

## BREVIAR DE CALCUL FUNDATIE REZERVOR

### “PROIECTARE REZERVOR PENTRU APA P.S.I. – RAMPA INCARCARE TITEI BILED”

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-12-201	
				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.....	5
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-12-201	BREVIAR DE CALCUL FUNDATIE	01

## 1. SCOPUL DOCUMENTULUI

Obiectivul prezentului document este de a prezenta dimensionarea si varificarea fundatiei rezervorului de apa PSI dand capacitatea de  $667\text{m}^3$  " **PROIECTARE REZERVOR PENTRU APA P.S.I. – RAMPA INCARCARE TITEI BILED** ".

Aceste note de calcul vor fi actualizate, de Producatorul rezervorului cu datele de intrare proprii. Calculul si detaliile fixarii rezervorului de fundatie intra in atributiile Producatorului.

### 1.1. LOCATIE

Rampa de incarcare Biled este situata in judetul Timis, localitatea Biled.

## 2. LUCRARI PROIECTATE

### 2.1. CONSIDERATII GENERALE

In concordata cu tema primita de la beneficiar se propune constructia unui nou rezervor metalic vertical de stocare apa.

Capacitatea rezervorului este de  $667\text{mc}$ .

### 2.2. INCADRAREA IN CLASE SI CATEGORII

Categoria de importanta conform HG 766/1997 este "C" - importanta normala a constructiei.

Clasa de importanta-expunere conform P100/2013 este "III" - constructie curenta avand  $Y_1=1.0$ .

### 2.3. INCARCARI CLIMATICE SI SEISMICE

#### 2.3.1. CONDITII CLIMATICE

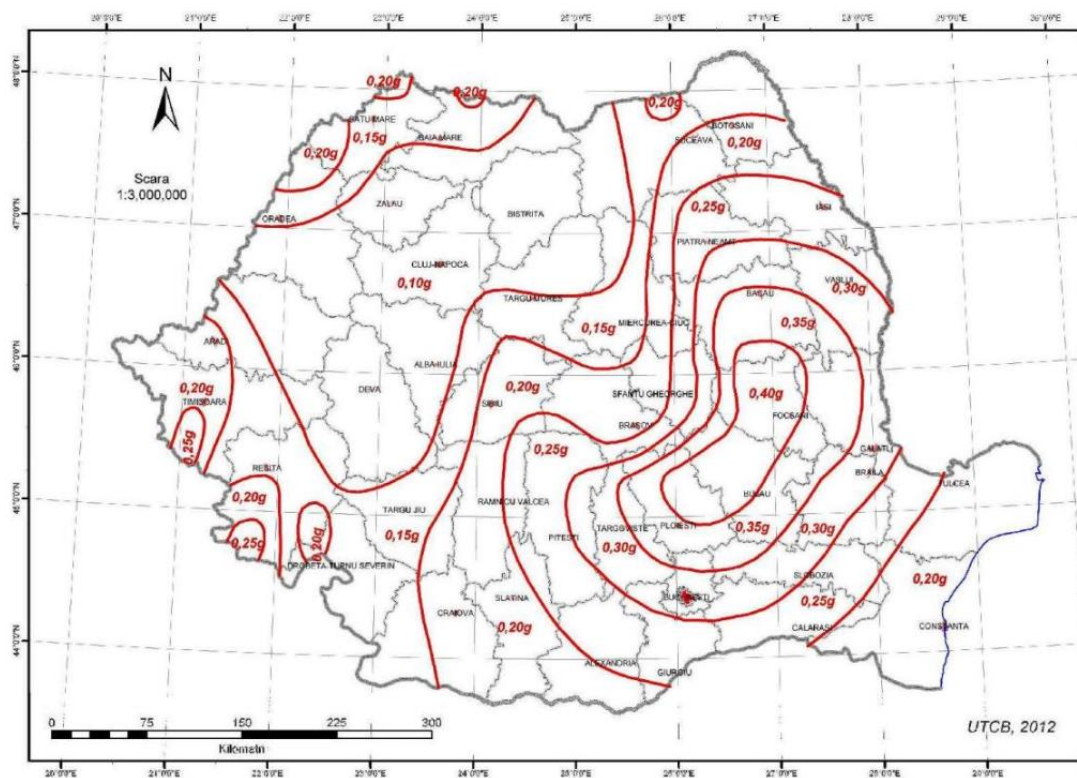
Conform CR 1-1-4-2012, "Cod de proiectare. Evaluarea actiunii vantului asupra constructiilor" presiunea de referinta a vantului, mediata pe 10min. la 10,0m, pentru un interval mediu de recurenta 50 ani, este de  $0,50\text{kPa}$ .

Conform CR 1-1-3-2012, "Cod de proiectare. Evaluarea actiunii zapezii asupra constructiilor" valoarea caracteristica a incarcarii din zapada pe sol este  $S_{0,k}=1.50\text{ kN/m}^2$ .

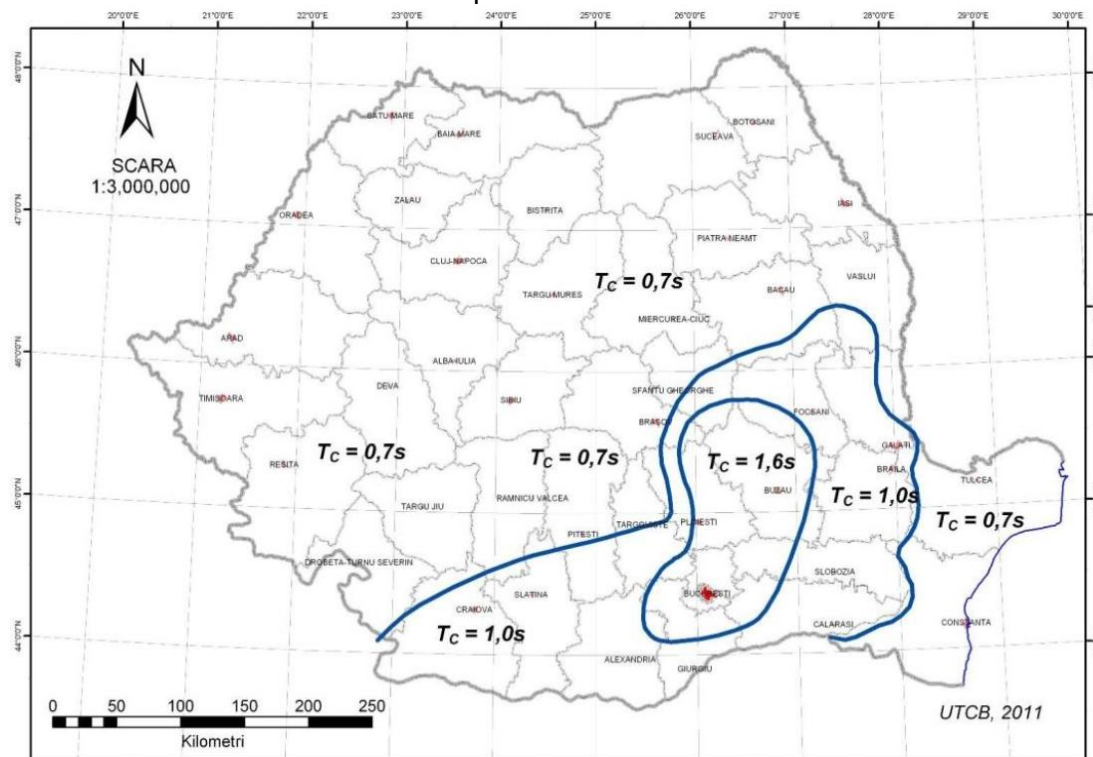
#### 2.3.2. CONDITII SEISMICE

Obiectivul este amplasat in Jud. Timis, Localitate Biled, care, conform "Cod de proiectare seismica - Partea I: Prevederi de proiectare pentru cladiri" - indicativ P100-1/2013 apartine zonei seismice de calcul, cu un coeficient  $a_g=0,20g$  si perioada de colt  $T_c=0.7\text{ sec}$ .

Proiect nr/Project no.	Nr. document/Document no.	Denumire document / Document name	Rev/Rev.
10232020	RNG-BC-12-201	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:  $25 \text{ kN/m}^3$ ;

Otel Beton Tip:

Proiect nr/Project no.	Nr. document/Document no.	Denumire document / Document name	Rev/Rev.
10232020	RNG-BC-12-201	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:  $78.5 \text{ kN/m}^3$ ;

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 arealului constructiei, caracteristici extrase din Studiul Geotehnic - " Demolare garaj (C2) si cladire baterie cazane (C7), construire fundatie rezervor apa statia Pecica", intocmit de **S.C. CARA SRL**, in decembrie 2020.

Din punct de vedere geomorfologic, perimetrul constructiei este situat in zonă plană, aparținând Câmpiei Aradului.

Amplasamentul cercetat este situat in Biled, CF 400527, judetul Timis.

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

- 1 foraj geotehnic (F.1) cu o adancime de 5.0m;

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 – 0.40m: sol vegetal;

- 0.40 m...-2.00 m – argila prafoasa, maronie, tare;

- 1.50 m...-3.60 m – argila, maronie, vartoasa;

- 3.60 m...-5.00 m – argila, maroniu galbuie, vartiasa si tare spre baza.

Nivelul hidrostatic nu s-a intalnit pana la adancimea de 5.0m.

- 0,00 – 0.40m: sol vegetal;

Capacitatea portanta pentru o fundatie avand latimea  $B=1,0\text{m}$  si adancimea de fundare de 2.0m conform NP 112-2014 si a urmatoilor parametric geotehnici  $I_p=34.1\%$ ;  $I_c=1.18$ ;  $e=0.57$  este:

- $P_{conv.1.00m}=342.4\text{kPa}$

## 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:**

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

$G_{k,j}$  - 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;

$\psi_0$  – factor de simultaneitate pentru valoarea de grupare a actiunii variabile, valoarea este 0.7;

**Gruparea Speciala:**

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

$G_{k,j}$  - 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.

$\gamma_I$  – factorul de importanta-expunere al constructiei conform P100-1/2013.

## 2.7. EVALUAREA INCARCARILOR SEISMICE

Proiect nr/Project no.	Nr. document/Document no.	Denumire document / Document name	Rev/Rev.
10232020	RNG-BC-12-201	BREVIAR DE CALCUL FUNDATIE	01

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-18-201 - specificatie rezervor PSI Biled;

- 10232020-RNG-DM-12-201 - Fundatie rezervor Biled.

Date de baza din foaia tehnica a rezervorului:

- Diametrul interior al rezervorului: 10.00m;
- Capacitatea in lucru: 596m<sup>3</sup>;
- Nivelul minim/maxim de lichid: 0.50m/ 8.3m;

#### 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:

$$H/R=1.66$$

Coeficientul pentru determinarea perioadei impulsive:

$$C_1=6.11$$

Perioada proprie impulsive:

$$T_{imp} = C_1 \frac{H * \sqrt{\rho}}{\sqrt{\frac{s}{R} * \sqrt{E}}} = 6.09 * \frac{5.4 * \sqrt{1050}}{\sqrt{\frac{6.67}{3.34} * \sqrt{2.1E + 11}}} = 0.113s$$

$H$  – inaltimea maxima a lichidului

$s$  – grosimea medie a mantalei rezervorului

$R$  – raza rezervorului

$\rho$  – densitatea lichidului;

$E$  – modulul de elasticitate

Coeficientul pentru determinarea perioadei convective:

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

Perioada proprie convectiva:

$$T_{con} = C_2 \sqrt{R} = 1.58 * \sqrt{3.345} = 3.31s$$

Determinarea eforturilor la baza rezervorului:

Fora taietoare:

$$Q = (m_i + m_w + m_r) S_e(T_{imp}) + m_c S_e(T_{con}) = 1532 kN$$

$m_i$  – masa impulsiva

$m_w$  – masa mantalei rezervorului

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

$m_c$  – masa convectiva

$S_e(T_{con})$  – valoarea spectrala a acceleratiei convective

$S_e(T_{imp})$  – valoarea spectrala a acceleratiei impulsive.

Proiect nr/Project no.	Nr. document/Document no.	Denumire document / Document name	Rev/Rev.
10232020	RNG-BC-12-201	BREVIAR DE CALCUL FUNDATIE	01



Moment incovoietor la baza rezervorului:

$$M = (m_i h_i + m_w h_w + m_r h_r) S_{e(Timp)} + m_c * h_c * S_{eT(con)} = 6020 kNm$$

$h_i$  – înălțimea centrului de greutate a masei impulsive

$h_c$  – înălțimea centrului de greutate a masei convective

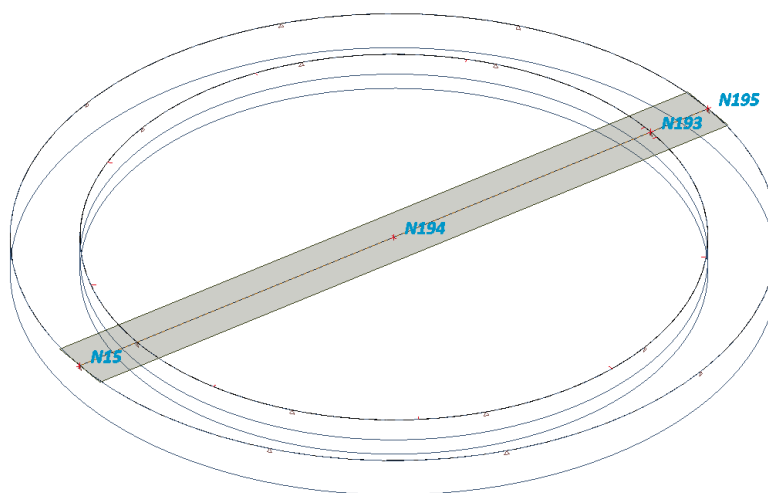
$h_i$  – înălțimea centrului de greutate a masei mantalei rezervorului

$h_i$  – înălțimea centrului de greutate a acoperisului.

## 3.2. VERIFICAREA FUNDATIEI

Mai jos este prezentata o anexa extrasa din programul de calcul, in care sunt prezentate incarcările, combinațiile, eforturile maxime si presiunea maxima sub fundatie.

- Model analiza



- Cazuri de incarcare

Nume	Descriere	Tip actiune	Grupa de incarcare	Directia	Durata	Caz de incarcare principal
	Spec	Tip incarcare				
LC1	greutate proprie fundatie	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 Standard	Variabila Static	LG2		Scurta	Nimic
LC6	vant X Standard	Variabila Static	LG4		Scurta	Nimic
LC7	seism X	Permanentă Standard	LG1			

Proiect nr/Project no.	Nr. document/Document no.	Denumire document / Document name	Rev/Rev.
10232020	RNG-BC-12-201	BREVIAR DE CALCUL FUNDATIE	01

- Incarcari pe suprafata

Nume	Caz incarcare	Dir	Tip	Distribuire	q [kN/m²]	Validitate	Selectare	Sistem	Locatie
FF1	LC5 - zapada	Z	Forta	Uniform	-1,50	Tot	Auto	SCG	Lungime
FF2	LC3 - greutate lichid maxim	Z	Forta	Uniform	-83,00	Tot	Auto	SCG	Lungime
FF3	LC4 - greutate lichid minim	Z	Forta	Uniform	-2,00	Tot	Auto	SCG	Lungime
FF4	LC2 - greutate proprie rezervor	Z	Forta	Uniform	-2,00	Tot	Auto	SCG	Lungime

- Forte concentrate in nod

Nume	Nod	Caz incarcare	Sistem	Dir	Tip	Valoare - F [kN]
F104	N194	LC6 - vant X	SCG	X	Forta	88,65
F105	N194	LC7 - seism X	SCG	X	Forta	1532,00

- Momente incocoietoare in nod

Nume	Nod	Caz incarcare	Sistem	Dir	Tip	Valoare - M [kNm]
M40	N194	LC6 - vant X	SCG	My	Moment	92,00
M41	N194	LC7 - seism X	SCG	My	Moment	6020,00

- 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



- Diagrama moment incovoietor in C01

Valori:  $M_y$

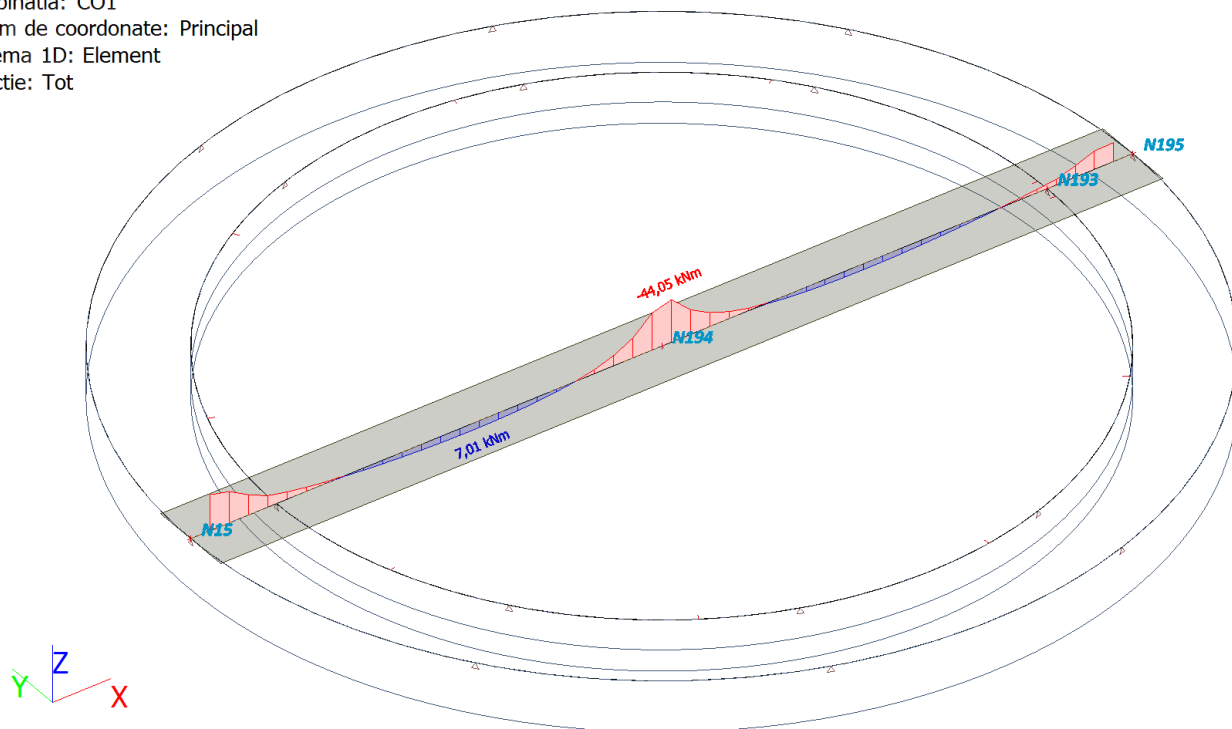
Calcul liniar

Combinatia: C01

Sistem de coordonate: Principal

Extrema 1D: Element

Selectie: Tot



- Presiunea efetiva medie la baza fundatiei in C01

Valori:  $\sigma_z$

Calcul liniar

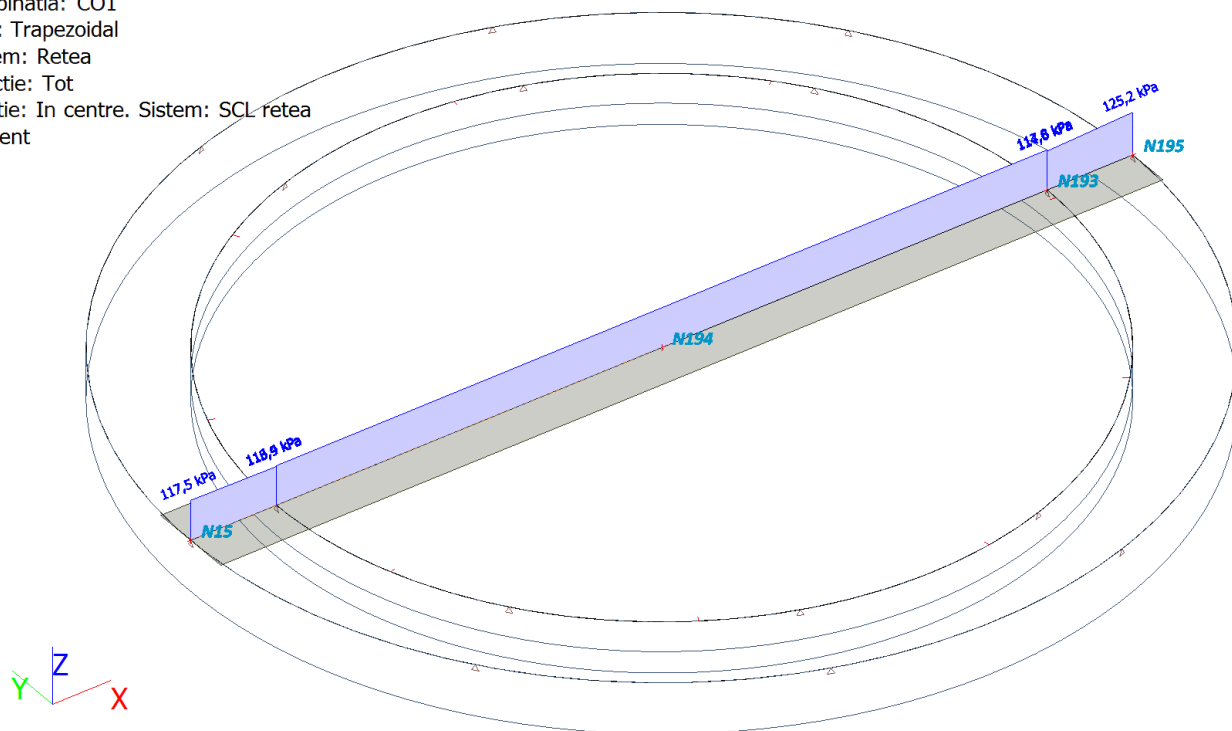
Combinatia: C01

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-12-201	BREVIAR DE CALCUL FUNDATIE	01

- Diagrama moment incovoietor in C02

Valori:  $M_y$

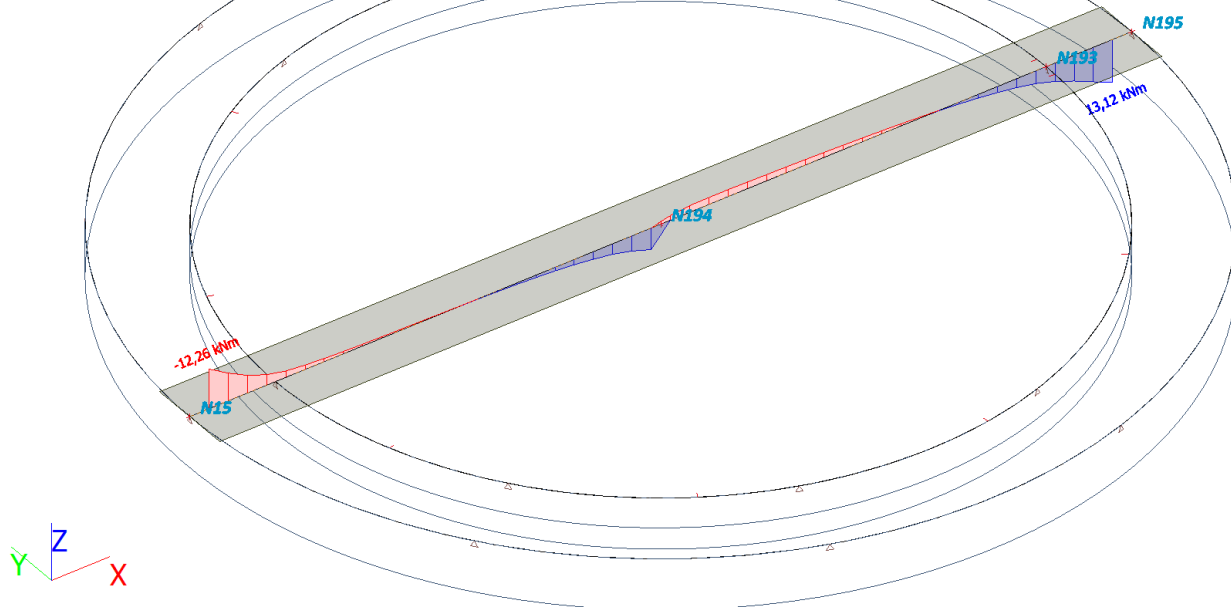
Calcul liniar

Combinatia: C02

Sistem de coordonate: Principal

Extrema 1D: Element

Selectie: Tot



- Presiunea efetiva medie la baza fundatiei in C02

Valori:  $\sigma_z$

Calcul liniar

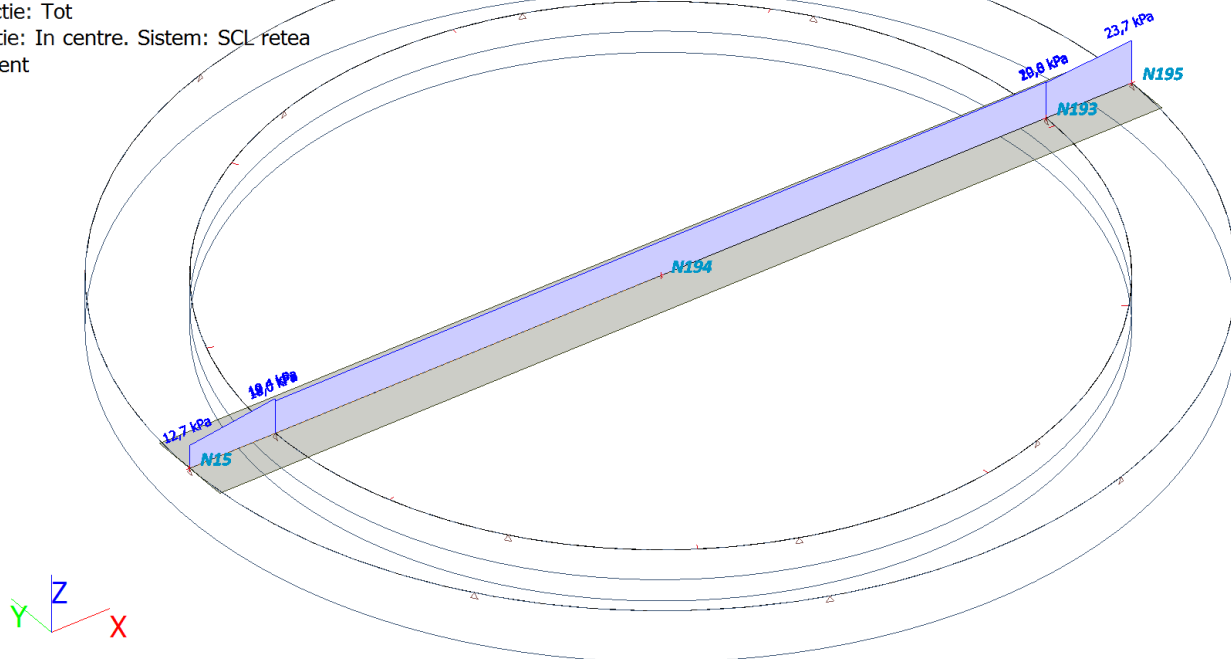
Combinatia: C02

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-12-201	BREVIAR DE CALCUL FUNDATIE	01

• Diagrama moment incovoietor in C03

Valori:  $M_y$

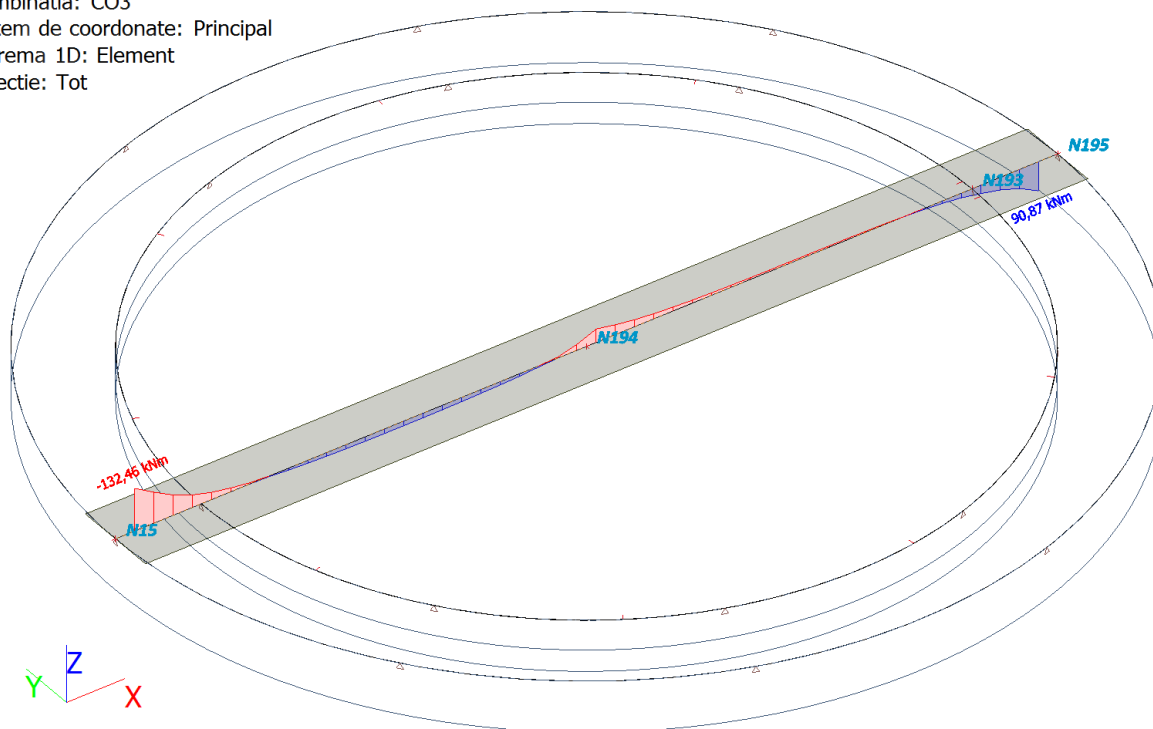
Calcul liniar

Combinatia: C03

Sistem de coordonate: Principal

Extrema 1D: Element

Selectie: Tot



• Presiunea efetiva medie la baza fundatiei in C02

Valori:  $\sigma_z$

Calcul liniar

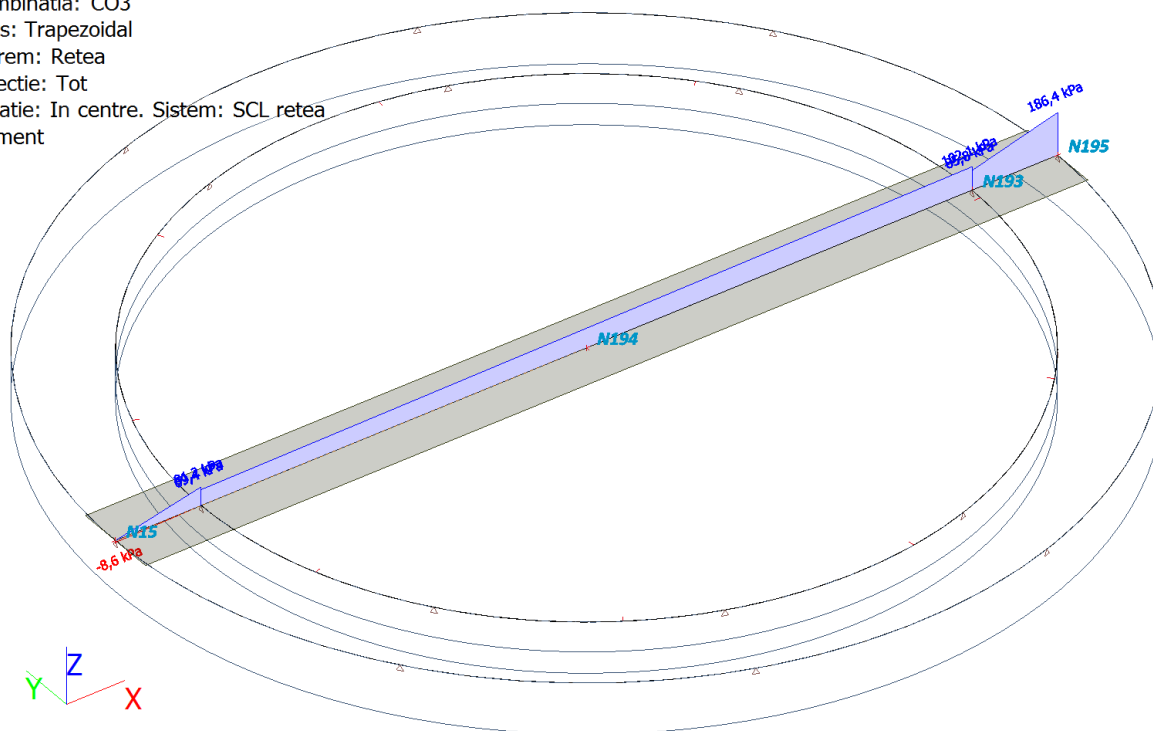
Combinatia: C03

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-12-201	BREVIAR DE CALCUL FUNDATIE	01

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

$$A_{s.nec} = \frac{M_{y.max}}{f_{yd} * d} = \frac{133 * 10^6 Nmm}{434 * \frac{N}{mm^2} * 300mm} = 1021mm^2$$

→  $\phi 14/150mm$  BST500s, cu  $A_{ef} = 1077mm^2$  – armatura orizontala din placa (longitudinal si transversal);  
Presiunea maxima la baza fundatiei este de 186kPa care este mai mica dect presiunea conventionala mentionata in studiul geotehnic.

#### 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-12-201	BREVIAR DE CALCUL FUNDATIE	01