

Universitatea Tehnică de Construcții București

NP 123

NORMATIV

privind

PROIECTAREA GEOTEHNICĂ  
A FUNDAȚIILOR PE PILOȚI

**Redactarea 1**

Contract nr. 314/2007

Beneficiar: MDLPL

Elaborator: Universitatea Tehnică de Construcții București

**Responsabil contract:** Prof. dr. ing. Nicoleta Rădulescu

Colectiv de elaborare: Prof. dr. ing. Nicoleta Rădulescu  
Prof. dr. ing. Iacint Manoliu  
Ing. Ștefan Ardelean  
Ing. Laurențiu Floroiu  
Ing. Cristian Stamatoiu  
Ing. Doina Irodel  
Ing. Mia Trifu

Octombrie 2008

## CUPRINS

1. GENERALITĂȚI .....	1
1.1. Scop și domenii de aplicare .....	1
1.2. Prevederi generale .....	2
2. CLASIFICARE .....	2
2.1. Clasificarea piloților .....	2
2.2. Clasificarea fundațiilor pe piloți .....	4
3. TERMINOLOGIE .....	4
4. SIMBOLURI .....	6
5. PRESCRIPTII PRIVIND ELABORAREA PROIECTULUI .....	8
5.1. Date privitoare la condițiile amplasamentului .....	8
5.2. Alegerea tipului de pilot .....	8
5.3. Încărcări de probă pe piloți .....	9
6. PRESCRIPTII GENERALE DE PROIECTARE .....	11
6.1. Stări limită .....	11
6.2. Acțiuni și situații de proiectare .....	11
6.3. Metode de proiectare și considerații privind proiectarea .....	12
7. PILOȚI SUPUȘI LA SOLICITĂRI AXIALE .....	12
7.1. Calculul la stări limită .....	12
7.2. Capacitatea portantă la compresiune .....	12
7.3. Rezistența la tracțiune a pilotului .....	24
7.4. Deplasările verticale ale fundației pe piloți (starea limită de exploatare normală pentru structura suportată de piloți) .....	26
8. PILOȚI SUPUȘI LA SOLICITĂRI TRANSVERSALE .....	26
8.1. Generalități .....	26
8.2. Rezistența la încărcare transversală pe baza încărcărilor de probă pe piloți .....	27
8.3. Rezistența la încărcare transversală pe baza rezultatelor încercărilor asupra terenului și a parametrilor de rezistență ai pilotului .....	27
8.4. Rezistența la încărcare transversală prin metode prescriptive .....	27
8.5. Deplasarea transversală .....	28

9. PROIECTAREA STRUCTURALĂ A PILOȚILOR .....	28
9.1. Generalități .....	28
9.2. Elemente constructive specifice piloților executați pe loc.....	29
9.3. Dispunerea piloților în radier .....	31
9.4. Alcătuirea radierului .....	31
10. SUPRAVEGHEREA EXECUȚIEI ȘI CONTROLUL CALITĂȚII PILOȚILOR.....	32
10.1. Supravegherea execuției .....	32
10.2. Controlul calității piloților puși în operă .....	32
BIBLIOGRAFIE.....	33
ANEXA A    CALCULUL UNUI PILOT IZOLAT SUPUS LA SOLICITĂRI TRANSVERSALE FOLOSIND TEORIA GRINZILOR PE MEDIU ELASTIC .....	35
ANEXA B    CALCULUL UNUI GRUP SPAȚIAL DE PILOȚI CU RADIER RIGID.....	40
ANEXA C    DETERMINAREA VALORILOR UNOR PARAMETRI GEOTEHNICI NECESARI CALCULULUI PILOȚILOR ÎN CONLUCRARE CU TERENUL.....	45
ANEXA D    CALCULUL TASĂRII PROBABILE A UNEI FUNDAȚII PE PILOȚI CU METODA BAZATĂ PE SCHEMA FUNDAȚIEI CONVENȚIONALE .....	49
ANEXA E    FIȘA DE FORARE-BETONARE A PILOTULUI .....	52
ANEXA F    .....	53

**NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA GEOTEHNICA A FUNDATIILOR PE PILOTI  
REDACTAREA 1**

CONTRACT 314/2007 MDLPL

---

**NP 123**

**NORMATIV  
PRIVIND  
PROIECTAREA GEOTEHNICA A FUNDATIILOR PE PILOTI**

**REDACTAREA 1**

CONTRACT 314/2007 MDLPL

**1. GENERALITĂȚI**

**1.1 Scop și domenii de aplicare**

1.1.1 Prezentul normativ se aplică la proiectarea fundațiilor de adâncime pe piloți și barete.

1.1.2 Prevederile prezentului normativ sunt corelate cu sistemul de norme europene pentru construcții - EUROCODURI.

1.1.3 Prezentul normativ este în concordanță cu principiile expuse în Secțiunea 7 din SR EN 1997-1/2006 „EUROCOD 7: Proiectarea geotehnică Partea 1: Reguli generale” și SR EN 1997-1/NB/2007 „Anexa națională”.

1.1.4 Aplicarea prezentului normativ se face în corelare cu prevederile reglementărilor tehnice naționale conexe:

SR EN 1997-1/2006	Eurocod 7: Proiectarea geotehnică. Partea 1: Reguli generale
SR EN 1997-1/NB/2007	Anexa națională la SR EN 1997-1/2006
SR EN 1997-2/2008	Eurocod 7: Proiectarea geotehnică. Partea 2: Investigarea terenului și încercări
SR EN 1998-5/2006	Eurocod 8: Proiectarea structurilor pentru rezistența la cutremur. Secțiunea 5: Fundații, structuri de susținere și aspecte geotehnice
SR EN 12699/2004	Execuția lucrărilor geotehnice speciale. Piloți de îndesare
SR EN 1536/2004	Execuția lucrărilor geotehnice speciale. Piloți forajați
SR EN ISO 14688-1/2004	Cercetări și încercări geotehnice. Identificarea și clasificarea pământurilor. Partea 1: Identificare și descriere
SR EN ISO 14688-2/2004	Cercetări și încercări geotehnice. Identificarea și clasificarea pământurilor. Partea 2: Principii pentru o clasificare
NP 074/2007	Normativ privind întocmirea și verificarea documentațiilor geotehnice pentru construcții. Partea I: Întocmirea și verificarea documentațiilor geotehnice pentru construcții Partea II: Principiile, exigențele și metodele investigării terenului de fundare

# NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA GEOTEHNICA A FUNDATIILOR PE PILOTI REDACTAREA 1

CONTRACT 314/2007 MDLPL

---

1.1.5 Prezentul normativ stabilește prescripțiile generale de proiectare a piloților utilizați în fundațiile construcțiilor civile, industriale, hidrotehnice, de poduri etc.

1.1.6 Prezentul normativ se aplică la proiectarea piloților supuși la toate tipurile de încărcări:

— *axiale*:

- compresiune
- smulgere

— *transversale*

— *provenite din mișcările pământului adiacent*:

- frecarea negativă
- umflarea (ridicarea) terenului
- deplasarea laterală a terenului, inclusiv acțiunea de origine cinematică ce rezultă

din deformarea terenului datorită propagării undelor seismice.

1.1.7 Prevederile prezentului normativ se pot aplica și fundațiilor pe piloți executate în pământuri macroporice sensibile la umezire, cu condiția respectării și a prevederilor din reglementările tehnice specifice referitoare la aceste pământuri.

1.1.8 Prevederile prezentului normativ nu se aplică la proiectarea micropiloților și fundațiilor pe micropiloți.

1.1.9 Prevederile prezentului normativ nu se aplică la proiectarea piloților reductori de tasare și fundațiilor de tipul radierelor pilotate.

## 1.2. Prevederi generale

1.2.1 Piloții sunt elemente structurale de fundare în adâncime, caracterizate printr-un raport mare (de obicei peste 15) între lungime și latura secțiunii transversale sau diametru.

1.2.2 Alcătuirea piloților ca elemente structurale se face în conformitate cu prescripțiile în vigoare privitoare la materialul din care sunt alcătuiți piloții și prevederile complementare din SR EN 12699/2004 „Execuția lucrărilor geotehnice speciale. Piloți de îndesare” și SR EN 1536/2004 „Execuția lucrărilor geotehnice speciale. Piloți foraj”

1.2.3 Fundația pe piloți se compune din piloții propriu-ziși și din radierul care solidarizează capetele acestora.

## 2. CLASIFICARE

### 2.1 Clasificarea piloților

Piloții se clasifică în funcție de următoarele criterii:

- materialul din care sunt executați;
- efectul pe care procedeul de punere în operă a pilotului îl are asupra terenului din jur;
- variația secțiunii transversale;

**NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA GEOTEHNICA A FUNDATIILOR PE PILOTI**  
**REDACTAREA 1**

CONTRACT 314/2007 MDLPL

---

- modul de execuție;
- direcția solicitării față de axa longitudinală;
- modul de transmitere a încărcărilor axiale la teren;
- poziția axei longitudinale.

2.1.1 După materialul din care sunt executați, piloții pot fi:

- din lemn;
- din metal;
- din beton simplu;
- din beton armat sau beton precomprimat;
- compuși.

2.1.2 După efectul pe care procedeul de punere în operă a pilotului îl are asupra terenului din jur, piloții pot fi:

- de dislocuire;
- de îndesare.

2.1.3 După variația secțiunii, piloții pot fi:

- cu secțiunea transversală constantă;
- cu secțiunea transversală variabilă:
  - cu variație continuă a secțiunii transversale (piloți sub formă de trunchi de con sau trunchi de piramidă);
  - cu evazare la bază sau cu bulb;
  - cu evazări multiple (atât la bază cât și în cuprinsul fișei).

2.1.4 După modul de execuție, piloții pot fi:

- prefabricați;
- executați pe loc.

2.1.4.1 Piloții prefabricați se instalează în teren prin:

- batere;
- vibrare;
- presare (vibropresare);
- înșurubare.

2.1.4.2 Piloții executați pe loc se realizează prin:

- forare;
- batere;
- vibrare;
- vibropresare.

2.1.4.2.1 După mărimea diametrului, piloții executați pe loc pot fi:

- cu diametrul mic (cu diametrul mai mic de 600 mm);
- cu diametrul mare (cu diametrul de 600 mm sau mai mare).

2.1.4.2.2 După modul de susținere a pereților găurilor, piloții executați pe loc prin forare pot fi:

# NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA GEOTEHNICA A FUNDATIILOR PE PILOTI REDACTAREA 1

CONTRACT 314/2007 MDLPL

- forajă în uscat și netubați;
- forajă sub noroi;
- forajă cu tubaj recuperabil;
- forajă cu tubaj nerecuperabil;
- forajă cu burghiu continuu.

2.1.4.2.3 După modul de susținere a pereților găurilor, piloții executați pe loc prin batere pot fi:

- netubați;
- cu tubaj recuperabil;
- cu tubaj nerecuperabil.

2.1.5 După direcția solicitării față de axa longitudinală, piloții pot fi:

- supuși la solicitări axiale de compresiune sau de smulgere;
- supuși la solicitări transversale;
- supuși simultan la solicitări axiale și transversale.

2.1.6 După modul de transmitere a încărcărilor axiale la teren, piloții pot fi:

- purtători pe vârf;
- flotanți.

2.1.7 După poziția axei longitudinale, piloții pot fi:

- verticali;
- înclinați.

## 2.2 Clasificarea fundațiilor pe piloți

După poziția radierului față de suprafața terenului, fundațiile pe piloți pot fi:

- cu radier jos, în cazul în care piloții sunt înglobați complet în teren;
- cu radier înalt, în cazul în care piloții sunt liberi de la talpa radierului până la suprafața terenului.

## 3. TERMINOLOGIE

Tabelul 1

Nr. crt.	Denumire sau expresie	Definiție
3.1	Pilot	Vezi pct. 1.2.1
3.2	Pilot compus	Pilot alcătuit din: lemn + beton simplu, lemn +beton armat, metal + beton simplu, etc, utilizat în situații speciale.
3.3	Pilot de dislocuire	Pilot forat la care gaura se realizează prin dislocuirea și îndepărtarea unui volum de pământ egal cu volumul pilotului, neafectându-se, în mod normal, prin aceasta starea terenului de fundare din jur.
3.4	Pilot de îndesare	Pilot prefabricat instalat în pământ prin batere, vibrație sau presare sau pilot executat pe loc la care gaura se

**NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA GEOTEHNICA A FUNDATIILOR PE PILOTI  
REDACTAREA 1**

CONTRACT 314/2007 MDLPL

		realizează fără evacuarea pământului.
3.5	Pilot executat pe loc	Pilot la care corpul, în totalitate sau în cea mai mare parte, se realizează prin turnarea betonului într-o gaură efectuată chiar pe locul de execuție a pilotului.
3.6	Pilot executat pe loc prin batere	Pilot de îndesare la care gaura se realizează prin batere.
3.7	Pilot executat pe loc prin forare. Sinonim: pilot forat	Pilot de dislocuire la care gaura se realizează prin forare.
3.8	Pilot executat pe loc prin vibrare sau vibropresare	Pilot la care gaura se realizează prin înfigerea în pământ prin vibrare sau vibropresare a unui tubaj prevăzut cu un vârf care se deschide după ce atinge cota prescrisă, sau cu un vârf pierdut, betonarea corpului pilotului efectuându-se pe măsura extragerii tubajului.
3.9	Pilot flotant	Pilot la care, datorită deformabilității terenului de la bază și deplasării relative dintre pilot și teren, pot apare forțe de frecare pe suprafața laterală la contactul între pilot și teren; în funcție de mărimea solicitării, încărcarea axială se transmite la teren atât prin frecarea pe suprafața laterală cât și prin presiunile de la contactul bazei cu terenul.
3.10	Pilot purtător pe vârf	Pilot care pătrunde cu baza într-un strat de pământ practic incompresibil și care transmite încărcarea axială integral prin presiunea de la contactul bazei cu terenul; pământurile practic incompresibile sunt reprezentate prin roci stâncoase sau semistâncoase (marne sau argile marnoase) sau prin blocuri, bolovănișuri sau pietrișuri caracterizate printr-un modul de deformație liniară, E, de cel puțin 100.000 kPa.
3.11	Pilot forat Sinonim: pilot executat pe loc prin forare	Vezi nr. crt. 3.7
3.12	Pilot forat cu burghiu continuu (CFA)	Pilot forat la care săparea pământului se realizează prin înșurubarea unui burghiu continuu, până la atingerea cotei prescrise; la extragere burghiul ridică la suprafață pământul în timp ce cavitatea cilindrică rămasă liberă este umplută prin injectarea unui beton fluid sau mortar prin tija centrală în jurul căreia este dispus burghiul.
3.13	Pilot forat cu tubaj nerecuperabil	Pilot forat la care săparea se face în uscat sau sub apă, iar susținerea pereților se face cu ajutorul unui tub care nu se recuperează.
3.14	Pilot forat cu tubaj recuperabil	Pilot forat la care săparea se face în uscat sau sub apă, iar susținerea pereților se face cu ajutorul unui tub metalic care se extrage în timpul betonării.

**NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA GEOTEHNICA A FUNDATIILOR PE PILOTI  
REDACTAREA 1**

CONTRACT 314/2007 MDLPL

3.15	Pilot forat în uscat și netubat	Pilot forat la care forarea se face în uscat, fără susținerea pereților găurii.
3.16	Pilot forat sub noroi	Pilot forat la care susținerea pereților în timpul săpării este asigurată de un noroi de foraj.
3.17	Pilot netubat	Pilot la care, datorită coeziunii pământului sau datorită prezenței unui noroi de foraj, pereții găurii se mențin nesușinuți până la betonarea corpului pilotului.
3.18	Pilot prefabricat	Pilot din lemn, metal, beton armat sau beton precomprimat care se confecționează în atelier (fabrică) sau pe șantier și se înfige în pământ prin batere, vibrație, vibropresare, înșurubare, cu sau fără subspălare.
3.19	Pilot instrumentat	Pilot echipat în cuprinsul lungimii cu instrumente de măsură ale căror înregistrări permit să se obțină, pe baza unei prelucrări corespunzătoare: – în cazul piloților supuși la solicitări axiale: cota parte din portanță aferentă rezistenței pe baza pilotului și cota parte din portanță aferentă frecării pe suprafața laterală a pilotului; – în cazul piloților supuși la solicitări transversale: variația săgeții în lungul pilotului, a presiunii reactive și a momentului încovoietor.
3.20	Bareta	Element structural de fundare în adâncime, caracterizat printr-o secțiune transversală de forma alungită (dreptunghiulară cu laturile mici curbe sau drepte), care se execută pe loc prin săparea pământului în uscat sau sub protecția noroiului de foraj.

#### 4. SIMBOLURI

Simbol	Semnificație
<i>Litere LATINE</i>	
$A_b$	suprafața bazei unui pilot
$A_{s,i}$	suprafața laterală a pilotului în stratul $i$
$c_u$	coeziunea nedrenată
$c_{u;d}$	valoarea de calcul a coeziunii nedrenate
$c'$	coeziunea drenată
$c'_{;d}$	valoarea de calcul a coeziunii drenate
$d$	diametrul sau latura maximă a secțiunii pilotului
$F_{c;d}$	valoarea de calcul a încărcării axiale de compresiune asupra unui pilot sau a unui grup de piloți
$F_d$	valoarea de calcul a unei acțiuni
$F_{t;d}$	valoarea de calcul a încărcării de smulgere axială asupra unui pilot sau a unui grup de piloți supuși la smulgere
$F_{tr;d}$	valoarea de calcul a încărcării transversale asupra unui pilot sau a unei fundații pe

**NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA GEOTEHNICA A FUNDATIILOR PE PILOTI  
REDACTAREA 1**

CONTRACT 314/2007 MDLPL

	piloți
$q_{b;k}$	valoarea caracteristică a presiunii pe bază
$q_{s;i;k}$	valoarea caracteristică a rezistenței de frecare laterală în stratul $i$
$R_{b;cal}$	rezistența la baza unui pilot, la starea limită ultimă, dedusă pe baza rezultatelor încercărilor asupra pământului
$R_{b;d}$	valoarea de calcul a rezistenței pe bază a pilotului
$R_{b;k}$	valoarea caracteristică a rezistenței pe bază a pilotului
$R_c$	rezistența la compresiune a terenului în contact cu pilotul, la starea limită ultimă
$R_{c;cal}$	valoarea calculată a lui $R_c$ pe baza rezultatelor încercărilor asupra pământului
$(R_{c;cal})_{med}$	valoarea medie a lui $R_{c;cal}$
$(R_{c;cal})_{min}$	valoarea minimă a lui $R_{c;cal}$
$R_{c;d}$	valoarea de calcul a lui $R_c$
$R_{c;k}$	valoarea caracteristică a lui $R_c$
$R_{c;m}$	valoarea măsurată a lui $R_c$ în una sau mai multe încercări de probă pe piloți
$(R_{c;m})_{med}$	valoarea medie a lui $R_{c;m}$
$(R_{c;m})_{min}$	valoarea minimă a lui $R_{c;m}$
$R_{s;d}$	valoarea de calcul a rezistenței de frecare pe suprafața laterală a pilotului
$R_{s;cal}$	valoarea ultimă a rezistenței de frecare pe suprafața laterală a pilotului, calculată cu utilizarea parametrilor pământului stabiliți pe baza rezultatelor încercărilor
$R_{s;k}$	valoarea caracteristică a rezistenței de frecare pe suprafața laterală a unui pilot
$R_t$	rezistența la tracțiune a unui pilot sau a unui grup de piloți
$R_{t;cal}$	valoarea calculată a lui $R_t$ pe baza rezultatelor încercărilor asupra pământului
$(R_{t;cal})_{med}$	valoarea medie a lui $R_{t;cal}$
$(R_{t;cal})_{min}$	valoarea minimă a lui $R_{t;cal}$
$R_{t;d}$	valoarea de calcul a rezistenței la tracțiune a unui pilot sau a unui grup de piloți
$R_{t;k}$	valoarea caracteristică a rezistenței la tracțiune a unui pilot sau a unui grup de piloți
$R_{t;m}$	valoarea măsurată a lui $R_t$ în una sau mai multe încercări de probă pe piloți
$(R_{t;m})_{med}$	valoarea medie a lui $R_{t;m}$
$(R_{t;m})_{min}$	valoarea minimă a lui $R_{t;m}$
$R_{tr;d}$	valoarea de calcul a rezistenței pilotului încărcat transversal
$U$	perimetrul secțiunii transversale a pilotului
<i>Litere GRECESTI</i>	
$\gamma_b$	coeficient parțial pentru rezistența pe bază a unui pilot
$\gamma_s$	coeficient parțial pentru rezistența prin frecare pe suprafața laterală a unui pilot
$\gamma_t$	coeficient parțial pentru rezistența totală a unui pilot
$\xi$	coeficient de corelare în funcție de numărul de piloți încercați sau al coloanelor de stratificație
$\phi$	unghiul de frecare internă în termeni de eforturi efective
$\phi'_d$	valoarea de calcul a lui $\phi$

**5. PRESCRIȚII PRIVIND ELABORAREA PROIECTULUI**

**5.1 Date privitoare la condițiile amplasamentului**

Pentru întocmirea proiectului fundației pe piloți trebuie precizate următoarele date referitoare la condițiile amplasamentului:

- stratificația terenului de fundare cu parametrii geotehnici respectivi;
- gradul de seismicitate stabilit conform normativ P 100-1/2006;
- nivelul apei de suprafață: etiaj, nivel maxim și minim (când este cazul);
- nivelul normal al apei subterane, precum și modificările eventual previzibile ale acestuia pentru viitor;
- agresivitatea apelor subterane și de suprafață (la fundațiile cu radier înalt);
- prezența organismelor care atacă lemnul, în cazul fundațiilor de lemn;
- adâncimea probabilă de afuiere (când este cazul).

## **5.2 Alegerea tipului de pilot**

Alegerea tipului de pilot, inclusiv calitatea materialului pilotului și metoda de punere în operă, se face conform indicațiilor de la 7.4.2 (4)P din SR EN 1997-1/2006 și trebuie să țină seama și de următoarele aspecte:

- încărcarea ce trebuie preluată de piloți;
- posibilitatea conservării și verificării integrității piloților care sunt puși în operă;
- tipul, alcătuirea și deformațiile admisibile ale construcției proiectate;
- condițiile specifice amplasamentului: vecinătăți, instalații subterane etc.;
- lungimea necesară a piloților;
- nivelul apelor subterane și variația acestuia;
- utilaje de execuție avute la dispoziție;
- viteza de execuție;
- experiența locală în privința comportării construcțiilor similare fundate pe piloți de un anumit tip.

La luarea în considerație a aspectelor enumerate mai sus, trebuie să se dea atenție factorilor indicați la 7.4.2 (5) din SR EN 1997-1/2006.

**5.2.1** Fundarea piloților purtători pe vârf se adoptă în cazul în care terenul de fundare cuprinde straturi practic incompresibile la o adâncime accesibilă tipului de pilot utilizat.

În cuprinsul zonei active, trebuie să se verifice dacă sub stratul în care se găsesc vârfurile piloților, nu există un strat sau o lentilă compresibilă care ar putea produce tasarea întregii fundații pe piloți. În cazul prezenței unui asemenea strat, piloții trebuie considerați flotanți.

**OBSERVAȚIE** – Dacă studiile geologice efectuate în zonă exclud posibilitatea apariției unei intercalații compresibile în stratul portant de la vârful piloților, lucrările de prospectare trebuie să pătrundă în acest strat pe o adâncime de cel puțin  $4d$ ; în cazul rocilor compacte se depășește în mod obligatoriu orizontul alterat.

**5.2.2** Se recomandă utilizarea piloților forajați de diametru mare sau baretelor atunci când:

- fundația transmite terenului încărcări transversale mari;
- baza piloților sau baretelor pătrunde într-un strat practic incompresibil;
- pe amplasament se semnalează prezența unor obstacole subterane care împiedică utilizarea piloților de îndesare.

# NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA GEOTEHNICA A FUNDATIILOR PE PILOTI

## REDACTAREA 1

CONTRACT 314/2007 MDLPL

5.2.3 Nu se recomandă utilizarea piloților de îndesare (piloți prefabricați, piloți executați pe loc prin bătăre, vibrare, vibropresare etc.) în cazul prezenței unor straturi argiloase saturate de consistență ridicată, în care pot apărea fenomene de ridicare a terenului la execuția piloților.

5.2.4 În cazul în care piloții se execută în incinta unei construcții existente, poziția acestora se definitivează de comun acord cu beneficiarul.

5.2.5 Stabilirea tipului de pilot se face pe bază de analiză tehnico-economică a variantelor posibile.

### 5.3 Încărcări de probă pe piloți

#### 5.3.1 Generalități

5.3.1.1 Încărcările de probă pe piloți se realizează în concordanță cu indicațiile de la 7.5.1 din SR EN 1997-1/2006.

5.3.1.2 Încărcările de probă pe piloți se utilizează în faza finală de proiectare în vederea stabilirii capacității portante a piloților, pentru toate categoriile de construcții.

În mod opțional, la construcțiile obișnuite (încadrate conform STAS 10100/0-75 și Normativ P100-1/2006 în clasele de importanță III, IV și V, respectiv conform HG 766/97 în categoriile de importanță C și D) se admite ca în faza finală de proiectare să se determine capacitatea portantă folosind metodele prescriptive de calcul, dacă sub nivelul vârfurilor piloților se găsesc terenuri practic incompresibile și numai dacă numărul total de piloți, pentru toate construcțiile de pe același amplasament, este mai mic de 100; de la aceste prevederi fac excepție piloții forajți de diametru mare.

5.3.1.3 Piloții de probă supuși încercărilor în teren trebuie executați cu aceeași tehnologie și cu aceleași utilaje avute în vedere în proiectul de execuție al fundațiilor pe piloți.

#### 5.3.2 Încărcări statice de probă

5.3.2.1 Metoda de încărcare a piloților ce se încearcă static pe un amplasament se stabilește de proiectantul de specialitate, conform indicațiilor de la 7.5.2.1 din SR EN 1997-1/2006.

5.3.2.2 Încărcările statice de probă se efectuează în concordanță cu NP 045-2000 "Normativ privind încercarea în teren a piloților de probă și a piloților din fundații".

5.3.2.3 Numărul piloților ce se încearcă static pe un amplasament se stabilește de proiectantul de specialitate, conform indicațiilor de la 7.5.2.2 din SR EN 1997-1/2006.

5.3.2.4 În cazul în care nu se prevăd și alte tipuri de încercări în teren, numărul piloților încercați static trebuie să fie cel puțin cel precizat în tabelul 2.

Tabelul 2

Numărul piloților conform proiectului	sub 100	100...500	501...1000	1001...2000
Numărul piloților de probă încercați	2	3	5	6

# NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA GEOTEHNICA A FUNDATIILOR PE PILOTI

## REDACTAREA 1

CONTRACT 314/2007 MDLPL

OBSERVAȚIE – În fundațiile cu peste 2000 piloți, în afara celor șase piloți indicați pentru 2000 piloți se mai încearcă câte un pilot pentru fiecare 1000 sau 2000 piloți în plus, în funcție de uniformitatea stratificației din amplasament.

5.3.2.5 În cazul piloților de diametru mare, numărul minim al piloților de probă, în funcție de numărul total al piloților și de modul de solicitare, este precizat în tabelul 3.

Tabelul 3

Numărul de piloți din lucrare sau zonă	Număr minim al piloților de probă în funcție de modul de solicitare		
	Solicitare axială		Solicitare transversală
	Compresiune	Smulgere	
1...20	1	1	1
21...100	2	2	2
101...200	3	2	2
≥201	3+ câte un pilot pentru fiecare sută de piloți în plus peste 200	2	2

5.3.2.6 În cazul piloților prefabricați introduși prin batere, când în paralel cu încercările statice se execută pe amplasamentul respectiv și alte tipuri de încercări, ca de exemplu încercări dinamice pe piloți de probă sau încercări de penetrare statică, care conduc la rezultate comparabile cu cele obținute prin încercări statice de probă, numărul piloților de probă poate fi redus în mod corespunzător, fără a fi însă mai mic de jumătate din numărul indicat în tabelul 2 și nu mai mic decât doi piloți.

5.3.2.7 Numărul piloților încercați static poate fi redus până la jumătate din numărul indicat în tabelul 2 (fără a fi mai mic de doi) pentru zone caracterizate prin stratificație uniformă, în cazul în care pe amplasamente învecinate s-au executat un număr suficient de încercări statice pe piloți similari cu cei de pe amplasamentul cercetat.

5.3.2.8 La lucrări cu un număr redus de piloți pe un amplasament, 20 sau mai mic, se admite ca încercările statice să se realizeze pe piloți care să rămână în lucrare. În acest caz forța maximă aplicată pilotului în timpul încercării trebuie să atingă valoarea efortului cel mai mare provenit din gruparea cea mai defavorabilă.

5.3.2.9 Încercarea piloților de probă trebuie să se facă înainte de începerea execuției piloților definitiv din lucrare.

În cazuri justificate tehnico-economic, se pot efectua încercări chiar în timpul execuției piloților din lucrare, dar începerea execuției celorlalte elemente ale infrastructurilor (radiere, elevații etc.) nu se face decât după efectuarea încercărilor și interpretarea rezultatelor.

5.3.2.10 La construcțiile la care este necesară limitarea deformațiilor (tasări, translații orizontale, rotiri etc.) încercările pe piloții de probă se efectuează indiferent de numărul piloților din lucrare.

5.3.2.11 Numărul piloților de probă care rămân în lucrare se stabilește de proiectantul de specialitate, conform indicațiilor de la 7.5.2.3 din SR EN 1997-1/2006.

# NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA GEOTEHNICA A FUNDATIILOR PE PILOTI REDACTAREA 1

CONTRACT 314/2007 MDLPL

---

5.3.2.12 Încercările efectuate asupra piloților care rămân în lucrare pot servi nu numai la determinarea capacității portante a pilotului, după cum s-a arătat la pct. 5.3.2.7, ci și la controlul calității piloților puși în operă.

5.3.2.13 Alegerea piloților de probă dintre piloții care rămân în lucrare poate fi prescrisă prin documentele contractuale. Aceasta poate fi corelată cu rezultatele constatărilor făcute la instalarea piloților.

## 5.3.3 Încercări în condiții dinamice

Rezultatele încercărilor în condiții dinamice pot fi utilizate în proiectare în concordanță cu indicațiile de la 7.5.3 din SR EN 1997-1/2006.

## 5.3.4 Raportul asupra încărcării de probă

5.3.4.1 Unitatea care realizează încercările pe piloți are obligația de a întocmi un raport asupra ansamblului încărcărilor de probă, în conformitate cu NP 045-2000 "Normativ privind încercarea în teren a piloților de probă și a piloților din fundații".

5.3.4.2 După caz, acest raport trebuie să includă informațiile specificate la 7.5.4 din SR EN 1997-1/2006.

## 6. PRESCRIȚII GENERALE DE PROIECTARE

### 6.1 Stări limită

6.1.1 Pentru calculul piloților izolați și al fundațiilor pe piloți trebuie avute în vedere stările limită precizate la 7.2 din SR EN 1997-1/2006.

6.1.2 Calculul piloților izolați și al fundațiilor pe piloți se face, după caz, în funcție de una sau mai multe combinații posibile ale stărilor limită.

### 6.2 Acțiuni și situații de proiectare

6.2.1 Acțiunile și situațiile de proiectare pentru calculul la stări limită sunt precizate la 7.3 din SR EN 1997-1/2006.

6.2.2 Calculul piloților izolați și al fundațiilor pe piloți se face, după caz, în funcție de una sau mai multe combinații posibile de acțiuni și/ sau situații de proiectare.

### 6.3 Metode de proiectare și considerații privind proiectarea

6.3.1 Metodele de proiectare se bazează pe modurile de abordare indicate la 7.4.1 din SR EN 1997-1/2006.

6.3.2 Calculul piloților izolați și al fundațiilor pe piloți se face pe baza precizărilor de la 7.4.2 din SR EN 1997-1/2006.

## **7. PILOȚI SUPUȘI LA SOLICITĂRI AXIALE**

### **7.1 Calculul la stări limită**

Stările limită la care se face calculul piloților sub solicitări axiale sunt indicate la 7.6.1 din SR EN 1997-1/2006.

### **7.2 Capacitatea portantă la compresiune**

#### 7.2.1 Generalități

7.2.1.1 Condițiile generale de verificare sunt date la 7.6.2.1 din SR EN 1997-1/2006.

7.2.1.2 Relația generală de verificare [7.1 SR EN 1997-1/2006] este:

$$F_{c;d} \leq R_{c;d} \tag{1}$$

unde:

$F_{c;d}$  valoarea de calcul a încărcării axiale de compresiune asupra unui pilot corespunzătoare stării limită ultime

$R_{c;d}$  valoarea de calcul a lui  $R_c$

7.2.2 Capacitatea portantă ultimă la compresiune stabilită pe baza încărcărilor statice de probă pe piloți

7.2.2.1 Condițiile generale de determinare a capacității portante ultime la compresiune pe baza încărcărilor statice de probă pe piloți sunt date la 7.6.2.2 din SR EN 1997-1/2006.

7.2.2.2 Relația generală de calcul pentru valoarea caracteristică a capacității portante ultime la compresiune [7.2 SR EN 1997-1/2006] este:

$$R_{c;k} = \text{Min} \{ (R_{c,m})_{\text{med}} / \xi_1 ; (R_{c,m})_{\text{min}} / \xi_2 \} \tag{2}$$

unde:

$R_{c;k}$  valoarea caracteristică a lui  $R_c$

$R_{c,m}$  valoarea măsurată a lui  $R_c$  în una sau mai multe încărcări de probă pe piloți

$(R_{c,m})_{\text{med}}$  valoarea medie a lui  $R_{c,m}$

$(R_{c,m})_{\text{min}}$  valoarea minimă a lui  $R_{c,m}$

$\xi_1$  coeficient de corelare dat in tab. A9(RO) din SR EN 1997-1/NB/2007

$\xi_2$  coeficient de corelare dat in tab. A9(RO) din SR EN 1997-1/NB/2007

7.2.2.3 Capacitatea portantă de calcul la compresiune se calculează [7.4 și 7.5 SR EN 1997-1/2006] cu:

**NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA GEOTEHNICA A FUNDATIILOR PE PILOTI  
REDACTAREA 1**

CONTRACT 314/2007 MDLPL

---

$$R_{c;d} = (R_{c;k}) / \gamma_t \quad (3)$$

unde:

$R_{c;d}$  valoarea de calcul a lui  $R_c$

$R_{c;k}$  valoarea caracteristică a lui  $R_c$

$\gamma_t$  coeficient parțial pentru rezistența totală a unui pilot dat în tab. A6(RO), A7(RO) și A8(RO) din SR EN 1997-1/NB/2007

sau

$$R_{c;d} = (R_{b;k}) / \gamma_b + (R_{s;k}) / \gamma_s \quad (4)$$

unde:

$R_{c;d}$  valoarea de calcul a lui  $R_c$

$R_{b;k}$  valoarea caracteristică a rezistenței pe bază a pilotului

$R_{s;k}$  valoarea caracteristică a rezistenței de frecare pe suprafața laterală a unui pilot

$\gamma_b$  coeficient parțial pentru rezistența pe bază a unui pilot dat în tab. A6(RO), A7(RO) și A8(RO) din SR EN 1997-1/NB/2007

$\gamma_s$  coeficient parțial pentru rezistența prin frecare pe suprafața laterală a unui pilot dat în tab. A6(RO), A7(RO) și A8(RO) din SR EN 1997-1/NB/2007

7.2.3 Capacitatea portantă ultimă la compresiune stabilită pe baza rezultatelor încercărilor asupra pământurilor.

7.2.3.1 Condițiile generale de determinare a capacității portante ultime la compresiune pe baza rezultatelor încercărilor asupra pământurilor sunt date la 7.6.2.3 din SR EN 1997-1/2006.

7.2.3.2 Relația generală de calcul pentru valoarea caracteristică a capacității portante ultime la compresiune [7.6 SR EN 1997-1/2006] este:

$$R_{c;k} = (R_{b;k} + R_{s;k}) = \text{Min} \{ (R_{c;cal})_{med} / \xi_3 ; (R_{c;cal})_{min} / \xi_4 \} \quad (5)$$

unde:

$R_{c;k}$  valoarea caracteristică a lui  $R_c$

$R_{b;k}$  valoarea caracteristică a rezistenței pe bază a pilotului

$R_{s;k}$  valoarea caracteristică a rezistenței de frecare pe suprafața laterală a unui pilot

$R_{c;cal}$  valoarea calculată a lui  $R_c$  pe baza rezultatelor încercărilor asupra pământului

$(R_{c;cal})_{med}$  valoarea medie a lui  $R_{c;cal}$

$(R_{c;cal})_{min}$  valoarea minimă a lui  $R_{c;cal}$

$\xi_3$  coeficient de corelare dat în tab. A10(RO) din SR EN 1997-1/NB/2007

$\xi_4$  coeficient de corelare dat în tab. A10(RO) din SR EN 1997-1/NB/2007

7.2.3.3 Capacitatea portantă de calcul se determină cu relația (3) sau (4).

7.2.3.4 În cazul utilizării relației (4), valorile caracteristice se pot obține [7.9 SR EN 1997-1/2006] cu:

$$R_{b;k} = A_b q_{b;k} \quad (6)$$

**NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA GEOTEHNICA A FUNDATIILOR PE PILOTI  
REDACTAREA 1**

CONTRACT 314/2007 MDLPL

---

unde:

$R_{b;k}$  valoarea caracteristică a rezistenței pe bază a pilotului

$A_b$  suprafața bazei pilotului

$q_{b;k}$  valoarea caracteristică a presiunii pe bază

și

$$R_{s;k} = \sum A_{s;i} q_{s;i;k} \quad (6')$$

unde:

$R_{s;k}$  valoarea caracteristică a rezistenței de frecare pe suprafața laterală a unui pilot

$A_{s;i}$  suprafața laterală a pilotului în stratul  $i$

$q_{s;i;k}$  valoarea caracteristică a rezistenței de frecare laterală în stratul  $i$

7.2.3.5 Capacitatea portantă de calcul la compresiune a piloților prefabricați introduși prin batere se poate stabili, pe baza datelor din încercarea de penetrare statică (CPT), cu:

$$R_{c,d} = \frac{A_b q_{b,k}}{2\gamma_{b_3}} + \frac{F_l}{\gamma_{s_3}} \cdot \frac{U}{u_p} \quad (7)$$

unde:

$q_{b;k}$  valoarea caracteristică a presiunii pe vârful penetrometrului

$$q_{b,k} = \frac{q_{b,k_1} + q_{b,k_2}}{2}$$

unde:

$q_{b,k_1}$  media valorilor înregistrate în straturile situate de la nivelul vârfului penetrometrului până la o adâncime egală cu  $4d$  sub acest nivel

$q_{b,k_2}$  media valorilor înregistrate de la nivelul vârfului penetrometrului până la o înălțime egală cu  $\beta d$  deasupra acestui nivel

unde:

$d$  diametrul sau dimensiunea maximă a secțiunii dreptunghiulare a pilotului (cm)

$\beta$  coeficient care se ia în funcție de stratul în care se execută penetrarea:

$\beta = 3$  pământuri coezive, nisipuri cu  $I_D \leq 0,35$

$\beta = 8$  nisipuri cu  $I_D = 0,36 \div 0,65$

$\beta = 15$  nisipuri și nisipuri cu pietriș cu  $I_D \geq 0,66$

$A_b$  aria secțiunii transversale a pilotului

$F_l$  forța de frecare pe suprafața laterală a penetrometrului introdus la nivelul vârfului pilotului

$U$  perimetrul secțiunii transversale a pilotului

$u_p$  perimetrul secțiunii coloanei penetrometrului

$\gamma_{b_3}, \gamma_{s_3}$  coeficienți parțiali:  $\gamma_{b_3} = \gamma_{s_3} = 1,4$

**OBSERVAȚII:**

1. Relația (7) se aplică în cazul utilizării unui penetrometru static care realizează o viteză de penetrare constantă pe întreaga adâncime de încercare și are următoarele caracteristici tehnologice:

– diametrul bazei conului  $d_c = 3.6$  cm;

**NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA GEOTEHNICA A FUNDATIILOR PE PILOTI  
REDACTAREA 1**

CONTRACT 314/2007 MDLPL

---

- diametrul coloanei  $d_{col} = 3.6$  cm;
- viteza de penetrare  $v \leq 3.3$  cm/s.

2. În cazul folosirii unor penetrometre cu caracteristici diferite de cele indicate la obs. 1, calculul valorii  $q_{b,k}$  se poate face numai pe baza unor formule verificate printr-un număr suficient de încercări paralele pe piloți de probă.

#### 7.2.4 Capacitatea portantă ultimă la compresiune stabilită prin metode prescriptive

##### 7.2.4.1 Piloți purtători pe vârf

7.2.4.1.1 Valoarea de calcul a capacității portante ultime la compresiune a piloților purtători pe vârf se exprimă prin relația:

$$R_{c;d} = R_{b;d} = R_{b;k} / \gamma_b \quad (8)$$

unde:

$R_{c;d}$  valoarea de calcul a lui  $R_c$

$R_{b;d}$  valoarea de calcul a rezistenței pe bază a pilotului

$$R_{b;d} = R_{b;k} / \gamma_b$$

unde:

$R_{b;k}$  valoarea caracteristică a rezistenței pe bază a pilotului

$\gamma_b$  coeficient parțial pentru rezistența pe bază a pilotului:  $\gamma_b = 1,4$

7.2.4.1.2 Valoarea caracteristică a rezistenței pe bază se obține cu relația:

$$R_{b;k} = A_b q_{b;k} \quad (9)$$

unde:

$R_{b;k}$  valoarea caracteristică a rezistenței pe bază a pilotului

$A_b$  suprafața bazei pilotului:

- pentru piloții executați pe loc cu secțiunea circulară constantă, cu diametrul  $d$ :

$$A_b = \frac{\pi d^4}{4}$$

- pentru piloții forajți cu baza lărgită, când se poate controla diametrul bazei  $d_b$ :

$$A_b = 0,9 \frac{\pi d_b^2}{4}$$

- pentru piloții tubulari,  $A_b$  se ia egală cu aria totală a secțiunii circulare cu diametrul exterior  $d$  numai dacă golul a fost umplut cu beton pe o înălțime de cel puțin  $3d$  de la nivelul vârfului; în caz contrar  $A_b$  se consideră aria netă a secțiunii inelare de beton.

$q_{b;k}$  valoarea caracteristică a presiunii pe bază:

- pentru piloții de îndesare care reazemă cu vârful pe rocă stâncoasă sau semistâncoasă, sau pe straturi necoezive macrogranulare (blocuri, bolovăniș)  $q_{b,k} = 20\ 000$  kPa;

- pentru piloții de îndesare care reazemă cu vârful în straturi de pietriș, conform tabelului 5;

- pentru piloții de dislocuire care reazemă cu baza în straturi necoezive macrogranulare (blocuri, bolovăniș, pietriș) conform paragrafului 7.2.4.2.5 relația (15)

- pentru piloții de dislocuire care reazemă cu baza pe rocă stâncoasă sau semistâncoasă:

$$q_{b,k} = \sigma_{cs} \left( \frac{t}{d} + 1,5 \right)$$

unde:

$\sigma_{cs}$  rezistența medie la compresiune a rocii, determinată pe epruvete în stare saturată  
 $t$  adâncimea de încastrare în stâncă a bazei pilotului  
 $d$  diametrul pilotului în planul bazei

#### OBSERVAȚII

1. În cazul existenței în stratul portant, sub vârful pilotului, a unor orizonturi stâncoase puternic fisurate, sau a unor intercalații nestâncoase, este obligatorie – în toate situațiile – verificarea capacității portante prin încercări statice pe piloți de probă.
2. În cazurile menționate la observațiile 3 și 4 de la tabelul 6, valoarea  $R_{b,d}$  se reduce cu valoarea  $R_{s,d}$  corespunzătoare rezistenței negative pe suprafața laterală a pilotului.

### 7.2.4.2 Piloți flotanți

7.2.4.2.1 Valoarea de calcul a capacității portante ultime la compresiune a piloților flotanți se exprimă prin relația:

$$R_{c;d} = R_{b;d} + R_{s;d} = R_{b;k} / \gamma_b + R_{s;k} / \gamma_s \quad (10)$$

unde:

$R_{c;d}$  valoarea de calcul a lui  $R_c$

$R_{b;d}$  valoarea de calcul a rezistenței pe bază a pilotului

$$R_{b;d} = R_{b;k} / \gamma_b$$

unde:

$R_{b;k}$  valoarea caracteristică a rezistenței pe bază a pilotului

$\gamma_b$  coeficient parțial pentru rezistența pe bază a pilotului

$R_{s;d}$  valoarea de calcul a rezistenței de frecare pe suprafața laterală a pilotului

$$R_{s;d} = R_{s;k} / \gamma_s$$

unde:

$R_{s;k}$  valoarea caracteristică a rezistenței de frecare pe suprafața laterală a pilotului

$\gamma_s$  coeficient parțial pentru rezistența prin frecare pe suprafața laterală a pilotului

7.2.4.2.2 Valoarea caracteristică a rezistenței pe bază se obține cu relația:

$$R_{b;k} = A_b q_{b;k} \quad (11)$$

unde:

$R_{b;k}$  valoarea caracteristică a rezistenței pe bază a pilotului

$A_b$  suprafața bazei pilotului

$q_{b;k}$  valoarea caracteristică a presiunii pe bază

7.2.4.2.3 Valoarea caracteristică a rezistenței de frecare pe suprafața laterală a unui pilot se obține cu relația:

**NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA GEOTEHNICA A FUNDATIILOR PE PILOTI  
REDACTAREA 1**

CONTRACT 314/2007 MDLPL

$$R_{s;k} = \sum A_{s;i} q_{s;i;k} = U \sum q_{s;i;k} l_i \quad (12)$$

unde:

- $R_{s;k}$  valoarea caracteristică a rezistenței de frecare pe suprafața laterală a unui pilot
- $A_{s;i}$  suprafața laterală a pilotului în stratul  $i$
- $U$  perimetrul secțiunii transversale a pilotului
- $l_i$  lungimea pilotului în contact cu stratul  $i$
- $q_{s;i;k}$  valoarea caracteristică a rezistenței de frecare laterală în stratul  $i$

7.2.4.2.4 Valoarea de calcul a capacității portante ultime la compresiune a piloților flotanți prefabricați se exprimă prin relația:

$$R_{c,d} = R_{b,d} + R_{s,d} = \frac{R_{b,k}}{\gamma_{b_1}} + \frac{R_{s,k}}{\gamma_{s_1}} = \frac{A_b q_{b,k}}{\gamma_{b_1}} + \frac{U \sum q_{s,k_i} l_i}{\gamma_{s_1}} \quad (13)$$

unde:

- $R_{b,k}$  valoarea caracteristică a rezistenței pe bază a pilotului
- $R_{s,k}$  valoarea caracteristică a rezistenței de frecare pe suprafața laterală a pilotului
- $\gamma_{b_1}$  coeficient parțial de siguranță dat în tabelul 4
- $\gamma_{s_1}$  coeficient parțial de siguranță dat în tabelul 4
- $A_b$  suprafața bazei pilotului
- $U$  perimetrul secțiunii transversale a pilotului
- $l_i$  lungimea pilotului în contact cu stratul  $i$
- $q_{b,k}$  valoarea caracteristică a presiunii pe bază dată în tabelul 5
- $q_{s;i;k}$  valoarea caracteristică a rezistenței de frecare laterală în stratul  $i$  dată în tabelul 6

Tabelul 4

Modul de introducere a pilotului prefabricat în teren	$\gamma_{b_1}$	$\gamma_{s_1}$
Piloți introduși prin batere	1,0	1,0
Piloți introduși prin batere cu subspălare în pământuri nisipoase, cu condiția baterii pe ultimul metru fără subspălare	1,0	1,6
Piloți introduși prin vibrație în pământuri:		

Tabelul 4 (continuare)

nisipoase saturate de îndesare medie	mijlocii și mari	0,8	1,0
	fine	0,9	1,0
	prăfoase	1,0	1,0
argiloase cu indicele de consistență $0,5 < I_c \leq 1$	prafuri nisipoase	1,1	1,1
	prgile nisipoase sau prăfoase	1,2	1,1
	argile	1,4	1,1
argiloase cu indicele de consistență $I_c > 1$		1,0	1,0

Tabelul 5

$A_d < 4$	Pământuri necoezive	Pământuri coezive
-----------	---------------------	-------------------

**NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA GEOTEHNICA A FUNDATIILOR PE PILOTI  
REDACTAREA 1**

CONTRACT 314/2007 MDLPL

	Pietriș	Nisipuri			Nisip prăfos	Ic						
		mari	medii	fine		$\geq 1,0$	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4
(m)	$q_{b,k}$ (kPa)											
3	7500	6500	2900	1800	1200	7000	4000	3000	2000	1200	1000	600
4	8300	6600	3000	1900	1250	8300	5100	3800	2500	1600	1200	700
5	8800	6700	3100	2000	1300	8800	6200	4000	2800	2000	1300	800
7	9700	6900	3300	2200	1400	9700	6900	4300	3300	2200	1400	850
10	10500	7300	3500	2400	1500	10500	7300	5000	3500	2400	1500	900
15	11700	7500	4000	2800	1600	11700	7500	5600	4000	2800	1600	1000
20	12600	8200	4500	3100	1700	12600	8200	6200	4500	3100	1700	1100
25	13400	8800	5000	3400	1800	13400	8800	6800	5000	3400	1800	1200
30	14200	9400	5500	3700	1900	14200	9400	7400	5500	3700	1900	1300
35	15000	10000	6000	4000	2000	15000	10000	8000	6000	4000	2000	1400

**OBSERVAȚII**

1. Adâncimea de înfigere a pilotului se măsoară de la nivelul terenului natural până la nivelul bazei pilotului, când umpluturile sau decapările prevăzute nu depășesc 3m. Când umpluturile sau decapările prevăzute depășesc 3m, adâncimea de înfigere se măsoară de la un nivel superior, respectiv inferior, cu 3m față de nivelul terenului natural.

2. Valorile  $q_{b,k}$  din tabel pot fi folosite cu condiția ca pilotul să pătrundă în terenul stabil (care nu este susceptibil de afuiere sau alunecare) cel puțin 4m în cazul infrastructurii podurilor sau construcțiilor hidrotehnice și cel puțin 3m în cazul celorlalte construcții.

3. Valorile  $q_{b,k}$  din tabel sunt valabile pentru pământuri cu  $I_D \geq 0,35$

4. Pentru nisipuri mari și pietrișuri, valorile  $q_{b,k}$  din tabel se pot folosi numai în cazul în care încastrarea relativă a vârfului pilotului în strat este  $t/d \geq 15$ . Pentru valori  $t/d < 15$  rezistența de proiectare corectată se calculează cu:

$$q_{b,k \text{ cor}} = q_{b,k} (0,7 + 0,02 t/d) \quad [\text{kPa}]$$

unde:

$t$  adâncimea de încastrare în stratul de nisip mare sau pietriș a vârfului pilotului, în metri;

$d$  diametrul pilotului în planul bazei, în metri.

5. Pentru pământuri nisipoase (cu excepția nisipurilor mari prevăzute la observația 4) și pământuri coezive, valorile din tabel se pot folosi cu condiția pătrunderii vârfului pilotului pe o adâncime  $t/d \geq 4$ .

Pentru valori  $t/d < 4$  se calculează rezistența normată corectată cu relația:  $q_{b,k \text{ cor}} = q_{b,k} (0,5 + 0,125 t/d)$

6. Pentru valori intermediare ale adâncimilor sau consistenței, valorile  $q_{b,k}$  se obțin prin interpolare liniară.

Tabelul 6

Adâncimea medie a stratului	Pământuri necoezive			Pământuri coezive					
	mari si medii	fine	prăfoase	Ic					
				$\geq 0,8$	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3
(m)	$q_{s,k}$ (kPa)								
1	35	23	15	35	23	15	12	5	2
2	42	30	20	42	30	20	17	7	3
3	48	35	25	48	35	25	20	8	4
4	53	38	27	53	38	27	22	9	5
5	56	40	29	56	40	29	24	10	6

**NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA GEOTEHNICA A FUNDATIILOR PE PILOTI  
REDACTAREA 1**

CONTRACT 314/2007 MDLPL

7	60	43	32	60	43	32	25	11	7
10	65	46	34	65	46	34	26	12	8
15	72	51	38	72	51	38	28	14	10
20	79	56	41	79	56	41	30	16	12
25	86	61	44	86	61	44	32	18	-
30	93	66	47	93	66	47	34	20	-
35	100	70	50	100	71	50	36	22	-

**OBSERVAȚII**

1. Valorile  $q_{s,k}$  se adoptă pentru adâncimile medii, corespunzătoare distanței de la mijlocul stratului  $i$  până la suprafața terenului ținând seama de obs. 2 de la tabelul 5.

In cazul unor straturi cu grosimi mai mari de 2m, determinarea valorilor se face prin împărțirea în orizonturi de max. 2m.

2. Pentru valori intermediare ale adâncimilor sau consistenței valorile  $q_{s,k}$  se obțin prin interpolare lineară.

3. Dacă în limitele lungimii pilotului există o intercalație de pământ puternic compresibil, de consistență redusă (turbă, mâl nămol etc.) de cel puțin 30 cm grosime, iar suprafața terenului urmează a fi încărcată (în urma sistematizării sau din alte cauze), valorile  $q_{s,k}$  pentru stratul puternic compresibil și pentru cele de deasupra lui se determină astfel:

– când supraîncărcarea este până la 30 kPa, pentru toate straturile situate până la limita inferioară a stratului puternic compresibil (inclusiv umpluturile) se ia  $q_{s,k} = 0$ ;

– când supraîncărcarea este cuprinsă între 30 și 80 kPa, pentru straturile situate deasupra stratului foarte compresibil (inclusiv umpluturile) se ia  $q_{s,k}$  din tabel multiplicat cu 0,4 și cu semn negativ, iar pentru stratul puternic compresibil  $q_{s,k} = -5$  kPa;

– când supraîncărcarea este mai mare de 80 kPa, pentru straturile situate deasupra stratului foarte compresibil se ia  $q_{s,k}$  din tabel cu semn negativ, iar pentru stratul puternic compresibil se ia  $q_{s,k} = -5$  kPa.

4. Dacă pilotul străbate umpluturi recente, straturi argiloase în curs de consolidare sau straturi macroporice sensibile la umezire, cu grosimi mai mari de 5 m, valorile  $q_{s,k}$  se iau din tabel cu semn negativ.

7.2.4.2.5 Valoarea de calcul a capacității portante ultime la compresiune a piloților flotanți executați pe loc se exprimă prin:

$$R_{c,d} = R_{b,d} + R_{s,d} = \frac{R_{b,k}}{\gamma_{b_2}} + \frac{R_{s,k}}{\gamma_{s_2}} = \frac{A_b q_{b,k}}{\gamma_{b_2}} + \frac{U \sum q_{s,k_i} l_i}{\gamma_{s_2}} \quad (14)$$

unde:

$R_{b,k}$  valoarea caracteristică a rezistenței pe bază a pilotului

$R_{s,k}$  valoarea caracteristică a rezistenței de frecare pe suprafața laterală a pilotului

$\gamma_{b,2}$  coeficient parțial de siguranță dat în tabelul 7

$\gamma_{s,2}$  coeficient parțial de siguranță dat în tabelul 8

$A_b$  suprafața bazei pilotului

$U$  perimetrul secțiunii transversale a pilotului

$l_i$  lungimea pilotului în contact cu stratul  $i$

$q_{s,i,k}$  valoarea caracteristică a rezistenței de frecare laterală în stratul  $i$  dată în tabelul 6

$q_{b,k}$  valoarea caracteristică a presiunii pe bază

Valoarea caracteristică a presiunii pe bază,  $q_{b,k}$ , se determină, după caz, astfel:

i) Pentru piloții de îndesare executați prin batere sau vibropresare, valorile sunt date în tabelul 5

ii) Pentru piloții de dislocuire care reazemă cu baza pe pământuri coezive, cu condiția asigurării pătrunderii bazei pilotului în stratul respectiv pe o adâncime egală cu cel puțin diametrul pilotului sau al bulbului:

**NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA GEOTEHNICA A FUNDATIILOR PE PILOTI  
REDACTAREA 1**

CONTRACT 314/2007 MDLPL

$$q_{b,k} = N_c c_{u;d} + \gamma_{d;1} D \quad (15)$$

unde:

$N_c$  factor de capacitate portantă,  $N_c = 9$

$c_{u;d}$  valoarea de calcul a coeziunii nedrenate

$\gamma_{d;1}$  media ponderată, prin grosimile straturilor, a valorilor de calcul ale greutateților volumice ale straturilor străbătute de pilot

$D$  fișa reală a pilotului (adâncimea la care se găsește baza pilotului, măsurată de la nivelul terenului natural, sau, pentru infrastructurile podurilor, de la nivelul fundului albiei, ținând seama de adâncimea de afuiere)

iii) În lipsa datelor privind rezistența la forfecare a stratului de la baza pilotului, se admite, pentru pământuri coezive, utilizarea valorilor din tabelul 9

iv) Pentru piloții de dislocuire care reazemă cu baza pe straturi necoezive:

$$q_{b,k} = \alpha ( \gamma_d d_b N_\gamma + \gamma_{d;1} D_c N_q ) \quad (16)$$

unde:

$\alpha$  coeficient determinat în funcție de gradul de îndesare  $I_D$  al pământului de la baza pilotului, dat în tabelul 10

$\gamma_d$  valoarea de calcul a greutateții volumice a pământului de sub baza pilotului

$\gamma_{d;1}$  media ponderată, prin grosimile straturilor, a valorilor de calcul ale greutateților volumice ale straturilor străbătute de pilot

$d_b$  diametrul pilotului la nivelul bazei

$N_\gamma, N_q$  factori de capacitate portantă determinați în funcție de valoarea de calcul a unghiului de frecare interioară,  $\varphi'_d$ , al stratului de la baza pilotului, dați în tabelul 11

$D_c$  fișa de calcul a pilotului:

$$D_c = \beta d_b \text{ dacă } D \geq \beta d_b$$

$$D_c = D \text{ dacă } D < \beta d_b$$

unde:

$\beta$  coeficient în funcție de gradul de îndesare  $I_D$  al pământului de la baza pilotului, dat în tabelul 10

**OBSERVAȚIE**

Când deasupra stratului de pământ necoeziv în care pătrunde baza pilotului se află un strat de umplură recentă, necompactată sau de pământ coeziv plastic moale sau plastic curgător, sau un strat de turbă, fișa  $D$  se consideră doar adâncimea pe care pătrunde pilotul în stratul portant, iar la expresia  $q_{b,k}$  definită prin relația (15) se adaugă termenul  $\gamma_{d;2} h$  unde  $\gamma_{d;2}$  este valoarea de calcul a greutateții volumice a stratului slab și  $h$  este grosimea acestuia.

Tabelul 7

Tehnologia de betonare a pilotului	Tipul pământului de la baza pilotului	
	coeziv	necoeziv
	$\gamma_{b_2}$	
Betonare în uscat	1,2	1,2
Betonare sub apă		
- cu injecție la bază	1,3	1,2

Tabelul 8

Modul de execuție a pilotului	Tipul pământului din jurul pilotului	
	coeziv	necoeziv
	$\gamma_{s_2}$	
Pilot cu mantaua introdusă prin batere și betonul compactat prin batere	1,2	1,2
Pilot cu mantaua introdusă prin vibrare și betonul compactat prin	1,7	1,2

**NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA GEOTEHNICA A FUNDATIILOR PE PILOTI  
REDACTAREA 1**

CONTRACT 314/2007 MDLPL

			vibrare ( la extragerea coloanei)		
- fără injecție la bază	1,45	1,3	Pilot forat în uscat și netubat	1,9	1,7
Betonare sub noroi			Pilot forat sub noroi	2,4	1,9
- cu injecție la bază	1,45	1,3	Pilot forat cu tubaj recuperabil	1,9	1,7
- fără injecție la bază	1,9	1,5	Pilot forat cu tubaj nerecuperabil	1,9	1,5

Tabelul 9

Adâncimea bazei pilotului (m)	$I_C$						
	$\geq 1$	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4
	$q_{b,k}$ (kPa)						
3	700	600	500	400	300	250	200
5	800	700	600	500	400	300	300
7	900	800	700	600	500	400	350
10	1100	950	850	750	650	550	500
12	1250	1100	1000	900	750	650	550
15	1450	1300	1200	1050	900	800	650
18	1700	1500	1350	1200	1050	900	750
20	1850	1700	1500	1300	1150	1000	850
30	2650	2400	2100	1850	1600	-	-
40	3600	3200	2800	2400	2000	-	-

Tabelul 10

$I_D$	$\alpha$	$\beta$
0,00...0,35	0,5	10
0,36...0,65	0,4	15
0,66...1,00	0,3	20

Tabelul 11

	$\phi'_d$ (°)							
	$N_\gamma$	9,5	12,6	17,3	24,4	34,6	48,6	71,3
$N_q$	18,6	24,8	32,8	45,5	64,0	87,6	127,0	185,0

7.2.5 Capacitatea portantă ultimă la compresiune stabilită pe baza încercărilor de impact dinamic

7.2.5.1 Condițiile generale de determinare a capacității portante ultime la compresiune pe baza încercărilor de impact dinamic sunt date la 7.6.2.4 din SR EN 1997-1/2006.

7.2.5.2 Valoarea de calcul a capacității portante la compresiune se determină cu relația [7.10 SR EN 1997-1/2006]:

$$R_{c;d} = (R_{c;k}) / \gamma \quad (17)$$

unde:

$$R_{c;k} = \text{Min} \{ (R_{c;m})_{\text{med}} / \xi_5 ; (R_{c;m})_{\text{min}} / \xi_6 \}$$

unde:

$R_{c;k}$  valoarea caracteristică a lui  $R_c$

$R_{c;m}$  valoarea măsurată a lui  $R_c$  în una sau mai multe încercări

**NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA GEOTEHNICA A FUNDATIILOR PE PILOTI  
REDACTAREA 1**

CONTRACT 314/2007 MDLPL

$(R_{c,m})_{med}$	valoarea medie a lui $R_{c,m}$
$(R_{c,m})_{min}$	valoarea minimă a lui $R_{c,m}$
$\xi_5$	coeficient de corelare dat în tab. A11 din SR EN 1997-1/2006
$\xi_6$	coeficient de corelare dat în tab. A11 din SR EN 1997-1/2006

**7.2.6 Capacitatea portantă ultimă la compresiune stabilită pe baza formulelor de batere**

7.2.6.1 Condițiile generale de determinare a capacității portante ultime la compresiune pe baza formulelor de batere sunt date la 7.6.2.5 din SR EN 1997-1/2006.

7.2.6.2 În cazul piloților purtători pe vârf, bătuți într-un pământ necoeziv, valoarea de calcul a capacității portante la compresiune se determină cu:

$$R_{c;d} = (R_{b;k}) / \gamma_b \quad (18)$$

unde:

$\gamma_b$  coeficient parțial de siguranță:  $\gamma_b = 1,4$

$$R_{b;k} = -\frac{aA}{2} + \sqrt{\left(\frac{aA}{2}\right)^2 + \frac{aA}{e} \cdot \frac{Q_0 + 0,2q}{Q_0 + q} Q_0 \cdot H_0}$$

unde:

- $a$  factor ce depinde de tipul pilotului și condițiile de batere, dat în tabelul 12
- $A$  aria secțiunii pilotului (în cazul piloților tubulari se consideră suprafața secțiunii inelare)
- $e$  refuzul pilotului (cm)
- $Q_0$  greutatea berbecului (sau a părții care lovește)
- $q$  greutatea pilotului (inclusiv a căciulii de protecție și a părții staționare a berbecului)
- $H_0$  înălțimea de cădere a berbecului (cm), stabilită conform tabelului 13
- $H_1$  mărimea cursei berbecului
- $E_0$  energia de lovire a berbecului (kJ)

**OBSERVAȚIE**

Încărcarea caracteristică pe baza datelor din încercarea pe cale dinamică a piloților prefabricați se poate determina și cu alte relații, dacă în urma aplicării acestora pentru diferite condiții de teren se arată că se obține o concordanță satisfăcătoare cu rezultatele încercărilor statice.

Tabelul 12

Tipul pilotului și condițiile de batere	$a$ (kPa)
Pilot din beton armat (cu căciulă de protecție)	1500
Pilot din lemn (fără căciulă de protecție)	1000

Tabelul 13

Tipul de berbec	Piloți verticali	Piloți înclinați cu 3 : 1
Berbec cu cădere liberă sau cu acțiune simplă	$H_0 = H_1$	$H_0 = 0,8 H_1$
Berbec diesel sau cu acțiune dublă	$H_0 = \frac{100E_0}{Q_0}$	$H_0 = \frac{80E_0}{Q_0}$

**7.2.6.3 Rebatere**

# NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA GEOTEHNICA A FUNDATIILOR PE PILOTI REDACTAREA 1

CONTRACT 314/2007 MDLPL

Condițiile generale de determinare a numărului de piloți care trebuie rebătuți sunt date la 7.6.2.7 din SR EN 1997-1/2006.

## 7.2.7 Capacitatea portantă ultimă la compresiune stabilită pe baza interpretării ecuației unde

Condițiile generale de determinare a capacității portante ultime la compresiune pe baza interpretării ecuației unde sunt date la 7.6.2.6 din SR EN 1997-1/2006.

## 7.2.8 Capacitatea portantă ultimă la compresiune a unui pilot care lucrează în grup

Valoarea de calcul a capacității portante la compresiune a unui pilot care lucrează în grup se determină cu:

$$R_{c;g} = m_u R_{c;d} \quad (19)$$

unde:

$R_{c;d}$  valoarea de calcul a lui  $R_c$  a pilotului izolat

$m_u$  coeficient de utilizare:

$m_u = 1$  pentru piloții purtători pe vârf și piloții flotanți de îndesare având fișa integral cuprinsă în pământuri necoezive

$m_u = f(r/r_0)$  dat în tabelul 14

unde:

$r$  distanța minimă (lumina) între 2 piloți vecini

$r_0$  raza de influență a pilotului izolat în planul bazei:

$$r_0 = \sum l_i \operatorname{tg} \varepsilon_i$$

unde:

$l_i$  grosimea stratului  $i$  prin care trece pilotul

$$\varepsilon_i = (\varphi'_d / 4)$$

### OBSERVAȚII

1. Valorile din tabelul 14 pot fi sporite până la  $m_u = 1$  în cazul în care tasarea probabilă calculată a fundației pe piloți este în limitele acceptabile pentru construcția respectivă.

2. In straturile în care se consideră posibilă apariția frecării negative,  $\varepsilon = 0$ .

Tabelul 14

$r/r_0$	$\geq 2$	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8
$m_u$	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,70	0,60

## 7.3 Rezistența la tracțiune a pilotului

### 7.3.1 Generalități

7.3.1.1 Condițiile generale de verificare sunt date la 7.6.3.1 din SR EN 1997-1/2006.

7.3.1.2 Relația generală de verificare [7.12 SR EN 1997-1/2006] este:

$$F_{t;d} \leq R_{t;d} \quad (20)$$

unde:

$F_{t;d}$  valoarea de calcul a tracțiunii exercitată asupra unui pilot corespunzătoare stării

**NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA GEOTEHNICA A FUNDATIILOR PE PILOTI  
REDACTAREA 1**

CONTRACT 314/2007 MDLPL

---

$R_{t,d}$             limită ultime  
                    valoarea de calcul a lui  $R_t$

7.3.2 Rezistența ultimă la tracțiune stabilită pe baza încărcărilor statice de probă pe piloți

7.3.2.1 Condițiile generale de determinare a rezistenței ultime la tracțiune pe baza încărcărilor statice de probă pe piloți sunt date la 7.6.3.2 din SR EN 1997-1/2006.

7.3.2.2 Relatia generală de calcul pentru valoarea caracteristică a rezistenței ultime la tracțiune [7.14 SR EN 1997-1/2006] este:

$$R_{t,k} = \text{Min} \{ (R_{t,m})_{\text{med}} / \xi_1 ; (R_{t,m})_{\text{min}} / \xi_2 \} \quad (21)$$

unde:

$R_{t,k}$             valoarea caracteristică a lui  $R_t$   
 $R_{t,m}$             valoarea măsurată a lui  $R_t$  în una sau mai multe încărcări de probă pe piloți  
 $(R_{t,m})_{\text{med}}$       valoarea medie a lui  $R_{t,m}$   
 $(R_{t,m})_{\text{min}}$       valoarea minimă a lui  $R_{t,m}$   
 $\xi_1$               coeficient de corelare dat in tab. A9(RO) din SR EN 1997-1/NB/2007  
 $\xi_2$               coeficient de corelare dat in tab. A9(RO) din SR EN 1997-1/NB/2007

7.3.2.3 Rezistența la tracțiune de calcul se calculează [7.13 SR EN 1997-1/2006] cu:

$$R_{t,d} = R_{t,k} / \gamma_{s,t} \quad (22)$$

unde:

$R_{t,d}$             valoarea de calcul a lui  $R_t$   
 $R_{t,k}$             valoarea caracteristică a lui  $R_c$   
 $\gamma_{s,t}$             coeficient parțial pentru rezistența la tracțiune a unui pilot dat in tab. A6(RO), A7(RO) și A8(RO) din SR EN 1997-1/NB/2007

7.3.3 Rezistența ultimă la tracțiune stabilită pe baza rezultatelor încercărilor asupra pământurilor.

7.3.3.1 Condițiile generale de determinare a rezistenței ultime la tracțiune pe baza rezultatelor încercărilor asupra pământurilor sunt date la 7.6.3.3 din SR EN 1997-1/2006.

7.3.3.2 Valoarea de calcul a rezistenței la tracțiune [7.15 SR EN 1997-1/2006] este dată de relatia 22.

7.3.3.3 Relatia generală de calcul pentru valoarea caracteristică a rezistenței la tracțiune [7.17 sau 7.18 SR EN 1997-1/2006] este:

$$R_{t,k} = \text{Min} \{ (R_{t,\text{cal}})_{\text{med}} / \xi_3 ; (R_{t,\text{cal}})_{\text{min}} / \xi_4 \} \quad (23)$$

unde:

$R_{t,k}$             valoarea caracteristică a lui  $R_t$

**NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA GEOTEHNICA A FUNDATIILOR PE PILOTI  
REDACTAREA 1**

CONTRACT 314/2007 MDLPL

---

$R_{t,cal}$	valoarea calculată a lui $R_t$ pe baza rezultatelor încercărilor asupra pământului
$(R_{t,cal})_{med}$	valoarea medie a lui $R_{c,cal}$
$(R_{t,cal})_{min}$	valoarea minimă a lui $R_{c,cal}$
$\xi_3$	coeficient de corelare dat in tab. A10(RO) din SR EN 1997-1/NB/2007
$\xi_4$	coeficient de corelare dat in tab. A10(RO) din SR EN 1997-1/NB/2007

sau

$$R_{s;k} = \sum A_{s;i} q_{s;i;k} \quad (24)$$

unde:

$R_{s;k}$	valoarea caracteristică a rezistenței de frecare pe suprafața laterală a unui pilot
$A_{s;i}$	suprafața laterală a pilotului în stratul $i$
$q_{s;i;k}$	valoarea caracteristică a rezistenței de frecare laterală în stratul $i$

7.3.3.4 Valoarea de calcul a rezistenței la tracțiune a piloților prefabricați introduși prin batere se poate stabili, pe baza datelor din încercarea de penetrare statică, cu:

$$R_{t,d} = \frac{F_l}{\gamma_{s_3}} \cdot \frac{U}{u_p} \quad (25)$$

unde:

$F_l, U, u_p, \gamma_{s_3}$  conform semnificațiilor precizate la relația 7

7.3.4 Rezistența ultimă la tracțiune stabilită prin metode prescriptive

7.3.4.1 Rezistența ultimă la tracțiune pentru piloții prefabricați se determină cu:

$$R_{t,d} = \frac{U \sum q_{s,k_i} \cdot l_i}{\gamma_m \cdot \gamma_{s_1}} \quad (26)$$

unde:

$U, q_{s;i;k}, l_i, \gamma_{s_1}$  conform semnificațiilor precizate la relația 13  
 $\gamma_m$  coeficient parțial:  $\gamma_m = 2,4$

7.3.4.2 Rezistența ultimă la tracțiune pentru piloții executați pe loc se determină cu:

$$R_{t,d} = \frac{U \sum q_{s,k_i} \cdot l_i}{\gamma_m \cdot \gamma_{s_2}} \quad (27)$$

unde:

$U, q_{s;i;k}, l_i, \gamma_{s_2}$  conform semnificațiilor precizate la relația 14  
 $\gamma_m$  coeficient parțial:  $\gamma_m = 2,4$

**7.4 Deplasările verticale ale fundației pe piloți (starea limită de exploatare normală pentru structura suportată de piloți)**

7.4.1 Generalități

7.4.1.1 Condițiile generale de verificare sunt date la 7.6.4.1 din SR EN 1997-1/2006.

7.4.1.2 Trebuie evaluată deplasarea verticală (tasarea) fundației pe piloți pentru condițiile stărilor limită ale exploatarei normale și comparată cu valoarea tasării acceptabile:

$$s \leq s_{acc} \quad (28)$$

unde:

$s$  deplasarea verticală (tasarea) fundației pe piloți estimată/ calculată  
 $s_{acc}$  deplasarea verticală (tasarea) acceptabilă pentru structura suportată de piloți

7.4.1.3 Metode analitice pentru calculul deplasărilor verticale ale fundației pe piloți, de felul celei indicate în anexa D, trebuie considerate ca aproximative.

7.4.2 Fundația pe piloți supuși la compresiune

Condițiile generale de verificare sunt date la 7.6.4.2 din SR EN 1997-1/2006.

7.4.3 Fundații pe piloți supuși solicitați la tracțiune

Condițiile generale de verificare sunt date la 7.6.4.3 din SR EN 1997-1/2006.

## **8. PILOȚI SUPUȘI LA SOLICITĂRI TRANSVERSALE**

### **8.1 Generalități**

8.1.1 Condițiile generale de verificare sunt date la 7.7.1 din SR EN 1997-1/2006.

8.1.2 Relația generală de verificare [7.19 SR EN 1997-1/2006] este:

$$F_{tr,d} \leq R_{tr,d} \quad (29)$$

unde:

$F_{tr,d}$  valoarea de calcul a încărcării transversale asupra unui pilot corespunzătoare stării limită ultime

$R_{tr,d}$  valoarea de calcul a lui  $R_{tr}$  luând în considerare efectul oricăror încărcări axiale de compresiune sau de tracțiune

### **8.2 Rezistența la încărcare transversală pe baza încărcărilor de probă pe piloți**

8.2.1 Condițiile generale de determinare a rezistenței la încărcare transversală pe baza încărcărilor de probă pe piloți sunt date la 7.7.2 din SR EN 1997-1/2006.

8.2.2 Rezistența de calcul la încărcare transversală se calculează cu:

$$R_{tr,d} = \frac{R_{tr,k}}{\gamma_{tr}} \quad (30)$$

unde:

$R_{tr,k}$  valoarea caracteristică a încărcării transversale, stabilită cu luarea în considerare a

**NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA GEOTEHNICA A FUNDATIILOR PE PILOTI  
REDACTAREA 1**

CONTRACT 314/2007 MDLPL

factorului de corelare  $\xi$  din tabelul A9(RO) din SR EN 1997-1/NB/2007 în funcție de numărul încărcărilor de probă  
 $\gamma_{tr}$  coeficient parțial:  $\gamma_{tr} = 2$

**8.3 Rezistența la încărcare transversală pe baza rezultatelor încercărilor asupra terenului și a parametrilor de rezistență ai pilotului**

8.3.1 Condițiile generale de determinare a rezistenței la încărcare transversală pe baza rezultatelor încercărilor asupra terenului și a parametrilor de rezistență ai pilotului sunt date la 7.7.3 din SR EN 1997-1/2006.

8.3.2 Calculul rezistenței la încărcare transversală a unui pilot lung, svelt poate fi efectuat folosind teoria unei grinzi încărcată la o extremitate și suportată de un mediu deformabil caracterizat printr-un modul orizontal al reacțiunii terenului (mediu Winkler). În anexa A se prezintă o metodă de calcul a unui pilot izolat supus la solicitări transversale, în ipoteza că terenul reprezintă un mediu Winkler.

**8.4 Rezistența la încărcare transversală prin metode prescriptive**

8.4.1 Metodele prescriptive pentru calculul rezistenței la încărcare transversală a unui pilot se utilizează doar în fazele preliminare de proiectare.

8.4.2 Rezistența caracteristică la încărcare transversală a piloților verticali în radiere joase se determină cu:

$$R_{tr,k} = \frac{2M_{cap}}{l_0} \quad \text{în cazul pilotului considerat încastrat în radier} \quad (31)$$

sau

$$R_{tr,k} = \frac{M_{cap}}{l_0} \quad \text{în cazul pilotului considerat articulată în radier} \quad (32)$$

unde:

$l_0$  lungimea convențională de încastrare; valorile  $l_0$  sunt date în tabelul 15

$M_{cap}$  momentul încovoietor capabil al secțiunii pilotului, determinat conform reglementărilor tehnice specifice privind calculul elementelor de beton armat

**OBSERVAȚII**

1. Relațiile pot fi utilizate în cazul când fișa pilotului  $D > 5l_0$
2. În cazul unei stratificații neomogene,  $l_0$  se stabilește ca medie ponderată (prin grosimile de straturi) ale valorilor corespunzătoare straturilor întâlnite pe o adâncime egală cu  $1,5 l_0$ , în care  $l_0$  reprezintă valoarea corespunzătoare stratului de la suprafață.
3. Nu se utilizează lungimea  $l_0$  din tabelul 14 la calculul săgeții piloților.

Tabelul 15

Tipul pământului	$l_0$
Nisipuri cu $I_D \leq 0,35$ și pământuri coezive cu $I_C \leq 0,5$	$4d$
Nisipuri cu $I_D = 0,36 \div 0,65$ și pământuri coezive cu $I_C = 0,51 \div 0,75$	$3d$
Nisipuri, nisipuri cu pietriș cu $I_D \geq 0,66$ și pământuri coezive cu $I_C = 0,76 \div 1,00$	$2d$

**NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA GEOTEHNICA A FUNDATIILOR PE PILOTI  
REDACTAREA 1**

CONTRACT 314/2007 MDLPL

Pământuri coezive cu $I_C > 1,00$	<i>1,5d</i>
-----------------------------------	-------------

8.4.3 Rezistența de calcul la încărcare transversală se determină cu:

$$R_{tr,d} = \frac{R_{tr,k}}{\gamma_{tr}} \quad (33)$$

unde:

$\gamma_{tr}$       coeficient parțial:  $\gamma_{tr} = 2$

### 8.5 Deplasare transversală

8.5.1 Condițiile generale de determinare a deplasării transversale sunt date la 7.7.4 din SR EN 1997-1/2006.

8.5.2 În anexa B se prezintă o metodă de calcul spațial al grupei de piloți în ipoteza radierului rigid și a terenului ca mediu Winkler.

## 9. PROIECTAREA STRUCTURALĂ A PILOȚILOR

### 9.1 Generalități

9.1.1 Condițiile generale sunt date la 7.8 din SR EN 1997-1/2006.

9.1.2 Alcătuirea pilotului trebuie astfel concepută încât să facă față tuturor situațiilor la care pot fi supuși piloții atât pe parcursul execuției, inclusiv transportul și baterea dacă este cazul, cât și în exploatare.

9.1.3 Piloții supuși la încărcări de tracțiune trebuie concepuți pentru a suporta întreaga forță de smulgere pe întreaga lor lungime, dacă este necesar.

9.1.4 La piloții executați pe loc, valorile rezistențelor corespunzătoare clasei betonului se afectează cu următorii coeficienți de reducere dați în tabelul 16:

Tabelul 16

Condițiile de betonare	Coeficient de reducere
Betonare în uscat	0,95
Betonare sub apă	0,85
Betonare sub noroi de foraj	0,75
OBSERVAȚIE Coeficienții de reducere menționați sunt suplimentari față de coeficienții condițiilor de siguranță care țin seama de dimensiunile secțiunilor transversale și de poziția de turnare a betonului stabiliți conform STAS 10107/0-90.	

### 9.2 Elemente constructive specifice piloților executați pe loc

# NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA GEOTEHNICA A FUNDATIILOR PE PILOTI REDACTAREA 1

CONTRACT 314/2007 MDLPL

---

## 9.2.1 Materiale

### 9.2.1.1 Beton

Piloții se realizează din beton de clasă cel puțin C<sub>12/15</sub> (B 15).

Tipul și marca de ciment se stabilesc funcție de clasa betonului și agresivitatea mediului în care se execută piloții.

Dozajul minim de ciment :     350 kg/m<sup>3</sup>     pentru betonare în uscat  
  400 kg/m<sup>3</sup>     pentru betonare sub apă sau sub noroi de foraj

Agregatele trebuie să fie de râu, sortate.

Dimensiunea maximă a agregatelor trebuie să fie cel mult egală cu cea mai mică dintre valorile:

- 1/4 din ochiul carcanei de armătură ;
- 1/2 din grosimea stratului de acoperire cu beton a armăturii;
- 1/4 din diametrul interior al coloanei de betonare;
- 31 mm.

Raportul A/ C trebuie să fie mai mic sau cel mult egal cu 0,6.

Se folosesc aditivi plastifianți și, dacă este cazul, întârziatori de priză.

Consistența betonului, exprimată prin tasarea conului, trebuie să fie de:

- 10...15 cm la betonarea în uscat;
- 15...18 cm la betonarea sub apă sau sub noroi de foraj.

Pentru piloții situați în terenuri cu ape agresive, la alcătuirea rețelei de betonare trebuie să se țină seama de reglementările specifice.

### 9.2.1.2 Armătură

Armăturile piloților se realizează din oțel tip OB 37, PC 52 sau S500.

## 9.2.2 Alcătuirea piloților

### 9.2.2.1 Dimensiuni caracteristice

#### 9.2.2.1.1 Diametru

Diametrul pilotului se stabilește funcție de tehnologia de execuție ce se adoptă.

#### OBSERVAȚIE

1. În cazul piloților forajți în uscat și netubați precum și în cel al piloților forajți sub noroi, diametrul pilotului se consideră egal cu diametrul uneltei de săpare.
2. În cazul piloților forajți cu tubaj recuperabil sau nerecuperabil, diametrul pilotului se consideră egal cu diametrul exterior al tubajului.

# NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA GEOTEHNICA A FUNDATIILOR PE PILOTI

## REDACTAREA 1

CONTRACT 314/2007 MDLPL

---

3. În cazul piloților purtători pe vârf precum și în cazul unor solicitări orizontale importante, este rațional ca diametrele să fie cât mai mari.

### 9.2.2.1.2 Lungime

Lungimea se stabilește astfel încât, prin efectul combinat al frecării pe suprafața laterală și al rezistenței în planul bazei, pilotul să transmită la teren încărcarea axială de calcul care îi revine. Se recomandă ca lungimea pilotului forat de diametru mare să se determine în funcție de adâncimea la care se întâlnește stratul practic incompresibil.

La piloții cu solicitări orizontale importante, lungimea pilotului se stabilește astfel încât să se asigure încastrarea necesară în teren.

Adâncimea de pătrundere a pilotului în stratul portant trebuie să fie de cel puțin  $2d$  la piloții cu  $d < 1,20$  m și  $1,5d$  la piloții cu  $d \geq 1,20$  m ( $d$  - diametrul pilotului).

Dacă stratul portant este constituit dintr-o rocă stâncoasă, se admite ca încastrarea să se facă pe minimum 0,5 m după îndepărtarea stratului de rocă alterată.

### 9.2.2.1.3 Evazare la bază

Evazarea la baza pilotului forat se face numai în cazul în care baza pătrunde într-un strat cu coeziune mare, având rezistența la compresiune cu deformare laterală liberă (compresiune monoaxială) de cel puțin 200 kPa la forarea în uscat și 300 kPa la forarea în apă.

Evazarea se face sub forma unui trunchi de con, cu înălțimea cel puțin egală cu diametrul secțiunii curente a pilotului. Se recomandă ca aria secțiunii bazei lărgite să nu depășească de trei ori secțiunea curentă a pilotului.

### 9.2.2.1.4 Injectare la bază sau în lungul suprafeței laterale a pilotului forat

Pentru sporirea capacității portante a pilotului forat precum și pentru micșorarea deformațiilor datorate terenului de la bază, eventual slăbit prin operația de forare, se poate prevedea o injectare la baza pilotului sau în lungul suprafeței laterale a acestuia. În acest scop, țevile prin care urmează a se injecta suspensia (de obicei lapte de ciment) se înglobează în corpul pilotului, fiind coborâte în gaura forată odată cu carcasa de armătură. Rețeta și tehnologia de injectare se precizează în caietul de sarcini.

### 9.2.3 Armarea piloților

9.2.3.1 Armarea piloților se face cu respectarea prevederilor din SR EN 12699/2004 și SR EN 1536/2004.

9.2.3.2 Armarea piloților se face cu carcase de armătură formate din bare longitudinale, etrieri sau fretă, inele de rigidizare și distanțieri.

9.2.3.3 Carcasa de armătură poate să aibă secțiunea constantă sau variabilă în lungul pilotului, după cum rezultă în urma calculului de rezistență a elementului de beton armat sau din condiții constructive.

## 9.3 Disponerea piloților în radier

9.3.1 Distanța minimă între axele piloților, măsurată în teren, este de:

$$\begin{aligned} &\rightarrow 3d && \text{în cazul piloților de îndesare} \\ &\rightarrow 2d + \frac{3}{100}D && \text{în cazul piloților de dislocuire} \end{aligned}$$

unde:

$d$       diametrul sau latura mică a secțiunii pilotului  
 $D$       fișa reală a pilotului

9.3.2 Repartizarea piloților sub radierul fundației se face, de regulă, în rânduri paralele, radial sau în șah.

#### **9.4 Alcătuirea radierului**

9.4.1 Adâncimea de fundare a radierului se stabilește în raport cu :

- existența subsolurilor și instalațiilor subterane;
- condițiile geologice și hidrogeologice ale amplasamentului (nivelul apelor subterane și variația acestuia în timpul construcției și al exploatarea acestuia etc.);
- posibilitatea de umflare prin îngheț a pământurilor etc.

9.4.2 Radierul de beton armat se calculează sub acțiunea încărcărilor de la suprastructură și a reacțiunilor din piloți.

Înălțimea radierului se determină din calcul, dar nu va fi mai mică de 30 cm.

Clasa betonului trebuie să fie minim C<sub>12/15</sub> (B 15).

9.4.3 Distanța între fața exterioară a piloților marginali și extremitatea radierului trebuie să fie minimum  $1d$ , dar nu mai mică de 25 cm.

9.4.4 Lungimea părții piloților cuprinsă în radierul de beton armat se determină în funcție de tipul de solicitare și de tipul și diametrul armăturii longitudinale din corpul pilotului (nu se include în grosimea radierului stratul de beton armat turnat sub apă sau betonul de egalizare) conform reglementărilor tehnice specifice, dar nu mai mică decât cea prevăzută la pct. 9.4.4.1 și 9.4.4.2.

9.4.4.1 În cazul fundațiilor pe piloți supuși la solicitări axiale de compresiune și la forțe orizontale reduse, care pot fi preluate de piloții considerați articulați în radier, piloții trebuie să pătrundă în radier cu capetele intacte pe o lungime de 5 cm, iar armăturile longitudinale ale piloților să se înglobeze în radier pe minimum 25 cm.

9.4.4.2 În cazul fundațiilor pe piloți supuși la solicitări axiale de smulgere sau la forțe orizontale mari, care impun preluarea acestora prin piloți considerați încastrați în radier, piloții trebuie să pătrundă în radier cu capetele intacte pe o lungime de 15 cm, iar armăturile longitudinale ale piloților trebuie să se înglobeze în radier pe o lungime determinată prin calcul, dar nu mai puțin de 40 ori diametrul barelor cu secțiune constantă sau de 20 ori diametrul barelor cu profil periodic.

## **10. SUPRAVEGHEREA EXECUȚIEI ȘI CONTROLUL CALITĂȚII PILOȚILOR**

### **10.1 Supravegherea execuției**

10.1.1 Condițiile generale sunt date la 7.9 din SR EN 1997-1/2006.

10.1.2. Condițiile specifice sunt date în SR EN 12699/2004 și SR EN 1536/2004.

10.1.3 În anexa E se prezintă, spre exemplificare, conținutul unei fișe de forare-betonare.

### **10.2 Controlul calității piloților puși în operă**

10.2.1 Condițiile generale sunt date la 7.9 din SR EN 1997-1/2006.

10.2.2 Controlul calității piloților după execuție constă din:

- controlul calității betonului din corpul pilotului;
- verificarea continuității corpului pilotului;
- încărcări de control pe piloți.

10.2.2.1 Controlul calității betonului pus în operă se face pentru:

- piloții la care încercarea epruvetelor nu a dat rezultate corespunzătoare clasei prescrise în proiect;
- piloții la care în timpul execuției s-au produs deficiențe care pot afecta calitatea betonului;
- un număr de piloți stabilit prin proiect (minim 10 % din numărul total de piloți și cel puțin un pilot la fiecare fundație), aleși prin înțelegere între beneficiar, proiectant și executant.

Controlul se face, la alegere, prin :

- dezvelirea piloților respectivi;
- extragerea de carote (după dezvelire sau prin forare la suprafață cu mijloace adecvate);
- metode nedistructive.

10.2.2.2 Verificarea continuității corpului pilotului se poate face prin:

- carotare pe întreaga lungime a pilotului; procedeul fiind costisitor și reclamând utilaje speciale, se aplică numai la acei piloți la care datele din fișa de forare - betonare precum și alte observații pe parcursul execuției pun la îndoială continuitatea;
- metode nedistructive (carotaj sonic, carotaj radioactiv, impedanță mecanică etc. ); acestea se aplică atât piloților suspectați de lipsă de continuitate cât și prin sondaj, în condițiile specificate la pct. 10.2.2.1 pentru controlul calității betonului pus în operă.

10.2.2.3 Încărcări de control pe piloți

Încărcările de control se prevăd pentru piloții care nu corespund condițiilor de calitate prevăzute la caietul de sarcini.

Se programează încărcări de control la cel puțin 25 % din totalul piloților care nu corespund condițiilor de calitate. În funcție de rezultatele obținute, proiectantul decide dacă piloții încărcăți

**NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA GEOTEHNICA A FUNDATIILOR PE PILOTI  
REDACTAREA 1**

CONTRACT 314/2007 MDLPL

---

se înglobează în lucrare și dacă este cazul extinderea încărcărilor de control și la ceilalți piloți. În urma acestor încărcări se precizează soluțiile de remediere care să asigure condițiile de rezistență și stabilitate ale fundației.

**BIBLIOGRAFIE**

- |                                  |   |
|----------------------------------|---|
| SR EN 1997-1/2006                | Eurocod 7: Proiectarea geotehnică<br>Partea 1: Reguli generale<br>Sectiunea 7: Fundații pe piloți   |
| SR EN 1997-1/NB/2007             | Eurocod 7: Proiectarea geotehnică<br>Partea 1: Reguli generale<br>Anexa națională   |
| STAS 2561/1-83                   | Teren de fundare<br>PILOȚI<br>Clasificare și terminologie   |
| STAS 2561/3-90                   | Teren de fundare<br>PILOȚI<br>Prescripții generale de proiectare  |
| STAS 2561/4-90                   | Teren de fundare<br>PILOȚI FORAȚI DE DIAMETRU MARE<br>Prescripții generale de proiectare, execuție și recepție  |
| NP 045-2000                      | Normativ privind încercarea în teren a piloților de probă și a piloților din fundații   |
| NP 106-85                        | Instrucțiuni tehnice pentru proiectarea și execuția baretelor pentru fundarea construcțiilor  |
| Frank, R.                        | „Some comparison of safety for axially loaded plies, in Design of Axially Loaded Piles - European Practice”, Proceedings of the ERTC 3 Seminar, Brussels, 17-18 April 1997, Balkema, 1997                     |
| Frank, R.                        | „Design of pile foundation following Eurocode 7- Section 7”, Workshop „Eurocodes: background and application”, Brussels, 2008   |
| Holeyman, A.                     | "Pile dynamic testing, driving formulae, monitoring and quality control", in Design of Axially Loaded Piles - European Practice, Proceedings of the ERTC 3 Seminar, Brussels, 17-18 April 1997, Balkema, 1997 |
| Jardine, R.J. Chow, F.C.         | "Improved pile design methods from filed lesting research", in Design of Axially Loaded Piles - European Practice, Proceedings of the ERTC 3 Seminar, Brussels, 17-18 April 1997, Balkema, 1997               |
| Katzenbach, R.<br>Moormann, Chr. | "Design of axially loaded piles and piles groups - German practice" in Design of Axially Loaded Piles - European Practice, Proceedings of the ERTC 3 Seminar, Brussels, 17-18 April 1997, Balkema, 1997       |
| Orr, L.L.T, Farrell, E.          | "Geotechnical Design to Eurocode 7", Springer Nerling, Berlin, 1999   |

ANEXE

**CALCULUL UNUI PILOT IZOLAT SUPUS LA SOLICITĂRI TRANSVERSALE  
 FOLOSIND TEORIA GRINZILOR PE MEDIU ELASTIC**

**A.1** Pentru calculul deformațiilor și eforturilor în lungul unui pilot izolat, definit într-un sistem de axe (fig. A.1 a) supus la încărcări transversale (forță tăietoare, moment încovoietor) terenul de fundare se asimilează cu un mediu (de tip Winkler) alcătuit din resoarte independente (fig. A.1 b). Caracteristica de deformabilitate a resoartelor supuse la presiuni orizontale poartă denumirea de coeficient al reacțiunii laterale  $E_s$ .

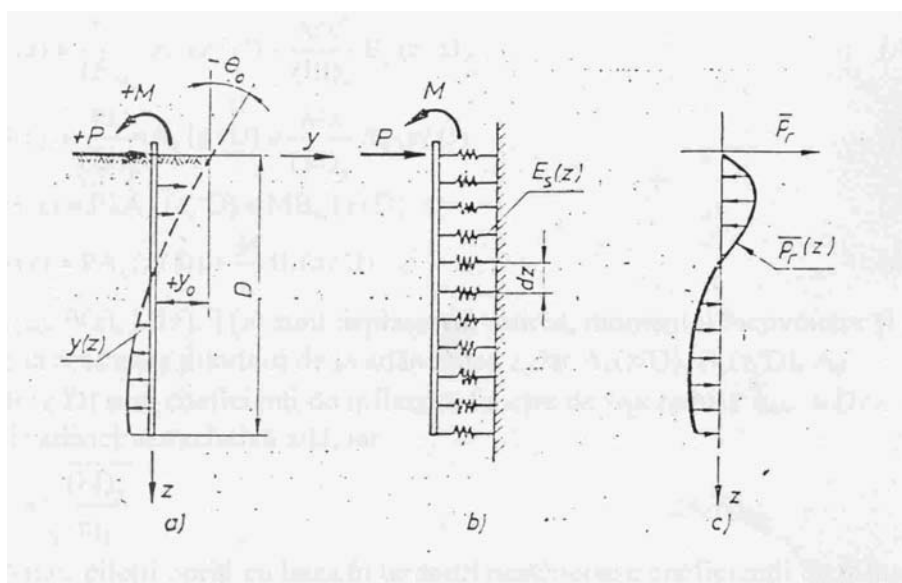


Fig. A.1

**A.2** Datorită variației importante pe verticală a naturii și stării terenului, se recomandă să se considere coeficientul  $E_s$  variabil cu adâncimea:  $E_s = E_s(z)$ .

**A.3** Considerând că un pilot acționat de solicitări transversale conform fig. A.1 suferă deformația  $y = y(z)$ , în urma căreia se mobilizează din partea terenului presiunea reactivă  $\bar{p}_r = \bar{p}_r(z)$  (fig. A.1 c), se poate exprima echilibrul diferențial cu relația:

$$(EI)_p \frac{d^4 y}{dz^4} + \bar{p}_r = 0 \quad (A.1)$$

în care presiunea reactivă  $\bar{p}_r$  se determină cu relația:

$$\bar{p}_r = E_s y$$

iar  $(EI)_p$  este rigiditatea la încovoiere a secțiunii pilotului.

**NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA GEOTEHNICA A FUNDATIILOR PE PILOTI  
REDACTAREA 1**

CONTRACT 314/2007 MDLPL

---

Pentru rezolvarea ecuației (A.1) pot fi adoptate mai multe ipoteze ca de exemplu:

1) Ipoteza terenului linear-elastic, cu coeficient al reacțiunii laterale variabil linear cu adâncimea:  
$$E_s = m_h z \quad (A.2)$$

în care  $m_h$  se numește modulul coeficientului reacțiunii laterale, care se poate determina conform pct. C.2 din anexa C.

2) Ipoteza terenului nelinear, cu coeficient al reacțiunii laterale dependent de nivelul de solicitare și cu o distribuție oarecare pe adâncime  $E_s = E_s(z, y)$ .

**A.4** Calculul deformațiilor și eforturilor în ipoteza terenului linear elastic se face cu relațiile:

$$y(z) = \frac{P\lambda^3}{(EI)_p} A_y(z/D) + \frac{M\lambda^2}{(EI)_p} B_y(z/D) \quad (A.3)$$

$$\theta(z) = \frac{P\lambda^2}{(EI)_p} A_\theta(z/D) + \frac{M\lambda}{(EI)_p} B_\theta(z/D) \quad (A.4)$$

$$M(z) = P\lambda A_m(z/D) + MB_m(z/D) \quad (A.5)$$

$$T(z) = PA_t(z/D) + \frac{M}{\lambda} B_t(z/D) \quad (A.6)$$

în care  $y(z)$ ,  $\theta(z)$ ,  $M(z)$ ,  $T(z)$  sunt deplasarea, rotirea, momentul încovoietor și forța tăietoare în secțiunea pilotului de la adâncimea  $z$ , iar  $A_y(z/D)$ ,  $B_y(z/D)$ ,  $A_\theta(z/D)$ ... $B_t(z/D)$  sunt coeficienții de influență funcție de fișa redusă  $\bar{z}_{\max} = D/\lambda$  și funcție de adâncimea relativă  $z/D$ , iar

$$\lambda = \sqrt[5]{\frac{(EI)_p}{m_h}}$$

Pentru piloții opriți cu baza în terenuri nestâncoase coeficienții de influență se iau conform tabelor A.1 și A.2.

**A.5** Calculul deformațiilor și eforturilor în ipoteza terenului nelinier se poate face prin metode iterative astfel:

- a) Se determină curbele p-y la diferite adâncimi, acordând prioritate zonei superioare a stratificației pe o adâncime de aprox. 5d, în care d este diametrul pilotului sau latura secțiunii transversale perpendiculară pe direcția planului de acțiune a încărcării transversale; construirea curbelor se poate face conform pct. C.3 din anexa C;
- b) Se estimează o primă valoare pentru modulul  $m_h$ ;
- c) Cu valoarea estimată se calculează translațiile  $y(z)$  cu relația (A.3);
- d) Pe baza datelor din curbele p-y și cu valorile translațiilor  $y(z)$  se determină coeficienții reacțiunii laterale secanți  $E_s(z)$  (fig. A.2 a);
- e) Se reprezintă valorile  $E_s$  funcție de adâncimea  $z$  și se construiește dreapta medie prin aceste puncte, trecând prin origine (fig. A.2 b);
- f) Panta acestei drepte reprezintă noua valoare a coeficientului  $m_h^*$ .
- g) Se compară:

$$|m_h^* - m_h| \leq \text{toleranta}$$

- dacă comparația este pozitivă, calculul se oprește, ultimele rezultate fiind admise ca valabile;

- dacă comparația este negativă, se reia calculul de la pct. c cu o altă valoare pentru  $m_h$ ;

36/54

NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA GEOTEHNICA A FUNDATIILOR PE PILOTI  
REDACTAREA 1

CONTRACT 314/2007 MDLPL

- toleranța se acceptă în limitele  $0.02 m_h \dots 0.05 m_h$ .

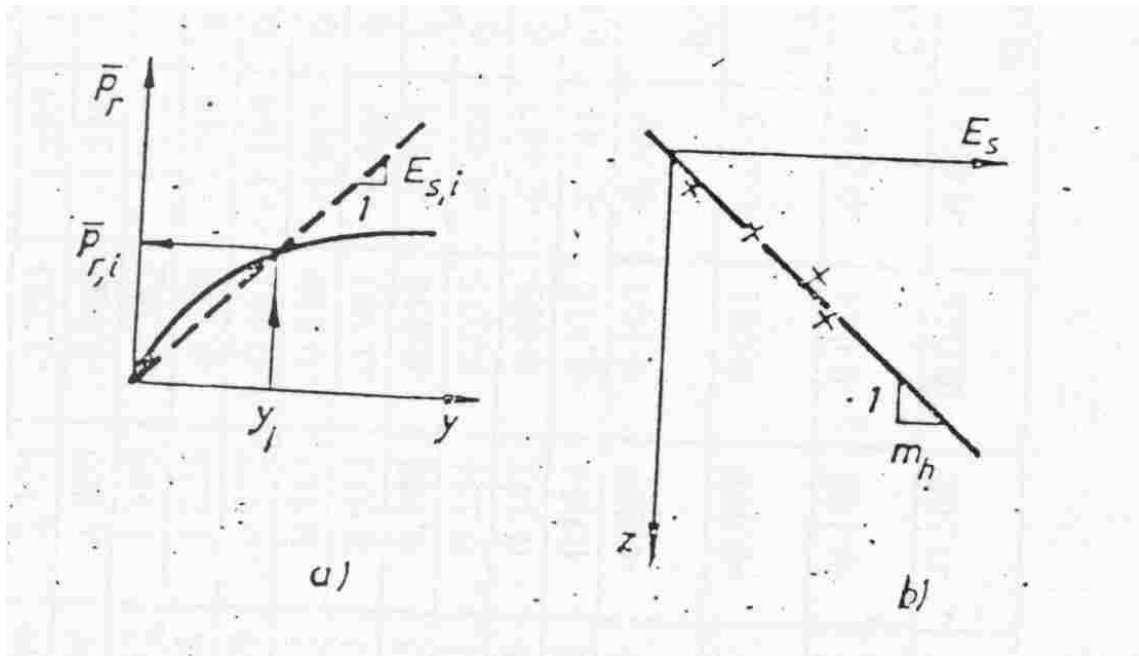


Fig. A.2

**NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA GEOTEHNICA A FUNDATIILOR PE PILOTI  
REDACTAREA 1**

CONTRACT 314/2007 MDLPL

Tabelul A.1

z/D	$\bar{Z}_{\max} = 2$				$\bar{Z}_{\max} = 3$				$\bar{Z}_{\max} = 4$				$\bar{Z}_{\max} \geq 5$			
	$A_y$	$B_y$	$A_\theta$	$B_\theta$	$A_y$	$B_y$	$A_\theta$	$B_\theta$	$A_y$	$B_y$	$A_\theta$	$B_\theta$	$A_y$	$B_y$	$A_\theta$	$B_\theta$
0.00	4.731	-3.416	-3.416	3.192	2.728	-1.758	-1.758	1.789	2.444	-1.623	-1.623	1.712	2.438	-1.625	-1.625	1.701
0.05	4.393	-3.100	-3.409	3.092	2.465	-1.497	-1.742	1.639	2.121	-1.293	-1.595	1.512	2.034	-1.219	-1.581	1.452
0.10	4.053	-2.794	-3.392	2.992	2.205	-1.258	-1.706	1.490	1.805	-1.002	-1.530	1.314	1.645	-0.874	-1.482	1.206
0.15	3.713	-2.498	-3.367	2.893	1.951	-1.041	-1.649	1.342	1.505	-0.752	-1.432	1.121	1.285	-0.591	-1.337	0.997
0.20	3.378	-2.211	-3.333	2.795	1.707	-0.864	-1.575	1.198	1.225	-0.538	-1.310	0.935	0.963	-0.364	-1.163	0.751
0.25	3.046	-1.935	-3.293	2.700	1.475	-0.673	-1.488	1.059	0.972	-0.363	-1.169	0.761	0.687	-0.193	-0.972	0.555
0.30	2.718	-1.667	-3.248	2.608	1.256	-0.520	-1.391	0.925	0.747	-0.219	-1.018	0.601	0.458	-0.066	-0.780	0.386
0.35	2.395	-1.409	-3.199	2.520	1.052	-0.387	-1.288	0.801	0.553	-0.107	-0.865	0.458	0.277	0.018	-0.599	0.247
0.40	2.076	-1.160	-3.148	2.437	0.863	-0.272	-1.182	0.685	0.338	-0.024	-0.715	0.333	0.139	0.072	-0.435	0.137
0.45	1.763	-0.918	-3.097	2.361	0.691	-0.174	-1.078	0.581	0.254	0.035	-0.574	0.228	0.042	0.099	-0.295	0.055
0.50	1.455	-0.684	-3.047	2.291	0.534	-0.091	-0.978	0.488	0.147	0.075	-0.447	0.141	-0.023	0.108	-0.182	-0.003
0.60	0.853	-0.236	-2.957	2.175	0.262	0.036	-0.803	0.340	0.003	0.110	-0.241	0.018	-0.079	0.093	-0.030	-0.059
0.70	0.267	0.192	-2.888	2.094	0.038	0.125	-0.672	0.241	-0.069	0.105	-0.106	-	-0.078	0.060	0.041	-0.068
0.80	-0.306	0.606	-2.846	2.047	-0.153	0.190	-0.594	0.186	-0.098	0.081	-0.033	0.048	-0.052	0.028	0.062	-0.059
0.90	-0.874	1.014	-2.828	2.028	-0.326	0.242	-0.561	0.165	-0.106	0.048	-0.006	0.084	-0.020	0.000	0.064	-0.051
1.00	-1.439	1.419	-2.825	2.025	-0.494	0.292	-0.557	0.162	-0.108	0.015	-0.003	0.085	0.012	-0.025	0.063	-0.049

OBSERVAȚII:

- În cazul piloților la care  $\bar{Z}_{\max} > 5$ , în locul fișei reale, D, din prima coloană a tabelului, se folosește fișa de calcul  $D_c=5\lambda$ .
- Pentru valori intermediare ale lui  $\bar{Z}_{\max}$  și ale raportului z/D se interpolează liniar

**NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA GEOTEHNICA A FUNDATIILOR PE PILOTI  
REDACTAREA 1**

CONTRACT 314/2007 MDLPL

Tabelul A.2

z/D	$\bar{z}_{\max} = 2$				$\bar{z}_{\max} = 3$				$\bar{z}_{\max} = 4$				$\bar{z}_{\max} \geq 5$			
	A <sub>m</sub>	B <sub>m</sub>	A <sub>t</sub>	B <sub>t</sub>	A <sub>m</sub>	B <sub>m</sub>	A <sub>t</sub>	B <sub>t</sub>	A <sub>m</sub>	B <sub>m</sub>	A <sub>t</sub>	B <sub>t</sub>	A <sub>m</sub>	B <sub>m</sub>	A <sub>t</sub>	B <sub>t</sub>
0.00	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000
0.05	-0.099	0.999	0.968	0.023	-0.149	0.998	0.959	0.025	-0.197	0.998	0.937	0.039	-0.244	0.996	0.906	0.058
0.10	-0.194	0.996	0.898	0.071	-0.289	0.993	0.873	0.075	-0.378	0.987	0.811	0.111	-0.459	0.975	0.722	0.159
0.15	-0.281	0.987	0.795	0.141	-0.415	0.979	0.750	0.142	-0.530	0.959	0.639	0.199	-0.622	0.927	0.489	0.270
0.20	-0.357	0.970	0.667	0.225	-0.521	0.955	0.603	0.216	-0.647	0.914	0.446	0.287	-0.727	0.852	0.246	0.369
0.25	-0.419	0.945	0.519	0.320	-0.604	0.919	0.440	0.293	-0.724	0.851	0.251	0.364	-0.770	0.754	0.023	0.438
0.30	-0.467	0.910	0.359	0.419	-0.663	0.872	0.271	0.365	-0.763	0.775	0.066	0.423	-0.762	0.641	-0.163	0.474
0.35	-0.497	0.865	0.192	0.519	-0.695	0.814	0.104	0.429	-0.766	0.688	-0.096	0.460	-0.709	0.522	-0.298	0.475
0.40	-0.512	0.810	0.024	0.614	-0.704	0.747	-0.055	0.482	-0.739	0.594	-0.220	0.475	-0.628	0.405	-0.384	0.447
0.50	-0.491	0.674	-0.287	0.773	-0.653	0.593	0.327	0.546	-0.615	0.407	-0.390	0.443	0.423	0.202	-0.418	0.332
0.60	-0.413	0.511	-0.530	0.864	-0.531	0.428	-0.531	0.551	-0.444	0.243	-0.447	0.352	-0.229	0.064	-0.328	0.189
0.70	-0.294	0.336	-0.660	0.857	-0.366	0.268	-0.582	0.495	-0.271	0.120	-0.398	0.237	-0.091	-0.005	-0.194	0.068
0.80	-0.161	0.174	-0.635	0.722	-0.195	0.131	-0.526	0.382	-0.127	0.044	-0.290	0.126	-0.019	-0.021	-0.074	-0.021
0.90	-0.049	0.050	-0.410	0.427	-0.058	0.036	-0.326	0.209	-0.033	0.008	-0.147	0.041	-0.001	-0.010	-0.004	-0.031
1.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

OBSERVAȚII:

- În cazul piloților la care  $\bar{z}_{\max} > 5$ , în locul fișei reale, D, din prima coloană a tabelului, se folosește fișa de calcul  $D_c=5\lambda$ .
- Pentru valori intermediare ale lui  $\bar{z}_{\max}$  și ale raportului z/D se interpolează liniar

**CALCULUL UNUI GRUP SPAȚIAL DE PILOȚI CU RADIER RIGID**

- B.1** Cunoscându-se acțiunea exterioară pe radier,  $\{F\}^T = (F_x, F_y, F_z, M_x, M_y, M_z)$  (fig. B.1) se cere:
- determinarea deplasărilor  $\{D_T\}^T = (u, v, w, \theta_x, \theta_y, \theta_z)$ ;
  - determinarea eforturilor  $\{f_i\}^T = (f_x, f_y, f_z, m_x, m_y, m_z)$  în secțiunea de încastrare a fiecărui pilot  $i$ , în radier;
  - determinarea diagramelor de eforturi secționale în lungul fiecărui pilot;
  - verificarea de rezistență a secțiunii piloților și verificarea la capacitatea portantă în raport cu terenul;
  - verificarea, dacă este cazul, la starea limită de deformații.

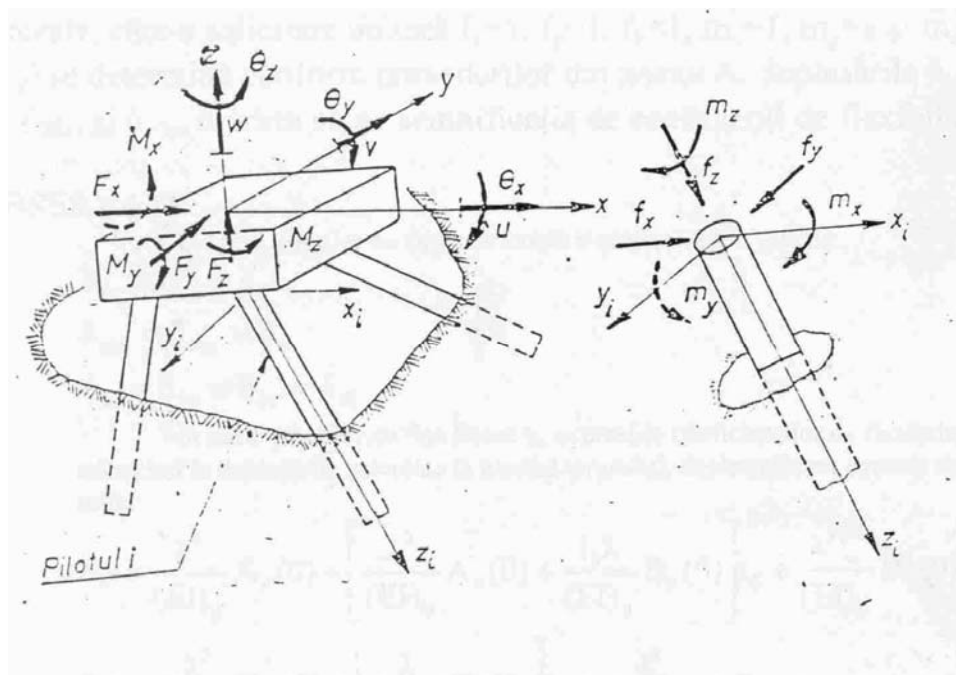


Fig. B.1

- B.2** Calculul se efectuează în următoarele etape:
- se determină matricea de rigiditate  $[K_i]$  a fiecărui pilot  $i$ , în raport cu sistemul local de axe  $O_i x_i y_i z_i$ , conform pct. B.3;
  - se determină matricea de rigiditate a grupului de piloți  $[K]$  în raport cu sistemul general de axe,  $Oxyz$ , prin asamblarea rigidităților locale și transformarea sistemelor de coordonate;
  - se rezolvă sistemul de ecuații:
- $$[K] \{D\} = \{F\} \tag{B.1}$$
- și se determină vectorul de deplasări radierului,  $\{D\}$ ;

- se determină vectorul deplasărilor  $\{d_i\}$  la capul fiecărui pilot, în raport cu sistemul propriu de axe:

$$\{d_i\} = [r_i][l_i]\{D\} \quad (B.2)$$

în care  $[r_i][l_i]$  sunt matricele de transformare a axelor prin rotație și respectiv translație;

- se determină solicitările pe capul pilotului:

$$\{f_i\} = [K_i]\{d_i\} \quad (B.3)$$

- se efectuează calculul eforturilor în lungul axei pilotului, conform prevederilor din anexa A;

- se fac verificări de rezistență ale secțiunii pilotului conform reglementărilor tehnice specifice;

**- se fac verificări la capacitatea portantă în raport cu terenul conform pct. 5.2;**

- se fac verificări la starea limită de deformații, dacă se impun.

### B.3 Determinarea flexibilității pilotului izolat

**B.3.1** Se consideră un pilot izolat definit în sistemul local de axe (fig. B.2). Se aplică, în mod succesiv, câte o solicitare unitară  $f_x=1$ ,  $f_y=1$ ,  $f_z=1$ ,  $m_x=1$ ,  $m_y=1$  și  $m_z=1$  în capul pilotului, și se determină conform prevederilor din anexa A, deplasările  $\delta_{xx}$ ,  $\delta_{yy}$ ,  $\delta_{x\theta}=\delta_{\theta x}$ ,  $\delta_{y\theta}=\delta_{\theta y}$ ,  $\delta_{\theta\theta x}$ , și  $\delta_{\theta\theta y}$ , mărimi ce au semnificația de coeficienți de flexibilitate.

#### OBSERVAȚII:

1. În cazul piloților cu simetrie axială a secțiunii transversale:

$$\delta_{xx} = \delta_{yy} = \delta_x$$

$$\delta_{\theta\theta x} = \delta_{\theta\theta y} = \delta_\theta$$

$$\delta_{x\theta} = \delta_{y\theta} = \delta_{\theta x} = \delta_{\theta y}$$

2. În cazul piloților cu fișă liberă  $l_0$ , expresiile coeficienților de flexibilitate se determină adăugând la deplasările calculate la nivelul terenului, deplasările pe consola de lungime  $l_0$ , astfel:

$$\delta_x = \frac{\lambda^3}{(EI)_p} A_y(0) + \left[ \frac{\lambda^2}{(EI)_p} A_\theta(0) + \frac{l_0 \lambda}{(EI)_p} B_\theta(0) \right] l_0 + \frac{\lambda^2 l_0}{(EI)_p} B_y(0) + \frac{l_0^3}{3(EI)_p}$$

$$\delta_{x\theta} = \frac{\lambda^2}{(EI)_p} B_y(0) + \left[ \frac{\lambda}{(EI)_p} B_\theta(0) \right] l_0 + \frac{l_0^2}{2(EI)_p} = \delta_{\theta x}$$

$$\delta_\theta = \frac{\lambda}{(EI)_p} B_\theta + \frac{l_0}{(EI)_p}$$

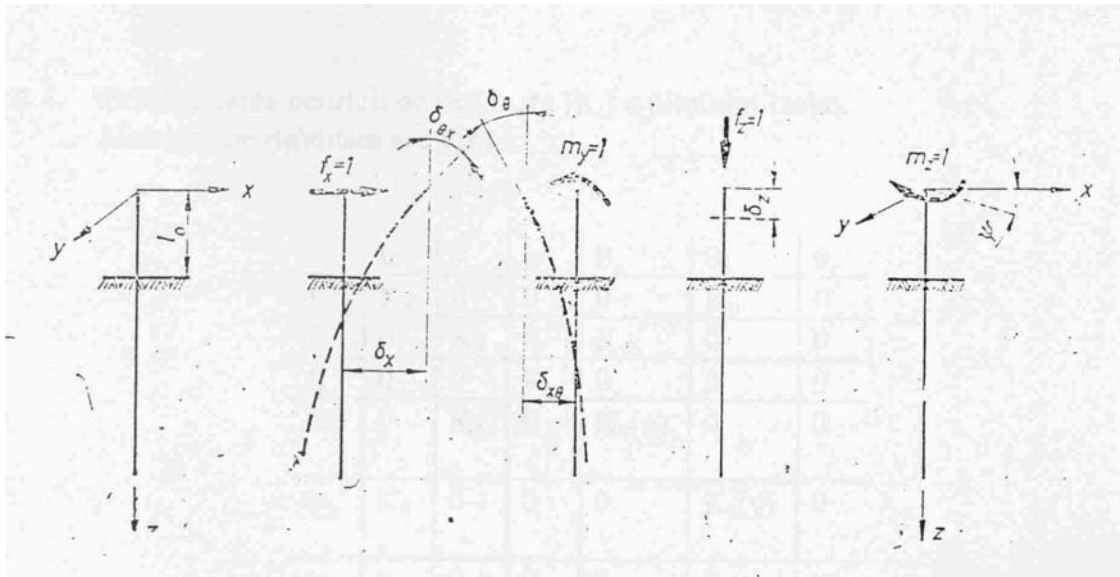


Fig. B.2

**B.3.2** Pentru gradele de libertate necuplate de translația axială, deplasarea  $\delta_z$  și răsucirea  $\delta_\varphi$  se determină astfel:

- a) La translație verticală  
 - din încărcări de probă:

$$\delta_z = s_0 / N_0$$

în care

- $s_0$  deplasarea capului pilotului;  
 $N_0$  încărcarea axială aferentă. Se recomandă să se considere încărcarea  $N_0$  ce revine piloților din grup sub acțiuni permanente.

- pe baza unor modele teoretice adecvate.

**OBSERVAȚII**

- În cazul piloților cu fișă liberă pe lungimea  $l_0$  trebuie să se țină seama și de efectele acesteia.
- În cazul grupului de piloți la care eforturile axiale pot varia foarte mult se recomandă folosirea flexibilității diferențiate pentru piloții comprimați și pentru cei supuși la tracțiune.

- b) La răsucire  
 - pe baza unor modele teoretice adecvate.

**B.4** Determinarea matricii de rigiditate  $[K_i]$  a pilotului izolat.

**NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA GEOTEHNICA A FUNDATIILOR PE PILOTI  
REDACTAREA 1**

CONTRACT 314/2007 MDLPL

---

Matricea de rigiditate are forma:

	u	v	w	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$
$f_x$	$K_x$	0	0	0	$K_\theta$	0
$f_y$	0	$K_y$	0	$K_{y\theta}$	0	0
$f_z$	0	0	$K_z$	0	0	0
$m_x$	0	$K_{\theta y}$	0	$K_{\theta(x)}$	0	0
$m_y$	$K_{\theta x}$	0	0	0	$K_{\theta(y)}$	0
$m_z$	0	0	0	0	0	$K_\varphi$

în care

$$K_x(y) = \frac{\delta_\theta}{\delta_x \delta_\theta - \delta_{\theta x}^2(y)}$$

$$K_{\theta x}(y) = \frac{\delta_{\theta x}(y)}{\delta_x \delta_\theta - \delta_{\theta x}^2(y)}$$

$$K_\theta = \frac{\delta_x}{\delta_x \delta_\theta - \delta_{\theta x}^2(y)}$$

$$K_z = 1/\delta_z$$

$$K_\varphi = 1/\delta_\varphi$$

**OBSERVAȚIE**

Indicii din paranteze arată că relația se aplică și pe direcția (y).

În cazul piloților având secțiunea transversală cu simetrie axială mărimile după cele 2 direcții din plan sunt egale.

În cazul grupului plan de piloți (fig. B.3) sistemul (B.1) devine:

$$K_{xx} u + K_{xz} w + K_{x\theta} \theta_y = F_x$$

$$K_{zx} u + K_{zz} w + K_{z\theta} \theta_y = F_z$$

$$K_{\theta x} u + K_{\theta z} w + K_{\theta\theta} \theta_y = M_y$$

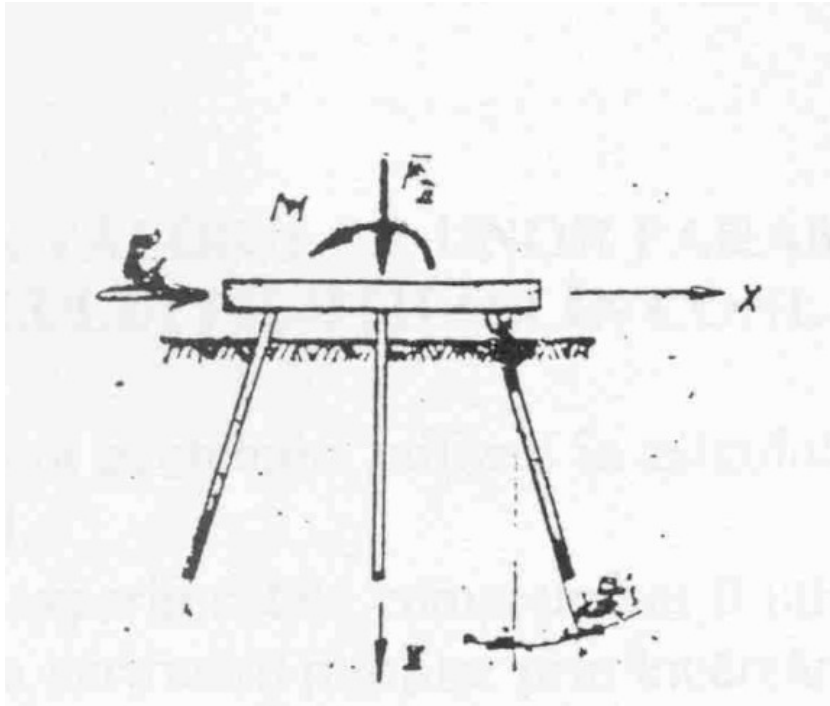


Fig. B.3

în care

$$K_{xx} = \sum_1^{n_p} (K_{xx} \cos^2 \alpha + K_z \sin^2 \alpha)$$

$$K_{xz} = \sum_1^{n_p} (K_z - K_x) \sin \alpha \cos \alpha = K_{zx}$$

$$K_{x0} = \sum_1^{n_p} x_i (K_z - K_x) \sin \alpha \cos \alpha + \sum_1^{n_p} K_{x0} \cos \alpha = K_{0x}$$

$$K_{zz} = \sum_1^{n_p} (K_z \cos^2 \alpha + K_x \sin^2 \alpha)$$

$$K_{z0} = -\sum_1^{n_p} x_i (K_z \cos^2 \alpha + K_x \sin^2 \alpha) - \sum_1^{n_p} K_{x0} \sin \alpha = K_{0z}$$

$$K_{00} = \sum_1^{n_p} x_i^2 (K_z \cos^2 \alpha + K_x \sin^2 \alpha) + \sum_1^{n_p} K_{00}$$

**DETERMINAREA VALORILOR UNOR PARAMETRI GEOTEHNICI NECESARI  
CALCULULUI PILOŢILOR ÎN CONLUCRARE CU TERENUL**

**C.1** Valorile parametrilor geotehnici utilizați în calculul piloților se recomandă să fie determinate experimental.

În lipsa unor date experimentale complete pot fi utilizate valorile precizate în prezentul cod, cu condiția verificării piloților prin încărcări de probă.

**C.2** Determinarea coeficientului reacțiunii laterale  $E_s$  variabil linear cu adâncimea.

Coeficientul  $E_s$  se determină cu relația:

$$E_s = m_n z = K b_c z \text{ (kPa)} \quad (\text{C.1})$$

în care

$K$  coeficient de proporționalitate, în kilonewtoni pe metru la puterea a patra, conform tabelului C.1;

$b_c$  lățimea de calcul a pilotului, în metri, care se ia astfel:

$b_c = d + 1$  la piloți forajați și coloane având diametrul  $d \geq 0.8$  m și pentru barete;

$b_c = 1.5d + 0.5$  în celelalte cazuri;

$d$  diametrul sau latura secțiunii transversale, perpendiculară pe direcția planului de acțiune a încărcării transversale, în metri.

Coeficientul  $K$  se determină pentru straturile de pământ aflate până la o adâncime  $l_k$ , în metri, care se calculează cu relația:

$$l_k = 3.5d_1 + 1.5 \leq D \quad (\text{C.2})$$

în care

$d_1$  diametrul sau latura secțiunii transversale, paralelă cu planul de acțiune a încărcării transversale, în metri;

$D$  fișa pilotului, în metri.

Dacă în limitele grosimii  $l_k$  se întâlnesc mai multe straturi caracterizate prin coeficienți de proporționalitate  $K_i$  diferiți (cu peste 50%) față de media ponderată linear cu grosimile, iar grosimea fiecărui strat  $h_i$  este cel puțin egală cu lățimea de calcul a pilotului  $b_c$ , se evaluează un coeficient echivalent,  $\bar{K}$  cu relația:

$$\bar{K} = \frac{\sum_{i=1}^n K_i h_i (h_i + 2 \sum_{j=i+1}^n h_j)}{l_k^2} \quad (\text{C.3})$$

**C.3** Construirea curbelor p-y în ipoteza terenului nelinear

**C.3.1** Curba p-y la o cotă curentă z, (fig. C.1) se compune, de regulă, din următoarele porțiuni:

- Porțiunea OA, hiperbolă, ce se determină cu relația:

$$\frac{y}{p} = \frac{1}{K_0} + \frac{y}{\alpha p_d} \quad (\text{C.4})$$

**NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA GEOTEHNICA A FUNDATIILOR PE PILOTI  
REDACTAREA 1**

CONTRACT 314/2007 MDLPL

valabilă pentru  $p \leq p_d$  și  $y \leq \beta d$   
în care

$p_d$  presiunea ultimă de calcul determinată conform pct. C.3.2 sau C.3.3 în kilonewtoni pe metru pătrat;

$\alpha$  coeficient de siguranță, determinat cu relația:

$$\alpha = \frac{1}{1 - p_d / (K_i z \beta d)} \quad (C.5)$$

$\beta$  coeficient ce depinde de tipul pământului și al încărcării, care se ia :  $\beta=0.04$  pentru pământuri necoezive și conform tabelului C.2 pentru pământuri coezive;

$K_0$  panta inițială care se ia astfel:

$$K_0 = K \frac{b_c}{d} z \text{ la pământuri necoezive;}$$

$$K_0 = \xi \frac{p_d}{d(\varepsilon_c)^{0.25}} \text{ la pământuri coezive;}$$

$\xi$  coeficient conform tabelului C.2;

$\varepsilon_c$  deformația axială determinată prin încercarea la compresiune triaxială, corespunzătoare la 50 % din deviatorul de rupere; în lipsa datelor experimentale se pot adopta valorile precizate în cadrul observației de sub tabelul C.2.

Tabelul C.1

Tipul pământului	Coeficientul de proporționalitate K, kN/m <sup>4</sup>	
	piloți prefabricați	piloți executați pe loc
Argile și argile prăfoase având $I_c \leq 0.25$	650...2500	500...2000
Argile și argile prăfoase având $0.25 < I_c \leq 0.5$ ; Prăfuri nisipoase având $I_c \leq 1.00$ ; Nisipuri prăfoase având $0.6 \leq e < 0.8$	2500...5000	2000...4000
Argile și argile prăfoase având $0.5 < I_c \leq 1.00$ ; Prăfuri nisipoase având $I_c > 1.00$ ; Nisipuri fine și nisipuri mijlocii	5000...8000	4000...6000
Argile și argile prăfoase având $I_c > 1.00$ ; Nisipuri mari	8000...13000	6000...10000
Nisipuri cu pietriș, pietrișuri și bolovănișuri cu umplutură de nisip.	-	10000...20000

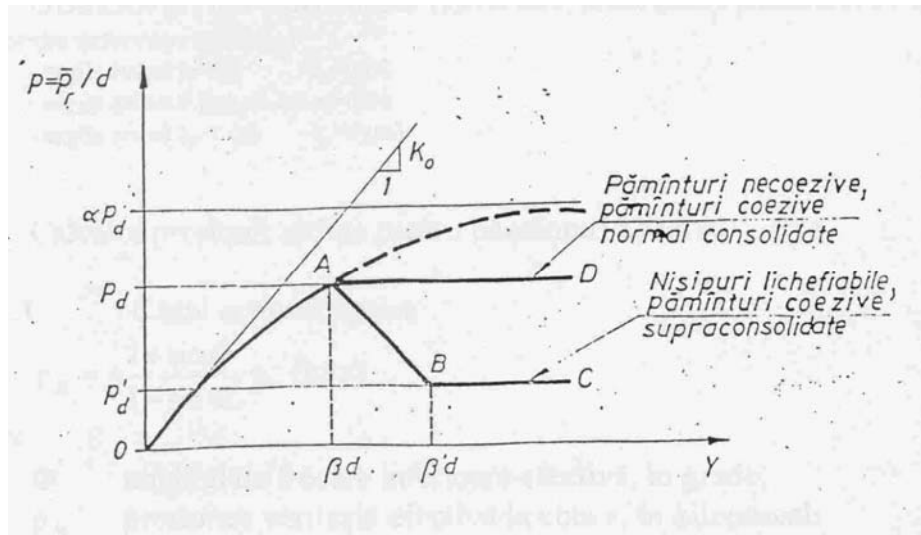


Fig. C.1

- Porțiunea AB, lineară, caracteristică pământurilor ce pot suferi degradări structurale la diferite tipuri de solicitări (argile supraconsolidate, nisipuri afânate saturate solicitate ciclic etc.).

Presiunea  $p_d$  reprezintă rezistența reziduală și se determină prin încercări de laborator.

În mod aproximativ, pentru argile se poate aprecia deplasarea necesară mobilizării rezistenței reziduale cu relația:

$$y = \beta' d \quad (C.6)$$

în care  $\beta'$  se ia conform tabelului C.2.

- Porțiunea lineară orizontală AD sau, după caz BC.

Tabelul C.2

Parametrul	Tipul încărcării	Tipul pământului coeziv	
		Normal consolidat	Supraconsolidat
$\xi$	Statică	10	30
$\beta$		$20\varepsilon_c$	$5\varepsilon_c$
$\beta'$		$80\varepsilon_c$	$8\varepsilon_c$
$\xi$	Ciclică	10	30
$\beta$		$7.5\varepsilon_c$	$2.5\varepsilon_c$
$\beta'$		$20\varepsilon_c$	$5\varepsilon_c$

OBSERVAȚIE

În lipsa datelor experimentale, pentru analize preliminare, se pot adopta următoarele valori pentru deformația axială  $\varepsilon_c$ :

- argile având  $I_c < 0.5$   $\varepsilon_c = 0.02$
- argile având  $0.5 \leq I_c < 1.00$   $\varepsilon_c = 0.01$
- argile având  $I_c > 1.00$   $\varepsilon_c = 0.005$

**C.3.2** Calculul presiunii ultime pentru pământuri coezive

**C.3.2.1** Cazul acțiunii statice

$$p_{ds} = 4 \frac{1 + \sin \Phi'}{1 - \sin \Phi'} p_0' \text{ (kPa)} \quad (\text{C.7})$$

în care

$\Phi'$  unghiul de frecare interioară efectivă, în grade;  
 $p_0'$  presiunea verticală efectivă la cota  $z$ , în kilopascali

**C.3.2.2** Cazul acțiunii ciclice

$$p_{dc} = 3 \frac{1 + \sin \Phi'}{1 - \sin \Phi'} p_0' \text{ (kPa)} \quad (\text{C.8})$$

pentru adâncimi  $z \leq 2d$ , și

$$p_{ds} = 3 \frac{z}{2d} \frac{1 + \sin \Phi'}{1 - \sin \Phi'} p_0' \text{ (kPa)} \quad (\text{C.9})$$

pentru adâncimi  $z > 2d$ .

**C.3.3** Calculul presiunii ultime pentru pământuri coezive

$$p_d = N_p c_u \quad (\text{C.10})$$

în care

$c_u$  coeziunea aparentă nedrenată, de calcul;  
 $N_p$  coeficient care variază linear cu adâncimea; se determină astfel:  
- în cazul solicitărilor statice:

$$N_p = 1 + 7 \frac{z}{z_{cr}} \quad (\text{C.11})$$

- în cazul solicitărilor ciclice:

$$N_p = 8 \frac{z}{z_{cr}} \quad (\text{C.12})$$

$z_{cr}=10d$  la pământuri normal consolidate sau ușor supraconsolidate;

$z_{cr}=5d$  la pământuri supraconsolidate.

**CALCULUL TASĂRII PROBABILE A UNEI FUNDAȚII PE PILOȚI CU METODA BAZATĂ PE SCHEMA FUNDAȚIEI CONVENȚIONALE**

**D.1** În cazul fundației cu piloți verticali (fig. D.1 a), fundația convențională se consideră că are talpa orizontală la nivelul mediu al vârfurilor piloților și dimensiunile în plan egale cu:

$$L' = L + 2r_0 \quad (D.1)$$

$$B' = B + 2r_0$$

în care

$L'$ ,  $B'$  lungimea, respectiv lățimea fundației convenționale, în metri;

$L$ ,  $B$  lungimea, respectiv lățimea conturului exterior al grupului de piloți, măsurate în planul radierului, în metri;

$r_0$  raza de influență a pilotului (pct. 7.2.4), în metri.

În cazul fundației cu piloți înclinați (fig. D.1 b) fundația convențională are dimensiunile în plan  $L'$  și  $B'$  egale cu lungimea, respectiv lățimea conturului exterior al grupului de piloți, măsurate în planul vârfurilor piloților.

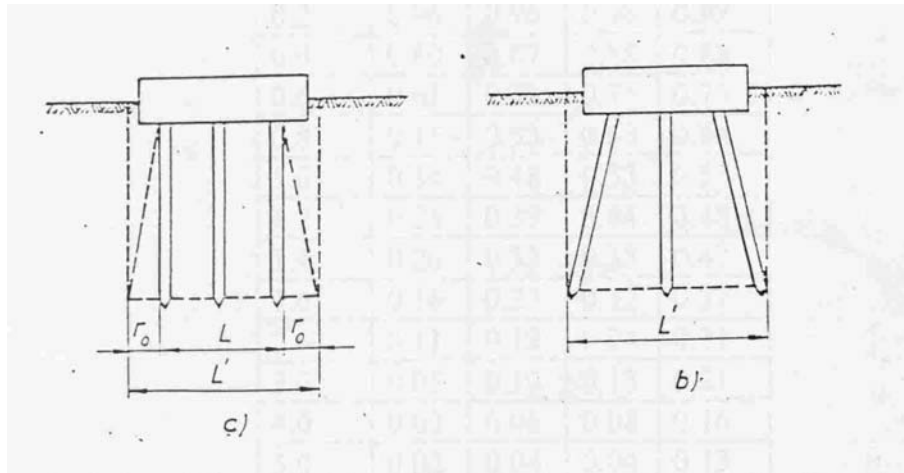


Fig. D.1

**D.2** Presiunea medie netă  $p_n$  pe talpa fundației convenționale se consideră egală cu:

$$p_n = \frac{N}{L'B'} \quad (\text{kPa}) \quad (D.2)$$

în care  $N$  este efortul total vertical provenit din încărcările de calcul din gruparea fundamentală (conform STAS 10101/0-75, STAS 10101/0A-77 și STAS 10101/0B-87), ce acționează în planul tălpii radierului, în kilonewtoni.

**D.3** Pentru calculul tasării probabile a fundației convenționale, pământul de sub nivelul vârfurilor piloților se împarte în straturi elementare, până la o adâncime corespunzătoare limitei inferioare a zonei active (definită la pct. D.3.2).

**NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA GEOTEHNICA A FUNDATIILOR PE PILOTI  
REDACTAREA 1**

CONTRACT 314/2007 MDLPL

Fiecare strat elementar se constituie din pământ omogen; grosimea stratului trebuie să fie mai mică decât  $0.4 B'$ .

**D.3.1** La limitele de separație ale straturilor elementare se calculează eforturile unitare verticale datorate presiunii nete transmise pe talpa fundației convenționale, cu relația:

$$\sigma_{zi} = \alpha_0 p_n \text{ (kPa)} \quad (D.3)$$

în care

- $\alpha_0$  coeficient de distribuție al eforturilor verticale dat în tabelul D.1, în funcție de rapoartele  $L' / B'$  și  $z / B'$ ;
- $z$  adâncimea planului de separație al stratului elementar față de nivelul tălpii fundației convenționale, în metri.

Tabelul D.1

$z / B'$	$L' / B'$			
	1	2	3	$\geq 10$
	$\alpha_0$			
0.0	1.00	1.00	1.00	1.00
0.2	0.96	0.96	0.98	0.98
0.4	0.80	0.87	0.88	0.88
0.6	0.61	0.73	0.75	0.75
0.8	0.45	0.53	0.63	0.64
1.0	0.34	0.48	0.53	0.55
1.2	0.26	0.39	0.44	0.48
1.4	0.20	0.32	0.38	0.42
1.6	0.16	0.27	0.32	0.37
2.0	0.11	0.19	0.24	0.31
3.0	0.05	0.10	0.13	0.21
4.0	0.03	0.06	0.08	0.16
5.0	0.02	0.04	0.04	0.13

**OBSERVAȚIE**

Pentru valori intermediare ale rapoartele  $L' / B'$  și  $z / B'$  valorile  $\alpha_0$  se obțin prin interpolare liniară.

**D.3.2** Limita zonei active se consideră la nivelul stratului elementar la care începe să se îndeplinească condiția:

$$\sigma_{zi} \leq 0.1 \sigma_{gzi} \quad (D.4)$$

în care

- $\sigma_{gzi}$  efortul unitar din greutatea straturilor situate deasupra nivelului respectiv (sarcina geologică) calculat cu relația:

$$\sigma_{gzi} = \sum \gamma h \text{ (kPa)}$$

- $\gamma$  greutatea volumică a fiecărui strat geologic situat deasupra nivelului respectiv, în kilonewtoni pe metru cub;

**NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA GEOTEHNICA A FUNDATIILOR PE PILOTI  
REDACTAREA 1**

CONTRACT 314/2007 MDLPL

---

**h** grosimea fiecărui strat, în metri.

În situația în care limita inferioară, astfel stabilită, rezultă în cuprinsul unui strat având modulul de deformație lineară mult mai mic decât al straturilor superioare, sau având  $E < 5000$  kPa, adâncimea zonei active se majorează prin includerea acestui strat sau până la îndeplinirea condiției:

$$\sigma_{zi} < 0.05\sigma_{gzi}$$

În situația în care în cuprinsul zonei active apare un strat practic incompresibil ( $E > 100000$  kPa) și există siguranța că în cuprinsul acesteia, până la adâncimea corespunzătoare atingerii condiției (D.4), nu apar orizonturi mai compresibile, adâncimea zonei active se limitează la suprafața acestui strat.

**D.3.3** Tasarea probabilă a fundației convenționale se calculează cu relația:

$$S = 100\beta \sum_1^n \frac{\sigma_{zi} h_i}{E_i} \quad (\text{cm}) \quad (\text{D.5})$$

în care

**$\beta$**  coeficientul care corectează schema simplificată de calcul și se ia egal cu 0.8;

**$\sigma_{zi}$**  efortul vertical mediu în stratul elementar  $i$ , calculat cu relația:

$$\sigma_{zi} = \frac{\sigma_{zi}^{\text{sup}} + \sigma_{zi}^{\text{inf}}}{2} \quad (\text{kPa})$$

**$\sigma_{zi}^{\text{sup}}$  și  $\sigma_{zi}^{\text{inf}}$**  efortul unitar la limita superioară, respectiv la limita inferioară a stratului elementar  $i$ , calculat cu relația (D.3), în kilopascali;

**$h_i$**  grosimea stratului elementar  $i$ , în metri;

**$E_i$**  modulul de deformație lineară al stratului elementar  $i$ , în kilopascali

**ANEXA E**

Întreprinderea .....

51/54

**NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA GEOTEHNICA A FUNDATIILOR PE PILOTI  
REDACTAREA 1**

CONTRACT 314/2007 MDLPL

Lucrarea .....

Proiect nr. ....

**FIȘĂ TEHNICĂ**

**a pilotului nr. ....forat în uscat sau tubat, cu utilajul .....**

vertical

- Diametrul .....m; Fișa ..... m; Pilot      înclinat .....

- Șeful de echipă forare-betonare .....

- Proiectant .....

**A. Date referitoare la forare**

Data și ora		Întrepreri accidentale (durata și cauzele)	Adâncimea de încăstrare în stratul de bază (m)	Adâncimea forajului (m)	Observații
începerii forajului	terminării forajului				

**B. Stratificațiile terenului întâlnite în timpul forării**

Adâncimea (m)	Stratificația terenului (conf. STAS 1243-72)	Nivelul hidrostatic	Observații
.....			
.....			
Nivelul bazei (cota finală) forajului ..... m			

**C. Betonarea**

Data și ora		Întrepreri acciden- -tale (durata și cauzele)	Caracteristicile betonului						Arma- -tura lungi- -mea carca- -sei	Tem- -pera- -tura aerului	Cuburi de probă data confec- -ționării	Obs
începerii betonării	terminării betonării		Volu- -mul m <sup>3</sup>	Mar- -ca B	Con- -sis- -tenta	Mod de tur- -nare	Agre- -gate (dim. max)	Nivel apă în foraj				

CONDUCATORUL TEHNIC  
AL LUCRĂRII

.....

DELEGATUL BENEFICIARULUI, AL COMPARTIMENTULUI  
CTC SAU AL PROIECTANTULUI

.....

**NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA GEOTEHNICA A FUNDATIILOR PE PILOTI  
REDACTAREA 1**

CONTRACT 314/2007 MDLPL

ANEXA F

Tabelul F.1

Când se face controlul	Ce se controlează	Cine face controlul*	Procedeu ce se folosește la execuția pilotului		
			forat în uscat și netubat	forat cu tubaj	forat sub noroi
Obiective de urmărit					
La instalarea utilajului	poziția utilajului	E	concordanța între centrul forajului și centrul pilotului		
Înainte de începerea forării	utilajul de forat	E	diametrul exterior al uneltei de săpat	diametrul exterior al uneltei de săpat și diametrul exterior al tronsonului de capăt prevăzut cu cuțit, al tubajului	diametrul exterior al uneltei de săpat
În timpul și la terminarea săpăturii	noroiul de foraj	E,B	-	-	nivelul noroiului, densitatea, vâscozitatea, filtrația etc.
	natura terenului	E,B	se examinează pământul adus la suprafață de unealta de săpat, se întocmește un profil geologic, se compară cu cel cunoscut la cercetarea terenului		se examinează pământul adus la suprafață odată cu noroiul de foraj și se întocmește un profil geologic care se compară cu cel stabilit la cercetarea terenului
	adâncimea găurii	E,B	se urmărește în permanență adâncimea găurii săpate		
După terminarea săpăturii (eventual după coborârea carcasi de armătură)	fundul găurii forate	E,B	se curăță fundul de depuneri cu graifler sau cu alte mijloace	materialul grosier îndepărtat cu graifler; depunerile fine prin racordarea burlanului de betonare la o pompă de sucțiune	circulația activă de noroi și utilizarea instalațiilor de absorbție sau aerlift până la curățirea fundului
După confecționarea carcasi de armătură	carcasa de armătură	E,B	se verifică alcătuirea carcasi de armătură în conformitate cu proiectul: formă, dimensiuni, numărul și poziția barelor longitudinale, a etrierilor, a inelelor de rigidizare, a distanțierilor și a elementelor de prindere pentru manipulare și punere în operă. După caz se verifică dacă de carcasa de armătură sunt fixate și tuburile pentru controlul nedistructiv, țevile sau alte dispozitive care servesc pentru injectarea la baza pilotului		
Înainte de confecționarea betonului	calitatea materialelor folosite la prepararea betonului	E	se verifică dacă tipul și marca cimentului corespund cu cele din caietul de sarcini; se verifică dacă dimensiunile agregatelor corespund cu cele prescise în rețeta betonului		
Înainte de turnarea betonului	asigurarea cantității de beton	E,B	se verifică dacă este asigurată cantitatea de beton necesară pentru pilot		
	calitatea betonului care se pune în operă	E,B	se verifică dacă consistența betonului se înscrie în limitele prescise în caietul de sarcini și dacă s-au recoltat probele în numărul precizat în caietul de sarcini		

**NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA GEOTEHNICA A FUNDATIILOR PE PILOTI  
REDACTAREA 1**

CONTRACT 314/2007 MDLPL

Tabelul F.1 (continuare)

Când se face controlul	Ce se controlează	Cine face controlul*	Procedeu ce se folosește la execuția pilotului		
			forat în uscat și netubat	forat cu tubaj	forat sub noroi
			Obiective de urmărit		
În timpul betonării	relația dintre înălțimea betonului în gaură și volumul de beton turnat	E, B	se măsoară în permanență înălțimea de beton în gaură și se calculează volumul luind în considerare diametrul nominal al găurii. se compară cu volumul pus în operă		
	adâncimea în beton a pâlniei de turnare	E, B		se urmărește ca pâlnia de betonare să se găsească în permanență cu cel puțin 2 m sub nivelul betonului turnat	
	poziția tubajului	E, B		se urmărește ca baza tubajului să fie în permanență cu cel puțin 2 m mai jos decât nivelul betonului turnat	
	poziția carcasei de armătură	E, B	se urmărește dacă se menține carcasa în poziție conform proiectului: coaxialitatea ei față de gaura forată în cursul operației de betonare și nivelul carcasei în timpul betonării și al extragerii tubajului		
După betonare	injecția la bază	E	se verifică efectuarea în conformitate cu prevederile caietului de sarcini		
	poziția pilotului	E, B	se stabilesc: poziția în plan și cota capului pilotului și se compară cu prevederile din proiect		
După întărirea betonului	pregătirea capului pilotului	E, B	se stabilește înălțimea betonului în exces, care urmează a fi îndepărtat, precum și a betonului alterat; se iau măsuri, dacă este cazul de completare a corpului pilotului pentru a se respecta prevederile din proiect cu privire la încastrarea pilotului în radier		
Pe toată durata execuției pilotului	tehnica securității muncii	E	se urmărește în permanență respectarea normelor de tehnica securității muncii		

\* E - executantul; B - beneficiarul;

OBSERVAȚIE - Controlul proiectantului se face conform reglementărilor legale în vigoare și la solicitarea beneficiarului sau executantului