

BREVIAR DE CALCUL FUNDATIE REZERVOR

“PROIECTARE REZERVOR PENTRU APA P.S.I. – STAȚIA CONSTANȚA SUD”

01	Emis pentru utilizare	14.12.2021	Birlodeanu C.	Mircia R.	Danilov B.
00	Emis pentru comentarii	02.12.2021	Birlodeanu C.	Mircia R.	Danilov B.
Rev/ Rev.	Denumireamodificarii/Change description	Data/Date	Pr Spec / Consultant	Verificat/Checked	Aprobat / Approved
ROENGG CONSULTING Str. Sinaii, Bloc 10C2 Ap 22 Ploiesti contact@roengg.com	S.C. CONPET S.A. Strada Anul 1848 nr 1-3, cod postal 100559, Ploiesti, Prahova, ROMANIA	Nr. proiect / Project no.		Nr. desen / Drawing no.	
		10232020		RNG-BC-12-301	
				Faza/ Phase	Rev/Rev
				PT+D.D.E	01
Scara/Scale	Denumire document/Document name				
-	BREVIAR DE CALCUL FUNDATIE				
Pag1/12					

CUPRINS

1.	SCOPUL DOCUMENTULUI	3
1.1.	LOCATIE	3
2.	LUCRARI PROIECTATE	3
2.1.	CONSIDERATII GENERALE	3
2.2.	INCADRAREA IN CLASE SI CATEGORII.....	3
2.3.	INCARCARI CLIMATICE SI SEISMICE	3
2.3.1.	CONDITII CLIMATICE	3
2.3.2.	CONDITII SEISMICE	3
2.4.	MATERIALE	4
2.5.	CONDITII ALE TERENULUI DE FUNDARE	5
2.6.	IDENTIFICAREA ACTIUNILOR SI COMBINATIILOR DE ACTIUNI	5
2.7.	EVALUAREA INCARCARILOR SEISMICE.....	6
3.	VERIFICAREA FUNDATIEI REZERVORULUI.....	6
3.1.	DETERMINAREA RASPUNSULUI SEISMIC AL LICHIDULUI DIN REZERVOR	6
3.2.	VERIFICAREA FUNDATIEI	7
4.	CONCLUZIE	12

Proiect nr/Project no.	Nr. document/Document no.	Denumire document / Document name	Rev/Rev.
10232020	RNG-BC-12-301	BREVIAR DE CALCUL FUNDATIE	01

1. SCOPUL DOCUMENTULUI

Obiectivul prezentului document este de a prezenta dimensionarea și verificarea fundației rezervorului de apă PSI dăvnd capacitatea de 300m³ " **PROIECTARE REZERVOR PENTRU APA P.S.I. – STATIA CONSTANTA SUD**".

Aceste note de calcul vor fi actualizate, de Producatorul rezervorului cu datele de intrare proprii. Calculul și detaliile fixării rezervorului de fundație intra în atribuțiile Producătorului.

1.1. LOCATIE

Statia Constanta Sud este situata in judetul Constanta, municipiul Constanta.

2. LUCRARI PROIECTATE

2.1. CONSIDERATII GENERALE

În concordanță cu tema primită de la beneficiar se propune construcția unui nou rezervor metalic vertical de stocare apă.

Capacitatea rezervorului este de 300mc.

2.2. INCADRAREA ÎN CLASE ȘI CATEGORII

Categoria de importanță conform HG 766/1997 este "C" - importanța normală a construcției.

Clasa de importanță-expunere conform P100/2013 este "III" - construcție curentă având $Y_1=1.0$.

2.3. INCARCARI CLIMATICE ȘI SEISMICE

2.3.1. CONDITII CLIMATICE

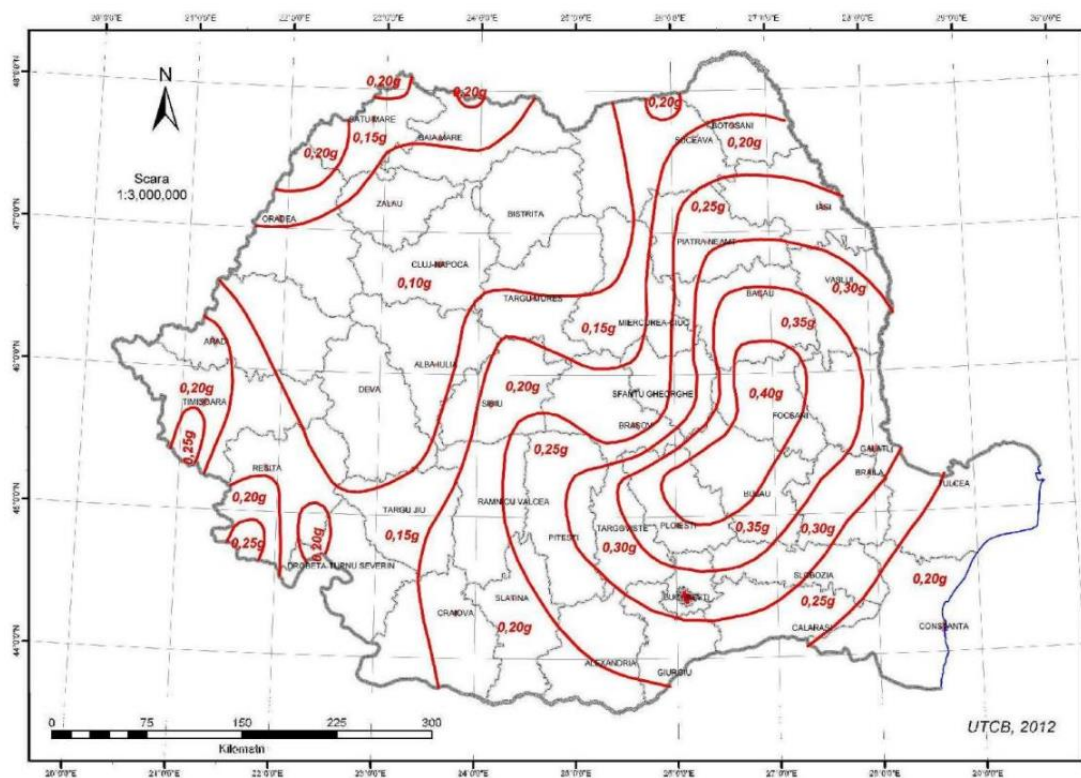
Conform CR 1-1-4-2012, "Cod de proiectare. Evaluarea acțiunii vântului asupra construcțiilor" presiunea de referință a vântului, mediata pe 10min. la 10,0m, pentru un interval mediu de recurență 50 ani, este de 0,50kPa.

Conform CR 1-1-3-2012, "Cod de proiectare. Evaluarea acțiunii zăpezii asupra construcțiilor" valoarea caracteristică a încărcării din zăpadă pe sol este $S_{0,k}=1.50$ kN/m².

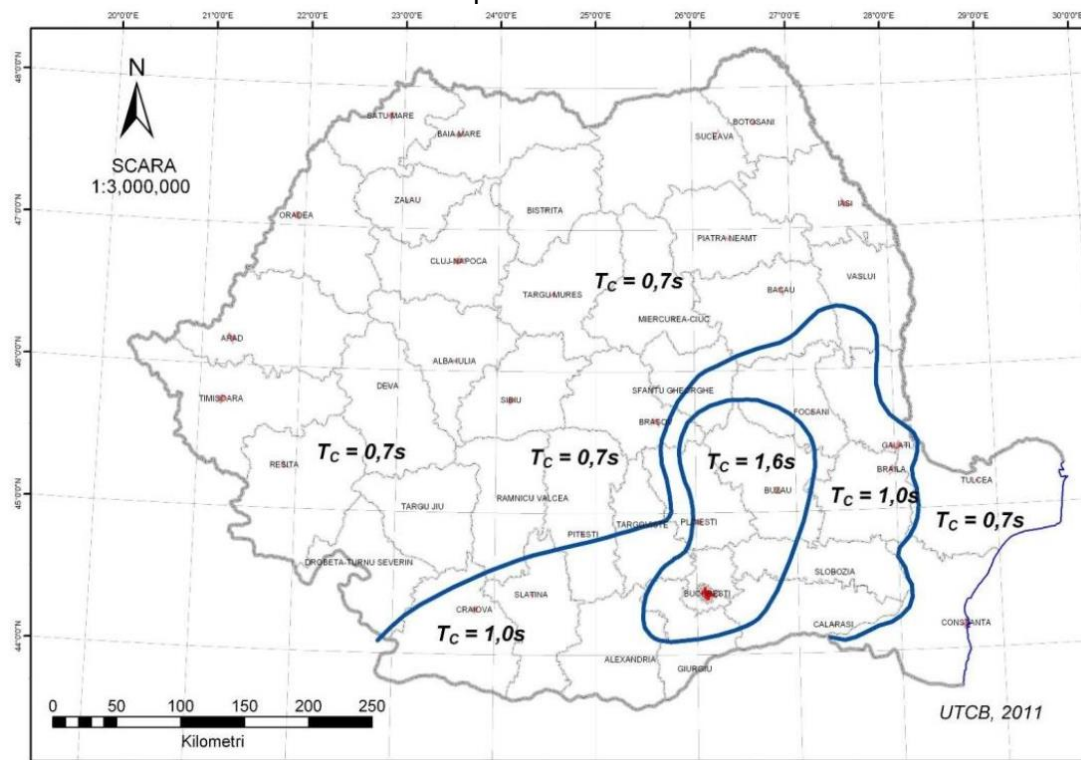
2.3.2. CONDITII SEISMICE

Obiectivul este amplasat în Jud. Constanta, Municipiul Constanta, care, conform "Cod de proiectare seismică - Partea I: Prevederi de proiectare pentru clădiri" - indicativ P100-1/2013 aparține zonei seismice de calcul, cu un coeficient $a_g=0,20g$ și perioada de colt $T_c=0.7$ sec.

Proiect nr/Project no.	Nr. document/Document no.	Denumire document / Document name	Rev/Rev.
10232020	RNG-BC-12-301	BREVIAR DE CALCUL FUNDATIE	01



Zonarea valorilor de varf ale acceleratiei terenului pentru proiectarea a_g cu IMR = 225 si 20% probabilitate de depasire in 50 ani



Zonarea teritoriului Romaniei in termeni de perioada de control T_c a spectrului de raspuns

2.4. MATERIALE

Beton Armat - Clasa de Rezistenta: C25/30

- $f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 1 \times 25 / 1.5 = 16.6 \text{ N/m}^2$
- Greutatea Specifica: 25 kN/m^3 ;

Otel Beton Tip:

Proiect nr/Project no.	Nr. document/Document no.	Denumire document / Document name	Rev/Rev.
10232020	RNG-BC-12-301	BREVIAR DE CALCUL FUNDATIE	01

- $BST500s - f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$; $f_{yd} = 450/1.15 = 434 \text{ N/mm}^2$
- Greutatea specifica: 78.5 kN/m^3 ;

Acoperire fundatii:

- $c_{nom} = 50 \text{ mm} > c_{min} + \Delta c_{tol} = 40 \text{ mm}$

2.5. CONDITII ALE TERENULUI DE FUNDARE

In cele ce urmeaza sunt prezentate principalele caracteristici al arelului constructiei, caracteristici extrase din Studiul Geotehnic - " Privind inlocuire rezervor apa PSI, Constanta Sud – jud. Constanta ", intocmit de **S.C. STUDII GEOTEHNICE SRL**, in martie 2021.

Din punct de vedere geomorfologic, perimetrul construcției este situat în zonă plană, aparținând podisului Dobrogei de Sud.

Local, arealul constructiei nu este afectat de fenomene de eroziune sau alunecari de teren.

Amplasamentul cercetat este situat in Constanta sud, judetul Constanta.

- Conform studiului geotehnic mentionat s-au efectuat urmatoarele prospectiuni geotehnice:

1 foraj geotehnic (F.1) cu o adancime de 6.0m;

Punctele de investigare sunt prezentate in planul de situatie anexat studiului geotehnic.

- In urma investigatiei de mai sus a fost interceptata urmatoarea stratificatie:

F. 1:

- 0,00 – 0.20m - sol vegetal;
- 0.20 m...-0.80 m – orizont tranzitie;
- 0.80 m...-2.60 m – praf argilor de culoare galben-cafenie, vine calcaroase, plasticitate medie, plastic consistent, compresibilitate mare;
- 2.60 m...-4.00 m – praf argilos de culoare galben-cafenie, cu vene calcaroase, plasticitate medie, plastic vartos;
- 4.00 m ...- 6.00 m – praf de culoare galbena, concretiuni calcaroase, plasticitate medie, consistent.

Nivelul hidrostatic nu s-a intalnit pana la adancimea de 6.0m.

Capacitatea portanta pentru o fundatie avand latimea $B=1,0\text{m}$ si adancimea de fundare de 2.0m conform NP 112-2014, este:

- $P_{conv.1.00m}=150\text{kPa}$

2.6. IDENTIFICAREA ACTIUNILOR SI COMBINATIILOR DE ACTIUNI

In prezentul proiect se folosesc terminologia, definitiile si caracterizarea actiunilor (si implicit a efectelor acestora) conform CR 0-2012 "Bazele proiectarii structurilor in constructii".

Astfel, infrastructura va fi proiectata la starea limita ultima in gruparea fundamentala si respectiv speciala de incarcari:

Gruparea Fundamentala:

$$1.35 * \sum_{j=1}^n G_{k,j} + 1.5 * Q_{k,1} + 1.5 * \psi_0 * Q_k$$

$G_{k,j}$ - efectul pe structura al actiunii permanente j, luata cu valoarea caracteristica;

$Q_{k,1}$ – valoarea efectului actiunii din zapada pe structura; luata cu valoarea caracteristica;

Q_k – valoarea efectului actiunii vantului pe structura, luata cu valoarea caracteristica;

ψ_0 – factor de simultaneitate pentru valoarea de grupare a actiunii variabile, valoarea este 0.7;

Gruparea Speciala:

$$\sum_{j=1}^n G_{k,j} + \gamma_I * A_{Ek} + \psi_{2,i} * Q_{k,i}$$

$G_{k,j}$ - efectul pe structura al actiunii permanente j, luata cu valoarea caracteristica;

A_{Ek} - valoarea caracteristica a actiunii seismice ce corespunde intervalului mediu de recurenta IMR adoptat de P100-1/2013 pentru Starea Limita Ultima (ULS);

$\psi_{2,i}$ – coeficient pentru determinarea valorii cvasipermanente a actiunii variabile i (pentru incarcari din zapada, $\psi_2 = 0.4$);

$Q_{k,i}$ - efectul actiunii variabile i, luata cu valoarea caracteristica;

Valorile caracteristice G_k si Q_k sunt valorile normate ale actiunilor conform standardelor de incarcari.

γ_I – factorul de importanta-expunere al constructiei conform P100-1/2013.

Proiect nr/Project no.	Nr. document/Document no.	Denumire document / Document name	Rev/Rev.
10232020	RNG-BC-12-301	BREVIAR DE CALCUL FUNDATIE	01

2.7. EVALUAREA INCARCARILOR SEISMICE

Incarcarea din seism a fost calculata conform metodei de calcul cu spectre de raspuns din **P100-1/2013**. Astfel forta taietoare de baza corespunzatoare modului propriu fundamental, pentru fiecare directie orizontala principala este:

$$F_b = \gamma_1 * S_d(T_1) * m * \lambda; S_d(T) = a_g * \beta(T) / q$$

$S_d(T_1)$ – ordonata spectrului de raspuns de proiectare corespunzatoare perioadei fundamentale T_1 ;

T_1 – perioada proprie fundamentala de vibratie a echipamentului in planul ce contine directia orizontala considerata;

m – masa totala a structurii;

$\lambda = 1.0$ – factor de corectie care tine seama de contributia modului propriu fundamental prin masa modala efectiva asociata acestuia.

$a_g = 0.20 g$ – conform P100-1/2013

$T_c = 0.70 s$ – perioada de control (colt);

q – factorul de comportare cu valori in functie de tipul structurii si capacitatea acesteia de disipare a energiei.

$\beta(T)$ – spectrul normalizat de raspuns elastic pentru acceleratii pentru $T_c = 1.0 s$;

3. VERIFICAREA FUNDATIEI REZERVORULUI

Documente de referinta:

- 10232020-RNG-ST-18-301 - specificatie rezervor PSI Constanta Sud;

- 10232020-RNG-DM-12-301 - Fundatie rezervor Constanta Sud.

Date de baza din foaia tehnica a rezervorului:

- Diametrul interior al rezervorului: 7.50m;
- Capacitatea in lucru: 300m³;
- Nivelul minim/maxim de lichid: 0.50m/ 7.3m;

3.1. DETERMINAREA RASPUNSULUI SEISMIC AL LICHIDULUI DIN REZERVOR

Determinarea perioadelor impulsive si convective precum si a raspunsului seismic va fi efectuat conform A3.2.2 din normativul SR EN 1998-4:2007 si prezentata mai jos.

Raportul dintre inaltimea maxima a lichidului si raza rezervorului este:

$$H/R=1.95$$

Coeficientul pentru determinarea perioadei impulsive:

$$C_1=6.20$$

Perioada proprie impulsiva:

$$T_{imp} = C_1 \frac{H * \sqrt{\rho}}{\sqrt{\frac{s}{R} * \sqrt{E}}} = 6.09 * \frac{5.4 * \sqrt{1050}}{\sqrt{\frac{6.67}{3.34} * \sqrt{2.1E + 11}}} = 0.0878s$$

H – inaltimea maxima a lichidului

s – grosimea medie a mantalei rezervorului

R – raza rezervorului

ρ – densitatea lichidului;

E – modulul de elasticitate

Coeficientul pentru determinarea perioadei convective:

$$C_2=1.48s/m^{0.5}$$

Perioada proprie convectiva:

$$T_{con} = C_2 \sqrt{R} = 1.58 * \sqrt{3.345} = 2.87s$$

Determinarea eforturilor la baza rezervorului:

Fora taietoare:

$$Q = (m_i + m_w + m_r) S_e(T_{imp}) + m_c S_e(T_{con}) = 723 kN$$

m_i – masa impulsiva

m_w – masa mantalei rezervorului

m_r – masa acoperisului rezervorului (incluzand 0.4 din greutatea zapezii)

m_c – masa convectiva

Proiect nr/Project no.	Nr. document/Document no.	Denumire document / Document name	Rev/Rev.
10232020	RNG-BC-12-301	BREVIAR DE CALCUL FUNDATIE	01

$S_{e(Tcon)}$ – valoarea spectrala a accelerației convective

$S_{e(Timp)}$ – valoarea spectrala a accelerației impulsive.

Moment încovoietor la baza rezervorului:

$$M = (m_i h_i + m_w h_w + m_r h_r) S_{e(Timp)} + m_c * h_c * S_{e(Tcon)} = 2575 kNm$$

h_i – înălțimea centrului de greutate a masei impulsive

h_c – înălțimea centrului de greutate a masei convective

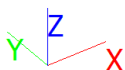
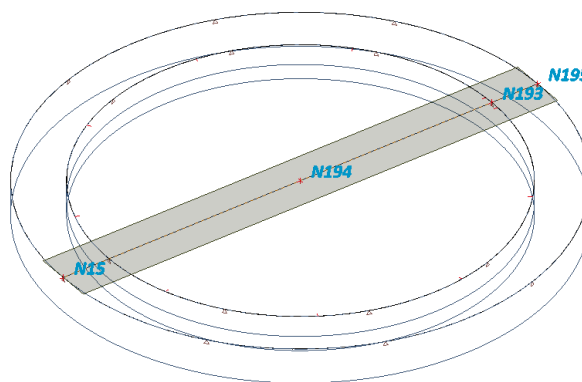
h_r – înălțimea centrului de greutate a masei mantalei rezervorului

h_i – înălțimea centrului de greutate a acoperisului.

3.2. VERIFICAREA FUNDATIEI

Mai jos este prezentată o anexă extrasă din programul de calcul, în care sunt prezentate încărcările, combinațiile, eforturile maxime și presiunea maximă sub fundație.

- Model analiza



- Cazuri de încărcare

Nume	Descriere	Tip acțiune	Grupa de încărcare	Directia	Durata	Caz de încărcare principal
	Spec	Tip încărcare				
LC1	greutate proprie fundație	Permanentă	LG1	-Z		
		Greutate proprie				
LC2	greutate proprie rezervor	Permanentă	LG1			
		Standard				
LC3	greutate lichid maxim	Permanentă	LG1			
		Standard				
LC4	greutate lichid minim	Permanentă	LG1			
		Standard				
LC5	zapada	Variabilă	LG2		Scurta	Nimic
	Standard	Static				
LC6	vant X	Variabilă	LG4		Scurta	Nimic

Proiect nr/Project no.	Nr. document/Document no.	Denumire document / Document name	Rev/Rev.
10232020	RNG-BC-12-301	BREVIAR DE CALCUL FUNDATIE	01

	Standard	Static				
LC7	seism X	Permanentă Standard	LG1			

• Incarcari pe suprafata

Nume	Caz incarcare	Dir	Tip	Distribuire	q [kN/m²]	Validitate	Selectare	Sistem	Locatie
FF5	LC2 - greutate proprie rezervor	Z	Forta	Uniform	-1,45	Tot	Auto	SCG	Lungime
FF6	LC3 - greutate lichid maxim	Z	Forta	Uniform	-83,00	Tot	Auto	SCG	Lungime
FF7	LC4 - greutate lichid minim	Z	Forta	Uniform	-2,00	Tot	Auto	SCG	Lungime
FF8	LC5 - zapada	Z	Forta	Uniform	-1,50	Tot	Auto	SCG	Lungime

• Forte concentrate in nod

Nume	Nod	Caz incarcare	Sistem	Dir	Tip	Valoare - F [kN]
F104	N194	LC7 - seism X	SCG	X	Forta	723,00
F105	N194	LC6 - vant X	SCG	X	Forta	56,50

• Momente incocoietoare in nod

Nume	Nod	Caz incarcare	Sistem	Dir	Tip	Valoare - M [kNm]
M40	N194	LC7 - seism X	SCG	My	Moment	2575,00
M41	N194	LC6 - vant X	SCG	My	Moment	60,00

• Combinatii

Nume	Descriere	Tip	Cazuri de incarcare	Coef. [-]
CO1	SLU1	Liniar - starea ultima	LC1 - greutate proprie fundatie	1,35
			LC2 - greutate proprie rezervor	1,35
			LC3 - greutate lichid maxim	1,35
			LC5 - zapada	1,50
			LC6 - vant X	1,05
CO2	SLU2	Liniar - starea ultima	LC1 - greutate proprie fundatie	1,35
			LC2 - greutate proprie rezervor	1,35
			LC4 - greutate lichid minim	1,00
			LC5 - zapada	1,05
			LC6 - vant X	1,50
CO3	SX	Liniar - starea ultima	LC1 - greutate proprie fundatie	1,00
			LC2 - greutate proprie rezervor	1,00
			LC3 - greutate lichid maxim	1,00
			LC5 - zapada	0,40
			LC7 - seism X	1,00
CO4	SLS	Liniar - starea de serviciu	LC1 - greutate proprie fundatie	1,00
			LC2 - greutate proprie rezervor	1,00
			LC3 - greutate lichid maxim	1,00
			LC5 - zapada	1,00
			LC6 - vant X	1,00

Proiect nr/Project no.	Nr. document/Document no.	Denumire document / Document name	Rev/Rev.
10232020	RNG-BC-12-301	BREVIAR DE CALCUL FUNDATIE	01

- Diagrama moment incovoietor in C01

Valori: M_y

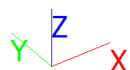
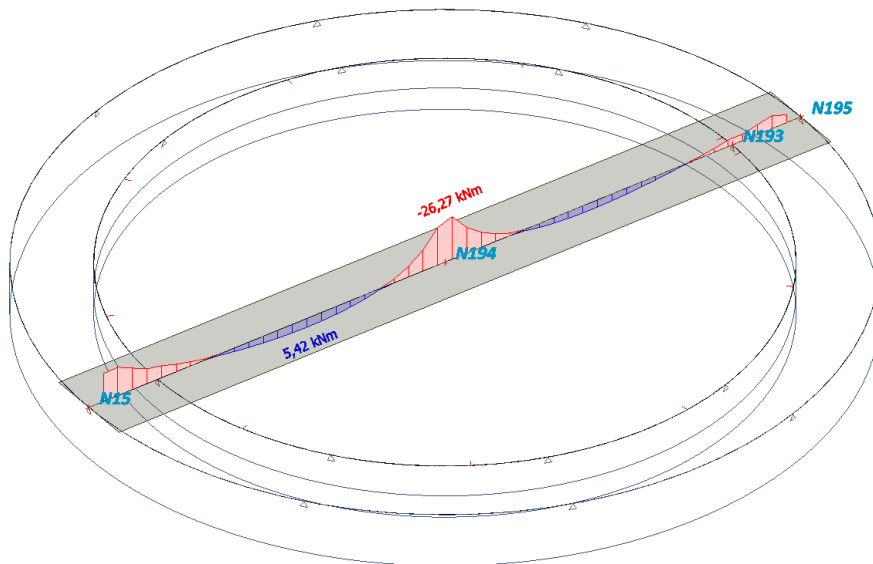
Calcul liniar

Combinatia: C01

Sistem de coordonate: Principal

Extrema 1D: Element

Selectie: Tot



- Presiunea efetiva medie la baza fundatiei in C01

Valori: σ_z

Calcul liniar

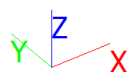
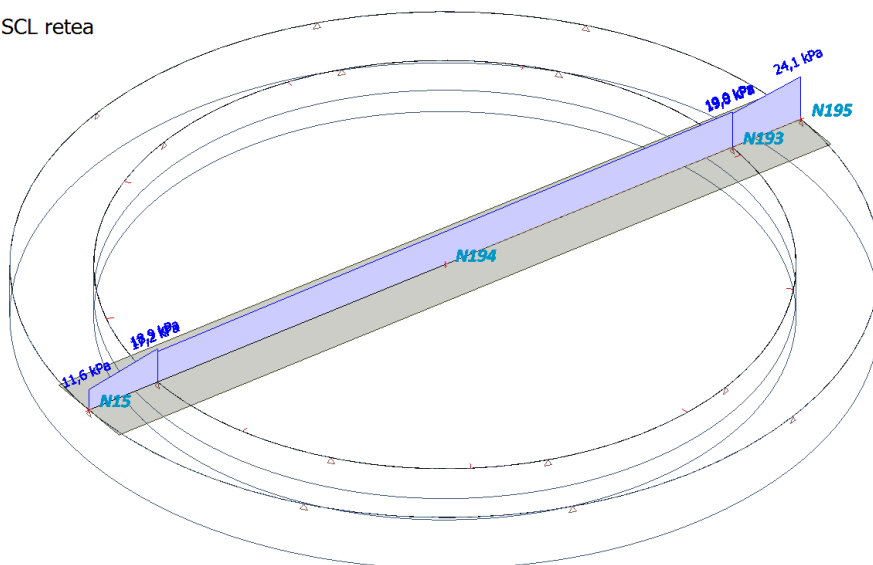
Combinatia: C02

Curs: Trapezoidal

Extrem: Retea

Selectie: Tot

Locatie: In centre. Sistem: SCL retea
element



Proiect nr/Project no.	Nr. document/Document no.	Denumire document / Document name	Rev/Rev.
10232020	RNG-BC-12-301	BREVIAR DE CALCUL FUNDATIE	01

• Diagrama moment incovoietor in C02

Valori: M_y

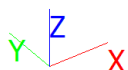
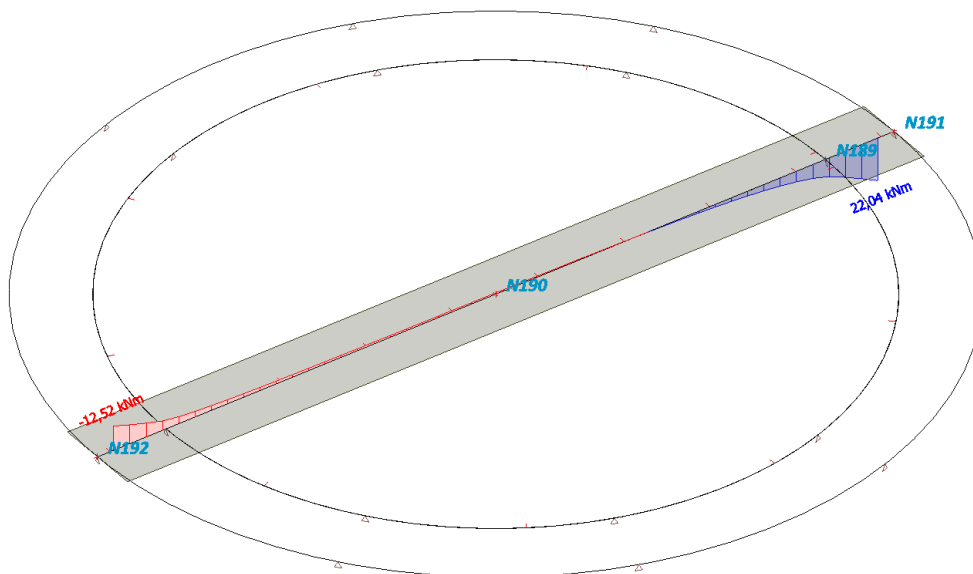
Calcul liniar

Combinatia: CO2

Sistem de coordonate: Principal

Extrema 1D: Element

Selectie: Tot



• Presiunea efetiva medie la baza fundatiei in C02

Valori: σ_z

Calcul liniar

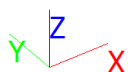
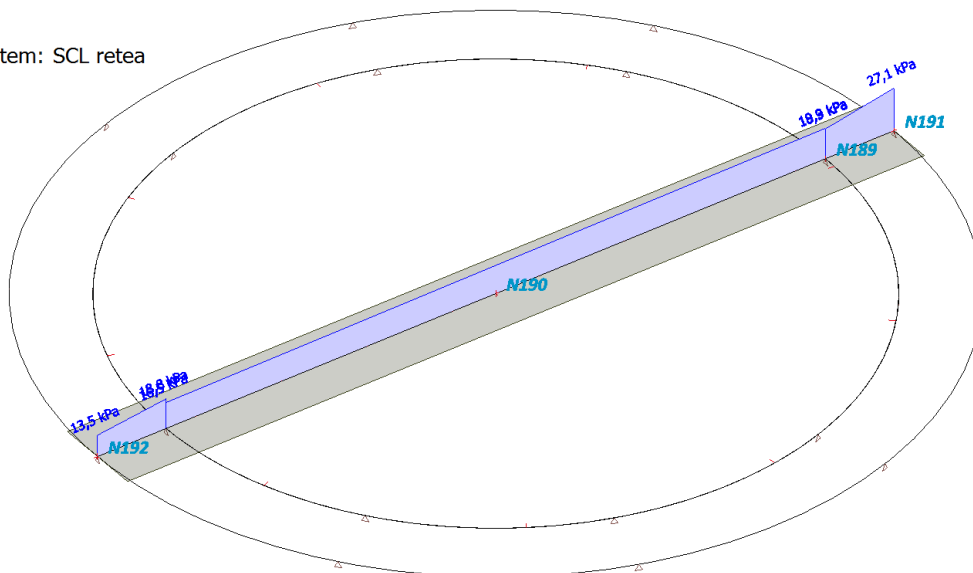
Combinatia: CO2

Curs: Trapezoidal

Extrem: Retea

Selectie: Tot

Locatie: In centre. Sistem: SCL retea
element



Proiect nr/Project no.	Nr. document/Document no.	Denumire document / Document name	Rev/Rev.
10232020	RNG-BC-12-301	BREVIAR DE CALCUL FUNDATIE	01

• Diagrama moment incovoietor in C03

Valori: M_y

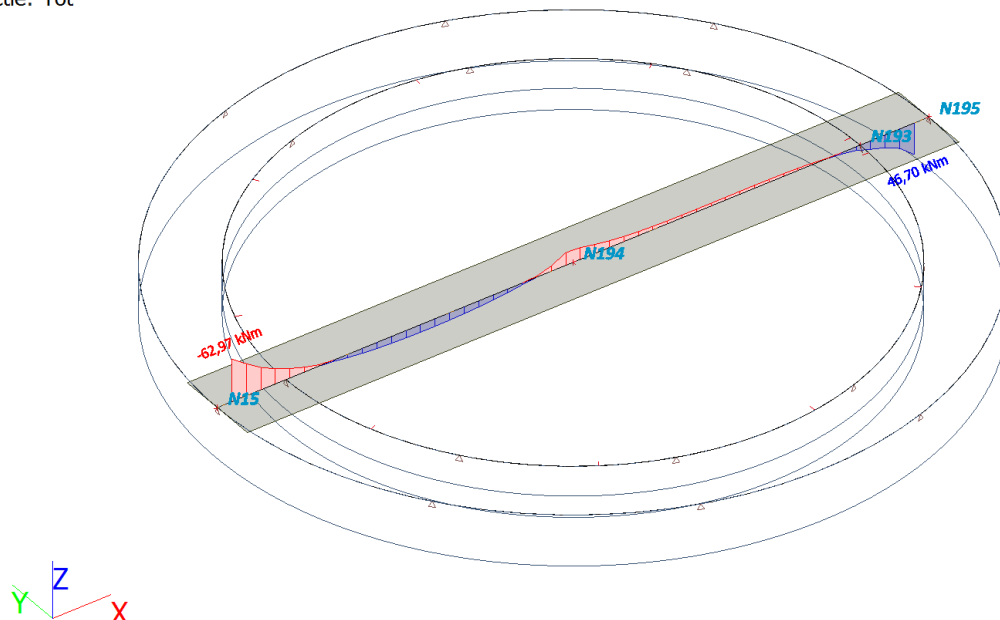
Calcul liniar

Combinatia: C03

Sistem de coordonate: Principal

Extrema 1D: Element

Selectie: Tot



• Presiunea efetiva medie la baza fundatiei in C02

Valori: σ_z

Calcul liniar

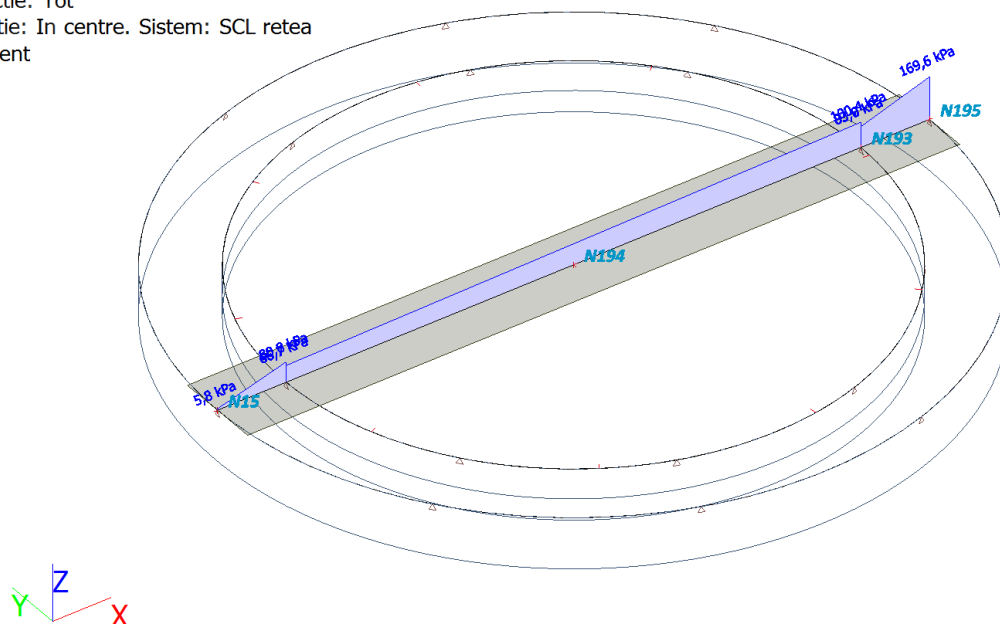
Combinatia: C03

Curs: Trapezoidal

Extrem: Retea

Selectie: Tot

Locatie: In centre. Sistem: SCL retea
element



Proiect nr/Project no.	Nr. document/Document no.	Denumire document / Document name	Rev/Rev.
10232020	RNG-BC-12-301	BREVIAR DE CALCUL FUNDATIE	01

Armatura necesara in placa este obtinuta din eforturile maxime obtinute din programul de calcul

$$A_{s.nec} = \frac{M_{y.max}}{f_{yd} * d} = \frac{62.97 * 10^6 Nmm}{434 * \frac{N}{mm^2} * 300mm} = 483mm^2$$

→ $\phi 14/150mm$ BST500s, cu $A_{ef} = 1077mm^2$ – armatura orizontala din placa (longitudinal si transversal);
Presiunea maxima la baza fundatiei este de 169kPa care este mai mica decat presiunea conventionala corectata.

4. CONCLUZIE

Fundatia dimensionata indeplineste conditiile de stabilitate si rezistenta conform normelor in vigoare.

Proiect nr/Project no.	Nr. document/Document no.	Denumire document / Document name	Rev/Rev.
10232020	RNG-BC-12-301	BREVIAR DE CALCUL FUNDATIE	01