

S.C. HECON – S.R.L.

**EXPERTIZĂ TEHNICĂ A₆, D₄, B₄
privind**

**TERMINAL DE CEREALE LA DANA 80 DIN PORTUL
CONSTANȚA. SPORIREA CAPACITĂȚII DE
DEPOZITARE PRIN REALIZAREA A 5 (CINCI) CELULE
PENTRU CEREALE ÎN CAPĂȚUL DE EST AL
DEPOZITULUI**

INFLUENȚA ASUPRA CHEULUI EXISTENT

BENEFICIAR: SC COMVEX SA

EXPERT TEHNIC A₆, D₄, B₄ atestat MDLPA:

Prof.univ.dr.ing. ROMEO CIORTAN
Membru Corespondent al Academiei de
Științe Tehnice din România



– București, Februarie 2025 –

S.C. HECON – S.R.L.

EXPERTIZĂ TEHNICĂ A₆, D₄, B₄

privind

**TERMINAL DE CEREALE LA DANA 80 DIN PORTUL CONSTANȚA.
SPORIREA CAPACITĂȚII DE DEPOZITARE PRIN REALIZAREA A 5
(CINCI) CELULE PENTRU CEREALE ÎN CAPĂTUL DE EST AL
DEPOZITULUI**

INFLUENȚA ASUPRA CHEULUI EXISTENT

FOAIE DE SEMNĂTURI

Elaborator

Prof.univ.dr.ing. Romeo Ciortan _____
Membru Corespondent al Academiei de
Științe Tehnice din România



– Februarie 2025 –

MINISTERUL DEZVOLTĂRII, LUCRĂRILOR PUBLICE ȘI ADMINISTRAȚIEI

Dl. CIORTAN ROMEO

Cod numeric personal: 1410401400044

Profesia: ING. CONSTRUCTOR

**ATESTAT
EXPERT TEHNIC**

În domeniile: construcții de porturi și platforme marine (A6; B4; D4); construcții și amenajări hidrotehnice (A7; B5; D5)
Pentru cerințele: rezistență și stabilitate la solicitări statice; dinamice, inclusiv la cele seismice (A6; A7); siguranță în exploatare (B4; B5); sănătatea oamenilor și protecția mediului (D4; D5)



Data emiterii: 07.05.1993

Valabilită de la:
08.05.2023

Până la:
08.05.2028

Semnătura titularului

Prezenta legitimație este valabilă însoțită de certificatul de atestare
expert tehnic/verificator de proiecte

Seria CA_E Nr. E 318/07.05.1993

**MINISTERUL DEZVOLTĂRII, LUCRĂRILOR
PUBLICE ȘI ADMINISTRAȚIEI**

LEGITIMAȚIE

Seria CA_E Nr. E 318/07.05.1993

EXPERTIZĂ TEHNICĂ

La cerința A₆, D₄, B₄

privind

**„TERMINAL DE CEREALE LA DANA 80 DIN PORTUL CONSTANȚA. SPORIREA
CAPACITĂȚII DE DEPOZITARE PRIN REALIZAREA A 5 (CINCI) CELULE
PENTRU CEREALE ÎN CAPĂȚUL DE EST AL DEPOZITULUI
INFLUENȚA ASUPRA CHEULUI EXISTENT”**

Cuprins

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1 | GENERALITĂȚI. SCOPUL EXPERTIZEI..... | 4 |
| 2 | AMPLASAMNET | 6 |
| 3 | ALCĂȚUIREA CONSTRUCTIVĂ | 8 |
| 4 | CONDIȚII NATURALE | 8 |
| 4.1 | Topografia..... | 8 |
| 4.2 | Geotehnice | 8 |
| 4.3 | Seismice | 10 |
| 4.4 | Hidraulice..... | 10 |
| 5 | FRONTUL DE ACOSTARE..... | 10 |
| 5.1 | Situația actuală | 10 |
| 6 | CERINȚE TEHNICE..... | 12 |
| 7 | EFECTUL ZIDULUI DE CHEU A SUPRASARCINI ADUSĂ DE CELULELE DE ÎNSILOZARE | 12 |
| 8 | ELEMENTE SPECIFICE | 13 |
| 9 | SOLUȚII CARE POT FI ADOPTATE PENTRU CA ZIDUL DE CHEU SĂ NU FIE SOLICITAT MAI MULT DECÂT PREVĂD CALCULELE DE DIMENSIONARE ELABORATE INIȚIAL | 14 |
| 10 | CONCLUZII..... | 16 |
| 11 | BIBLIOGRAFIE..... | 17 |

EXPERTIZĂ TEHNICĂ

La cerința A₆, D₄, B₄

privind

**„TERMINAL DE CEREALE LA DANA 80 DIN PORTUL CONSTANȚA. SPORIREA
CAPACITĂȚII DE DEPOZITARE PRIN REALIZAREA A 5 (CINCI) CELULE
PENTRU CEREALE ÎN CAPĂTUL DE EST AL DEPOZITULUI
INFLUENȚA ASUPRA CHEULUI EXISTENT”**



1 GENERALITĂȚI. SCOPUL EXPERTIZEI

În portul Constanța (fig.1) își desfășoară activitatea mai multi operatori portuari. O parte dintre aceștia dețin terminale de cereale, iar unul dintre ei este dintre aceștia este și SC COMVEX SA.

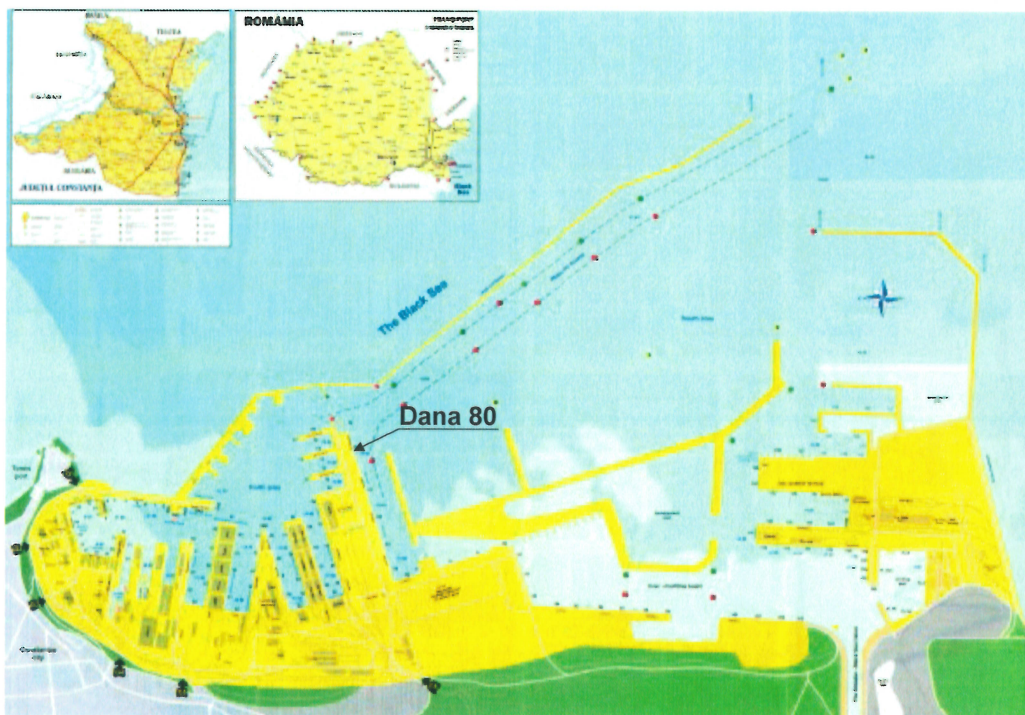


Figura 1 – Port Constanța

Depozitul actual al Terminalului Comvex are capacitatea teoretică de depozitare simultană de cca. 200.000 t și se compune din 12 celule cu capacitatea maximă de depozitare de 10.000 t fiecare deci 120.000 t, 6 celule de 11.000 t fiecare

cu capacitatea totală de 66.000 t și 6 celule cu capacitatea maximă de depozitare de 2.250 t fiecare deci în total de 13.500 t și 5 celule mici cu fund conic.

Terminalul de cereale a fost dat în exploatare în 30.04.2020.

Pentru a răspunde nevoilor actuale și a sprijini implementarea de către Portul Constanța a măsurilor de acțiune prezentate de Comisia Europeană, SC COMVEX SA a indentificat oportunitatea creșterii capacității de depozitare și gestionării mai eficiente a fluxului de cereale (fig.2).



Figura 2 – Portul Constanța Nord

Astfel, în prezent, pe fondul general al creșterii traficului de cereale prin portul Constanța, a apărut necesitatea măririi capacității de depozitare a Terminalului.

SC COMVEX SA, va construi la dana 80 (fig.3) încă 5 celule de depozitare, cu capacitatea totală de cca. 28.000 t.

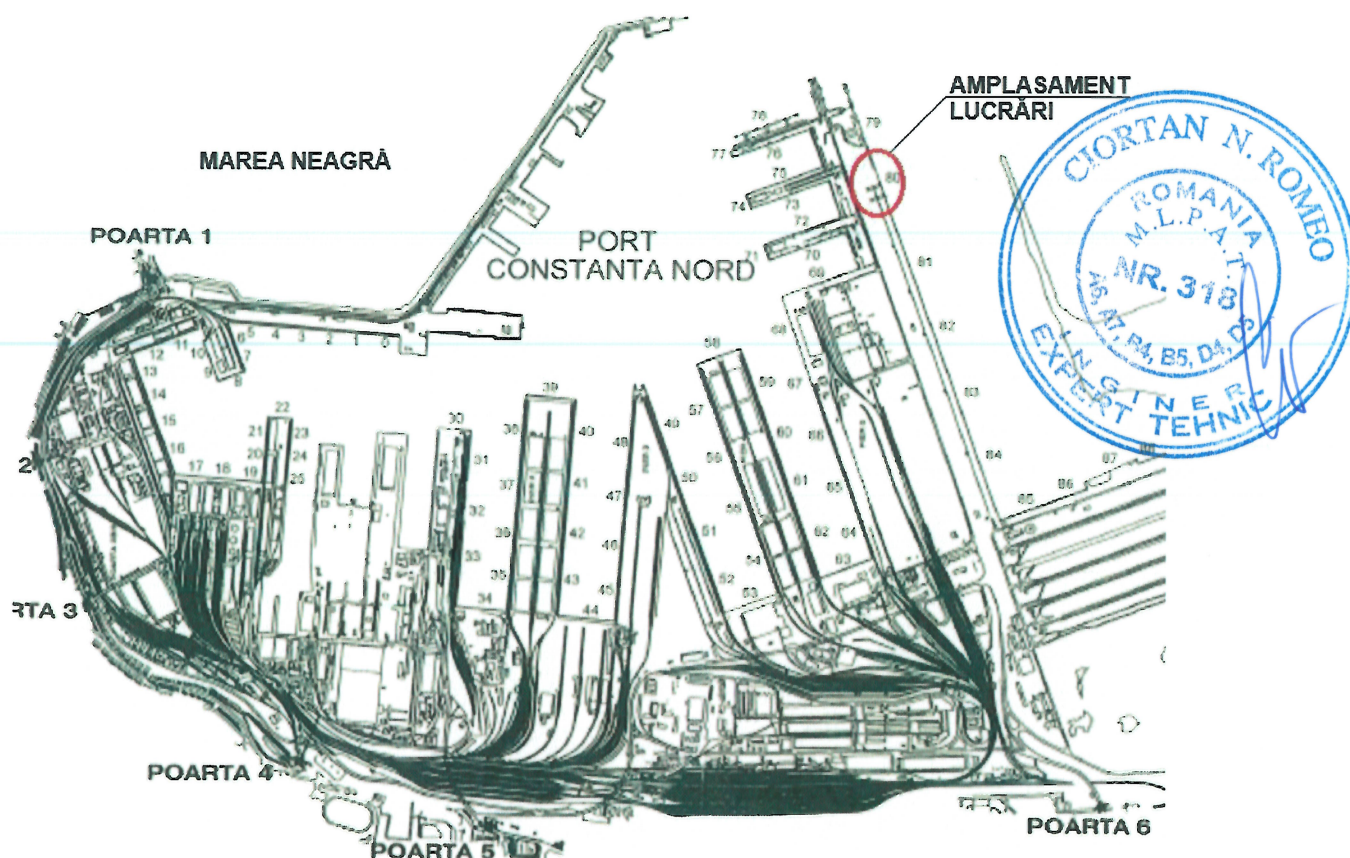


Figura 3 – Amplasamentul lucrărilor

Scopul Expertizei este acela de a analiza lucrările prevăzute a se realiza pe această platformă și influența acestora asupra cheului existent care limitează spre apă platforma portuară care nu trebuie suprasolicitat față de situația actuală. În acest mod vor fi stabilite soluțiile necesare pentru fundarea silozurilor prin care să se asigure rezistența și stabilitatea acestui cheu conform prevederilor normelor tehnice.

2 AMPLASAMNET

Investigația se va realiza în portul Constanța Nord pe platforma din spatele danei 80, unde își desfășoară activitatea operatorul SC COMVEX SA (fig.3).

Teritoriul pe care se vor realiza lucrările este închiriat către SC COMVEX SA pentru exploatare, de la Administrația Portului respectiv CN-APM-SA CONSTANȚA.

SC COMVEX SA a analizat diverse posibilități de realizare a unor noi capacități de depozitare a cerealelor și în final propunându-se soluția care prevede realizarea a 5 celule, în zona danei 80 (2 cu capacitatea de 5.900 t și 3 cu 5.400 t).

Spațiul propus pe care se pot amplasa celulele de depozitare se află pe platforma situată la Sud de Stația de Tratare a apelor uzate și cea care se află între capătul de Est al depozitului de celule de însilozare și latura de Vest a Stației de Epurare Ape Uzate (fig.4).

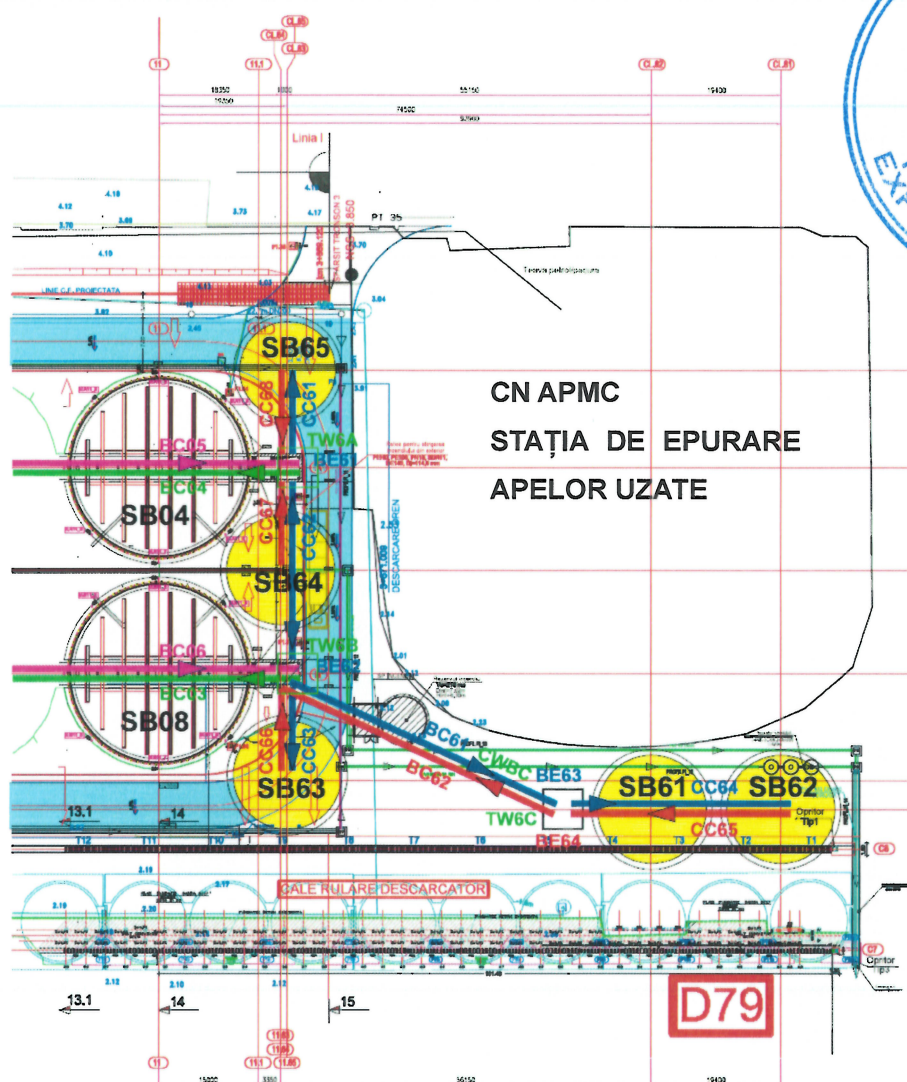


Figura 4 – Amplasarea celulelor de însilozare SB61-65

Pe această platformă se vor amplasa 5 (cinci) celule cilindrice de însilozare cu o capacitate de depozitare totală de 28.000 t (2 celule de 5.900 t și 3 celule de 5.400 t) astfel:

- 2 celule de 5.900 t la Sud de incinta Stației de Tratare aparținând CN-APM-SA în spatele danei 80;
- 3 celule de 5.400 t fiecare pe spațiul dintre capătul de Est al depozitului de cereale existent și latura de Vest a Stației de Tratare.

3 ALCĂTUIREA CONSTRUCTIVĂ

Din punct de vedere constructiv diametrul radierului unei celule va fi de cca. 17,0 m și va fi prevăzut deasupra nivelului platformei portuare. Piloții de fundare vor avea capul înglobat în acest radier.

Celulele de însilozare în număr de 5 sunt dispuse astfel:

- 2 celule (SB 61, SB 62) vor fi realizate imediat în spatele zidului de cheu începând de la cca. 2,0 m față de cheu.
- 1 celulă (SB 63) se va afla la cca. 6,0 m față de cheu.
- 2 celule (SB 64, SB 65) sunt amplasate la distanța de cca. 38 m și respectiv 68m față de cheu.

4 CONDIȚII NATURALE

4.1 Topografia

Terenul este un teritoriu câștigat asupra Mării Negre prin umpluturi realizate cu materiale coezive, peste terenul natural care reprezintă fundul mării. În prezent, suprafața terenului în amplasament este relativ plană.

Cota coronamentului cheului este de cca. +2,25 m față de nivelul zero Marea Neagră.

4.2 Geotehnice

Pe teritoriul portuar pe care sunt amplasate lucrările s-a realizat un studiu geotehnic în cadrul căruia au fost efectuate observații directe pe teren, foraje geotehnice și determinări de laborator necesare identificării valorilor parametrilor geomecanici caracteristici straturilor de pământuri traversate (fig.5).





Figura 5 – Plan poziționare investigați de teren

Conform datelor obținute din forajele executate, terenul care a fost obținut prin umpluturi, este neomogen, alcătuit din materiale coezive (argilă, argilă prăfoasă, argilă nisipoasă, praf argilos), materiale slab coezive (nisip argilos, nisip prăfos, praf nisipos argilos), materiale necoezive (nisip fin-mare cu pietriș dintr-o succesiune de strate necoezive (nisip fin cu resturi cochilifere), strate coezive (argilă, argilă grasă gălbuie, plastic vâtoasă la plastic tare) (fig.6).

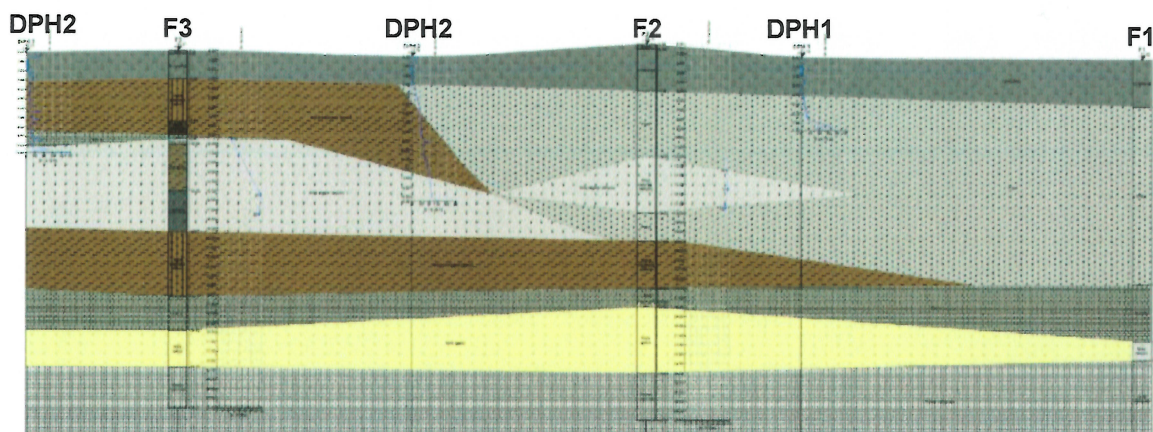


Figura 6 – Secțiunea geologico-tehnică prin forajele F1, F2, F3

În spatele cheului, pe o fâșie de 7,5 m, umpluturile au fost realizate cu piatră brută și piatră nesortată alcătuind „prismul descărcător al cheului”. Terenul natural (fundul mării) înainte de realizarea umpluturilor se află la o cotă de cca. 14,0 m sub

nivelul apei mării. În zona construcției de acostare au fost realizate dragaje inclusiv pentru patul de anrocament pentru obținerea adâncimii necesare de -19,0 m.

În zona prismului descărcător unde au fost executate lucrări de dragaj, nivelul terenului natural în dreptul patului de fundare se află la cota de -21,0 m și racordându-se cu terenul natural cu o pantă de 1:6 (H:L).

Două dintre celule propuse (SB 61 și SB 62) se vor realiza pe ampriza prismului descărcător. Celulele SB 64 și SB 65 sunt amplasate în zona de umplutură, iar celula SB 63 va fi realizată parțial pe umplutura și parțial pe prismul descărcător.

4.3 Seismice

Conform normativului P100/1-2013 valoarea de vârf a accelerației terenului pentru proiectare este $a_g=0,20$ g pentru cutremure având intervalul mediu de recurență $IMR=225$ ani și 20% probabilitate de depășire. Valoarea perioadei de control (colț) T_c a spectrului de răspuns este 0,7 s.

Conform SR 11100/1-93, din punctul de vedere al macrozonării seismice, zona se încadrează în gradul 7₁ pe scara MSK.

4.4 Hidraulice

Nivelul este în direct legătură cu nivelul apei din bazinul portuar care poate avea variații medii de $\pm 0,50$ m în funcție de direcția de acțiune a vântului.

5 FRONTUL DE ACOSTARE

5.1 Situația actuală

Cheul este de tip gravitațional, fiind alcătuit din masive gigante fundate la cota de -19,0 mMN.

Masivele gigante din beton armat sunt structuri alcătuite din celule de mare dimensiune (12,50 x 37,50 x 20,0) cu perete având grosimea de 35 cm, înălțimea lor fiind de cca. 19,5 m (fig.7 și fig.8).



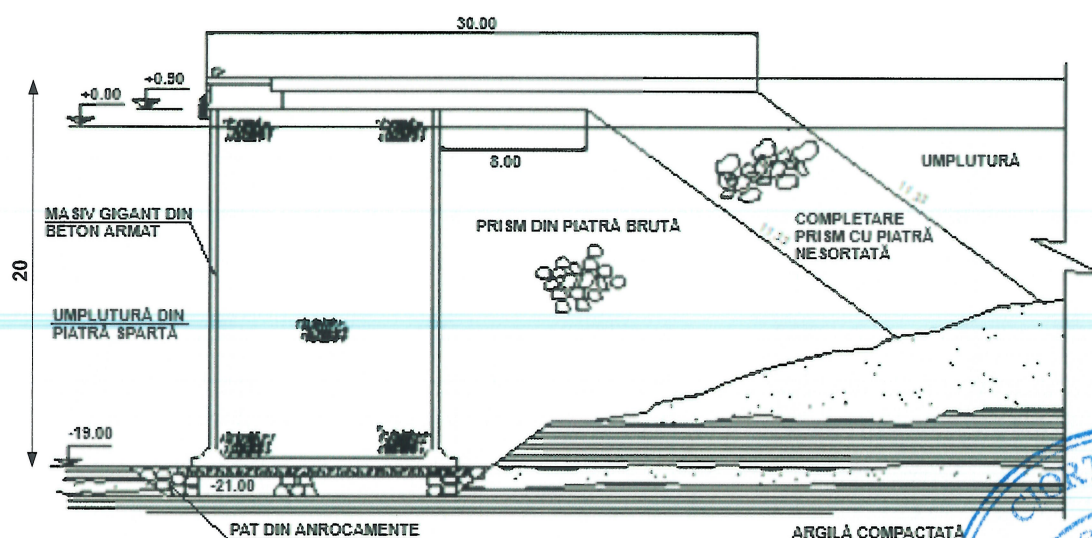


Figura 7 – Cheu tip masiv gigant. Secțiune transversală

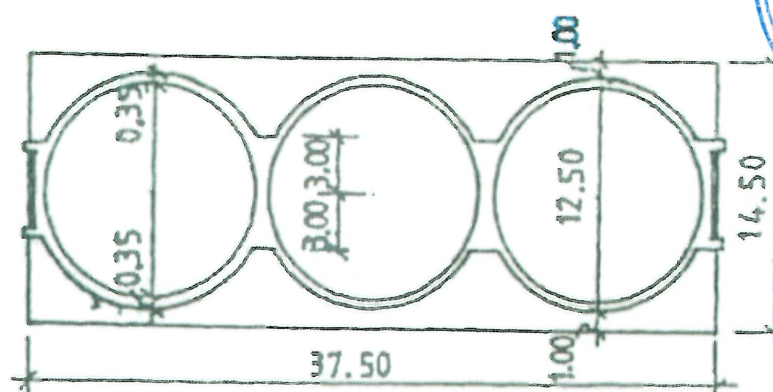


Figura 8 – Masiv gigant. Vedere în plan

Realizarea cheului în această soluție a parcurs următoarele faze:

- construirea pe o cală de lansare a părții inferioare ($h=5,0$ m) a chesonului, pe un sistem de cărucioare. Pereții chesoanelor s-au turnat cu cofraje glisante;
- transferul după întărire, a chesonului pe căruciorul transportor al calei și lansarea la apă unde aceasta intră în plutire;
- transportul chesonului cu ajutorul remorcherelor la un cheu amenajat pentru betonarea în continuare în plutire, până la înălțimea finală;
- transportul chesonului cu ajutorul remorcherelor în amplasamentul cheului și lestarea lui cu apă pentru poziționare și apoi cu piatră spartă.

Pentru reducerea împingerii asupra zidului de cheu pe care o produce umplutura teritoriului portuar, s-a prevăzut un prism descărcător din anrocamente și

apoi o umplutură din piatră nesortată cu lățimea de cca. 8,0 m la cota +1,0 m și respectiv 10,0 m.

6 CERINȚE TEHNICE

Pentru siguranța lucrărilor trebuie ca împingerea prismului de anrocamente asupra construcției de acostare să fie menținută conform valorilor prevăzute la dimensionarea lucrării.

Schema de calcul a prevăzut următoarele sarcini de exploatare dispuse pe platforma portuară:

- 20 kN/m² pe primii 2,0 m, până în șina de rulare de la apă;
- 40 kN/m² pe următorii 12,0 m;
- 100 kN/m² pe restul suprafeței platformei.



Această situație trebuie menținută pentru a fi asigurată stabilitatea și rezistența construcției de acostare precum și cerințele de exploatare prevăzute.

7 EFECTUL ZIDULUI DE CHEU A SUPRASARCINI ADUSĂ DE CELULELE DE ÎNSILOZARE

Silozurile pentru cereale conduc însă la o sarcină medie pe bază de 200 kN/m² (60 000 kN/300 m²) depășind cu mult sarcina admisibilă de 40 kN/m² sau 100 kN/m².

Din analiza comportării globale a cheului, a rezultat că nu este asigurată stabilitatea la alunecare și răsturnare, generată de presiunea (împingerea) orizontală a prismului din piatră brută din spatele zidului de cheu.

Pentru ca zidul de cheu să fie cât mai puțin solicitat s-a impus astfel fundarea indirectă a celulei de însilozare prin piloți lungi care să asigure transferul sarcinii verticale în adâncime iar tasarea acestora să fie cât mai redusă. Se are în vedere faptul că se produc sarcini verticale prin frecarea dintre umplutura și piloți ceea ce conduce la sarcini orizontale de împingerea asupra zidului de cheu. În cazul de față aceste sarcini depășesc capacitatea portantă și rezistența zidului de cheu. Pentru siguranța cheului trebuie adoptată soluții constructive adecvate, respectiv care să conducă la o împingere admisibilă, deci implicit cu tasări cât mai reduse.

În acest sens, la baza celei de însilozare se va prevedea un radier fundat pe piloți cu lungimea de min. 25,0 m pentru a depăși nivelul de fundare al construcției de acostare și a pătrunde într-un strat de natură calcaroasă cu capacitatea portantă ridicată care va fi consolidat prin injectare (fig.9).

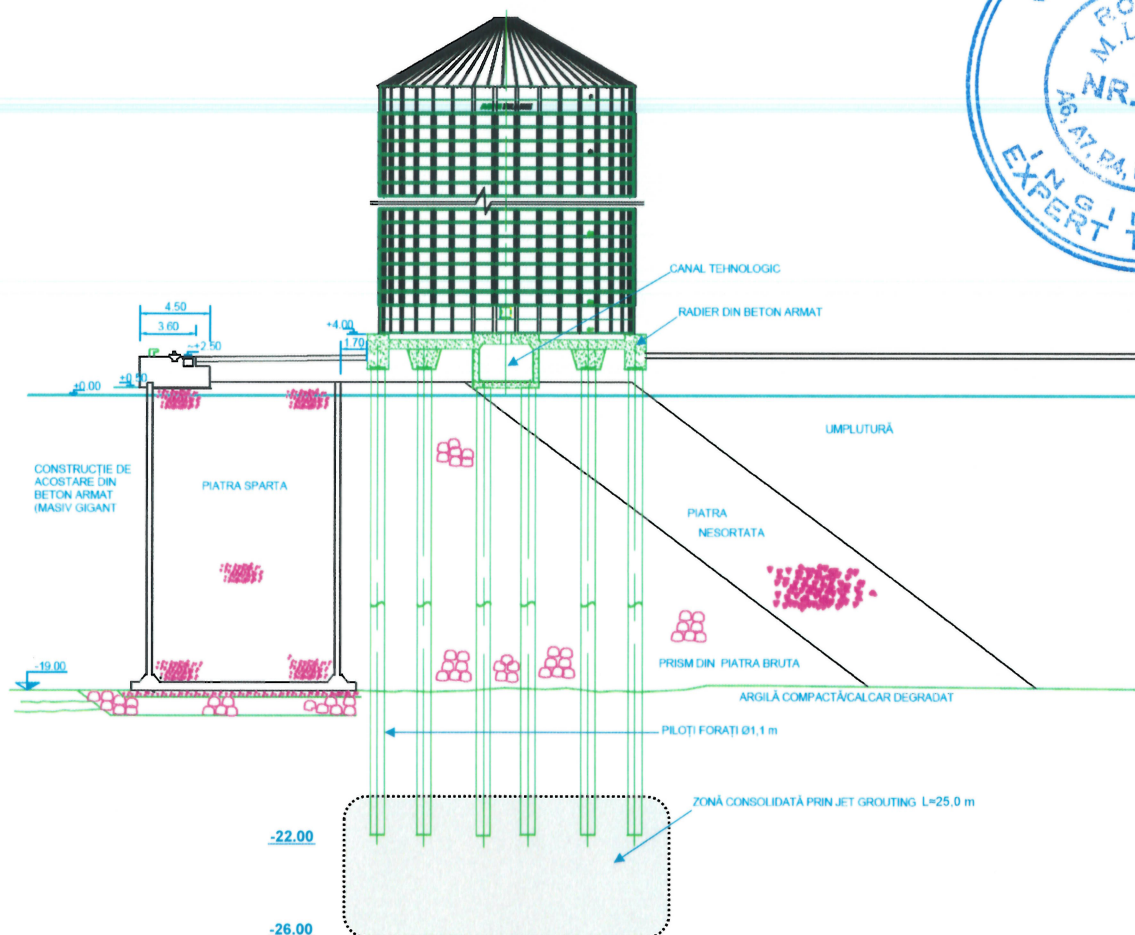


Figura 9 – Soluția de fundare a celei de însilozare SB61-62

8 ELEMENTE SPECIFICE

Cerința de bază pentru dimensionarea infrastructurii unor celule de însilozare este aceea ca influența acestor asupra cheului trebuie să fie cât mai redusă, la nivelul maxim al solicitărilor prevăzute în Proiectul inițial al acestui zid de cheu. În acest scop se recomandă următoarele:

- distribuția piloților să fie făcută astfel pentru a obține o încărcare cât mai uniformă a acestora;

- optimizarea alegerii diametrului piloților și distribuției acestora ținând seama de încărcare și efectul asupra zidului de cheu, prin „efectul de siloz”;
- stabilirea soluției tehnice pentru determinarea efectului asupra zidului de cheu privind în principal mărimea sarcinilor orizontale produse de cele verticale, ca urmare a frecării pe conturul piloților și care trebuie să fie cât mai redus;
- stabilirea soluției pentru ca piloții să fie „purători pe vârf” astfel ca sarcina verticală să fie preluată în cea mai mare parte, pe bază cu tasări reduse iar cea din frecare laterală pe înălțimea cheului să fie neglijabilă;
- determinarea caracteristicilor terenului până la cca. 40,0 m adâncime prin foraje geotehnice;
- efectuarea în amplasament a unor poligoane de probă prin care să fie pusă în evidență mărimea și variația pe verticală a forțelor de frecare pe pilot și pe bază precum și deplasările în funcție de sarcina aplicată, precum și comportarea acestuia la forțe orizontale.



Pe baza acestor date se poate dimensiona infrastructura celulei de însilozare astfel încât zidul de cheu să nu fie afectat negativ.

9 SOLUȚII CARE POT FI ADOPTATE PENTRU CA ZIDUL DE CHEU SĂ NU FIE SOLICITAT MAI MULT DECÂT PREVĂD CALCULELE DE DIMENSIONARE ELABORATE ÎN ÎNȚĂL

Așa cum s-a prevăzut mai sus, pe platforma portuară a danei 80 se vor executa cinci celule de însilozare. Din acestea, celulele SB63, SB64 și SB65 se află suficient de departe de dana portuară la min. cca. 6,50 m față de extradadosul cheului. Astfel, aceste celule nu influențează structura cheului danei.

Suprasarcinile care se manifestă pe platforma portuară adiacentă zidului de cheu din cauza poziției celulelor de însilozare SB61 și 62, conduc la solicitări care depășesc rezistența globală și structurală a cheului. De aceea se prevede fundarea celulelor de însilozare pe piloți care să transmită sarcinile terenului în adâncime iar zidul de cheu să nu fie practic solicitat de aceste suprasarcini.

Sarcina orizontală transmisă cheului de către piloți depinde de mărimea sarcinii verticale care revine unui pilot și care prin frecare este transferată terenului adiacent implicit construcției de acostare, în funcție de mărimea tasării pilotului și caracteristicile

geotehnice ale terenului. Pentru ca această sarcină orizontală să fie cât mai mică este necesar ca tasarea să aibe o valoare foarte redusă. Pentru aceasta, piloții trebuie să fie purtători pe vârf adică majoritatea sarcinii să fie transmisă bazei unde se întâlnește un teren cu capacitatea portantă ridicată. Pentru siguranță, se va prevedea consolidarea acestui teren de la baza piloților prin injectare, cu o suspensie pe bază de ciment.

Pentru verificare vor fi realizate teste de capacitate portantă a piloților prin care se va pune în evidență mărimea și evoluția tasării în funcție de durata de menținere a sarcinii aplicate.

Se va ține seama de faptul că solicitarea piloților va fi ciclică, după cum se efectuează încărcarea-golirea unei celule. Se poate considera că anual, în medie, vor avea loc 12 cicluri care vor afecta capacitatea portantă a piloților, micșorând-o în consecință, menținând o tasare maximă admisibilă.

Pentru lucrări similare în zonă a rezultat că această reducere a capacității portante a unui pilot supus încărcării ciclice este de cca. 20%, injectat fiind pe toată grosimea terenului.

Având în vedere cele de mai sus se recomandă ca diametrul unui pilot să fie de 1,20 m, iar lungimea de min. 25,0 m.

Injectarea de consolidare se poate face prin tuburi cu manșeta adoptând tehnologia de „jos în sus” care în cazul de față poate fi aplicată cu avantaje economice față de tehnologia de „sus în jos”.

De asemenea poate fi aplicată o soluție de „jet grouting” care se realizează în trei sau patru poziții pe perimetrul pilotului și asigură injectarea în masă a terenului pe un diametru de cca. 1,0 m al fiecărui foraj. Prin această tehnologie terenul de sub baza pilotului este consolidat pe o înălțime de cca. 4,0 m realizând o suprafață teoretică consolidată de cca. 3,5 m². Prin această soluție se reduce presiunea care se transmite terenului de cca. 3,3 ori. Aceasta conduce la o tasare foarte redusă a pilotului și se poate afirma astfel că pilotul va fi de tip „purtător pe vârf”, întrucât efectul de frecare laterală este diminuat considerabil.

Piloții vor pătrunde în terenul calcaros iar prin injectare va spori capacitatea portantă a acestuia micșorând tasarea. În această situație practic nu va fi mobilizată



frecarea laterală în jurul piloților și în consecință sarcina orizontală care se transmite zonei alăturate deci asupra extradadosului din beton armat al zidului de cheu.

10 CONCLUZII

Fundarea celulelor de însilozare va fi făcută prin intermediul unor piloți forăți din beton armat.

Terenul de la baza piloților este de natură calcaroasă și prin injectare la silozurile SB61 și SB62 se va mări portanța acestuia care va avea astfel tasări foarte reduse sub sarcină.

Piloții vor prelua marea majoritate a sarcinii pe bază fiind astfel „piloți purtători pe vârf” și în consecință sarcina orizontală care se va transmite zonei alăturate deci asupra exteriorului zidului de cheu este practic nulă și nu va afecta construcția de acostare.

*

* *

În situația prevăzută, celulele de însilozare nu vor afecta construcția de acostare întrucât sarcina adusă de cerealele însilozate se va transmite la baza piloților care sunt „purtători pe vârf” și care se află sub nivelul construcției de acostare deci în afara limitelor zidului de cheu.

EXPERT TEHNIC A₆, D₄, B₄

Prof.univ.dr.ing. Romeo Ciortan
Membru Corespondent al Academiei de
Științe Tehnice din România



11 BIBLIOGRAFIE

- | | |
|---|---|
| 1. Beneficiar | Proiect în faza Certificat de Urbanism |
| 2. NP 077-02 | Normativ pentru proiectarea antiseismică a construcțiilor de acostare gravitaționale |
| 3. NP 078-02 | Normativ de proiectare privind protecția cheurilor la acostarea navelor |
| 4. P 100-1/2013 | Cod de proiectare seismică. Partea I. |
| 5. STAS 11208-90 | Lucrări portuare. Plan general. Prescripții de proiectare. |
| 6. Committe for Waterfront Structures (Germany) | Recommandations for Water front Structures, Harbours and Waterways, Ed. Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin, 2012 |
| 7. Puerte del Estado (Spain) | Projects de la configuration maritime de les puertos, canales de acces y areas de flotacion, ROM 3.1 99, Spania |
| 8. Ciortan R. | Porturi și amenajări portuare. Ed AGIR 2012, București |
| 9. Ciortan R. | Construcții hidrotehnice portuare. Ed. AGIR 2009, București |
| 10. SREN 1997-1-2006 | Eurocod 7: Proiectare geotehnică. Partea 1. Reguri generale. |
| 11. SREN 1997-1-2006-AN | Eurocod 7: Proiectare geotehnică. Partea 1. Reguri generale. Anexa națională. |
| 12. NP 123-2010 | Normativ privind proiectarea geotehnică a fundațiilor pe piloți |
| 13. SREN 1271-2022 | Execuția lucrărilor geotehnice speciale. Injectarea terenurilor. |
| 14. SREN 12716-2005 | Execuția lucrărilor geotehnice speciale. Injectarea cu presiune înaltă a terenurilor (Jet Grouting). |