

NORMATIV privind proiectarea infrastructurilor de beton și beton armat pentru poduri

Indicativ NP 115-04

► [Cuprins](#)

- * [GENERALITĂȚI](#)
- * [MATERIALE UTILIZATE PENTRU INFRASTRUCTURILE DE PODURI](#)
- * [ACȚIUNI](#)
- * [CERCETAREA ȘI CALCULUL TERENULUI DE FUNDARE](#)
- * [PRESCRIPȚII GENERALE DE PROIECTARE PENTRU ELEVAȚIILE ȘI FUNDAȚIILE INFRASTRUCTURILOR DE PODURI](#)
- * [ACTE CONSTRUCTIVE](#)
- * [Anexa 1](#)
- * [Anexa 2](#)
- * [Anexa 3 - Calculul fundațiilor directe de adâncime ținând seama de încadrarea în terenul înconjurător](#)

1. GENERALITĂȚI

1.1. Prezentul normativ se referă la proiectarea infrastructurilor din beton și beton armat pentru poduri și podețe de cale ferată normală și îngustă, de șosea și combinate. Prevederile prezentului normativ sunt valabile și în cazul viaductelor sau pasajelor denivelate.

1.2. Terminologia și simbolurile utilizate în normativ sunt în concordanță cu recomandările Societății Internaționale de Mecanica Pământurilor și Inginerie Geotehnică (I.S.S.M.G.E.) și corespund celor utilizate în prenormele europene legate de proiectarea geotehnică.

1.3. Infrastructura unei construcții în general este alcătuită dintr-o substructură și fundații. În cazul infrastructurilor de poduri, substructura este elevația pilei sau culeei. Aceasta este alcătuită la rândul ei dintr-o parte intermediară în contact cu fundația la nivelul rostului elevație fundație și respectiv o parte superioară care face legătura cu suprastructura și cu terasamentul în cazul culeelor. Elevația are rolul de a prelua încărcările de la suprastructură și de a le transmite fundațiilor. Proiectarea elevației ca substructură trebuie să asigure conlucrarea cu fundația. Fundațiile au rolul de a prelua, transmite și repartiza terenului de fundare încărcările transmise de la suprastructuri prin intermediul elevației infrastructurii. Terenul de fundare constituie suportul construcției și respectiv volumul de rocă sau pământ care suferă deformații induse de încărcările transmise și repartizate de către fundații.

1.4. Fundațiile infrastructurilor podurilor, pot fi directe sau indirecte în funcție de modul de transmitere a încărcărilor de la structură către terenul de fundare.

1.5. Fundațiile infrastructurilor podurilor vor fi proiectate conform prezentului normativ luând în considerare reglementările tehnice conexe și documentele tehnice normative de referință prezentate în anexele I și II.

[\[top\]](#)

2. MATERIALE UTILIZATE PENTRU INFRASTRUCTURILE DE PODURI

2.1. Caracteristicile betoanelor utilizate la realizarea infrastructurilor de poduri se stabilesc de către proiectant în funcție de condițiile de mediu și influența lor asupra durabilității betonului conform NE 012-99.

2.2. În cazul terenurilor de fundare fără ape agresive clasele uzuale pentru beton sunt: C16/20 în cazul fundațiilor directe și C20/25 pentru fundațiile indirecte și elevații. În condiții de agresivitate caracteristicile betoanelor se stabilesc conform prescripțiilor tehnice în vigoare.

2.3. Tipul de ciment ce se utilizează la prepararea betonului pentru infrastructurile de poduri se stabilește în funcție de condițiile de mediu în conformitate cu prevederile prescripțiilor tehnice în vigoare.

2.4. Armătura necesară pentru realizarea infrastructurilor podurilor va fi de tipul oțelurilor OB37, PC52 respectiv plaselor sudate din STNB. Oțelul beton trebuie să îndeplinească condițiile tehnice prevăzute în prescripțiile tehnice în vigoare.

2.5. Reglementările tehnice conexe și documentele tehnice normative de referință recomandate pentru calitatea materialelor utilizate la realizarea infrastructurilor de poduri (ciment, agregate, apă, aditivi, oțel etc.) sunt prezentate în anexele I-III.

[\[top\]](#)

3. ACȚIUNI

3.1. Proiectarea infrastructurii este condiționată de dimensionarea completă a suprastructurii.

3.2. Solicitățile transmise infrastructurilor podurilor se determină în grupările fundamentale și speciale de încărcări; se vor considera grupările de încărcări utilizate la proiectarea suprastructurii și încărcările determinate de acțiuni aplicate direct infrastructurii (împingerea pământului, presiunea apei etc.). Se vor respecta reglementările în vigoare.

Documentul tehnic normativ de referință pentru determinarea acțiunilor date de temperatura exterioară este STAS 10101/23-75, iar în cazul acțiunilor seismice se va ține seama de prevederile prescripțiilor tehnice în vigoare.

Pentru calculul împingerii active și rezistenței pasive a pământului asupra infrastructurilor de poduri se recomandă utilizarea teoriei lui Coulomb în condiții statice respectiv metoda Mononobe-Okabe în condiții dinamice.

3.3. Pentru proiectarea și verificarea infrastructurilor de poduri în grupările de calcul considerate toate acțiunile se reduc în centrul de

greutate al rostului elevație-fundație și respectiv al tălpii fundației. Astfel se obțin valorile eforturilor secționale (N, M, T -forță axială, moment încovoietor și forță tăietoare) necesare verificărilor ulterioare.

[\[top\]](#)

4. CERCETAREA ȘI CALCULUL TERENULUI DE FUNDARE

4.1. CERCETAREA TERENULUI DE FUNDARE

4.1.1. Studiile geotehnice necesare proiectării și realizării infrastructurilor de poduri vor fi realizate conform normelor în vigoare.

4.1.2. Încadrarea preliminară a unei infrastructuri de poduri într-o categorie geotehnică se va face înainte de cercetarea geotehnică a terenului. Infrastructurile de poduri se încadrează în categoriile geotehnice 2 și 3 definite astfel:

- Categoria geotehnică 2 corespunde tipurilor convenționale de lucrări și fundații, fără riscuri majore sau condiții de teren și de solicitare neobișnuite sau excepțional de dificile. Lucrările ingineresti care se încadrează în această categorie geotehnică necesită investigarea geotehnică a terenului, dar pot fi utilizate metode de rutină pentru încercările de laborator și de teren respectiv pentru proiectarea și execuția lucrărilor.

- Categoria geotehnică 3 include infrastructurile de dimensiuni mari sau ieșite din comun, care implică riscuri majore privind condițiile de teren și/sau de încărcări excepțional de mari.

4.1.3. Cercetarea terenului de fundare pentru infrastructurile de poduri trebuie efectuată în funcție de încadrarea în categoriile geotehnice menționate.

4.1.4. Categoria geotehnică 2 presupune studii de arhivă și realizarea de investigații geotehnice specifice. Ca un minim, cercetarea terenului de fundare va consta din:

- recunoașterea amplasamentului, cu indicarea poziției construcțiilor și utilităților învecinate;
- recunoaștere topografiei și geomorfologiei regiunii amplasamentului;
- cercetarea hărților și memoriilor geologice aferente zonei;
- consultarea investigațiilor geotehnice anterioare pe amplasament și a datelor privind experiența de construire pe amplasament sau în zonă;
- stabilirea condițiilor hidrologice și hidrogeologice pe amplasament;
- definirea gradului seismic al amplasamentului.

4.1.5. Categoria geotehnică 3 presupune investigații suplimentare față de cele impuse la categoria geotehnică 2, ca de exemplu încercări geotehnice complexe pentru determinarea unor parametri caracteristici utilizați într-un calcul de interacțiune teren-structură prin metode numerice.

4.1.6. Numărul punctelor de investigație geotehnică trebuie să fie ales astfel încât să se poată determina proprietățile terenului și variabilitatea acestora în lungul podului. Distanța între aceste puncte este cuprinsă, în general, între 10 m și 50 m în lungul podului, iar adâncimea de cercetare va fi corelată cu adâncimea de fundare. În plus, dacă sistemul de preluare a împingerii pământului al elevației infrastructurii constă din ancoraje, investigațiile geotehnice trebuie să se extindă pe distanța și la adâncimea necesară pentru a se obține proprietățile straturilor în care se vor fixa aceste ancoraje.

4.1.7. Se va da o atenție deosebită următoarelor aspecte care sunt importante la realizarea infrastructurilor:

- prezența unor pământuri granulare cu permeabilități ridicate și cu pericol de antrenare hidrodinamică sau a unor cavități (naturale sau artificiale) care pot produce tasări suplimentare;
- prezența unor blocuri sau altor obstacole care pot provoca dificultăți la excavare (cu estimarea mărimii și distribuției acestora);
- prezența unor roci sau altor materiale tari care pot provoca dificultăți pe parcursul excavării și impune utilizarea unor echipamente speciale;
- agresivitatea chimică a apei subterane, pământurilor sau rocilor.

În cazul fundațiilor așezate sau încastrate într-o rocă de bază, se va determina nivelul la care se întâlnește roca pe direcție longitudinală și transversală podului; trebuie de asemenea determinate caracteristicile rocii, inclusiv gradul de alterare și de fisurare, prezența unor straturi de argilă foarte moale sau turbă care pot conduce la frecări negative și tasări suplimentare,

O etapă importantă este obținerea de informații privind regimul apei subterane, ca de exemplu:

- nivelul apei în foraje și piezometre precum și fluctuațiile acestuia în particular în timpul iernii și a primăverii;
- hidrogeologia amplasamentului, incluzând mișcările apei subterane și variațiile de presiuni în apă;

- nivelurile extreme ale apei libere, care pot influența presiunea apei subterane;
- prezența straturilor de apă sub presiune sau arteziene.

4.1.8. În cazul în care sunt suspectate contaminări chimice ale terenului și ale apei subterane, trebuie realizată o investigație pentru determinarea compușilor chimici și a modului; în care ar putea afecta fundația infrastructurii podului.

4.1.9. Pentru determinarea valorilor parametrilor geotehnici vor fi realizate încercări de laborator pe probe tulburate sau netulburate, încercări de teren sau determinări pe baze empirice, inclusiv studii de arhivă. Atunci când este necesară stabilirea stării inițiale de eforturi din teren, coeficientul de împingere în stare de repaus, K_0 , poate fi determinat prin încercări de laborator, de teren sau pe baza unor relații empirice.

4.2. CALCULUL TERENULUI DE FUNDARE

4.2.1. Calculul terenului de fundare la starea limită de deformații constă în verificarea relațiilor:

$$\Delta s \leq \bar{\Delta s} \quad (4.1)$$

în cazul unei verificări la starea limită ultimă (SLDU) și

$$\Delta t \leq \bar{\Delta t} \quad (4.2)$$

în cazul unei verificări la starea limită a exploatații normale (SLDEN) în care:

Δs - deplasări sau deformații posibile ale infrastructurii, datorate deplasărilor și deformărilor terenului de fundare, calculate cu încărcări din grupări fundamentale pentru starea limită ultimă;

$\bar{\Delta s}$ - deplasări sau deformări de referință admise pentru structură;

Δt - deplasări sau deformații posibile ale infrastructurii datorate deplasărilor și deformărilor terenului de fundare, calculate cu încărcări din grupări fundamentale pentru starea limită a exploatații normale;

$\bar{\Delta t}$ - deplasări sau deformări admisibile din punct de vedere tehnologic.

4.2.2. Calculul la starea limită de capacitate portantă se efectuează pentru:

- infrastructuri fondate direct pe pământuri compresibile;
- infrastructuri fondate direct pe pământuri coezive foarte umede și saturate, supuse unei solicitări aplicate rapid;
- infrastructuri fondate direct pe terenuri alcătuite din roci stâncoase;
- infrastructuri fondate direct și supuse unor încărcări orizontale permanente importante ($H > 0,1 V$);
- infrastructuri cu fundații indirecte.

4.2.3. Pentru calculul la starea limită de capacitate portantă se iau în considerare încărcări din grupări speciale. Prin calculul terenului la starea limită de capacitate portantă trebuie să se asigure respectarea condiției:

$$Q \leq m \cdot R \quad (4.3)$$

în care.

Q - încărcarea de calcul pentru terenul de fundare, provenită din gruparea de acțiuni cea mai defavorabilă;

R - capacitatea portantă de calcul a terenului de fundare;

m - coeficient al condițiilor de lucru.

După tipul lucrării, capacitatea portantă de calcul a terenului de fundare poate fi:

- presiune critică (p_{cr}) în cazul infrastructurilor fundate direct;
- presiune laterală ultimă (p_u), în cazul fundațiilor încastrate în teren, supuse la solicitări transversale;
- încărcare critică (axială sau transversală) în piloții (baretele) infrastructurilor fundate indirect;
- forța de frecare pe talpa fundației;
- moment de stabilitate corespunzător fundațiilor infrastructurilor de poduri.

4.2.4. Calculul terenului de fundare pe baza presiunilor convenționale se poate face pentru construcții obișnuite din clasele de importanță III, IV, V. Presiunile convenționale reprezintă presiuni acceptabile pe suprafața de contact dintre fundație și teren, stabilite empiric.

4.2.5. Calculul terenului de fundare în cazul fundării directe se efectuează diferențiat în funcție de:

- clasa de importanță a construcției;
- sistemul static și alcătuirea constructivă a structurii;
- natura terenului de fundare;
- cerințele funcționale în exploatare;
- faza de proiectare.

4.2.6. Stabilirea preliminară a dimensiunilor în plan ale fundației se face prin predimensionare pe baza presiunii convenționale ținând seama de condițiile tehnologice și amplasament.

4.2.7. Calculul definitiv al terenului de fundare se poate face:

- la starea limită de deformații;
- la starea limită de capacitate portantă;
- pe baza presiunilor convenționale.

4.2.8. Calculul pe baza presiunilor convenționale se efectuează în cazul îndeplinirii simultane a următoarelor condiții:

- infrastructuri obișnuite, insensibile la tasări, fără restricții de deformații în exploatare și

- terenuri de fundare bune (conform tabel 4.1).

Tabel 4.1.

| Nr. crt. | Tipul de teren |
|----------|--|
| 1 | Blocuri, bolovănișuri sau pietrișuri conținând mai puțin de 40% nisip și mai puțin de 30% argilă, în condițiile unei stratificații practic uniforme și orizontale (având înclinarea mai mică de 10%) |
| 2 | Pământuri nisipoase, inclusiv nisipuri prăfoase, îndesate sau de îndesare medie, în condițiile unei stratificații practic uniforme și orizontale |
| 3 | Pământuri coezive cu plasticitate redusă ($I_p < 10\%$): nisipuri argiloase, prafuri nisipoase și prafuri, având $e \leq 0,7$ și $I_c \geq 0,75$ în condițiile unei stratificații practic uniforme și orizontale |
| 4 | Pământuri coezive cu plasticitate medie ($10\% < I_p < 20\%$): nisipuri argiloase, prafuri nisipoase -argiloase, având $e \leq 1$ și $I_c \geq 0,75$ în condițiile unei stratificații practic uniforme și orizontale |
| 5 | Pământuri coezive cu plasticitate mare ($I_p > 20\%$): argile nisipoase, argile prăfoase și argile, având $e \leq 1,1$ și $I_c \geq 0,75$ în condițiile unei stratificații practic uniforme și orizontale |
| 6 | Roci stâncoase și semistâncoase în condițiile unei stratificații practic uniforme și orizontale |
| 7 | Orice combinație între stratificațiile precizate la nr. crt. 1+6 |
| 8 | Umpluturi compactate realizate conform unor documentații de execuție (caiete de sarcini), controlate calitativ de unități autorizate |

4.2.9. Calculul pe baza presiunilor convenționale constă în a compara valorile presiunilor efective pe talpa fundației cu valori de referință ale presiunilor. Condițiile ce trebuie respectate sunt următoarele:

- în cazul încărcărilor centrice:

în gruparea fundamentală: $p_{ef} \leq p_{conv}$;

în gruparea specială: $p'_{ef} < 1,2 p_{conv}$.

în cazul încărcărilor excentrice, cu excentricitate după o singură direcție:

în gruparea fundamentală: $p'_{ef \max} \leq 1,2 p_{conv}$;

în gruparea specială: $p'_{ef \max} \leq 1,4 p_{conv}$.

în cazul încărcărilor excentrice, cu excentricitate după două direcții:

în gruparea fundamentală: $p_{ef \max} \leq 1,4 p_{conv}$;

în gruparea specială: $p'_{ef \max} \leq 1,6 p_{conv}$.

în care:

- p_{ef} , p'_{ef} - presiunea efectivă medie verticală pe talpa fundației provenită din încărcările de calcul din gruparea fundamentală, respectiv din gruparea specială;

- $p_{ef\ max}$, $p'_{ef\ max}$ - presiunea efectivă maximă pe talpa fundației provenită din încărcările de calcul din gruparea fundamentală, respectiv din gruparea specială;

- presiunea convențională de calcul.

4.2.10. Dimensiunile în plan ale fundațiilor se stabilesc astfel ca rezultanta încărcărilor provenite din acțiuni pentru grupări fundamentale să fie aplicată în cadrul sâmburelui central.

Pentru situațiile în care, în gruparea fundamentală, intervin solicitări orizontale importante, nepermanente, se admite ca rezultanta încărcărilor să se aplice în afara sâmburelui central cu condiția ca secțiunea activă a tălpii fundației să nu fie mai mică de 80% din aria totală a acesteia.

4.2.11. Presiunea convențională de calcul se stabilește după cum urmează:

- presiunile convenționale p_{conv} se determină luând în considerare valorile de baza \bar{p}_{conv} din tabelele 4.2, 4.3, 4.4 și 4.5 care se corectează conform relației 4.4;

- pentru pământurile sensibile la umezire stabilirea valorilor presiunii convenționale se face pe baza prescripțiilor în vigoare.

Tabel 4.2

| Denumirea terenului de fundare | | \bar{p}_{conv} |
|--------------------------------|--|------------------|
| | | kPa |
| Roci stâncoase | | 1000÷6000 |
| Roci | Marne, marne argiloase și argile compacte | 350÷1100 |
| semistâncoase | Șisturi argiloase, argile șistoase și nisipuri cimentate | 600÷850 |

Observație: În intervalul indicat, valorile \bar{p}_{conv} se aleg ținând seama de compactitatea și starea de degradare a rocii stâncoase sau semistâncoase. Ele nu variază cu adâncimea de fundare și dimensiunile în plan ale fundațiilor.

Tabel 4.3.

| Denumirea terenului de fundare | | Îndesate ^{a)} / Îndesare medie ^{b)} |
|--------------------------------|--|---|
| | | \bar{p}_{conv} kPa |
| Pământuri necoezive | Blocuri și bolovănișuri cu interspațiile umplute cu nisip și pietriș | 750 |

| | | | |
|---|-------------------------|-----------------------|-----|
| Blocuri cu interspațiile umplute cu pământuri argiloase | | 350÷600 ^{b)} | |
| Pietrișuri curate (din fragmente de roci cristaline) | | 600 | |
| Pietrișuri cu nisip | | 550 | |
| Pietrișuri din fragmente de roci sedimentare | | 350 | |
| Pietrișuri cu nisip argilos | | 350÷500 ^{b)} | |
| Nisip mare | | 700 | 600 |
| Nisip mijlociu | | 600 | 500 |
| | uscat sau umed | 500 | 350 |
| Nisip fin | foarte umed sau saturat | 350 | 250 |
| | uscat | 350 | 300 |
| | umed | 250 | 200 |
| Nisip fin prăfos | foarte umed sau saturat | 200 | 150 |

a) În cazul în care datorită pământului nu este posibilă prelevarea de probe netulburate, stabilirea gradului de îndesare se poate face pe baza penetrării dinamice în foraj sau a penetrării statice.

b) În intervalul indicat, valorile se aleg ținând seama de consistența pământului argilos aflat în interspații interpolând între valorile minime pentru $I_c=0.5$ și maxime corespunzătoare lui $I_c=1.0$.

Tabel 4.4.

| Denumirea și caracterizarea terenului de fundare | Indicele porilor ^{b)} e | Consistența ^{a)b)} | |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|---------|
| | | $I_c=0.5$ – $f_{con v}$ (kPa) | $I_c=1$ |
| Cu plasticitate redusă ($I_p \leq 10\%$): nisip argilos, praf nisipos, praf | 0.5 | 300 | 350 |
| | 0.7 | 275 | 300 |
| Cu plasticitatea mijlocie ($10\% < I_p \leq 20\%$): nisip argilos, praf nisipos argilos, praf argilos, argilă prăfoasă, argilă prăfoasă nisipoasă și argilă nisipoasă | 0.5 | 300 | 350 |
| | 0.7 | 275 | 300 |
| | 1.0 | 200 | 250 |
| Pământuri coezive Cu plasticitate mare și foarte mare ($I_p > 20\%$): argilă nisipoasă, argilă prăfoasă, argilă, argilă grasă | 0.5 | 550 | 650 |
| | 0.6 | 450 | 525 |
| | 0.8 | 300 | 350 |
| | 1.1 | 225 | 300 |

a) În cazul în care nu este posibilă prelevarea de probe netulburate, aprecierea consistenței se poate face pe baza penetrării dinamice în foraj sau a penetrării statice.

b) La pământuri coezive având valori intermediare ale indicelui porilor e și indicelui de consistență I_c se admite interpolarea liniară a valorii presiunii convenționale de calcul după I_c și e succesiv.

Tabel 4.5

| Denumirea terenului de fundare | Pământuri nisipoase și zguri (cu excepția nisipurilor prăfoase) având: | | Nisipuri prăfoase, pământuri coezive, cenuși etc., având: | |
|---|--|------------|---|------------|
| | $S_r^{b)}$ ≤ 0.5 | ≥ 0.8 | ≤ 0.5 | ≥ 0.8 |
| | \bar{p}_{conv} (kPa) | | | |
| Umpluturi din pământuri omogene, realizate și compactate în mod organizat (perne, ramblee) | 250 | 200 | 180 | 150 |
| Umpluturi ^{a)} Depozite omogene compactate controlat | 250 | 200 | 180 | 150 |
| rezultate în urma unor activități sistematice de depunere de pământuri necompactate, dar având o vechime de depunere de minimum 2 ani | 180 | 150 | 120 | 100 |

a) Umpluturi cu conținut de materii organice mai mic de 5%.

b) Pentru valori $0.5 < S_r < 0.8$ valorile presiunii convenționale se determină prin interpolare liniară.

Valorile de bază din tabelele 4.2, 4.3, 4.4, 4.5 corespund cu presiunile convenționale pentru fundații având lățimea tălpii $B = 1,0$ și adâncimea de fundare față de nivelul terenului sistematizat $D_f = 2,0$ m.

Pentru alte lățimi ale tălpii sau alte adâncimi de fundare presiunea convențională se calculează cu relația:

$$\bar{p}_{conv} = \bar{p}_{conv} + C_B + C_{D_f} \text{ (kPa)} \quad (4.4)$$

în care:

- \bar{p}_{conv} este valoarea de bază a presiunii convenționale pe teren, conform tabelelor 4.2+4.5 în kPa;

- C_B este corecția de lățime, în kPa;

- C_D este corecția de adâncime, în kPa.

Corecția de lățime pentru $B \leq 5$ m se determină cu relația:

$$C_B = \bar{p}_{conv} K_1 (B - 1) \text{ (kPa)} \quad (4.5)$$

în care:

K_1 este un coeficient, care are valorile:

- 0.10 pentru pământuri necoezive (cu excepția nisipurilor prăfoase) și

- 0.05 pentru nisipuri prăfoase și pământuri coezive.

B este lățimea fundației, exprimată în metri.

Pentru $B > 5$ corecția de lățime se calculează după cum urmează:

$$C_B = 0.4 \bar{p}_{conv} \text{ pentru pământuri necoezive, cu excepția nisipurilor prăfoase;}$$

$$C_B = 0.2 \bar{p}_{conv} \text{ pentru nisipuri prăfoase și pământuri coezive.}$$

Corecția de adâncime se determină cu relațiile:

- pentru $D_f < 2$ m

$$C_D = \bar{p}_{conv} (D_f - 2) / 4 \text{ (kPa)} \quad (4.6)$$

- pentru $D_f > 2$ m

$$C_D = K_2 \bar{\gamma} (D_f - 2) \text{ (kPa)} \quad (4.7)$$

în care:

- D_f - adâncimea de fundare, în metri;

- K_2 - coeficient conform tabelului 4.6;

- $\bar{\gamma}$ - greutatea volumică de calcul a straturilor situate deasupra nivelului tălpii fundației (calculată ca medie ponderată cu grosimea straturilor), în kN/m³.

Tabel 4.6

| Denumirea pământurilor | K_2 |
|---|-------|
| Pământuri necoezive, cu excepția nisipurilor prăfoase | 2,5 |
| Nisipuri prăfoase și pământuri coezive cu plasticitate redusă și mijlocie | 2,0 |

[\[top\]](#)**5. PRESCRIPȚII GENERALE DE PROIECTARE PENTRU ELEVAȚIILE ȘI FUNDAȚIILE INFRASTRUCTURILOR DE PODURI**

5.1. Soluția de fundare va fi stabilită pe baza studiilor geotehnice care trebuie să indice: sistemul de fundare, stratul în care se fundează, adâncimea de fundare, presiunea convențională de bază pe teren, inclusiv sporurile de adâncime și lățime.

5.1.1. Adâncimea de fundare a infrastructurilor va fi stabilită conform prescripțiilor în vigoare luându-se în considerare și următoarele:

- condițiile geologice și hidrologice;
- variațiile de umiditate;
- adâncimea de îngheț;
- adâncimea stratului de fundare nealterat în care trebuie să fie încastrată fundația;
- adâncimea de afuiere, dacă nu se iau măsuri de protecție (radiere, saltele de fascine, saltele de gabioane, gabioane, etc.);
- adâncirea albiei, datorită lucrărilor de regularizare și de îmbunătățiri funciare;
- influența reciprocă a fundațiilor existente și noi.

5.1.2. Pentru infrastructurile fondate în terenuri care se alterează în contact cu apa, trebuie să se indice, prin proiect, ca betonarea fundației să fie executată imediat după înlăturarea stratului alterat.

5.1.3. La infrastructurile fondate în terenuri ce se dizolvă în contact cu apa (sare sau roci similare) adâncimea de fundare va fi stabilită în funcție de procesul de dizolvare în timp, luându-se măsuri pentru evitarea pătrunderii apei curgătoare în adâncime, precum și pentru protecția fundației contra coroziunii.

5.1.4. La terenurile stâncoase dure (granit, bazalt, andezit etc.), adâncimea minimă de încastrare în stratul nealterat va fi de cel puțin 50 cm. La terenurile stâncoase alterabile, la stabilirea adâncimii de încastrare se va ține seama de posibilitatea sporirii în timp a grosimii stratului alterabil și de posibilitatea de a fi erodat.

5.1.5. Fundațiile directe ale infrastructurilor vor fi coborâte cu cel puțin 50 cm sub adâncimea de îngheț. Pentru podețe tubulare (cu secțiunea dreptunghiulară, circulară, ovoidală etc.) adâncimea de fundare va fi de cel puțin 20 cm sub adâncimea de îngheț.

5.1.6. În cazul unor fundații noi, care se coboară sub nivelul unor fundații învecinate vechi, se va efectua un studiu asupra comportării terenului în timpul execuției fundației noi (în afara studiilor obligatorii privind comportarea terenului în timpul exploatarea celor două construcții), pe baza cărora în timpul execuției vor fi luate măsuri corespunzătoare de evitare a degradării infrastructurii existente. În cazul fundațiilor aflate în vecinătatea unor ramblee, vor fi luate de asemenea măsuri care să împiedice pierderea stabilității și eventualele tasări ale acestora.

5.1.7. În terenuri afuiabile, unde nu se iau măsuri pentru stabilizarea fundului albiei, se recomandă ca talpa fundației să fie astfel încastrată în teren, încât nivelul acesteia să se găsească mai jos decât nivelul afuierilor maxime posibile (generale și locale) cu valorile h' arătate în tabelul 5.1.

Tabelul 5.1

| Adâncimea de fundare sub cota fundului albiei h , în metri | Adâncimea de fundare sub nivelul afilierilor maxime posibile h' , în metri |
|--|--|
| $h \leq 10$ | 2.50 |
| $h > 10$ | 5.00 |

5.1.8. Dacă talpa fundației se așează la cel puțin 5 m sub nivelul maxim de afuiere, se recomandă ca fundația să fie calculată luându-se în considerare încastrarea în teren.

5.1.9. În cazul terenurilor de fundare sensibile la umezire, respectiv cu umflări și contracții mari, fundațiile infrastructurilor de poduri se vor realiza ținând seama și de prevederile prescripțiilor în vigoare.

5.2. Fundațiile directe de suprafață vor fi proiectate conform prescripțiilor în vigoare. Fundațiile directe de adâncime se vor proiecta ținând seama de încadrarea în terenul înconjurător (a se vedea anexa III) respectiv de reglementările tehnice conexe respectiv de documentele tehnice normative de referință. Fundațiile indirecte, pe piloți, vor fi proiectate conform prescripțiilor tehnice în vigoare, în cazul fundațiilor pe barete se vor respecta reglementările și documentele tehnice normative de referință din anexa I și II).

5.3. Infrastructurile podurilor de șosea și cale ferată se calculează la stări limită.

5.3.1. Calculele la stări limită vor fi efectuate pentru cele trei grupări de acțiuni, în următoarea ordine:

- gruparea I, fundamentală;
- gruparea a II- a, fundamentală suplimentată;
- gruparea a III- a, specială.

5.3.2. Valorile normate ale acțiunilor, clasificarea și gruparea

acțiunilor precum și coeficienții de calcul corespunzători sunt conform prescripțiilor în vigoare.

Infrastructurile vor fi calculate la următoarele stări limită:

- stări limită ultime;
- starea limită de rezistență;
- starea limită de stabilitate a poziției (răsturnare, alunecare);
- stări limită ale exploatarei normale;
- starea limită de fisurare;
- starea limită de deformație (tasare, rotire).

5.3.3. Infrastructurile nu se verifică la starea limită de oboseală. Calculele la stări limită se efectuează fără a lua în considerare coeficientul dinamic, cu excepția cuzineților, pentru care coeficientul dinamic se va lua conform prescripțiilor în vigoare.

5.3.4. Calculele la diferitele stări limită vor fi efectuate la solicitările cele mai defavorabile ce apar în diferitele etape (execuție, exploatare etc.), conform condițiilor de compatibilitate reciprocă și de simultaneitate prevăzute în prescripțiile în vigoare. Calculul la acțiunea seismică (în gruparea a III-a) se va face în conformitate cu normele în vigoare.

5.3.5. Elementele constitutive ale elevațiilor și fundațiilor din beton sau beton armat ca și calculul cuzineților la compresiune locală se calculează la starea limită de rezistență, conform prescripțiilor în vigoare.

5.3.6. Starea limită de stabilitate la răsturnare, în rosturile elementelor de beton simplu, respectiv la talpa fundației, este asigurată dacă punctul de aplicare al rezultantei încărcărilor în rostul respectiv având excentricitatea de calcul e_{oc} se găsește pe suprafața limitată de curbele definite de relațiile (5.1) sau (5.2), în care m , coeficientul condițiilor de lucru, va fi introdus cu valorile din tabelul 5.2:

- pentru rosturi dreptunghiulare ([Figura 5.1](#))

$$\left(\frac{e_x}{a_x}\right)^2 + \left(\frac{e_y}{a_y}\right)^2 \leq m \quad (5.1)$$

- pentru rosturi circulare (Figura 5.2)

$$\frac{e}{r} \leq m \quad (5.2)$$

- pentru rosturi în formă de paralelogram, relația (5.1), transformând paralelogramul (Figura 5.3 a) în dreptunghi echivalent (Figura 5.3 b), cu relațiile:

$$a_x = \sqrt{a_{x1}^2 + a_{x1} \cdot a_{y1} \cdot \cos \theta} \quad (5.3)$$

$$a_y = \sqrt{a_{y1}^2 + a_{x1} \cdot a_{y1} \cdot \cos \theta} \quad (5.4)$$

$$e_{ocx} = e_{ocx1} \left(\frac{a_x}{a_{x1}} \right) \quad (5.5)$$

$$e_{ocy} = e_{ocy1} \left(\frac{a_y}{a_{y1}} \right) \quad (5.6)$$

Tabelul 5.2

| Forma rosturilor | m | |
|--|---|--|
| | La rosturi intermediare și la tălpile fundațiilor așezate în terenuri stâncoase | La tălpile fundațiilor așezate pe terenuri nestâncoase |
| Rosturi dreptunghiulare | 0,16 | 0,12 |
| Rosturi circulare | 0,72 | 0,62 |
| Rosturi în formă de paralelogram transformate în dreptunghi echivalent | 0,14 | 0,10 |

Pentru rosturi cu alte forme (triunghi, trapez, poligon, elipsă, etc.) stabilitatea la răsturnare se poate considera că este asigurată dacă punctul de aplicație al rezultantei încărcărilor se găsește pe suprafața asemenea cu suprafața sămburelui central (Figura 5.4) ale cărei laturi se obțin multiplicând distanța de la centrul de greutate al secțiunii rostului până la limita sămburelui central, cu coeficienții:

- 2,4 la rosturile intermediare ale infrastructurilor și la tălpile fundațiilor așezate pe stâncă;

- 2,1 la tălpile fundațiilor așezate pe terenuri nestâncoase.

5.3.7. Starea limită de stabilitate la alunecare în rosturile elementelor de zidărie sau de beton simplu și la talpa fundației va fi verificată cu relația:

$$\frac{\sum H_i}{\sum N_i \cdot f} \leq 0.8 \quad (5.7)$$

în care:

- H_i sunt componentele orizontale ale solicitărilor care acționează până la nivelul secțiunii considerate;

- N_i sunt componentele verticale ale solicitărilor care acționează până la nivelul secțiunii considerate;

- f este coeficientul de frecare pe teren, ale cărui valori se găsesc în tabelul 5.3.

Tabel 5.3

| Natura terenului | Valorile coeficientului de frecare, f , pe terenul de fundare |
|---|---|
| Argile, terenuri stâncoase și suprafețe saponificabile (calcar argilos, șisturi etc.) | |
| în stare umedă | 0,25 |
| în stare uscată | 0,30 |
| Argile nisipoase și nisipuri argiloase | 0,30 |
| Nisipuri | 0,40 |
| Pietrișuri și bolovănișuri | 0,50 |
| Stâncă (cu suprafață nesaponificabilă) și la rosturi intermediare | 0,60 |

Stabilirea valorii coeficientului de frecare, f , se va face ținând seama de caracteristicile și starea fizică a terenului de fundare precizate în studiul geotehnic.

5.3.8. La starea limită de fisurare, calculele vor fi efectuate conform prescripțiilor în vigoare. La elementele de beton simplu condițiile de fisurare sunt îndeplinite prin limitarea excentricității rezultantei, iar la elementele din beton armat prin limitarea deschiderii fisurilor.

În zona variabilă a nivelului apelor și sub nivelul apelor, la elementele din beton armat fisurile nu trebuie să depășească deschiderea de 0,1 mm.

În cazul elementelor cu secțiuni dreptunghiulare din beton simplu solicitate la compresiune cu excentricitate pe o singură direcție, excentricitatea trebuie să satisfacă relația:

$$e_0 \leq c x_0 \quad (5.8)$$

în care:

e_0 este excentricitatea rezultantei încărcărilor din exploatare normală;

c este un coeficient având valorile:

- 0,50 pentru acțiunile din gruparea I;

- 0,60 pentru acțiunile din gruparea a II-a;

- 0,67 pentru acțiunile din gruparea a III-a.

x_0 este distanța de la centrul de greutate al secțiunii la muchia cea mai comprimată.

Dacă valoarea excentricității rezultă mai mare decât valorile prevăzute prin relația (5.8), dar nu le depășește cu mai mult de 10%, în zona întinsă se prevede o arie de armătură cu un coeficient de armare de 0.05%. Pentru depășiri mai mari de 10%, aria de armătură necesară se stabilește ca pentru elementele din beton armat.

În cazul elementelor din beton simplu solicitate la compresiune cu excentricitate pe două direcții cu aria secțiunii A_b , secțiunea activă de suprafață A_{bc} trebuie să îndeplinească condiția:

$$A_{bc} \geq c_a A_b \quad (5.9)$$

În care c_a este un coeficient având valorile:

- 0,75 pentru acțiunile din gruparea I;
- 0,60 pentru acțiunile din gruparea a II-a;
- 0,50 pentru acțiunile din gruparea a III-a.

5.3.9. La starea limită de deformație vor fi verificate tasările infrastructurilor produse de încărcările permanente și temporare de lungă durată considerate cu valori de exploatare. Totodată trebuie verificate și deplasările orizontale ale părții superioare a infrastructurilor (datorită rotirilor acestora) pe direcția longitudinală și pe direcția transversală a podului, produse de încărcările cu valori de exploatare în gruparea II fundamentală suplimentată.

Calculul tasărilor infrastructurilor și al rotirii acestora vor fi efectuate conform prescripțiilor în vigoare.

În cazul podurilor cu structuri exterior static nedeterminate, tasările și rotirile infrastructurilor sunt limitate de valorile considerate în calculele de verificare la stările limită de rezistență și de fisurare în care s-au luat în considerare aceste deformații.

La toate tipurile de poduri, tasările și rotirile infrastructurilor vor fi limitate, avându-se în vedere și următoarele:

- evitarea deschiderii unor fisuri peste limitele admise în structura de rezistență;
- respectarea gabaritului, la pasaje și poduri de încrucișare;
- evitarea deteriorării hidroizolațiilor la racordarea infrastructurilor;
- evitarea formării de denivelări în cale peste limitele admise la racordarea podurilor cu terasamentele, precum și în dreptul pilelor și culeelor;
- alte situații speciale.

În toate cazurile, indiferent de structura de rezistență a podului, deformațiile vor fi limitate după cum urmează:

- tasarea totală uniformă a unei infrastructuri, în cm: $1,5 \sqrt{l}$;
- diferența tasărilor totale uniforme ale infrastructurilor alăturate, în cm: $0,75 \sqrt{l}$;
- deplasarea orizontală a părții superioare a infrastructurii produsă de tasarea neuniformă și de deformația elastică a elementelor infrastructurii, în cm: $1,5 \sqrt{l}$.

În care l este deschiderea minimă alăturată infrastructurii respective, exprimată în m, dar nu mai mică de 25 m.

La podurile fondate în terenuri stâncoase nu este necesară verificarea deformațiilor produse de tasarea fundațiilor.

Calculul terenului de fundare la starea limită de deformații se efectuează în toate cazurile indiferent de natura terenului de fundare, cu următoarele excepții: infrastructuri fondate direct sau indirect pe terenuri alcătuite din roci stâncoase sau roci semistâncoase dacă nu sunt prevăzute restricții speciale pentru exploatarea podului.

La podurile cu structuri exterioare static determinate, cu deschideri până la 50 m, se poate renunța la verificarea deformațiilor dacă infrastructurile sunt fundate pe terenuri puțin compresibile (grohotișuri, pietrișuri etc., îndesate).

La infrastructurile fundate pe terenuri nestâncoase, se recomandă ca rezultanta încărcărilor cu valori de exploatare, permanente și de lungă durată în secțiunea de la rostul dintre fundație și teren, să satisfacă următoarele condiții, pentru evitarea tasărilor inegale care conduc la deplasări orizontale la partea superioară a infrastructurilor:

- în terenuri argiloase, rezultanta să acționeze aproximativ centric;

- în celelalte terenuri, punctul de aplicație al rezultantei trebuie să rămână în interiorul suprafeței delimitate de curbele date de relațiile (5.1) și (5.2) în funcție de forma tălpii fundației după cum urmează:

- la forma dreptunghiulară, relația (5.1), în care $m = 0,016$;

- la forma circulară, relația (5.2), în care $m = 0,165$;

- la forma de paralelogram, folosind dreptunghiul transformat echivalent, relația (5.1), în care $m=0,014$;

- la alte forme (triunghi, trapez, poligon, elipsă etc.) punctul de aplicare al rezultantei trebuie să se găsească în interiorul sâmburelui central la o distanță de $0,75 ds$, în care ds este distanța de la centrul de greutate al secțiunii până la limita sâmburelui central, măsurată pe dreapta ce trece prin centrul de greutate și punctul de aplicație al rezultantei încărcărilor.

5.3.10. Calculele la stări limită vor fi efectuate cel puțin în secțiunile corespunzătoare rosturilor dintre elevație și fundație și dintre fundație și teren, precum și în dreptul schimbărilor de formă a secțiunilor prin infrastructură.

5.4. În cazul fundațiilor directe de beton simplu nu se mai efectuează alte calcule de rezistență privind blocul de fundație dacă dimensiunile b și h ([Figura 5.5](#)) ale acestuia satisfac relația:

$$\begin{aligned} \Delta z &= \frac{N}{k_M ab_0} \\ \vartheta &= \frac{12}{k_M} R \\ \Delta x &= \frac{2H}{k_M D_c I} + \frac{81R}{k_M} \quad (5.10) \end{aligned}$$

în care:

- h este înălțimea totală a fundației, în m;

- b este lățimea totală a treptelor fundației față de marginea elevației, în m;

- p_f este presiunea efectivă maximă pe teren în kPa, la muchia exterioară sub încărcările cu valori de exploatare;

- R_b reprezintă valoarea medie teoretică a rezistenței la compresiune prevăzută în prescripțiile de proiectare (pentru o valoare normată de 15% a coeficientului de variație) exprimată în kPa; dacă se utilizează rezistența caracteristică, R_{ck} , atunci în relația de mai sus $R_b = 1.6R_{ck}$.

În cazul fundațiilor cu tălpi înclinate, în calculul stabilității la alunecare se va ține seama că forțele ce pot produce alunecări să nu conducă la depășirea rezistenței la tăiere a pământului; se recomandă ca înclinarea tălpii față de orizontală, în terenuri nestâncoase, să nu depășească 6° .

[\[top\]](#)

6. DATE CONSTRUCTIVE

6.1. Dimensiunile elevațiilor vor fi stabilite astfel încât distanțele dintre extremitățile tablierelor și zidurile de gardă ale culeelor sau distanțele dintre extremitățile tablierelor ce reazemă pe aceeași pilă să fie, cel puțin:

-2 cm, în cazul tablierelor de beton armat sau beton precomprimat monolit;

-5 cm, în cazul tablierelor de beton armat prefabricat, beton precomprimat prefabricat sau metalice,

Ca regulă generală dimensiunile elevațiilor vor fi stabilite astfel încât distanțele dintre extremitățile tablierelor și zidurilor de gardă respectiv distanțele dintre extremitățile tablierelor ce reazemă pe aceeași pilă să permită deplasarea liberă asigurând în același timp spațiul minim și maxim necesar dispozitivelor de acoperire a rosturilor de dilatație.

6.2. Fețele văzute ale elevațiilor, respectiv suprafețele aparente ale culeelor și pilelor vor fi executate cu un strat de beton de față văzută de cel puțin 20 cm grosime, alcătuit cu agregate sortate special. Cimentul din betonul de față văzută și cel din elevație trebuie să fie de aceeași clasă. Betonul de față va fi turnat odată cu betonul de elevație. Se poate renunța la execuția betonului de față văzută dacă infrastructurile sunt executate din beton armat.

La infrastructuri masive de beton simplu se poate renunța la betonul de față văzută dacă, la poduri, betonul elevației este de clasă C20/25 sau de clasă C16/20 la podețe. La aceste infrastructuri, granulometria stratului superficial pe minimum 20 cm grosime va fi aceea prevăzută pentru betonul de față văzută.

6.3. Dimensiunile cuzineților vor fi stabilite conform prescripțiilor în vigoare, dar nu vor avea o înălțime mai mică de 40cm. În afara banchetei cuzineții vor avea înălțimea de minim 10 cm.

6.3.1. Distanța de la marginea cuzineților până la marginea aparatelor de reazem va fi de minimum 15 cm.

6.3.2. Cuzineții vor fi înglobați într-o banchetă de beton armat care la culee va fi executată pe întreaga ei lățime iar la pile pe întreaga suprafață a părții ei superioare. Clasa de beton a banchetei trebuie să fie aceeași cu cea a cuzineților. În banchetă se prevăd cel puțin plase din oțel având diametrul de 8-12 mm cu latura ochiului de aproximativ 20 cm, după cum urmează ;

- la poduri, una la partea superioară și alta la partea inferioară;

- la podețe, una la partea superioară.

Fața superioară a banchetei, în afara cuzineților, va avea o pantă de minimum 1:20 (pentru scurgerea apelor).

6.4. Elevațiile alcătuite din stâlpi de beton armat pot fi folosite numai la pasaje și la râuri unde nu există scurgeri de ghețuri. În caz contrar aceste elevații se pot folosi numai deasupra nivelului maxim de scurgere a ghețurilor.

6.4.1. La pasajele superioare, liniile ferate alăturate pilelor vor fi prevăzute cu contrașine de ghidare. Dacă nu se prevăd contrașine, pilele vor fi protejate împotriva izbirii de către vehiculele deraiate, prin blocuri de apărare de 0,85 m înălțime deasupra nivelului transverselor. Aceste blocuri vor fi comune pentru toate elementele unei pile, lungimea lor depășind cu cel puțin 0,75 m fețele laterale ale elementelor marginale ale pilei iar lățimea lor cu cel puțin 0,40 m pe cea a elementelor pilei, în fiecare parte a acestora.

6.4.2. La pasajele inferioare și la încrucișările rutiere denivelate, pilele vor fi protejate fie prin borduri de cel puțin 0,15 m înălțime situate la distanța de cel puțin 0,85 m de fețele elementelor elevației, fie prin parapete de ghidaj de cel puțin 0,40 m înălțime dispuse la 0,40 m distanța de acestea.

6.5. Elevațiile executate în ape curgătoare vor fi prevăzute cu avanbec și arierbec, care pot fi de formă ovoidală sau circulară.

6.5.1. În cazul cursurilor de apă cu ghețuri și flotanți mari avanbecurile vor fi prevăzute la parament cu moloane de piatră naturală dură, având rezistența la compresiune minim 100.000,0 kPa. La podurile peste Dunăre, moloanele vor fi prevăzute pe toată suprafața elevațiilor. Moloanele vor avea coada de min. 30 cm, încastrându-se în masa betonului și ancorându-se cu armături de oțel beton.

6.5.2. În cazul cursurilor de apă fără ghețuri și flotanți mari se pot prevedea avanbecuri (fără moloane de piatră, cu condiția ca la avantbecurile ogivale muchia să fie consolidată cu un profil metalic încastrat în masa betonului și ancorat cu șuruburi de scelment.

6.6. Zidurile întoarse mai lungi de 1 m ale elevațiilor culeelor vor fi armate conform prescripțiilor tehnice în vigoare.

6.7. În spatele culeelor și aripilor, la podurile de cale ferată, vor fi prevăzute drenuri pentru captarea și evacuarea apelor infiltrate în terasamente. Drenurile vor fi prevăzute spre terasamente cu straturi filtrante care să le împiedice colmatarea. La podurile de șosea aceste prevederi au caracter de recomandare; scurgerea apelor se va asigura prin casieri amenajate la capetele podurilor.

6.7.1. În cazul culeelor situate în albia majoră, drenurile din spatele aripilor vor fi închise pe taluzuri cu un pereu zidit din piatra brută cu mortar de ciment, așezat pe o fundație de beton, de aproximativ 25 cm grosime. Acest pereu trebuie să fie cu 50 cm deasupra nivelului corespunzător debitului de calcul ținându-se seama și de înălțimea valurilor și va fi executat în spatele culeelor conform pct. 6.17, ultimul aliniat.

6.7.2. Rigola de la partea inferioară a drenului va fi la cel puțin 50 cm sub nivelul apelor subterane, sau va fi introdusă în stratul filtrant. În cazul adâncimilor mari la care se găsește stratul filtrant sau nivelul apelor subterane, apele colectate de rigolă vor fi evacuate într-un puț coborât în stratul filtrant sau cu 50 cm sub nivelul apelor subterane.

6.7.3. Dacă stratul filtrant sau nivelul apelor subterane se găsește sub cota de fundare a culeelor, apele colectate vor fi evacuate printr-o rigolă situată în spatele culeelor și aripilor, având o pantă longitudinală de min. 5%. Rigola va avea panta de scurgere spre aval și gura de scurgere pe taluzul din aval.

6.7.4. La infrastructurile fondate în terenuri sensibile la umezire nu vor fi prevăzute drenuri; vor fi luate măsuri pentru evitarea pătrunderii apelor în terasamente și la fundații.

6.8. Elevațiile culeelor, zidurilor de sprijin și aripilor vor fi prevăzute cu hidroizolații conform prescripțiilor tehnice în vigoare.

6.9. În cazul terasamentelor înalte, ale podurilor cu oblicitate mare sau amplasate pe cursuri de apă cu viteze mari, racordarea culeelor cu terasamentele se recomandă a fi realizată cu aripi sau ziduri de sprijin; în celelalte cazuri se recomandă folosirea sferurilor de con.

6.10. Lungimea zidurilor întoarse trebuie să fie astfel încât să depășească 25 cm, peste marginea dinspre terasamente a aripei sau a zidului de sprijin, respectiv 50 cm, peste vârful sferului de con. La culeele ce nu sunt înglobate în terasamente, generatoarea sferului de con dinspre albia râului sau muchia dinspre albie a aripii, nu trebuie să depășească elevația culeei la partea inferioară.

6.11. Dacă panta sferului de con este mai mare decât panta taluzului terasamentelor, sferul de con va fi pereat. Acest pereu va fi prelungit cu minim 1.0 m pe terasament.

6.12. În cazul terenurilor necoezive sau stâncoase, încastrarea fundațiilor directe de adâncime trebuie asigurată prin măsuri constructive speciale cum ar fi : injectarea cu mortar sau lapte de ciment a spațiului dintre fundație și teren, turnarea betonului în fundație astfel ca aceasta să fie în contact direct cu pereții gropii de fundație etc.

6.13. În cazul infrastructurilor supuse unor forțe exterioare mari orizontale sau înclinate (infrastructuri de poduri boltite), rosturile de separare între diferitele straturi de betoane de clase diferite sau de betoane turnate în etape, trebuie să fie normale pe curba de presiune.

6.14. Rostul elevație-fundație trebuie să fie prevăzut la următoarele niveluri;

- la culei, cu cel puțin 50 cm sub nivelul fundului albiei (din fața culeelor);

- la pile, sub fundul albiei din talveg;

- la viaducte și pasaje, cel puțin 0,5 m sub nivelul terenului.

Dacă la culei și pile, în mod excepțional, rostul fundație-elevație va fi prevăzut deasupra nivelurilor arătate mai sus (dar nu peste nivelul etiajulului), blocul de fundație va fi alcătuit din beton de elevație; la pile acest bloc va avea o formă hidrodinamică.

Conturul fundației se recomandă să fie aproximativ 5 cm în afara conturului elevației (pentru montarea cofrajelor).

6.15. Pentru fundații executate în terenuri macroporice, sensibile la umezire, respectiv în terenuri cu umflări și contracții mari, vor fi respectate prescripțiile tehnice specifice în vigoare.

6.16. Fundațiile aripilor, zidurilor de sprijin și sferurilor de con vor fi coborâte cu minim 20 cm sub adâncimea de îngheț.

Dacă lungimea podului este mai mică decât lățimea albiei majore, fundațiile aripilor, zidurilor de sprijin, sferurilor de con și ale pereurilor vor fi coborâte sub adâncimea de afuiere, iar pereurile vor fi executate pe taluzurile terasamentelor până la limita albiei majore.

6.17. Aripile și zidurile de sprijin vor fi separate de corpul culeei, printr-un rost.

Fețele laterale ale culeelor vor fi verticale până la adâncimea de aproximativ 1 m sub nivelul inferior al fundațiilor aripilor, zidurilor de sprijin sau sferurilor de con (pentru a se permite lăsarea independentă a culeelor și a lucrărilor de racordare la terasamente).

La podurile de șosea, partea carosabilă va fi racordată cu aceea de pe rambleele din spatele culeelor prin dispozitive care să asigure trecerea lină a vehiculelor de pe platforma elastică și tasabilă a drumului, la cea rigidă a podului. În acest scop, se recomandă folosirea plăcilor de racordare rezemate articulat pe culee. Lungimea acestor plăci se va stabili în funcție de înălțimea rambleului și de diferențele de tasări probabile ale căii de pe rambleu pe pod.

6.18. Pe toată lungimea culeelor și a zidurilor întoarse vor fi prevăzute trotuare și parapete în continuarea celor de pe suprastructură. La poduri de șosea, se va asigura racordarea progresivă între trotuare și acostamentele rampelor de acces pe pod. În cazul podurilor de cale ferată mai lungi de 50 m, la trotuare vor fi prevăzute și refugiile impuse de normele de protecția muncii.

6.19. La podurile de cale ferată, pe terasamente, lângă pod, va fi prevăzută la fiecare culee, câte o scară de acces pe partea dreaptă față de sensul de mers al trenurilor. În cazul podurilor pentru două sau mai multe linii de cale ferată vor fi prevăzute la fiecare culee, câte o scară de acces, pe fiecare taluz. La podurile de șosea se va prevedea cel puțin o scară de acces la fiecare culee. La terasamente înalte de peste 5.0 m scările de acces vor fi prevăzute cu parapet pe o singură parte.

6.20. La podurile peste cursuri de apă mari vor fi prevăzute mire hidrometrice, fixate de pile în partea aval, astfel încât să se poată citi de pe pod. Gradarea mirelor va fi raportată la nivelul căii (față superioară a traversei, în cazul podurilor de cale ferată).

[\[top\]](#)

ANEXA I

A. Reglementări tehnice conexe cu caracter general

- | | |
|------------|--|
| P 100-92 | Normativ pentru proiectare antiseismică a construcțiilor de locuințe social-culturale, agro-zootehnice și industriale |
| P 103-82 | Instrucțiuni tehnice pentru proiectarea și executarea elementelor din beton precomprimat parțial, folosind armături pretensionate și nepretensionate complementare (Buletinul Construcțiilor nr. 2/1983) |
| P 59-86 | Instrucțiuni tehnice pentru proiectarea și folosirea armării cu plase sudate a elementelor de beton (Buletinul Construcțiilor nr. 10/1986) |
| PD 34-71 | Normativ departamental pentru proiectarea chesoanelor cu aer comprimat și deschise de beton și beton armat |
| PD 95-2002 | Normativ privind proiectarea hidraulică a podurilor și podețelor (Buletinul Tehnic Rutier nr. 13/2002) |
| PD 161-85 | Normativ departamental privind proiectarea lucrărilor de apărare a drumurilor, căilor ferate și podurilor (Buletinul Construcțiilor nr. 4/1986) |
| PD 197-80 | Normativ pentru proiectarea antiseismică a construcțiilor din domeniul transporturilor și telecomunicațiilor |
| C 16-84 | Normativ pentru realizarea pe timp friguros a lucrărilor de construcții și a instalațiilor aferente (Buletinul Construcțiilor nr. 6/1985) |
| C 26-85 | Normativ pentru încercarea betonului prin metode nedistructive (Buletinul Construcțiilor nr. 8/1985 completat cu |

2/1987)

- C 28-83 Instrucțiuni tehnice pentru sudarea armăturilor de oțel beton (Buletinul Construcțiilor nr. 7/1983)
- C 54-81 Instrucțiuni tehnice pentru încercarea betonului cu ajutorul carotelor (Buletinul Construcțiilor nr. 2/1982)
- C 139-82 Instrucțiuni tehnice departamentale pentru protecția anti-corozivă a elementelor din beton ale suprastructurii podurilor expuse factorilor climatici, noxelor și acțiunii fondanților chimici utilizați pe timp de iarnă (Buletinul Construcțiilor nr. 7/1982)
- C 149-87 Instrucțiuni tehnice privind procedeele de remediere a defectelor pentru elementele de beton și beton armat
- C 167-77 Norme privind cuprinsul, modul de întocmire, completare și păstrare a cărții tehnice a construcțiilor (Buletinul Construcțiilor nr. 12/1977 completat cu 5-6/1983)
- CD 99-2001 Instrucțiuni tehnice privind repararea și întreținerea podurilor și podețelor de șosea din beton, beton armat, beton precomprimat și zidărie de piatră
- NE 012-99 partea I Cod de practică pentru executarea lucrărilor din beton și beton armat (Buletinul Construcțiilor nr. 8-9/1999)
- NE 012-99 partea II Cod de practică pentru executarea lucrărilor din beton precomprimat (Buletinul Construcțiilor nr. 10/1999)

B. Reglementări tehnice conexe privind suprastructura

- PD 46-2001 Normativ pentru calculul plăcilor armate pe două direcții la podurile de beton armat pentru șosea
- CD 118-78 Instrucțiuni tehnice privind executarea rosturilor din asfalt turnat armat în vederea continuizării căii la podurile de șosea din beton armat și beton precomprimat

C. Reglementări tehnice conexe privind infrastructura și terenul de fundare

- P7-2000 Normativ privind proiectarea, executarea și exploatarea construcțiilor fundate pe pământuri sensibile la umezire; aprobat de M.L.P.A.T. cu ordinul nr. 4/N/26.01.1993 (Buletinul Construcțiilor nr. 2/1993 și nr. 2-3/1996)
- P10-86 Normativ privind proiectarea și executarea lucrărilor de fundații directe la construcții
- P 15-2000 Normativ pentru proiectarea aparatelor de reazem la poduri de șosea din beton armat
- P 70-79 Instrucțiuni tehnice pentru proiectarea și executarea construcțiilor fundate pe pământuri cu umflări și contracții

mari (Buletinul Construcțiilor nr. 4/1979)

- P 106-85 Instrucțiuni tehnice pentru proiectarea și executarea baretelor pentru fundarea construcțiilor (Buletinul Construcțiilor nr. 7/1985)
- P 198-86 Normativ pentru adaptarea la teren a proiectelor tip de podețe pentru drumuri (Buletinul Construcțiilor nr. 11/1986)
- C 29-VIII -96 Normativ privind îmbunătățirea terenurilor stabile de fundare prin procedee mecanice. Caietul VIII - compactarea cu maiul foarte greu (între 5-20t)
- C 41-86 Normativ pentru alcătuirea, executarea și folosirea cofrajelor glisante (Buletinul Construcțiilor nr. 7/1986)
- C156-89 Îndrumător pentru aplicarea prevederilor STAS 6657/3-89. Elemente prefabricate din beton, beton armat și beton precomprimat. Procedee și dispozitive de verificare a caracteristicilor geometrice (Buletinul Construcțiilor nr. 1/1991)
- C 160-75 Normativ privind alcătuirea și executarea piloților pentru fundații (Buletinul Construcțiilor nr. 6/1975)
- C 168-80 Instrucțiuni tehnice pentru consolidarea pământurilor sensibile la umezire și a nisipurilor fine prin silicatizare și electrosilicatizare (Buletinul Construcțiilor nr. 12/1980)
- C 182-87 Normativ privind executarea mecanizată a terasamentelor de drumuri (Buletinul Construcțiilor nr. 6/1987)
- C 193-79 Instrucțiuni tehnice pentru executarea zidărilor din piatră brută (Buletinul Construcțiilor nr. 9/1979)
- C 197-88 Instrucțiuni tehnice pentru utilizarea chiturilor tiocolice la etanșarea rosturilor în construcții (Buletinul Construcțiilor nr. 9/1988)
- CD 63-2000 Normativ departamental privind proiectarea și folosirea aparatelor de reazem din neopren la podurile de cale ferată și șosea
- NP 045-2000 Normativ privind încercarea în teren a piloților de probă din fundații
- Ordinul M.T. nr. 45 Norme tehnice privind proiectarea, construirea și modernizarea drumurilor

D. Reglementări tehnice conexe privind materialele

- P 59-86 Instrucțiuni tehnice pentru proiectarea și folosirea armării cu plase sudate a elementelor de beton (Buletinul Construcțiilor nr. 10/1986)
- C 26-85 Normativ pentru încercarea betonului prin metode nedistructive (Buletinul Construcțiilor nr. 8/1985 completat)

2/1987)

- C 28-83 Instrucțiuni tehnice pentru sudarea armăturilor de oțel beton (Buletinul Construcțiilor nr. 7/1983)
- C 54-81 Instrucțiuni tehnice pentru încercarea betonului cu ajutorul carotelor (Buletinul Construcțiilor nr. 2/1982)
- C 112-86 Normativ pentru proiectarea și executarea hidroizolațiilor din materiale bituminoase la lucrările de construcții (Buletinul Construcțiilor nr. 9/1986)
- C 130-78 Instrucțiuni tehnice pentru aplicarea prin cercetare a mortarelor și betoanelor (Buletinul Construcțiilor nr. 8/1979)
- C 139-82 Instrucțiuni tehnice departamentale pentru protecția anticorozivă a elementelor din beton ale suprastructurii podurilor expuse factorilor climatici, noxelor și acțiunilor fondanților chimici utilizați pe timp de iarnă (Buletinul Construcțiilor nr. 7/1982)
- C 155-89 Normativ privind prepararea și utilizarea agregatelor ușoare (Buletinul Construcțiilor nr. 2/1991)

E. Reglementări tehnice conexe privind execuția, recepția și revizia

GT035/2002 Ghid privind modul de întocmire și verificare a documentațiilor geotehnice pentru construcții

[\[top\]](#)

ANEXA II

A. Documente tehnice normative de referință cu caracter general

STAS 2900-89 Lucrări de drumuri. Lățimea drumurilor

STAS 2924-91 Poduri de șosea. Gabarite

STAS 3221-86 Convoaie tip și clase de încărcare

STAS 3684-71 Scara intensităților seismice

STAS 4068/2-87 Debite și volume maxime de apă. Probabilitățile anuale ale debitelor și volumelor maxime în condiții normale și speciale de exploatare

STAS 4273-83 Construcții hidrotehnice. Încadrarea în clase de importanță

STAS 4392-84 Căi ferate normale. Gabarite

STAS 4531-89 Căi ferate înguste. Gabarite

STAS 5626-92 Poduri. Terminologie

STAS 6102-86 Betoane pentru construcții hidrotehnice. Clasificare și condiții tehnice de calitate

STAS 9165-72 Principii generale de proiectare pentru construcții din regiuni seismice

STAS 10100/0-75 Principii generale de verificare a siguranței construcțiilor

STAS 10101/0-75 Acțiuni în construcții. Clasificarea și gruparea acțiunilor

STAS 10101/1-78 Acțiuni în construcții. Greutăți tehnice și încărcări permanente

STAS 10101/3-87 Acțiuni în construcții. Clasificarea și gruparea acțiunilor pentru podurile de cale ferată și șosea

STAS 10101/23-75 Acțiuni în construcții. Încărcări date de temperatura exterioară

SR11100-1:93 Zonarea seismică. Macrozonarea teritoriului României

B. Documente tehnice normative de referință privind suprastructura

STAS 175-87 Îmbrăcăminți bituminoase turnate, executate la cald. Condiții tehnice generale de calitate

STAS 1545-89 Poduri pentru străzi și șosele, pasarele. Acțiuni

STAS 4031/2-75 Poduri din beton armat și beton precomprimat, de cale ferată și șosea. Aparare de reazem din oțel

STAS 5088-75 Lucrări de artă. Hidroizolații. Prescripții de proiectare și execuție

STAS 8270-86 Poduri de șosea. Dispozitive pentru acoperirea rosturilor de dilatație

STAS 10102-75 Construcții din beton, beton armat, și beton precomprimat. Prevederi fundamentale pentru calculul și alcătuirea elementelor

STAS 10111/2-87 Poduri de cale ferată și șosea. Suprastructuri din beton, beton armat și beton precomprimat. Prescripții de proiectare

STAS 10167-83 Poduri de cale ferată și șosea. Aparare de reazem din neopren armat

STAS 11348-87 Lucrări de drumuri. Îmbrăcăminți bituminoase pentru calea de pod. Condiții tehnice generale de calitate

STAS 1489-78 Poduri de cale ferată. Acțiuni

STAS 3220-89 Poduri de cale ferată. Convoaie tip

C. Documente tehnice normative de referință privind infrastructura și terenul de fundare

STAS 1242/1-89 Teren de fundare. Principii generale de cercetare

STAS 1242/2-83 Teren de fundare. Cercetări geologice tehnice și geotehnice, specifice traseelor de căi ferate, drumuri și autostrăzi

STAS 1242/4-85 Teren de fundare. Cercetări geotehnice prin foraje executate în pământuri

STAS 1243-88 Teren de fundare. Clasificarea și identificarea pământurilor

STAS 2561/1-83 Teren de fundare. Piloți. Clasificare și terminologie

STAS 2561/3-90 Teren de fundare. Piloți. Prescripții generale de proiectare

STAS 2561/4-90 Teren de fundare. Piloți forajți de diametru mare. Prescripții generale de proiectare, execuție și recepție

STAS 2745-90 Teren de fundare. Urmărirea tasării construcțiilor prin metode topografice

STAS 3300/1-85 Teren de fundare. Principii generale de calcul

STAS 3300/2-85 Teren de fundare. Calculul terenului de fundare în cazul fundării directe

STAS 3950-81 Geotehnică. Terminologie, simboluri și unități de măsură

STAS 6054-77 Terenuri de fundare. Adâncimi maxime de îngheț. Zonarea teritoriului României

STAS 7484-74 Elemente prefabricate din beton armat și beton precomprimat. Piloți

D. Documente tehnice normative de referință privind materialele

SREN197-1:2002 Ciment. Partea 1. Compoziție, specificații și criterii de conformitate ale cimenturilor uzuale

SR 43 8/3-98 Produse de oțel pentru armarea betonului. Plase sudate

SR 438/4-98 Produse de oțel pentru armarea betonului. Sârmă cu profil periodic obținută prin deformare plastică la rece

SR EN 197-1:2002 Ciment. Partea 1. Compoziție, specificații și criterii de conformitate ale cimenturilor uzuale

SR 3011-96 Cimenturi cu căldură de hidratare limitată și cu rezistență la agresivitatea apelor cu conținut de sulfat

SR 183/1-95 Lucrări de drumuri. Imbrăcăminți de beton de ciment executate în cofraje fixe. Condiții tehnice de calitate

STAS 438/1-89 Oțel beton laminat la cald. Mărci. Condiții tehnice de calitate

STAS 438/2-91 Produse de oțel pentru armarea betonului. Sârmă rotundă trefilată

STAS 661-71 Chit de bitum filerizat cu var hidratat și fibre de celuloză

SE EN 1008: 2003 Apă de preparare pentru beton. Specificații pentru prelevare, încercare și evaluare a aptitudinii de utilizare a apei, inclusiv a apelor recuperate din procese ale industriei de beton, ca apă de preparare pentru beton

SREN 12620:2003 Agregate pentru beton

STAS 3349/1-83 Betoane de ciment. Prescripții pentru stabilirea gradului de agresivitate a apei

STAS 3622-86 Betoane de ciment - clasificare

STAS 6102-86 Beton pentru construcții hidrotehnice. Clasificare și condiții tehnice de calitate

STAS 6165-88 Hârtie suport. Hârtia suport pentru benzi adezive

STAS 6482/1-73 Sârme de oțel și produse din sârmă pentru beton precomprimat. Reguli pentru verificarea calității

STAS 6482/2-80 Sârme de oțel produse din sârma pentru beton precomprimat. Sârmă netedă

STAS 6482/3-80 Sârmă de oțel și produse de sârmă pentru beton precomprimat. Sârmă amprentată

STAS 6482/4-80 Sârmă de oțel și produse din sârmă pentru beton precomprimat. Toroane

STAS 8573-78 Aditiv impermeabilizator pentru mortare de ciment

STAS 8625-90 Aditiv plastifiat mixt pentru betoane

SREN 1766:2002 Produse și sisteme pentru protecția și repararea structurilor de beton. Metode de încercări. Beton de referință pentru încercări

E. Documente tehnice normative de referință privind executia, recepția, revizia

STAS 1910-83 Poduri de beton, beton armat și beton precomprimat. Suprastructură. Condiții generale de execuție

STAS 2920-83 Poduri de șosea. Supravegheri și revizii tehnice

SREN 13369:2002 Reguli comune pentru produsele prefabricate de beton

STAS 6657/2-89 Elemente prefabricate din beton armat și beton precomprimat. Reguli și metode de verificare a calității

[\[top\]](#)

ANEXA III

Calculul fundațiilor directe de adâncime ținând seama de încastrarea în terenul înconjurător

Fundația rigidă din [figura III.1](#) este încastrată în teren pe adâncimea I. Acțiunile de calcul din originea sistemului de axe sunt:

- forța axială verticală N_0 ;

- forța orizontală H;

- momentul M.

Din scrierea condițiilor de echilibru se obține un sistem de ecuații având ca soluții deplasările fundației, și anume tasarea Δz , deplasarea pe orizontală Δx și rotirea θ .

Acestea au expresiile:

$$\begin{aligned}\Delta z &= \frac{N}{k_{vf} a b_c} \\ \theta &= \frac{12}{k_{vf}} R \\ \Delta x &= \frac{2H}{k_{hf} b_c l} + \frac{81R}{k_{vf}} \quad (\text{III.1})\end{aligned}$$

în care s-au făcut notațiile:

- k_{vf} este coeficientul de pat sau de reacțiune pe verticală a terenului de fundare la adâncimea I;

- k_{hf} este coeficientul de pat sau de reacțiune pe orizontală a terenului de fundare la adâncimea I;

Pentru stabilirea valorilor coeficienților k_{vf} și k_{hf} , în lipsa altor informații teoretice sau experimentale se vor utiliza precizările din P106-85, „Instrucțiuni tehnice pentru proiectarea și executarea baretelor pentru fundarea construcțiilor” - Buletinul Construcțiilor nr. 7/1985.

$$R = \frac{2Hl + 3M}{3a^3 b_c + \beta l^3 b_c} \quad \beta = \frac{k_{hf}}{k_{vf}} \quad (\text{III.2})$$

Presiunile maxime și minime $p_{z \max, \min}$ pe talpa fundației se calculează cu relația:

$$p_{z \max, \min} = \frac{N}{ab_c} \pm 6 aR \quad (\text{III.3})$$

Presiunile reactive orizontale p_{xz} se calculează cu relația:

$$p_{xz} = \frac{12z^2R}{l} - \frac{2Hz}{b_c l^2} - 8zR\beta \quad (\text{III.4})$$

De regulă, distribuția acestor presiuni pe fețele laterale ale fundației este cea din [figura III.2](#). Adâncimea z_0 pentru care presiunile reactive orizontale se anulează, se calculează cu relația:

$$z_0 = \frac{2}{3}l + \frac{H}{6\beta l b_c R} \quad (\text{III.5})$$

Presiunea reactivă $p_{x(z_0/2)}$ se calculează cu relația:

$$p_{x(z_0/2)} = \frac{3z_0^2R}{l}\beta - \frac{Hz_0}{b_c l^2} - 4z_0R\beta \quad (\text{III.6})$$

Presiunea reactivă p_{xl} se calculează cu relația:

$$p_{xl} = 4\beta lR - \frac{2H}{lb_c} \quad (\text{III.7})$$

Momentul încovoietor corespunzător unei secțiuni situată la cota y în terenul de fundare se calculează cu relația:

$$M_y = M + Hy + \frac{y^2}{3l^2} - R\beta b_c y^3 \frac{y}{l} - \frac{4}{3} \quad (\text{III.8})$$