

ORDINUL NR. 1060

din 29.07.2002

pentru aprobarea reglementării tehnice

" *Ghid pentru proiectarea platformelor portuare* ", indicativ GP 068-02

Având în vedere avizul Comitetului Tehnic de Coordonare Generală nr.5/31.10.2001,

În conformitate cu prevederile art. 38 alin. 2 din Legea nr. 10/1995 privind calitatea în construcții,

În temeiul prevederilor art. 2 pct. 45 și ale art. 4 alin. (3) din Hotărârea Guvernului nr. 3/2001 privind organizarea și funcționarea Ministerului Lucrărilor Publice, Transporturilor și Locuinței,

Ministrul Lucrărilor Publice, Transporturilor și Locuinței emite următorul

ORDIN

Art. 1 – Se aprobă reglementarea tehnică " *Ghid pentru proiectarea platformelor portuare* ", indicativ GP 068-02, elaborată de IPTANA SA și prevăzută în anexa care face parte integrantă din prezentul ordin.

Art. 2 – Prezentul ordin și reglementarea tehnică prevăzută la art. 1 se publică în Buletinul Construcțiilor.

Art. 3 – Direcția Generală Tehnică în Construcții va aduce la îndeplinire prevederile prezentului ordin.

MINISTRU,
MIRON TUDOR MITREA

**GHID PENTRU PROIECTAREA
PLATFORMELOR PORTUARE
INDICATIV GP – 068 - 02**

Elaborat de: SC – IPTANA – SA București

DIRECTOR GENERAL: Dr.ing. Cornel MARTÎNCU

DIRECTOR GENERAL ADJ.: Prof.dr.ing. Romeo CIORTAN

COLECTIV DE ELABORARE: Ing. Constantin Simescu

Ing. Constantin SPĂTARU

Ing. Aurel GĂLBINAȘU

Avizat de: DIRECȚIA GENERALĂ TEHNICĂ ÎN CONSTRUCȚII

DIRECTOR GENERAL: Ing. Ion STĂNESCU

Responsabil de lucrare MLPTL: Ing. Ion NICULESCU

CUPRINS

	Pag.
1. GENERALITĂȚI	181
1.1. Obiectul și domeniul de aplicare	181
1.2. Definirea platformelor portuare	182
2. ÎNCĂRCĂRI SPECIFICE PLATFORMELOR PORTUARE	182
3. SISTEME RUTIERE UTILIZATE PENTRU REALIZAREA PLATFORMELOR PORTUARE	189
3.1. Structura sistemelor nerigide	189
3.1.1. Imbrăcăminți	190
3.1.2. Straturi de bază	190
3.1.3. Straturi și substraturi de fundație	190
3.2. Structura sistemelor rigide	191
3.2.1. Imbrăcăminți	191
3.2.2. Straturi de bază	191
3.2.3. Straturi și substraturi de fundație	191
3.3. Criterii pentru alegerea sistemului rutier al platformelor portuare	192
4. DIMENSIONAREA SISTEMELOR RUTIERE PENTRU PLATFORMELE PORTUARE	193
4.1. Dimensionarea sistemelor rutiere pentru căile de circulație din afara zonelor de operare și pentru drumurile de acces	193
4.2. Dimensionarea sistemelor rutiere ale platformelor portuare noi din zonele de operare și de depozitare a mărfurilor	193
4.2.1. Principii de calcul	193
4.2.1.1. Dimensionarea după criteriul cedării terenului de fundare	196
4.2.1.2. Dimensionarea imbrăcăminților rigide după criteriul cedării betonului	196
4.2.2. Date necesare dimensionării	198

4.2.2.1. Traficul	198
4.2.2.2. Durata de exploatare	198
4.2.2.3. Caracteristicile încărcărilor	198
4.2.2.4. Capacitatea portantă a terenului de fundare	198
4.2.2.5. Straturi de bază ale platformei	199
4.2.2.6. Elementele prestabilite ale sistemului rutier al platformei	200
4.2.3. Procedeele de dimensionare a platformelor cu utilizarea graficelor	201
4.2.3.1. Dimensionarea platformelor noi	201
4.2.3.2. Consolidarea platformelor existente	210
4.3. Sporirea capacității portante a sistemului de fundare prin utilizarea geogrilelor	213
4.4. Comentarii asupra întocmirii graficelor	214
4.5. Grafice de calcul pentru determinarea grosimii stratului de bază a sistemului rutier al platformelor portuare	217
5. EXEMPLE DE CALCUL	268
6. CARACTERISTICILE MATERIALELOR CE SE UTILIZEAZĂ LA EXECUȚIA PLATFORMELOR PORTUARE	278
6.1. Pământuri pentru terasamente	278
6.2. Balast pentru straturi de fundație	284
6.3. Piatră spartă pentru stratul de fundație sau pentru stratul de bază	285
6.4. Mixturi asfaltice pentru imbrăcăminți	287
6.4.1. Tipuri de mixturi	287
6.4.2. Agregate pentru imbrăcăminți	288
6.4.3. Filer	288
6.4.4. Lianți	288
6.4.5. Controlul calității materialelor înainte de preparare	288
6.4.6. Compoziția mixturilor	290
6.4.7. Punerea în operă și controlul execuției	290

6.5. Îmbrăcămînți din pavele prefabricate de beton	291
6.6. Îmbrăcămînți din beton de ciment	292
6.7. Beton pentru stratul de bază	295
LEGI CE VOR FI RESPECTATE LA REALIZAREA PLATFORMELOR PORTUARE	296
LISTA STANDARDELOR SI NORMATIVELOR ROMÂNESTI, CE VOR FI RESPECTATE LA REALIZAREA PLATFORMELOR PORTUARE	297
BIBLIOGRAFIE	301

GHID PENTRU PROIECTAREA PLATFORMELOR PORTUARE

Indicativ: GP 068-02

1. GENERALITĂȚI

1.1. Obiectul și domeniul de aplicare

Prezentul ghid de proiectare oferă un procedeu relativ rapid de dimensionare a platformelor portuare, pe baza unui set de grafice elaborate de Asociația Porturilor Britanice și utilizate în prezent și în America și Japonia.

Principiile de calcul ale acestei metode se regăsesc și în alte standarde sau prescripții ale unor țări europene.

Platformele portuare la care se referă această reglementare se caracterizează prin solicitări mari provenite din circulația echipamentelor de manipulare și depozitarea mărfurilor, un caz tipic reprezentându-l platformele aferente terminalelor de containere.

Ghidul se referă la modul de dimensionare a sistemului rutier pentru platforme portuare noi pentru depozitarea mărfurilor grele sau pentru consolidarea unora existente și nu cuprinde detalii constructive privind: sistematizarea pe verticală, dispunerea rosturilor și alcătuirea lor conform SR 183-1, sisteme de drenaj a fundației etc. Aceste detalii vor tratate similar cu cele prevăzute pentru drumuri și platforme de circulație

Pentru dimensionare, capacitatea terenului de fundare este exprimată prin indicele californian de capacitate portantă – CBR. Determinarea pe teren a acestui indice, inclusiv în mod operativ în timpul execuției, se poate face conform Reglementării tehnice IM 003 – 1996.

Elaborat de:
INSTITUTUL DE PROIECTĂRI PENTRU
TRANSPORTURI AUTO, NAVALE ȘI AERIENE –
IPTANA SA București

Aprobat de:
MINISTRUL LUCRĂRILOR
PUBLICE, TRANSPORTURILOR
ȘI LOCUINȚEI cu Ordinul Nr.
1060 din 29.07.2002

1.2. Definirea platformelor portuare

În incinta unui port sunt amenajate suprafețe pe care mărfurile sunt depozitate temporar în aer liber, realizându-se așa numitele platforme portuare.

Această depozitare este necesară pe o anumită durată de timp dintre preluările cu diferitele mijloace de transport la joncțiunea în cadrul portului dintre mijloacele de transport naval și cele de uscat, ca urmare a neuniformităților ce apar în cadrul procesului de transport.

Aceste platforme sunt utilizate atât pentru depozitarea propriu-zisă, cât și pentru deplasarea echipamentelor de manipulare sau transport.

Destinația platformelor se va stabili pe considerente tehnologice, din care vor rezulta și solicitările de calcul, astfel:

- platforma adiacentă frontului de acostare în raza de acțiune a macaralei de manipulare, unde mărfurile sunt depozitate pe durată scurtă și sarcinile sunt mai reduse;
- platforme pentru depozitare de mai lungă durată a mărfurilor, mai îndepărtate de cheu și unde sunt admise sarcini mai mari;
- platforme pentru staționarea mijloacelor de transport și echipamentelor;
- zone destinate exclusiv circulației rutiere.

2. ÎNCĂRCĂRI SPECIFICE PLATFORMELOR PORTUARE

Încărcările pe platforme sunt definite ca încărcări utile, variabile ca mărime și în raport cu timpul, transmise de materialele depozitate și echipamentele care manipulează sau transportă marfa.

Valoarea de calcul a încărcărilor se va determina luând în considerare destinația platformei și următoarele elemente:

modul de depozitare al mărfii;

- natura mărfurilor depozitate (mărfuri generale ambalate sau în vrac, laminate, containere etc.);
- cantitatea maximă care poate fi manipulată;
- caracteristicile echipamentului de manipulare a mărfii și a mijloacelor de transport;
- modul de operare.

Încărcările pe platforme sunt încărcări verticale distribuite sau concentrate în funcție de natura mărfurilor și a modului de depozitare și ambalare a mărfii.

Pe suprafețele destinate depozitării mărfurilor în vrac sau atunci când modul de depozitare nu este cunoscut, încărcările pe aceste suprafețe vor fi apreciate drept încărcări distribuite; se vor avea în vedere și solicitările transmise de echipamentele de manipulare.

Pe suprafețele destinate depozitării mărfurilor ambalate care pot transmite încărcări concentrate mari, de exemplu containere, laminate și piese grele, sistemul rutier al acestor platforme se va dimensiona la încărcările concentrate care acționează asupra acestora prin elementele de rezemare a sarcinilor.

a) Încărcări distribuite

Încărcările considerate ca sarcini distribuite pe platforme, vor fi egale cu greutatea maximă pe unitatea de suprafață, pe care o au mărfurile depozitate în condițiile de depozitare proiectate.

În cazul în care pentru manipulare a mărfurilor în vrac se prevăd macarale, poduri descărcătoare sau alte echipamente care limitează suprafețele de depozitare și forma depozitului la razele de acțiune ale acestora, se va lua în considerare variația încărcărilor distribuite (trapezoidală, triunghiulară, piramidală sau conică).

În absența informațiilor detaliate privind stocarea, depozitarea materialelor/ mărfurilor, caracterul depozitului, tipul și modul de operare al echipamentelor de manipulare și depozitare, la elaborarea studiilor

sau când datele sunt incerte, se vor lua ca încărcări minime cele menționate în tabelul 2.1.

TABEL 2.1

ÎNCĂRCĂRI MINIME DE CALCUL PE PLATFORME

FELUL MĂRFII	Zona de operare (KN/mp)	Zona de depozitare (KN/mp)
Mărfuri generale și containere	30	60
Mărfuri în vrac	50	100
Mărfuri ușoare pasageri	15	15

b) Încărcări concentrate

Încărcările concentrate pot proveni din:

- piesele de rezervă ale containerelor;
- piesele de rezervă a stivelor de mărfuri;
- roțile mijloacelor de manipulare;
- calajele mijloacelor de manipulare.

În lipsa altor date, pentru calculele de dimensionare a platformelor, se vor utiliza încărcările concentrate minime din tabelul 2.2.

TABEL 2.2

ÎNCĂRCĂRI MINIME CONCENTRATE PE PLATFORME

Destinația platformei	Zona de operare (KN)	Zona de depozitare (KN)	Suprafața de rezervă (m ²)
Comercială:			
- mărfuri generale și containere	40	70	0,30 x 0,30
- mărfuri generale grele	90	120	0,80 x 0,80
Industrială:			
- șantieri navale și reparații	90	120	0,80 x 0,80

Încărcările de depozitare pot fi mărite și datorită efectelor dinamice produse de apariția unor solicitări de impact, care poate apare în timpul manipularii și poziționării mărfurilor pe platformă.

Impactul datorat lovirii, căderii sau poziționării mărfurilor pe platformă, va fi luată în calcul ca o încărcare punctuală suplimentară, egală cu greutatea maximă pe care o poate manipula echipamentul, dar nu mai mult de 10 t.

Aceste încărcări sunt considerate încărcări accidentale care pot produce degradări locale platformelor.

b.1) Încărcări concentrate date de containere

Containerele, izolate sau depozitate în linie sau blocuri, transmit încărcările pe platformă prin patru piese de rezervă având dimensiunile de 162 x 178 mm.

În funcție de numărul de containere pe verticală și de modul de aranjare a stivelor, în tabelul 2.3 sunt precizate încărcările și presiunea de contact pe platformă. Greutatea totală a containerelor se va reduce în funcție de numărul nivelelor de depozitare.

Greutatea brută a unui container de 20' este de 200 kN și a celui de 40' este de 320 kN.

TABEL 2.3

ÎNCĂRCĂRI MAXIME TRANSMISE DE CONTAINERE DE 40' PE PLATFORMĂ

Număr containere pe înălțime	Reducerea greutății totale (%)	Presiunea de contact (N/mm ²)	Încărcarea pe platformă (daN) pentru fiecare mod de aranjare		
			izolat	randuri	bloc
1	0	2,59	7.620	15.240	30.480
2	10	4,67	13.720	27.430	54.860
3	20	6,23	18.290	36.580	73.150
4	30	7,27	21.340	42.670	85.340
5	40	7,78	22.860	45.720	91.440

Distribuția procentuală a diverselor greutăți ale containerelor obținută statistic, pentru diverse rapoarte între numărul containerelor de 20' și 40', este dată în tabelul 2.4.

b.2) Încărcări date de echipamentele de manipulare și mijloacele de transport

Echipamentele care acționează pentru manipularea și transportul mărfurilor în zonele de operare și depozitare sau între aceste zone, se stabilesc prin tehnologia de operare propusă în proiect.

Încărcările echipamentelor de manipulare și transport se determină pe baza datelor din fișele tehnice elaborate de unitățile producătoare ale acestora. Aceste fișe tehnice cuprind încărcările pe fiecare roată sau osie în diferite ipoteze de manipulare și acțiune a încărcărilor, presiunea în pneuri, cât și aria de contact pe platforma care se utilizează la calculul platformelor.

La stabilirea încărcărilor se ține seama, de asemenea, de sarcina utilă pe care o manipulează echipamentul precum și de poziția în care acesta transmite încărcările maxime.

În scopul unei dimensionări raționale a platformelor, prin proiectul de tehnologie și de plan general se va avea în vedere separarea fluxurilor de circulație de zonele de depozitare pentru a se putea evidenția încărcarea de calcul în funcție de echipamentele destinate suprafețelor respective.

b.2.1. Efecte dinamice luate în calcul

La determinarea încărcărilor pe roți trebuie avut în vedere efectul dinamic al frânărilor, accelerărilor, schimbărilor de direcție, precum și al suprafețelor denivelate.

TABEL 2.4

**DISTRIBUȚIA PROCENTUALĂ A GREUTĂȚILOR
CONTAINERELOR DIN GREUTATEA TOTALĂ**

Greutatea conține- rului	Raportul între containere operate 40'/20'				
	100/0	60/40	50/50	40/60	0/100
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.000	0.00	0.18	0.23	0.28	0.46
3.000	0.00	0.60	0.74	0.89	1.49
4.000	0.18	1.29	1.57	1.84	2.95
5.000	0.53	1.90	2.25	2.59	3.96
6.000	0.98	2.17	2.46	2.76	3.94
7.000	1.37	2.41	2.67	2.93	3.97
8.000	2.60	3.05	3.16	3.27	3.72
9.000	2.82	3.05	3.11	3.17	3.41
10.000	3.30	3.44	3.48	3.52	3.66
11.000	4.43	4.28	4.24	4.20	4.04
12.000	5.73	5.24	5.12	4.99	4.50
13.000	5.12	4.83	4.76	4.69	4.41
14.000	5.85	5.38	5.26	5.14	4.67
15.000	4.78	5.12	5.21	5.29	5.63
16.000	5.22	5.58	5.67	5.76	6.13
17.000	5.45	5.75	5.83	5.91	6.21
18.000	5.55	5.91	6.00	6.10	6.46
19.000	6.08	6.68	6.83	6.98	7.58
20.000	7.67	8.28	8.43	8.58	9.19
21.000	10.40	8.93	8.56	8.19	6.72
22.000	9.95	7.60	7.02	6.43	4.08
23.000	5.53	4.31	4.00	3.69	2.47
24.000	2.75	1.75	1.50	1.25	0.24
25.000	0.95	0.63	0.55	0.47	0.15
26.000	0.67	0.40	0.33	0.27	0.00
27.000	0.72	0.43	0.36	0.29	0.00
28.000	0.53	0.32	0.27	0.21	0.00

Greutatea conține- rului	Raportul între containere operate 40'/20'				
	100/0	60/40	50/50	40/60	0/100
29.000	0.43	0.26	0.22	0.17	0.00
30.000	0.28	0.17	0.14	0.11	0.00
31.000	0.03	0.02	0.02	0.01	0.00
32.000	0.03	0.02	0.02	0.01	0.00
33.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
34.000	0.05	0.03	0.02	0.02	0.00

Acești coeficienți de multiplicare a încărcărilor pe roată sunt dați în tabelul 2.5.

TABEL 2.5

**COEFICIENȚII DINAMICI DE MULTIPLICARE A SARCINILOR PE
ROȚI**

A. Frânări		f_p
Încărcătoare cu furci frontale		1,3
Călăreți		1,5
Încărcătoare cu furci laterale		1,2
Tractoare și trailere		1,1
B. Schimbări de direcție		
Încărcătoare cu furci frontale		1,4
Călăreți		1,6
Încărcătoare cu furci laterale		1,3
Tractoare și trailere		1,3
C. Accelerări		
Încărcătoare cu furci frontale		1,1
Călăreți		1,5
Încărcătoare cu furci laterale		1,1
Tractoare și trailere		1,1

D. Suprafețe denivelate		
Încărcătoare cu furci frontale		1,2
Călăreți		1,2
Încărcătoare cu furci laterale		1,2
Tractoare și trailere		1,2

Când două sau mai multe condiții se întâlnesc simultan, coeficienții f_p se înmulțesc între ei.

**3. SISTEME RUTIERE UTILIZATE PENTRU REALIZAREA
PLATFORMELOR PORTUARE**

Sistemele rutiere ale platformelor utilizate în porturi trebuie să răspundă deseori unor încărcări foarte mari, care se aplică repetat și direct proporțional cu traficul de mărfuri ce se derulează. Acestea trebuie să țină seama de condițiile de fundare pe care le oferă amplasamentul, care în cele mai multe cazuri este constituit din umpluturi realizate recent.

De regulă, structura constructivă a unei platforme este similară cu cea a drumurilor, respectiv îmbrăcăminte, strat de bază și fundație.

În funcție de materialele care se folosesc la realizarea îmbrăcămintei, sistemele rutiere sunt recunoscute ca:

- nerigide
- rigide

3.1. Structura sistemelor nerigide

Conform STAS 4032/1-90, sistemele nerigide sunt definite ca sisteme în alcătuirea cărora nu intră un strat de beton de ciment sau macadam cimentat.

3.1.1. Îmbrăcăminți

Îmbrăcămintea poate fi alcătuită din:

- îmbracaminti bituminoase cilindrate la cald (STAS 174/1-97) sau la rece (STAS 729-89);
- îmbrăcăminți bituminoase turnate (STAS 175-87);

- pavaje din pavele normale sau pavele abnorme din piatră (STAS 6978-1995);

- pavaje din blocheți prefabricați din beton (Caiete de sarcini).

3.1.2. Straturi de bază

Stratul sau straturile de bază sunt situate între îmbrăcămintă și fundație și au rolul de a prelua și repartiza încărcările stratului imediat inferior, astfel încât capacitatea de rezistență a acestuia să nu fie depășită, alcătuite conform STAS 6400-84 și 7970-76.

Straturile de baza pentru sistemele nerigide pot fi alcătuite din:

- macadam;
- mixturi bituminoase.

3.1.3. Straturi și substraturi de fundație

Prin fundație se înțelege unul sau mai multe straturi din alcătuirea platformei prin care se transmit și se repartizează, la nivelul terenului de fundare, eforturile verticale provenite din încărcările exterioare, astfel ca acestea să nu depășească capacitatea portantă a terenului de fundare. Alcătuirea lor se face conform STAS 6400-84.

Straturile de fundație pot fi alcătuite din:

- balast
- piatră spartă
- blocaj de piatră brută
- materiale granulare stabilizate mecanic (amestecuri optime)

3.2. Structura sistemelor rigide

Sistemele rigide sunt definite conform STAS 4032/1-90 ca sisteme care utilizează ca îmbrăcămintă sau ca strat de baza betonul de ciment.

3.2.1. Îmbrăcăminți

Îmbrăcămintea poate fi alcătuită din:

- îmbrăcămintă din beton de ciment pe fundație din materiale granulare;

- îmbrăcămintă bituminoasă pe strat de bază din beton de ciment;

- pavele sau blocheți prefabricați din beton pe strat de bază din beton de ciment.

3.2.2. Straturi de bază

Straturile de bază pentru sistemele rigide pot fi alcătuite ca și pentru sistemele nerigide din:

- macadam, când îmbrăcămintea este realizată din beton de ciment;

- beton de ciment, când îmbrăcămintea se realizează din materiale bituminoase, pavele sau blocheți prefabricați.

3.2.3. Straturi și substraturi de fundație

Straturile de fundație pot fi alcătuite conform STAS 6400-84 din:

- balast
- balast stabilizat cu ciment
- materiale granulare stabilizate mecanic (amestecuri optime)
- piatră spartă
- blocaj de piatră brută

3.3. Criterii pentru alegerea sistemului rutier al platformelor portuare

Modul de alcătuire și grosimile straturilor constitutive ale sistemelor rutiere pentru platformele portuare se stabilesc în funcție de următoarele criterii:

- zona de activitate portuară în care este situată platforma;
- numărul de treceri peste aceeași urmă a echipamentelor și mijloacelor de transport;
- sarcina transmisă de marfa depozitată, echipament sau mijloacele de transport.

Platformele portuare se realizează de cele mai multe ori pe umpluturi recente cu materiale, care pe cea mai mare parte a înălțimii sunt executate sub nivelul apei. Sub acțiunea încărcărilor provenite din sarcini exterioare și sub greutatea proprie, pământul suferă deformații care au valori apreciabile, într-un proces în care are loc reducerea volumului porilor și evacuarea apei într-un timp îndelungat. Acest proces, denumit proces de consolidare, este influențat de o serie de factori printre care:

- natura pământului (prin granulozitate și permeabilitate)
- starea de umiditate a materialelor
- înălțimea umpluturilor

În principiu, în cazul umpluturilor neconsolidate se vor alege sisteme nerigide care să urmărească tasările și la care se pot executa lucrări de întreținere și reparații cu costuri mai mici.

Evaluarea tasărilor se poate face conform STAS 3300/1-85, folosind metoda însumării pe straturi elementare de calcul.

4. DIMENSIONAREA SISTEMELOR RUTIERE PENTRU PLATFORMELE PORTUARE

4.1. Dimensionarea sistemelor rutiere pentru căile de circulație din afara zonelor de operare și pentru drumurile de acces

Dimensionarea sistemelor rutiere pentru căile de circulație din afara zonelor de manipulare și depozitare a mărfurilor, precum și pentru drumurile de acces în port și la terminale, se va face conform prevederilor din PD 171-76 "Instrucțiuni tehnice departamentale pentru dimensionarea sistemelor rutiere rigide și nerigide", în curs de revizie.

4.2. Dimensionarea sistemelor rutiere ale platformelor portuare noi din zonele de operare și de depozitare a mărfurilor

4.2.1. Principii de calcul

Criteriul care stă la baza acestei metode pentru dimensionarea platformelor este de rămânere a acestora în serviciu pe toată durata de exploatare prescrisă, prin îndeplinirea uneia din condițiile:

- să nu fie depășite eforturile de întindere admisibile, la baza îmbrăcămintei, pentru sistemele rigide;
- să nu fie depășite eforturile de compresiune admisibile pe terenul de fundație, pentru sistemele nerigide.

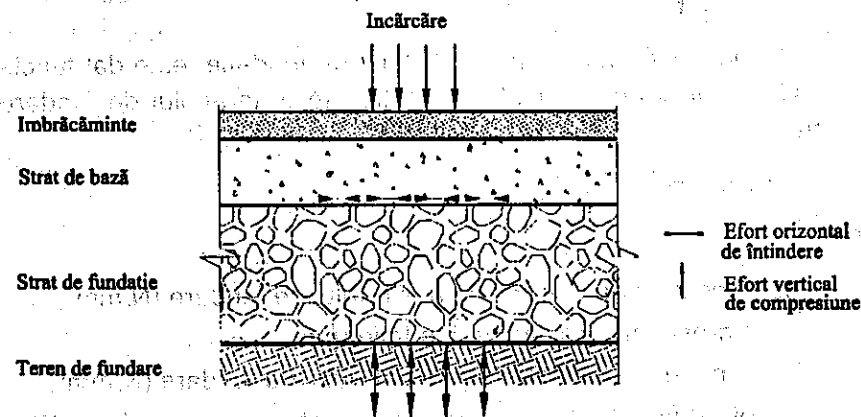


Fig.1. Eforturile în stratul de bază și în terenul de fundație

Metoda ține seamă de o deformare maximă a platformelor de 50÷75 mm.

Calculul eforturilor este făcut prin metoda semispațiului elastic, cu formulele lui Boussinesq, pentru care fiecare strat al platformei este transformat într-un strat cu o grosime echivalentă și cu caracteristicile mecanice ale terenului de fundare.

Pentru ca doua straturi de material să se comporte la fel din punct de vedere al deformății sub aceeași încărcare, termenul $\frac{h_i^3 \times E_i}{1 - \nu_i^2}$ trebuie să aibă aceeași valoare, pentru ambele straturi, unde:

E_i = modulul de elasticitate a stratului "i"

h_i = grosimea stratului "i"

ν_i = coeficientul lui Poisson

Astfel, un strat de grosime h_1 , cu modulul de elasticitate E_1 și coeficientul lui Poisson ν_1 , poate fi înlocuit de un material de grosime h_2 , cu modulul de elasticitate E_2 și coeficientul Poisson ν_2 folosind relația următoare:

$$h_2 = h_1 \sqrt[3]{\frac{E_1}{E_2} \times \frac{1 - \nu_2^2}{1 - \nu_1^2}}$$

Modulul de elasticitate al stratului de fundație, este dat funcție de grosimea lui și de modulul de elasticitate al terenului de fundare, prin relația:

$$E_f = 0,2 H_f^{0,45} \times E_t$$

unde:

E_f = modulul de elasticitate al stratului de fundare (N/mm²)

H_f = grosimea stratului de fundație (mm)

E_t = modulul de elasticitate al terenului de fundare (N/mm²)

Coeficientul lui Poisson se calculează cu aceeași formulă ca pentru terenul de fundare schimbând modulul de elasticitate E_t cu

modulul de elasticitate al fundației E_f , exprimat sub formă de logaritm natural (ln).

$$\nu = 0,82 - 0,10 \ln E_f$$

După ce fiecare strat al platformei este astfel transformat, se obține un semispațiu elastic de calcul, cu caracteristicile mecanice ale terenului de fundare, pentru care se calculează eforturile determinate de sarcina de pe platformă, cu ajutorul formulelor lui Boussinesq. Aceste eforturi sunt comparate cu rezistențele materialelor din care este alcătuită platforma.

În cazul în care pe platformă acționează mai multe încărcări, la calculul eforturilor se însumează efectul acestora față de una dintre ele, de obicei cea din mijloc sau cea cu valoarea cea mai mare.

Sub o singură încărcare, efortul orizontal maxim de întindere se produce pe verticala acesteia și scade pe măsură ce distanța crește față de aceasta. În cazul mai multor încărcări, la efortul maxim de sub încărcarea principală considerată se adaugă eforturile provocate la celelalte încărcări, corespunzător distanțelor până la aceasta.

Influența încărcărilor apropiate se ia în calcul sub forma unor coeficienți prezentați în tabelul 4.1, care țin seamă de distanța dintre încărcarea principală și o altă apropiată, precum și de grosimea echivalentă a sistemului rutier.

Grosimea echivalentă a sistemului rutier se poate determina aproximativ, înainte de a fi calculată grosimea stratului de bază, cu ajutorul relației:

$$h_r = 300 \sqrt[3]{\frac{35.000}{CBR \times 10}}$$

TABEL 4.1
FACTORUL DE INFLUENȚĂ A ÎNCĂRCĂRILOR
APROPIATE

Distanța între încărcări (mm)	Coeficienți de influență pentru grosimi echivalente ale sistemului rutier de:		
	1000 mm	2000 mm	3000 mm
300	1,82	1,95	1,98
600	1,47	1,82	1,91
900	1,19	1,65	1,82
1200	1,02	1,47	1,71
1800	1,00	1,19	1,47
2400	1,00	1,02	1,27
3600	1,00	1,00	1,02
4800	1,00	1,00	1,00

4.2.1.1. Dimensionarea după criteriul cedării terenului de fundare

Un factor important în dimensionarea platformei este numărul de aplicări a încărcării asupra aceluiasi punct al platformei. Legătura între efortul vertical admisibil asupra terenului de fundare și numărul de treceri peste aceeași suprafață este dată de următoarea relație:

$$\sigma_v = 21.600/N^{0,28} \quad \text{unde:}$$

σ_v - efortul vertical admisibil al terenului de fundare (N/mm²)

N - numărul de treceri peste același punct al platformei.

4.2.1.2. Dimensionarea îmbrăcăminților rigide după criteriul cedării betonului

Așa cum s-a arătat mai sus, cedarea platformei se poate produce și prin generarea unor eforturi orizontale mari în stratul de bază al îmbrăcăminții platformei.

Efortul orizontal de întindere admis la baza îmbrăcăminții de beton este dat de următoarea relație:

$$\sigma_h = \frac{R_c \times 993500}{6 \times E_b^{1,022} \times N^{0,0502}}$$

Semnificația notațiilor din această formulă este:

σ_h - efort orizontal admis la baza îmbrăcăminții (N/mm²)

R_c - rezistența la compresiune a materialului îmbrăcăminții (N/mm²)

E_b - modulul de elasticitate al îmbrăcăminții (N/mm²)

N - numărul de treceri peste același punct al platformei

Când R_c , rezistența la compresiune a materialului îmbrăcăminții, este mai mic de 7 N/mm², modulul de elasticitate a îmbrăcăminții E_b este dat de relația:

$$E_b = 4000 \times R_c$$

Pentru valori mai mari de 7 N/mm² ale lui R_c , modulul de elasticitate al îmbrăcăminții E_b este dat de:

$$E_b = 16800 \times R_c$$

Deci, cu această relație se pot calcula eforturile orizontale la baza îmbrăcăminții, în funcție de caracteristicile mecanice ale materialului folosit și numărul de treceri a încărcărilor peste același punct al platformei.

Pentru introducerea efectului de oboseală s-a adoptat unitatea de măsură PAWL, care reprezintă efectul produs asupra platformei de o încărcare de 12000 daN, ce realizează o presiune de contact de 0,8 N/mm².

Sarcinile ce vor fi luate în calcul pot proveni din:

- roți ale utilajelor de manipulare;
- calaje ale utilajelor de manipulare;
- picioare de rezemare ale containerelor;
- reazeme pentru stivuirea mărfurilor.

Calculul se va efectua în mod asemănător pentru toate cazurile.

Procedeeul va putea fi aplicat atât pentru dimensionarea unor platforme noi, cât și pentru verificarea și consolidarea unor platforme existente.

4.2.2. Date necesare dimensionării

4.2.2.1. Traficul

Se ia în considerare traficul prognozat la proiectarea terminalului.

4.2.2.2. Durata de exploatare

Se va lua în calcul o durată de serviciu conform prevederilor proiectului.

4.2.2.3. Caracteristicile încărcărilor

Se vor avea în vedere toate încărcările ce pot apare, datorită așezării mărfurilor sau a utilajelor de manipulare încărcate și descărcate și presiunile corespunzătoare pe amprentă.

Pentru containere, care prezintă particularități, sunt prezentate în tabelul 2.4, valorile încărcărilor pe baze statistice, precum și a unor utilaje pentru manipularea acestora.

La determinarea încărcărilor pe roți trebuie ținut seamă de efectul dinamic al frânărilor, accelerărilor, schimbărilor de direcție, precum și al existenței suprafețelor denivelate prezentate în tabelele 4.7; 4.8 și 4.9.

4.2.2.4. Capacitatea portantă a terenului de fundare

Terenul de fundare este caracterizat de modulul de elasticitate al materialului folosit.

Modulul de elasticitate al terenului de fundare în această metoda de calcul este redat indirect prin indicele californian de capacitate portantă (CBR).

Indicele californian de capacitate portantă (CBR) arată cât de mare este capacitatea portantă a terenului (P_t) în raport cu cea a unui macadam din piatră spartă (p_m) și de regulă se exprimă în procente:

$$CBR (\%) = [(P_t/p_m) 100] = (N_t/N_m) 100$$
, unde N este forța de apăsare a pistonului.

Terenul de fundare care are indicele californian de capacitate portantă mai mic de 1%, este impropriu fundării platformelor grele; pentru realizarea platformelor în astfel de situații, se impun măsuri de îmbunătățire a caracteristicilor sale mecanice.

Terenul de fundare este asimilat semispațiului elastic căruia i se determină modulul de elasticitate E_t , cu relația:

$$E_t = 10 \times CBR (N/mm^2).$$

Calculul coeficientului Poisson pentru terenul de fundare se face cu relația:

$$\nu = 0,82 - 0,10 \times \ln E_t$$

unde $\ln E_t$ este, logaritmul natural al modulului de elasticitate al terenului de fundare în N/mm^2 .

4.2.2.5. Straturi de bază ale platformei

Materialele ce se folosesc pentru realizarea stratului de bază sunt betonul sau piatră spartă.

Dimensionarea sistemului rutier al platformelor portuare, se efectuează după metoda propusă în acest ghid, alegând diverse tipuri de îmbrăcăminti și diverse grosimi ale stratului de fundație și apoi determinând pe cale grafică grosimea necesară a stratului de bază, așa cum este arătat în "Schema de dimensionare a unei platforme noi, utilizând graficele" (Fig. 4.1).

Caracteristicile betoanelor ce pot fi utilizate ca strat de bază și pentru care au fost elaborate graficele de dimensionare sunt date în tabelul 4.2.

TABEL 4.2

Rezistența de calcul la compresiune (Rc)	Rezistența de calcul la întindere prin încovoiere (Ri)	Modulul de elasticitate (Eb)
N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²
6	1	27.000
12	2	35.000
18	3	42.000
24	4	48.000

Valoarea coeficientului lui Poisson este de 0,2.

4.2.2.6. Elementele prestabilite ale sistemului rutier al platformei

Stratul de uzură al îmbrăcămintei

Diagramele sunt întocmite pentru tipuri de platforme clasificate după stratul de uzură al acestora și care acoperă practic toate soluțiile utilizate în porturi.

Cele patru tipuri de îmbrăcăminți considerate sunt următoarele:

- asfalt
- pavaje
- beton monolit
- dale prefabricate din beton

Îmbrăcăminți asfaltice

Grosimea stratului din beton asfaltic luat în calcule este 100 mm cu un modul de elasticitate de 4000 N/mm².

Valoarea coeficientului Poisson este de 0,4.

Pavele prefabricate de beton (blocheți)

Blocheții au o grosime minimă de 80 mm și sunt pozați pe un strat de nisip de 50 mm.

În calcule este considerat ca un singur strat cu grosimea de 130 mm. Determinarea dimensiunilor blocheților se va face prin calcule de rezistență.

Modulul de elasticitate luat în calcul pentru acest tip este 7500 N/mm² și un coeficient Poisson este egal cu 0,2.

BETON MONOLIT SIMPLU SAU ARMAT

Betonul monolit turnat pentru realizarea acestui strat de uzură este de marcă superioară. Pentru aceste betoane se recomandă rezistența la compresiune de 30 N/mm², iar coeficientul Poisson este 0,2.

Grosimile acestui strat se aleg de proiectant.

Stratul de fundație

Metoda consideră ca strat de fundație un material granular cu grosimi de 30 cm sau 60 cm.

4.2.3. Procedeu de dimensionare a platformelor cu utilizarea graficelor

4.2.3.1. Dimensionarea platformelor noi

Pentru dimensionarea platformelor noi se procedează după cum urmează:

- Se determină efectul de degradare produs de încărcări.

Efectul de degradare a platformei se măsoară în unități PAWL (Port Area Wheel Loads); o unitate PAWL reprezentând efectul produs asupra platformei de o încărcare de 12000 daN, care realizează o presiune de 0,8 N/mm².

$$D = \left(\frac{P}{12.000} \right)^{3,75} \times \left(\frac{P}{0,8} \right)^{1,85}$$

unde: P - încărcarea izolată pe platformă, dată de o singură roată sau reazem [daN];

p - presiunea de contact [N/mm²];

D - mărimea indicelui degradărilor (oboselii) [PAWL];
pentru ușurință se poate folosi tabelul 4.3

TABEL 4.3

VALORILE EFECTELOR DE DEGRADARE (PAWL) PRODUSE UNEI PLATFORME DE O ÎNCĂRCARE "P" LA DIFERITE PRESIUNI "p"

Încărcarea P (daN)	Presiuni de contact - p						
	0,7 N/mm ²	0,8 N/mm ²	0,9 N/mm ²	1,0 N/mm ²	1,1 N/mm ²	1,2 N/mm ²	1,7 N/mm ²
0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0	0	0	0
1.000	0	0	0	0	0	0	0
2.000	0	0	0	0	0	0	0
3.000	0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
4.000	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04
5.000	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	0,10
6.000	0,06	0,07	0,09	0,10	0,11	0,12	0,19
7.000	0,11	0,13	0,15	0,18	0,20	0,22	0,34
8.000	0,18	0,22	0,25	0,29	0,33	0,36	0,56
9.000	0,29	0,34	0,39	0,45	0,51	0,56	0,87
10.000	0,43	0,50	0,58	0,67	0,75	0,84	1,30
11.000	0,61	0,72	0,84	0,95	1,07	1,20	1,85
12.000	0,85	1,00	1,16	1,32	1,49	1,66	2,57
13.000	1,14	1,35	1,56	1,78	2,01	2,24	3,46
14.000	1,51	1,78	2,07	2,36	2,65	2,96	4,57
15.000	1,95	2,31	2,68	3,05	3,44	3,83	5,92
16.000	2,49	2,94	3,41	3,89	4,38	4,88	7,55
17.000	3,12	3,69	4,28	4,88	5,50	6,13	9,47
18.000	3,87	4,57	5,30	6,05	6,81	7,59	11,74

0	1	2	3	4	5	6	7
19.000	4,74	5,60	6,49	7,41	8,34	9,30	14,37
20.000	5,75	6,79	7,87	8,98	10,11	11,27	17,42
21.000	6,90	8,15	9,45	10,78	12,14	13,54	20,92
22.000	8,22	9,71	11,25	12,83	14,46	16,12	24,91
23.000	9,71	11,47	13,29	15,16	17,08	19,04	29,43
24.000	11,39	13,45	15,59	17,78	20,03	22,33	34,52
25.000	13,27	15,68	18,17	20,72	23,35	26,03	40,23
26.000	15,37	18,16	21,05	24,01	27,05	30,15	46,60
27.000	17,71	20,93	24,25	27,66	31,16	34,74	53,69
28.000	20,30	23,98	27,79	31,70	35,71	39,81	61,53
29.000	23,15	27,36	31,70	36,16	40,73	45,41	70,19
30.000	26,29	31,07	35,99	41,06	46,25	51,57	79,70
31.000	29,73	35,13	40,70	46,43	52,31	58,32	90,13
32.000	33,49	39,57	45,85	52,30	58,92	65,69	101,53
33.000	37,58	44,41	51,46	58,70	66,13	73,72	113,95
34.000	42,04	49,67	57,55	65,65	73,96	82,46	127,44
35.000	46,86	55,38	64,16	73,19	82,45	91,93	142,08
36.000	52,09	61,55	71,31	81,35	91,64	102,17	157,91
37.000	57,72	68,21	79,03	90,15	101,56	113,23	175,00
38.000	63,79	75,38	87,34	99,63	112,24	125,13	193,40
39.000	70,32	83,09	96,27	109,83	123,72	137,94	213,19
40.000	77,32	91,37	105,86	120,76	136,04	151,67	234,42
41.000	84,82	100,23	116,13	132,48	149,24	166,39	257,16
42.000	92,85	109,71	127,12	145,01	163,36	182,13	281,48
43.000	101,41	119,83	138,84	158,39	178,43	198,93	307,45
44.000	110,54	130,62	151,34	172,65	194,49	216,84	335,13
45.000	120,26	142,11	164,65	187,83	211,59	235,90	364,60
46.000	130,59	154,32	178,79	203,96	229,77	256,17	395,92
47.000	141,56	167,28	193,81	221,09	249,07	277,68	429,18
48.000	153,19	181,02	209,73	239,26	269,53	300,50	464,43
49.000	165,51	195,57	226,59	258,49	291,20	324,65	500,77
50.000	178,53	210,96	244,43	278,83	314,11	350,21	541,26

Valorile din tabelul 4.3 sunt calculate cu ecuatia

$$\left(\frac{P}{12000}\right)^{3,75} \times \left(\frac{P}{0,8}\right)^{1,25}$$

pentru o singura încărcare sau trecere.

- Se determină clasa de încărcare prin indicele de clasificare a sarcinilor – ICS, conform tabelului 4.4.

TABEL 4.4

Valoare PAWLS (D)	Clasa de încărcare ICS
< 2	A
2 – 4	B
4 – 8	C
8 – 16	D
16 – 32	E
32 – 64	F
64 – 128	G
128 – 256	H
mai mare ca 256	neclasificat

Clasele de încărcare sunt corespunzătoare unor intervale de valori ale degradărilor produse de încărcări (PAWL).

Clasele de încărcare constituie și intervalul de degradare, pentru care se alege aceeași grosime a stratului de bază al platformei.

În lipsa precizărilor privind încărcările, pentru predimensionare, valoarea degradărilor și clasele de încărcare corespunzătoare utilajelor de transport și manipulare, se pot utiliza datele din tabelul 4.5.

TABEL 4.5

VALORI PAWL ȘI CLASE DE ÎNCĂRCARE (A – H) PENTRU DIVERSE ECHIPAMENTE CE SE POT LUA ÎN CALCUL LA PREDIMENSIONARE

	Circulație normală		Frânări	Viraje	Accele- rări	Suprafe- țe deni- velate
	1	2	3	4	5	6
Vehicule de șosea	Valoare PAWL	0,1 – 0,3	0,2 – 0,5	0,4 – 0,9	0,2 – 0,5	0,3 – 0,7
	I.C.S.	A	A	A	A	A
Trailere pentru terminale	Valoare PAWL	0,4 – 4,5	0,6 – 6,5	1,1 – 12,1	0,6 – 6,5	0,8 – 9,0
	I.C.S.	A,B,C	A,B,C	A,B,C,D	A,B,C	A,B,C,D
Autostivuitoare cu furci laterale	Valoare PAWL	0,7 – 4,4	1,5 – 8,7	2,0 – 11,8	1,1 – 6,3	1,5 – 8,7
	I.C.S.	A,B,C	A,B,C,D	B,C,D	A,B,C	A,B,C,D
Călăreț	Valoare PAWL	0,8 – 2,6	3,9 – 11,7	5,0 – 15,0	1,2 – 3,7	1,7 – 5,1
	I.C.S.	A,B	B,C,D	C,D	A,B	A,B,C
Autostivuitoare mic cu furci frontale pentru containere goale	Valoare PAWL	0,1 – 1,3	0,2 – 3,6	0,3 – 4,7	0,1 – 1,3	0,2 – 2,7
	I.C.S.	A	A,B	A,B,C	A	A,B
Autostivui- toare medii cu furci fron- tale pentru containere de 20' pline	Valoare PAWL	5,0 – 15,3	13,3 – 41,0	17,6 – 54,1	5,0	9,9 – 30,4
	I.C.S.	C,D	D,E,F	E,F	C,D	D,E
Autostivui- toare grele cu furci fron- tale pentru containere de 40' pline	Valoare PAWL	16,5 – 40,4	44,0 – 108,1	58,1 – 142,8	16,5 – 40,4	32,6 – 80,1
	I.C.S.	E,F	F,G	F,G,H	E,F	F,G

0	1	2	3	4	5	6
Transtainere	Valoare PAWL	87,5 – 198,5				
	I.C.S.	G,H				
Macarale mobile	Valoare PAWL	1,5 – 5,0	3,5 – 9,5	4,5 – 12,3	2,3 – 7,8	3,5 – 9,5
	I.C.S.	A,B,C	B,C,D	C,D	B,C	B,C,D

- Se determină numărul de mișcări într-un sens, sau numărul de repetări a încărcărilor

$$n = \frac{T \times t}{W_{mediu}}; \quad \text{în care:}$$

- n - numărul de mișcări într-un sens;
 T - traficul luat în calcul
 W_{mediu} - greutatea medie manipulată.

- Se determină numărul de mișcări sau repetări echivalente a încărcărilor care țin seama de distribuția statistică a încărcărilor atunci când aceasta există, cum este cazul containerelor (vezi ex. nr.1).

$$N = \frac{nD_o}{D_{cr}} + \frac{nD_{med}}{D_{cr}}, \quad \text{în care:}$$

- D_o - efectul de degradare minim
 D_{med} - efectul de degradare mediu
 D_{cr} - efectul de degradare critic

- Se determină numărul redus de mișcări echivalente, care țin seama de lățimea platformei pe care se desfășoară activitatea (tabelul 4.6).

TABEL 4.6

Lățimea zonei de operare (B) față de lățimea echipamentului	Coefficient de reducere
$B < 3b$	1,0
$3b < B < 5,5b$	0,5
$B > 5,5b$	0,33

- B = lățimea zonei de operare pe care echipamentul (vehiculul) lucrează
 b = lățimea echipamentului

- Se introduc datele stabilite în graficele din anexe.

Pachetul de grafice cuprinde trei grupe:

- graficele (A) și (B), care exprimă legătura dintre eforturile de întindere admisibile în îmbrăcăminte și numărul de repetări ale încărcării, grafice care se utilizează pentru îmbrăcămintile rigide, care au ca strat de bază betonul;
- graficul (C), care exprimă legătura dintre eforturile de compresiune admisibile pe terenul de fundare și numărul de repetări ale încărcării, grafic care se utilizează în cazul îmbrăcămintilor nerigide, care au ca strat de bază piatră spartă;
- graficele duble ($n = 1 - 45$), pentru determinarea grosimilor stratului de bază, în funcție de clasa de încărcare (graficul de sus) și de modulele de elasticitate ale straturilor de bază (graficul de jos).

Aceste grafice sunt elaborate pentru strate de bază rigide, betonul având rezistența la compresiune între 6 și 24 N/mm² sau nerigide (graficele 1 – 30) și pentru strate de bază rigide cu îmbrăcăminte din beton simplu sau armat cu rezistența de 40 N/mm² (graficele 31-45). Graficele sunt alcătuite pentru următoarele tipuri de sisteme rutiere și caracteristici ale terenului de fundare:

- terenul de fundare cu CBR egal cu 1 %, 3 %, 5 %, 10 % și 30 %;
- stratul de uzură din asfalt de 10 cm și stratul de bază de beton (sau granular);
- stratul de uzură din asfalt de 10 cm, stratul de bază de beton (sau granular) și fundație de piatră spartă de 30 cm și 60 cm;
- blocheți din beton pe nisip și strat de bază de beton (sau granular);
- blocheți de beton pe nisip, strat de bază de beton (sau granular) și fundație de piatră spartă de 30 cm și 60 cm;
- strat de uzură și rezistență de beton de rezistență mare;
- strat de uzură și rezistență, de beton de rezistență mare și fundație de piatră spartă de 30 cm și 60 cm.

Utilizarea graficelor se face în modul următor:

Pentru îmbrăcăminti cu baza rigidă, la care criteriul de dimensionare: nedepășirea efortului de întindere admisibilă în stratul de bază

- Se alege graficul "n" (1 – 45), corespunzător CBR al terenului de fundație și al alcătuirii îmbrăcăminte dorite (cu strat de uzură asfalt, blocheți sau beton) și cu grosimea de fundație de piatră spartă, propusă;
- Se intră cu numărul de repetări al încărcărilor echivalente (N) în graficele "A" sau "B" și se găsește efortul de întindere admisibil în stratul de bază, cu care se intră în graficul de sus din grupa de grafice "n" în partea stângă;
- Se duce orizontala prin valoarea efortului de întindere până la intersecția curbei clasei de încărcare (A - H);
- Din punctul de intersecție se coboară o verticală până în graficul de jos și se intersectează linia orizontală

corespunzătoare modului de elasticitate al stratului de bază, punctul de intersecție aflându-se în spațiul familiilor de curbe al grosimilor stratului de bază;

- Grosimea necesară a stratului de bază se găsește prin interpolarea poziției punctului de intersecție față de cele mai apropiate curbe.

Pentru îmbrăcăminti cu baza nerigidă, la care criteriul de dimensionare: nedepășirea efortului de compresiune admisibil în terenul de fundație

- Se alege graficul "n" (1 – 30) corespunzător CBR al terenului de fundație și al alcătuirii îmbrăcăminte dorite și grosimea de fundație de piatră spartă propusă;
- Se intră cu numărul de repetări al încărcării (N) în graficul "C" și se găsește efortul de compresiune admisibil în terenul de fundație, cu care se intră în graficul de sus din grupa de grafice "n", în partea dreaptă;
- Se duce orizontala prin valoarea efortului de întindere până la intersecția curbei clasei de încărcare (A - H);
- Din punctul de intersecție se coboară o verticală până în graficul de jos și se intersectează linia orizontală reprezentând valoarea de 1000 N/mm² a modului de elasticitate, corespunzător materialului granular al stratului de bază;
- Grosimea necesară a stratului de bază se găsește prin interpolarea poziției punctului de intersecție față de cele mai apropiate curbe din familia de curbe a grosimilor straturilor.

Se fac câteva variante cu straturi de uzură diferite, cu grosimi diferite ale stratului de fundație și al caracteristicilor betonului și se alege cea care corespunde cel mai bine situației de proiectare.

Valorile din abscisa graficelor reprezintă grosimea echivalentă a straturilor de bază față de terenul de fundație și nu sunt utilizate direct în determinarea grosimii stratului de bază.

4.2.3.2. Consolidarea platformelor existente

O platformă bine proiectată și executată trebuie să rămână în serviciu pe întreaga perioadă pentru care a fost proiectată. Pe această perioadă sistemul rutier este supus solicitărilor din trafic și solicitărilor provocate de condițiile climatice (temperatură, umiditate). Deteriorările pot surveni în urma unor suprasolicitări sau a unor condiții atmosferice severe. Suprafețele afectate vor trebui consolidate din timp, pentru că odată deteriorarea începută ea continuă amplificându-se pentru că rezistențele cu care răspund solicitărilor sunt din ce în ce mai scăzute. Costul consolidării crește substanțial dacă lucrările sunt întârziate.

Pentru a putea face o bună întreținere a platformelor este necesară urmărirea comportării în timp a acestora prin observații vizuale, măsurători topografice.

Măsurătorile se vor face la rosturile îmbrăcămintilor din beton și un punct la fiecare 100 mp la cele din asfalt.

Consolidarea mai poate surveni și în cazul schimbării naturii traficului, când este necesară depozitarea pe platformă a unor mărfuri ce transmit solicitări mai mari decât cele avute în vedere la proiectarea inițială a acestora.

Pentru stabilirea soluției de consolidare a unei platforme existente este necesară cunoșterea grosimilor straturilor acesteia, precum și gradul lor de fisurare și tasările lor.

Dimensionarea consolidării platformelor existente

Proiectarea consolidării unei platforme existente comportă două faze distincte, după cum urmează:

1. Evaluarea rezistenței reziduale a platformei existente

- Se stabilește pe baza încercărilor (min. trei teste și unul la 500 mp)

- natura straturilor sistemului rutier existent;
- grosimea straturilor;
- CBR sau modulul de elasticitate al terenului;
- gradul de degradare;
- împărțirea suprafețelor după gradul de degradare, în funcție de trafic.

- Se determină grosimea echivalentă a fiecărui strat, cu excepția stratului de fundație, cu a unui strat de beton cu rezistența la compresiune de 12 N/mm^2 , prin înmulțirea cu coeficientii de transformare C_{t2} , care sunt redați în tabelul 4.8 (pentru fiecare zonă a platformei ce diferă prin gradul de degradare);
- Se multiplică grosimea echivalentă cu coeficientul de stare tehnică C_{t1} , care ține seamă de pierderea de rezistență a fiecărui strat cauzată de fisuri și crăpături, conform tabelul 4.7 și cu coeficientul de tasare C_{t3} , care ține seamă de mărirea tasării platformei, conform tabelului 4.9. Rezultă astfel grosimea echivalentă reală a sistemului rutier.

TABEL 4.7

COEFICIENȚI PENTRU STAREA DE FISURARE

Coeficienții stării de fisurare a stratului – C_{t1}	
Strat nou	1,0
Cu microfisuri	0,8
Fisuri și crăpături parțiale	0,5
Total fisurat	0,2

TABEL 4.8

COEFICIENȚI DE TRANSFORMARE A GROSIMILOR STRATURILOR

Materialul ce intra în componența stratului	Coeficient de transformare C_{t2}
Betoane monolite cu rezistențe la compresiune de 12 N/mm^2	1,0
Betoane monolite cu rezistențe la compresiune de 18 N/mm^2	1,3
Betoane monolite cu rezistențe la compresiune de 30 N/mm^2	1,7
Betoane slabe realizate cu balast	0,7

Pământuri cimentate	0,5
Pavele din beton de 8 cm pe un pat de 5 cm nisip	1,1
Dale din beton (2 x 2) m	1,5
Beton asfaltic penetrant cu suspensie de bitum	1,5
Macadam bituminos dens	1,0
Îmbrăcămintă asfalt	0,8
Macadam înnoit	0,4
Macadam	0,4
Strat de fundație din piatră spartă realizat peste un teren de fundare cu $CBR > 5\%$	0,3
Strat de fundație din piatră spartă realizat peste un teren de fundare cu $CBR \leq 5\%$	0,2
Strat de fundație din balast realizat peste un teren de fundare cu $CBR > 5\%$	0,2
Strat de fundație din balast realizat peste un teren de fundare cu $CBR \leq 5\%$	0,1
Teren de fundare	0

TABEL 4.9

COEFICIENȚI PENTRU GRADUL DE UTILIZARE A PLATFORMEI

Mărimea tasării	Coeficient de reducere – C_B
< 10 mm	1,0
11 la 20 mm	0,9
21 la 40 mm	0,6
> 40 mm	0,3

- Se calculează, ca și în cazul platformelor noi clasa de încărcare și numărul de repetări a încărcărilor pentru platforma consolidată, corespunzător traficului și duratei de funcționare cerute
- Se alege structura viitorului sistem rutier al platformei, considerând:

- stratul de fundație existent;

- stratul de bază alcătuit din grosimea echivalentă a straturilor platformei existente, plus stratul nou de bază a cărui grosime trebuie determinată;

- îmbrăcămintea nou propusă.

➤ Se determină din grafice grosimea stratului de bază necesar

➤ Se face diferența dintre grosimea necesară a stratului de bază și grosimea echivalentă a straturilor platformei existente considerate pentru calcul ca straturi de bază, rezultând astfel grosimea ce trebuie adăugată ca strat de bază.

Calculul poate fi efectuat atât pentru sisteme rigide cât și nerigide, făcând în mod corespunzător echivalarea straturilor și utilizând graficele după situația respectivă.

4.3. Sporirea capacității portante a sistemului de fundare prin utilizarea geogriurilor

Pentru mărirea capacității portante a sistemului de fundare, o soluție eficientă este cea a utilizării geogriurilor biaxiale. Dimensiunea ochiurilor geogriurilor va fi corelată cu dimensiunile granulelor stratului din materialul granular la baza căruia se așază geogrila.

Prin structura geogriurilor se realizează o conlucrare cu materialul granular al fundației și în combinație cu rezistența la rupere a geogriurilor se ajunge la o distribuție mai favorabilă a sarcinilor. În acest fel se diminuează considerabil tendința materialului granular de a se deplasa atât vertical cât și orizontal. Vârfurile de solicitare dispar, iar unghiul de distribuție a sarcinilor se mărește.

Pentru cazul unei platforme cu încărcări mari cum ar fi cele de containere, se recomandă plasarea în fundația de piatră spartă a unor geogriuri, la două sau chiar trei nivele, unul la bază și celelalte la 300 ÷ 400 mm distanță, ceea ce permite reducerea grosimii totale a

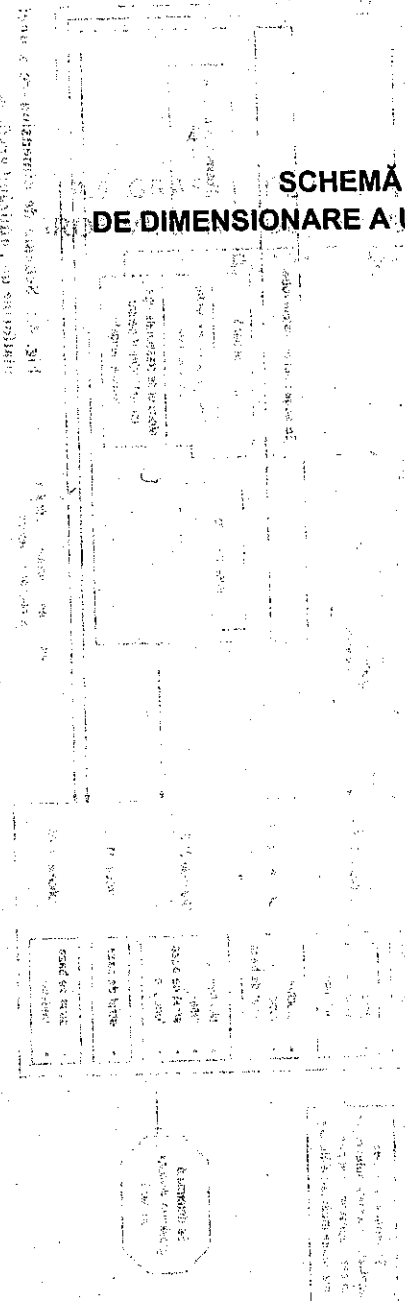
separare și filtrare

1. *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.

În graficele "n", pe orizontală sunt marcate grosimile echivalente ale straturilor, pentru desfășurarea calculelor pe baza formulelor lui Boussinesq, pentru semispatiul elastic. Această scală nu este utilizată în proiectare decât pentru verificarea valorii approximate ale grosimii echivalente a straturilor în cazul calculului pentru încărcări apropiate (cap. 4, pct.4.2.1).

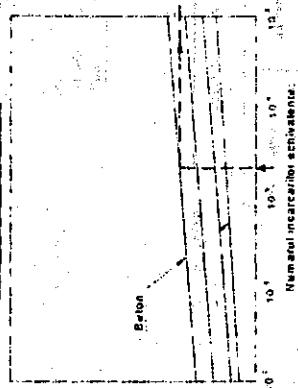
conduce proiectantul spre soluții sigure.

procurare a materialelor:

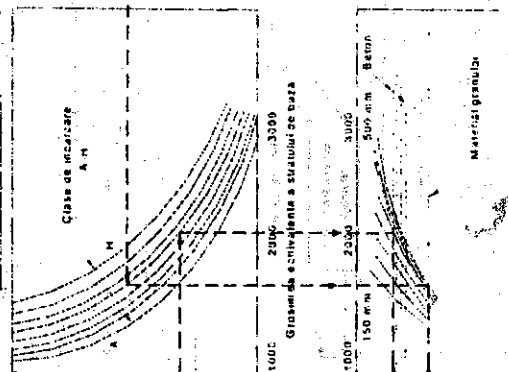


MODUL DE UTILIZARE A GRAFICELOR PENTRU DIMENSIONAREA
PLATFORMELOR PORTUARE RIGIDE SAU ELASTICE

GRAFICUL A SAU B

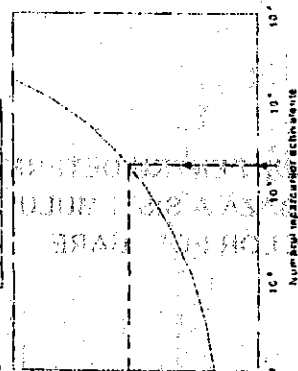
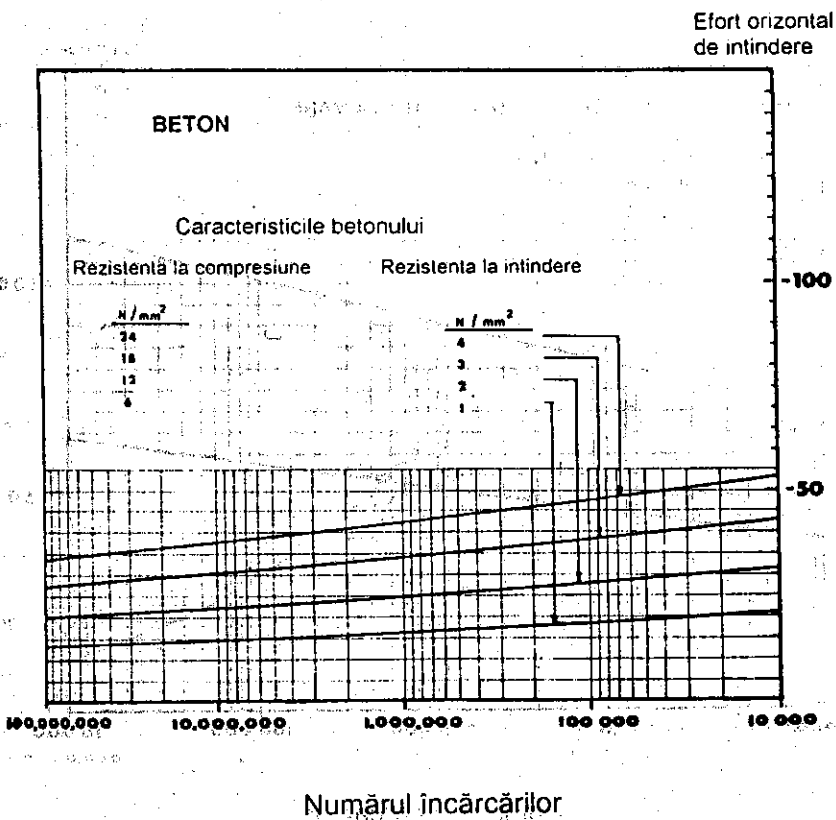


Eforturi admisibile de întindere



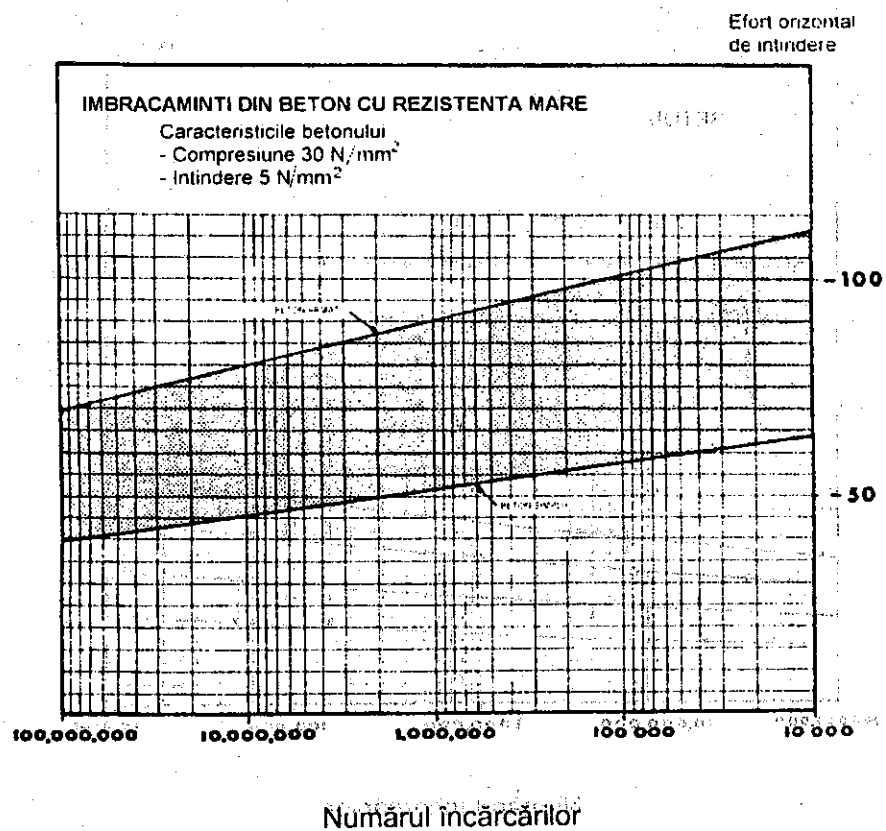
Eforturi admisibile de compresiune

GRAFICUL C

GRAFICUL GROSIMILOR STRATULUI DE BAZĂ
(BETON SAU MATERIAL GRANULAR)

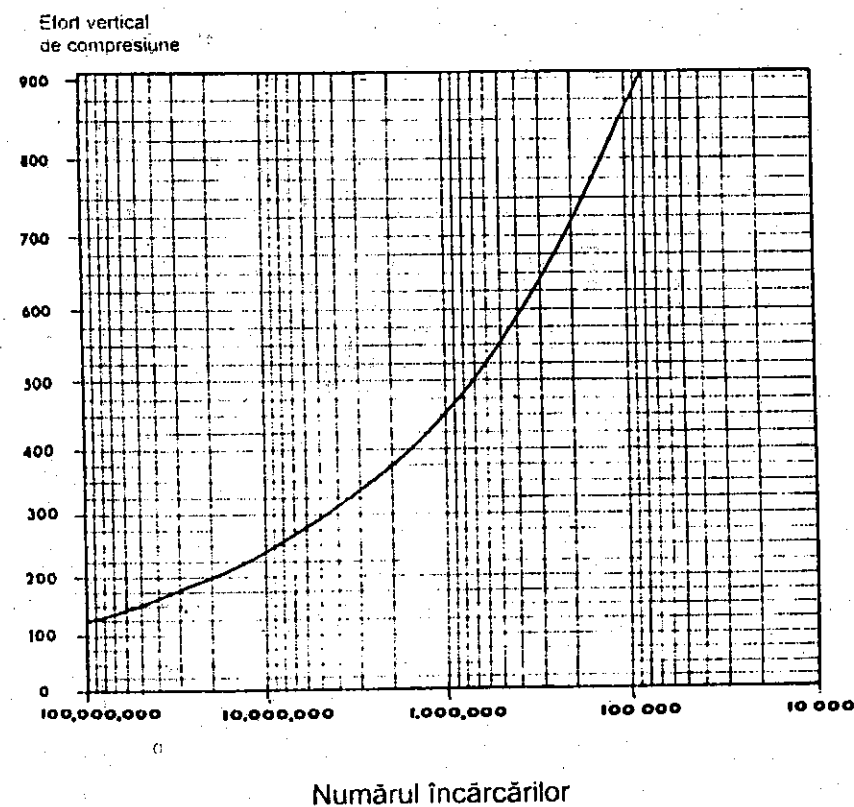
EFORTURI ADMISIBILE DE ÎNTINDERE ÎN STRATUL DE BAZĂ
REALIZATE DIN BETON

GRAFIC B



EFORTURI ADMISIBILE DE ÎNTINDERE ÎN ÎMBRĂCĂMINȚILE DIN BÊTON

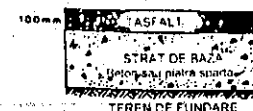
GRAFIC C



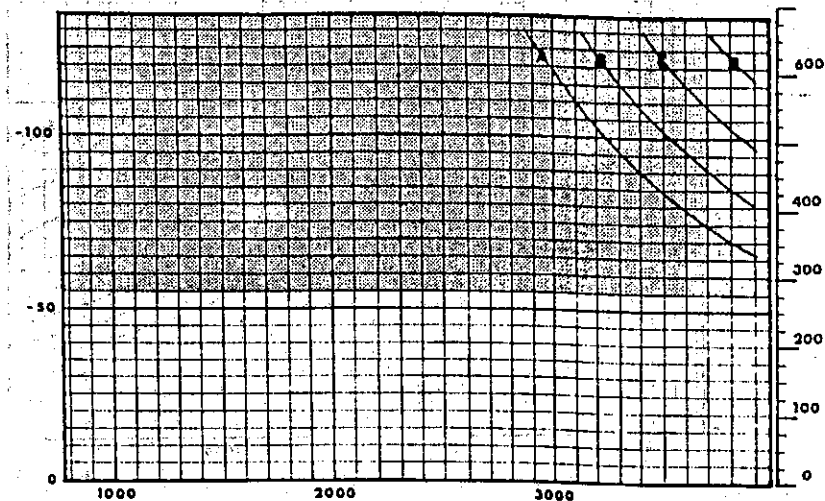
EFORTURI ADMISIBILE DE COMPRESIUNE PE TERENURILE DE FUNDATIE, CÂND STRATUL DE BAZĂ ESTE DIN MATERIAL GRANULAR

GRAFIC Nr. 1

1% CBR
ASFALT
FARA SUBSTRATURI
DE FUNDATIE

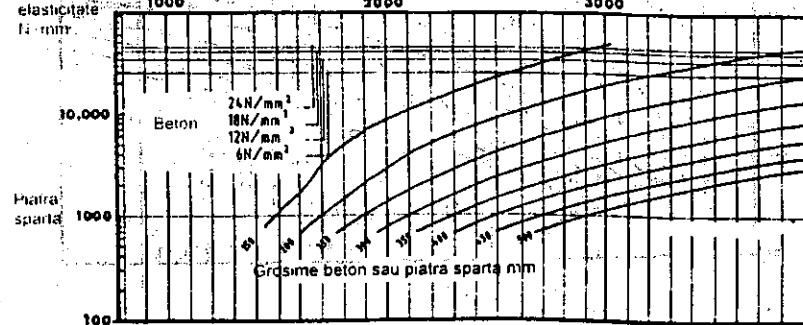


Efort orizontal
de intindere



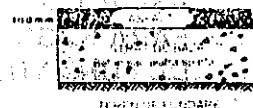
Efort vertical
de compresiune

Modulul de
elasticitate
N/mm²

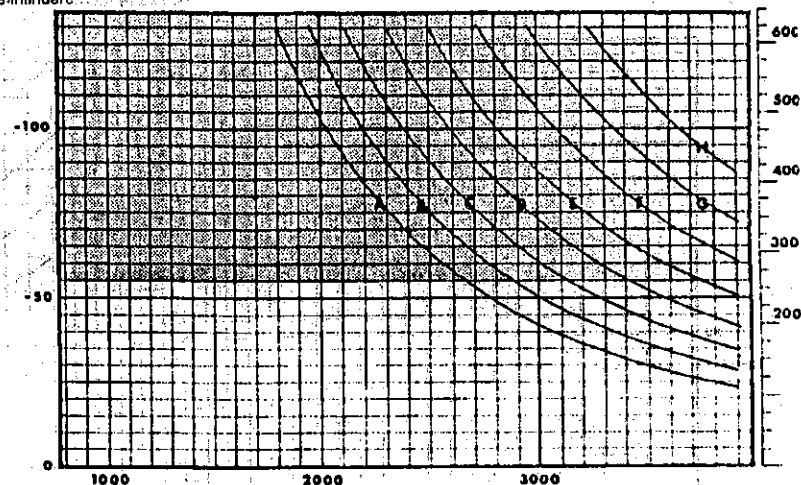


GRAFIC Nr. 2

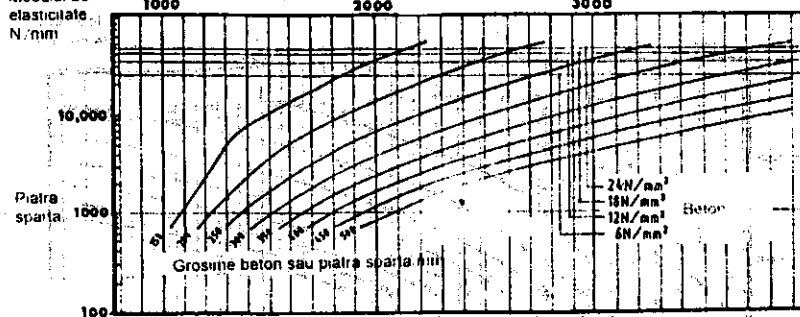
3% CBR
ASFALT
FARA SUBSTRATURI
DE FUNDATIE



Efort orizontal
de intindere

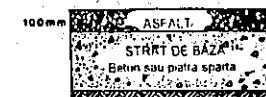


Modulul de
elasticitate
N/mm²

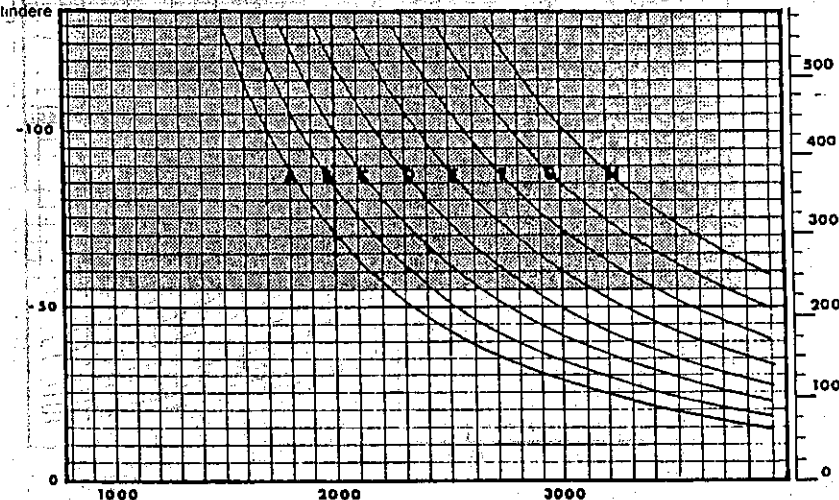


GRAFIC Nr. 3

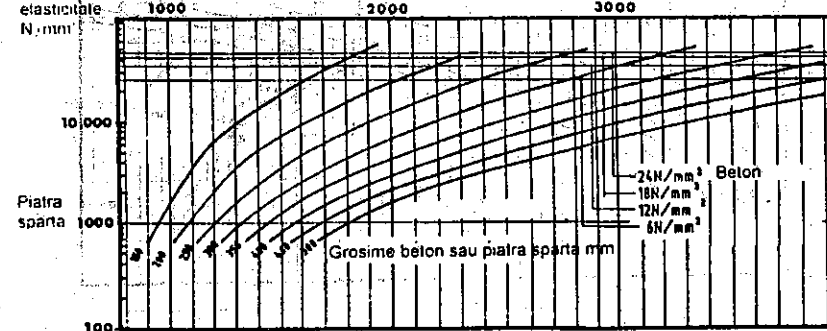
5% CBR
ASFALT
FARA SUBSTRATURI
DE FUNDATIE



Efort orizontal
de intindere



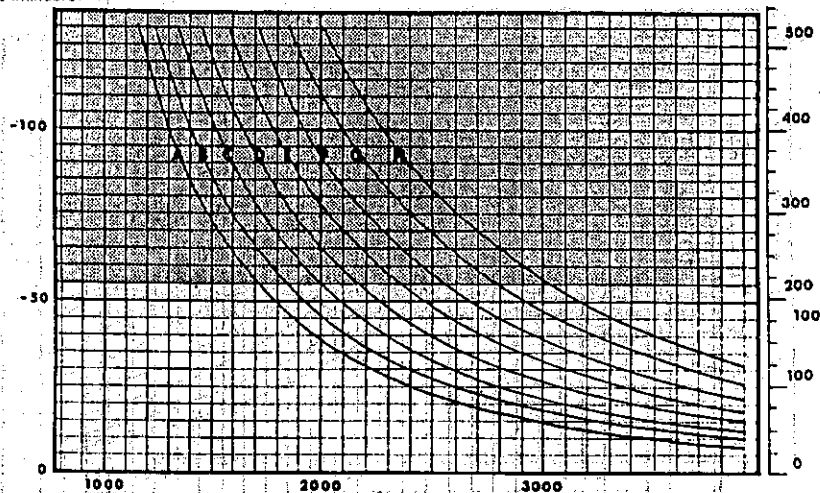
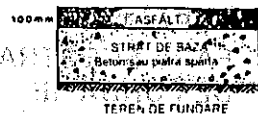
Modulul de
elasticitate
N/mm²



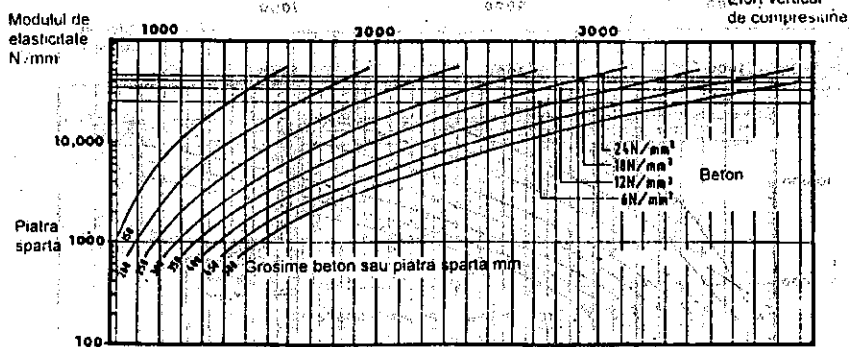
GRAFIC Nr. 4

10% CBR
ASFALT
FARA SUBSTRATURI
DE FUNDATIE

Efort orizontal
de intindere



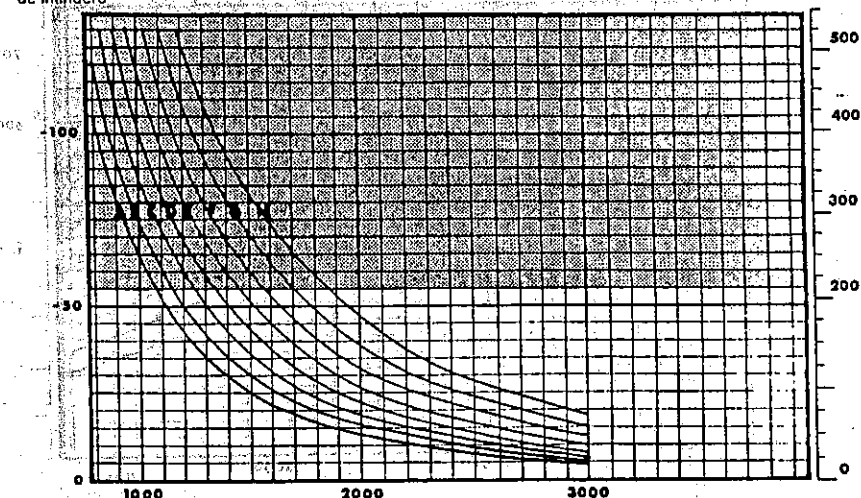
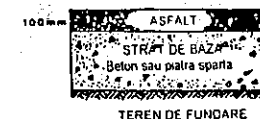
Modulul de
elasticitate
N/mm²



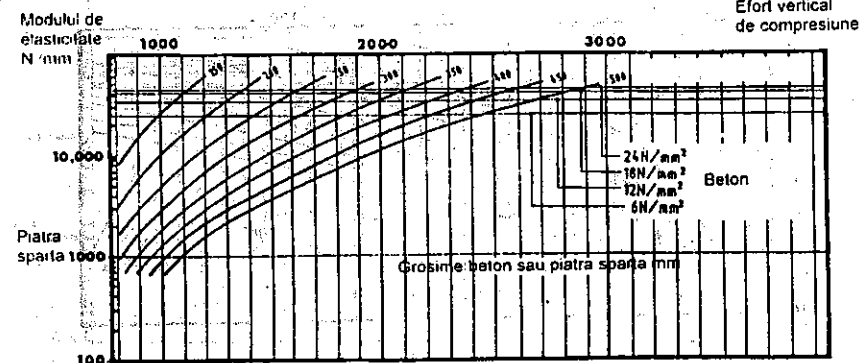
GRAFIC Nr. 5

30% CBR
ASFALT
FARA SUBSTRATURI
DE FUNDATIE

Efort orizontal
de intindere



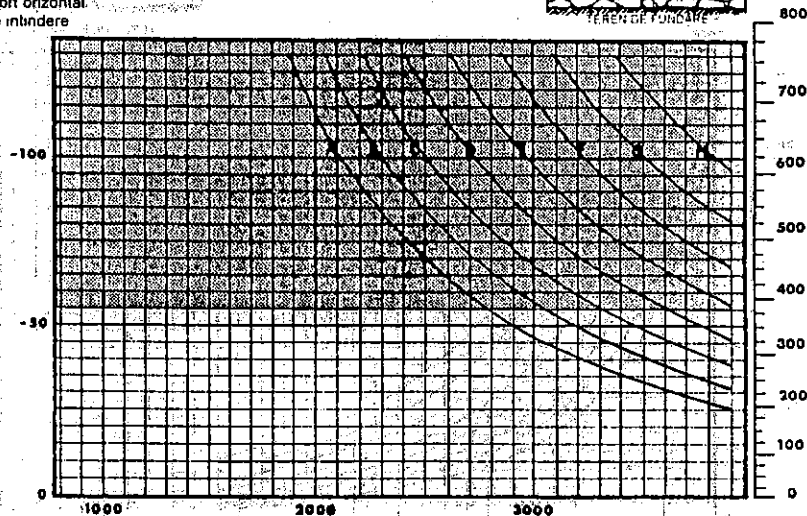
Modulul de
elasticitate
N/mm²



GRAFIC Nr. 6

1% CBR
ASFALT
300 mm SUBSTRAT
DE FUNDATIE

Efort orizontal
de intindere

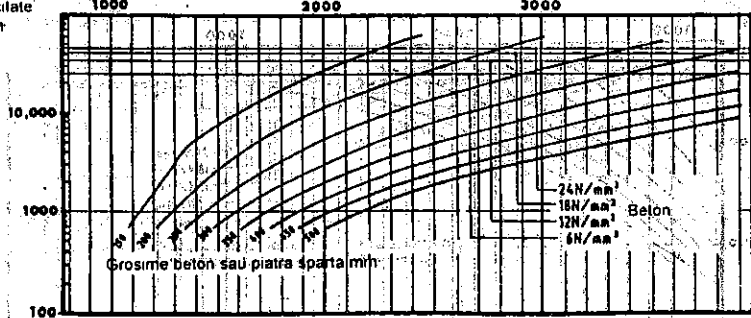


Modulul de
elasticitate
N/mm²

Piatra
sparta

1000 2000 3000

Efort vertical
de compresiune



Grosime beton sau piatra sparta mm

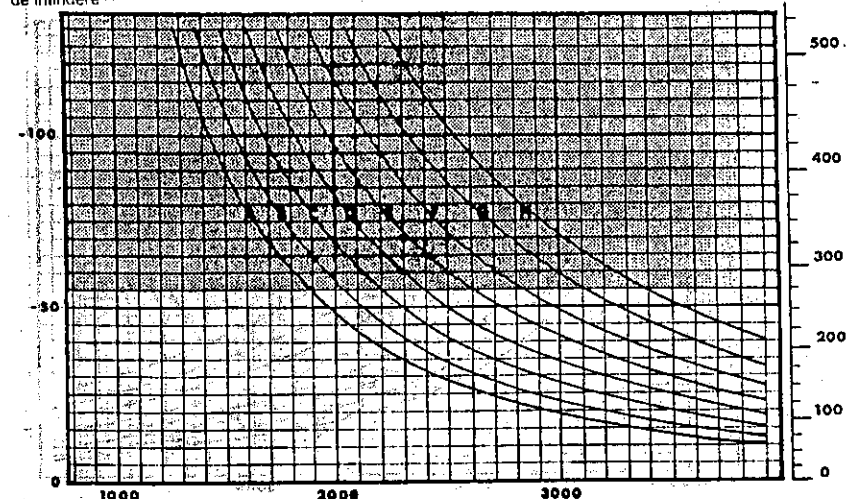
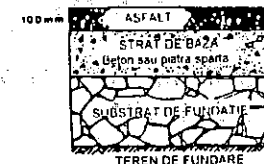
24 N/mm²
18 N/mm²
12 N/mm²
6 N/mm²

Beton

GRAFIC Nr. 7

3% CBR
ASFALT
300 mm SUBSTRAT
DE FUNDATIE

Efort orizontal
de intindere

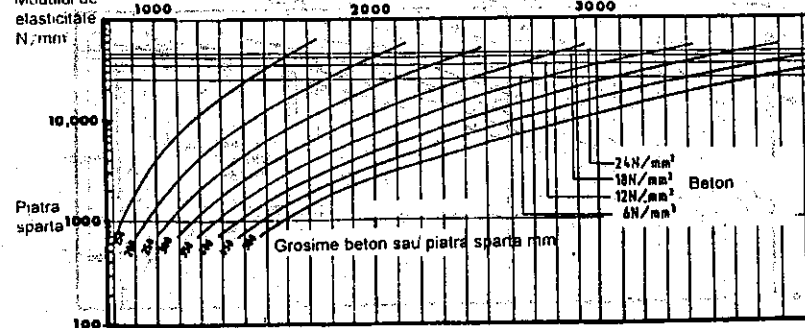


Modulul de
elasticitate
N/mm²

Piatra
sparta

1000 2000 3000

Efort vertical
de compresiune



Grosime beton sau piatra sparta mm

24 N/mm²
18 N/mm²
12 N/mm²
6 N/mm²

Beton

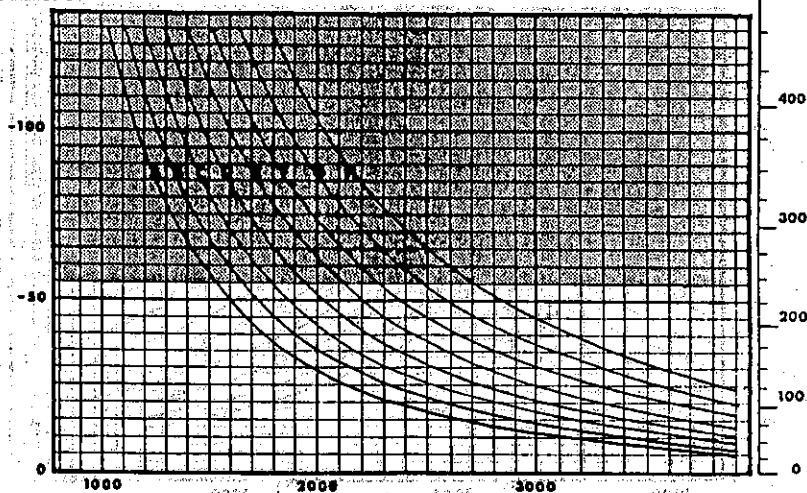
GRAFIC Nr. 8

5% CBR

ASFALT
300 mm SUBSTRAT
DE FUNDATIE

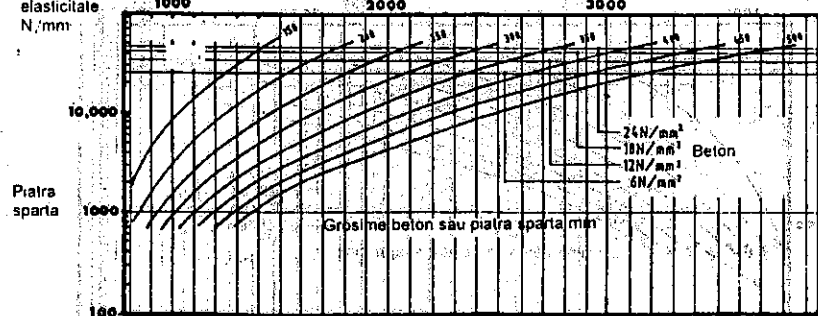


Efort orizontal
de intindere



Modulul de
elasticitate
N/mm²

Efort vertical
de compresiune



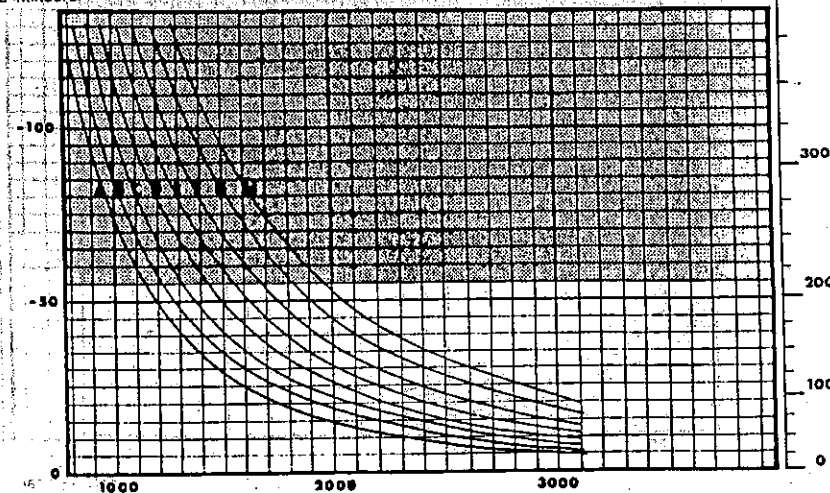
GRAFIC Nr. 9

10% CBR

ASFALT
300 mm SUBSTRAT
DE FUNDATIE

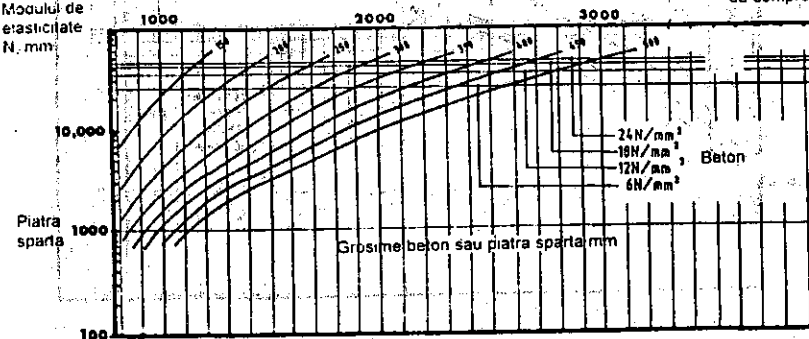


Efort orizontal
de intindere



Modulul de
elasticitate
N/mm²

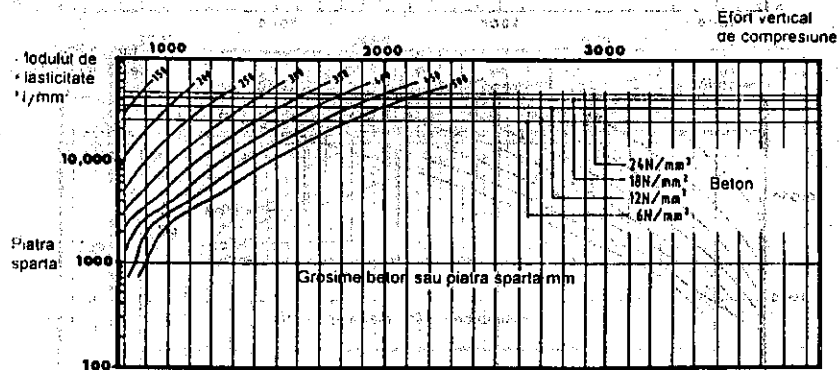
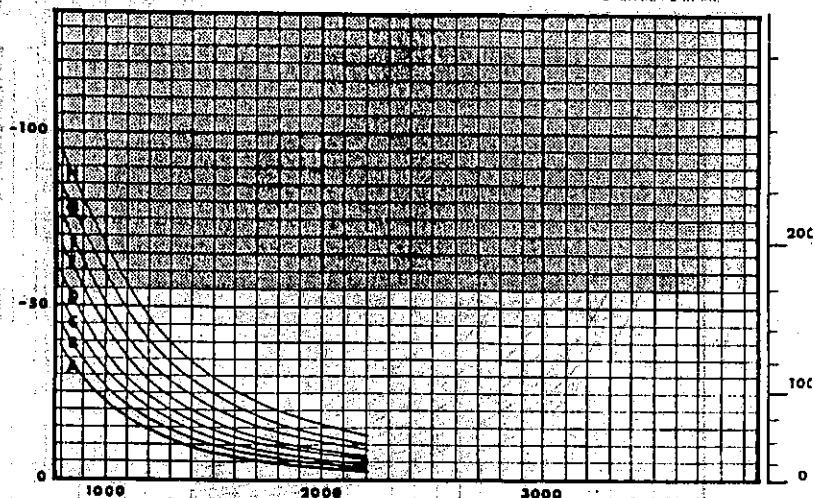
Efort vertical
de compresiune



GRAFIC Nr. 10

30% CBR
ASFALT
30 mm SUBSTRAT
DE FUNDATIE

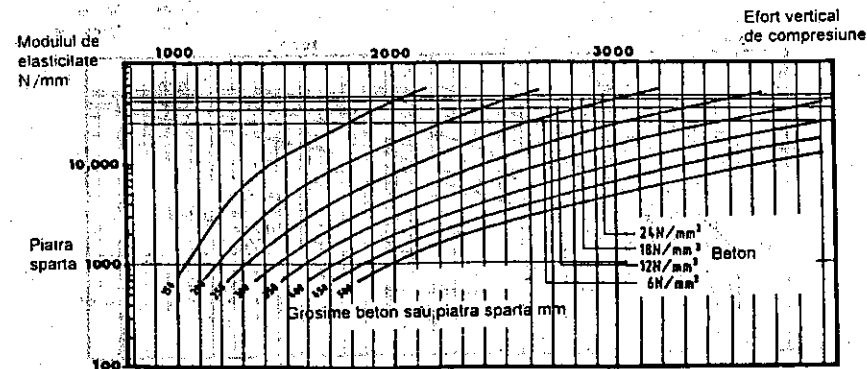
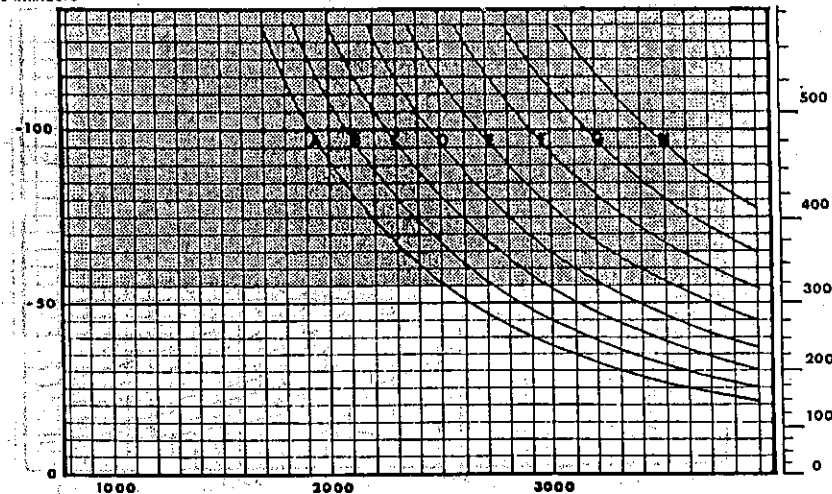
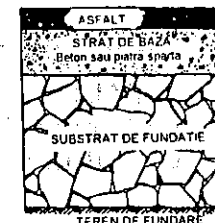
Efort orizontal
de intindere



GRAFIC Nr. 11

1% CBR
ASFALT
600 mm SUBSTRAT
DE FUNDATIE

Efort orizontal
de intindere

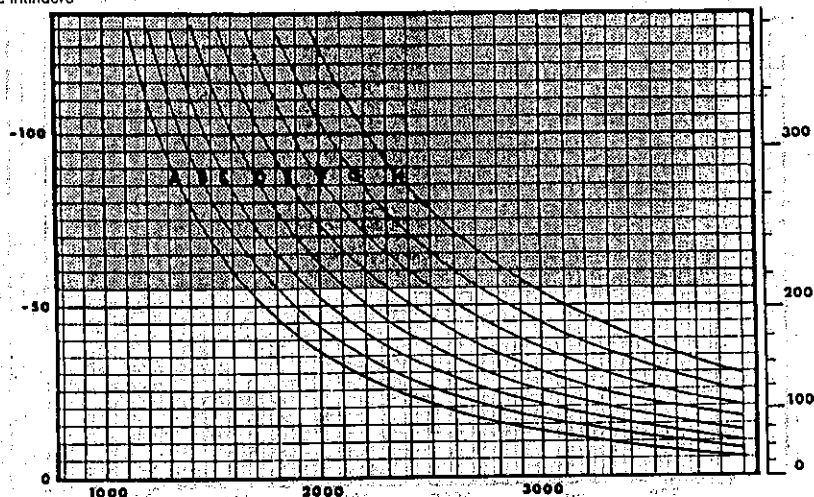


GRAFIC Nr. 12

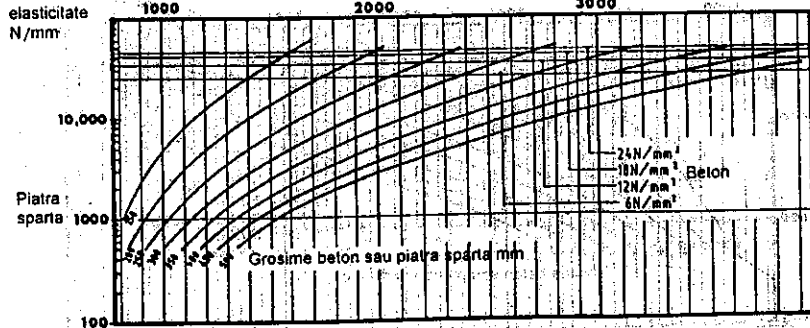
3% CBR
ASFALT
600 mm SUBSTRAT
DE FUNDATIE



Efort orizontal
de întindere

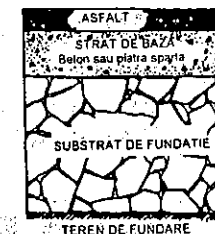


Modulul de
elasticitate
N/mm²

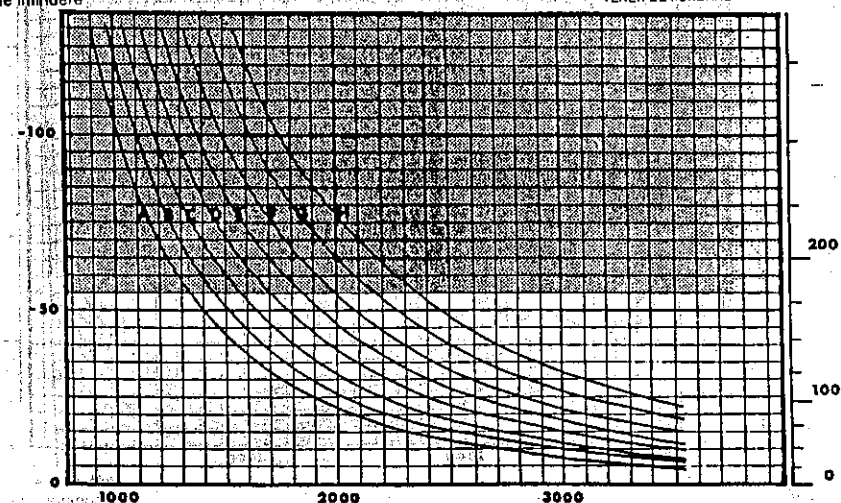


GRAFIC Nr. 13

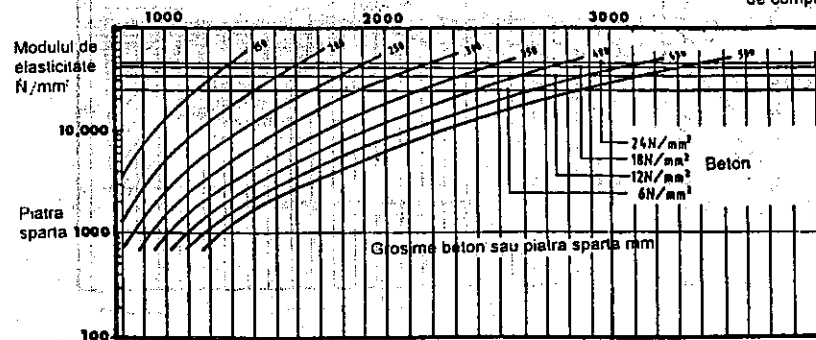
5% CBR
ASFALT
600 mm SUBSTRAT
DE FUNDATIE



Efort orizontal
de întindere

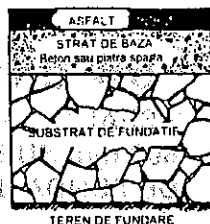


Modulul de
elasticitate
N/mm²

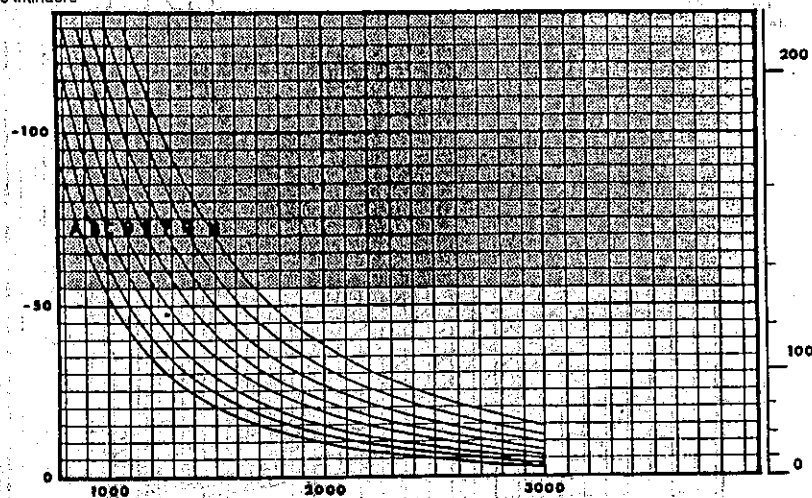


GRAFIC Nr. 14

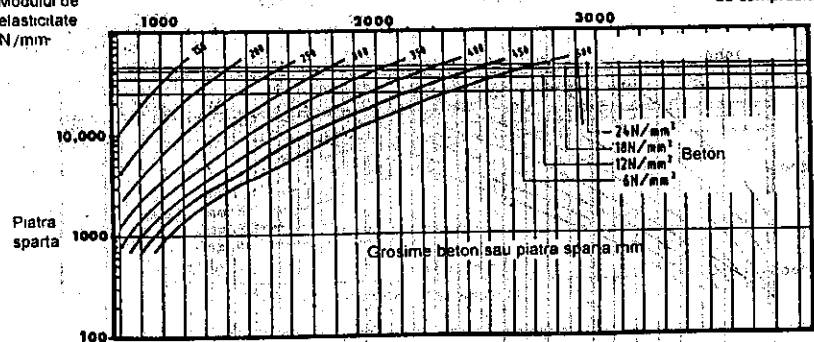
10% CBR
ASFALT
600 mm SUBSTRAT
DE FUNDATIE



Efort orizontal
de intindere

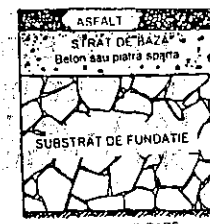


Modulul de
elasticitate
N/mm²

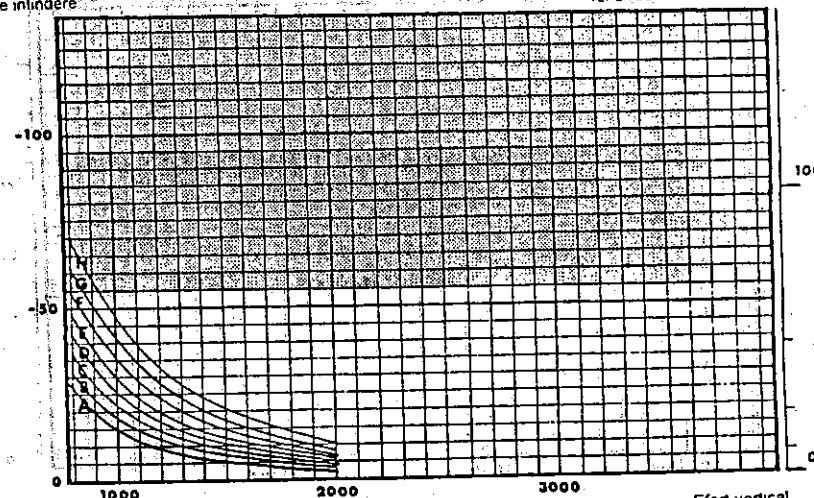


GRAFIC Nr. 15

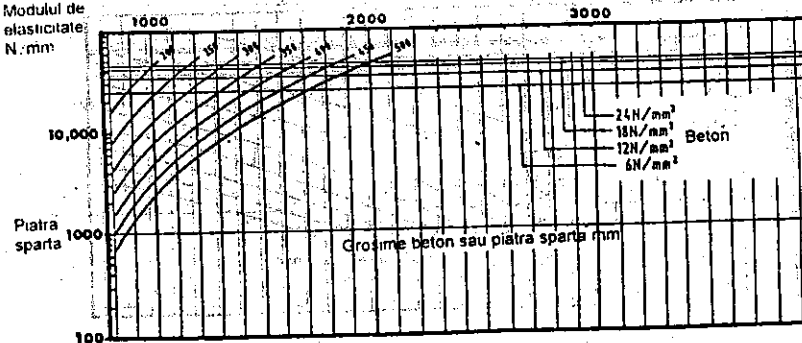
30% CBR
ASFALT
600 mm SUBSTRAT
DE FUNDATIE



Efort orizontal
de intindere



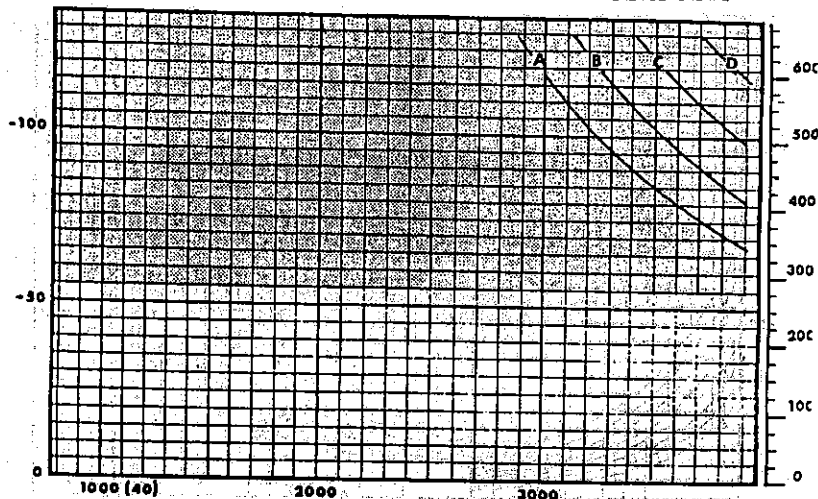
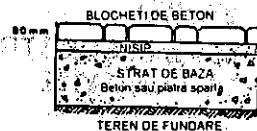
Modulul de
elasticitate
N/mm²



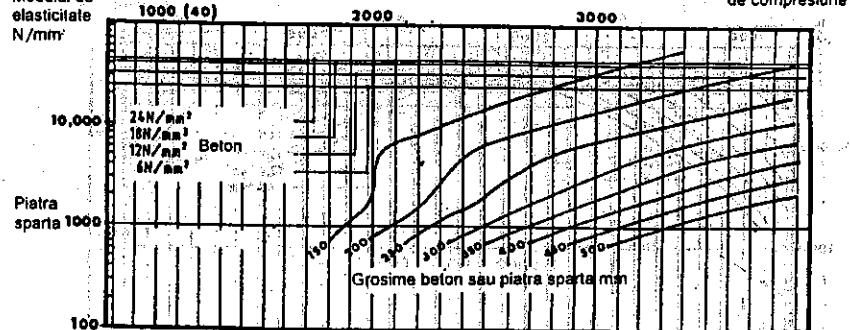
GRAFIC Nr. 16

1% C.B.R.
BLOCHETI DIN BETON
FARA SUBSTRAT
DE FUNDATIE

Efort orizontal
de intindere



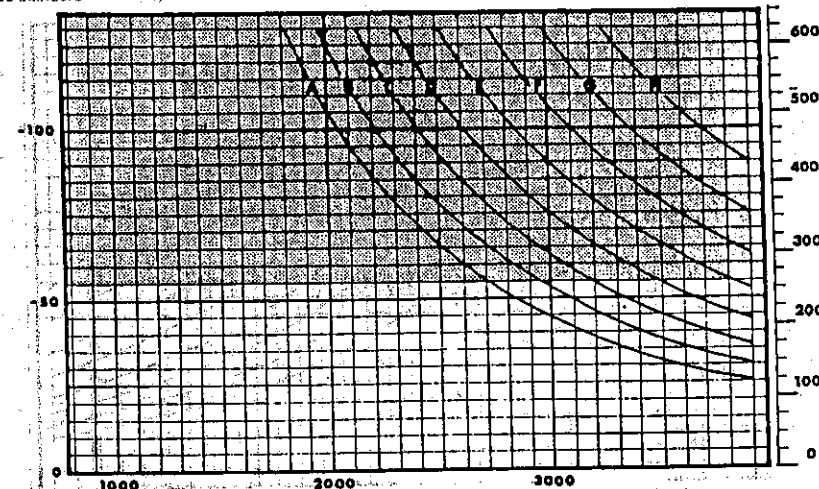
Modulul de
elasticitate
N/mm²



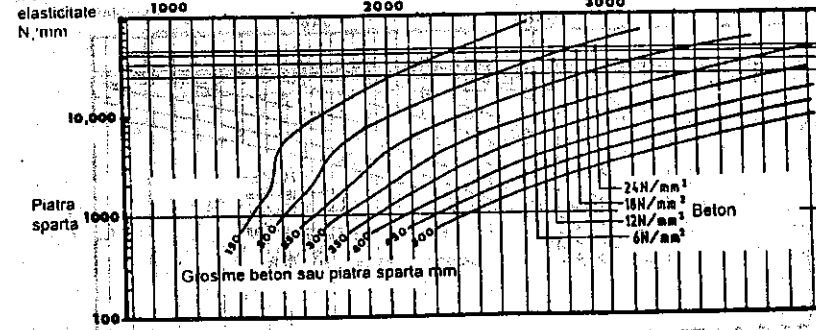
GRAFIC Nr. 17

3% C.B.R.
BLOCHETI DIN BETON
FARA SUBSTRAT
DE FUNDATIE

Efort orizontal
de intindere

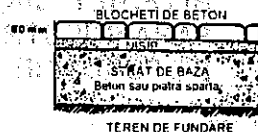


Modulul de
elasticitate
N/mm²

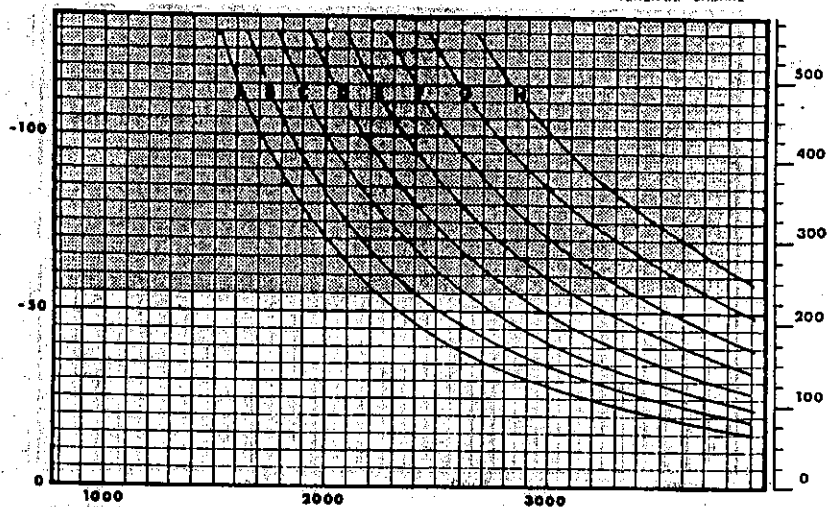


GRAFIC Nr. 18

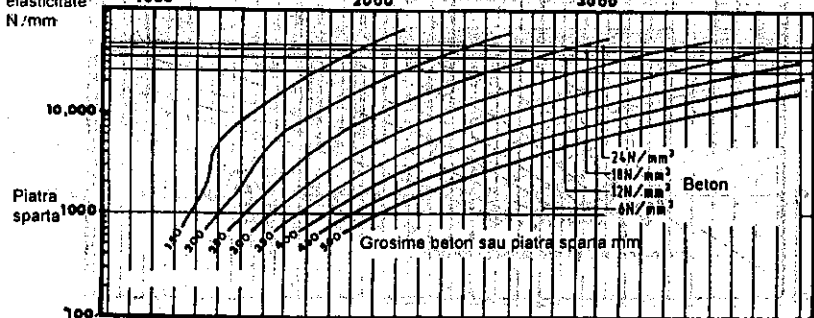
5% C.B.R.
BLOCHETI DIN BETON
FARA SUBSTRAT
DE FUNDATIE



Efort orizontal
de intindere

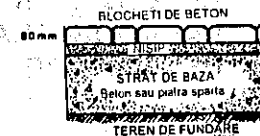


Modulul de
elasticitate
N/mm

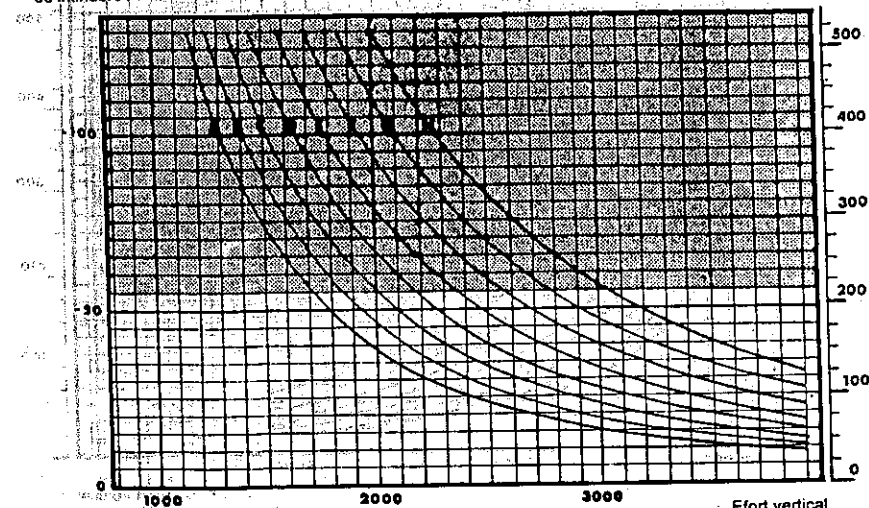


GRAFIC Nr. 19

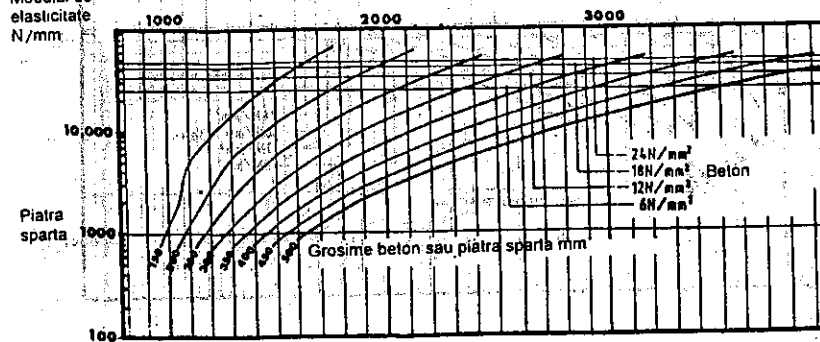
10% C.B.R.
BLOCHETI DIN BETON
FARA SUBSTRAT
DE FUNDATIE



Efort orizontal
de intindere



Modulul de
elasticitate
N/mm

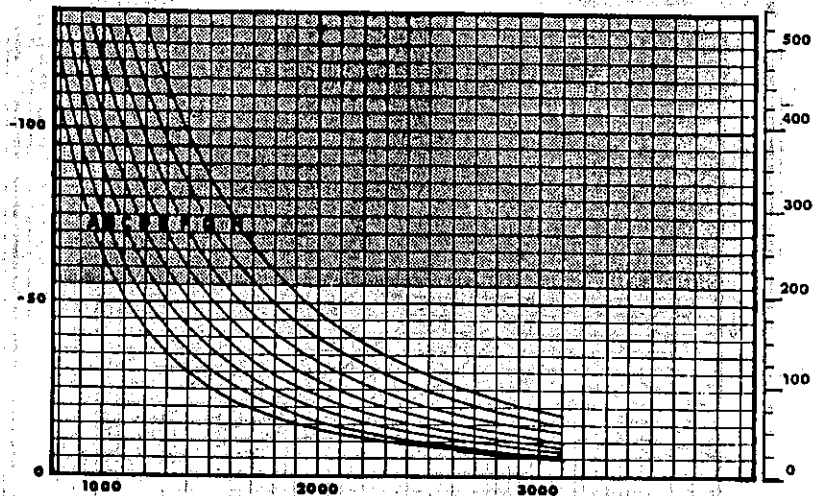


30% C.B.R.

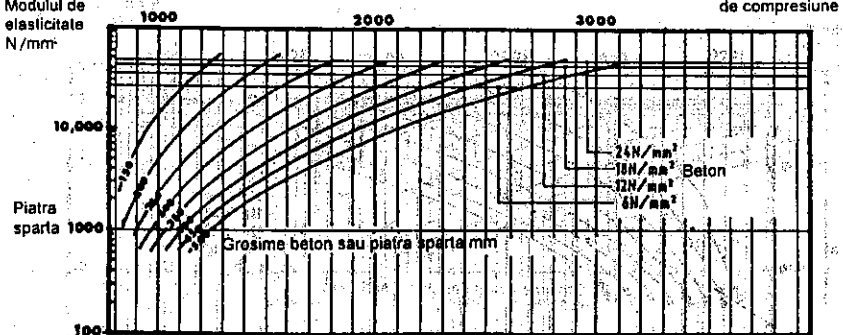
BLOCHETI DIN BETON
FARA SUBSTRAT
DE FUNDATIE



Efort horizontal
de intindere



Modulul de
elasticitate
N/mm²

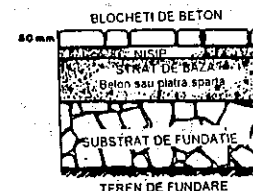


Piatra
sparta

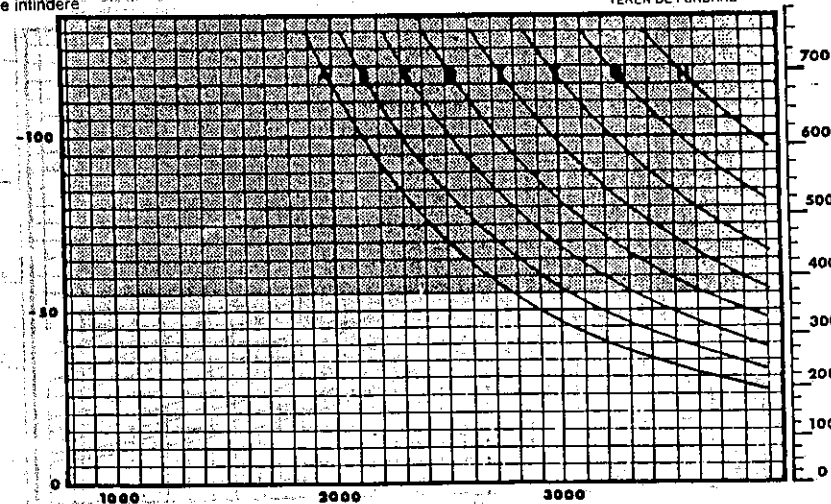
Grosime beton sau piatra sparta mm

1% C.B.R.

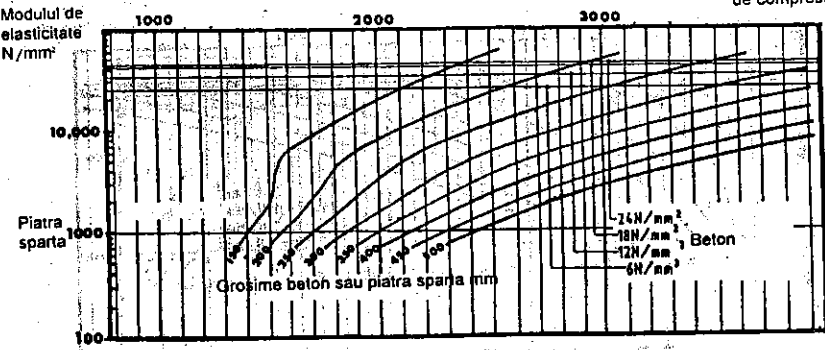
BLOCHETI DIN BETON
300mm SUBSTRAT
DE FUNDATIE



Efort horizontal
de intindere



Modulul de
elasticitate
N/mm²

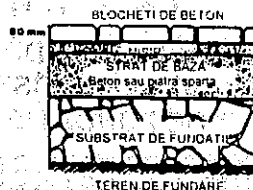


Piatra
sparta

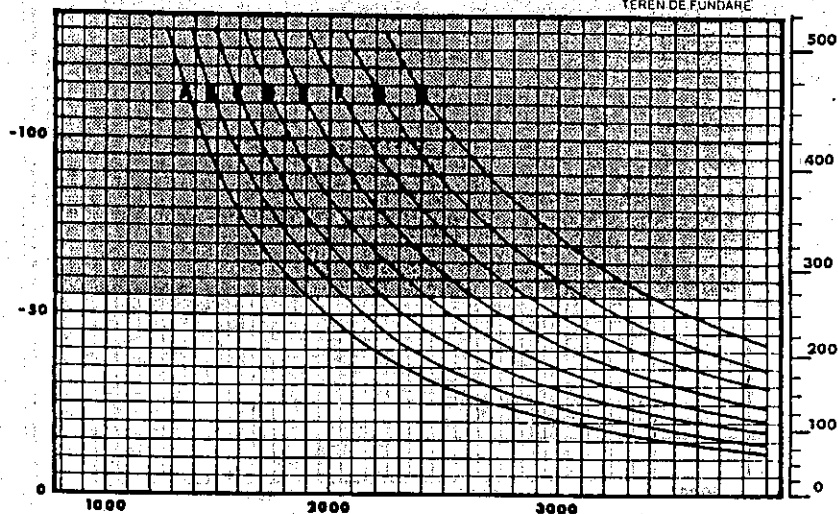
Grosime beton sau piatra sparta mm

GRAFIC Nr. 22

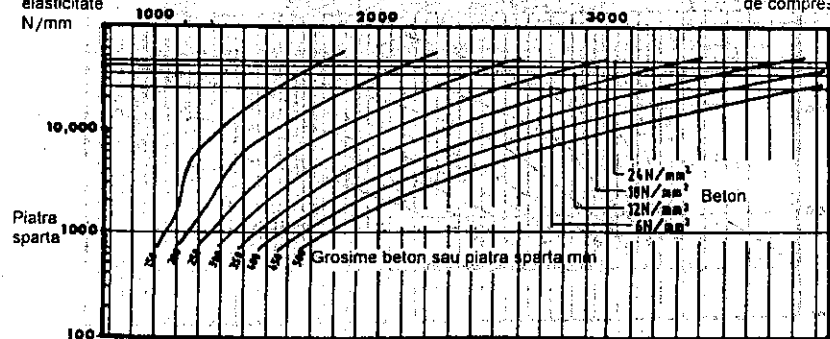
3% CBR
BLOCHETI DIN BETON
300mm SUBSTRAT
DE FUNDATIE



Efort orizontal
de intindere

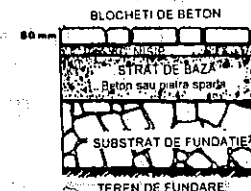


Modulul de
elasticitate
N/mm

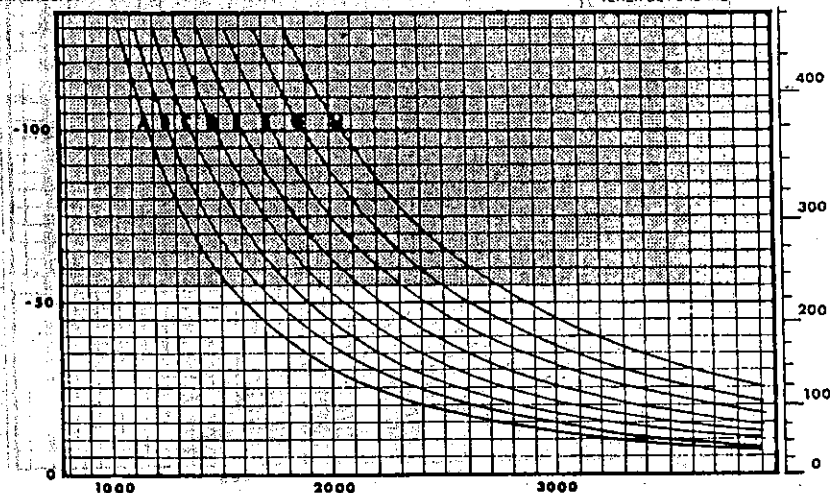


GRAFIC Nr. 23

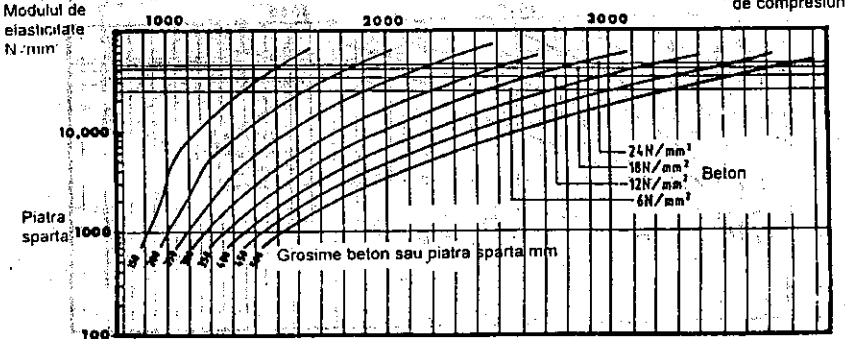
5% CBR
BLOCHETI DIN BETON
300mm SUBSTRAT
DE FUNDATIE



Efort orizontal
de intindere



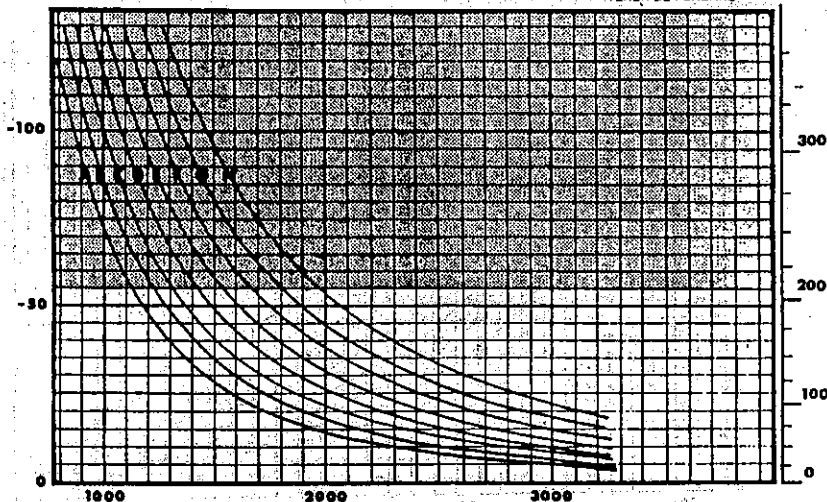
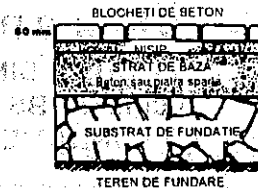
Modulul de
elasticitate
N/mm



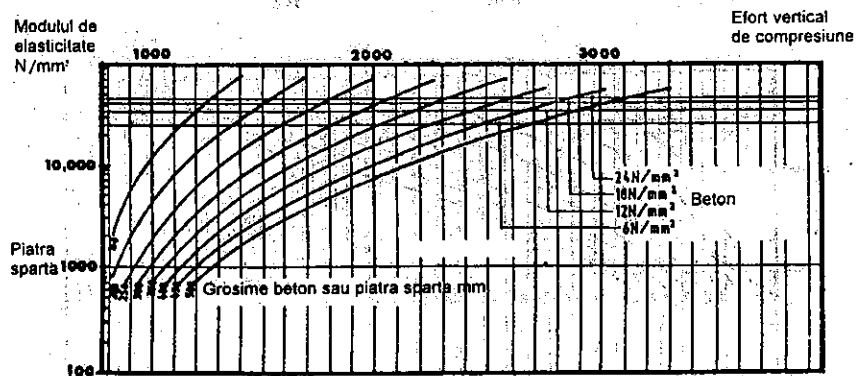
GRAFIC Nr. 24

10% CBR
BLOCHETI DIN BETON
300mm SUBSTRAT
DE FUNDATIE

Efort orizontal
de intindere



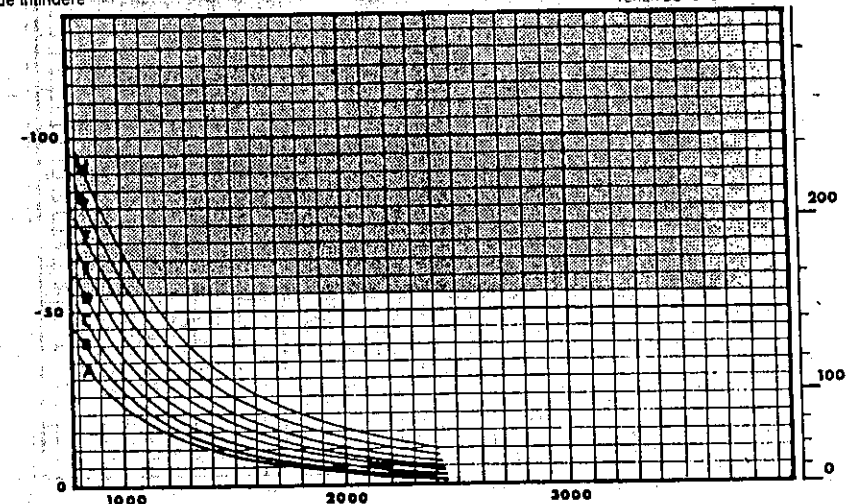
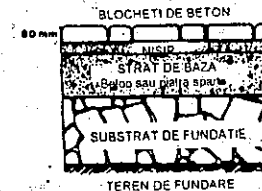
Modulul de
elasticitate
 N/mm^2



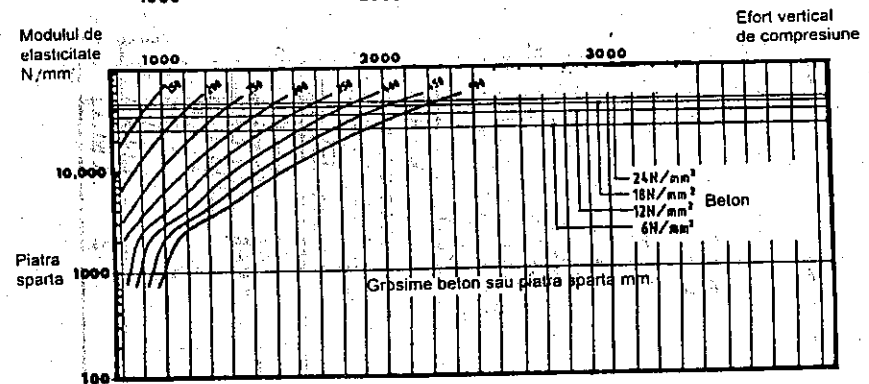
GRAFIC Nr. 25

30% CBR
BLOCHETI DIN BETON
300mm SUBSTRAT
DE FUNDATIE

Efort orizontal
de intindere

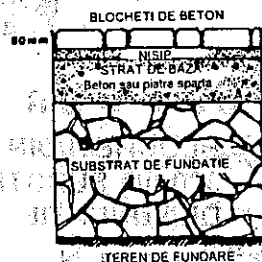


Modulul de
elasticitate
 N/mm^2

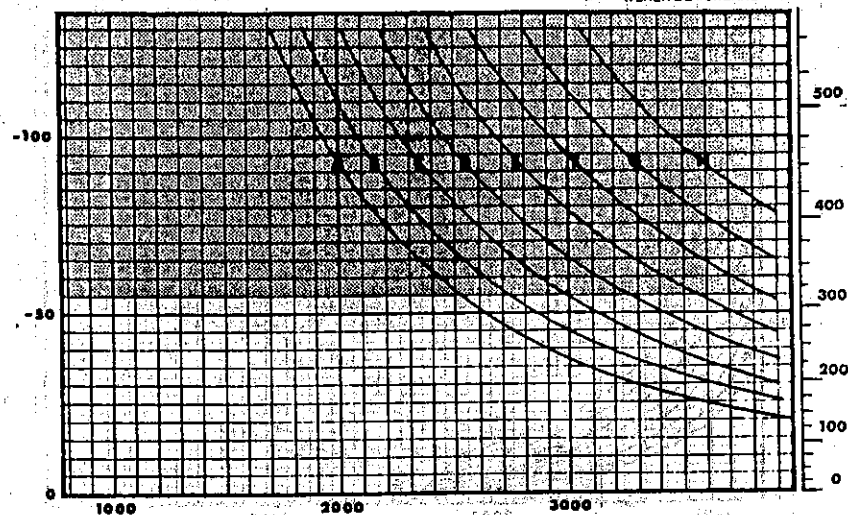


GRAFIC Nr. 26

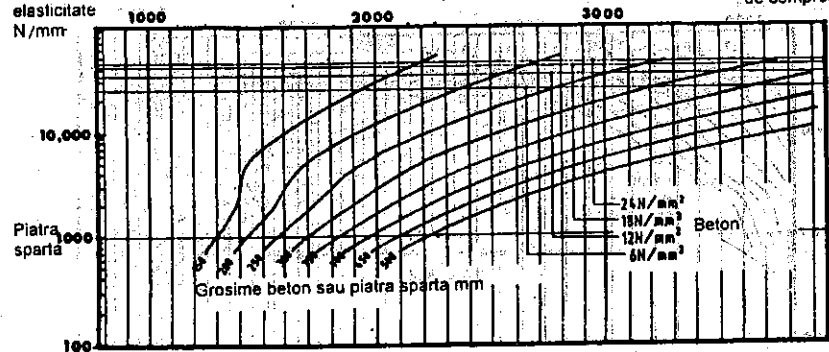
1% CBR
BLOCHETI DIN BETON
600mm SUBSTRAT
DE FUNDATIE



Efort orizontal
de intindere

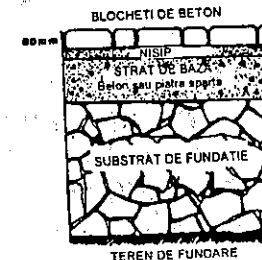


Modulul de
elasticitate
N/mm

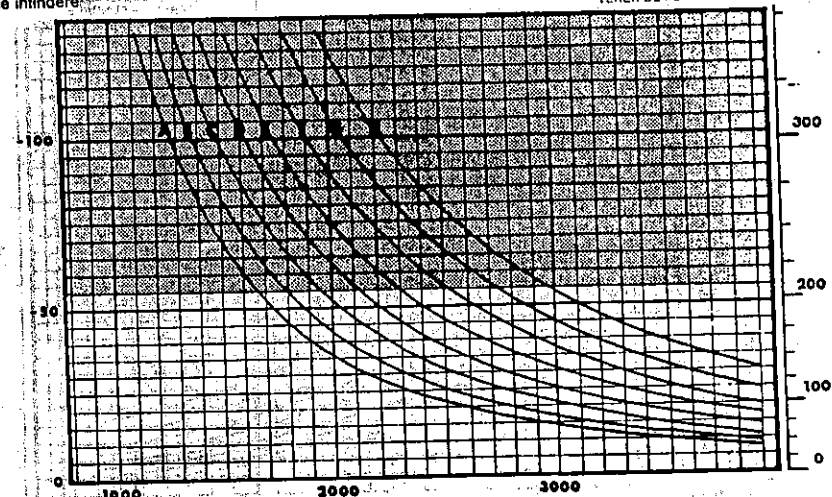


GRAFIC Nr. 27

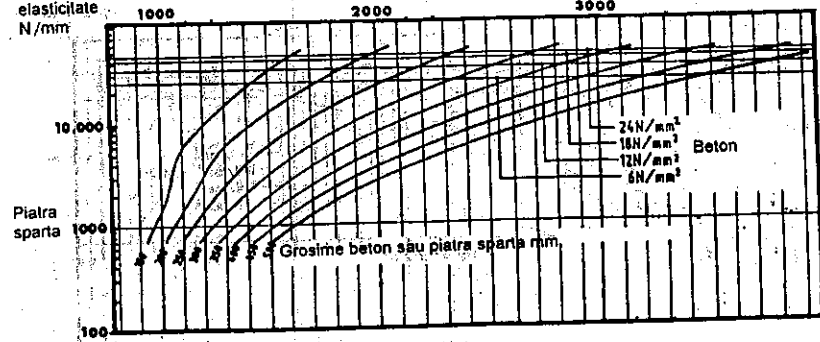
3% CBR
BLOCHETI DIN BETON
600mm SUBSTRAT
DE FUNDATIE



Efort orizontal
de intindere



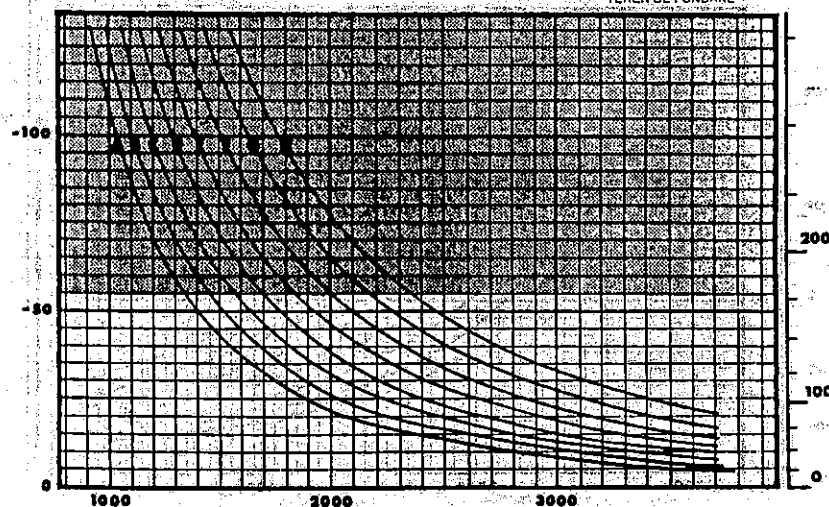
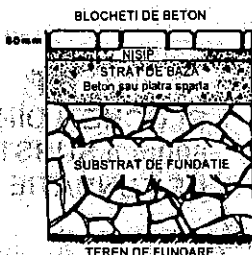
Modulul de
elasticitate
N/mm



GRAFIC Nr. 28

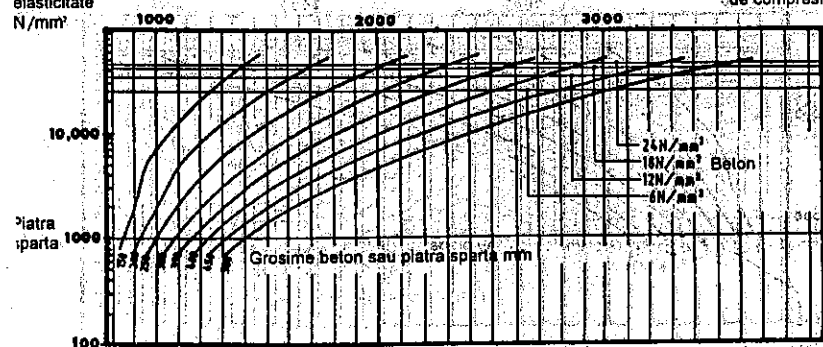
5% CBR
BLOCHETI DIN BETON
600mm SUBSTRAT
DE FUNDATIE

Efort orizontal
de intindere



Modulul de
elasticitate
N/mm²

Efort vertical
de compresiune



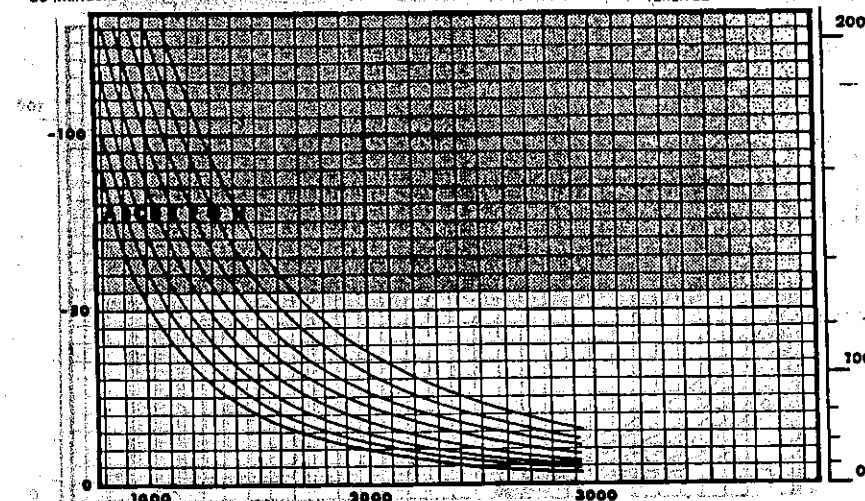
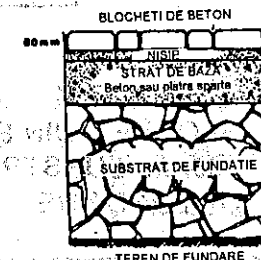
Piatra
sparta

Grosime beton sau piatra sparta mm

GRAFIC Nr. 29

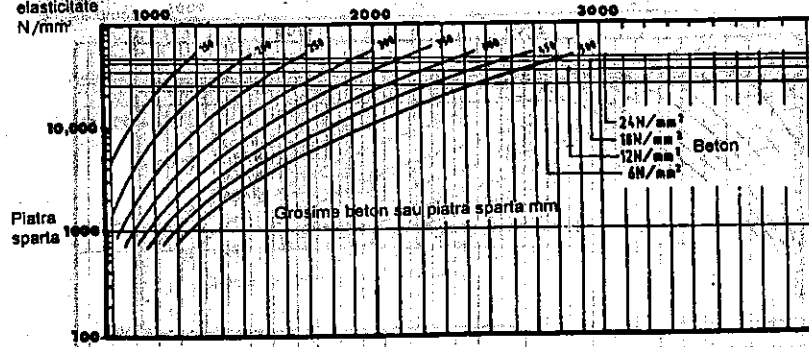
10% CBR
BLOCHETI DIN BETON
600mm SUBSTRAT
DE FUNDATIE

Efort orizontal
de intindere



Modulul de
elasticitate
N/mm²

Efort vertical
de compresiune



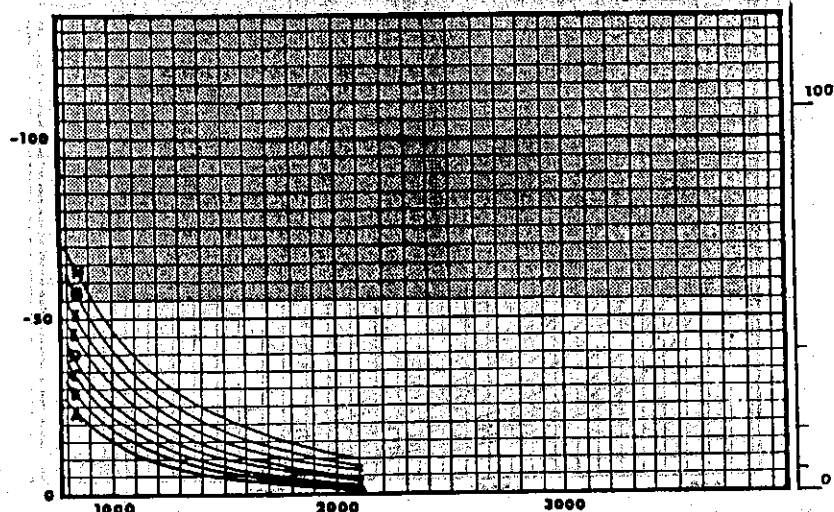
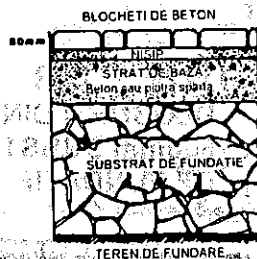
Piatra
sparta

Grosime beton sau piatra sparta mm

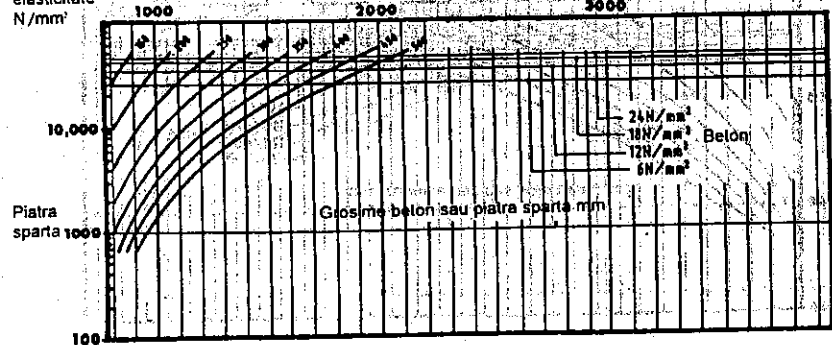
GRAFIC Nr. 30

30% CBR
BLOCHETI DIN BETON
600mm SUBSTRAT
DE FUNDATIE

Efort orizontal
de intindere



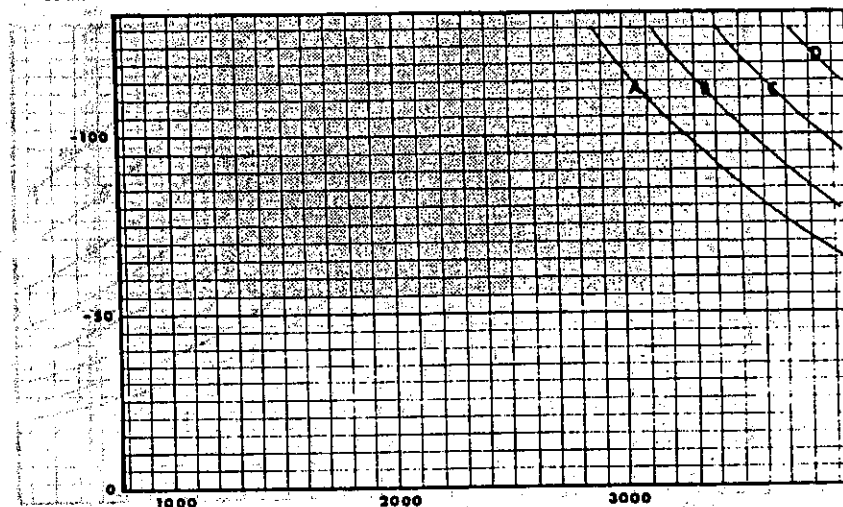
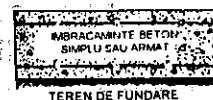
Modulul de
elasticitate
 N/mm^2



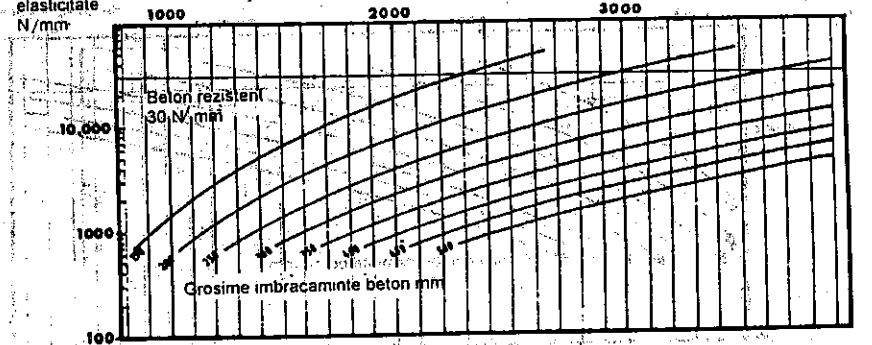
GRAFIC Nr. 31

1% CBR
IMBRACAMINTE DIN BETON
FARA SUBSTRAT
DE FUNDATIE

Efort orizontal
de intindere



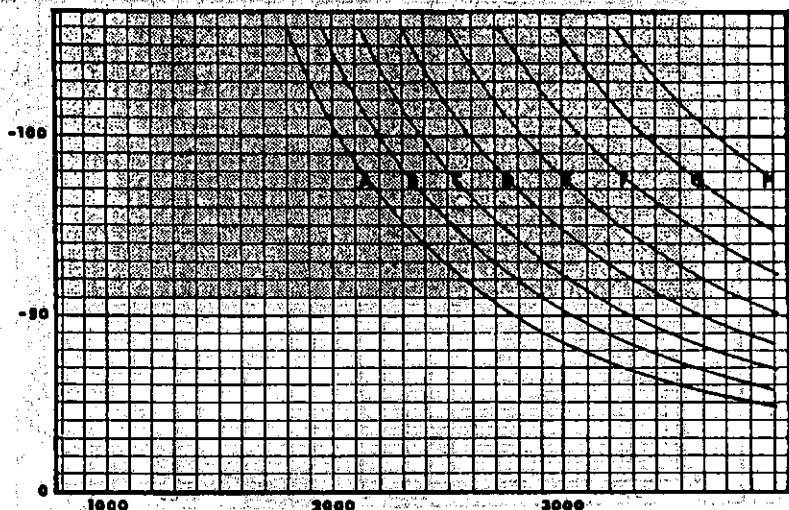
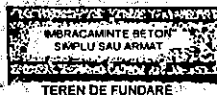
Modulul de
elasticitate
 N/mm^2



GRAFIC Nr. 32

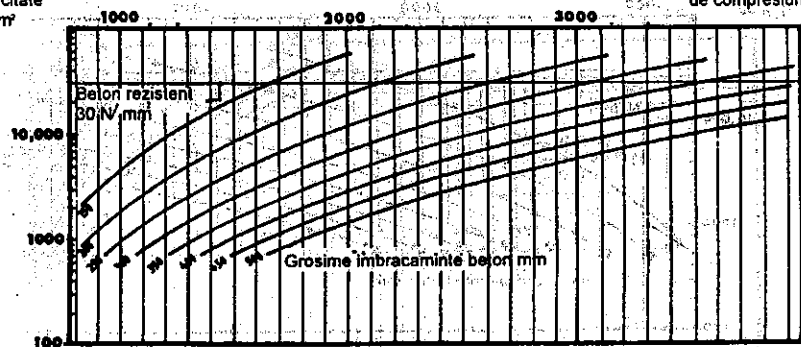
3% CBR
IMBRACAMINTE DIN BETON
FARA SUBSTRAT
DE FUNDATIE

Efort orizontal
de intindere



Modulul de
elasticitate
 N/mm^2

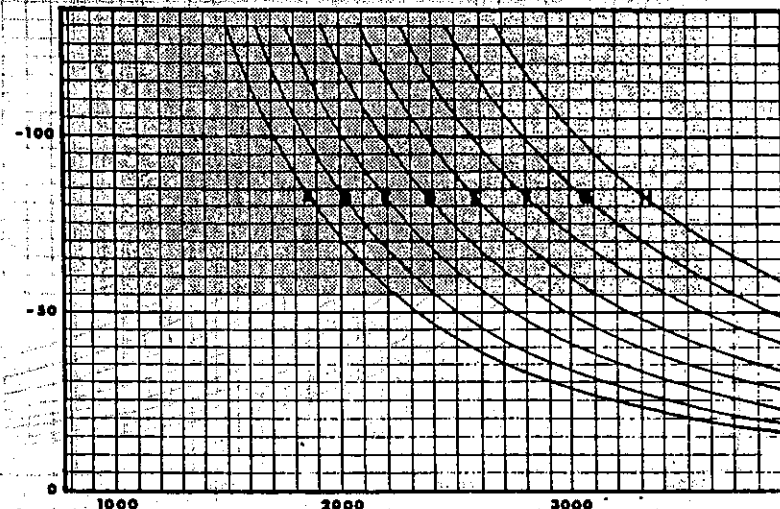
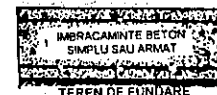
Efort vertical
de compresiune



GRAFIC Nr. 33

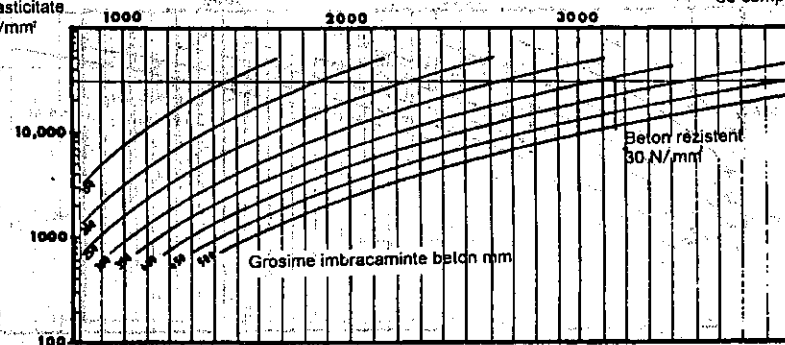
5% CBR
IMBRACAMINTE DIN BETON
FARA SUBSTRAT
DE FUNDATIE

Efort orizontal
de intindere



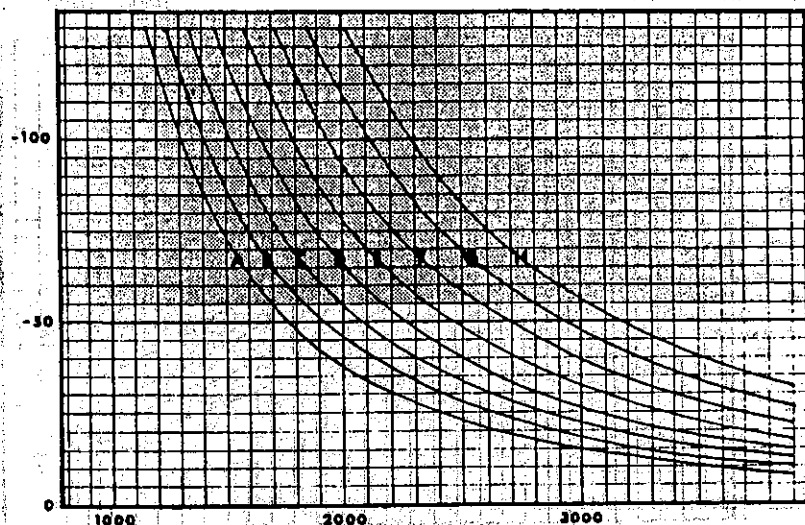
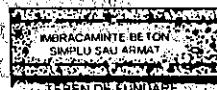
Modulul de
elasticitate
 N/mm^2

Efort vertical
de compresiune

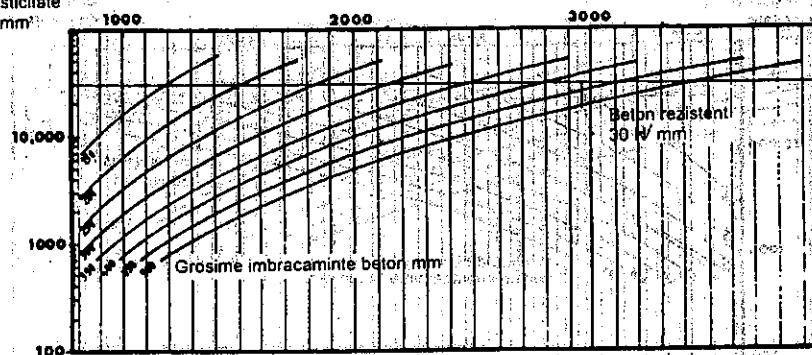


10% CBR
IMBRACAMINTE DIN BETON
FARA SUBSTRAT
DE FUNDATIE

Efort orizontal
de intindere

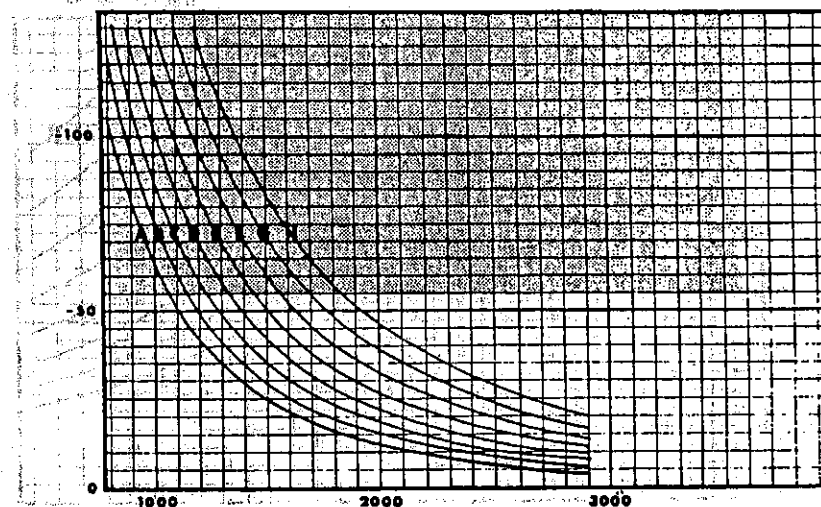
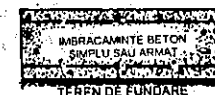


Modulul de
elasticitate
 N/mm^2

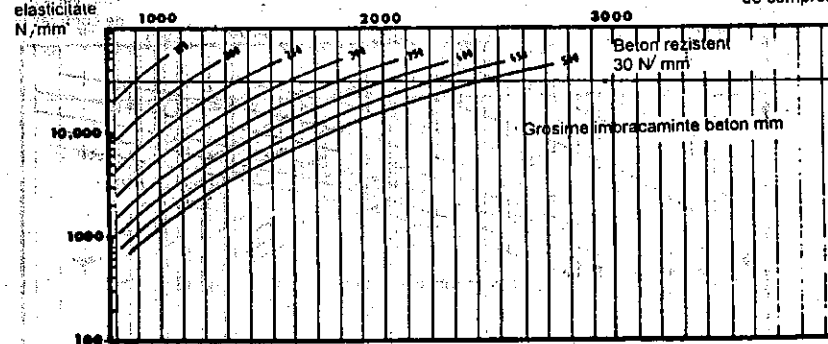


30% CBR
IMBRACAMINTE DIN BETON
FARA SUBSTRAT
DE FUNDATIE

Efort orizontal
de intindere



Modulul de
elasticitate
 N/mm^2

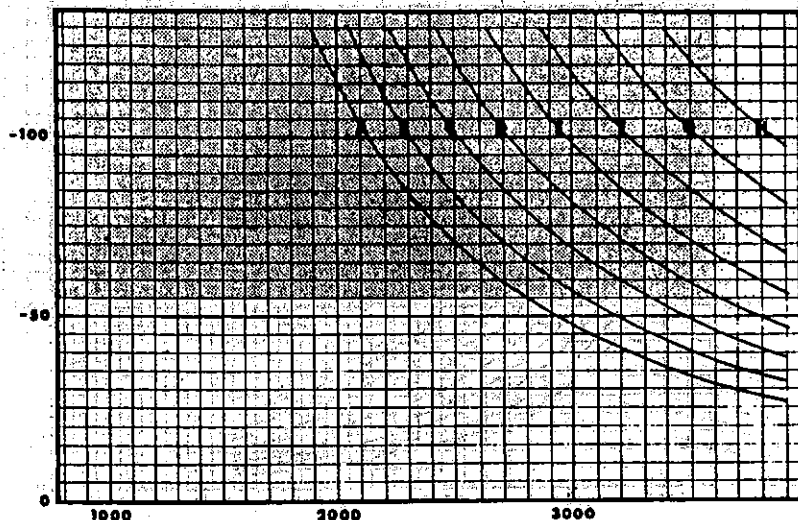


GRAFIC Nr. 36

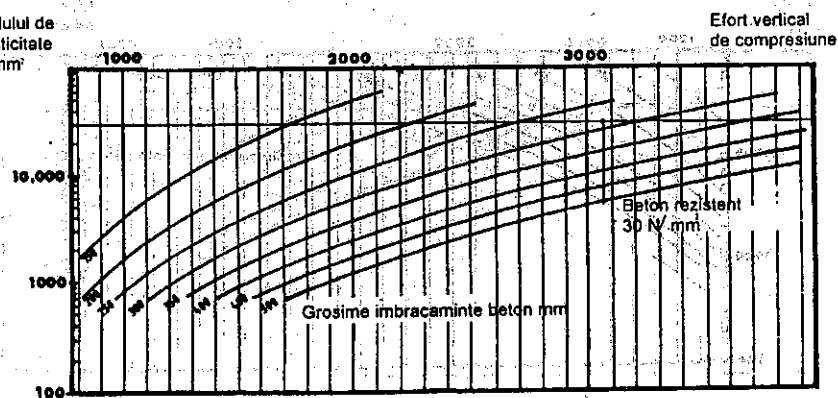
1% CBR
IMBRACAMINTE DIN BETON
300mm SUBSTRAT
DE FUNDATIE



Efort orizontal
de intindere

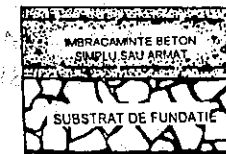


Modulul de
elasticitate
N/mm²

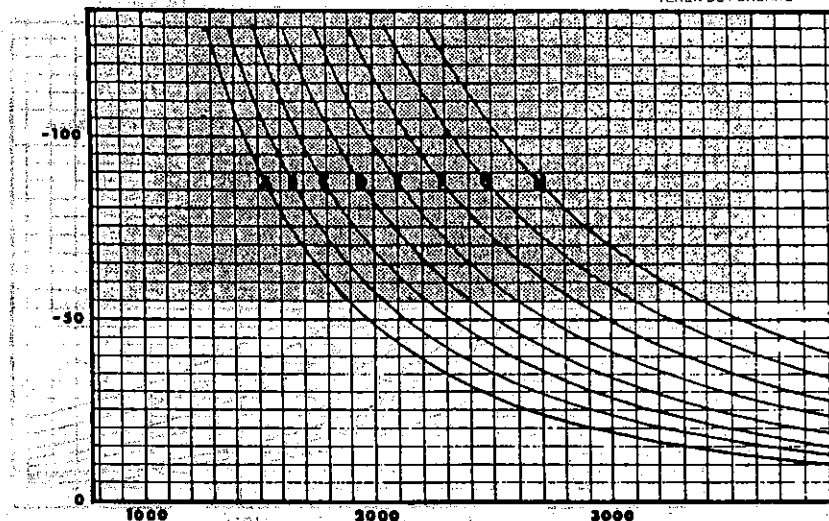


GRAFIC Nr. 37

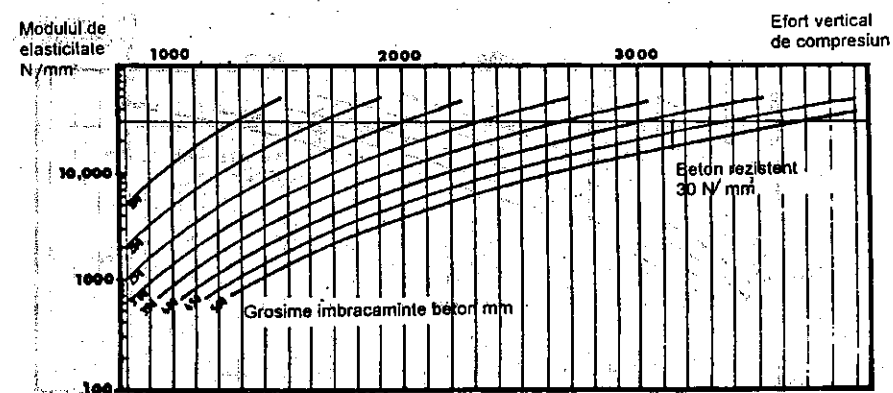
3% CBR
IMBRACAMINTE DIN BETON
300mm SUBSTRAT
DE FUNDATIE



Efort orizontal
de intindere

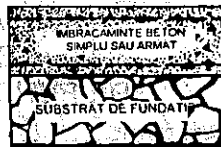


Modulul de
elasticitate
N/mm²

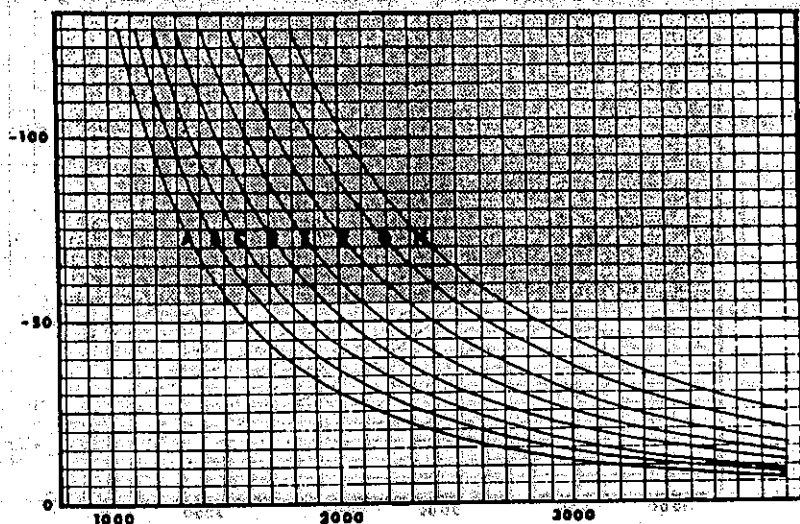


GRAFIC Nr. 38

5% CBR
IMBRACAMINTE DIN BETON
300mm SUBSTRAT
DE FUNDATIE

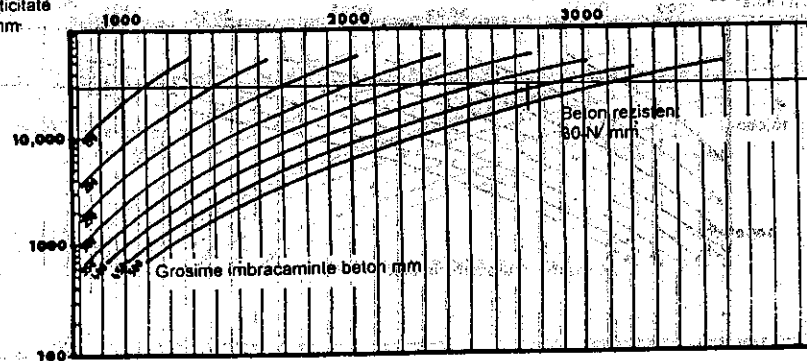


Efort orizontal
de intindere



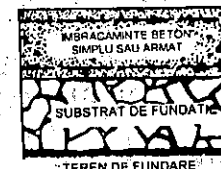
Modulul de
elasticitate
N/mm

Efort vertical
de compresiune

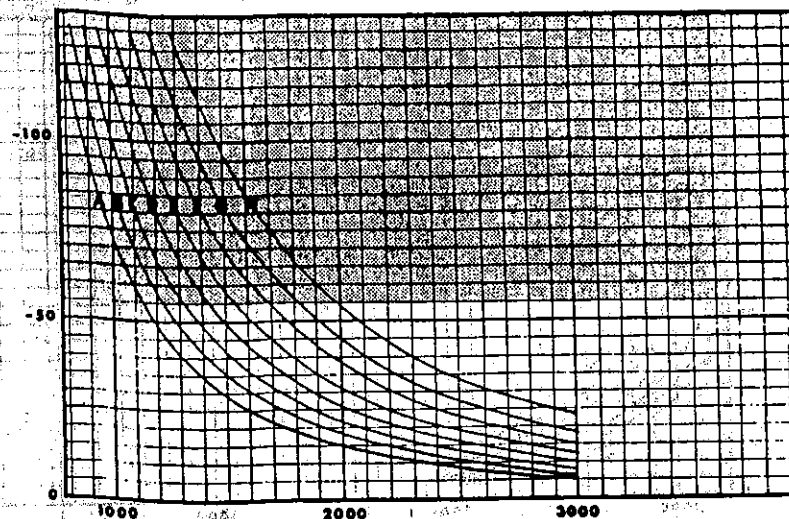


GRAFIC Nr. 39

10% CBR
IMBRACAMINTE DIN BETON
300mm SUBSTRAT
DE FUNDATIE

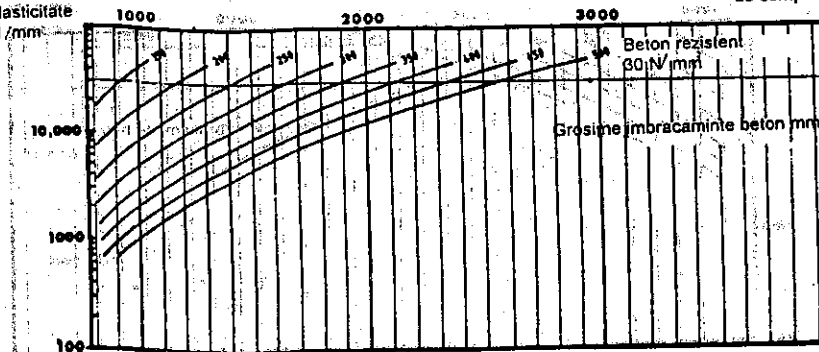


Efort orizontal
de intindere

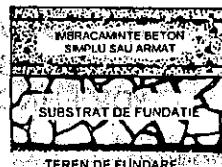


Modulul de
elasticitate
N/mm

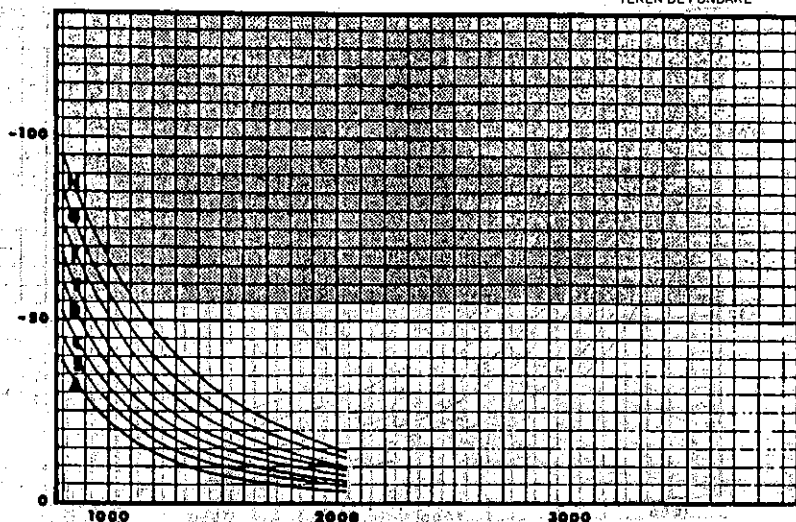
Efort vertical
de compresiune



30% CBR
IMBRACAMINTE DIN BETON
300mm SUBSTRAT
DE FUNDATIE

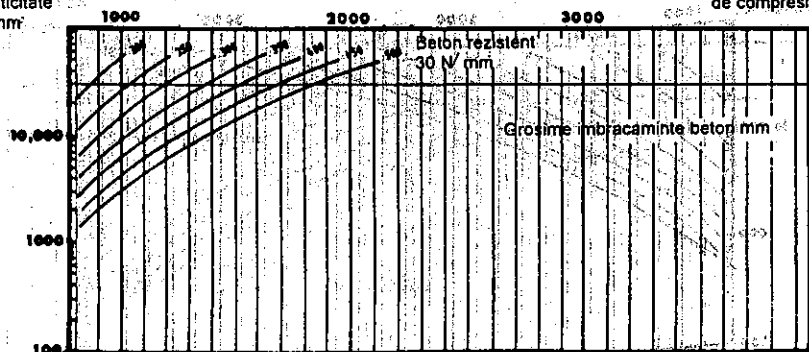


Efort orizontal
de întindere

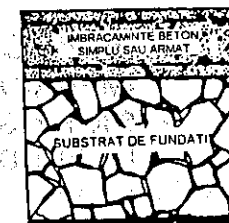


Modulul de
elasticitate
N/mm²

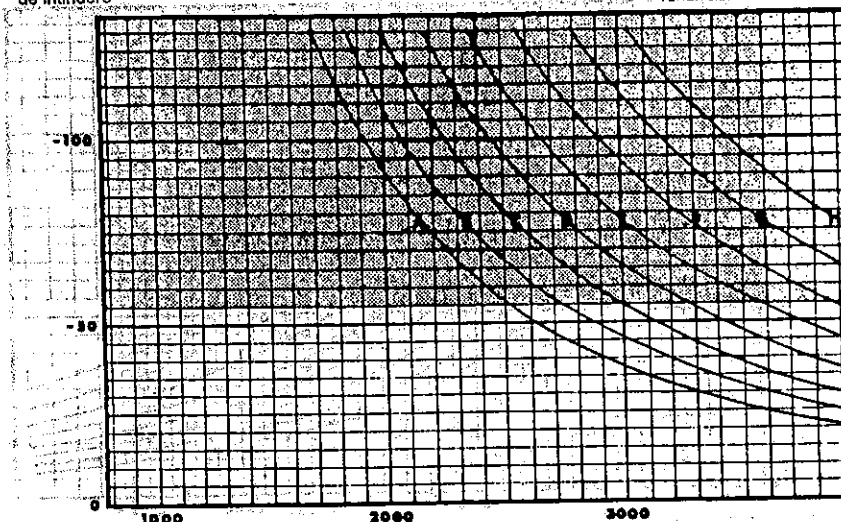
Efort vertical
de compresiune



1% CBR
IMBRACAMINTE DIN BETON
600mm SUBSTRAT
DE FUNDATIE

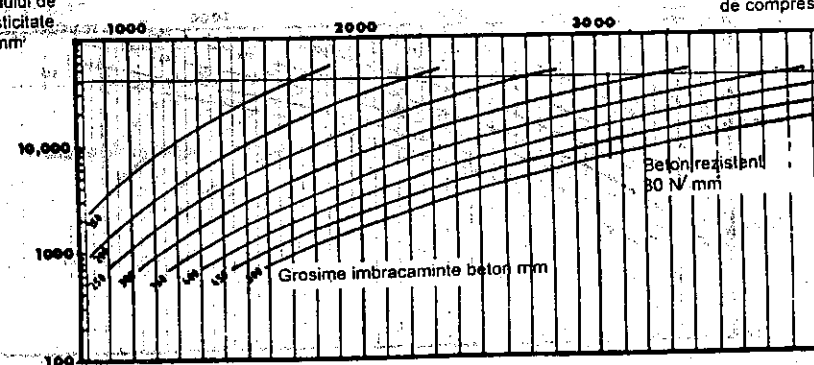


Efort orizontal
de întindere



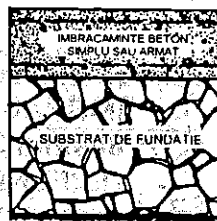
Modulul de
elasticitate
N/mm²

Efort vertical
de compresiune

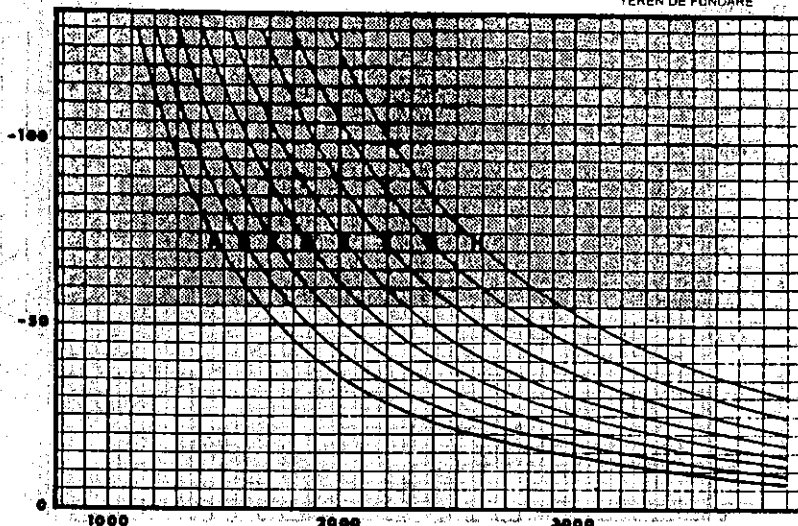


GRAFIC Nr. 42

3% CBR
IMBRACAMINTE DIN BETON
600mm SUBSTRAT
DE FUNDATIE

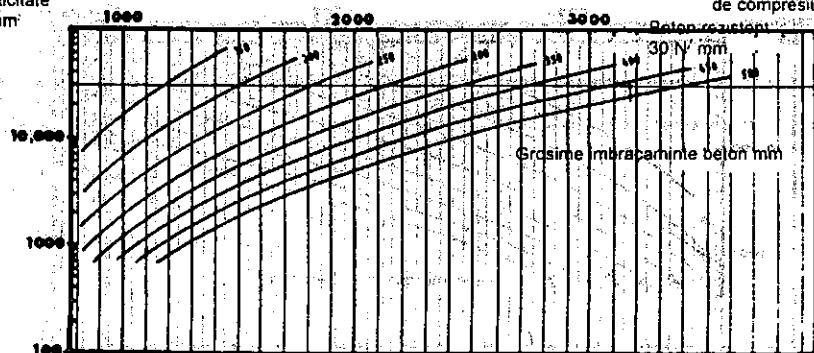


Efort orizontal
de întindere



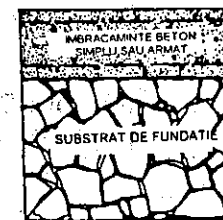
Modulul de
elasticitate
N/mm²

Efort vertical
de compresiune

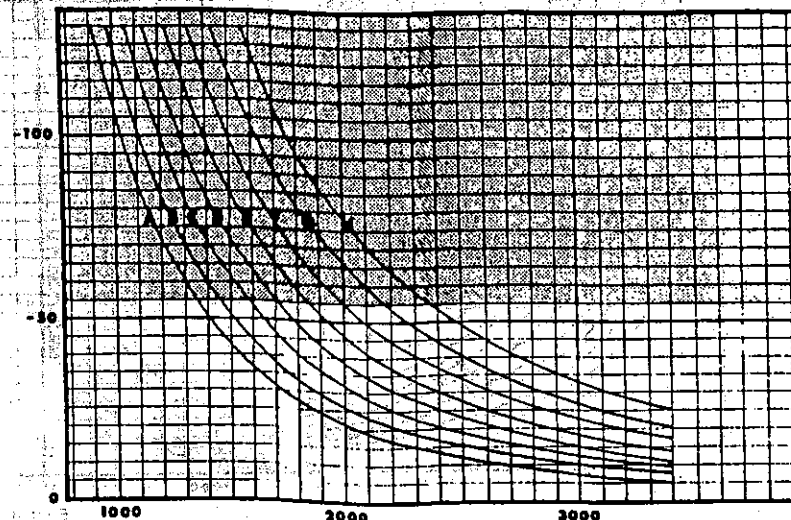


GRAFIC Nr. 43

5% CBR
IMBRACAMINTE DIN BETON
600mm SUBSTRAT
DE FUNDATIE



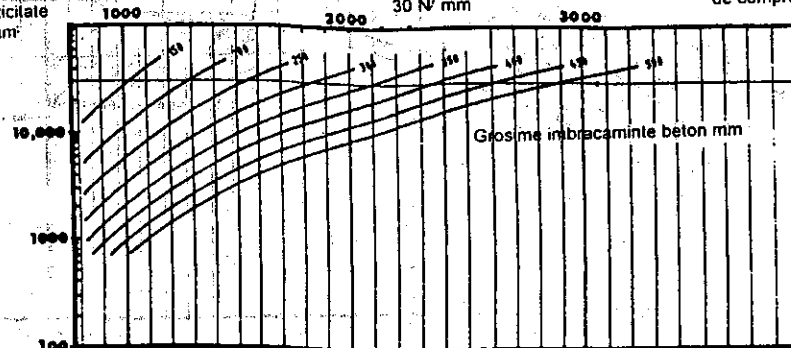
Efort orizontal
de întindere



Modulul de
elasticitate
N/mm²

Beton rezistent
30 N/mm²

Efort vertical
de compresiune

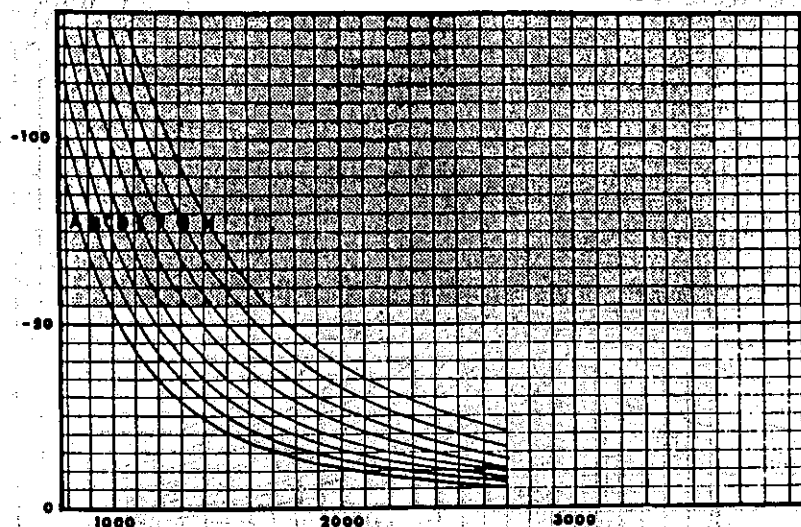
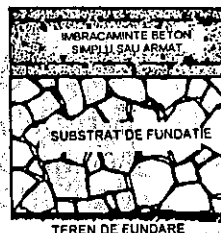


GRAFIC Nr. 44

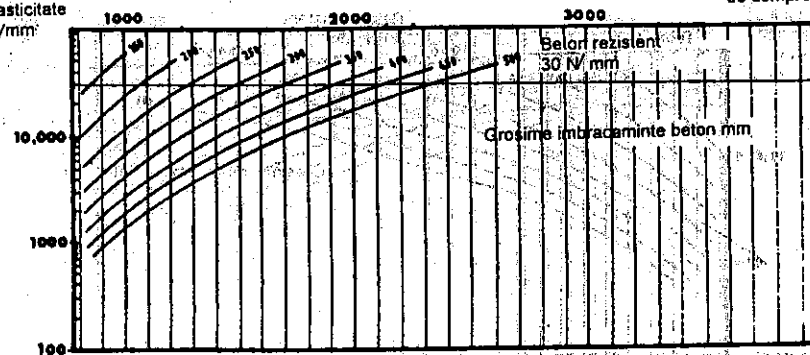
10% CBR

IMBRACAMINTE DIN BETON
600mm SUBSTRAT
DE FUNDATIE

Efort orizontal
de intindere



Modulul de
elasticitate
N/mm²

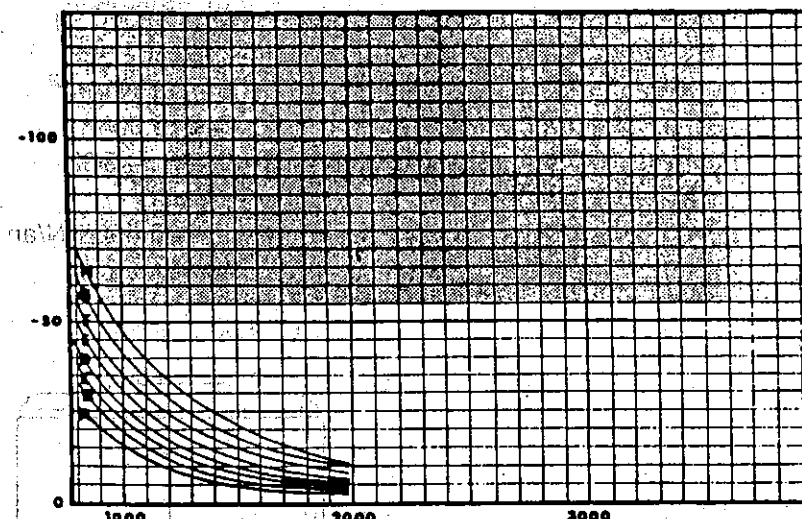
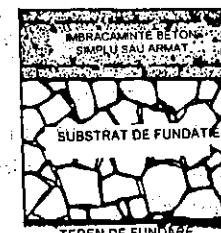


GRAFIC Nr. 45

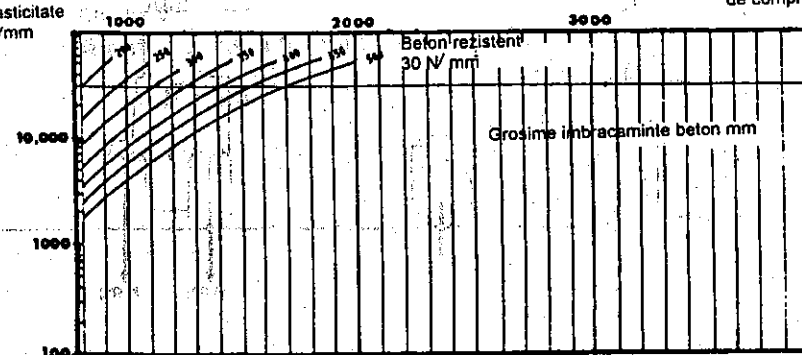
30% CBR

IMBRACAMINTE DIN BETON
600mm SUBSTRAT
DE FUNDATIE

Efort orizontal
de intindere



Modulul de
elasticitate
N/mm²

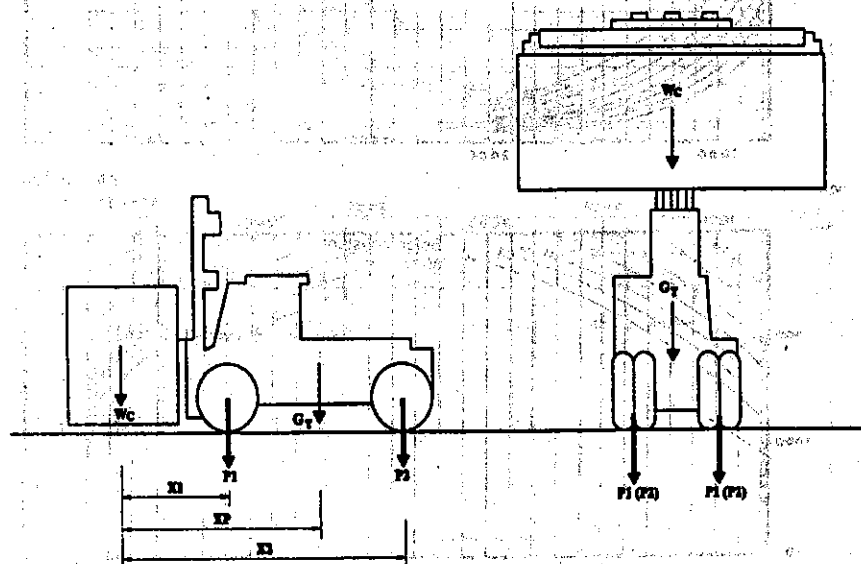


5. EXEMPLE DE CALCUL

Exemplu nr.1 – Dimensionarea unei platforme noi

Să se dimensioneze o platformă de 15 m lăţime din cadrul unui terminal de containere, pe suprafaţa căreia se vor desfăşura operaţiunile de manipulare a containerelor cu încărcătoare cu furci frontale (FLT).

- greutatea proprie a încărcătorului	$G = 50.500 \text{ kg}$
- lăţimea încărcătorului	$t = 3,30$
- presiunea roţilor	$p = 0,7 \text{ N/mm}^2$
- lăţimea platformei	$B = 15,00 \text{ m}$
- capacitatea portantă a terenului	$C.B.R. = 5 \%$
- durata de exploatare	20 ani
- traficul prevăzut	$10.000.000 \text{ KN/an}$
- raportul containerelor 40'/20'	$40/60$



$$X_1 = 2,48 \text{ m}$$

$$X_2 = 7,98 \text{ m}$$

$$X_T = 5,08 \text{ m}$$

- Raportul între numărul containerelor de 40' şi cel al containerelor de 20' este 40/60 (tabel 5.3).

Calculul încărcărilor pe osii

- încărcarea pe osia din faţă dată de greutatea proprie:

$$G_1 = \frac{G(X_T - X_1)}{X_2 - X_1} = \frac{50(5,08 - 2,48)}{7,98 - 2,48} = 23.873 \text{ daN}$$

- încărcarea pe osia din faţă dată de container:

$$W_1 = \frac{W_c \cdot X_2}{X_2 - X_1} = \frac{7,98 W_c}{7,98 - 2,48} = 1,45 W_c$$

- încărcarea pe osia din spate dată de container:

$$W_2 = \frac{W_c \cdot X_1}{X_2 - X_1} = \frac{2,48 W_c}{7,98 - 2,48} = -0,45 W_c$$

Calculul încărcărilor pe roţi

- alegerea coeficientului dinamic din tabelul 5.6 (se alege 1,4 pentru încărcător cu furci frontale la viraje)

$$f_d = 1,4$$

- calculul încărcărilor pe roţile din faţă (4 roţi):

$$P_1 = 2,0 \times 1,4 \frac{(1,45 W_c + 26.624)}{4}$$

- coeficientul de influenţă f_p dat de apropierea roţilor este 2, roţile din faţă fiind alăturate 2 câte 2.

- calculul încărcărilor pe roţile din spate (2 roţi):

$$P_2 = 1,4 \frac{(-0,45 W_c + 23.873)}{2}$$

De exemplu, pentru containere cu $W_c = 10.000$ daN

$$P_1 = 2,0 \times 1,4 \frac{(1,45 \times 10.000 + 26.624)}{4} = 28.786 \text{ daN}$$

$$P_2 = 1,4 \frac{(-0,45 \times 10.000 + 23.837)}{2} = 13.536 \text{ daN}$$

Efectele de degradare corespunzătoare încărcărilor P_1 și P_2 pentru o presiune în pneuri $p = 0,7$ N/mm² (pentru o trecere), cu un container cu $W_c = 10.000$ daN, sunt:

$$D_1 = \left(\frac{28.786}{12.000} \right)^{3,75} \times \left(\frac{0,7}{0,8} \right)^{1,25} = 22,52 \text{ PAWL}$$

$$D_2 = \left(\frac{13.536}{12.000} \right)^{3,75} \times \left(\frac{0,7}{0,8} \right)^{1,25} = 1,34 \text{ PAWL}$$

$$D = D_1 + D_2 = 23,86 \text{ PAWL}$$

Numerele procentuale a containerelor cu greutate cuprinse între 0 și 34000 daN se iau din tabelul 6.1, coloana corespunzătoare raportului dat 40 / 60.

Pentru containerele cu $W_c = 10.000$ daN, numărul procentual este 3,52 (col.7).

Efectul de degradare produs de încărcător cu containere cu această greutate este:

$$D \times 3,52 = 23,84 \times 3,52 = 83,98 \text{ PAWL}$$

Calculul s-a făcut tabelar și sunt cuprinse în tabelul 5.1 (pentru valori ale greutăților containerelor (W_c) cuprinse între 0 și 34.000 daN).

Determinarea efectului critic de degradare D_{critic}

În tabelul 6.1 coloana D, se vede că valoarea cea mai mare în unități PAWL se obține pentru containerele cu $W_c = 21.000$ daN al căror efect de degradare $D = 634,04$ PAWL. Acestei valori maxime îi corespunde efectul critic de degradare a cărei valoare este 77,42 unități PAWL pentru o trecere.

$$D_{critic} = 77,53 \text{ PAWL din tabelul 5.8, clasa de încărcare pentru } D = 60 \div 128$$

Determinarea efectului mediu de degradare

În tabelul 5.1, însumând valorile din coloana 8, se obține efectul de degradare mediu pentru 100 de treceri. Efectul mediu de degradare pentru o trecere se obține împartind valoarea la 100.

$$D_{med} = \frac{5044,97}{100} = 50,45 \text{ PAWLS}$$

Determinarea numărului de încărcări N

Numărul încărcărilor peste același punct al platformei se face cunoscând traficul ce trebuie derulat, durata de exploatare a platformei și greutatea medie pe care o manipulează încărcătorul.

În cazul nostru, greutatea medie manipulată se determină din tabel 5.1.

$$W_{med} = \frac{\sum (col.1 \times col.7)}{100} = 15458,5 \approx 15460 \text{ daN}$$

Se presupun cunoscute:

- traficul anual 10.000.000 KN/an
- durata de exploatare 20 ani

Numărul necesar de mișcări pentru realizarea acestui trafic:

$$n = \frac{10.000.000 \text{ KN/an} \times 100 \times 20 \text{ ani}}{W_{med}} =$$

$$= \frac{20.000.000.000 \text{ daN}}{15.460 \text{ daN}} = 1.293.661 \text{ mișcări}$$

O mișcare presupune o trecere cu încărcătorul fără sarcină, plus o trecere cu încărcătură.

TABEL 5.1.

CALCULUL DEGRADĂRILOR MEDII ÎN UNITĂȚI PAWL PRODUSE DE ÎNCĂRCĂTORUL CU FURCI FRONTALE (pentru exemplu 1)

W _c daN	P ₁ daN	P ₂ daN	D ₁ PAWL	D ₂ PAWL	D PAWL	Distribuția % a încărcării pentru 40/60	Efecte de degradare PAWL
1	2	3	4	5	6	7	8
0	18637	16711	4,41	2,93	7,34	0,00	0,00
1000	19652	16396	5,38	2,73	8,11	0,00	0,00
2000	20667	16081	6,50	2,54	9,04	0,28	2,53
3000	21682	15766	7,78	2,36	10,13	0,89	9,02
4000	22697	15451	9,24	2,18	11,42	1,84	21,01
5000	23712	15136	10,88	2,02	12,90	2,59	33,42
6000	24727	14821	12,73	1,87	14,60	2,76	40,30
7000	25742	14506	14,81	1,72	16,53	2,93	48,44
8000	26757	14191	17,12	1,59	18,71	3,27	61,17
9000	27772	13876	19,68	1,46	21,14	3,17	67,02
10000	28787	13561	22,52	1,34	23,86	3,52	83,98
11000	29802	13246	25,64	1,23	26,87	4,20	112,85
12000	30817	12931	29,08	1,12	30,20	4,99	150,68
13000	31832	12616	32,83	1,02	33,85	4,69	158,78
14000	32847	12301	36,93	0,93	37,86	5,14	194,62
15000	33862	11986	41,40	0,84	42,24	5,29	223,46
16000	34877	11671	46,25	0,76	47,01	5,76	270,78
17000	35892	11356	51,50	0,69	52,19	5,91	308,44
18000	36907	11041	57,18	0,62	57,80	6,10	352,56
19000	37922	10726	63,30	0,56	63,86	6,98	445,72
20000	38937	10411	69,89	0,50	70,39	8,58	603,94

1	2	3	4	5	6	7	8
21000	39952	10096	76,97	0,44	77,42	8,19	634,04
22000	40967	9781,1	84,57	0,39	84,96	6,43	546,29
23000	41982	9466,1	92,70	0,35	93,04	3,69	343,33
24000	42997	9151,1	101,38	0,31	101,69	1,25	127,11
25000	44012	8836,1	110,65	0,27	110,92	0,47	52,13
26000	45027	8521,1	120,53	0,23	120,76	0,27	32,61
27000	46042	8206,1	131,04	0,20	131,24	0,29	38,06
28000	47057	7891,1	142,20	0,18	142,38	0,21	29,90
29000	48072	7576,1	154,05	0,15	154,20	0,17	26,21
30000	49087	7261,1	166,61	0,13	166,74	0,11	18,34
31000	50102	6946,1	179,90	0,11	180,01	0,01	1,80
32000	51117	6631,1	193,95	0,09	194,04	0,01	1,94
33000	52132	6316,1	208,79	0,08	208,87	0,00	0,00
34000	53147	6001,1	224,45	0,06	224,51	0,02	4,49
TOTAL = 5044,97							

NOTA: Presiunea în pneuri este $p = 0,7 \text{ N/mm}^2$

Numărul total N de mișcări echivalente ale încărcărilor critice, se calculează astfel:

$$N = \frac{n \cdot D_u}{D_{critic}} + \frac{n \cdot D_{med}}{D_{critic}} = \frac{1.293.661 \times 7,34}{77,53} + \frac{1.293.661 \times 50,45}{77,53} = 965.115$$

Lățimea platformei fiind 15,00 m, din tabelul 5.5 rezultă coeficientul f de reducere a numărului N de mișcări echivalente.

Pentru $3 t < B < 5,5 t$, $f = 0,5$

$$N = 0,5 \times 965.115 = 4.825.558 \approx 500.000$$

Alegerea sistemului rutier al platformei platformei

C.B.R = 5 %

N = 500.000

L.C.I. = G

Din graficul A pentru $N = 500.000$ rezultă un efort orizontal de întindere admis, $\sigma_h = 4 \text{ N/mm}^2$ și un efort vertical $\sigma_v = 37 \text{ N/mm}^2$.

Pentru realizarea platformei putem alege următoarele soluții alternative:

Soluția 1:

- Îmbrăcăminte: asfalt 100 mm grosime; $E = 4000 \text{ N/mm}^2$
- Strat de bază: beton (piatră spartă) se determină din grafice
- Fundație: material granular 300 mm sau 600 mm

Soluția 2:

- Îmbrăcăminte: blocheți din beton de 80 mm grosime și un strat de 50 mm grosime
- Strat de bază: beton (piatră spartă) se determină din grafice
- Fundație: material granular 300 mm sau 600 mm

Soluția 3:

- Îmbrăcăminte și strat de bază: beton $R_c = 25 \text{ N/mm}^2$, $E = 48.000 \text{ N/mm}^2$
- Fundație: material granular 300 mm sau 600 mm

Utilizând graficele cu C.B.R. = 5 %, rezultă că poate fi aleasă una dintre cele 6 variante de sistem rutier:

Îmbrăcăminte	Grosimea substratului de fundație ales (mm)	Grosimea stratului de bază din beton rezultată din grafice (mm)
Beton asfaltic	300	400
	600	370
Blocheți din beton	300	380
	600	360
Beton simplu, monolit	300	380
	600	360

Betonul folosit pentru stratul de bază va avea rezistența la compresiune $\sigma = 18 \text{ N/mm}^2$.

Exemplu nr.2 – Consolidarea unei platforme existente

• O platformă existentă cuprinde sistemul rutier arătat în figura de mai jos. Pe platformă, de lățime îngustă, operează călăreți a căror clasă de încărcare (I.C.S.) este B. Platforma a fost proiectată pentru o durată de exploatare de 15 ani și un maxim de 150 de treceri pe zi.

Platforma este în stare bună, exceptând zonele circulate de călăreți, pe aceste zone îmbrăcăminte de asfalt prezentând tasări de 15 mm (ca urmare a încărcărilor transmise de roțile călărețului).

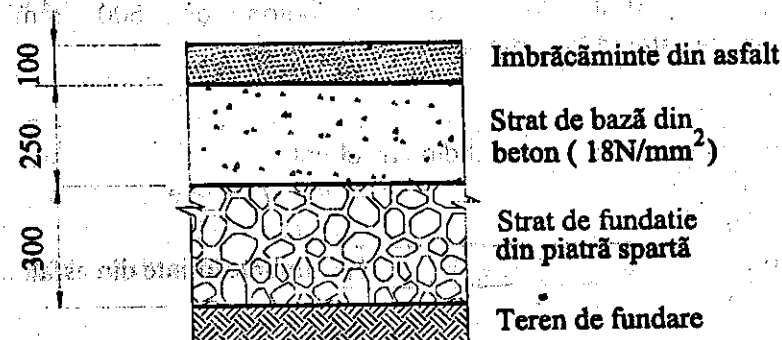


Fig.5.2. Sistemul rutier al platformei existente

• Se pune problema înlocuirii călăreților cu încărcătoare cu furci frontale a căror clasă de încărcare (I.C.S.) este G.

Zonele cel mai sever utilizate vor suporta un maxim de 200 treceri pe zi.

Platforma consolidată va trebui să rămână în stare de funcționare o perioadă de 12 ani.

Desfășurarea calculelor

- Determinarea numărului de repetări a încărcărilor

Numărul de treceri ale încărcătorului cu furci frontale se calculează pentru 12 ani cu 300 zile lucrătoare pe an.

Numărul total de treceri = $200 \times 300 \times 12 = 720.000$ (repetări ale încărcăturii)

- Determinarea sistemului rutier necesar

Folosind graficele de proiectare, A și graficele pentru teren de undare cu C.B.R. 5 %, fundație de piatră de 300 mm grosime ca și al platformei existente, și îmbrăcăminte de asfalt (graficul nr.8), va rezulta necesar un strat de bază din beton de 500 mm cu 2 N/mm² rezistență la compresiune.

Sistemul rutier rezultat din calcul este:

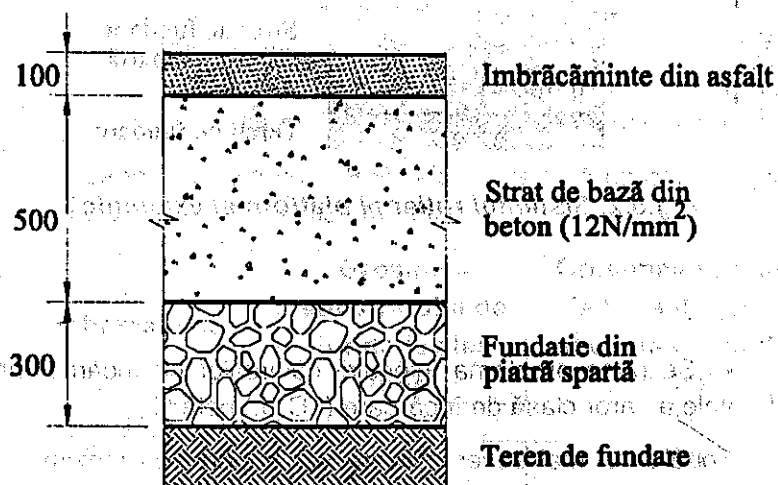


Fig. 5.3. Stratul rutier rezultat din calcul pentru o platformă consolidată

Determinarea grosimii echivalente reziduale, ținând seamă de starea de degradare a platformei

Grosimea echivalentă a platformei existente este dată în tabelul de mai jos (folosind coeficienții de transformare C_{r1} , C_{r2} și C_{r3} dați în tabelele 4.7, 4.8, 4.9).

Strat	Grosimi platformă existentă (mm)	Coeficienți de transformare			Grosimea echivalentă ca strat de bază din beton cu $\sigma = 12 \text{ N/mm}^2$
		C_{r1}	C_{r2}	C_{r3}	
Asfalt	100	1,0	0,8	0,9	72 mm
Strat de bază beton 18 N/mm ²	250	1,0	1,3	1,0	325 mm

Grosimea totală echivalentă = 397 mm

Astfel, grosimea suplimentară necesară a stratului de bază realizat din beton cu rezistența la compresiune de 12 N/mm² se obține făcând diferența între stratul de bază necesar, rezultat din calcul este de 500 mm grosime și stratul de bază echivalent rezidual al platformei existente este de 397 mm, aceasta fiind de 103 mm $\approx$ 100 mm, așa cum se arată în desenul de mai jos.

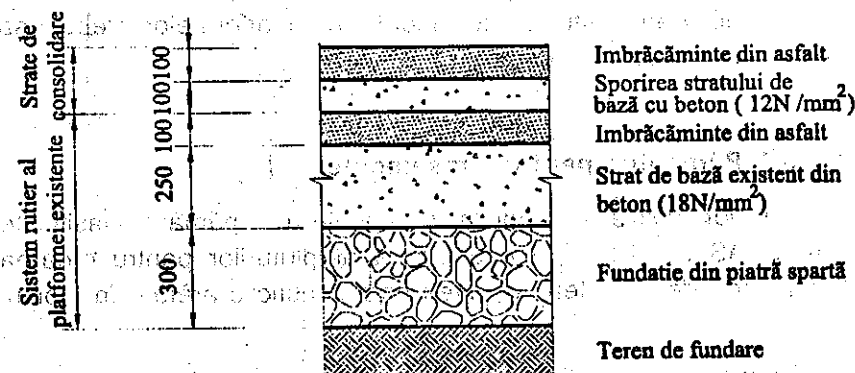


Fig. 5.4. Sistemul rutier adoptat, echivalent cu cel rezultat din calcul, pentru platforma consolidată

6. CARACTERISTICILE MATERIALELOR CE SE UTILIZEAZĂ LA EXECUȚIA PLATFORMELOR PORTUARE

Materialele din care se execută umpluturile și straturile din alcătuirea platformelor trebuie să îndeplinească condiții de calitate în conformitate cu prevederile standardelor specifice, după cum urmează:

- terasamente, conform STAS 2914;
- balast, pietriș, nisip, conform STAS 662;
- bitum, conform STAS 754;
- materiale de concasaj (nisip, savură, criblură, piatră spartă), conform STAS 667;
- filer de calcar, conform STAS 539;
- ciment: tipurile I 42,5, I 42,5 R și CD 40, II/A-S, II/A-V, II/B-S (32,5 / 42,5), conform SR 388, SR 3011 și STAS10092.

Pentru a corespunde valorilor de calcul ale modulelor de elasticitate, terasamentele și produsele de balastieră și de carieră folosite la realizarea straturilor de fundație ale platformelor, trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

6.1. Pământuri pentru terasamente

Se vor utiliza categoriile și tipurile de pământ clasificate conform STAS 2914-84. La executarea umpluturilor pentru crearea teritoriilor portuare, acestea vor avea caracteristicile arătate în tabelul 6.1.

Pământurile clasificate ca foarte bune, pot fi folosite în orice condiții climatice și hidrologice, precum și la orice adâncime, fără a se lua măsuri speciale.

TABEL 6.1

MATERIAL PENTRU TERASAMENTE

Denumirea și caracterizarea principalelor tipuri de pământ	Simbol	Granulozitate Conținut în părți fine în % din masa totală pentru:			Coeficient de neuniformitate	Indice de plasticitate Ip pentru fracțiunea sub 0,5 mm	Umflarea liberă U_L (%)	Calitate material pentru terasamente
		d<0,005 min.	d<0,25 min.	d<0,25 min.				
0	1	3	4	5	6	7	8	9
1. Pământuri necoezive groiere (fracțiunea mai mare de 2 mm reprezintă mai mult de 50%). Blocuri, provenite din derocări bolovanis, pietriș	1a	<1	<10	<20	>5	0	-	Foarte bună
cu foarte puține părți fine, neuniforme (granulozitate continuă) insensibile la îngheț-dezghet și la variațiile de umiditate	1b				≤5		-	Foarte bună

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2. Pământuri necoezive medii și fine (fracțiunea mai mică de 2 mm reprezintă mai mult de 50%). Nisip cu pietriș, nisip mare, mijlociu sau fin	cu părți fine, neuniforme (granulozitate continuă) sensibilitate mijlocie la îngheț-dezghet, insensibile la variațiile de umiditate	2a	<6	<20	<40	>5	≤10		Foarte bună
	idem 2a, însă uniforme (granulozitate discontinuă)	2b				≤5			Bună
3. Pământuri necoezive medii și fine (fracțiunea mai mică de 2 mm reprezintă mai mult de 50%) cu liant constituit din pământuri coezive. Nisip cu pietriș, nisip mare, sau fin cu liant prăfos sau argilos	cu multe părți fine, foarte sensibile la îngheț-dezghet, fracțiunea fină prezintă umflare liberă (respectiv contractare) redusă	3a	≥6	≥20	≥40		>10	≤40	Mediocră
	idem 3a, însă fracțiunea fină prezintă umflare liberă medie sau mare	3b						>40	Mediocră

14985724

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
4. Pământuri coezive: nisip prăfos, praf nisipos, nisip argilos, praf, praf argilos nisipos, praf argilos, argilă prăfoasă nisipoasă, argilă prăfoasă, argilă, argilă grasă	anorganice cu compresibilitate și umflare liberă reduse, sensibilitate mijlocie la îngheț-dezghet	4a					>10	<40	Mediocră
	anorganice cu compresibilitate mijlocie, umflare liberă redusă sau medie, foarte sensibilă la îngheț-dezghet	4b					<35	<70	Mediocră
	organice (MO>5%)* cu compresibilitate și umflare liberă reduse și sensibilitate mijlocie la îngheț-dezghet	4c						<40	Mediocră

NOTA: Materialele organice sunt notate cu MO

Pământurile clasificate ca bune pot fi, de asemenea, utilizate, importarea lor necesitând o tehnologie adecvată.

Când utilizarea pământurilor prăfoase și argiloase, clasificate ca mediocre, este impusă din condiții economice, atunci folosirea lor se va face cu respectarea prevederilor din STAS 1709-90.

Verificarea calității pământului se face prin determinarea principalelor caracteristici ale acestuia, precizate în tabelul 6.2.

TABEL 6.2

Nr. crt.	Caracteristici care se verifică	Frecvențe minime	Metode de determinare conform STAS
1.	Granulozitate	În funcție de heterogenitatea pământului utilizat, însă nu va fi mai mică decât o încercare la 5.000 mc	1913/5 1913/4 1243
2.	Limita de plasticitate		
3.	Coeficientul de neuniformitate		
4.	Caracteristicile de compactare	Pentru pământurile folosite în ramble și pământurile folosite la protecția rambleelor, o încercare la 1.000 mc	1913/13 1913/12 1709/1,3
5.	Umflare liberă		
6.	Sensibilitate la îngheț, dezgheț		
7.	Umiditate	Zilnic sau la fiecare 500 mc	1913/1

Compactarea umpluturilor va ține seama de prevederile din STAS 2914, care menționează gradul de compactare Proctor normal ce trebuie obținut. Aceste grade de compactare sunt precizate în tabelul 6.3, funcție de grosimea rambleului, caracteristica materialului și tipul îmbrăcămintei.

TABEL 6.3

Gradul de compactare în corpul umpluturilor la adâncimea (h) sub fundația platformei	Pământuri			
	necoezive		coezive	
	îmbrăcăminți permanente	îmbrăcăminți semipermanente	îmbrăcăminți permanente	îmbrăcăminți semipermanente
h: ≤0,50 m	100	100	100	100
0,5 < h: ≤2,00 m	100	97	97	94
h: >2,00 m	95	92	92	90

La nivelul patului platformei se determină capacitatea portantă. Aceasta se consideră corespunzătoare dacă deformația elastică sub sarcina etalon de 45,5 KN, are valoare mai mare decât cea admisă, conform tabelului 6.4.

TABEL 6.4.

Tipul de pământ conform STAS 1243	Valoarea admisibilă a deformației elastice 1/100 mm
Nisip prăfos, nisip argilos	350
Prăf nisipos, prăf argilos nisipos, prăf argilos, prăf	400
Argilă prăfoasă, argilă nisipoasă, argilă prăfoasă nisipoasă, argilă	450

Pentru dimensionarea platformei, metoda din prezentul ghid ce utilizează indicele C.B.R. pentru determinarea capacității portante a acestuia, se va proceda conform metodologiei IM 003. Limita minimă a capacității portante exprimată prin indicele californian de capacitate portantă C.B.R. este 1 %. Sub această valoare sunt obligatorii lucrări de îmbunătățire a terenului de fundare.

6.2. Balast pentru straturi de fundație

Balastul trebuie să îndeplinească condițiile tehnice cerute în STAS 662.

Pentru a fi folosit în stratul de fundație, acesta trebuie să aibă caracteristicile calitative precizate în tabelul 6.5.

TABEL 6.5

CARACTERISTICI	CONDII DE ADMISIBILITATE	METODE DE VERIFICARE CONFORM STAS
Ort	0-71	-
Conținut maxim de fracțiuni %:		
sub 0,02 mm	3	1913/5
sub 0,2 mm	-	
0 ... 7,1 mm	15-70	4606
31,5 ... 71 mm	>30	
Granulozitate	continua	4606
Coeficient de neuniformitate (In), min.	15	730
Echivalent de nisip (EN) min	30	730
Uzura cu mașina tip Los Angeles A)% max.	50	730

Când din analiza surselor disponibile, balastul nu îndeplinește condițiile tehnice de mai sus se poate corecta cu sorturile analometrice deficitare pentru a îndeplini condițiile necesare.

Stratul de fundație din balast trebuie compactat până la alizarea gradului de compactare 98-100 % Proctor Modificat.

În ceea ce privește capacitatea portantă la nivelul superior al stratului de balast, aceasta se determină conform metodologiei IM 003 întru determinarea CBR sau prin măsurători conform "Instrucțiunilor

tehnice departamentale pentru determinarea deformabilității drumurilor cu ajutorul deflectometrelor cu pârghie" CD 31.

Capacitatea portantă la nivelul superior al stratului de fundație se consideră realizată dacă valorile deformațiilor elastice măsurate nu depășesc valoarea deformațiilor elastice, respectiv de 250 sutimi de mm.

Controlul calității balastului se face conform STAS 4606 și STAS 730 verificându-se curba granulometrică, granulozitatea, coeficientul de neuniformitate, echivalentă de nisip și uzură cu mașina tip Los Angeles.

6.3. Piatră spartă pentru stratul de fundație sau pentru stratul de bază

Piatră spartă utilizată la realizarea fundațiilor sau a stratului de bază trebuie să îndeplinească condițiile tehnice din STAS 667.

La platformele cu încărcări medii, fundațiile din piatră spartă se realizează cu următoarele agregate:

- piatră spartă 63 – 90 mm

- split 16 – 25 mm pentru împănarea stratului superior

- nisip grăunțos sau savură ca material de protecție

Piatră spartă folosită la realizarea stratului de fundație trebuie să îndeplinească condițiile de admisibilitate arătate în tabelul 4.6, fiind interzis conținutul de corpuri străine vizibile (bulgări de pământ, cărbune, lemn, resturi vegetale) și de elemente alterate.

TABEL 6.6

PIATRA SPARTĂ – Condiții de admisibilitate

Denumirea curentă	Sortul	Dimensiuni mm	Cantitatea de granule ce trec prin ciurul:		Piatra necoresp. dimens. % max	Forma
			superior %	inferior %		
Savură	0-8	0-8	95...100	-	-	Poliedrică
Split	8-16	8...16	95...100	0...10	15	raportul dintre dimensiunile granulelor min.
	16-25	16...25	95...100	0...10	15	
	25-40	25...40	95...100	0...10	15	
Piatra spartă mare	63-90	63...90	90...100	0...1000	15	1:0,5:0,25 sau b/a ≥ 0,50 c/a ≥ 0,25

Corpurile străine admise sunt de max. 1,0%.

Pentru platformele portuare supuse la încărcări grele sau foarte grele, fundația din piatră spartă trebuie realizată din amestecul optimal (0 – 40 mm) sau (0 – 63 mm).

Compoziția granulometrică a amestecurilor optimale este arătată în tabelele următoare 6.7. și 6.8.

TABEL 6.7

PIATRĂ SPARTĂ AMESTEC OPTIMAL – Condiții admisibile

CARACTERISTICI	CONDIȚII ADMISIBILE
Conținut de fracțiuni, %, max	
sub 0,02 mm	3
sub 0,2 mm	4...10
0...8 mm	30...45
25...63 mm	25...45

CARACTERISTICI	CONDIȚII ADMISIBILE
Granulozitate	se înscrie între limitele din tabelul 5
Echivalent de nisip (doar în cazul nisipului natural) (EN), min.	30
Uzura cu mașină tip Los Angeles (LA) %, max.	30

Granulozitatea trebuie să respecte datele tabelului următor (6.8).

TABEL 6.8

PIATRĂ SPARTĂ AMESTEC OPTIMAL - Granulozitate

Domeniu de granulozitate	Limita	Treceri în % din greutate prin sitele sau ciururile cu diametrul de în mm					
		0,02	0,2	8	25	40	63
0...63	infer.	0	4	30	55	75	100
	super.	3	10	45	70	85	100

Modulul de elasticitate al stratului de piatră spartă (și balast) trebuie să fie de minimum 1000 N/mm².

Agregatele trebuie să provină din roci stabile, nealterabile la aer, apă sau îngheț. Se interzice folosirea agregatelor provenite din roci feldspatice sau sistoase.

6.4. Mixturi asfaltice pentru îmbrăcămînți

6.4.1. Tipuri de mixturi

Mixturile asfaltice vor fi executate la cald, preparate cu agregate naturale și bitum neparafinos. Pentru platforme cu încărcări grele și foarte grele se vor utiliza mixturile bituminoase cu agregate

mari. Ele se caracterizează printr-un conținut de agregate cu dimensiunea sub 3,15 mm, cuprins între 25 și 50%.

Materialele utilizate, compoziția, dozajul de liant, precum și caracteristicile fizice și mecanice se vor alege conform STAS 7970.

Îmbrăcămințile bituminoase utilizate pentru platforme sunt de tipul betoanelor asfaltice cilindrate la cald sau la rece.

Acestea sunt betoane asfaltice executate cu cribluri cu dimensiunea maximă de 25 mm și trebuie să îndeplinească condițiile tehnice din STAS 174/1 pentru cele pregătite la cald și STAS 729 pentru cele executate la rece.

6.4.2. Agregate pentru îmbrăcăminți bituminoase

Pentru îmbrăcămințile bituminoase se utilizează un amestec de sorturi din următoarele agregate naturale prelucrate:

- nisip de concasare 0-3, conform SR 667

- criblură sorturile 3-8; 8-16 și 16-25, conform SR 667

- pietriș sorturile 7-16; 16-31 sau 7-31, conform STAS 662

6.4.3. Filer

Adaosul de filer care se utilizează trebuie să îndeplinească cerințele STAS 539.

6.4.4. Lianți

Pentru realizarea îmbrăcăminților asfaltice și straturilor de bază cu mixturi asfaltice, la platforme se folosește bitum neparafinos, conform SR 754.

Alegerea tipului de bitum se face în funcție de zona climatică și de adezivitatea bitum-agregate folosite la prepararea mixturii asfaltice.

6.4.5. Controlul calității materialelor înainte de preparare

Materialele destinate fabricării mixturilor asfaltice pentru straturile de bază și îmbrăcămințile bituminoase se vor verifica în conformitate cu prescripțiile din standardele următoare:

a) Bitum

- penetrația la 25°C, conform STAS 42
- punctul de înmuiere prin metoda inel și bilă, conform STAS 60

b) Criblura

- natura mineralogică (examinare vizuală)
- granulozitate STAS 730
- coeficient de formă STAS 730
- determinarea conținutului de părți fine sub 0,09 mm, conform STAS 730

c) Pietriș

- natura mineralogică (examinare vizuală)
- granulozitate, conform STAS 730
- conținutul de fracțiuni sub 0,63 mm, conform STAS 730
- forma granulelor, conform STAS 730
- parte levigabilă, conform STAS 4606
- grad de spargere pentru pietriș din concasarea agregatelor de râu, conform STAS 730

d) Nisip natural

- natura pedografică și mineralogică, conform STAS 4606
- granulozitate, conform STAS 730
- conținut de impurități, conform STAS 4606
- echivalent de nisip, conform STAS 730

e) Nisip de concasare

- natura pedografică și mineralogică, conform STAS 6200/4 (pentru roca și STAS 9110 (pentru produse)

f) Filer

- conținutul de carbonat de calciu, conform STAS 4605/9
- umiditate, conform STAS 539
- granulozitate, conform STAS 539

g) Savură 0-8 mm

- natura mineralogică – examinare vizuală
- granulozitate, conform STAS 730
- corpuri străine, conform STAS 4606

6.4.6. Compoziția mixturilor

Compoziția mixturilor asfaltice cu care se realizează îmbrăcămintea se stabilește pe baza unui studiu preliminar, ținându-se seamă de respectarea condițiilor tehnice precizate prin Caietele de arcini.

Aceste studii trebuie să conțină cel puțin următoarele încercări:

- încercarea Marshall (stabilitate la 60°C, indice de curgere – uaj la 60°C, densitate aparentă, absorbție de apă). Epruvetele Marshall se vor confecționa conform STAS 1338/1.

- determinarea cu presa de 100 kN a caracteristicilor fizico-mecanice ale mixturilor asfaltice pe epruvete cubice sau cilindrice rezistente la compresiune la 22°C și 50°C, reducerea rezistenței la ompresiune după 28 de zile).

Toate dozajele privind agregatele, fillerul, liantul sau unele adosuri sunt stabilite în funcție de greutatea totală a materialului ranular în stare uscată, inclusiv părțile fine.

Conținutul optim de liant se stabilește prin studii preliminare de laborator, conform STAS 1338/1 și 1338/2.

6.4.7. Punerea în operă și controlul execuției

Punerea în operă a mixturilor asfaltice se face numai mecanizat, cu repartizoare finisoare cu sistem automat de nivelare și are asigurată o precompactare.

Punerea în operă se face conform specificațiilor precizate prin Caietele de sarcini.

Controlul punerii în operă implică verificarea pregătirii stratului suport, verificarea modului de așternere, verificarea temperaturilor la

așternere și compactare, verificarea modului de compactare, verificarea modului de execuție a rosturilor, precum și a nivelelor și denivelărilor.

6.5. Îmbrăcăminți din pavele prefabricate de beton

Îmbrăcămințile din pavele de beton se execută pe fundații din piatră spartă sau din beton slab. Pavajele se execută pe fundație prin intermediul unui strat de nisip.

Pavelele prefabricate pentru îmbrăcăminți pot avea diferite dimensiuni, care rezultă din calcule de rezistență. Grosimea pavelor poate astfel varia de la 80 la 180 mm. Se recomandă ca aceste pavele să aibă o formă care să asigure un anumit grad de interblocare. Graficele prezentate în ghid au fost elaborate pentru pavele cu dimensiunile $h = 80$ mm; $b = 100$ mm; $l = 200$ mm.

Pavelele se execută din beton rutier BcR 4,5 și trebuie să îndeplinească următoarele caracteristici:

- rezistența minimă la întindere din încovoiere, conform STAS 1275 $4,5 \text{ N/mm}^2$
- rezistența minimă de rupere la compresiune, conform STAS 1275 40 MPa
- uzura max. $1,5 \text{ mm}$
- grad de gelivitate, conform STAS 3518 G 100

După caz, se vor executa cu ciment rezistent la agresivitatea mediului.

Pavelele se montează pe un strat de nisip, care după pilonare are o grosime de 4 cm; rosturile între pavele nu vor fi mai mari de 2-3 mm.

După așezarea pavelor se face prima batere cu maiul mecanic de 30 kg, fără să se stropească cu apă.

Se împrășteie apoi nisip pe suprafața pavajului, se stropește și se cilindrează cu cilindrul compresor de 6-8 t.

6.6. Îmbrăcăminți din beton de ciment

Îmbrăcămințile din beton de ciment fac parte din sistemul rutier al platformei, conferindu-i acestuia caracterul rigid, cu deformări reduse și cu durate de exploatare de 20-30 ani.

Pentru creșterea durabilității betonului din îmbrăcăminte, acesta se poate realiza și cu armătură din fibră dispersă.

Îmbrăcămințile sunt alcătuite din dale, delimitate între ele prin rosturi și se execută de regulă într-un singur strat.

Betoanele rutiere pentru realizarea îmbrăcăminților din beton de ciment, conform SR 183-1 și SR 183-2, se clasifică după clase, bazate pe criteriul rezistenței la încovoiere (R_{inc}), care este principala caracteristică a acestor tipuri de betoane, considerându-se rezistența caracteristică la încovoiere (R_{inc}^k).

Clasele de betoane rutiere utilizate pentru realizarea îmbrăcăminților platformelor portuare de depozitare sau circulație sunt:

Bc R 4,5 cu $R_{inc}^k = 4,5 \text{ N/mm}^2$

Bc R 5,0 cu $R_{inc}^k = 5 \text{ N/mm}^2$

Materialele din care se execută betonul de ciment trebuie să deplinească condițiile de calitate în conformitate cu prevederile standardelor următoare:

- agregate naturale de balastieră, conform STAS 662
- agregate naturale de carieră, conform STAS 667
- ciment tipurile I 42,5; I 42,5 R și CD 40, conform SR 388 și STAS 10092
- apă, conform STAS 790
- hârtie rezistentă, conform STAS 3789
- aditiv Disan, conform STAS 8625

Agregatele care intră în compoziția betoanelor, trebuie să deplinească condițiile arătate în tabelul 6.9.

TABEL 6.9

CONDIȚII TEHNICE PENTRU AGREGATE

Nr. crt.	CARACTERISTICILE AGREGATELOR NATURALE	Condiții de admisibilitate				
		nisip	pie-triș	pie-triș conca-sat	criblu-ră	split
1	Conținut de impurități: - corpuri străine (bucăți de lemn, frunze etc.)	Nu se admit	Nu se admit	Nu se admit	Nu se admit	Nu se admit
	- argilă în bucăți sau argilă aderentă pe granulele agregatelor	-	-	-	Nu se admite	Nu se admite
	- mică liberă, %, max.	1	-	-	-	-
	- cărbune, %, max.	0,5	-	-	-	-
	- humus (culoarea soluției de hidroxid de sodiu)	incoloră până la gălbuie	-	-	-	-
	- sulfuri (exprimați în SO_3), %, max.	1	Nu se admit	-	-	-
	- parte levigabilă	-	0,3	0,3	-	-
2	Granulozitatea	conform sortului cu îndeplinirea condițiilor din Nota la tabel, pct.2				
	- conținut de fracțiuni sub 0,09 mm:	-	-	-	1	-
	- în sortul 8-16, %, max.	-	-	-	0,5	-
	- în sortul 16-25, %, max.	-	-	-	-	0,3
	- în sortul 25-40, %, max.	-	-	-	-	-
3	Echivalent de nisip, min.	85	-	-	-	-
4	Grad de spargere, %, min.	-	-	65	-	-
5	Rezistența la strivire a agregatelor în stare saturată, %, min.	-	60	60	-	-
6	Uzură cu mașina tip Los Angeles (LA), %, max.	-	35	25	25	25
7	Rezistența la îngheț-dezgheț:					

Nr. crt.	CARACTERISTICILE AGREGATELOR NATURALE	Condiții de admisibilitate				
		nisip	pietriș	pietriș conca-sat	criblu-ră	split
	- coeficient de gelivitate, %, max.				3	3
	- sensibilitate la îngheț, %, max.				25	25
	- pierdere în masă, %, max.		10	10		
	Forma granulelor agregatelor cu dimensiunea minimă ϕ 7(8) mm:					
	- raport b/a, c/a, min.		0,66;	0,66;		-
	- conținut de granule plate și aciculare, %, max.		0,33	0,33		
	- coeficient de formă, %, max.		25	25	25	25

Agregatele trebuie să provină din roci omogene mineralogic, fără urme vizibile de dezagregare fizică, chimică sau mecanică, fără vîrită, limonită, săruri solubile.

Se interzice utilizarea de agregate din roci cu conținut de silice microcristalină sau amorfă care ar reacționa cu alcaliile din ciment.

Rețetele de beton se realizează cu agregate naturale și de varieră.

Sorturile de agregate utilizate la îmbrăcămintile din beton de ciment sunt arătate în tabelul 6.10.

TABEL 6.10

Îmbrăcăminti executate	Tipul agregatelor	Sorturile agregatelor	Granulozitate a agregatului total
Într-un strat	nisip natural	0-3 și 3-7 sau 0-7	0 - 25
	criblură	8-16 și 16-25	
	nisip natural	0-3 și 3-7 sau 0-7	0 - 40
	criblură	8-16 și 16-25	
	split	25-40 sau 16-40	0 - 31
	nisip natural	0-3 și 3-7 sau 0-7	
	pietriș conca-sat	7-16 sau 16-31	

Zonele granulometrice în care trebuie să se încadreze agregatele utilizate la fabricarea betoanelor sunt arătate în tabelul 6.11

TABEL 6.11

Zone granulometrice pentru agregate	Li-mite	Treceri % în masă prin sita sau ciurul de mm:							
		0,2	1	3,15	7,1	16	25	31,5	40
Granulozitate continuă pentru agregate:									
0...25 mm pentru sistemul în cofraje fixe	min. max.	2 8	8 27	20 42	35 60	63 83	95 100	- -	- -
0...25 mm pentru sistemul în cofraje glisante	min. max.	2 8	15 27	30 42	45 60	70 83	95 100	- -	- -
0...40 mm pentru sistemul în cofraje fixe	min. max.	2 7	7 25	17 40	31 55	55 76	68 86	- -	95 100
0...40 mm pentru sistemul în cofraje glisante	min. max.	2 7	15 25	25 40	40 55	65 76	75 86	- -	95 100
0...31 mm pentru sistemul în cofraje fixe	min. max.	2 7	7 25	17 40	31 55	55 76	- -	95 100	- -
0...31 mm pentru sistemul în cofraje glisante	min. max.	2 7	15 25	25 40	40 55	65 76	- -	95 100	- -

6.7. Beton pentru stratul de bază

Betonul pentru stratul de bază se va realiza din materiale ce trebuie să îndeplinească aceleași condiții ca și cele pentru betonul din îmbrăcăminti.

Caracteristicile de rezistență și elasticitate ale acestor betoane vor fi nevoite să respecte condițiile din tabelul 4.2.

Rețetele betoanelor se stabilesc prin încercări de laborator.

Pentru controlul calității componentelor betonului și a betonului proaspăt întărit, se vor avea în vedere următoarele standarde:

- agregate, conform STAS 730 și STAS 4606
- ciment, conform SR EN 196/3; SR EN 196/7, SR EN 196/1
- betonul proaspăt și întărit, conform STAS 1759; STAS 5479; STAS 1275 și STAS 3518.

LEGI CE VOR FI RESPECTATE LA REALIZAREA PLATFORMELOR PORTUARE

1. Legea nr.10/1995 privind calitatea în construcții
2. Legea nr.137/1995 privind protecția mediului
3. Legea nr. 107/1996 privind legea apelor

LISTA STANDELELOR ȘI NORMATIVELOR ROMÂNEȘTI, CE VOR FI RESPECTATE LA REALIZAREA PLATFORMELOR PORTUARE

1. STAS 2914 - 84
Lucrări de drumuri. Terasamente. Condiții tehnice generale de calitate
2. STAS 1709/1-90
Acțiunea fenomenului de îngheț-dezghet la lucrări de drumuri. Adâncimea de îngheț în complexul rutier
3. STAS 662-89
Lucrări de drumuri. Agregate naturale de balastieră
4. STAS 4606-80
Agregate naturale grele pentru mortare și betoane cu lianți minerali. Metode de încercare
5. STAS 730-89
Agregate naturale pentru căi ferate și drumuri. Metode de încercare
6. STAS 1913/5-85
Teren de fundare. Determinarea granulozității
7. SR 667/2000
Agregate naturale și piatră prelucrată pentru lucrări de drumuri. Condiții tehnice de calitate
8. STAS 7970-76
Lucrări de drumuri. Straturi de bază din mixturi bituminoase cilindrare executate la cald. Condiții tehnice generale de calitate

9. STAS 174/1-97
Lucrări de drumuri. Îmbrăcăminti bituminoase cilindrate executate la cald. Condiții tehnice de calitate
10. STAS 729-89
Lucrări de drumuri. Îmbrăcăminti bituminoase cilindrate, executate la rece cu suspensie de bitum filerizat. Condiții tehnice generale de calitate
11. STAS 539-97
Filer de calcar, filer de cretă și filer de var
12. SR 754:1999
Bitum neparafinos pentru drumuri
13. STAS 42-68
Bitumuri. Determinarea penetrației
14. STAS 60-69
Bitumuri. Determinarea punctului de înmuiere. Metoda cu bilă și inel
5. STAS 6200/4-81
Piatră naturală pentru construcții. Prescripții pentru determinarea caracteristicilor petrografice, mineralogice și a compoziției chimice
6. STAS 9110-87
Pietre naturale prelucrate pentru construcții. Reguli și metode pentru verificarea calității
7. STAS 4605/9-88
Produse miniere nemetalifere cu conținut de carbonați. Determinarea oxidului de calciu
8. STAS 4606-80
Agregate naturale grele pentru mortare și betoane cu lianți minerali. Metode de încercare

19. STAS 1338/1-84
Lucrări de drumuri. Mixturi asfaltice și îmbrăcăminti bituminoase executate la cald. Prepararea mixturilor, pregătirea probelor și confecționarea epruvetelor
20. STAS 1338/2-87
Lucrări de drumuri. Mixturi asfaltice și îmbrăcăminti bituminoase executate la cald. Metode de determinare și încercare
21. STAS 1275-88
Încercări pe betoane. Încercări pe betonul întărit. Determinarea rezistenței mecanice
22. STAS 3518-89
Încercări pe betoane. Determinarea rezistenței la îngheț - dezgheț
23. SR 183-1:1995
Lucrări de drumuri. Îmbrăcăminti de beton de ciment executate în cofraje fixe. Condiții tehnice de calitate
24. SR 183-2:1998
Lucrări de drumuri. Îmbrăcăminti de beton de ciment executate în cofraje glisante. Condiții tehnice de calitate
25. SR 388:1995
Ciment Portland
26. STAS 10092-78
Cimenturi pentru drumuri și piste de aeroporturi
27. SR EN 933-1:1998
Încercări pentru determinarea caracteristicilor generale ale agregatelor. Partea 1: Metode de eșantionare

8. **SR EN 933-2: 1998**
Încercări pentru determinarea caracteristicilor geometrice ale agregatelor. **Partea 2: Analiza granulometrică. Site de control, dimensiuni nominale ale ochiurilor**
9. **STAS 790 – 84**
Apă pentru betoane și mortare
10. **STAS 3789 – 86**
Hârtii superioare de ambalaj. Hârtie rezistentă
1. **STAS 8625 – 90**
Aditiv plastifiant mixt pentru betoane
2. **STAS 1759 – 88**
Încercări pe betoane. Încercări pe betonul proaspăt. Determinarea densității aparente, a lucrabilității, a conținutului de agregate fine și a începutului de priză
3. **STAS 5479 – 88**
Încercări pe betoane. Încercări pe betonul proaspăt. Determinarea conținutului de aer occlus
1. **NE 012-99**
Cod de practică pentru executarea lucrărilor din beton, beton armat și beton precomprimat
5. **IPTANA – SA**
Normativ privind proiectarea, execuția și exploatarea lucrărilor hidrotehnice pentru navigația maritimă - 2000
5. **IM 003 – 1996**
Metodologie pentru determinarea indicelui californian de capacitate portantă (CBR)
- Norme de protecție a muncii specifice activității de construcții-montaj pentru transporturi feroviare, rutiere și navale

BIBLIOGRAFIE

1. **British Ports Association** - The Structural Design of Heavy Duty Pavements for Ports and Other Industries - 1986
2. **Bruun-Per** - Port engineering Ed. Gulf Publishing Co. - 1993
3. **Ciortan, R.** - Porturi maritime și fluviale, Ed. Tehnică - 1984
4. **Ciortan, R.** - Porturi și construcții portuare, Ed. "Ovidius" Constanța - 2001
5. **Dorobanțu Stelian** - Drumuri. Calcul de proiectare - Ed. Tehnică - 1980
6. **Koerner R.** - Design with Geosintetics, Ed. Prentice Hall - 1984
7. **ROM 0.2 – 90** - Actions in the Design of Maritime and Harbor Works - 1990
8. **UNCTAD** - Container Terminal Pavement Management - 1987
9. **IPTANA – SA** - Normativ privind proiectarea, execuția și exploatarea lucrărilor hidrotehnice pentru navigația maritimă - 2000
10. ******* - PD 177-76 - Instrucțiuni tehnice departamentale pentru dimensionarea sistemelor rutiere rigide și nerigide
11. ******* - Buletinul Asociației Internaționale Permanente a Congreselor de Navigație (AIPCN)

12. *** - Colecția de Standarde pentru Construcții.
Terenuri de fundare (Vol. II și III)
13. *** - Colecția de Standarde pentru drumuri,
platforme și materiale
14. *** - Colecția de reviste - "Drumuri - Poduri"
15. *** - Technical Standards for Port and
Harbour Facilities in Japan - 1991