea zonei pentru efectuarea testului

Testarea cu ajutorul deflectometrului dinamic ușor poate fi efectuată pe toate tipurile de pământuri coezive aflate în domeniul "plastic consistent - tare" sau necoezive cu dimensiuni ale granulelor mai mici de 63 mm. Deasemenea testul poate fi efectuat pe pământuri tratate cu diverși lianți cu condiția ca valorile $E_{vd} \leq 225 \text{ MN/m}^2$. În cazul în care zona ce urmează a fi testată este deranjată, înierbată sau prezintă alte caracteristici ce pot influența rezultatele testului, înaintea efectuării acestuia zona perturbată trebuie înlăturată.

Zona de testare trebuie să fie pregătită astfel încât placa de încărcare să poată fi amplasată pe o suprafață cât mai netedă. Această suprafață trebuie să fie nivelată iar întreaga suprafață a plăcii trebuie să fie în contact cu substratul. Dacă este necesar orice neregularitate a zonei testate trebuie umplută cu nisip uscat cu granulație medie.

Procedura de testare

Dupa pregătirea suprafeței de testare și poziționarea plăcii pe sol, se centrează dispozitivul de încărcare pe placă și se pregătește dispozitivul de măsurare a tasării în centrul plăcii. Tija de ghidare trebuie ținută vertical, chiar și atunci când suprafața de testare nu este orizontală.

Testarea trebuie să fie precedată de trei impacturi preliminare pe suprafața de testare astfel încât placa de încărcare să fie în contact perfect cu solul. Greutatea de cădere este lăsată să cadă liber de la înălțimea calibrată și este prinsă după fiecare impact.

După ce se deschide dispozitivul de măsurare al tasărilor, greutatea este lăsată să cadă de trei ori și tasările rezultate din cele trei impacturi sunt măsurate cu o acuratețe de ± 0.02 mm. Se face media acestora și prin formula de calcul a presiunii plăcii se determină *modulul de deflecție dinamic* E_{vd} a cărui valoare este afișată digital, sau, după caz, tipărită. Valorile măsurătorilor sunt disponibile astfel imediat făcând posibile intervenții operative în desfășurarea lucrărilor de execuție (recompactare).

Rezultatul testului nu trebuie luat în considerare dacă există vreo mișcare laterală a plăcii ca rezultat al impactului datorat greutății de cădere.

Dacă rezultatele măsurătorilor sunt neobișnuite (când placa se înclină prea mult, sau în cazul pătrunderii prea mari în teren a plăcii, sau când între valorile tasărilor diferența este mai mare de un sfert, atunci ar trebui fie săpat și înlăturat pământul pe o adâncime egală cu diametrul plăcii de sarcină, sub suprafața de testare, fie repetate măsurătorile într-un alt loc.

Toate caracteristicile deosebite ale zonei testate (domenii de consistență scăzute, conținut de apă în sol foarte mare sau foarte mic, pietre sau alte obiecte interferente, etc) trebuie notate în protocolul de testare.

1.4. Prezentarea datelor

Formularul încercării trebuie să cuprindă următoarele date:

- Datele de identificare ale Laboratorului care a efectuat încercarea;
- Datele de identificare ale lucrării (denumire lucrare, contract, beneficiar);
- Datele de identificare ale locului unde s-a făcut încercarea (coordonate X,Y,Z);
- Denumirea încercării și prescripția tehnică în conformitate cu care a fost efectuat testul;
- Date privind materialul încercat (denumire, stare de consistență/îndesare, etc);
- Date privind vremea cu menționarea temperaturii;
- Data încercării;
- Observații privitoare la efectuarea testului și modificări ale procedurii în funcție de situația întâlnită pe teren ;
- Amplitudinea tasării pentru fiecare locație ;
- Modulul dinamic de deformație E_{vd} calculat în funcție de valoarea medie a tasărilor ;
- Evaluarea statistică a zonei testate
- Personalul care a efectuat testul pe teren și care a efectuat verificarea

La sfârșitul anexei este prezentat un model de formular pentru înregistrarea valorilor obținute cu deflectometrul dinamic ușor

1.5. Relații de legătură:

Relația între modulul dinamic de deflecție E_{vd} și modulul de deformație E_{v2} obținut cu instalația Lucas


În acest moment în România există două tipuri de deflectometre dinamice ușoare: ZFG și Prima 100. Deoarece doar producătorul modelului ZFG prezintă, în manualul de utilizare, astfel de relații de legătură (1.2 și 1.3.) atenționăm că ele nu pot fi utilizate decât pentru acest tip de aparat și cu scopul obținerii unei valori orientative a modulului de deformare liniară E_{v2} .

$$\frac{E_{v2}}{E_{vd}} \in (1.0 - 4.0) \quad (1.2) \quad E_{v2} \approx 600 \times \ln \frac{300}{300 - E_{vd}} \quad (1.3)$$

În cazul utilizării unor alte modele de deflectometru dinamic ușor (realizate de alți producători) relațiile (1.2) și (1.3.) pot să nu mai fie valabile. În aceste condiții, în estimarea calitativă a uniformității zonei testate, se vor utiliza, cu acordul beneficiarului, relațiile de legătură recomandate de producătorul deflectometrului utilizat. De exemplu producătorul modelului PRIMA 100 prezintă în manualul de instrucțiuni al aparatului numai un domeniu de variație al valorilor obținute cu acest tip de aparat (E_0) pentru diferite tipuri de materiale. Pentru acest tip de aparat (Prima 100) alegerea plăcii de încărcare depinde de tipul stratului granular de măsurat. Placa de încărcare trebuie de asemenea schimbată atunci când E_0 pentru geofonul central depășește limitele din Tabelul 4.2.

Indiferent însă de modelul de instalație utilizat se vor respecta procedurile de lucru cu instalația respectivă și prevederile prescripțiilor tehnice după care se efectuează testarea.

Tabelul 4.1 Prima 100. Domeniul de variație al valorilor E_0 (extrase din manualul de utilizare)

	Domeniul de variație al valorilor E_0	
	Material	Expected measuring range
	Subsoil	5-60 Mpa
	Subbase	25-75 Mpa
	Unbound base layer	40-125 Mpa
	Unbound base layer (stone)	60-150 Mpa
	Asphalt	100-300 Mpa

Tabel 4.2. LWD Prima 100 . Tipul de placa de încărcare folosit în funcție de material

Placa de încărcare recomandată	Tipul de material	E_0 calculat pentru geofonul central
ϕ 100	Structuri rutiere rigide (straturi stabilizate cu lianti)	0 – 125 MPa
ϕ 200	Structuri rutiere simple și semirigide (straturi de baza din materiale granulare, straturi de baza din balast, piatra sparta)	peste 125 MPa
ϕ 300	Platforme de fundare, straturi de forma, ramblee, straturi de baza din materiale granulare	peste 170 MPa

2. Penetrometrul dinamic ușor (PDU)

2.1.Scopul încercării și domeniul de aplicare

Penetrometria dinamică este folosită pentru investigarea geotehnică a terenului de fundare în special în completarea metodelor de investigare clasice, prin foraje.

Metoda penetrometriei dinamice cu con, ușoare (masa de cădere = 10 kg) se folosește în general pentru pământuri coezive sau necozive medii - fine, mediu îndesate, până la adâncimea de aprox. 6,0 m.

2.2.Principiul metodei

Încercarea de penetrare dinamică ușoară constă în determinarea numărului necesar de lovituri date de un berbec cu masă de 10 kg lăsat să cadă liber de la o înălțime de 500 mm, ca să înfigă în teren un con (fig 4.2) cu diametrul (D) = 35.6 mm.

Penetrometrul dinamic ușor cu acționare manuală (PDU) - figura 4.2 are următoarele părți componente:

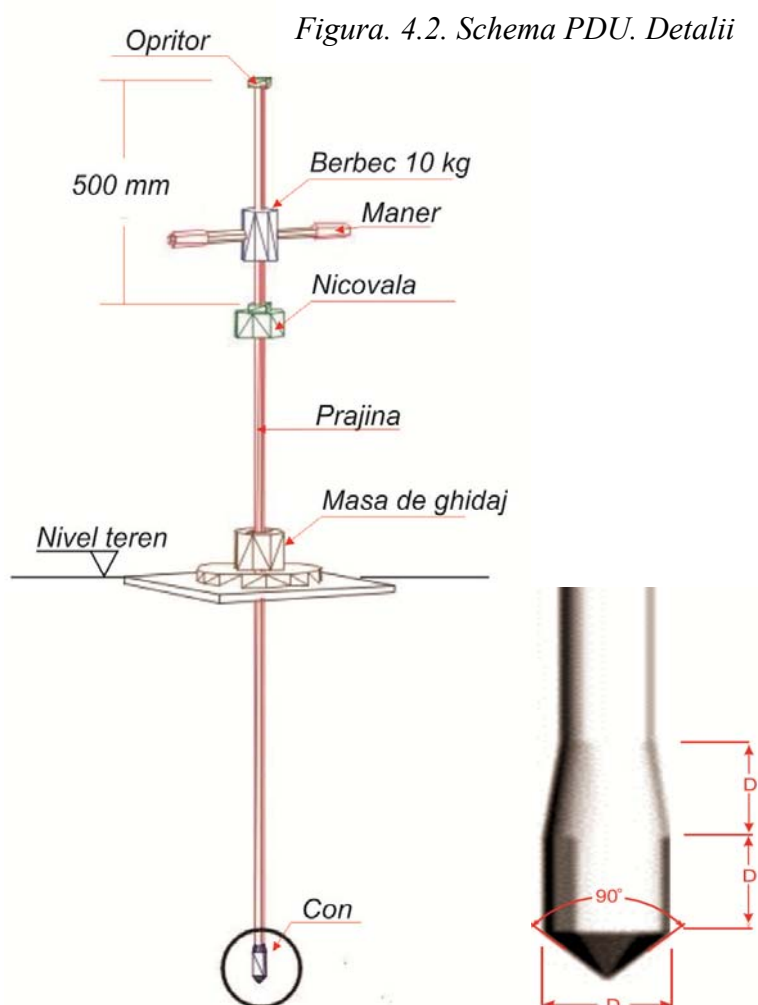
–dispozitivul de batere care are în componență: berbecul, nicovală, tijă de ghidaj și limitatorul de cursă cu care se fixează înălțimea de cădere a berbecului;

–coloana de tije formată din tronsoane de țevi de oțel de 1 m lungime, care sunt îmbinate de regulă prin infiletare;

–vârf conic.

Penetrometrul este echipat cu placa de bază care are rol de a asigura verticalitatea aparatului și care este prevăzută la partea centrală cu un cilindru de ghidaj prin care trece tija penetrometrului.

Extractorul pentru recuperarea coloanei de tije este format din dispozitivul de prindere cu bile, corpul propriu-zis al extractorului și pârghia de acționare.



Principalele caracteristici ale aparatului sunt:

vârful conic:

diametrul $d = 35,6$ mm
secțiune $A = 10$ cm²
unghiul de vârf = 90° .

tije:

diametrul recomandat al unei
tije = 22 mm

berbecul

masa: $M_1 = 10$ kg;
înălțimea de cădere $h = 0.50$ m

Aceste elemente se au în vedere pentru determinarea rezistenței pământului la penetrarea dinamică (R_d).

2.3. Modul de executare al testului

Pregătirea încercării de penetrare constă în:

- nivelarea (orizontalizarea) terenului pe o suprafață de cca 1 m² în zona de încercare;
- pichetarea punctelor unde urmează să se efectueze sondajele de penetrare și apoi aducerea în poziția de lucru a aparatului.

Pentru asigurarea verticalității sondajului cu penetrometrul dinamic ușor se așază la nivelul terenului placa de bază a aparatului, iar prima tijă se introduce prin partea inferioară a acesteia.

Efectuarea acestei încercări constă în căderea liberă a berbecului, de la o înălțime constantă, pe nicovala aparatului. și numărarea numărului de lovituri (N_{10}) necesare înfîngerii conului în teren din 10 în 10 cm.

La penetrometrul dinamic ușor, ridicarea berbecului până în dreptul limitatorului de cursă se face manual.

Pe măsura înfîngerii conului penetrometrului în teren se prelungeste coloana de tije prin introducerea a încă unui tronson, între nicovala și tija parțial introdusă în teren.

În imediata vecinătate (pe o rază de maxim 2 m) a investigației penetrometrice se realizează un foraj din care se prelevează probe netulburate cu ștutul, din 25 în 25 cm, determinându-se stratificația pământului, iar prin analize de laborator, densitatea aparentă în stare uscată (ρ_d), densitatea uscată maximă (ρ_{dmax}) și umiditatea (w).

2.4. Calculul rezultatelor și prezentarea datelor

Rezistența pământului la penetrarea dinamică R_d , se determină cu formula:

$$R_d = \frac{1}{A} \times \frac{G_1^2 \cdot h}{e(G_1 + G_2)} \quad [\text{kN/m}^2] \quad (2.1) \quad \text{unde :}$$

G_1 = greutatea berbecului [kN] ;

G_z = greutatea tijelor + con + nicovală + tija de ghidaj, pentru o anumită adâncime [kN]

h = înălțimea de cădere a berbecului [m] ;

e = pătrunderea conului sub o singură lovitură [m] ;

A = aria secțiunii transversale a conului [m²] ;

Prezentarea datelor de penetrare se face pe un formular de tipul celui prezentat la sfârșitul anexei.

2.5. Relații de legătură:

Se propune, pentru determinarea presiunii admisibile, următoarea relație, stabilită experimental și verificată în practică:

$$P_{adm} = \frac{R_d}{F \cdot k} \quad [\text{kN/m}^2] \quad (2.2)$$

unde : R_d = rezistența pământului la penetrare dinamică (kN/m²)

F = un coeficient de siguranță cu valori cuprinse în intervalul: 2,5 - 3,5 (este cu atât mai

bun cu cât are valori mai mici, adică în jurul lui 2,5).

k = un coeficient ce se menține constant, ca o caracteristică a pământului considerat, deci care depinde de natura terenului și variază în intervalul 5 – 7, astfel :

$k = 5$ pentru nisipuri fine, argiloase;

$k = 6$ pentru prafuri,

$k = 7$ pentru argile.

Situația cea mai defavorabilă se întâlnește atunci când $F = 3$ și $k = 7$.

Relația (2.2.) poate fi utilizată pentru estimarea capacității portante a terenului de fundare al terasamentului.

3. Penetrarea dinamică cu con (DCP)

3.1. Scopul încercării și domeniul de aplicare

Metoda de penetrare dinamică cu con – DCP (figura 4.3) constituie un procedeu rapid ce poate fi utilizat pentru estimarea capacității portante a terenului de fundare.

Încercările de penetrare dinamică cu con se execută în pământuri coezive și în pământuri necoezive fine cu o valoare a portanței de până la 3 MPa. Adâncimea de investigare este de 1 m.

3.2. Principiul metodei

Încercarea de penetrare dinamică cu con (DCP) constă în determinarea avansării în teren a unui con (fig 4.3) cu diametrul (D) = 20 mm la fiecare lovitură dată de căderea unui berbec cu masa de 8 kg de la înălțimea de 575 mm

La fel ca și PDU penetrometrul dinamic cu con are următoarele părți componente:

–dispozitivul de batere care are în componență: berbecul, nicovala, tija de ghidaj și limitatorul de cursă cu care se fixează înălțimea de cădere a berbecului;

–coloana de tije formată dintr-un tronson de țevă de oțel de 1 m lungime;

–vârf conic.

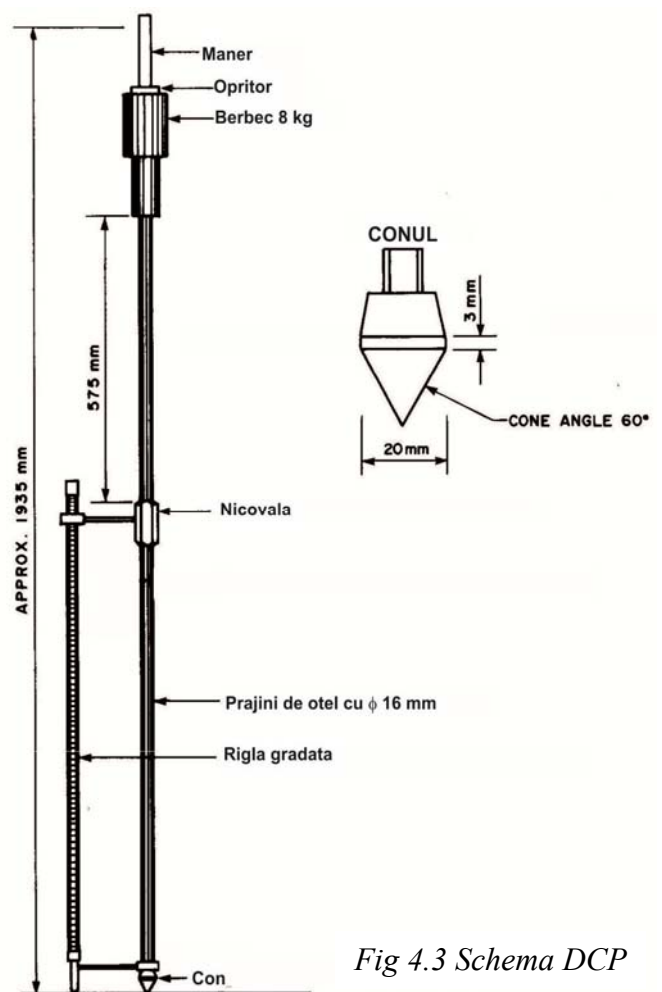


Fig 4.3 Schema DCP

Penetrometrul este echipat cu placa de bază care are rol de a asigura verticalitatea aparatului și care este prevăzută la partea centrală cu un cilindru de ghidaj prin care trece tija penetrometrului și cu o riglă gradată pe care se citește avansarea după fiecare lovitură.

Principalele caracteristici ale aparatului sunt:

vârful conic:

diametrul $d = 20$ mm
unghiul de vârf = 60° .

tijele:

diam. recomandat al tijei = 16 mm

berbecul

masa: $M_1 = 8$ kg:
înălțimea de cădere $h = 0.575$ m

3.3. Modul de executare al testului

Încercarea începe în general de la suprafața terenului sau de la talpa săpăturii de fundație. Efectuarea încercării de penetrare dinamică cu con comportă următoarele operații:

- nivelarea terenului pe o suprafață de circa 1m^2 în zona de încercare. Pentru asigurarea verticalității sondajului de penetrare se așează la nivelul terenului placa de bază, prima tijă introducându-se prin orificiul acesteia.

- aplicarea loviturilor cu frecvența de 15-30 lovituri pe minut prin căderea liberă a berbecului, de la înălțime constantă, pe nicovala aparatului. Ridicarea berbecului se face manual, până în dreptul limitatorului de cursă.

- înregistrarea avansării după fiecare lovitură prin citiri pe rigla gradată. Încercarea se consideră încheiată după pătrunderea conului în teren pe adâncimea de 1 m

3.4. Calculul rezultatelor și prezentarea datelor

Rezultatul penetrării dinamice cu con (DCP) se exprimă sub forma *indicii de penetrare dinamică* (dynamic penetration index) - DPI [mm/lov]

3.5. Relații de legătură:

Relația de legătură între DPI (indicele de penetrare dinamic) și indicele de portanță californian (CBR) sau modulul de reacție (K_0) depinde atât de natura materialului testat cât și de starea lui de îndesare/consistență dar pentru estimarea capacității portante prin încercarea DCP pot fi utilizate următoarele relații:

✓ conform "US Army Waterways Experiment Station":

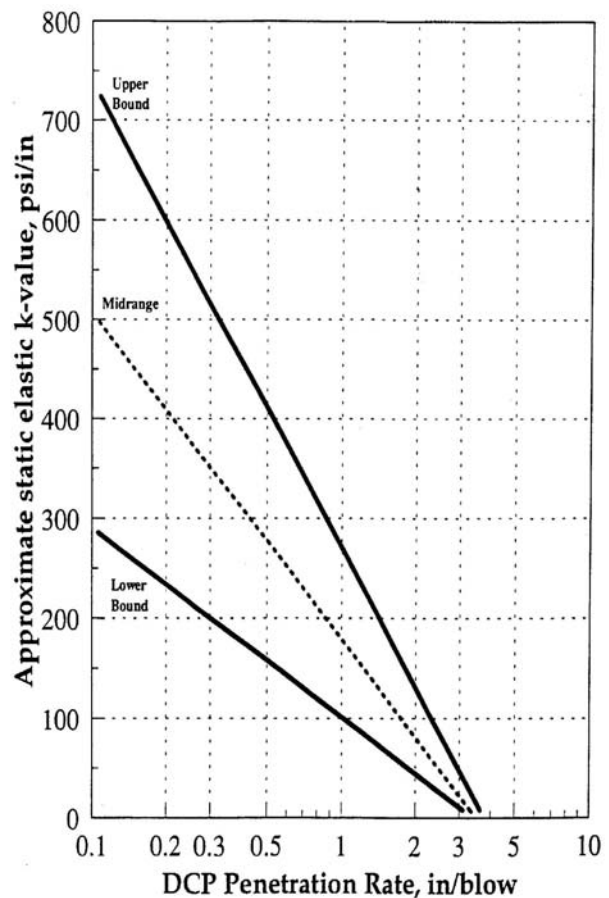
$$\log CBR = 2.465 - 1.12 \log DPI \quad (3.1)$$

unde: CBR - indicele de portanță californian [%]

DPI - indicele de penetrare dinamică [mm/lov]

✓ conform "Supplement for AASHTO Guide for Design of Pavement Structures. Part II - Rigid Pavement Design & Rigid Pavement Road Design - 1998" – relația între DCP și valoarea K_0 este prezentată grafic (figura 4.4).

Fig. 4.4. Aproximarea relației între DCP și modulul de reacție (extras din "Supplement for AASHTO Guide for Design of Pavement Structures. Part II - Rigid Pavement Design & Rigid Pavement Road Design")



unde: k-value - modul de reacție K_0 [psi/in]

DCP penetration rate [in/blow] - media valorilor DPI [in/blow] pe o anumita adâncime (0,30 m; 0,50 m; 1,0 m)

Notă:

1 psi/in = 0.271 KPa/mm; 1 KPa/mm = 1 MN/m³

1 in/blow = 25,4 mm/lovitura

4. Penetrometrul static – Proctor manual

4.1.Scopul încercării și domeniul de aplicare

Penetrometrul static Proctor manual se folosește la verificarea gradului de compactare al pământurilor cu granulație fină (până la maxim 2 mm) obținut după operațiunea de cilindrare în diversele faze de execuție a terasamentelor rutiere. În acest scop, odată cu trasarea diagramei Proctor, se trasează și diagrama rezistenței pământului la penetrarea statică (la pătrunderea dornului), în funcție de umiditate.

4.2.Principiul metodei

Încercarea prin penetrare statică constă în presarea în teren, în mod lent și continuu a unei tije cu un dorn de o anumită suprafață circulară, montat în vârf.

Viteza redusă și constantă cu care se execută presarea face ca operația să poată fi considerată statică.

Aparatul înregistrează deci rezistența pământurilor cu granulație fină, la penetrarea dornului (ales în funcție de consistența pământului), presat cu o viteză constantă.

Forța de presare pentru pătrunderea dornului pe o anumită adâncime este înregistrată de un resort calibrat. Unele modele, au în locul resortului, un inel dinamometric.

4.3. Aparatura. Modul de executare al testului

4.3.1. Aparatul este compus din următoarele piese principale :

- un cilindru metalic, în interiorul căruia se află un resort calibrat;
- o tijă de pătrundere în pământ: la un capăt al său este fixat resortul, iar la celălalt capăt se pot monta prin înfiletare, unul din dornurile (denumite și "ace") de diferite suprafețe, în funcție de consistența pământului de încercat.

Astfel, un dorn corect ales, trebuie să aibă o suprafață de apăsare care să corespundă unor citiri cuprinse în intervalul 20 - 75 lbs (1 lbs = 0.4536 kg) pe scara calibrată a aparatului;

- o tijă cu scala gradată, cu diviziunile notate în livre, valoare maximă = 100 lbs pentru citirea forței de presare.

Tija este prevăzută la capătul superior cu un mâner de lemn, demontabil, pe filet:

- set de dornuri (6 buc.), având fiecare notată pe el valoarea suprafeței de apăsare (exprimată în in²): 1/20"² - 1/10"² - 1/3"² - 1/2"² - 3/4"² - 1"²
- greutatea aparatului este de cca. 2 kg și lungimea sa de cca 1 m.

4.3.2.Modul de lucru

– Se alege dornul de suprafața adecvată, corespunzătoare consistenței pământului, astfel încât aria de apăsare să dea citiri cuprinse în intervalul 20 – 75 lbs, pe scara calibrată a aparatului ;

- Se montează mânerul, se apucă cu 2 mâini și se ține în poziție verticală, sprijinit

de suprafața terenului a cărei compactitate trebuie verificată ;

- Sprijinit în mâner, cu ambele mâini, se presează dornul în pământ, cu o viteză constantă de aproximativ 13 mm/sec (0,5 inch/sec.), pe o distanță minimă de 3 inch (76 mm) ;
- Se retrage dornul, respectiv până la suprafața terenului ;
- Se citește pe tija gradată, forța de presare ;
- Se fac 3 astfel de determinări pentru fiecare punct de control ales în cazul pământurilor coezive și o determinare în cazul pământurilor necoezive (nisipuri).

În paralel se determină și umiditatea pământului, printr-o metodă rapidă de teren.

4.4. Calculul rezultatelor și prezentarea datelor

Rezistența pământului la pătrunderea dornului se determină prin raportul :

$$R_p = \frac{\text{forța citită pe tija}}{\text{suprafața de înfigere a dornulu (inch}^2)} \quad (4.1)$$

unde : 1 inch = 2,54 cm; 1 lb = 453,6 g

Rezultatul se exprimă în lbs/inch², respectiv g/cm². Înregistrarea rezultatelor se face pe tabele speciale.

4.5. Relații de legătură:

Se folosește diagrama de corelare dintre rezistența la penetrare Rp și indicele californian de capacitate portantă (CBR), conform "PD 125 - Realizarea mecanizată a terasamentelor de CF"

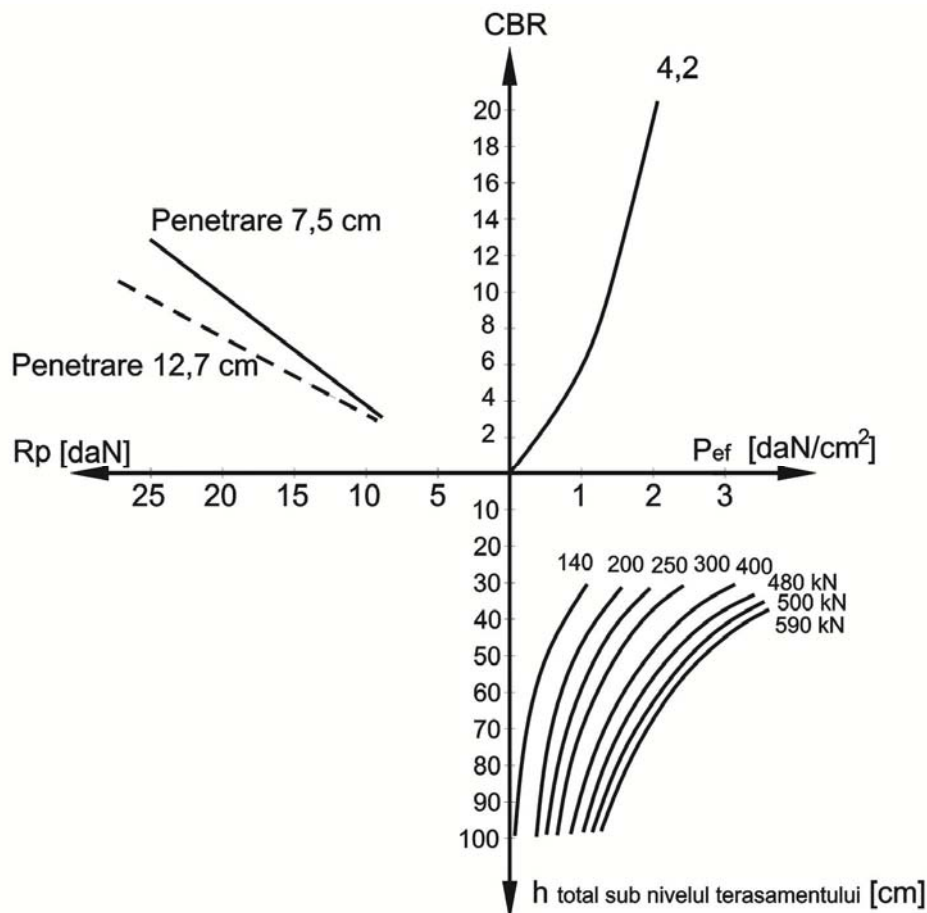


Figura.4.5. Corelația dintre Rp [daN] și indicele CBR [%]
(dupa PD 125 - Realizarea mecanizată a terasamentelor de CF)

5. Metode geofizice (Geogauge)

GeoGauge (figura 4.6) este un aparat nenuclear care transmite deplasari foarte mici la teren ($<1.27 \times 10^{-6}$ m) sub forma de vibratii, cu frecvențe între 100 și 196 Hz și măsoară forța transmisă la teren și rezultatul ei adică deformarea acestuia. Deformarea terenului rezultă astfel direct din impedanță, ca o funcție a frecvenței.

Se determină deformarea pentru fiecare frecvență și se afișează o medie a acestora. Întregul proces durează aproximativ un minut

Aparatul GeoGauge este amplasat pe teren fără a necesita o pregătire specială a suprafeței terenului fiind necesar însă un contact perfect între baza aparatului și teren. Pe suprafețele foarte dure sau cu asperități, pentru a facilita amplasarea, se va utiliza un material umed cu o grosime de max.10mm (de ex.mortar cu nisip).

GeoGauge poate fi utilizat în controlul calitatii terenurilor de fundare, straturilor de bază sau pamanturilor stabilizate putând estima atât modulul de elasticitate (E) al acestora cât și compactarea lor relativă. Metoda de control a calitatii utilizează o bandă de control și valori de portanță țintă stabilite inițial, care sunt corelate cu compactarea relativă convențională. În cele din urmă, valorile de portanță țintă sunt corelate cu valorile de proiectare și valorile estimate bazate pe experiență

Deasemenea GeoGauge poate fi folosit pe teren pentru a estima CBR sau rezultatele testelor cu placa statica

Măsurătorile se pot efectua în orice fel de spații sau în apropierea utilajelor de construcții în stare de funcționare, nefiind necesară decât asigurarea unei distanțe adecvate pentru securitatea operatorului.

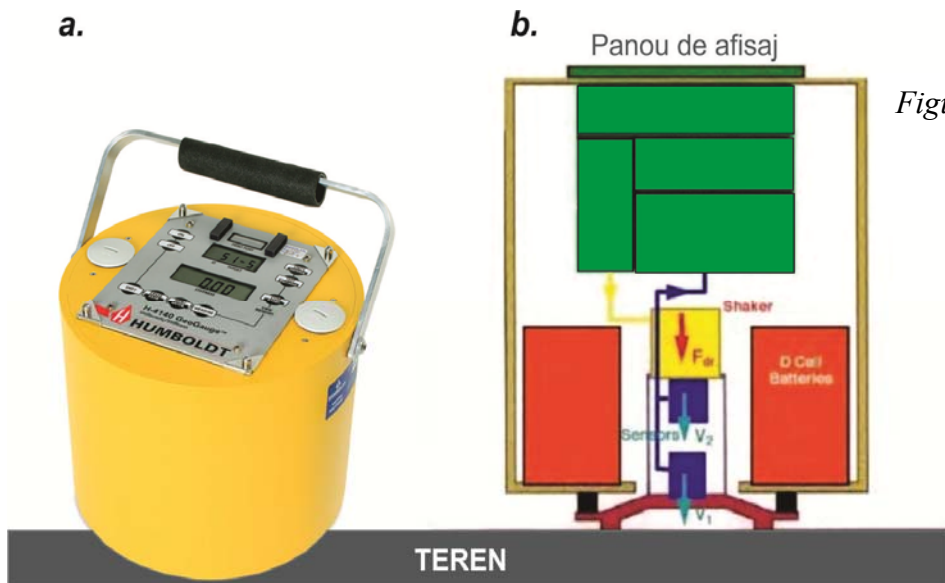


Figura. 4.6. a. Modelul unui aparat GeoGauge; b. Schema de funcționare

6. Controlul continuu al compactării (continuous compaction control - CCC)

6.1.Scopul încercării si domeniul de aplicare

Toate metodele de control prezentate în această anexă, inclusiv cele clasice (prezentate în anexele 2 si 3) au două limite importante. Pe de o parte controlul se realizează punctual, prin sondaj, pe de altă parte procesul de control este separat în timp de procesul de producție, controlul reprezentând întotdeauna o intervenție în regimul de producție iar remedierile (compactările suplimentare) pot fi făcute abia după evaluarea rezultatelor controlului.

Aceste limitări dispar însă în cazul utilizării metodei de *control continuu al compactării - CCC*, pe întreaga suprafață.

6.2.Principiul metodei

Principiul de măsurare este următorul:

Utilajul de compactare se dotează cu un dispozitiv de înregistrare a vibrațiilor, ce se fixează pe axul valțului (fig. 4.7). Acesta preia parametrii (amplitudinea, frecvența) vibrațiilor mașinii de compactat în timpul procesului de compactare și le transmite unei unități de calcul.

6.3. Modul de executare al testului

Înainte de începerea lucrărilor de compactare se realizează un sector experimental exact în aceleași condiții ca și lucrarea propriu-zisă (tip de pământ, umiditatea, teren de bază, etc) pe care se stabilesc parametrii de referință ai compactării, etalonându-se astfel sistemul de compactare utilaj - strat. Parametrii de referință sunt introduși în memoria computerului, care în timpul execuției compară parametrii de referință cu cei obținuți. Astfel operatorul este în permanență informat privind calitatea compactării, procesul de verificare fiind continuu pe toată suprafața.

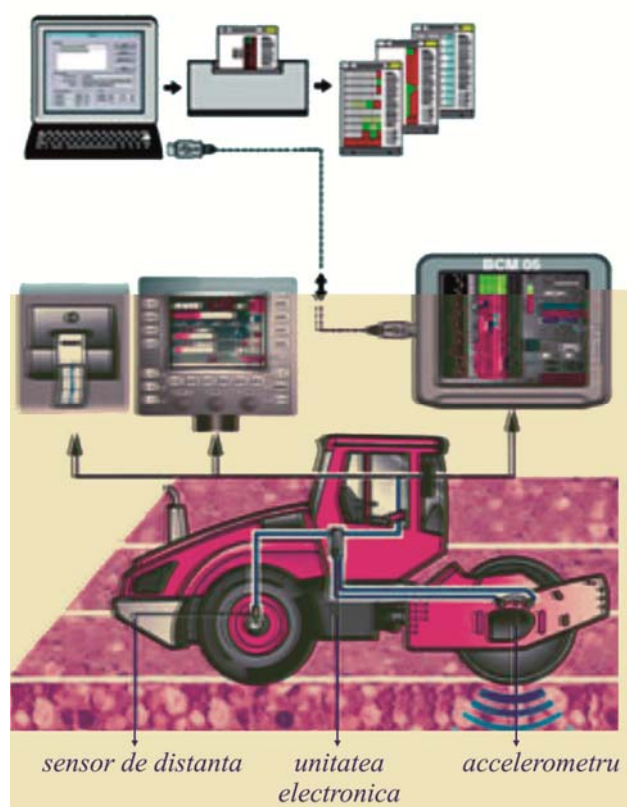
Limitele metodei sunt următoarele:

- Verificarea nu se poate executa decat în condițiile existenței unor etalonări anterioare ceea ce poate fi relativ costisitor dacă lotul ce urmează a fi verificat nu are o suprafață suficient de mare
- Măsurătorile sunt sigure și elocvente dacă pe întreaga suprafață există aceleași condiții cu cele pe care s-a efectuat calibrarea
- Metoda poate fi utilizată doar pentru verificarea compactării de suprafațe plane. Umpluturile posterioare sau compactările șanțurilor nu pot fi controlate cu această metodă.

6.4. Calculul rezultatelor și prezentarea datelor

Calculul rezultatelor se face automat de către unitatea centrală iar rezultele pot fi afișate pe ecranul computerului sau tipărite.

Figura 4.7. Schema de functionare a aparatului CCC



Model de formular pentru înregistrarea valorilor obținute cu deflectometrul dinamic ușor și evaluare statistică a rezultatelor

LOGO LABORATOR			Contract: Lucrarea:				
DETERMINAREA MODULULUI DINAMIC DE DEFLECȚIE E_{vd} PRIN ÎNCERCĂRI DIRECTE PE TEREN conform							
Localizarea (sectorul): Tipul materialului: Vremea:					<u>APARATURĂ FOLOSITĂ</u> Tip placă: D _{placă} (cm) =		
TEST NR.	Ora	Poziția	Lo v	TASAREA (mm)		E _{vd} = $\frac{22.5}{s}$ [MN/m ²]	Comentarii
				S ₁ ; S ₂ ; S ₃	Valoarea medie $s = \frac{s_1 + s_2 + s_3}{3}$		
1	10.15	profil 1	1	0.438	0.379	59.3	
			2	0.308			
			3	0.392			
2	10.20	profil 2	1	0.422	0.415	54.2	
			2	0.400			
			3	0.424			
3	10.25	profil 3	1	0.296	0.324	69.4	
			2	0.290			
			3	0.387			
4	10.30	profil 4	1	0.322	0.346	65.0	
			2	0.255			
			3	0.462			
5	10.35	profil 5	1	0.451	0.360	62.6	
			2	0.254			
			3	0.374			
6	10.40	profil 6	1	0.392	0.334	67.3	
			2	0.322			
			3	0.289			
7	10.45	profil 7	1	0.401	0.410	54.9	
			2	0.375			
			3	0.454			
OBSERVAȚII:							
Evaluarea statistică a rezultatelor :							
Media aritmetică a valorilor E _{vd} din locul testat (\bar{X}): $\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$		Abaterea standard (s): $s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{X} - x_i)^2}{n-1}}$		Cerința impusă: $C_v = \frac{s}{\bar{X}} \times 100 (\%)$		EVALUAREA STATISTICĂ C _v < 20 % deci <u>seria de măsurători este acceptată</u>	
$\bar{X}(E_{vd}) = 61.8$		s(E _{vd}) = 5.9		C _v = 9.5 %			
DATA:			OPERATOR:			VERIFICAT:	

Model de formular pentru înregistrarea valorilor obținute cu penetrometrul dinamic ușor

LOGO LABORATOR			SANTIER:			
PENETRARE DINAMICĂ UȘOARĂ			PDU NR.....			
conform NORMATIV C159-89						
Poziția:			Cota forajului:			
$\alpha = \frac{G_1^2 \cdot h}{A \times (G_1 + G_2)}$	Nr.lov. N10	Rd (MPa)	Descriere stratificație	APA SUBTERANĂ	N₁₀ [lov.]	Rd [MPa]
					0.00	
					0.10	
					0.20	
					0.30	
					0.40	
					0.50	
					0.60	
					0.70	
					0.80	
					0.90	
					1.00	
					1.10	
					1.20	
					1.30	
					1.40	
					1.50	
					1.60	
					1.70	
					1.80	
					1.90	
					2.00	
					2.10	
					2.20	
					2.30	
					2.40	
					2.50	
					2.60	
					2.70	
					2.80	
					2.90	
					3.00	
					3.10	
					3.20	
					3.30	
					3.40	
					3.50	
					3.60	
					3.70	
					3.80	
					3.90	
					4.00	
					4.10	
					4.20	
					4.30	
					4.40	
					4.50	
					4.60	
					4.70	
					4.80	
					4.90	
					5.00	
					5.10	
					5.20	
					5.30	
					5.40	
					5.50	
					5.60	
					5.70	
					5.80	
					5.90	
					6.00	
CARACTERISTICI PENETROMETRU			Masă berbec =		EXECUTAT:	
			Masă nicovală =		VERIFICAT:	
			Masă tijă =		DATA:	

ANEXA 5 - Determinarea deflexiunii structurilor rutiere suple si semirigide cu deflectometrul cu parghie tip Benkelman¹¹

Deflexiunea structurilor rutiere se determină prin folosirea unor tehnici diferite de măsurare a caracteristicilor de deformabilitate a complexului rutier, diferențiate în funcție de următorii factori:

- componenta măsurată a deformației verticale (elastică sau totală) a suprafeței complexului rutier sub solicitarea osiei din spate a vehiculului de măsurare;
- durata de solicitare a complexului rutier în timpul măsurării;
- autonomia dispozitivului de măsurare față de vehiculul de măsurare.

Durata de solicitare a complexului rutier în timpul măsurării este de maxim 1 min. fiind corespunzătoare unei viteze de deplasare a vehiculului de măsurare de maxim 0,5 km/h.

Deflexiunile complexului rutier sunt corespunzătoare solicitării complexului rutier produsă de sarcina pe una din roțile duble din spate 57,5 kN ale vehiculului etalon (cu sarcina pe osia din spate de 115 kN).

5.1. Modul de efectuare a masuratorilor deflexiunilor cu deflectometrul cu parghie de tip Benkelman. Prelucrarea datelor obtinute

5.1.1. Principiul metodei

Principiul metodei consta in măsurarea față de un sistem de referință deplasarea pe verticală a suprafeței complexului rutier, deformată sub solicitarea roților duble ale osiei din spate a vehiculului de măsurare, după îndepărtarea acestuia (revenire elastică a suprafeței complexului rutier). Pârghia basculantă componenta principală a deflectometrului cu pârghie, permite transmiterea deplasării verticale a vârfului de contact amplasat între roțile duble, la celălalt capăt al pârghiei, unde aceasta este citită cu ajutorul unui microcomparator.

5.1.2. Aparatura (foto 5.1 si figura 5.1)

Aparatura pentru determinare este alcătuită din:

- a) aparat propriu-zis alcătuit din:

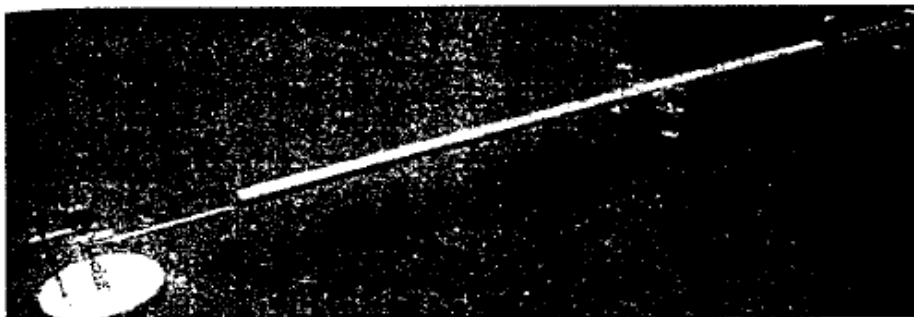
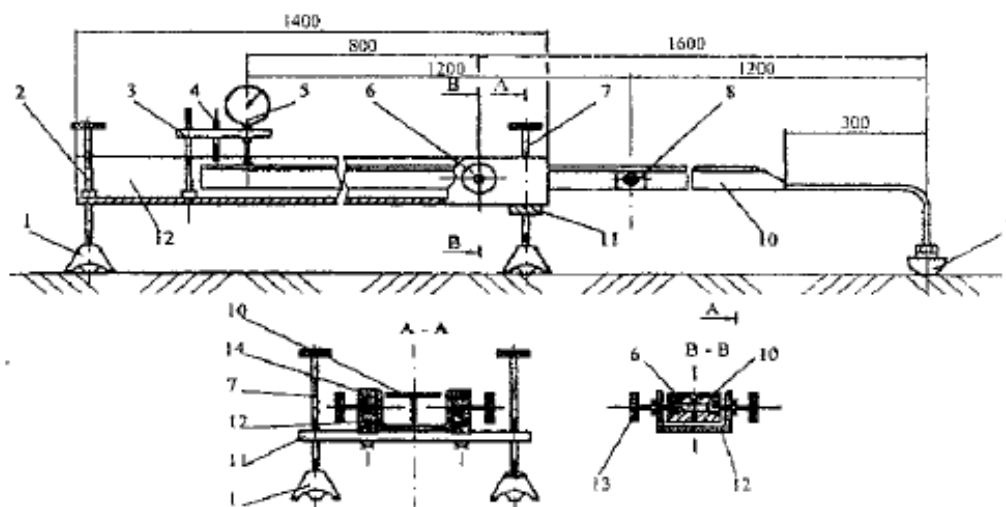


Foto 5.1

¹¹ dupa CD 31-2002. Normativ pentru determinarea prin deflectografie si deflectometrie a capacitatii portante a drumurilor cu structuri rutiere suple si semirigide cu deflectograful Lacroix si deflectometrul cu parghie tip Benkelman

Figura 5.1. Deflectometru – detaliu



- | | |
|---------------------------|---------------------------------|
| 1. dispozitiv rezemare | 8. ax rotire suport 1/1 |
| 2. șurub reglare spate | 9. palpator |
| 3. suport microcomparator | 10. pârghie suport |
| 4. opritor | 11. riglă suport |
| 5. microcomparator | 12. grindă suport |
| 6. ax rotire suport 2/1 | 13. șurub de fixare |
| 7. șurub reglare față | 14. sistem de ansamblare grindă |

- grinda suport (12) confecționată dintr-un profil cu secțiune în formă de U, cu o lungime de cca. 1,40m prevăzută la capătul posterior cu un picior-suport reglabil, iar la capătul anterior cu două plăcuțe exterioare prevăzute cu două orificii cu filet în care sunt montate două șuruburi reglabile care formează axa de rotație a pârgchiei basculante;
 - rigla suport(11), cu două picioare reglabile pe care se sprijină capătul anterior al brațului suport și care se solidarizează cu acesta prin intermediul a două șuruburi de presiune, plasate în orificiile prevăzute în brațul suport;
 - suport microcomparator (3), care se înșurubează în orificiile cu filet de pe talpa brațului suport și pe care se montează dispozitivul de fixare a microcomparatorului, cu sensibilitatea 1-100mm cu ajutorul unor șuruburi de presiune;
 - pârghie basculantă (10), confecționată dintr-un profil cu secțiune în formă de T, cu lungime totală de 2,40m. La unul din capete are o prelungire din oțel carbon îndoită la 90°, pentru a constitui vârful de contact al aparatului. Pe inima secțiunii T sunt trei puncte de sprijin, prin intermediul cărora pârghia basculantă se poate sprijini în axa de rotație. Aceste trei puncte de sprijin sunt amplasate astfel încât raportul (r) dintre distanța de la vârful de contact la axa de rotație și distanța de la axa de rotație la acul microcomparatorului să poată avea valorile de 1:1, 2:1, 5:1.
- b) două microcomparate cu sensibilitate de 1/100mm;
- c) palpator, în două variante: cilindric și semidisc, după natura stratului de rezemare și anume:
- Semidisc în cazul măsurătorilor pe îmbrăcăminte bituminoasă;

- Cilindric în cazul măsurătorilor pe straturi din balast sau piatră spartă la terasamente;

d) dispozitiv de etalonare a deflectometrului cu pârghie (fig.5.2) este compus din:

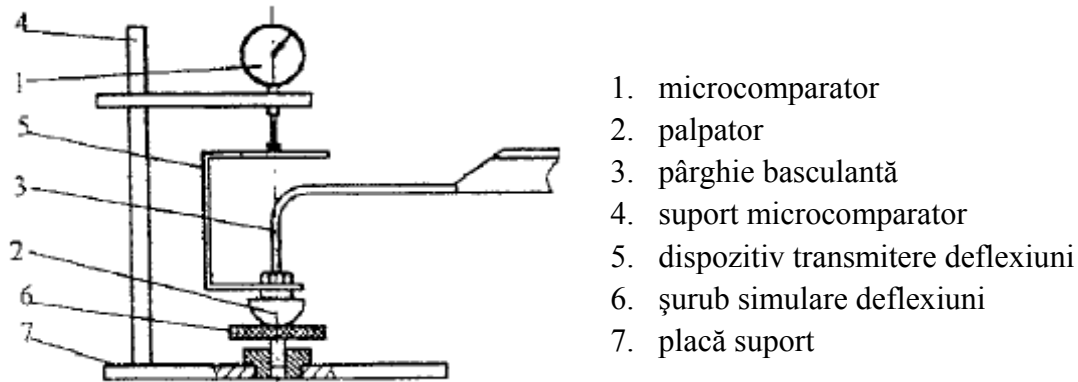


Fig. 5.2. Dispozitiv de etalonare

- placa suport (7) cu diametrul de 200mm, prevăzută cu un orificiu cu filet pe toată grosimea ei;
- șurub simulate deflexiuni (6), montat în orificiul din placa suport care este prevăzută la capătul superior cu adâncitura (în care se sprijină vârful de contact al deflectometrului cu pârghie);
- suport microcomparator (4), solidarizat de placa suport;
- dispozitiv transmitere deflexiuni (5)
 - e) termometru (0-500C) cu precizie de +0,50C;
 - f) dorn;
 - g) ciocan;
 - h) cutie cu lemn cu capac, necesară pentru transportul deflectometrului.

5.1.3. Vehicul de măsurare

Pentru determinarea capacității portante cu deflectometrul cu pârghie este necesar un vehicul de măsurare care trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- osie simplă cu roți duble;
- sarcina pe osia din spate 65...115kN;
- presiunea de umflare a pneurilor din spate să fie egală cu presiunea normală (6,25...6,75 at);
- presiunea pe osia din spate să fie de același tip, să nu aibă grad avansat de uzură sau să nu prezinte diferențe vizibile de uzură.

Se recomandă utilizarea autocamioanelor sau autobasculantelor de marcă R6135, R8135, și R10215, cu următoarele caracteristici:

• sarcina pe osia din spate	R6135	R8135	R10215
P,kg	7000	7600	10000
• Presiunea aerului în pneurile din spate			
p, at	6,25	6,25	6,75

Se recomandă utilizarea unui vehicul de măsurare cu sarcina pe osia din spate de 115 kN sau cât mai apropiată de această valoare.

5.1.4. Echipa de lucru

Echipa de lucru se compune din:

- tehnician, care efectuează și înregistrează citirea de pe cadranul microcomparatorului deflectometrului și notează datele suplimentare acestor măsurători;
- operator, care manipulează deflectometrul;
- șoferul vehiculului de măsurare.

5.1.5. Etalonarea aparaturii

Etalonarea deflectometrului cu pârghie constă în stabilirea corelației între valoarea deplasării pe verticală a vârfului de contact al deflectometrului și citirea pe microcomparator.

Operația de etalonare se efectuează pentru fiecare raport dintre distanța de la vârful de contact la axa de rotație și distanța de la axa de rotație la acul microcomparatorului, la începutul fiecărei campanii de măsurări sau de câte ori au existat condiții care ar fi dus la dereglarea funcționării aparatului sau la înlocuirea microcomparatorului.

Starea de funcționare a microcomparatorului se verifică anual conform reglementărilor în vigoare.

Efectuarea etalonării implică următoarele operații:

- a) deflectometrul ansamblat se amplasează pe o suprafață plană și se asigură funcționarea lui corespunzătoare.
- b) dispozitivul de etalonare se așează la capătul pârghiei basculante astfel încât vârful de contact al acestuia să fie amplasat în centrul șurubului reglabil, în adâncitura acestuia, conform figurii.5.2;
- c) se fixează microcomparatorul de tija metalică orizontală a dispozitivului de etalonare și se reglează;
- d) se pun ambele microcomparatoare la 0;
- e) se rotește șurubul reglabil în sens invers acelor de ceasornic astfel ca vârful de contact (palpatorul) al pârghiei basculante, deplasându-se, microcomparatorul dispozitivului de etalonare să indice 10 sutimi de milimetru. Se citește deplasarea transmisă la microcomparatorul deflectometrului. Atât citirea pe microcomparatorul dispozitivului de etalonare (deplasarea vârfului de contact) cât și citirea la microcomparatorul deflectometrului se înscriu într-un tabel;
- f) se rotește șurubul reglabil în sens invers pentru aducerea la zero a acului microcomparatorului dispozitivului de etalonare. În cazul în care acul microcomparatorului nu a venit la zero, acesta se reglează manual la poziția “zero”;
- g) se repetă operațiile de la punctele e și f astfel ca microcomparatorul dispozitivului de etalonare să indice deplasări ale vârfului de contact de 20, 30, 40, 50, ... 200 sutimi de milimetru;
- h) se repetă operațiile de etalonare (pct.e...g) de trei ori.

Între deplasarea vârfului de contact al deflektometrului și deplasarea trimisă la celălalt capăt al pârgheii, există o dependență liniară a carei ecuație (dreapta de regresie) este de forma:

$$y = A + Bx \quad (1) \quad \text{și anume } d = A + BC \quad (1 \text{ bis}) \quad \text{unde:}$$

d = deflexiunea, în 0.01 mm

C = citirea pe microcomparatorul deflektometrului cu pârghie, în 0,01 mm

A și B – constantele ecuației de gradul I (dreapta de regresie)

Ecuația dreptei de regresie se stabilește pe baza datelor obținute în urma operației de etalonare a deflektometrului cu pârghie în care:

y – deplasarea reală a vârfului de contact al deflektometrului cu pârghie citită pe microcomparatorul dispozitivului de etalonare, în 0.01 mm

x – deplasarea transmisă la celălalt capăt al deflektometrului cu pârghie citită pe microcomparatorul acestuia, în 0.01 mm.

Pentru stabilirea ecuației de regresie se pleacă de la relația:

$$y = \bar{y} + a_{y/x}(\bar{x} - x) \quad \text{unde} \quad \bar{y} = \frac{\sum y}{n} \quad \text{iar} \quad n - \text{numărul perechilor de valori } (x, y)$$

Se calculează:

$$a_{y/x} = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad \text{și} \quad a_{x/y} = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{n \sum y^2 - (\sum y)^2}$$

Cu valorile $a_{y/x}$ și $a_{x/y}$ se calculează valoarea coeficientului de corelație (r) cu relația: $r = \sqrt{a_{y/x} \times a_{x/y}}$

Coeficientul de corelație (r) trebuie să aibă o valoare apropiată de 1 pentru a considera linia de regresie ca o dreaptă

5.1.6. Pregătirea vehiculului de măsurare

Se încarcă vehiculul de măsurare pentru realizarea sarcinii necesare pe osia din spate. Se recomandă utilizarea unor elemente metalice sau din beton de ciment, a căror măsură să fie cunoscută și care să facă parte din dotarea unității care efectuează măsurările. Încărcătura se repartizează în mod uniform pe fiecare din roțile duble ale osiei din spate.

Se verifică presiunea în pneurile din spate, care nu trebuie să varieze cu mai mult de 0,5 atm. față de cea precizată.

Se cântărește osia din spate a vehiculului de măsurare (P , kN).

5.1.7. Efectuarea măsurării

Deflektometrul cu pârghie se assemblează în vederea efectuării măsurării verificându-se șuruburile de strângere și centrare în lung și transversal ale pârgheii basculante față de brațul suport. Se recomandă ca instalarea pârgheii să se facă în poziția 2:1. Montarea pârgheii basculante în poziția 1:1 este necesară numai în cazul în care se fac măsurări pe sisteme rutiere cu o capacitate portantă ridicată, care prezintă deformabilități foarte scăzute sau când sunt necesare măsurări cu precizie foarte mare. Montarea pârgheii basculante în poziția 5:1 este necesară numai în cazul în

care se fac măsurări pe sectoare de drum cu deformabilități foarte mari la care cursa normală a acului microcomparatorului (10-11mm) nu este suficientă. Aceste ultime două cazuri sunt însă foarte rare, montarea pârgheii basculante în poziția 2:1 satisfăcând în general necesitățile curente.

Se instalează vehiculul de măsurare cu una din roțile duble din spate deasupra punctului în care urmează se face măsurarea.

Vehiculul se menține pe punct prin frînare sau prin frâna mecanică de mână.

Se introduce vârful de contact al deflectometrului între pneurile roților din spatele autovehiculului, astfel încât aceasta să fie plasat în centrul suprafeței de contact dintre pneuri și suprafața îmbrăcămintei (foto 5.2).

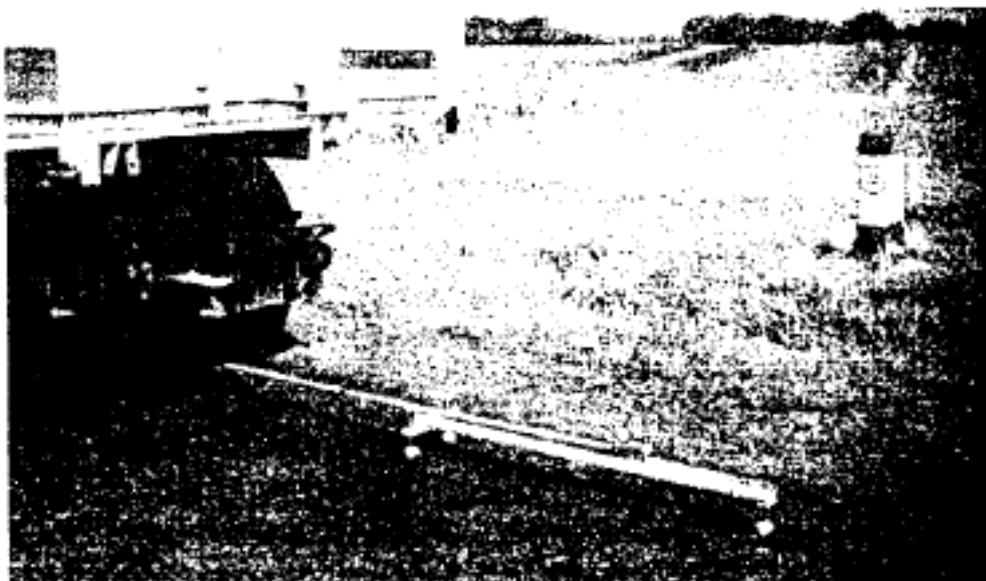


Foto 5.2. Poziția de lucru a deflectometrului

În cazul în care se fac măsurători pe balast, pe pietruiri dezgradate sau pe macadam insuficient încleștat, vârful de contact se așează pe suprafața drumului prin intermediul palpatorului cilindric, aflat în dotarea aparatului.

Se așează suportul anterior în poziția orizontală manevrând cele două șuruburi reglabile în sensul cerut de adâncimea bulei de aer între repere.

Se aduce partea posterioară a pârgheii basculante în contact cu acul microcomparatorului, astfel ca distanța de la nivelul tălpii pârgheii basculante (pe care se sprijină microcomparatorul) la nivelul opritorului aflat la dispozitivul de prindere al microcomparatorului, să fie sub 1,0mm.

În cazul în care talpa pârgheii basculante nu face contact cu acul microcomparatorului, se face reglarea fie prin cele două picioare reglabile ale suportului anterior, prin înșurubarea lor cu vârfuri de amplitudine egală (pentru a nu deranja orizontalitatea suportului), fie prin piciorul suport de la partea posterioară a brațului suport, prin deșurubarea lui, astfel încât coada pârgheii basculante să se ridice, făcând contact cu acul microcomparatorului și ajungând la distanța recomandată mai sus față de opritorul de prindere al microcomparatorului. În cazul în care talpa pârgheii basculante este blocată prin contactul cu opritorul dispozitivului de prindere se procedează invers, deșurubând în mod egal picioarele reglabile ale suportului anterior sau înșurubând piciorul posterior al brațului suport, astfel încât coada tălpii pârgheii basculante să coboare, ajungând la poziția recomandată față de opritorul dispozitivului suportului anterior și se rectifică poziția sa, dacă e necesar.

Se pun indicatoarele microcomparatorului la zero (0). Se încearcă sensibilitatea mișcărilor pârgheii basculante în jurul axei de rotație și sensibilitatea microcomparatorului, prin câteva lovituri ușoare cu degetul pe coada pârgheii basculante, în apropierea punctului de reazem al acului la îndepărtarea autovehiculului.

Sensibilitatea este satisfăcătoare și instalația bine montată dacă la aceste lovituri indicatoarele microcomparatorului reacționează prin oscilații rapide în jurul lui (0).

Dacă aceste oscilații sunt lente și greoaie, trebuie verificată atât strângerea șurubului de presiune, care strânge microcomparatorul în dispozitivul de prindere, cât și strângerea șuruburilor din axa de rotație a pârgheii basculante. Acestea trebuie deșurubate ușor până până la limita la care, fără a dăuna sensibilității instalației, permit mișcarea liberă a pârgheii basculante și a acului microcomparatorului. În cazul în care oscilațiile indicatoarelor microcomparatorului sunt dezordonate, înseamnă că șuruburile menționate mai sus sunt prea slab strânse și ele trebuie verificate în acest sens.

Verificarea sensibilității aparatului, așa cum s-a arătat mai sus, se face nu numai înainte de începerea unei serii de măsurări, ci și la fiecare măsurare în parte, deoarece pot interveni dereglări în stângerea șuruburilor chiar în timpul lucrului. După efectuarea verificărilor de sensibilitate, se readuc indicatoarele microcomparatorului la zero.

Timpul total pentru staționare a vehiculului pe punctul de măsurare nu trebuie să depășească un minut.

Se îndepărtează autocamionul de pe punct și se face citirea pe microcomparator în momentul în care axa roților duble se află în trecere la distanța de 2,40m și apoi la o distanță de cel puțin 5,00m, după un minut de la îndepărtarea autovehiculului de pe punctul de măsurare. Îndepărtarea autovehiculului se face prin deblocarea frânei de mână de pe loc cu viteza I, cât mai lin posibil pentru a nu produce șocuri ce ar putea cauza deformații sau deplasări suplimentare. Dacă în timpul măsurării se produc perturbații în funcționarea acului microcomparatorului datorită trecerii unui vehicul pe cealaltă bandă, rafală de vânt, etc., se repetă măsurarea.

Citirile pe microcomparator la distanțele de 2,40m (C_{2,4}) și de 5,00m (C_{5,0}) se notează de către tehnician într-un formular privind înregistrarea pe teren a măsurătorilor cu deflectometrul cu pârghie tip Benkelman.

După efectuarea măsurătorii, autocamionul se instalează pe un nou punct de măsurare.

-(1) Pentru mutarea aparatului între punctele de măsurare, dacă acestea sunt apropiate și operatorul se deplasează pe jos, nu este necesară demontarea deflectometrului.

(2) Trebuie luate însă unele precauții pentru a nu forța legăturile dintre piese: aparatul va fi prins cu mâna în același timp de pârghia basculantă și de brațul suport, între axa de rotație și microcomparator și va fi transportată menținându-se pârghia în apropierea brațului suport, depărtată acul microcomparatorului și de opritorul dispozitivului de prindere. Cu cealaltă mână deflectometrul va fi apucat de pârghia basculantă. Pentru deplasări mai lungi, caz în care operatorul va trebui să urce în autocamion, se va demonta deflectometrul numai în cele două părți principale desfăcându-le de la axa de rotație. Pentru deplasări în alte sectoare sau pentru întoarcerea la bază, aparatura se va demonta în toate părțile componente și se va instala în cutia sa.

5.1.8. Prelucrarea rezultatelor măsurătorilor cu deflectometrul cu pârghie tip Benkelman

Se calculează valorile citite pe cadranul microcomparatorului (C_{2,4} și C_{5,0}) cu constantele A și B ale dreptei de regresie (formula 1 și 1 bis) obținându-se valorile corectate ale deflexiunilor la distanțele de 2,40 m (d_{2,40}) și 5,00 m (d_{5,0}).

Se calculează valoarea deflexiunii (d) cu relația:

$$d = 2 \times d_{5,0} - d_{2,4} \quad [0,01 \text{ mm}] \quad (2)$$

Rezultatele se trec în formularul 1.

În cazul în care sarcina osiei din spate a vehiculului de măsurare diferă de sarcina vehiculului etalon (115 KN) valorile deflexiunilor calculate se transformă în valori corespunzătoare vehiculului etalon cu relația:

$$d_i = \frac{115 \times d}{P} \quad [0,01 \text{ mm}] \quad (3) \text{ unde}$$

d_i – valoarea deflexiunii corespunzătoare osiei din spate a vehiculului etalon, în 0,01mm

P – sarcina pe osia din spate a vehiculului de măsurare, în KN.

Rezultatele măsurărilor sunt prelucrate static calculând-se următoarele

a) deflexiunea medie cu relația:

$$d_{BM} = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{n} \quad [0,01 \text{ mm}] \quad (4) \text{ unde}$$

d_{BM} - media aritmetică a valorilor deflexiunii, în 0,01mm

d_i – valorile individuale ale deflexiunii calculate

n – numărul valorilor individuale luate în calcul.

Valorile deflexiunilor implicate în prelucrarea statistică sunt în funcție de scopul măsurării și anume:

- în vederea evaluării stării tehnice a drumurilor publice moderne, a ranforsării acestora și în vederea stabilirii capacității portante a drumurilor modernizate, se prelucreză rezultatele măsurătorilor pentru fiecare fir de măsurare;

- în vederea controlului calității execuției drumurilor sau a lărgirilor părții carosabile a drumurilor existente, se prelucreză toate rezultatele măsurătorilor efectuate pe întreaga lățime a drumului sau a benzii de lărgire.

b) abaterea medie pătratică a șirului de valori, cu relația:

$$s_B = \sqrt{\frac{\sum d_i^2 - n \times d_{BM}^2}{n}} \quad [0,01 \text{ mm}] \quad (5) \text{ unde:}$$

s_B – abaterea medie pătratică, în 0,01mm

d_{BM} , d_i și n - au aceeași semnificație ca cele descrise anterior

c) coeficientul de variație, cu relația:

$$C_v = \frac{100 \times s_B}{d_{BM}} \quad [\%] \quad (6)$$

5.2. Modul de stabilire a sectoarelor de măsurare

Măsurările cu deflectometrul cu pârghie tip Benkelman pentru determinarea stării tehnice se efectuează pe sectoare omogene de măsurare, stabilite potrivit prevederilor instrucțiunilor CD 155 și a normativului AND 540.

Măsurările pentru determinarea stării tehnice a drumurilor se vor efectua după cum urmează:

- în cazul drumurilor cu două benzi de circulație pe ambele benzi;

- în cazul drumurilor cu trei benzi de circulație pe benzile laterale;
- în cazul drumurilor cu minim patru benzi de circulație pe benzile laterale, iar pe benzile centrale, când acestea sunt mai degradate decât cele laterale sau când structura rutieră este diferită de cea de pe benzile laterale.

Măsurările cu deflectometrul cu pârghie se efectuează pe firele de măsurare, situate la distanța de cca. 1,00 m de marginea părții carosabile.

Pe fiecare fir de măsurare, măsurările se efectuează în puncte situate la distanțe egale astfel încât pe un fir de măsurare să fie cel puțin 20 de puncte de măsurare.

Prin fir de măsurare se înțelege linia imaginată care unește punctele de măsurare sub aceleași perechi de roci duble ale osiei din spate a vehiculului de măsurare.

În vederea controlului calității execuției autostrăzilor, drumurilor noi, a amenajării, lărgirii și reparării părții carosabile a drumurilor existente, măsurările de capacitate portantă se efectuează pe sectoare de drum la:

- nivelul superior al terasamentului, înainte de execuția stratului de formă,
- nivelul patului drumului, în cazul în care este prevăzut prin proiect/caiet de sarcini
- nivelul straturilor de fundație și al stratului de bază din materiale granulare.

Măsurările se efectuează în profiluri transversale amplasate la distanțe cât mai mici (max. 20 m), astfel încât să redea imaginea cât mai fidelă a variației capacității portante a drumului pe întreaga sa suprafață, puțin înaintea de execuția stratului imediat superior.

Se recomandă ca atunci când există condiții tehnice, măsurările să se efectueze pe câte două fire de măsurare (sub ambele perechi de roți duble ale osiei din spate) amplasate pe benzi longitudinale cu lățimea de 4,0 m.

În cazul drumurilor cu profil transversal mixt, măsurările se efectuează pe partea în care drumul se află în debleu.

Măsurările cu deflectometrul cu pârghie se efectuează în perioadele în care complexul rutier lucrează în cele mai defavorabile hidrologice:

- primăvara, imediat după dezgheț și până cel mult 15 zile după perioada ploilor de primăvară (aprilie - mai) în mod informativ fiind după o perioadă de min. 10 zile cu valori pozitive medii zilnice ale temperaturii aerului și nu mai mică de +5°C.
- toamna după un număr suficient de zile (aproximativ 10-15 zile) de ploi care au condus la crearea condițiilor defavorabile, dar înaintea de îngheț.

Măsurările se pot efectua și în alte perioade decât cele menționate mai sus, rezultatele fiind numai cu caracter informativ.

Confirmarea condițiilor hidrologice defavorabile se recomandă a se efectua prin prelevare de probe pentru determinarea umidității relative (exprimată prin raportul dintre umiditatea naturală și limita superioară de plasticitate), mai ales pentru sectoarele și zonele unde sunt dubii în ceea ce privește existența condițiilor cele mai defavorabile. În acest scop într-o zonă caracterizată prin aceleași cantități de precipitații (bazin hidrografic) se vor preleva pe unul din sectoarele de măsurare situat cu precădere la nivelul terenului sau în debleu câte minim două probe din pământul de fundație.

Probele trebuie transportate în condiții corespunzătoare pentru evitarea modificării umidității (ambalate în folie de plastic) la laboratorul cel mai apropiat pentru determinarea operativă a umidității relative. Laboratorului de specialitate i se vor solicita efectuarea următoarelor determinări:

- umiditatea, conform STAS 1913/1-82. *Teren de fundare. Determinarea umidității*, iar în cazurile în care nu sunt cunoscute caracteristicile geotehice din studiile anterioare;
- granulozitatea, conform STAS 1913/5-85. *Teren de fundare. Determinarea granulozitătii*;
- limitele de plasticitate, conform STAS 1913/4-86. *Teren de fundare. Determinarea limitelor de plasticitate*

Emiterea buletinului de analiză nu trebuie să depășească 3 zile de la prelevarea probelor de pământ.

Pentru fiecare probă se calculează umiditatea relativă.

În funcție de compoziția granulometrică și limitele de plasticitate se stabilește tipul pământului, conform tabelului 5.1:

Tabelul 5.1

Categoria pământului	Tipul de pământ	Calasificarea pământurilor STAS 1243-1988	Indicele de plasticitate Ip%	Granulozitate		
				Argilă %	Praf %	Nisip %
Nercoezive	P1	Pietriș cu nisip	sub 10% cu sau fără fracțiuni sub 0,5mm			
	P2		10...20% cu fracțiuni sub 0,5mm			
Coezive	P3	Nisip prăfos, nisip argilos	0...20	0...30	0...50	35...100
	P4	Praf nisipos, praf argilos-nisipos, praf argilos	0...25	0...30	35...100	0...50
	P5	Argilă prăfoasă, argilă nisipoasă, argilă prăfoasă-nisipoasă	Peste 15	30...100	0...70	0...70

Valoarea medie aritmetică a umidității relative obținută se compară cu valoarea din tabelul 5.2 pentru același tip de pământ și același tip de profil transversal.

Dacă valoarea medie a umidității relative obținută este mai mare decât valoarea minimă prevăzută în tabelul 5.2 stabilită în funcție de tipul climateric, tipul profilului transversal (rambleu, nivelul terenului, profil mixt, debleu) și tipul pământului, atunci complexul rutier lucrează în cele mai defavorabile condiții hidrologice.

În cazul profilului transversal mixt, regimul hidrologic al terasamentului este determinat de umiditatea relativă a pământului de fundație din săpătură.

Tabelul 5.2

Tipul pamantului	Umiditati relative (w/wl)					
	Tip climateric					
	I		II		III	
	Tipul profilului transversal					
	Rambleu	La nivelul ternului sau debleu, profil mixt	Rambleu	La nivelul ternului sau debleu, profil mixt	Rambleu	La nivelul ternului sau debleu, profil mixt
P3	0.495	0.570	0.509	0.540	0.585	0.621
P4	0.436	0.510	0.482	0.527	0.585	0.625
P5	0.95	0.500	0.545	0.545	0.581	0.600

În cazul în care buletinele de analiză confirmă existența unor condiții hidrologice defavorabile, măsurările de capacitate portantă pot începe.

În caz contrar acestea se sistează, sau, în cazul în care se efectuează, rezultatele pot avea un caracter informativ.

Valorile minime ale umidității relative a pământului de fundație, sunt caracteristice regimului hidrologic cel mai defavorabil ale terasamentului rutier.

Regimul hidrologic al sectoarelor de drum cu pământ de fundație tip P1 (pietriș cu nisip cu $I_p < 10\%$) și tip P2 (pietriș cu $I_p = 10-20\%$) este același cu cel al sectoarelor de drum imediat alăturate cu pământ de fundație tip P3 (nisip prăfos, nisip argilos), tip P4 (praf nisipos, praf argilos-nisipos, praf, praf argilos) și tip P5 (argila prăfoasă, argila nisipoasă, argila prăfoasă-nisipoasă, argilă).

Confirmarea condițiilor hidrologice este obligatorie pentru toate unitățile de drumuri.

5.3. Modul de interpretare a rezultatelor măsurărilor de capacitate portantă a drumurilor cu structuri rutiere suple și semirigide

Modul de interpretare a rezultatelor măsurărilor de capacitate portantă a drumurilor cu structuri rutiere suple și semirigide este specific domeniului de utilizare. Utilizarea deflexiunii caracteristice pentru atribuirea calificativului capacității portante în vederea stabilirii stării tehnice a drumului, este conform instrucțiunilor indicative CD 155.

Indiferent de tehnica de măsurare utilizată, valoarea deflexiunii caracteristice se calculează cu relația:

$$d_c = d_{M20} + t_\alpha \times s_{20} \quad [0,01 \text{ mm}] \quad \text{unde}$$

d_{M20} - deflexiunea medie normală, corespunzătoare tehnicii de măsurare utilizată, în 0.01 mm;

s_{20} - abaterea medie pătratică normală, corespunzătoare tehnicii de măsurare utilizată, în 0.01 mm;

t_α - coeficient care depinde de probabilitatea apariției unor valori ale deflexiunii mai mari decât deflexiunea caracteristică, de numărul de valori ale deflexiunii (n) și de clasa tehnică a drumului conform tabelului 5.3.

Tabelul 5.3. Valorile coeficientului t_{α}

Numărul de valori ale deflexiunii, n	Clasa tehnică	
	V-IV	I,II,III
	2.5%	1.5%
≤ 20	2.09	2.34
> 20	1.96	2.20

Valorile indicatorilor statistici d_{M20} și s_{20} sunt corespunzătoare capacității portante a complexului rutier în care acesta lucrează în cele mai defavorabile condiții hidrologice și sunt calculate conform tehnicilor de interpretare a rezultatelor

Interpretarea măsurărilor cu deflectometrul cu pârghie tip Benkelman efectuate în scopul controlului calității execuției lucrărilor de drumuri, se efectuează prin examinarea modului de variație la suprafața drumului a valorii deflexiunii corespunzătoare vehiculului etalon (d) și a valorii coeficientului de variație (Cv).

a) interpretarea rezultatelor măsurărilor se efectuează pe sectoare de maximum 500m lungime, cu condiția să fie caracterizate de același tip de pământ, același mod de alcătuire și aceeași grosime a stratului de formă și a stratului de fundație și de bază.

b) la nivelul superior al terasamentului când nu este prevăzut strat de formă sau la nivelul inferior al stratului de formă, se consideră realizată capacitatea portantă necesară dacă deflexiunea are valori mai mari decât cea admisibilă în cel mult 10% din numărul punctelor de măsurare. Valorile admisibile ale deflexiunii la nivelul terenului de fundare, la nivelul superior al terasamentului (fără strat de formă) sau la nivelul inferior al stratului de formă sunt în funcție de tipul pământului, conform tabelului 5.4.

Tabelul 5.4. Valorile admisibile ale deflexiunii

Tipul de pământ conform STAS 1243-88	Valoarea admisibilă a deflexiunii d_{adm} 0.01mm
Nisip prăfos, nisip argilos	350
Praf nisipos, praf argilos-nisipos, praf argilos, praf	400
Argilă nisipoasă, argilă prăfoasă, argilă prăfoasă-nisipoasă, argilă	450

c) la nivelul superior al stratului de formă valoarea admisibilă a deflexiunii este de $200 \times 0.01\text{mm}$ conform STAS 12253.

d) uniformitatea execuției se considera satisfăcătoare dacă valoarea coeficientului de variație Cv este sub 40%.

Model de formular pentru prezentarea valorilor deflexiunilor determinate cu deflectometrul cu parghie Benkelman

				Contract:				
				Client:				
RAPORT DE INCERCARI								
determinarea prin deflectometrie a deflexiunii drumului cu deflectometrul cu parghie Benkelman conform CD 31/2002								
Data incercarii:				PARGHIA BENKELMAN				
Lucrarea:				Raport de transmitere a deflexiunii:				
Tronson:				Factor de corectie :		A =		
Strat verificat:						B =		
				Greutatea osiei (tone):				
Nr. crt	Pozitia km.	Tip profil	VALORI CITITE		VALORI CORECTATE		DEFLEXIUNI d_i	d_i^2
			$d_{2,4}$	$d_{5,0}$	$d_{2,4}$	$d_{5,0}$		
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
Numar determinari			n=					
Deflexiunea medie			dBm =		[0,001 mm]		OPERATOR: VERIFICAT:	
Abaterea medie patratica			SB =		[0,001 mm]			
Coeficient de variatie			Cv =		[%]			
Valoarea admisibila			dadm =		[0,001 mm]			

ANEXA 6 - Metodologie de calcul statistic utilizată în interpretarea rezultatelor măsurătorilor de teren și laborator

1. Generalități

Prezenta metodologie se referă la interpretarea statistică a rezultatelor măsurătorilor de teren și de laborator în vederea determinării calității și uniformității execuției terasamentelor rutiere.

Aplicarea metodelor de evaluare statistică pentru determinarea calității și uniformității execuției se poate face doar:

1. pe sectoare de terasament omogene;
2. pe caracteristici individuale ale terasamentului (de portanță, de compactare, geometrice, etc.) determinate în condiții similare (de ex. modulul de deformare liniară E_{v2} determinat cu placa Lucas, modulul de deflecție dinamic E_{vd} determinat cu deflectometrul dinamic ușor, grosimea unui strat, etc.)

Prin sector de terasament omogen se înțelege un strat al acestuia, cu aceeași grosime caracterizat prin aceleași condiții privind:

- caracteristicile materialelor puse în operă;
- tehnologia de execuție

Evaluarea statistică a rezultatelor se poate face:

- a. în cazul în care prin proiect/caiet de sarcini sau prin prescripțiile tehnice în vigoare este solicitată o astfel de analiză (de ex. analiza deflexiunii caracteristice obținute cu parghia Benkelman conform CD 31/2002);
- b. în cazul în care beneficiarul solicită analiza calității/uniformității terasamentului după un anumit criteriu;
- c. ca o verificare internă a executantului pentru asigurarea unor sectoare omogene din punctul de vedere al calității și uniformității execuției.

Metodologia de calcul statistic prezentată în continuare se referă doar la cazurile b. și c. ea având un caracter de recomandare. Pentru cazul a. se vor respecta prevederile proiectului/caietului de sarcini sau a prescripțiilor tehnice în vigoare.

2. Indicatori statistici utilizați la interpretarea măsurătorilor

Principii:

Elementele unei mulțimi, de exemplu valorile unei serii de măsurători, se deosebesc unele de celelalte, se dispersează. Dar această dispersie nu este haotică, ci urmează anumite legi. Repartizarea normală este una din repartizările teoretice în care, în cazul unui număr infinit de mare de valori măsurate, acestea ar corespunde funcției teoretice de densitate, așa cum este reprezentată în figura 6.1.

Pentru un număr (n) de rezultate ale măsurătorilor unei caracteristici pot fi definiți următorii indicatori statistici:

✚ **număr de valori** (n). Numărul minim de valori (n) se orientează după mărimea sectorului omogen controlat. Se poate lua în calcul ca pentru un sector de până la 1000 m² $n_{\text{minim}} = 4$ urmând ca pentru fiecare alți 500 m² numărul minim să crească cu câte o unitate.

✚ **valoarea maximă a caracteristicii**

(X_{max})

✚ **valoarea minimă a caracteristicii**

(X_{min})

✚ **valoarea medie a caracteristicii:**

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (1) \quad \text{unde}$$

x_i - reprezintă valorile individuale ce alcătuiesc șirul de date

n - reprezintă numărul de valori (rezultate)

✚ **abaterea standard:** $s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{X} - x_i)^2}{n-1}}$ (2) pt. $n \leq 30$ sau $s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{X} - x_i)^2}{n}}$ (3) pt. $n > 30$.

Abaterea standard caracterizează lățimea de dispersie a fiecărui element în parte. Mulțimile de valori ce conțin elemente foarte asemănătoare între ele au o funcție de densitate abruptă iar cele ce conțin elemente foarte diferite (ce se dispersează mult) au o funcție de densitate plană.

✚ **coeficientul de variație:** $C_v = \frac{s}{\bar{X}} \times 100$ (%) (4) unde

s = abaterea standard; \bar{X} = val. medie

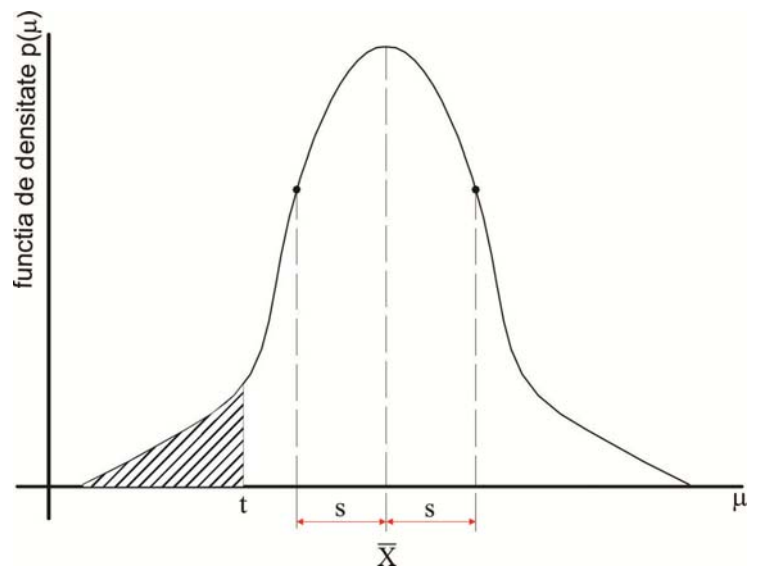
În normativul NP 122:2010 coeficientul de variație este notat V_x și are următoarele valori maxime recomandate:

Tabelul 6.1. Valori maxime ale coeficientului de variație recomandate pentru delimitarea unui element geologic (dupa NP 122/2010)

Parametrul geotehnic	$V_{x \text{ max}}$ [%]
Greutatea volumică, γ	5
Umiditatea naturală, w	15
Indicele de consistență, I_C	
Indicele porilor, e	
Gradul de îndesare, I_D	30
Indicele de plasticitate, I_P	

În "CD 31/2002 Normativ pentru determinarea prin deflectografie și deflectometrie a capacității portante a drumurilor cu structuri rutiere suple și semirigide" coeficientul de variație

Figura.6.1. Funcția de densitate, a repartiției normale



este notat C_v iar valoarea maximă impusă pentru coeficientul de variație al deflexiunii caracteristice determinate cu pârgă Benkelman, este $C_v < 40\%$

✚ **Valoarea caracteristică a parametrului geotehnic** X_k se stabilește cu relația:

$$X_k = \bar{X} \pm k_n \times s = \bar{X} \times (1 \pm k_n \times V_x) \quad (5) \quad \text{în care:}$$

\bar{X} = valoarea medie

$V_x = C_v$ = coeficient de variație

s = abaterea standard

k_n = coeficient statistic de variație a mediei, care depinde de numărul de valori selectate și de nivelul de asigurare al mediei, dat în Tabelul .

Semnul + sau - din relația (5) corespunde valorii caracteristice superioare ($X_k \text{ sup}$), respectiv ($X_k \text{ inf}$) a parametrului respectiv.

Tabelul 6.2. Valorile coeficientului statistic k_n pentru un nivel de asigurare de 95% în stabilirea valorilor caracteristice (extras din NP 122/2010)

Numărul de valori n	Valori k_n pentru:	
	V_x necunoscut	V_x cunoscut
3	1,69	0,95
4	1,18	0,82
5	0,95	0,74
6	0,82	0,67
8	0,67	0,58
10	0,58	0,52
20	0,39	0,37
≥ 30	0,31	0,30

Notă: 1. Pentru valori n intermediare se admite interpolarea lineară a valorilor k_n din tabel.
2. Precizări suplimentare privind alegerea valorii k_n sunt date în NP 122/2010

✚ **condiția de admisibilitate :** $X_k \geq X_{admis}$ (6)

unde: X_k = valoarea caracteristică

X_{admis} = valoarea impusă prin proiect/caiet de sarcini sau prescripție tehnică

3. Exemplu de calcul:

Pentru exemplificare vom efectua comparativ două evaluări statistice, pe valori empirice alese ale aceluiași parametru (de ex. Evd - modulul de deflecție dinamică determinat cu deflectometrul dinamic ușor).

Pentru cele două evaluări vom folosi datele din Tabelul 6.3. Se constată că și în primul caz și în cel de al doilea numărul de teste (valori) este $n = 7$, în cel de-al doilea exemplu schimbând doar ultima valoare.

Cu cele n valori măsurate se calculează cu formula (1) valoarea medie \bar{X} după care cu formula (2) sau (3) în funcție de numărul (n) se calculează abaterea standard (s) și coeficientul de variație C_v .

Pentru estimarea uniformității impunem condiția $C_v \leq 20\%$. După aplicarea formulelor de calcul rezultă:

Tabelul 6.3. Evaluarea statistică a seriilor de măsurători

n	Valori măsurate <i>Evd</i>	$\bar{Evd} - Evd_i$	$(\bar{Evd} - Evd_i)^2$	$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{Evd} - Evd_i)^2}{n-1}}$	$C_v = \frac{s}{\bar{X}} \times 100$ (%)
Seria de măsurători 1					
1	59.3	3.24	10.52	$s = \sqrt{\frac{162.28}{7-1}} = 5.20$	$C_v = \frac{5.20}{62.54} \times 100 = 8.32\%$
2	54.2	8.34	69.60		
3	69.4	-6.86	47.02		
4	65.0	-2.46	6.04		
5	62.6	-0.06	0.00		
6	67.3	-4.76	22.63		
7	60.0	2.54	6.47		
$\Sigma =$	437.8	-	162.28		
	$\bar{Evd} = 62.54$	-	-		
$C_v = 8.32 < 20$ deci <u>condiția de uniformitate este îndeplinită</u> \Rightarrow sectorul controlat prin seria de măsurători 1 este acceptat din punctul de vedere al uniformității					
Seria de măsurători 2					
1	59.3	-0.47	0.22	$s = \sqrt{\frac{873.93}{7-1}} = 12.07$	$C_v = \frac{12.07}{58.83} \times 100 = 20.52\%$
2	54.2	4.63	21.42		
3	69.4	-10.57	111.76		
4	65.0	-6.17	38.09		
5	62.6	-3.77	14.22		
6	67.3	-8.47	71.77		
7	34.0	24.83	616.46		
$\Sigma =$	411.8	-	873.93		
	$\bar{Evd} = 58.83$	-	-		
$C_v = 20.52 > 20$ deci <u>condiția de uniformitate nu este îndeplinită</u> \Rightarrow sectorul controlat prin seria de măsurători 2 nu este acceptat din punctul de vedere al uniformității					

4. Concluzii:

1. Exemplul prezentat explică operațiunile necesare unei evaluări statistice din punctul de vedere al *coeficientului de variație* C_v pentru un anumit parametru și atrage atenția că o singură valoare mult mai mică decât media, dintr-un set, aleator ales de 7 valori, poate duce la respingerea întregului set de măsurători.

2. Modelul de evaluare statistică prezentat nu prezintă și modul de calcul al valorii caracteristice (X_k) conform relației (5) deoarece *condițiile de admisibilitate* (6) pentru caracteristicile de compactare (gradul de compactare) și de portanță (modulii statici de deformație, CBR) au fost impuse în cuprinsul Instrucțiunilor.

BIBLIOGRAFIE

- ⚡ Legea nr. 10/18.01.1995 privind calitatea în construcții (Monitorul Oficial partea I, nr.12 din 24 ianuarie 1995), cu modificările și completările ulterioare
- ⚡ HG 273/14.06.1994 privind aprobarea Regulamentului de recepție a lucrărilor de construcții și instalații aferente acestora (Monitorul Oficial partea I, nr.193 din 28 iulie 1994) cu modificările și completările ulterioare
- ⚡ SR EN ISO 9001 / 2008 Sisteme de management al calității. Cerințe.
- ⚡ SR EN ISO 9000/2006 - Sisteme de management al calitatii. Principii fundamentale si vocabular
- ⚡ SR EN ISO 10013/2003 – Linii directoare pentru documentatia sistemului de Management al calitatii
- ⚡ SR ISO 10005/2005 - Sisteme de management al calitatii. Linii directoare pentru planurile calitatii.
- ⚡ SR EN ISO/CEI 17025/2005. Cerințe generale pentru competența laboratoarelor de încercări si etalonări.
- ⚡ SR EN 1997-1:2004/AC:2009. Eurocod 7: Proiectarea geotehnică. Partea 1: Reguli generale
- ⚡ SR EN 1997-1 : 2004 / NB:2007. Eurocod 7: Proiectarea geotehnică. Partea 1: Reguli generale. Anexă națională.
- ⚡ SR EN 1997-2:2007. Eurocod 7: Proiectarea geotehnică. Partea 2: Încercarea și investigarea terenului.
- ⚡ SR EN ISO 22475-1:2007. Investigații și încercări geotehnice. Metode de prelevare și măsurări ale apei subterane. Partea 1: Principii tehnice pentru execuție.
- ⚡ SR EN ISO 22476-2:2006 Cercetări și încercări geotehnice. Încercări pe teren. Partea 2: Încercare de penetrare dinamică.
- ⚡ SR EN ISO 14688-1:2004:2006. Cercetări și încercări geotehnice. Identificarea și clasificarea pământurilor. Partea 1: Identificare și descriere.
- ⚡ SR EN ISO 14688-2:2005. Cercetări și încercări geotehnice. Identificarea și clasificarea pământurilor. Partea 2: Principii pentru o clasificare.
- ⚡ SR EN ISO 14689-1:2004 Cercetări și încercări geotehnice. Denumire și clasificare a rocilor. Partea 1: Denumire și descriere.
- ⚡ SR 4032/1-2001. Lucrări de drumuri. Terminologie
- ⚡ STAS 2914-84. Lucrări de drumuri. Terasamente. Condiții tehnice generale de calitate.
- ⚡ STAS 1709/1-90. Lucrări de drumuri. Acțiunea fenomenului de îngheț-dezgheț la lucrări de drumuri. Adâncimea de îngheț în complexul rutier. Prescripții de calcul.
- ⚡ STAS 1709/2-90. Lucrări de drumuri. Acțiunea fenomenului de îngheț-dezgheț la lucrări de drumuri. Prevenirea și remedierea degradărilor din îngheț-dezgheț. Prescripții tehnice.
- ⚡ STAS 1709/3-90 Lucrări de drumuri. Acțiunea fenomenului de îngheț-dezgheț la lucrări de drumuri. Determinarea sensibilității la îngheț a pamânturilor de fundație. Metoda de determinare.
- ⚡ STAS 1242/2-83. Teren de fundare. Cercetări geologico - tehnice și geotehnice specifice traseelor de căi ferate, drumuri și autostrăzi.
- ⚡ STAS 1913/1-82. Teren de fundare. Determinarea umidității.
- ⚡ STAS 1913/3-76. Teren de fundare. Determinarea densității pamânturilor.
- ⚡ STAS 1913/4-86. Teren de fundare. Determinarea limitelor de plasticitate.
- ⚡ STAS 1913/5-85. Teren de fundare. Determinarea granulozității.

- ✚ STAS 1913/12-88. Teren de fundare. Determinarea caracteristicilor fizice și mecanice ale pământurilor cu umflări și contracții mari
- ✚ STAS 1913/13-83. Teren de fundare. Determinarea caracteristicilor de compactare. Încercarea Proctor.
- ✚ STAS 1913/15-75. Teren de fundare. Determinarea greutatei volumice pe teren.
- ✚ STAS 7107/1-76. Teren de fundare. Determinarea materiilor organice.
- ✚ STAS 7107/3-74. Teren de fundare. Determinarea conținutului de carbonați.
- ✚ STAS 8942/2-82. Teren de fundare. Determinarea rezistenței pământurilor la forfecare, prin încercarea de forfecare directă.
- ✚ STAS 9850-89. Lucrări de îmbunătățiri funciare. Verificarea compactării terasamentelor
- ✚ STAS 1243-88. Teren de fundare. Clasificarea și identificarea pământurilor
- ✚ C 182-87. Normativ privind executarea mecanizată a terasamentelor de drumuri
- ✚ C 251-94 Instrucțiuni tehnice pentru proiectarea, executarea, recepționarea lucrărilor de îmbunătățire a terenurilor slabe de fundare prin metoda îmbunătățirii cu materiale locale de aport pe cale dinamică (Buletinul Construcțiilor 7/1994).
- ✚ C 29-85. Normativ privind îmbunătățirea terenurilor de fundare slabe prin procedee mecanice (Buletinul Construcțiilor 8/1986).
- ✚ C 159-89. Instrucțiuni tehnice pentru cercetarea terenului de fundare prin metoda penetrării cu con, penetrare statică, penetrare dinamică, vibropenetrare
- ✚ CD 31/2002. Normativ pentru determinarea prin deflectografie și deflectometrie a capacității portante a drumurilor cu structuri rutiere suple și semirigide.
- ✚ IM 003-1996. Metodologie pentru determinarea indicelui californian de capacitate portantă
- ✚ PD 125 - Realizarea mecanizată a terasamentelor de CF
- ✚ PD 177/2001. Normativ pentru dimensionarea sistemelor suple și semirigide (metoda analitică)
- ✚ NP 034-99 - Normativ de proiectare pentru structurile rutiere rigide aeroportuare
- ✚ NP 074/2007. Normativ privind documentatiile geotehnice pentru construcții
- ✚ NP 081-02. Normativ de dimensionare a structurilor rutiere rigide
- ✚ NP 122/2010. Determinarea valorilor caracteristice și de calcul ale parametrilor geotehnici
- ✚ Wirtgen Road Construction Manual. Internal Training Brochure for Sales Managers and Service Engineers - August 2002
- ✚ Supplement for AASHTO Guide for Design of Pavement Structures. Part II - Rigid Pavement Design & Rigid Pavement Road Design - 1998
- ✚ Prof. Dr. Ing.habil Claus Gobel, Prof. Dr.-Ing. Klaus Lieberenz, Prof. Dr.-Ing. Frank Richter - Der Eisenbahnunterbau - Eisenbahn-Fachverlag, Heidelberg Mainz, 1996
- ✚ TP BF – Stb Part B 8.3 - Dynamic Plate – Load Testing with the Aid of the Light Drop – Weight Tester
- ✚ ZTVE – Stb 94 - German Additional technical terms of contract and rules for earthwork in road construction
- ✚ ZTVE – Stb 95 - German Additional technical terms of contract and rules for subbases in earthwork
- ✚ Manual de instrucțiuni - PRIMA 100. Portable falling weight deflectometer
- ✚ ing. Radu Andrei - Ghid practic pentru construcția terasamentelor, 1991
- ✚ Prof. dr. ing. S. Dorobantu (coordonator) - Drumuri. Calcul și proiectare. - Ed. Tehnica, București -1980

- # Gheorghe Gugiuman, Izabela Galusca - Dimensionarea structurilor rutiere. Elemente de calcul - Editura Societății Academice "Matei - Teiu - Botez" - Iasi - 2009
- # ASTM D6951 / D6951M - 09 Standard Test Method for Use of the Dynamic Cone Penetrometer in Shallow Pavement Applications
- # Using the Dynamic Cone Penetrometer and Light Weight Deflectometer for Construction Quality Assurance - Office of Materials and Road Research Minnesota Department of Transportation - 2009
- # Improvement and Validation of Mn/DOT DCP Specifications for Aggregate Base Materials and Select Granular - Minnesota Department of Transportation Office of Materials and Road Research - 2005
- # Evaluation of Soil Compaction Measuring Devices - GAS TECHNOLOGY INSTITUTE, 1700 S. Mt. Prospect Road Des Plaines, Illinois 60018, 2005
- # Documentation system for Continuous Compaction Control - CDS-012-051E/0010 - GeoDynamik
- # DIN 18134:2001 - Determining the deformation and strength characteristics of soil by the plate loading test