



## 5. Analize stabilitate - Extras BREVIAR DE CALCUL

Analizele de stabilitate efectuate s-au realizat cu ajutorul programului **Plaxis**, program bazat pe metoda elementelor finite (MEF). S-a preferat utilizarea MEF deoarece aceasta permite modelarea fidelă a terenului, a structurii de sprijin precum și a etapelor de execuție. Utilizând MEF se pot face estimări privind deplasările sprijinirilor și mărimea eforturilor în sprijiniri. Conform NP 113/2004 MEF este considerată a fi o metodă ce oferă soluții teoretic complete.

Modelul de calcul realizat cu MEF necesită o calibrare a rezultatelor prin compararea datelor rezultate cu măsurători realizate pe structuri de susținere asemănătoare cu cele proiectate - astfel este necesară o calibrare a modelului pe baza măsurătorilor înclinometrice de pe amplasament în cadrul proiectului de monitorizare.

În programul de calcul rigiditatea piloților aferenți sprijinirii este dată doar de beton. În practică, rigiditatea piloților este superioară deoarece piloții vor fi armați. Prin creșterea rigidității piloților vor rezulta deplasări reale inferioare deplasărilor teoretice prezentate în breviarul de calcul.

Se precizează că în variantele de calcul realizate s-a luat în considerare rigidizarea la partea superioară a structurii de sprijin prin intermediul unei grinzi de coronament.

### *Parametrii de calcul ai parametrilor geotehnici și a încărcărilor*

Determinarea valorilor caracteristice și de calcul ale parametrilor geotehnici s-au realizat conform prevederilor SR-EN 1997:1-2004, cu eratele, amendamentele și anexele naționale și NP122/2010 – Normativ privind determinarea valorilor caracteristice și de calcul ale parametrilor geotehnici.

Valorile de calcul ale parametrilor geotehnici se utilizează în proiectarea prin calcul împreună cu valorile de calcul ale acțiunilor, ale rezistențelor materialelor, ale rezistențelor elementelor structurale și ale datelor geometrice definite în seria de standarde SR-EN 1990 ÷ SR-EN 1999. Valorile de calcul se determină pe baza prevederilor SR-EN 1997:1-2004 în funcție de abordările de calcul folosite.

În conformitate cu punct 2.4.7.3.4.1 (1)P din Anexa Națională la SR EN 1997-1-2004, punct 2.4 din NP074/2014, capitolul 3 și 4 din NP122/2010 s-au întocmit analize de stabilitate după cum urmează:

\*Abordarea de calcul 1: - gruparea 1 :  $A1''+''M1''+''R1$

- gruparea 2:  $A2''+''M2''+''R1$

\*Abordarea de calcul 3:  $A2''+''M2''+''R3$

Valorile coeficienților parțiali de rezistență au fost extrași din Anexa A a SR EN 1997-1-2004 și din Anexa Națională SR EN 199-1-2004/NB:2007 după cum urmează (extras din documentele mai sus menționate):



**Tabelul A.3 – Coeficienți parțiali pentru acțiuni ( $\gamma_f$ ) sau efectele acțiunilor ( $\gamma_E$ )**

Acțiuni		Simbol	Set	
			A1	A2
Permanente	Nefavorabile	$\gamma_G$	1,35	1,0
	Favorabile		1,0	1,0
Variabile	Nefavorabile	$\gamma_Q$	1,5	1,3
	Favorabile		0	0

**Tabelul A.4 – Coeficienți parțiali pentru parametrii pământului ( $\gamma_M$ )**

Parametru pământ	Simbol	Set	
		M1	M2
Unghiul de frecare internă <sup>a</sup>	$\gamma_\phi$	1,0	1,25
Coeziune efectivă (drenată)	$\gamma_c$	1,0	1,25
Coeziune nedrenată	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Rezistența la compresiune cu deformare laterală liberă	$\gamma_{qu}$	1,0	1,4
Greutate volumică	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

<sup>a</sup> Acest coeficient se aplică la tan  $\phi'$

**Tabelul A.5 (RO) - Coeficienți parțiali de rezistență ( $\gamma_R$ ) pentru fundații de suprafață**

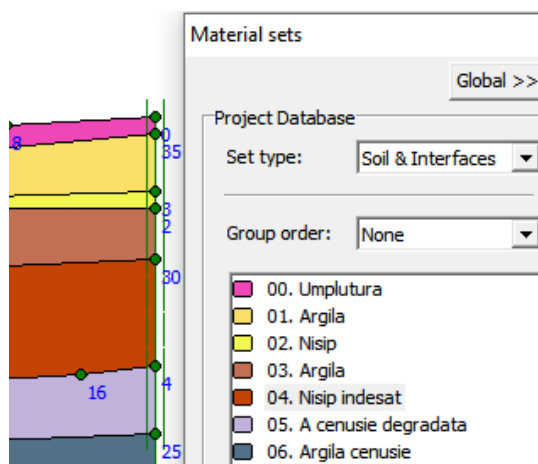
Rezistența	Simbol	Grupare	
		R1	R3
Capacitate portantă	$\gamma_{R,v}$	1,0	1,0
Alunecare	$\gamma_{R,h}$	1,0	1,0

**Tabelul A.13 (RO) – Coeficienți parțiali de rezistență ( $\gamma_R$ ) pentru lucrări de susținere**

Rezistența	Simbol	Set	
		R1	R3
Capacitate portantă	$\gamma_{R,v}$	1,0	1,0
Rezistența la alunecare	$\gamma_{R,h}$	1,0	1,0
Rezistența pământului	$\gamma_{R,e}$	1,0	1,0

Se poate observa că Abordarea de calcul 1 gruparea 2 prezintă aceleași valori ale coeficienților parțiali de siguranță cu Abordarea de calcul 3, astfel s-au realizat analize doar pentru Abordarea de calcul 1 cu cele două grupări ale sale. În urma calculelor efectuate a rezultat că Abordarea de calcul 1-Gruparea 2 prezintă cele mai defavorabile stări de eforturi, astfel că în cele ce urmează se prezintă doar rezultatele analizelor efectuate pentru această abordare.

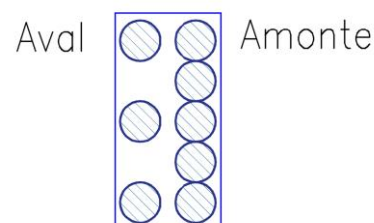
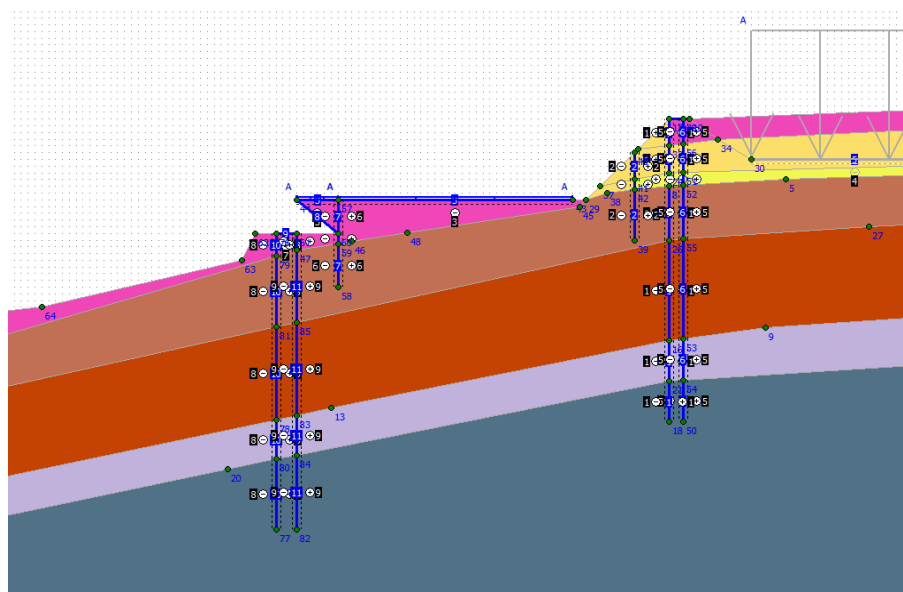
Tabel 1. Valori de calcul ale parametrilor geotehnici utilizate în calcule



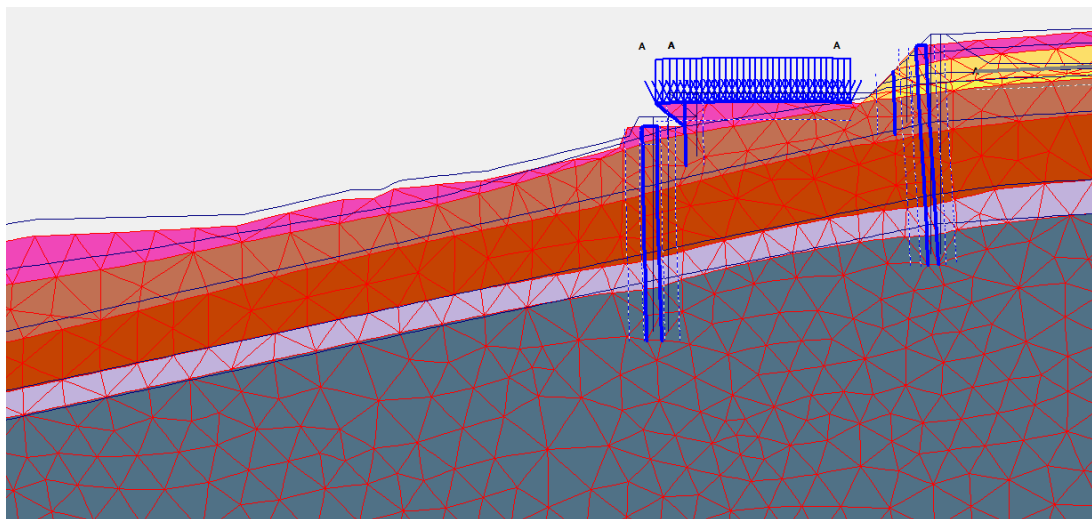
	Strat	Grosimea	Ic	e	$\gamma_{\text{unsat}}$	$\gamma_{\text{nat}}$	$E_{\text{folosit}}$	$\phi_d$	$c_d$	$\nu$
		m		-	kn/m <sup>3</sup>	kn/m <sup>3</sup>	kPa	°	kPa	
1	Umpluturi	1.70		0.80	15.40	16.95	10000	8.03	8.57	0.28
2	Argilă, galbenă	2.00	0.94	0.76	15.37	18.91	18000	10.07	21.48	0.30
3	Nisip, galben	0.20			15.34	18.12	16000	15.40	2.14	0.32
4	Argilă, maronie	4.60	0.91	0.73	16.01	19.88	22000	15.03	45.92	0.35
5	Nisip, maroniu+NP+A	7.30	0.59		15.85	18.56	19000	20.16	2.14	0.32
6	Argilă, cenușie, degradată	2.40	0.82	0.73	16.51	19.60	25000	10.20	50.71	0.40
7	Argilă, cenușie	1.80	0.94	0.61	16.77	20.54	38000	10.46	54.82	0.40

### Profil stabilitate PS 1

- structură de sprijin din grupuri în formă de "E", cu 30 cm lumină, din câte 8 piloți forțați tangenți, cu diametrul de 80 cm,  $L_{\text{min}}=22,00$  m

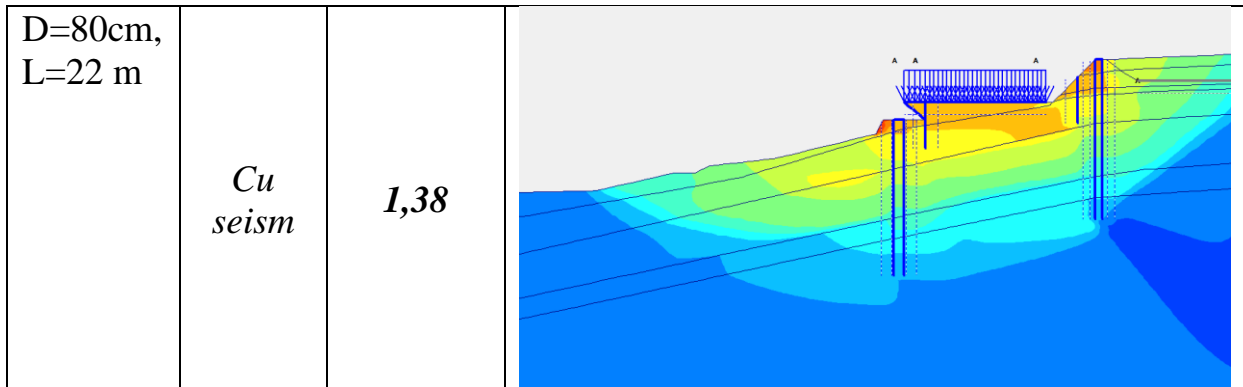


*Deformată model de calcul*



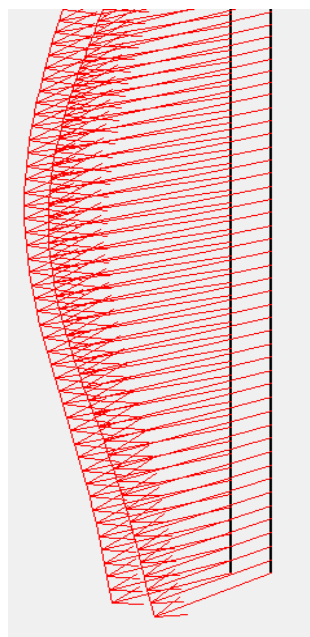
Valori ale factorilor de stabilitate:

<i>Situație</i>	<i>Analiză</i>	<i>Factor stabilitate</i>	
Existență de ansamblu	<i>Fără seism</i>	<b>0,83</b>	
	<i>Cu seism</i>	<b>0,67</b>	
Structură sprijin spre aval teren sport: Grupe „E” de piloți	<i>Fără seism</i>	<b>1,55</b>	

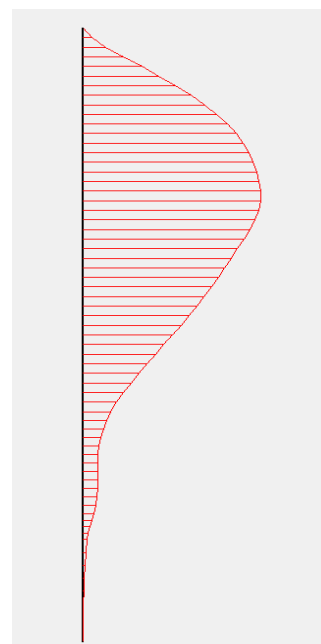


- în situația existentă de ansamblu, apar probleme de instabilitate în aval de terenul de sport, atât în regim static, cât și în regim dinamic;
- în situația existentă, stabilitatea zidului existent în amonte de terenul de sport, se verifică la limită în regim static și prezintă fenomene de instabilitate în regim seismic;
- în situația posibilă, cu aplicarea soluțiilor de structură de sprijin în amonte de terenul de sport (grupe piloți U), stabilitatea pe zona amonte de terenul de sport, se verifică atât în regim static cât și în regim seismic;
- în situația propusă, cu realizarea unei structuri de sprijin cu grupe piloți E cu diametrul de 80 cm în aval de terenul de sport, valorile factorilor de stabilitate sunt supraunitari, atât în regim static cât și în regim seismic;

*Deplasări teroreticemaxime 2,95 cm*



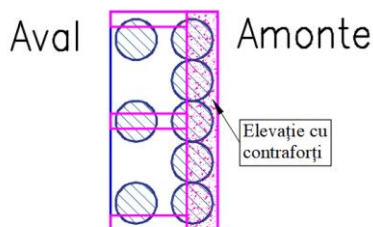
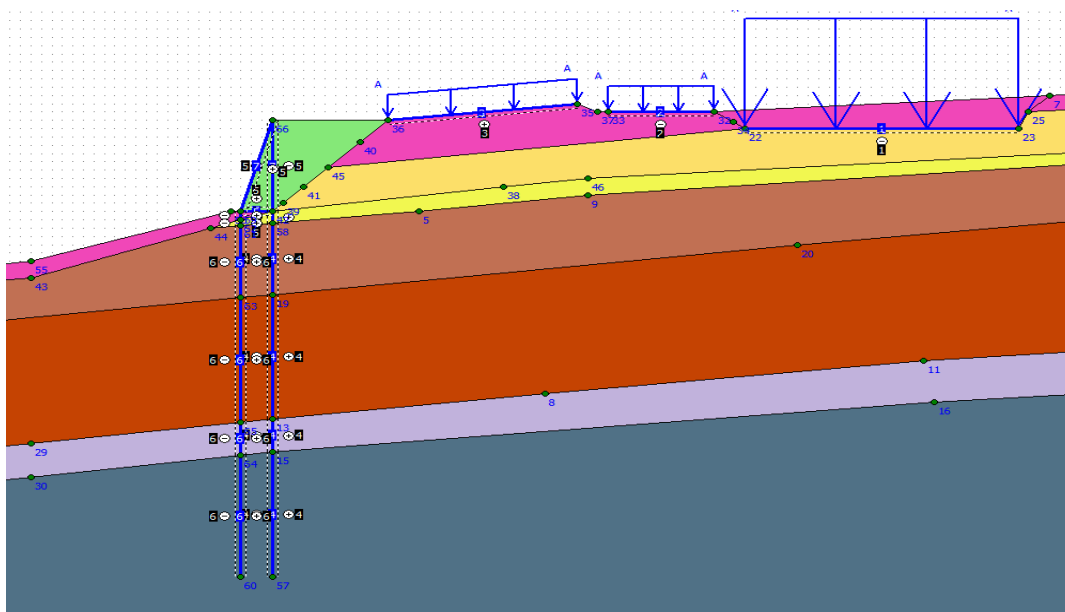
*Moment maxim 793 kNm/m*



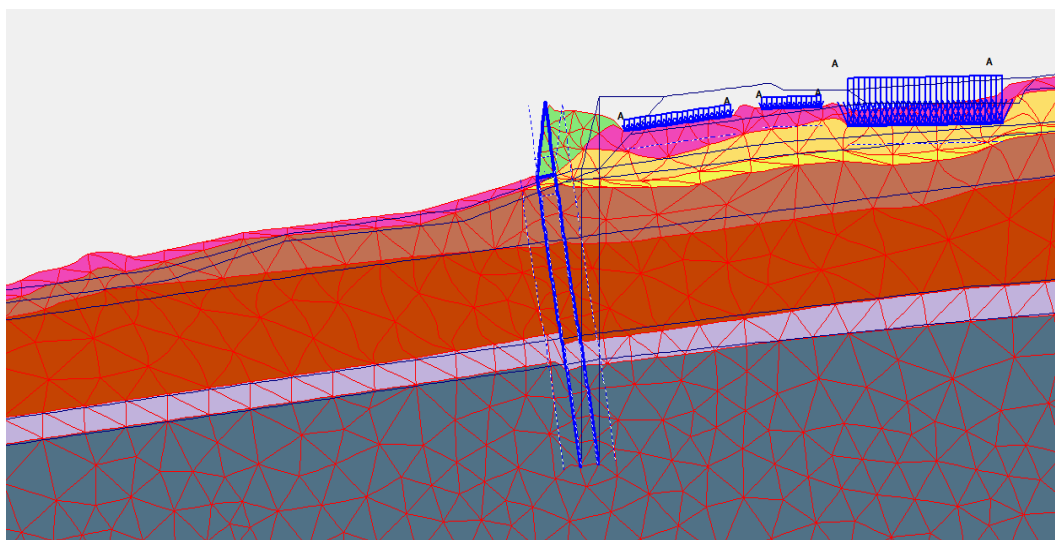


## Profil stabilitate PS 2

- structură de sprijin din grupuri în formă de "E", cu 30 cm lumină, din câte 8 piloți forți tangenți, cu diametrul de 80 cm,  $L_{min}=22,00$  m + elevație din beton armat cu contraforți  $H = 4,50$  m cu umpluturi compactate

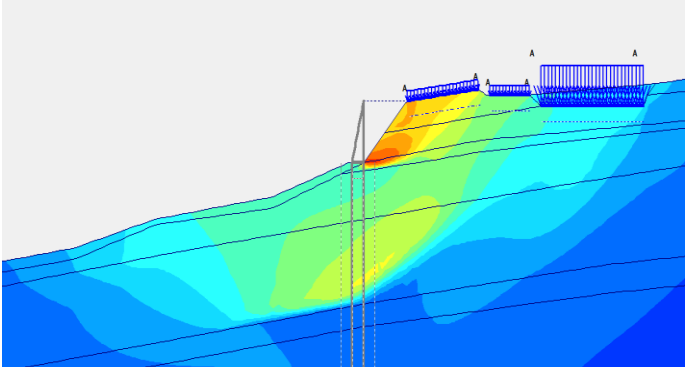
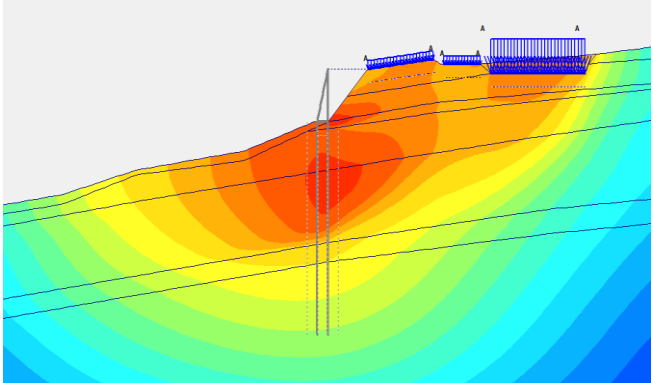
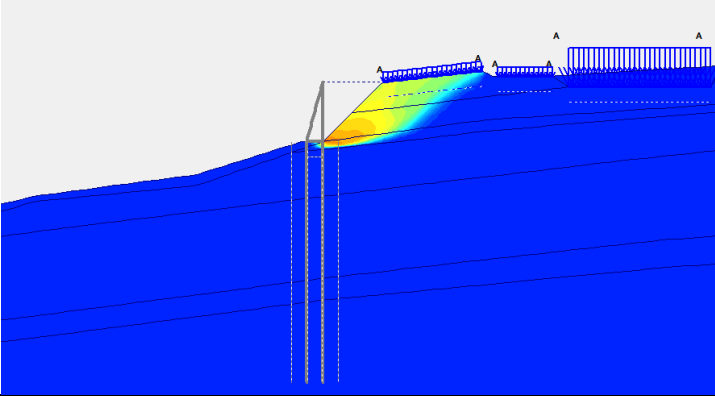
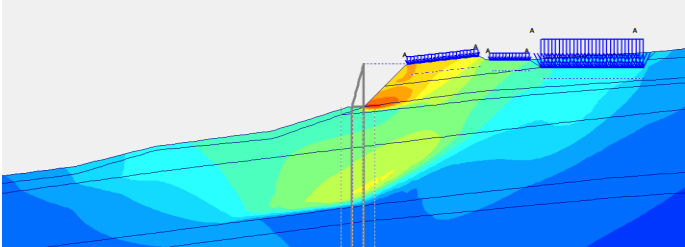


*Deformată model de calcul*



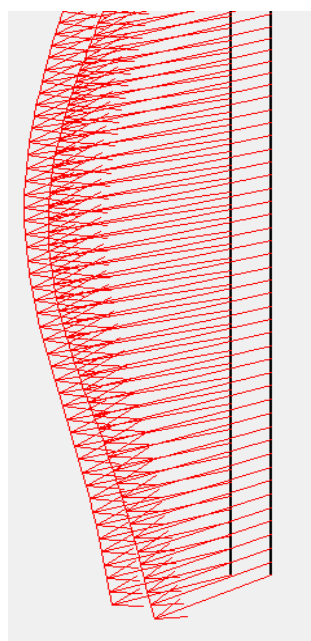


Valori ale factorilor de stabilitate:

<i>Situație</i>	<i>Analiză</i>	<i>Factor stabilitate</i>	
Existență	<i>Fără seism</i>	<b>0,80</b>	
	<i>Cu seism</i>	<b>0,63</b>	
Structură sprijin spre aval: Grupe „E” de piloți D=80cm, L=22 m	<i>Fără seism</i>	<b>1,00</b>	
	<i>Cu seism</i>	<b>0,73</b>	

Structură sprijin spre aval: Grupe „E” de piloți D=80cm, L=22 m + elevație cu umpluturi	<i>Fără seism</i>	<b>1,37</b>	
	<i>Cu seism</i>	<b>1,08</b>	

*Deplasări teroreticemaxime 3,15 cm*



*Moment maxim 825 kNm/m*



*Se menționează că valorile deplasărilor orizontale prezentate sunt aferente celei mai defavorabile ipoteze de calcul, ipoteză determinată conform normelor tehnice în vigoare aplicabile, deci deplasările efective în realitate pot fi mai mici decât deplasările teoretice rezultate în urma calculelor.*





### Calculul momentului capabil al pilotilor

#### DATE DE INTRARE :

D =	800	mm	<i>diametrul sectiunii de beton</i>
r =	400	mm	<i>raza sectiunii de beton</i>
a =	72	mm	<i>acoperirea cu beton</i>
ra =	328	mm	
N =	649000	N	<i>forta axiala</i>
Beton:	C30/37		<i>marca betonului</i>
Otel:	S500		<i>marca otelului</i>
nb. =	14	buc.	<i>numarul de bare</i>
$\phi$ =	25	mm	<i>diametrul barelor</i>

#### DATE INTERMEDIARE :

As =	6872	mm <sup>2</sup>	<i>aria de armare</i>
Ac =	502655	mm <sup>2</sup>	<i>aria sectiunii de beton</i>
fya,d =	434	N/mm <sup>2</sup>	<i>rezistenta otelului</i>
$\alpha$ =	0.95		<i>coef. reducere rezistenta beton cf. tab.16 NP123/2010</i>
fcd =	19.00	N/mm <sup>2</sup>	<i>rezistenta betonului</i>
p =	1.37	%	<i>procentul de armare</i>
db =	122.2	mm	<i>distanța dintre bare</i>
Abc =	89999	mm <sup>2</sup>	<i>aria zonei de beton comprimata</i>
yb =	289.0	mm	<i>pozitia centrului de greutate al ariei Abc</i>
Aa' =	2214	mm <sup>2</sup>	<i>aria armaturii comprimate</i>
Aa =	4658	mm <sup>2</sup>	<i>aria armaturii intinse</i>
Na =	2021769	N	
Nb =	1709988	N	
Na' =	960781	N	
$\theta$ =	1.01	radiani	<i>pozitia axei neutre</i>

#### DATE DE IESIRE :

Mcap =	1022	kNm	<i>momentul capabil &lt; Mef = 825 kNm</i>
--------	------	-----	--

Întocmit,  
 ing. Paul Țurcanu