NORMATIV DE PROIECTARE ANTISEISMICĂ A CONSTRUCȚIILOR DE ACOSTARE GRAVITAȚIONALE

INDICATIV NP 077-02

CUPRINS

1. OBIECTUL, DOMENIUL ŞI POTENȚIALII UTILIZATORI AI NORMATIVULUI 126

1.1. Obiectul normativului 126

1.2. Domeniul de aplicare 126

1.3. Potenţialii utilizatori 127

1.4. Definirea şi tipurile construcţiilor de acostare 127

2. PRINCIPIILE DE PROIECTARE ANTISEISMICĂ A CONSTRUCȚIILOR DE ACOSTARE 130

2.1. Principiul verificării echilibrului – limită 130

2.2. Principiul proiectării bazat pe analiza comportării în exploatare a structurilor 131

2.2.1. Parametrii de bază în analiza comportării în exploatare a structurilor portuare, la acţiuni seismice 131

2.2.1.1. Nivele de referinţă ale mişcării seismice 131

2.2.1.2. Gradele de comportare în exploatare, corespunzător claselor de importanţă a construcţiei 132

2.2.1.3. Grade de funcţionabilitate 133

2.2.1.4. Grade de degradare seismice 134

3. METODE DE ANALIZĂ SEISMICĂ 136

3.1. Metode pseudo-statică 136

3.2. Metode dinamice 137

3.3. Aplicarea metodelor 138

4. DETERMINAREA ÎNCĂRCĂRILOR PENTRU VERIFICAREA LA SEISM A CONSTRUCȚIILOR DE ACOSTARE GRAVITAȚIONALĂ, PRIN METODA PSEUDOSTATICĂ 139

4.1. Seismicitatea și parametri seismici 140

4.1.1. Valoarea coeficientului seismic global de calcul 143

4.2. Încărcările seismice de inerție ale masei construcției 143

4.3. Împingerea activă seismică a pământului sub acțiunea seismului 144

4.4. Presiunea hidrodinamică 146

5. CLASIFICAREA ȘI GRUPAREA ACȚIUNILOR, PENTRU CONSTRUCȚIILE DE ACOSTARE GRAVITAȚIONALE 148

5.1. Clasificarea încărcărilor 148

5.2. Încărcări specifice construcțiilor de acostare gravitaționale 148

5.3. Verificarea stabilității la stări limită 151

5.3.1. Caracterizarea încărcărilor 151

5.3.2. Combinații de acțiuni 152

6. VERIFICAREA ECHILIBRULUI ȘI STABILITĂȚII 155

6.1. Metoda de verificare la stările limită 155

6.2. Metoda coeficientului unic 156

6.3. Verificarea terenului de fundare 157

7. MĂSURI DE PROIECTARE ANTISEISMICĂ 157

8. REPARAREA CHEURILOR AVRAIATE DE SEISM 159

ANEXE

Anexa 1. Exemple de cheuri de greutate 160

Anexa 2. Schema logică pentru evaluarea comportării seismice 161

Anexa 3. Zonarea seismică a României și coeficienți K_s 162

Anexa 4. Cutremurele și structurile portuare 163

Anexa 5. Criterii de degradare seismică la cheurile portuare de greutate 166

Anexa 6. Criterii de degradare seismică pentru cheurile cu macarale 172

Anexa 7. Glosar 178

Anexa 8. Bibliografie 182

NORMATIV DE PROIECTARE ANTISEISMICĂ A CONSTRUCȚIILOR DE ACOSTARE GRAVITAȚIONALE	Indicativ NP 077-02

1. OBIECTUL, DOMENIUL ŞI POTENȚIALII UTILIZATORI AI NORMATIVULUI

1.1. Obiectul normativului

Prezentul normativ are ca obiect proiectarea antiseismică a construcțiilor de acostare gravitaționale din porturile maritime sau fluviale, cuprinzând atât prescripții privind verificarea stabilității la sarcinile datorate acțiunii seismice, cât şi principiile de proiectare antiseismică a acestora.

1.2. Domeniul de aplicare

Normativul se va aplica la proiectarea construcțiilor de acostare gravitaționale noi sau la verificarea capacității de a prelua încărcări diferite de cele inițiale pe platforma lucrărilor existente, asigurându-se un mod unitar din punct de vedere al verificării la acțiunea seismică.

Prevederile normativului reprezintă condiții fundamentale privind protecția antiseismică a acestui tip de lucrări în vederea respectării cerințelor Legii 10/1995 pentru asigurarea rezistenței, stabilității şi siguranței în exploatare, precum şi a armonizării cu normele UE.

Aceste prevederi nu sunt limitative şi nu pot fi aplicate altor tipuri de cheuri.

Responsabilitatea pentru protecția antiseismică a construcțiilor de acostare gravitaționale, ce fac obiectul normativului este condiționată de respectarea prescripțiilor de proiectare şi nu de comportări deosebite ale lucrării, după producerea unui cutremur echivalent cu evenimentul seismic de proiectare.

1.3. Potențialii utilizatori

Normativul se adresează proiectanților, verificatorilor de proiecte, experților tehnici, administrațiilor portuare şi organelor administrației publice centrale şi locale cu atribuții în domeniu.

1.4. Definirea şi tipurile construcțiilor de acostare

Construcțiile de acostare asigură în cadrul amenajărilor portuare, un front cu parament vertical sau taluzat, la care navele amarate pot fi încărcate sau descărcate, cu ajutorul unor utilaje corespunzătoare, specializate după natura mărfurilor.

Construcțiile de acostare gravitaționale sunt fundate direct şi au stabilitatea asigurată față de solicitări, prin echilibrul cu forțele gravitaționale ale lucrării.

Construcțiile de acostare gravitațională au trei elemente principale: patul de fundare, infrastructura sau zidul de cheu situată sub nivelul apei şi suprastructura sau coronamentul situat deasupra nivelului apei.

Patul de fundare are rolul de a se crea o suprafață nivelată de rezemare pentru infrastructură şi de a uniformiza şi diminua presiunile transmise terenului de fundare, de la talpa cheului. Grosimea (ce poate fi de ordinul metrilor) rezultă din necesitatea ajungerii la un teren bun de fundare şi la o presiune corespunzătoare pe acesta. El poate fi compactat static sau dinamic şi nivelat cu scafandri. În cazul terenurilor stâncoase, rolul lui este numai de a nivela roca, având

grosimi de numai 0,30 – 0,50 m. La fundarea pe nisipuri fine este recomandată aşezarea patului pe un strat de piatră spartă, cu rol de filtru invers sau pe geosintetice.

Zidul de cheu poate fi realizat în mai multe tipuri de soluţii constructive (Anexa 1):

- din beton simplu turnat monolit;
- din blocuri de beton simplu;
- din elemente prefabricate de beton armat;
- din masive gigant (chesoane plutitoare).

1. *Cheurile din beton monolit* se realizează de regulă în cazul în care construcţia se execută în uscat sau prin betonare sub apă. Se execută de obicei pe terenuri bune de fundare. În cazul unei roci de fundare nu mai este necesară realizarea patului.

2. *Cheurile din blocuri de beton*, sunt realizate prin „zidire" sub apă a unor blocuri nesolidarizate între ele, în pile joantive sau întreţesute. Greutatea blocului derivă din capacitatea de ridicare a macaralelor disponibile.

Forma blocurilor poate fi diversă, astfel încât prin alcătuirea de ansamblu să se consume o cantitate minimă de beton în condiţiile asigurării stabilităţii la nivelul tuturor rosturilor orizontale (asizelor) dintre blocuri.

3. *Cheurile din elemente prefabricate de beton armat*, umplute cu piatră, necesită o cantitate mai mică de beton, dar folosesc armătura. Ele însă se realizează cu un număr mai mic de manipulări, datorită volumului lor aparent, mai mare. O formă economică a acestor elemente este cilindrică (virole). Elementele de beton armat se „zidesc" în pile, care se umplu de regulă la partea inferioară cu un dop de beton turnat sub apă, iar deasupra acestuia cu piatră brută sau spartă. Între pile trebuie realizată o obturare a rostului care rezultă, pentru a se împiedica scurgerea materialului din spatele cheului.

Tot din categoria cheurilor de elemente prefabricate de beton armat fac parte şi cheurile de tip cornier. Elementele acestuia preiau integral prin rezistenţa peretelui vertical şi al tălpii încărcarea dată de

împingerea umpluturii din spatele cheului. Această structură foloseşte pentru asigurarea stabilităţii, greutatea umpluturii de pe talpa elementelor cornier.

4. *Cheurile din masive gigant*, se realizează dintr-un singur element ce acoperă întreaga secţiune şi o lungime mare de front, cu ajutorul unei structuri celulare din beton armat (chesoane plutitoare), lansată la apă prin diverse mijloace specifice. Chesoanele sunt remorcate pe apă până în amplasament, lestate mai întâi cu apă şi apoi cu material granular. Acest tip oferă o mare productivitate de montare, fără utilizarea macaralelor şi scafandrilor.

Coronamentul are rolul de a solidariza elementele prefabricate din infrastructură şi de a prelua şi transmite acesteia solicitările date de nave prin tracţiunea la bolarzi, izbirea la acostare sau împingerea navelor amarate, precum şi solicitările date de macaralele de cheu. De regulă, coronamentul se execută din beton turnat monolit, simplu sau armat, în lungime de 25 ÷ 40 m şi în el se înglobează ancorajele bolarzilor, ale filei de rulare a macaralelor şi ale amortizorilor de acostare. El conţine şi canale tehnologice, scări etc. Coronamentul trebui să iasă în faţa paramentului infrastructurii cu 0,25 ÷ 0,50 m.

De obicei în spatele zidului de cheu se execută un prism de anrocamente ce are rolul de a reduce cât mai mult împingerea transmisă acestuia. El are rolul şi de dren, eliminând practic efectul presiunii hidrostatice datorat variaţiilor de nivel ale pânzei freatice. Legat de aceasta, între prism şi umplutură, care este realizată din materiale eterogene în care predomină argilele şi mai rar nisipul, este necesar a se interpune un filtru invers, care să împiedice în această situaţie efectul de antrenare a acesteia spre bazin, datorită agitaţiei apei mării şi a infiltraţiilor apelor pluviale de pe platformă.

2. PRINCIPIILE DE PROIECTARE ANTISEISMICĂ A CONSTRUCȚIILOR DE ACOSTARE

În definirea principiilor de proiectare antiseismică a cheurilor de greutate, trebuie avute în vedere două aspecte:

– comportarea cheurilor de greutate sub sarcinile curente de exploatare, este asemănătoare zidurilor de sprijin obișnuite;

– în cazul unor acțiuni excepționale (seism, izbiri accidentale ale navelor etc.), este necesar ca, după producerea acestora, să se mențină pe lângă stabilitatea construcției și capacitatea de operare a utilajelor de cheu, la un grad corespunzător importanței acestora.

Față de acestea, la baza proiectării antiseismice a cheurilor de greutate vor sta două principii:

- Principiul verificării echilibrului – limită
- Principiul proiectării bazate pe analiza comportării în exploatare a structurilor portuare

2.1. Principiul verificării echilibrului – limită

Principiul verificării echilibrului – limită se caracterizează prin două aspecte principale:

1. Pentru structurile de susținere în general și pentru construcțiile de acostare gravitaționale în particular, la care solicitarea principală este împingerea pământului, se face numai verificarea stabilității la acțiunea seismică și nu se face și o analiză a funcționalității construcției în urma seismului.

Verificarea echilibrului limită comportă verificarea stabilității la lunecare, răsturnare, la alunecare generală și a capacității terenului de fundare.

2. Mișcarea seismică în amplasamentul construcției este definită pentru calcul, prin coeficientul *Ks*, al intensității seismice.

2.2. Principiul proiectării bazat pe analiza comportării în exploatare a structurilor

Siguranța structurii este definită în cadrul acestui principiu nu numai prin asigurarea stabilității, ci și pe baza unor deformații reziduale limită, ca valori acceptate pentru diferite nivele de intensitate seismică, care să permită exploatarea în anumite condiții a construcției și după acțiunea seismică. În acest sens vor fi verificate deformațiile ansamblului structură-teren de fundație – umplutura în platformă, față de valorile acceptate.

Analiza după principiul comportării în exploatare a structurilor ca urmare a producerii seismului, se va face după caz, în completarea verificărilor de stabilitate la seism a structurii.

2.2.1. Parametrii de bază în analiza comportării în exploatare a structurilor portuare, la acțiuni seismice

Pentru a stabili necesitatea verificării la comportarea în exploatare a unei construcții de acostare se utilizează următorii parametri:

– nivele de referință ale mișcării seismice;
– grade de degradare seismică;
– grade de funcționabilitate;
– grade de comportare în exploatare.

2.2.1.1. Nivele de referință ale mișcării seismice

- Nivelul 1 (N1) – pentru care se va considera mișcarea seismică cu probabilitatea de depășire cel puțin o dată pe perioada exploatării construcției (o dată la 50 ani) [2]; – definit prin valorile coeficientului din harta de zonare seismică a teritoriului dată în P100-92

- Nivelul 2 (N2) – pentru care se va considera mișcarea seismică cu probabilitatea de depășire eventual o dată pe perioada existenței în exploatarea construcției [2] – definit prin valorile corespunzătoare Nivelului 1 sporite cu 10-15%

Adoptarea celor două nivele de referinţă în proiectare au în vedere următoarele:

- Abordarea a două nivele de referinţă ale mişcării seismice N1-N2, trebuie să soluţioneze următoarele aspecte:

  1. asigurarea unui grad de funcţionabilitate şi siguranţă al structurii portuare, pentru nivelul 1 de mişcare seismică;

  2. asigurarea stabilităţii şi comportării controlate de degradare, corespunzătoare nivelului 2 de mişcare seismică.

- În abordarea a două nivele de mişcare seismică, se presupune că satisfacerea criteriului de degradare seismică pentru N2 nu conduce automat la asigurarea gradelor de operabilitate, rezistenţă şi siguranţă ale structurii corespunzătoare nivelului 1, pentru care criteriile de degradare sunt mai restrictive, pentru a satisface condiţiile de funcţionabilitate. În acest sens, trebuie notat faptul că nivelul N2 nu dictează în mod automat dimensionarea finală a structurii.

2.2.1.2. Grade de comportare în exploatare, corespunzător claselor de importanţă a construcţiei

În funcţie de clasa de importanţă, cerinţele de comportare în exploatare vor fi diferite, corespunzătoare gradelor stabilite în tabelul 2.1.

Tabelul nr. 2.1.

Caracterizarea construcţiei [1] după clasa de importanţă	**Clasa de importanţă[2]**	**Gradul de comportare în exploatare**
Construcţii de primă necesitate în caz de cutremure, construcţii a căror ieşire din funcţiune are o influenţă deosebită asupra economiei naţionale	I	A
Construcţii de importanţă curentă[3] (toate construcţiile cu excepţia celor de clasă I, III, IV)	II	B
Construcţii care nu adăpostesc utilaje şi alte bunuri greu de înlocuit[4]	III	C
Construcţii puţin importante[5]	IV	D

2.2.1.3. Grade de funcţionabilitate

Acestea pot fi stabilite la proiectare conform tabelului 2.2., cu consultarea utilizatorilor structurii portuare.

Gradele de funcţionabilitate (I ÷ IV) specificate în tabelul 2.2., au fost stabilite având în vedere următoarele:

---

[1] S-au selectat din caracterizările din STAS 9165-72, cele ce corespund şi construcţiilor de acostare.

[2] Conform STAS 9165-72.

[3] Cu macarale de cheu sau alte utilaje sensibile la deformaţii ale şinelor.

[4] Cu macarale de cheu obişnuite (pe şine).

[5] Cu macarale pe pneuri sau şenile.

1. Gradul de degradare funcțională al unei construcții poate să nu coincidă întotdeauna cu gradul de degradare structurală.

2. Cheurile avute în vedere sunt cele la care nu se manipulează materiale speciale sau cu risc ecologic.

Tabelul 2.2.

Gradul de funcționabilitate în exploatare, corespunzător gradelor de comportare în exploatare a cheului

Gradul de comportare în exploatare	Nivelul seismului	
	N1	N2
A	Gradul I: Operabil	Gradul I: Operabil
B	Gradul I: Operabil	Gradul II: Reparabil în timp scurt
C	Gradul II: Reparabil în timp scurt	Gradul III: Reparabil
D	Gradul III: Reparabil	Gradul IV: Greu reparabil

2.2.1.4. Grade de degradare seismică

Gradele de degradare seismică reprezintă o clasificare a degradărilor pe care le poate suferi o structură portuară în timpul unui cutremur. Pentru orice structură portuară analizată se pot stabili niște nivele de degradare acceptabile din punct de vedere structural și de funcționare, conform tabelului 2.3.

Stabilirea unui grad de degradare acceptabil din punct de vedere al capacității de operare a construcției portuare, este direct legată de volumul lucrărilor necesare de restabilire a capacităților funcționale ale construcției la nivelul inițial sau la un nivel parțial.

În proiectarea bazată pe comportarea în exploatare, gradul acceptabil de degradare structurală va fi determinat prin deplasări sau stări limită de eforturi ca urmare a răspunsului seismic al structurii.

Tabelul 2.3.

Degradările acceptabile ale cheului în proiectarea bazată pe comportarea în exploatare

Gradul de funcționabilitate	Structura	Funcțional
Gradul I: Operabil	Efecte minore	Operabil, fără restricții
Gradul II: Reparabil în timp scurt	Degradări locale	Operabil, cu restricții
Gradul III: Reparabil	Degradări ce necesită înlocuirea unor elemente ale căilor de rulare (ex: traverse, șine etc.)	Neoperabil o perioadă de timp limitată
Gradul IV: Greu reparabil	Degradări ce necesită înlocuirea unor elemente structurale ale cheului	Neoperabil o perioadă de timp îndelungată

Utilizarea tabelelor 2.1. .... 2.3., pentru specificarea comportării în exploatare la acțiuni seismice a unei structuri portuare se face astfel:

1. Se alege un grad de comportare al structurii, A, B, C sau D, conform tabelului 2.1, în funcție de clasa de importanță a structurii;

2. Se definesc nivelele de mişcare seismică considerate în analiza seismică, respectiv nivelul 1 şi nivelul 2. Conform tabelului 2.2., rezultă gradele de funcţionabilitate pentru cele două nivele de intensitate seismică;

3. Din tabelul 2.3, rezultă condiţiile structurale şi funcţionale pe care trebuie să le îndeplinească structura portuară (degradările acceptabile) cu gradul de comportare A ÷ D (conf. tab. 2.1.) şi gradele I ... IV de funcţionabilitate (conf. tab. 2.2.).

Se poate constata că pentru clasele de importanţă III şi IV, respectiv pentru cheurile cu macarale obişnuite pe şine, pe pneuri sau şenile, nu este necesar un calcul al deformaţiilor (deplasări sau rotiri) probabile ale construcţiei de acostare în urma seismului. Faţă de gradul de funcţionabilitate cerut de acestea, trebuie asigurată stabilitatea, urmând ca degradările să fie reparate.

Principalele etape în proiectarea pe baza comportării seismice a structurilor portuare sunt prezentate în schema din Anexa 2.

3. METODE DE ANALIZĂ SEISMICĂ

Metodele de analiză seismică pot fi:

- metoda pseudostatică;
- metode de analiză dinamică.

3.1. Metoda pseudo-statică

Metoda pseudo-statică se bazează pe următoarele ipoteze şi simplificări de calcul:

a) modelul de analiză poate fi atât cu sisteme independente apă-structură-teren, cât şi cu sisteme cuplate structură-apă sau structură-fundaţie;

b) acceleraţiile de răspuns ale structurii sunt uniforme pe înălţime; se ţine seama şi de amortizarea sistemului prin coeficienţi;

c) structura se „idealizează" prin discretizarea ei în volume, având mase raţional proporţionate şi reprezentative;

d) forţele de inerţie se determină în acelaşi mod ca în metoda statică şi se aplică de asemenea static;

e) verificarea stabilităţii se evaluează pe baza unui calcul static obişnuit.

3.2. Metode dinamice

Analiza dinamică are ca scop evaluarea răspunsului dinamic al structurilor cheurilor solicitate la acţiunea seismică, adică determinarea adecvată a deplasărilor şi acceleraţiilor induse în timpul cutremurului.

Pe baza acestor elemente pot fi calculate şi eforturile dinamice din structură.

Analiza seismică prin metode dinamice, se caracterizează prin:

a) utilizează metoda elementului finit sau a diferenţelor finite, prin intermediul programelor automate de calcul;

b) acurateţea rezultatelor obţinute depinde în cel mai înalt grad de cantitatea şi calitatea datelor de intrare, atât caracteristicile mişcării seismice (accelerograme, direcţii de acţiune seismică, perioadă de revenire) cât şi caracteristice structurii/terenului (geometrie, caracteristicile materialelor, date geotehnice etc.).

În calculul dinamic al cheurilor portuare gravitaţionale se pot aplica în egală măsură două tipuri de analiză:

- analiza modală spectrală (cu spectre seismice de răspuns), caracterizată prin determinarea valorilor maxime probabile ale deplasărilor, acceleraţiilor şi eforturilor de răspuns ale structurii în mediul elastic, pe baza unor spectre ale unor cutremure de calcul acceptate la nivel naţional;
- integrarea directă în funcţie de timp a sistemului de ecuaţii care exprimă echilibrul dinamic al structurii sau a ecuaţiilor decuplate pe moduri proprii de vibraţie; în acest mod se poate determina desfăşurarea în timp a deplasărilor, acceleraţiilor şi

eforturilor în structură, în timpul unor cutre-mure de calcul; aceste cutremure sunt descrise în acest caz prin accelerograme specifice amplasamentului (disponibile din „istoria" seismică a zonei sau alese după criterii de compatibilitate cu caracteristicile cutremurelor din amplasamentul dat).

Analiza dinamică permite caracterizarea comportării seismice a întregului sistem structură-teren, prin:

– determinarea stării de eforturi/deformaţii în structură şi în teren;

– punerea în evidenţă a zonelor cu potenţial ridicat de lichefiere în terenul de fundaţie şi în umplutura din spatele cheului, prin determinarea eforturilor tangenţiale efective.

Indiferent de tipul de analiză dinamică utilizat, trebuie reţinută caracteristica rezultatelor obţinute prin această metodă şi anume: comportarea ansamblului structură/teren va fi caracterizată prin deplasări, stare de efort/deformaţie, potenţial de lichefiere şi nu de starea de stabilitate generală/parţială.

Astfel, aplicarea analizei dinamice este caracteristică verificări pe baza principiului comportării în exploatare a structurilor portuare, când categoria de importanţă a construcţiei impune lucru.

3.3. Aplicarea metodelor

Pentru verificarea stabilităţii construcţiei se va aplica, în toate situaţiile (faze de proiectare, importanţă a construcţiei etc.), metoda pseudostatică.

Metodele dinamice vor fi aplicate în general, numai pentru construcţii deosebite (clasa de importanţă I şi II respectiv gradul de compactare în exploatare A şi B), în vederea determinării deformaţiilor structurii şi eventual pentru determinarea zonelor de teren instabil (lichefiabil). Pentru aceasta vor fi necesare însă studii deosebite pentru determinarea caracteristicilor mecanice dinamice, ale terenului de fundaţie şi ale materialului de umplutură.

Verificarea prin metoda dinamică, poate conduce la rezultate mai exacte privind modul de deformare al construcţiei, dar numai atunci când se cunosc foarte bine caracteristicile fizico-mecanice dinamice ale terenului de fundare, ale patului şi ale materialelor de umplutură din spatele cheului, precum şi ale materialelor din alcătuirea construcţiei.

Se vor face încercări de teren pentru determinarea caracteristicilor dinamice de deformare şi rezistenţă ale pământurilor din terenul de fundaţie şi pentru identificarea pământurilor lichefiabile, în conformitate cu GP 014 – 97.

În acest caz, acceleraţiile mişcării seismice vor fi aplicate în modelul matematic, la terenul de bază.

La calculul eforturilor în structura cheurilor prin metode dinamice, se întâlnesc dificultăţi de modelare, datorită alcătuirii combinate din beton armat şi piatră sau cu discontinuităţi ale rosturilor dintre elemente, precum şi al conlucrării cu terenul de fundaţie şi cu umplutura din spate. Pe de altă parte, în stadiul actual, caracteristicile mecanice dinamice ale materialelor nu pot fi determinate direct, ci numai prin aplicarea caracteristicilor statice cu coeficienţi din literatură. (Din acest motiv, rezultatele vor avea un grad de aproximare de care trebuie să se ţină seamă).

4. DETERMINAREA ÎNCĂRCĂRILOR PENTRU VERIFICAREA LA SEISM A CONSTRUCŢIILOR DE ACOSTARE GRAVITAŢIONALE, PRIN METODA PSEUDOSTATICĂ

Verificarea stabilităţii la seism a construcţiilor de acostare gravitaţionale, se va face de regulă prin metoda pseudostatică.

În cadrul verificării prin metoda pseudostatică, efectul acţiunii seismului asupra subsistemelor construcţie-teren de fundare-umplutură-apă, se va evalua independent, sub următoarele încărcări:

- încărcări seismice de inerţie ale masei construcţiei;

- încărcări seismice de inerţie a maselor de apă;
- împingerea activă a pământului sub acţiunea seismului.

Determinarea potenţialului de lichefiere se va face prin studiul geotehnic şi va putea fi apreciată pentru fazele incipiente, pe baza unor studii existente în zonă, conform prescripţiilor P 125-84 „Îndrumător tehnic pentru studiul proprietăţilor pământurilor necoezive lichefiabile".

4.1. Seismicitatea şi parametri seismici

Intensitatea mişcărilor seismice într-un amplasament (gradul de intensitate seismică a amplasamentului) se stabileşte pentru calculul structurilor, pe baza hărţilor de zonare seismică a teritoriului României, în conformitate cu normativele P100-92 şi NP055.

Acţiunea seismică se defineşte prin doi parametri:

K_s – coeficientul de intensitate seismică, reprezentând raportul dintre acceleraţia maximă a mişcării seismice a terenului (considerată cu o perioadă medie de revenire de circa 50 ani pentru zonele în care predomină influenţa focarului Vrancea şi de ordinul a 100 ani pentru zonele în care predomină influenţa altor focare) corespunzător zonei seismice de calcul şi acceleraţia gravitaţională;

T_c – perioada de colţ caracteristică diagramei de compoziţie spectrală a mişcării seismice, definită în funcţie de valorile maxime ale ordonatelor spectrale de răspuns elastic pentru acceleraţii absolute – SA_{max} şi vitezele relative SV_{max}, prin relaţia: $T_c = 2\pi \dfrac{SV_{max}}{SA_{max}}$.

Valorile perioadelor de colţ sunt utile în cazul calculului prin metode dinamice.

Valorile coeficienţilor K_s şi T_c extrase din P100-92, corespunzător zonelor seismice de calcul pentru amplasamentele porturilor maritime şi fluviale sunt date în tabelul 4.1.

Tabelul 4.1.

Parametri seismici de calcul K_s şi T_c pentru principalele porturi din România

Localitatea	Zona pentru K_s	K_s	T_c (sec)
Mangalia	E	0,12	0,7
Constanţa	E	0,12	0,7
Năvodari (Midia)	E	0,12	0,7
Sulina	D	0,16	1,5
Tulcea	D	0,16	1,5
Galaţi	C	0,20	1,5
Brăila	C	0,20	1,5
Hârşova	D	0,16	0,7
Cernavodă	D	0,16	1,5
Călăraşi	D	0,16	1,5
Oltenita	D	0,16	1,5
Giurgiu	D	0,16	1,5
Turnu Măgurele	D	0,16	1,5
Calafat	D	0,16	1,5
Turnu Severin	E	0,12	1,0
Orşova	D	0,16	0,7
Moldova Nouă	C	0,20	0,7

Pentru verificarea echilibrului limită prin metoda pseudostatică, pentru a se lua în considerare natura terenului, coeficientul intensității seismice se va stabili conform tabelului 4.2., care ține seama de prescripțiile SNIP II-7-81 și de clasificarea condițiilor de teren dată de EC8, Parte 1-1, cap. 3.2.

Tabelul 4.2.

Zona seismică ce se va lua în calcul în funcție de clasa terenului și zona seismică din harta de zonare a teritoriului României din punct de vedere al coeficientului *Ks*

Clasa terenului	Caracteristicile terenului	Zonele de calcul corespunzătoare zonelor seismice din hartă		
		E	D	C
A.	– Rocă sau altă formațiune geologică ce se caracterizează printr-o viteză a undelor de forfecare, v_s, de cel puțin 800 m/s, incluzând cel mult 5 m de material mai moale la suprafață; – Depozite rigide de nisip, pietriș sau argile supraconsolidate, de cel puțin câteva zeci de metri grosime	F	E	D
B.	– Depozite adânci de nisip mediu/dens, pietriș sau argilă de rigiditate medie, cu o grosime de la câteva zeci de metri la câteva sute de metri, caracterizată de v_s, de cel puțin 200 m/s la o adâncime de 10 m, crescând la v_s de cel puțin 350 m/s la o adâncime de 50 m	E	D	C

Clasa terenului	Caracteristicile terenului	Zonele de calcul corespunzătoare zonelor seismice din hartă		
		E	D	C
C.	– Depozite afânate cu coeziune redusă cu sau fără straturi coezive moi, caracterizate de valori ale v_s sub 200 m/s în ultimii 20 m; – Depozite având predominant straturi coezive moi spre mediu, caracterizate de valori v_s sub 200 m/s în ultimii 20 m	D	C	B, A

4.1.1. Valoarea coeficientului seismic global de calcul

Ținând seama de capacitatea de amortizare a masivului de pământ, de defazarea oscilațiilor pe verticală și pe orizontală, prescripția ENV 1998-5: 1994 prevede ca în cazul lucrărilor de susținere:

$$C_h = \alpha K_s \qquad C_v = 0{,}5K_h$$

unde: $\alpha = 0{,}5 - 0{,}67$ în funcție de deplasarea acceptată.

Pentru cazul în care construcția de acostare este dotată cu utilaje foarte costisitoare sau care manipulează mărfuri periculoase, coeficienții C_h și C_v vor fi amplificați cu 20 %.

4.2. Încărcările seismice de inerție ale masei construcției

Încărcările de inerție ale masei construcției sau ale părților ei componente, se determină cu formula:

$$S_h = C_h \times G$$

unde:

C_h – reprezintă coeficient seismic global de calcul (pe direcția orizontală);

G - încărcarea gravitațională a construcției sau a elementului component.

Pentru determinarea încărcării seismice, greutatea elementelor construcției cufundate în apă, trebuie calculată fără a lua în considerare imersiunea, în baza ipotezei evaluării independente a solicitărilor subsistemelor.

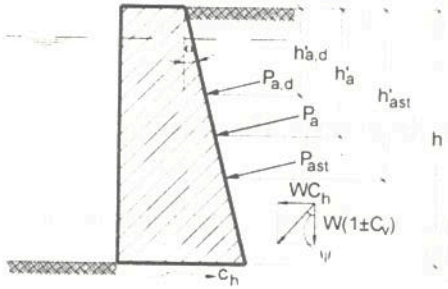
Greutatea apei din pori și din golurile elementelor construcției, se iau ca greutăți suplimentare.

Pentru a ține seamă de acțiunea posibilă a seismului pe o direcție înclinată față de orizontală, componenta verticală a inerției se va calcula cu coeficientul seismic:

$$C_v = 0{,}5\, C_h.$$

4.3. Împingerea activă seismică a pământului sub acțiunea seismului

La verificarea stabilității construcțiilor de acostare la acțiunea seismică, împingerea activă a pământului va apare cu o valoare majorată cu împingerea seismică activă. Amplificarea împingerii statice, în momentul seismului se manifestă cu o distribuție ce se poate accepta constantă pe înălțimea construcției de acostare.



$$P_{ad} = P_a - P_{a.st}$$

Fig. 4.1. Împingerea pământului în stadiul echilibrului limită

Pentru a determina valoarea împingerii active seismice (P_{ad}), (numai suplimentul de împingere, față de cea statică ce va fi distribuită uniform pe înălțime), se va scădea împingerea activă statică ($P_{a.st}$) din valoarea totală (P_a) a împingerii totale ce se va manifesta în timpul seismului.

Împingerea activă totală, sub acțiunea seismului, se calculează cu formula:

$$P_a = \frac{1}{2} K_{as}\, \gamma_p\, h^2;$$

$$K_{as} = \frac{(1 \pm C_v)\cos^2(\varphi - \psi - \alpha)}{\cos\psi \cos^2\alpha \cos(\delta + \alpha + \psi)} \times \frac{1}{\left\{1 + \left[\frac{\sin(\varphi + \delta)\sin(\varphi - \psi)}{\cos\alpha \cos(\delta + \alpha + \psi)}\right]^{1/2}\right\}^2}$$

unde: $\psi = tg^{-1}\frac{C_h}{1 \pm C_v} = \text{arctg}\frac{C_h}{1 \pm C_v}$,

Pentru pământuri saturate cu apă:

$$\psi = \text{arctg}\frac{\gamma_{sat}}{\gamma_{sub}} \times \frac{C_h}{1 \pm C_v}$$

unde:

K_{as} – coeficientul împingerii active seismice;

γ_p – greutatea volumică a pământului, cu umiditatea naturală sau submersată [KN/m^3];

H – înălțimea cheului [m];

C_v – componenta verticală a coeficientului seismic $C_v = 0{,}5C_h$;

C_h – componenta pe orizontală a coeficientului seismic global, care se ia conform cap. 4.1.1.;

φ – unghiul de frecare interioară a pământului;

α – unghiul pe care planul perete pământ îl face cu un plan vertical (în cazul peretelui în trepte al cheului, se aproximează un plan înclinat ce acoperă colțurile acestora);

δ – unghiul de frecare între perete și pământ, $\delta = \left(\frac{1}{3} \div \frac{2}{3}\right)\varphi$.

Împingerea activă seismică produsă de o suprasarcină q [KN/m^2], pe suprafața platformei adiacentă cheului, se calculează cu formula:

$$P_{a.s.q} = qHK_{as}$$

La calculul împingerii active se va ţine seamă că pe cea mai mare parte a înălţimii umplutura din spatele cheului (de obicei din material granular) se află sub nivelul apei pentru care trebuie să introducă în formulele de calcul ale lui ψ, greutatea volumică a pământului submersat (în suspensie) γ_{sub}, pentru determinarea forţelor statice şi greutate volumică în stare saturată cu apă γ_{sat}, la determinarea forţei seismice.

Partea de pământ de deasupra apei va fi considerată ca suprasarcină pentru partea de sub apă.

Punctele de aplicaţie a rezultantelor împingerii pământului:

- împingerea activă în regim static, P_{ast}, are punctul de aplicaţie la $H/3$, de la baza cheului;
- împingerea activă, P_{ad}, are punctul de aplicare la $H/2$;
- împingerea activă suplimentară în regim static, datorată suprasarcinii pe platformă, are punctul de aplicaţie la $H/2$;
- împingerea activă seismică datorată suprasarcinii pe platformă, are punctul de aplicaţie la $0{,}66H$, de la baza cheului.

Momentele de răsturnare pot fi calculate în două moduri:

- înmulţind valoarea rezultantei cu mărimea braţului de pârghie de la rezultantă la punctul de răsturnare;
- scăzând momentul componentei verticale a împingerii din momentul componentei orizontale a acesteia.

4.4. Presiunea hidrodinamică

În timpul cutremurului, un cheu de greutate intră în stare de vibraţie forţată, stare însoţită de deplasări oscilatorii ale paramentului în raport cu poziţia de echilibru static. Aceste deplasări relative ale suprafeţei de contact dintre cheu şi apa din bazin provoacă o perturbare a stării de tensiune - anterioară mişcării seismice - din masa de lichid, având ca rezultat imediat generarea unor unde de presiune.

Efectele hidrodinamice provocate în timpul cutremurului în mediul marin se vor evalua prin considerarea acestuia ca un sistem independent în raport cu structura însăşi.

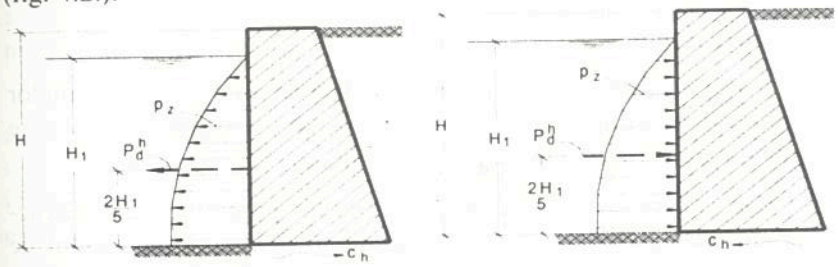
Ipoteze simplificatoare adoptate pentru metoda statică şi pseudostatică:

- ca şi forţele de inerţie, presiunile hidrodinamice au sens contrar mişcării;
- lichidul se consideră incompresibil;
- presiunile hidrodinamice se aplică static, în metodele statice şi pseudostatice. În metodele dinamice, efectul hidrodinamic al mediului marin va fi introdus pe principiul maselor adiţionale, care se vor determina pe baza prevederilor din literatură;
- presiune hidrodinamică se consideră că acţionează în ambele sensuri şi numai pe faţa exterioară a cheului.

Acţiunea defavorabilă pe paramentul cheului (ce se va utiliza la verificarea stabilităţii) este cea de depresiune.

Efectul hidrodinamic al apei din spatele cheului, este inclus în valoarea împingerii active seismice prin luarea în calcul a greutăţii volumetrice în stare saturată a materialului de umplutură.

Presiunea hidrodinamică va avea o repartiţie parabolică, având legea de distribuţie conform formulei determinată de H. Westergard (fig. 4.2.).



a) depresiune b) presiune

Fig. 4.2. Presiunea hidrodinamică:

Valoarea presiunii unitare este: $p_{hd} = \frac{7}{8} K_{sh} \cdot \gamma \cdot \sqrt{H_1 z}$.

Valoarea presiunii totale este: $P_{hd} = \frac{7}{12} K_{sh} \cdot \gamma \cdot H_1^2$.

5. CLASIFICAREA ŞI GRUPAREA ACŢIUNILOR, PENTRU CONSTRUCŢIILE DE ACOSTARE GRAVITAŢIONALE

5.1. Clasificarea încărcărilor

Din punct de vedere al duratei de solicitare şi al variaţiei intensităţii, încărcările se clasifică în [1]:

- *încărcări permanente* – care se aplică în mod continuu, cu o intensitate practic constantă în timp;
- *încărcări variabile* – care se aplică intermitent, cu intensităţi variabile în timp;
- *încărcări accidentale* – provenind în mod accidental din explozii sau izbiri;
- *încărcări din seism* – care apar datorită acţiunii seismice.

5.2. Încărcări specifice construcţiilor de acostare gravitaţionale

Încărcări permanente

Greutatea proprie este încărcarea dată de greutăţile elementelor componente ale structurii construcţiei de beton sau beton armat şi care practic nu are variaţii în timp ale intensităţii.

Greutatea umpluturilor de pe cozile sau proeminenţele construcţiei. Intensitatea ei poate varia foarte puţin, în funcţie de gradul de compactare în timp sau de colmatare cu material mai fin. În calcule ea va fi cumulată cu efectul acţiunii apei ca *greutate submersată* (prin imersiune) sau ca *greutate saturată* (cu apă în pori).

Împingerea umpluturii din spatele construcţiei de acostare are intensităţi diferite, în funcţie de deplasările construcţiei, acestea la rândul lor fiind determinate de elasticitatea patului de fundare, de greutatea volumică a materialului, care sporeşte în timp odată cu

creşterea gradului de compactare, precum şi de modificarea caracteristicilor fizico-mecanice. Ea acţionează însă permanent, făcând parte din structură.

Acţiunea apei în care structura construcţiei este cufundată. Ea poate avea intensităţi uşor variabile, în funcţie de niveluri, densitate a apei sau valuri. Efectul ei asupra structurii va fi luat prin diminuarea greutăţii prin forţa de imersiune.

Intensitatea ei variază şi cu suprasarcina pe platformă, componenţa suplimentară datorată acesteia putând fi evaluată separat.

Suprasarcina pe platformă

Această încărcare, în general statică, are intensităţi variabile în timp, putând şi să lipsească, valorile ei fiind convenţionale stabilite din experienţa de exploatare, în funcţie de natura mărfurilor. Ea acţionează indirect asupra structurii, sporind împingerea umpluturii, corespunzător intensităţii ei.

În acest sens, interesează intensităţile suprasarcinii din zona ce afectează valoarea împingerii, această zonă, corespunzând „zonei de operare" a cheului, acolo unde de obicei mărfurile se depozitează rar sau accidental şi unde încărcările sunt determinate de mijloacele de manipulare şi transport auto sau cale ferată.

Izbirea amortizată a navei la acostare este o forţă de reacţiune aplicată structurii prin intermediul unor sisteme de amortizori. Ea este o forţă dinamică ce apare cu frecvenţa de acostare a navelor, intensitatea ei fiind variabilă în funcţie de mărimea navei şi de viteza ei de apropiere la acostare, determinată de o serie de factori cum ar fi condiţiile meteohidrologice, alcătuirea structurii etc.

Intensitatea acţiunii din izbirea navei la acostare rezultă din calcul, în funcţie şi de tipul amortizorului ales. Ea acţionează în sens contrar împingerii umpluturii şi nu se ia în seamă la verificarea stabilităţii, la alunecare şi răsturnare, având un efect favorabil, ci numai la verificările structurale şi de stabilitate generală.

Tracțiunea la bolard este o încărcare variabilă ca intensitate în timp, apărând cât timp sunt nave amarate la cheu, valoarea intensității depinzând de intensitatea vântului și suprafața velică. Valorile normate sunt determinate pentru situația navei goale și intensități maxime ale vântului cu asigurări mici ale acesteia.

Acestea, sunt aplicate punctual prin intermediul bolarzilor amplasați la 25-35 m distanță în lungul cheului și repartizate întregii structuri prin intermediul coronamentului monolit.

Încărcările transmise de macaralele de cheu

Acestea sunt încărcări ce nu afectează deodată întreaga lungime a cheului, ci numai local unul sau două tronsoane de cheu, unde este temporar situată macaraua în timpul exploatării, deplasată pe căile de rulare, prin intermediul cărora se transmite structurii încărcarea.

Intensitățile încărcărilor sunt variabile în timp, în funcție de sarcina manipulată, de poziția brațului macaralei și de intensitatea vântului.

De asemenea, intensitatea este diferită la un moment dat, între fila dinspre apă și cea dinspre uscat. Fila dinspre apă, situată de obicei, pe coronamentul cheului, acționează direct asupra structurii ca o forță verticală precum și o componentă orizontală provocată de vânt sau de șerpuire în timpul deplasării. Fila dinspre uscat transmite încărcări umpluturii numai atunci când este fundată direct și când ecartamentul este suficient de mic încât încărcarea din fila de rulare să influențeze împingerea umpluturii.

Încărcările accidentale

Aceste încărcări survin extrem de rar, numai accidental în timpul vieții construcției:

- încărcări specifice din timpul execuției datorate echilibrului de forțe din timpul etapelor de execuție sau a unor manipulări speciale sau greșite a elementelor construcției sau a unor condiții hidrologice deosebite (valuri, variații de nivel etc.);

- izbiri neamortizate ale navelor, în absența sistemului de amortizori sau a unei acostări necorespunzătoare datorate unor manevre greșite a navelor;
- suprasolicitarea unui bolard, datorită unei amarări necorespunzătoare la furturi excepționale.

Încărcări din seism

În urma acțiunii seismului, apar o serie de încărcări, care sunt prezentate în cap. 4.1. – 4.3.

5.3. Verificarea stabilității la stări limită

5.3.1. Caracterizarea încărcărilor

Valoarea de referință a intensității încărcărilor, definită de regulă probabilistic și situată în domeniul valorilor celor mai ridicate ale intensităților, se numește *intensitate normată*.

Când se dispune de date suficiente pentru prelucrări statistice, se utilizează ca intensități normate, valorile *caracteristice*, definite printr-o probabilitate redusă (specificată) de a fi depășită în sens defavorabil pe un anumit interval de timp.

Valorile normate ale intensităților încărcărilor permanente se determină pe baza valorilor medii statistice sau valorile nominale deduse din experiența practică a proiectării și exploatării construcțiilor.

Valorile de calcul ale intensităților încărcărilor se stabilesc prin înmulțirea cu factorii de obținere a valorilor caracteristice (ψ_0, ψ_1, ψ_2) și cu coeficienții de siguranță (γ), în funcție de felul acțiunii și al situațiilor combinațiilor de acțiuni (conform tabelului 6.1.). Coeficienții pentru obținerea valorilor caracteristici sunt:

ψ_0 – coeficient pentru combinațiile de valori a acțiunilor variabile (afectează încărcările variabile, altele decât cele preponderente, pentru situațiile permanente și temporare);

ψ_1 – coeficient pentru deducerea valorilor frecvente ale acţiunilor variabile (afectează încărcările variabile preponderente în situaţiile accidentale);

ψ_2 – coeficient pentru deducerea valorilor semipermanente ale acţiunilor variabile (afectează încărcările variabile, altele decât cele preponderente, în situaţiile accidentale şi la seism).

5.3.2. Combinaţii de acţiuni

Pentru fiecare caz de încărcare, valorile de calcul ale efectelor acţiunilor se vor determina prin combinarea valorilor acţiunilor, care apar simultan în mod raţional, după cum urmează (conform EUROCODE 1):

- *situaţii permanente şi temporare*: valorile de calcul ale acţiunilor variabile dominante şi valorile de calcul ale combinaţiilor altor acţiuni;
- *situaţii accidentale*: valorile de calcul ale acţiunilor permanente împreună cu valoarea frecventă a acţiunii variabile dominante şi valorile cvasipermanente ale altor acţiuni variabile şi valoarea de calcul a unei acţiuni accidentale;
- *situaţii seismice*: valorile caracteristice ale acţiunilor permanente, împreună cu valorile cvasipermanente ale altor acţiuni variabile şi valoarea de calcul a acţiunilor seismice.

Când acţiunea preponderentă nu este evidentă, fiecare acţiune variabilă va fi considerată pe rând acţiune dominantă.

Tabelul 5.1.

Valorile coeficienţilor pentru încărcările specifice construcţiilor de acostare gravitaţionale

Felul acţiunii	Denumirea acţiunii	Simbolul	Coeficienţi ai valorilor caracteristice			Coeficienţi de siguranţă γ	
			ψ_0	ψ_1	ψ_2	*A/T*	*A*
Permanente	Greutatea proprie	*G*				1,10	1,0
	Greutatea umpluturii					0,90	
	Împingerea umpluturii					1,20	
Variabile	Împingerea umpluturii datorată suprasarcinii	*Q*	0,70	0,50	0,30 – 0,50[1]	1,50	1,0
	Tracţiunea la bolard						
	Izbirea amortizată a navei						
	Încărcarea din fila de la apă a macaralei						
	Suplimentul împingerii umpluturii datorată filei de la uscat						

[1] În funcţie de natura operaţiunilor, de frecvenţa şi de uniformitatea încărcărilor din zona aferentă cheului.

Felul acțiunii	Denumirea acțiunii	Simbolul	Coeficienți ai valorilor caracteristice			Coeficienți de siguranță γ	
			ψ_0	ψ_1	ψ_2	*A/T*	*A*
Accidentale	Izbirea neamortizată a navei	*A*					1,0
Seismice	Inerția greutăților proprii	A_s					1,0
	Inerția umpluturii						
	Inerția apei din goluri						
	Suplimentul împingerii umpluturii datorată seismului						
	Suplimentul împingerii seismică a umpluturii datorată suprasarcinii						
	Încărcarea hidrodinamică						

6. VERIFICAREA ECHILIBRULUI ŞI STABILITĂȚII

Conform principiilor Eurocodurilor, verificarea stabilității construcțiilor de acostare gravitaționale se va face la stările limită de echilibru cu coeficienți de siguranță parțiali. În paralel, se prezintă și metoda de verificare a coeficientului unic de siguranță.

6.1. Metoda de verificare la stările limită

Atunci când se consideră o stare limită de echilibru static sau de deplasare globală a structurii ca un corp rigid, trebuie să se îndeplinească condiția:

$$E_{d,dst} \leq E_{d,stb}$$

în care:

$E_{d,dst}$ – valoarea de calcul a efectului acțiunilor de destabilizare;

$E_{d,stb}$ – valoarea de calcul a efectului acțiunilor de stabilizare.

Când se consideră o stare limită de rupere sau deformare excesivă a unei secțiuni, element sau legătură, trebuie să se îndeplinească condiția:

$$E_d < R_d$$

în care:

E_d – valoarea de calcul a efectului acțiunilor cum ar fi forță, moment sau vector interne, care reprezintă unele forțe sau momente interioare;

R_d – rezistența de calcul corespunzătoare, care asociază toate proprietățile structurale cu valorile de calcul respective.

În cazul verificării stării limită de echilibru, în relația de verificare, în termenul din dreapta sunt acțiuni de stabilizare, iar în cel din stânga acțiuni de destabilizare, astfel:

- pentru situațiile permanente și temporare:

$$\sum_{j\geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj,dst} \text{"+"} \gamma_{Q1} Q_{k1} \text{"+"} \sum_{i>1} \gamma_{Qi} \psi_{0i} Q_{ki} \leq \sum_{l\geq 1} \gamma_{Gl} G_{kl,stb};$$

• pentru situaţiile accidentale:

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{GAj}G_{kj,dst}\text{"+"}A_d\text{"+"}\psi_{1i}Q_{k1}\text{"+"}\sum_{i>1}\psi_{2i}Q_{ki}\leq\sum_{l\geq 1}\gamma_{Gl}G_{kl,stb};$$

• pentru situaţia cu seism:

$$\sum_{j\geq 1}G_{kj,dst}\text{"+"}A_{ds}\text{"+"}\sum_{i\geq 1}\psi_{2i}Q_{ki}\leq\sum_{l\geq 1}\gamma_{Gl}G_{kl,stb},$$

unde:

G_k – încărcări permanente;
Q_k – încărcări variabile;
Q_{ki} – încărcarea variabilă preponderentă;
A_d – încărcări accidentale;
A_{ds} – încărcări seismice;
γ – coeficienţi de siguranţă.

6.2. Metoda coeficientului unic

Pentru a ţine seamă de imprecizia metodelor de calcul a valorilor normate a acţiunilor, în cazul construcţiilor de acostare, se poate aplica şi metoda coeficientului unic de verificare a stabilităţii cheurilor.

Prin această metodă, pentru a ţine seamă de depăşirea încărcărilor normate, prin supraîncărcări ocazionale, cât şi de variabilitatea caracteristicilor materialelor, raportul dintre solicitările ce menţin stabilitatea şi solicitările ce destabilizează construcţia sau un element al acesteia, va trebuie să aibă o valoare care să exprime siguranţa stării de echilibru.

Acest raport, denumit coeficient de siguranţă (K) va avea valori diferite în funcţie de gruparea acţiunilor.

Valorile minime ale coeficienţilor de siguranţă sunt date în tabelul 6.2.

Tabelul 6.2.

Verificarea	Simbol	Gruparea fundamentală	Gruparea specială
Stabilitatea la răsturnare	*Kr*	1,5	1,3
Stabilitatea la lunecare	*Kl*	1,3	1,1
Stabilitatea generală	*Kg*	1,1	1,05

6.3. Verificarea terenului de fundare

Verificarea terenului de fundare din punct de vedere al capacităţii portante şi al tasărilor construcţiei supuse seismului se va face conform GP 014-97 „Ghid de proiectare. Calculul terenului de fundare la acţiuni seismice în cazul fundării directe".

7. MĂSURI DE PROIECTARE ANTISEISMICĂ

Pentru a diminua efectele seismului asupra ansamblului structural zid de cheu – pat şi teren de fundaţie – umplutura platformei din spatele cheului, ţinând seamă şi de imprecizia calculelor privind deformaţiile structurii, în vederea obţinerii gradului de funcţionabilitate, se recomandă următoarele măsuri:

– Studiile geotehnice vor avea o amploare suficientă în cazul terenurilor de fundare nestâncoase, astfel încât să poată fi determinate cât mai acoperitor caracteristicile fizico-mecanice ale terenului şi în mod deosebit pentru depistarea zonelor cu potenţial de lichefiere la seism;

– În cazul terenurilor slabe de fundare se va practica înlocuirea materialului cu material granular, crescând grosimea patului de fundare până la obţinerea unei stabilităţi acceptabile.

Se va prevedea compactarea patului şi extinderea lui spre bazin. În acelaşi timp se vor lua măsuri constructive pentru împiedicarea colmatării patului, prin interpunerea unor materiale filtrante naturale sau geosintetice;

– În cazul terenurilor mai slabe de fundare, pentru cheuri înalte (ce depăşesc înălţimea totală de 16-18 m) nu vor fi adoptate soluţii constructive ale acestora din elemente prefabricate suprapuse, nesolidarizate. Se vor prefera soluţii de masive gigant (chesoane plutitoare);

– Dimensionarea zidului de cheu se va face astfel încât să conducă la presiuni cât mai reduse pe pat;

– În spatele zidului de cheu se va prevedea un prism descărcător din anrocamente, care este recomandabil, ca în cazul unor umpluturi slabe în platformă, să aibă o lăţime cât mai mare; incluzând planul de alunecare ce trece prin spatele tălpii cheului;

– Umplutura din imediata vecinătate a cheului să fie realizată din materiale, care fiind în cea mai mare parte sub nivelul apei să nu fie potenţial lichefiabile la seism;

– În zone cu seismicitate mare, este recomandabil să fie adoptate utilaje de cheu cât mai puţin sensibile la deformaţii ale şinelor de rulare, iar căile de rulare să fie concepute în aşa fel încât eventualele deplasări să poată fi remediate cât mai simplu;

– Se recomandă realizarea coronamentelor cheurilor şi respectiv a căilor de rulare pentru macarale sau alte utilaje de manipulare a mărfurilor, după consumarea tasărilor datorate greutăţii zidului de cheu şi a prismului descărcător din spatele acestuia.

8. REPARAREA CHEURILOR AVARIATE DE SEISM

Modul de degradare al cheurilor în urma seismului va fi diferit, în funcţie de intensitatea seismului, de alcătuirea structurală, de natura terenului de fundare, de caracteristicile patului de fundare şi ale prismului descărcător din spatele zidului de cheu, de gradul de încărcare pe platformă cu utilaje sau mărfuri.

Repararea construcţiilor de acostare degradate poate impune soluţii şi tehnologii diferite, în principiu fiind necesare următoarele:

– evaluarea situaţiei reale a construcţiei, prin relevee ale părţii de deasupra şi de sub nivelul apei, pentru determinarea deplasărilor, rotirilor zidului de cheu, a crăpăturilor, a stării rosturilor, a patului de fundare şi a platformei adiacente coronamentului şi a filelor de rulare a macaralelor;

– verificarea stabilităţii cheului în noile condiţii;

– consolidarea patului de fundare;

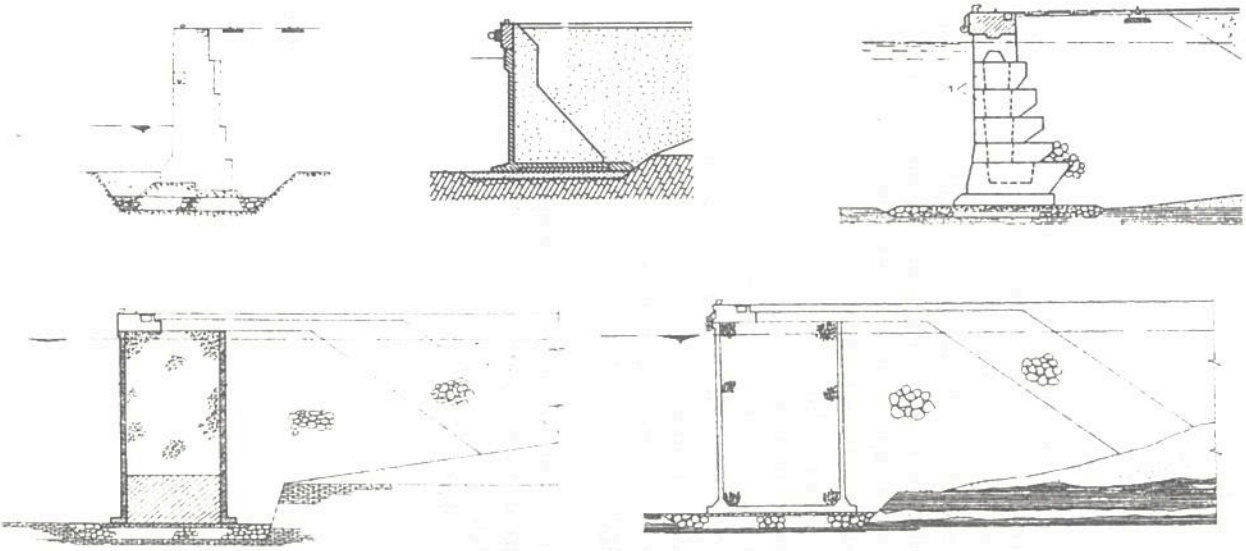
– reparaţii şi consolidări ale structurii subacvatice, în condiţiile asigurării stabilităţii şi rezistenţei elementelor constitutive;

– reparaţii sau consolidări ale coronamentului;

– rectificări ale filelor de rulare, prin refacerea aliniamentului şi nivelului şinelor;

– refacerea platformelor adiacente.

ANEXA 1.

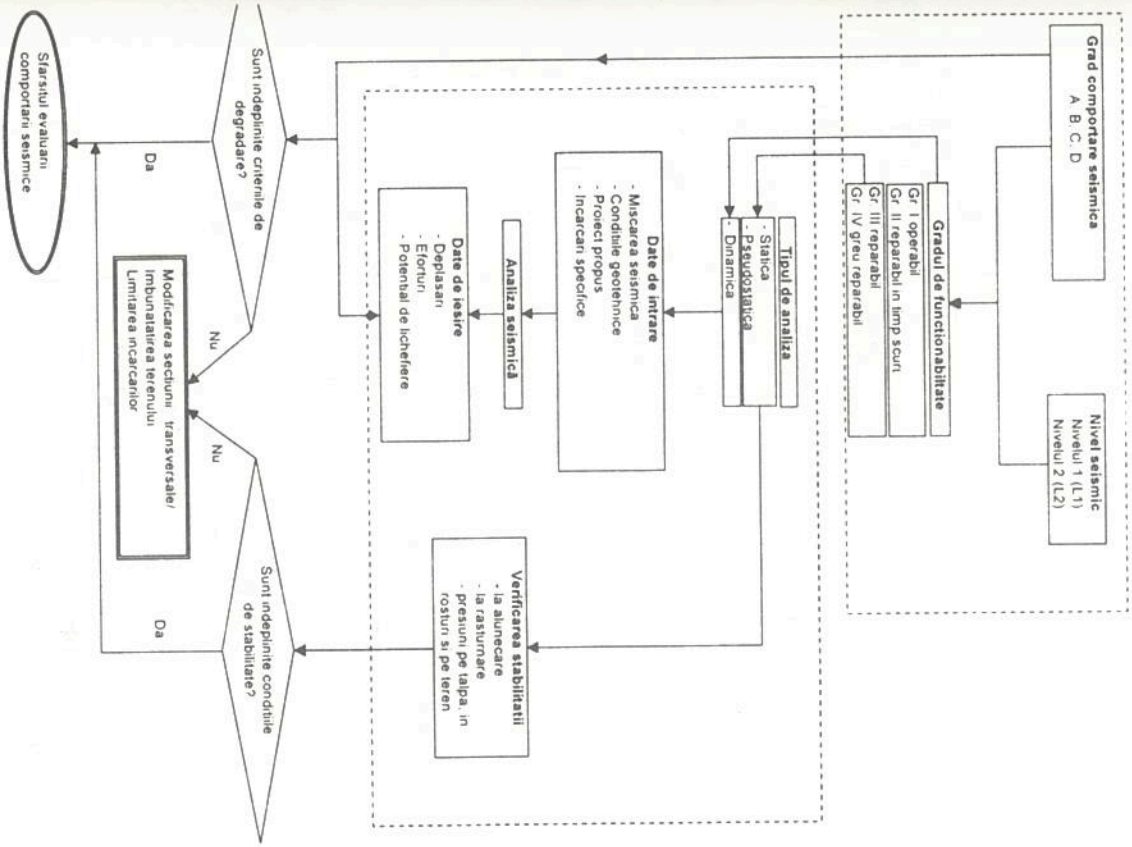


Exemple de cheuri de greutate

A. Cheu din beton turnat monolit (portul Orşova)
B. Cheu din elemente tip cornier din beton armat
C. Cheu din blocuri prefabricate (portul Constanţa)
D. Cheu din virole de beton armat umplute cu piatră şi beton (portul Constanţa)
E. Cheu din beton armat umplute cu piatră (portul Constanţa)

ANEXA 2.

Schemă logică pentru evaluarea comportării seismice

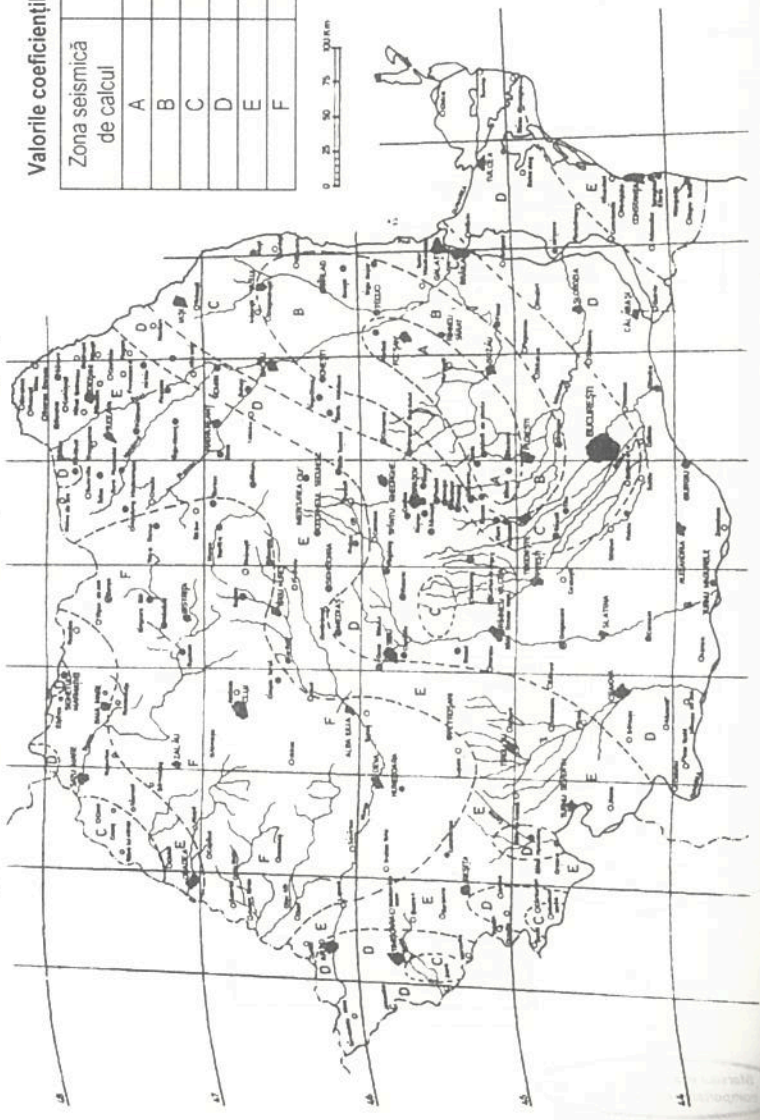


ANEXA 3.

Zonarea seismică a României şi coeficienţi K_s

Valorile coeficienţilor K_s

Zona seismică de calcul	K_s
A	0,32
B	0,25
C	0,20
D	0,16
E	0,12
F	0,08



ANEXA 4.

Cutremurele şi structurile portuare

1. Introducere

În fig.1 se prezintă schema de propagare a undelor seismice şi efectele locale din amplasamentul unei structuri portuare.

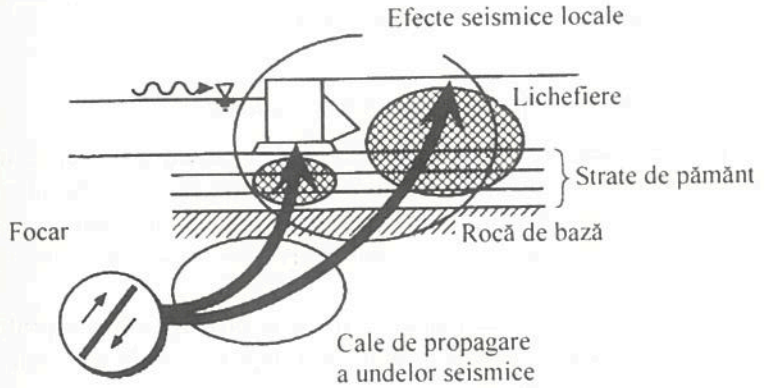


Fig. 1. Schema de propagare a undelor seismice

În funcţie de intensitatea mişcării seismice şi de condiţiile de teren, lichefierea în apropiere de suprafaţa terenului şi cedările asociate din masa terenului, pot afecta semnificativ structurile portuare.

Dacă acţiunea seismică presupune şi deplasări tectonice verticale ale fundului mării, pot fi generate valuri cu lungime de undă mare, numite tsunami.

2. Mişcarea seismică

(1) *Mişcarea seismică la nivelul rocii de bază*

Mişcarea seismică la nivelul rocii de bază, într-un amplasament dat, poate fi caracterizată prin analiza de risc seismic.

În practica inginerească, această caracterizare se face prin intermediul unui „parametru-cheie" *accelerația orizontală de vârf*.

Acest parametru este utilizat fie pentru calculul coeficientului seismic, fie pentru scalarea spectrului de răspuns relevant.

În analiza de risc seismic, nivelul mişcării seismice în roca de bază este definit ca funcție de perioada de revenire.

(2) *Efectele seismice locale din amplasament*

Efectele seismice locale într-un amplasament dat, reprezintă modificarea mişcării seismice la nivelul rocii de bază – schimbarea amplitudinii, frecvenței, duratei etc., datorită caracteristicilor de răspuns dinamic ale depozitelor de sol cuprinse între suprafața rocii şi suprafața terenului.

Astfel, pe măsură ce undele seismice se propagă către suprafața terenului, reducerea rezistenței şi densității depozitelor de sol tinde să amplifice vibrațiile seismice.

Pentru depozitele alcătuite din soluri foarte slabe, mişcarea seismică este în general atenuată. În acest caz, se pot dezvolta deformații mari în punctele în care eforturile de forfecare ciclice impuse se apropie de limita de rezistență a solurilor respective.

În practica inginerească, efectele locale din amplasament sunt evaluate în general prin utilizarea unor *coeficienți de amplificare locală*.

Coeficienții de amplificare locală sunt dați în coduri şi standarde, în funcție de natura depozitelor şi au rolul de a „scala" accelerația orizontală de vârf pentru obținerea valorilor corespunzătoare la nivelul terenului.

3. Lichefierea

În fig. 2 se redă schematic mecanismul de lichefiere.

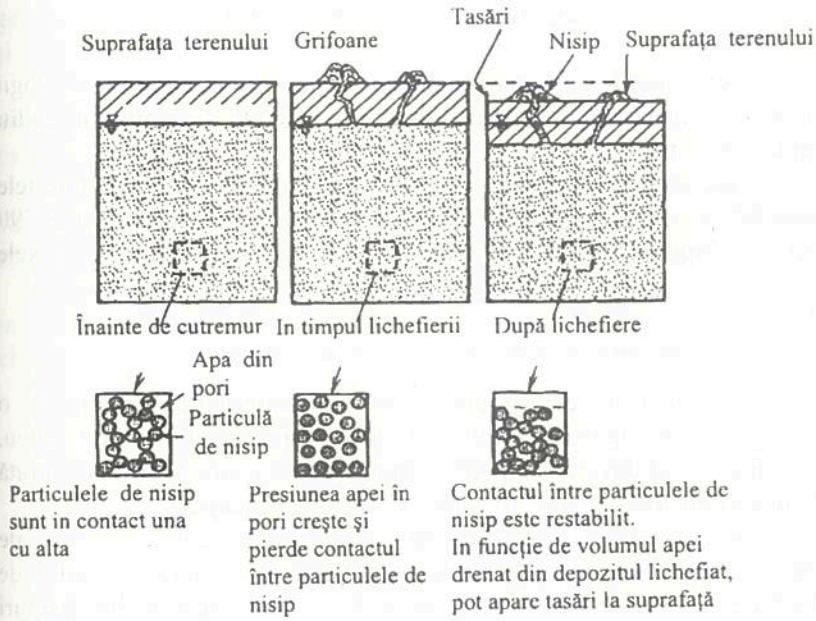


Fig. 2. Mecanismul lichefierii

ANEXA 5.

Criterii de degradare seismică la cheurile portuare de greutate

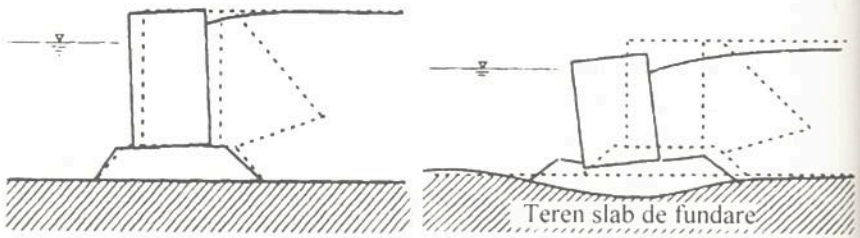
Deşi metodele de analiză seismică specifice acestei metodologii au fost dezvoltate de-a lungul timpului, conceptul şi conţinutul-cadru sunt recente [2].

Necesitatea acestui principiu a rezultat din învăţămintele însuşite în urma cutremurelor şi a accidentelor produse în anii '90 (KOBE, Japonia, 1995; Nicaragua – 1992; Grecia – 1984) – Anexele 5 şi 6.

(1) *Răspunsul seismic al cheurilor de greutate*

La cheurile de greutate, sarcina exterioară principală o constituie împingerea umpluturii din spatele zidului de cheu. Stabilitatea zidului de cheu sub acţiunea acestei sarcini este asigurată de masa construcţiei şi de trecerea pe talpa de fundaţie.

În fig. 1. se prezintă schematic modurile de cedare seismică ale unui zid de cheu, în cele două situaţii privind natura terenului de fundare: teren tare, bun de fundare şi teren slab, alcătuit din nisipuri fine sau argile mâloase.



a) Teren bun de fundare

b) Teren slab de fundare
(argile slabe; mâluri; nisipuri fine)

Fig. 1. Deformaţii- moduri de cedare la cheurile de greutate

În cazul din fig.1a, modurile tipice de cedare în timpul unui cutremur sunt deplasarea şi înclinarea către acvatoriu.

În cazul din fig. 1b, modurile de cedare implică deformaţia generală a suprafeţei de fundaţie, rezultând valori mari ale deplasării şi înclinării zidului spre acvatoriu, precum şi tasări.

În general, practica a demonstrat că un zid cu un raport relativ mic lăţime/înălţime (≤ 0.75), va ceda mai degrabă prin înclinare excesivă decât prin deplasare orizontală.

Deplasarea orizontală şi tasarea verticală uniformă a unui zid de cheu de greutate nu reduc de regulă semnificativ starea reziduală de stabilitate şi nici capacitatea de operare portuară a cheului respectiv.

Experienţa arată că stabilitatea reziduală după cutremur este mult mai precară în cazul înclinării moderate sau mari a zidului de cheu.

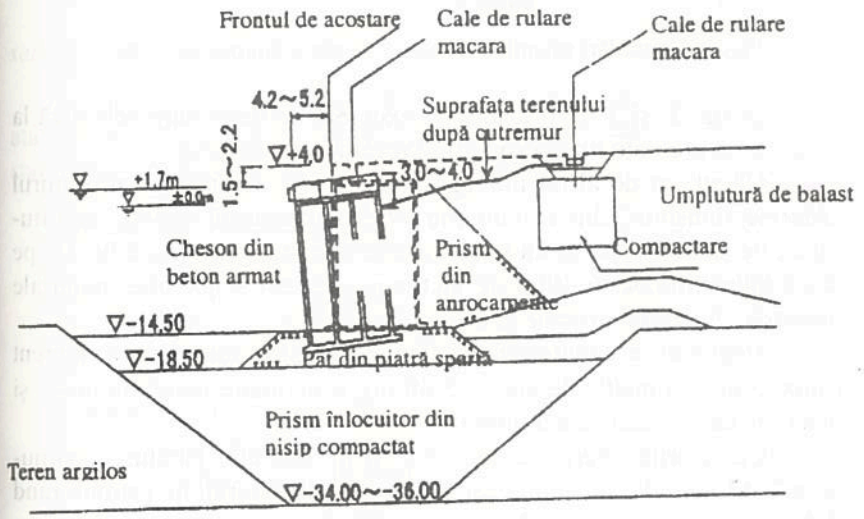


Fig. 2. Secţiune transversală a unui cheu de tip cheson din portul Kobe



Fig. 3. Degradări seismice severe la un cheu din portul Kobe

În fig. 2. şi 3. se prezintă un exemplu de degradare seismică la un cheu de greutate tip cheson, din Portul Kobe, Japonia.

Cheul, ca de altfel întreaga zonă, a fost afectat de cutremurul „Marele Hanshim" din 17 Ianuarie 1995. Cutremurul a avut magnitudinea de gradul 7 pe scara japoneză, corespunzătoare gradului IX pe scara Mercalli (peste 2000 de victime omeneşti şi pagube materiale mai mari de 10 miliarde de yeni).

Degradările cheului au presupus deplasări mari la coronament (max. 5 m şi o medie de aprox. 3,00 m), o înclinare generală de 4° şi tasări de câţiva zeci de centimetri.

Cercetările ulterioare, „in situ" şi în laborator (inclusiv „simularea" pe model), au arătat că avariile s-au datorat în primul rând deformaţiilor depozitelor slabe din adâncimea terenului de fundare.

Din exemplul prezentat se pot trage următoarele concluzii:

degradările seismice la structurile portuare se datorează în primul rând unor deformaţii excesive, şi nu unor cedări catastrofale; de aici, apare necesară utilizarea metodelor de

proiectare bazate pe principiul stărilor limită (calculul deformaţiilor şi stărilor limită de eforturi), care să completeze analiza de stabilitate locală şi generală a structurilor conform principiului echilibrului-limită;

– degradările seismice ale structurilor portuare sunt rezultatul interacţiunii structură-teren; de aici, proiectarea şi analiza seismică trebuie să aibă în vedere atât caracteristicile structurale cât şi condiţiile geotehnice din amplasament;

– majoritatea accidentelor seismice sunt asociate adesea cu deformaţiile excesive ale depozitelor lichefiabile din fundaţie sau din umpluturile din spatele cheurilor; proiectarea antiseismică nu se bazează deci doar pe analiza seismică a structurii şi terenului, ci presupune şi adoptarea unor măsuri de consolidare/ îmbunătăţire a terenului, atunci când este cazul.

(2) *Parametrii necesari specificării criteriilor de degradare seismică la cheurile de greutate*

Comportarea seismică a cheurilor de greutate poate fi specificată atât din punct de vedere al capacităţii de operare cât şi al rezistenţei/ stabilităţii structurale.

- <u>parametri de operare</u>:
  - acostarea şi amararea sigură a navelor la cheu;
  - siguranţa operaţiilor de încărcare-descărcare nave; se referă atât la echipamentul de operare (macarale de cheu, căi de rulare, portainere), cât şi la marfă şi depozite.

- <u>parametri structurali</u> (conf. fig. 4.):
  - deplasare orizontală;
  - tasări / tasări diferenţiate;
  - deplasare reziduală
  - deplasări diferenţiale de-a lungul frontului cheului.

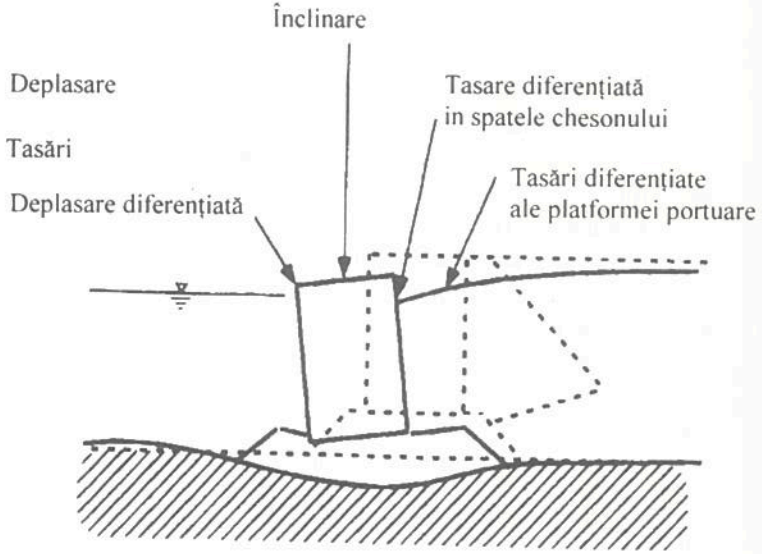


Fig. 4. Parametrii utilizați pentru definirea criteriilor de degradare la cheurile portuare de greutate

(3) *Criterii de degradare*

În tabelul 2.1. din [1], se prezintă cerințele minimale privind comportarea structurală la seism a cheurilor de greutate.

În evaluarea comportării seismice pe baza unui număr de parametri diferiți, rezultatul final trebuie să fie obținerea celui mai mare grad de compactare seismică posibil.

Tabelul 2.1.

Criterii de degradare propuse pentru cheurile gravitaționale

Gradul de degradare		Gr. I	Gr. II	Gr. III	Gr. IV
Zidul de cheu	Deplasări orizontale (uniforme) reziduale (d/H)[1]	< 1,5 %[2]	1,5 ÷ 5 %	5 ÷ 10 %	> 10 %
	Înclinare reziduală (către acvatoriu)	< 3°	3° – 5°	5° – 8°	> 8°
Platforma cheului	Tasări diferențiate	< 0,03 ÷ 0,1 m	–	–	–
	Tasări diferențiale între platformă și celelalte zone	< 0,3 ÷ 0,7 m	–	–	–
	Înclinare reziduală către acvatoriu	< 2° – 3°	–	–	–

[1] d = deplasarea orizontală reziduală la coronament; H = înălțimea zidului de cheu

[2] Sau deplasările orizontale diferențiate să fie < 30 cm

ANEXA 6.

Criterii de degradare seismică pentru cheurile cu macarale[1]

Capacitatea de operare a unui cheu, după producerea unui cutremur, depinde în cel mai înalt grad de starea de funcţionare, rezistenţă şi stabilitate reziduală a macaralelor de cheu, inclusiv a căilor de rulare ale acestora.

În anexa de faţă se dau criteriile de degradare suplimentare pentru macarale, în completarea celor definite în Anexa 4.

(1) *Răspunsul* seismic al macaralelor

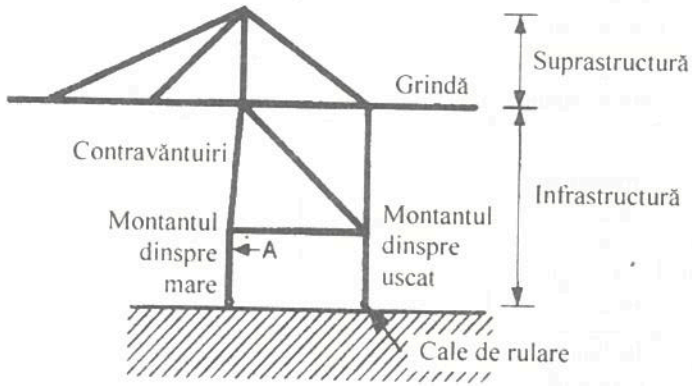


Fig .1. Schema unei macarale de cheu

Structura-suport (numită în continuare infrastructură) poate fi de tip cadru rigid sau cu articulaţie la nivelul montantului (punctul A din fig. 1).

[1] Este vorba de cheurile echipate cu macarale care se deplasează pe şine. În continuare, acestea vor fi denumite simplu macarale.

În stabilirea modurilor de cedare a macaralelor, trebuie avut în vedere faptul că acestea pot fi în repaus sau în mişcare în momentul producerii unui cutremur.

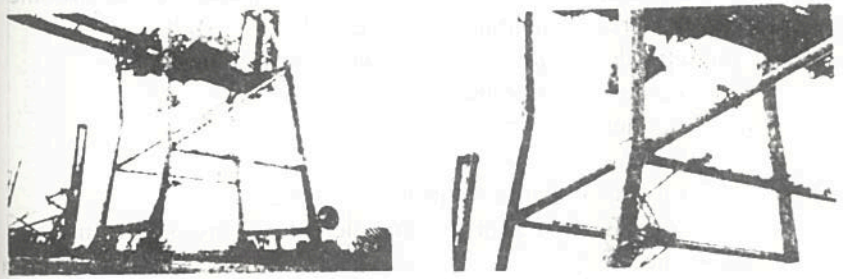
Astfel, în starea de repaus, macaraua poate fi fixată de zidul de cheu prin intermediul unor ancore şi dispozitive de fixare; în acest caz, rezistenţa sistemului de ancoraj este parametrul principal al rezistenţei de ansamblu a macaralei.

În timpul operării însă, macaraua nu este fixată de cheu, astfel încât stabilitatea la sarcinile laterale este dată doar de frecarea între roţi şi şine.

Modurile tipice de cedare a macaralelor, în timpul cutremurelor, sunt: deraierea, dezmembrarea sau răsturnarea utilajului, precum şi ruperea ancorajelor de legătură cu cheul, flambajul.

În fig. 2. se prezintă degradarea unei macarale de cheu în Portul Kobe, în urma cutremurului din 17 ianuarie 1995.

Deformaţiile montanţilor s-au datorat nu neapărat şocurilor seismice puternice, ci deplasării zidului de cheu către acvatoriu, rezultând articulaţii plastice în montanţii macaralei.



Vedere generală Detaliu

Fig. 2. Deformaţii la o macara de cheu în portul Köbe, în urma cutremurului din 17 ianuarie 1995

Observaţii:

- În analiza de rezistenţă a macaralei, trebuie avut în vedere faptul că legăturile suplimentare exterioare (ancorajele) conduc la creşterea eforturilor interne în barele cadrului macaralei

• Căile de rulare ale macaralelor au adesea structuri-suport diferite: de exemplu, coronamentul zidului de cheu la fila dinspre apă şi o grindă pe piloţi, la fila dinspre uscat.

Astfel, în scopul de a atinge gradul de compactare seismică dorit al cheului în ansamblu, trebuie efectuată o analiză seismică suplimentară a structurii de susţinere a filei dinspre uscat a macaralei, precum şi prevederea unor măsuri antiseismice adecvate.

(2) *Parametrii necesari specificării criteriilor de degradrare pentru cheurile cu macarale*

Comportarea seismică a cheurilor de greutate cu macarale poate fi specificată pe baza cerinţelor de operare ale macaralelor şi pe baza degradărilor seismice posibile.

Operabilitatea macaralei se referă atât la suprastructură (operare mărfuri), cât şi la infrastructură (transport şi suport al suprastructurii).

De asemenea, în atingerea gradului de operare cerut, trebuie asigurată menţinerea alimentării cu energie electrică.

Parametrii de degradare structurală a macaralelor sunt:

- deplasarea orizontală;
- deraierea;
- înclinarea;
- eforturi în barele cadrului macaralei;
- deplasări şi eforturi în calea de rulare şi în fundaţia acesteia.

(3) *Criterii de degradare pentru cheurile cu macarale*

Criteriile de degradare vor fi stabilite considerând degradarea structurală şi pierderea/reducerea capacităţii de operare nu numai pentru zidul de cheu, ci şi pentru macara şi fundaţia căii de rulare.

În tabelul 1. [4] se propun criteriile de degradare (aproximative) pentru macaralele de cheu. Cele mai restrictive condiţii privind deplasările şi eforturile sunt cele care dictează criteriul de degradare.

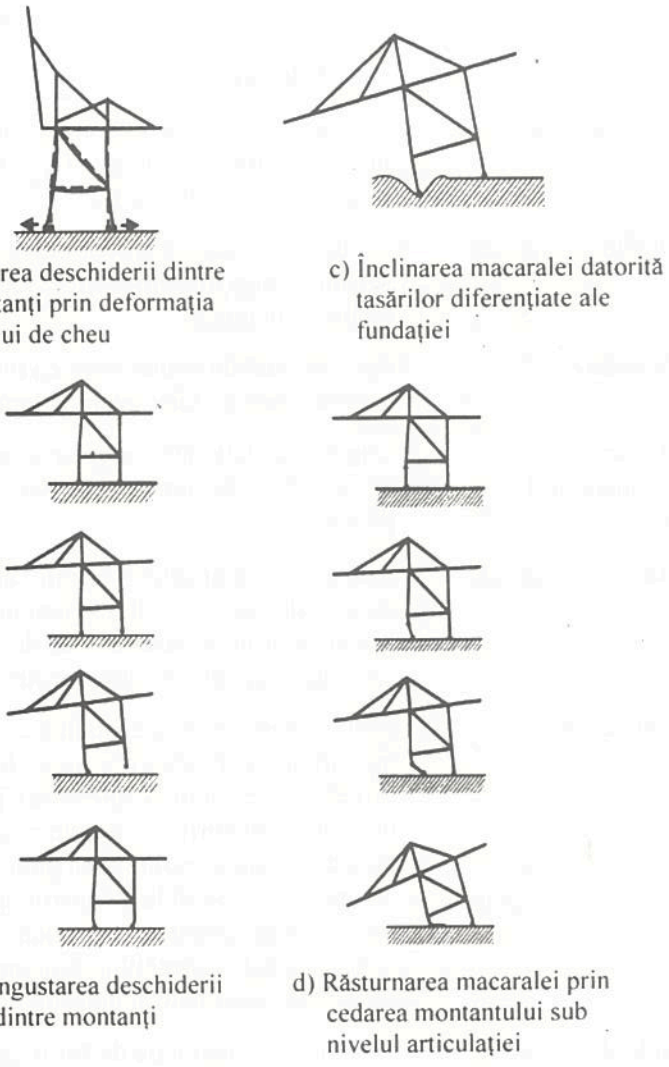
Tabelul 1.

Criterii de degradare propuse pentru macarale

Degradarea acceptabilă		Gradul I	Gradul II	Gradul III	Gradul IV
Deplasări		fără deraiere	cu deraiere	fără răsturnare	cu răsturnare
Răspunsul de vârf în eforturi / deformaţii	Supra-structură	Elastic	Elastic	Plastic (sub limita de deformaţie şi sub valoarea factorului de ductilitate)	Plastic (în apropierea limitei de deformaţie)
	Cadrul principal al structurii-suport (infrastruc-tura)	Elastic	Plastic (sub limita de deformaţie şi sub valoarea factorului de ductilitate)	Fără colaps	Colaps
	Montanţii de bază ai structurii-suport	Elastic	Degradarea montantului de bază (inclusiv deraierea macaralei şi ruperea ancorajelor)	Degradarea montantului de bază (inclusiv deraierea macaralei şi ruperea ancorajelor)	Degradarea montantului de bază (inclusiv deraierea macaralei şi ruperea ancorajelor)

Criteriile de degradare pentru zidurile de cheu cu macarale pot fi stabilite având în vedere următoarele:

1. Gradul I de degradare pentru zidul de cheu presupune valori ale deplasărilor acestuia pentru care infrastructura macaralei se menține în stadiu elastic.
   De exemplu, în unele cazuri, limita stadiului elastic poate corespunde unei creșteri a distanței la bază de 1,00 m între montanții unei macaralei rigide, cu ecartamentul între șine de 30 m.
   În cazul infrastructurii cu montanții având articulații, nu se impune nici o limită pentru Gradul I, considerându-se că acest tip de macara poate absorbi cu ușurință creșterea de eforturi în urma deformației montanților.
2. Gradul II pentru zidul de cheu presupune deplasări care, deși pot duce la deformații mari ale infrastructurii macaralei, nu conduc la depășirea stării de eforturi admisibile în majoritatea barelor infrastructurii.
3. Gradul III presupune ca deformațiile zidului de cheu și tasările/tasările diferențiale ale platformei din spatele zidului, să nu conducă la răsturnarea macaralei.
4. Gradul IV pentru zidul de cheu trebuie să asigure nedepășirea limitei superioare de degradare pentru Gradul III.



a) Mărirea deschiderii dintre montanți prin deformația zidului de cheu

c) Înclinarea macaralei datorită tasărilor diferențiate ale fundației

b) Îngustarea deschiderii dintre montanți

d) Răsturnarea macaralei prin cedarea montantului sub nivelul articulației

Fig. 3. Moduri de cedare-deformare a macaralelor pe șine

ANEXA 7.

Glosar

- **Accelerogramă** = înregistrarea mişcării seismice obţinută cu un accelerometru calibrat şi exprimată prin variaţia acceleraţiilor
- **Acţiune seismică** = evaluarea calitativă şi cantitativă a mişcării seismice, prin diferite modele idealizate (statice/dinamice)
- **Acostare** = aşezarea stabilă a unei nave cu un bord la un cheu, pereu, dalb, geamandură etc.
- **Amarare (în amenajări portuare)** = asigurarea staţionării unei nave prin legarea ei cu parâme de puncte fixe pe uscat sau pe apă
- **Analiza seismică** = evaluarea răspunsului (seismic) al structurilor sau terenului la acţiunea seismică, prin diverse metode de calcul şi modele idealizate ale structurilor/terenului
- **Antiseismic** = concept care defineşte totalitatea modalităţilor şi măsurilor luate (în proiectare, execuţie, exploatare), pentru protecţia structurilor la acţiunea seismică – aceasta presupune obţinerea unei comportări favorabile a construcţiei sub acţiunea seismică, exprimată prin conservarea proprietăţilor structurale de rezistenţă, stabilitate şi deformabilitate
- **Bolard** = element de construcţie de formă specială, cu o protuberanţă la partea superioară şi ancorat în coronamentul zidurilor de cheu maritime, servind pentru prinderea parâmelor de amarare a navelor acostate

- **Clasă de importanţă la acţiunea seismică** = categorisire a construcţiilor din punct de vedere al riscului şi daunelor materiale sau umane ce pot rezulta în urma unui seism
- **Cutremur de pământ (seism)** = fenomen natural (uneori şi artificial) generat de surse tranzitorii, care se manifestă prin unde elastice ce se propagă prin medii caracterizate geologic
- **Coeficient (*Ks*) seismic** = raportul dintre acceleraţia maximă a mişcării seismice a terenului (considerată cu o perioadă medie de revenire de cca. 50 de ani), corespunzătoare zonei seismice de calcul şi acceleraţia gravitaţiei
- **Construcţie de acostare (Zid de cheu)** = construcţie masivă din piatră, beton sau beton armat sau din palplanşe ancorate, cu parament vertical spre un acvatoriu portuar, mărginind un cheu portuar şi având următoarele funcţiuni :
  - oferă front de sprijin şi posibilităţi de acostare şi amarare a navelor;
  - asigură legătura între navele acostate şi platforma portuară;
  - sprijină umpluturile de pământ din care este alcătuită platforma portuară.
- **Forţa seismică echivalentă** = reprezentarea efectelor seismice asociate maselor structurale în oscilaţie; se obţin prin multiplicarea încărcărilor gravitaţionale cu un coeficient seismic de calcul, propriu amplasamentului
- **Împingerea seismică activă** = împingerea activă exercitată de masivul de umplutură asupra unui sistem de sprijin, în timpul seismului

- Lichefiere = fenomen în urma căruia un depozit granular necoeziv şi saturat se transformă în stare fluidă datorită creşterii presiunii apei din pori

- Masa adiţională = masa unei părţi dintr-un masiv de pământ sau masa apei care se consideră incluse în masa proprie a structurii, deci, implicit, în valoarea forţelor de inerţie ale structurii în calculul dinamic, dezvoltate ca urmare a oscilaţiilor seismice

- Mişcare seismică = propagarea energiei cinetice eliberată brusc de focar către suprafaţa pământului, prin intervediul undelor radiale (unde seismice) caracterizate la nivelul amplasamentului construcţiilor prin acceleraţie şi frecvenţă

- Presiunea hidrodinamică = reprezentarea efectelor hidrodinamice asupra structurii, provocate în timpul cutremurului de mediul acvatic

- Răspunsul terenului = caracterizarea mişcării seismice (exprimată în deplasări, viteze sau acceleraţii), într-un punct situat la suprafaţa liberă a terenului, prin înregistrări instrumentale

- Răspuns dinamic = mărimea oricărui efect mecanic, variabil în timp, caracteristic sistemului dinamic, în urma aplicării unei acţiuni exterioare. Răspunsul dinamic se poate exprima în mărimi cinematice fundamentale (deplasări, viteze şi acceleraţii) sau prin alte mărimi derivate (forţa generatoare, energii, eforturi secţionale, eforturi unitare şi deformaţii)

- Seismic = termen caracteristic undelor elastice, naturale sau artificiale, care se propagă prin mediul geologic de la sursă până în orice punct de la suprafaţa liberă

- Seismicitate = caracteristică seismică certă sau probabilă a unei anumite zone superficiale

- Spectru = caracterizarea acţiunii sau răspunsului în funcţie de conţinutul de frecvenţă al unei surse perturbatoare

- Spectru de răspuns = reprezentarea grafică a valorilor maxime ale răspunsului (exprimat în deplasări relative, viteze relative sau acceleraţii absolute), corespunzătoare unui set de sisteme cu un singur grad de libertate dinamică (1 GLD) supus unei acceleraţii seismice, în funcţie de perioada (sau frecvenţa) proprie neamortizată

ANEXA 8.

Bibliografie

1. * * * — EUROCODE 1 - Bazele proiectării şi acţiunile asupra structurilor

2. D. Lungu, F. Mazzolani, S. Savidis, — EUROCODE 8 – Calculul structurilor în zone seismice. Exemple de calcul, Bucureşti

3. I. Manoliu, A. Marcu — EUROCODE 7 – Calculul fundaţiilor şi inginerie geotehnică. Exemple de calcul, Bucureşti, 1997

4. INTERNATIONAL NAVIGATION ASSOCIATION — Ghid pentru proiectarea antiseismică a structurilor portuare, Bruxell, 2001

5. DIRECCION GENERAL DE PUERTOS Y COSTAS — ROM 0.2 – 90 Acţiuni în proiectarea lucrărilor portuare maritime, Madrid, 1990

6. R. Prişcu, A. Popovici, D. Stematiu. L. Ilie, C. Stere — Ingineria Seismică a Construcţiilor Hidrotehnice. Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1980

7. R. Prişcu, A. Popovici, D. Stematiu. L. Ilie, C. Stere — Ingineria Seismică a Marilor Baraje. Editura Academiei, Bucureşti, 1980

8. M. Ifrim — Dinamica Structurilor şi Inginerie Seismică. Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1984

9. SNIP II – 7-81 — Normativ pentru calculul construcţiilor amplasate în zone seismice, Moscova, 1981

10. ISPH Bucureşti — Normativ Departamental pentru Clasificarea, Gruparea şi Evacuarea Acţiunilor pentru Construcţiile Hidrotehnice – Indicativ PE 729-93, Bucureşti, decembrie 1993

11. Seco e PINTO, P.S. — Comentarii asupra aspectelor geotehnice din EUROCODE 8. A 14-a Conferinţă a Tinerilor Ingineri Geotehnicieni

12. MLPAT — P 100-92 – Normativ pentru proiectarea antiseismică a construcţiilor de locuinţe social-culturale, agrozootehnice şi industriale

13. MLPAT — GP 014 – 1997 – Ghid de proiectare. Calculul terenului de fundare la acţiuni seismice în cazul fundării directe

14. * * * — STAS 9165-72 – Principii generale de proiectare pentru construcţii din regiuni seismice

15. * * * — STAS 10101/0A - 77 – Acţiuni în construcţii. Clasificarea şi gruparea acţiunilor pentru construcţii civile şi industriale

16. UTCB — Normativ pentru proiectarea antiseismică a zidurilor de sprijin şi terasamentelor pentru căi de comunicaţie – Redactarea 2

17.	UTCB	Normativ de proiectare, execuţie şi evaluarea siguranţei. Siguranţa la acţiuni seismice a lucrărilor hidrotehnice din frontul barat. Redactarea III
18.	MLPAT	C 239-92 – Îndrumător tehnic provizoriu pentru calculul terenului de fundare, al presiunii pământului pe lucrări de susţinere şi al stabilităţii
19.	Legea nr. 10/1995	Lege privind calitatea în construcţii
20.	Directiva 89/106/EEC	Materiale de construcţii