

MEMORIU TEHNIC

REZISTENTA

FAZA P.T.



0. GENERALITATI

Documentatia tehnica privind proiectul tehnic a fost realizata la cererea beneficiarului **SPITALUL DE RECUPERARE BRADET** si are ca obiect:

- Detalierea conditiilor tehnice de realizare **CONSTRUCTIE SALA VESTIARE PERSONAL SI CIRCUIT SEPARARE TRANSPORT LENJERIE** amplasate in COM. BRADULET, SAT BRADETU, JUD. ARGES, prevazute in expertiza tehnica intocmita de Expert tehnic: ing. Sorin APOLZAN.

Intocmirea documentatiei s-a efectuat in conformitate cu urmatoarele normative si legi: CR0-2012 *Bazele proiectarii structurilor in constructii*, P100-1/2013 *Cod de proiectare seismică - Prevederi de proiectare pentru clădiri*, Legea 10/1995 – *privind calitatea lucrarilor in constructii*, Legea 50/1991 – *actualizata in 2005 pentru eliberarea Autorizatiilor de Construire*.

- Regimul juridic al terenului nu intra in aria de competente ale proiectantului de structura (rezistenta).

0. DESCRIEREA CONDITIILOR DE AMPLASAMENT

Constructia este situata in comuna Bradulet - Arges ceea ce conduce la urmatoarele conditii de amplasament:

- a) În conformitate cu Normativul P100-1/20013 construcția analizată se încadrează in:

- clasa de importanță si de expunere la cutremur : CLASA III cladiri de importanta normala pentru singuranta publica (coeficientul de importanță $Y_{1,E} = 1,0$) – tab.4.2.
- in zona amplasamentului valoarea de varf a acceleratiei terenului pentru proiectare $a_g = 0,25g$ (pentru cutremure avand IMR=250ani - fig.1),

perioada de colț a spectrului de raspuns $T_c = 0,7$ sec. (fig. 2).

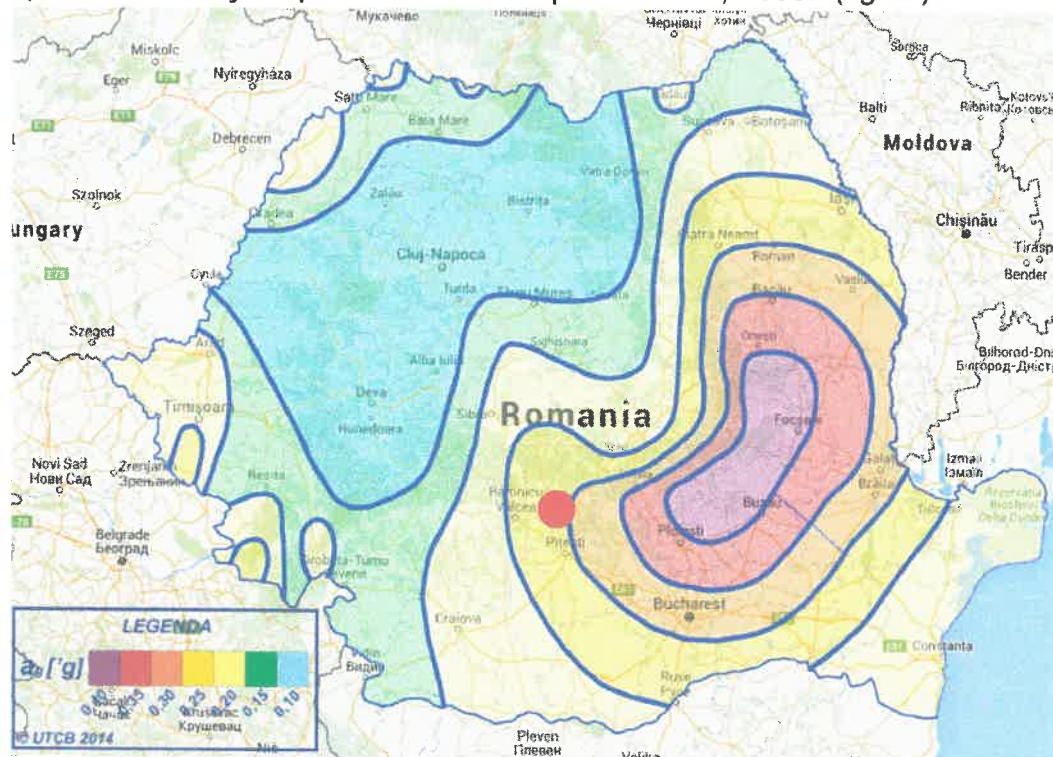


Figura 1. Valoarea de vârf a accelerației terenului pentru proiectare, a_g

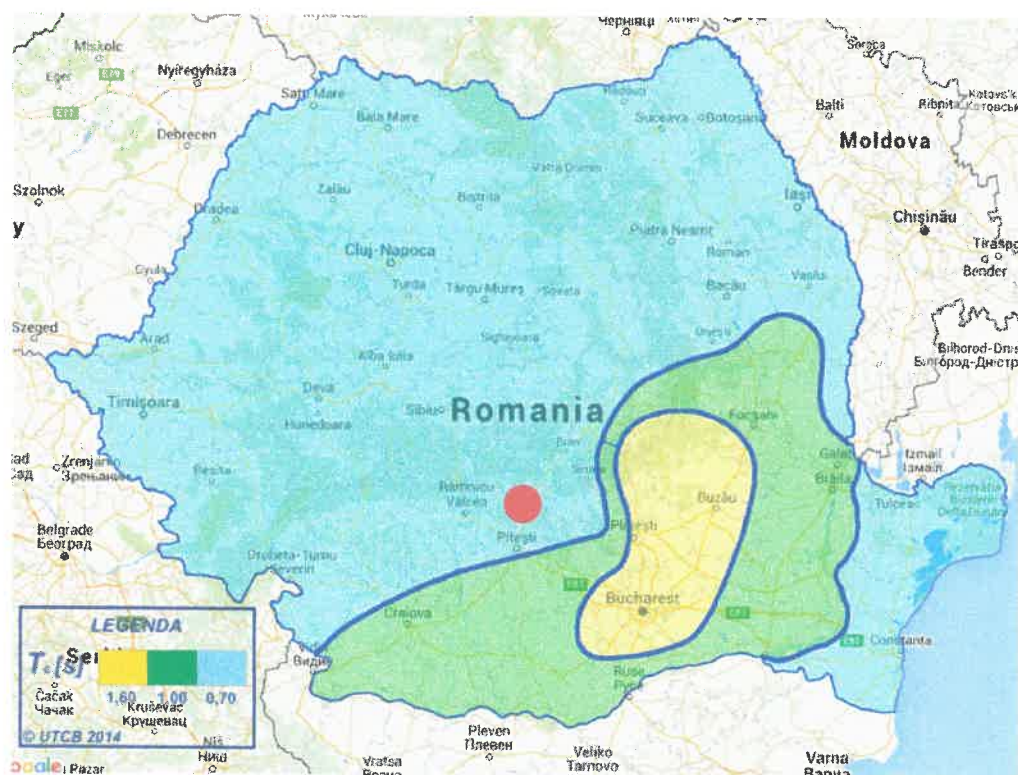
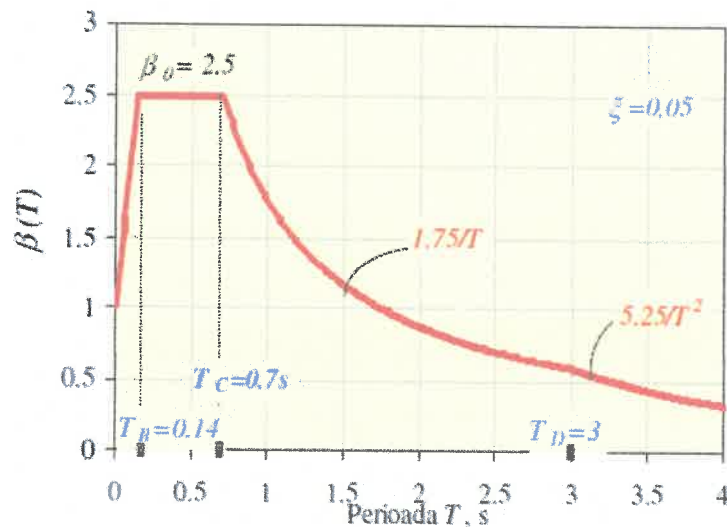


Figura 2. Perioada de control (colț) a spectrului de raspuns



Formele normalizate ale spectrelor de raspuns elastic pentru componentele orizontale ale acceleratiei terenului $\beta(T)$, pentru fractiunea din amortizarea critica $\xi=0,005$ si in functie de perioadele de control (de colt) T_B , T_C , si T_D sunt:

$$\begin{aligned} 0 \leq T \leq T_B & \quad \beta(T) = 1 + \frac{(\beta_0 - 1)}{T_B} T \\ T_B < T < T_C & \quad \beta(T) = \beta_0 \\ T_C < T \leq T_D & \quad \beta(T) = \beta_0 \frac{T_C}{T} \\ T > T_D & \quad \beta(T) = \beta_0 \frac{T_C T_D}{T^2} \end{aligned}$$

b) Din punct al zonarii seismice (SR11100/1-1993) locatia se afla in amplasata la gradul 7MSK

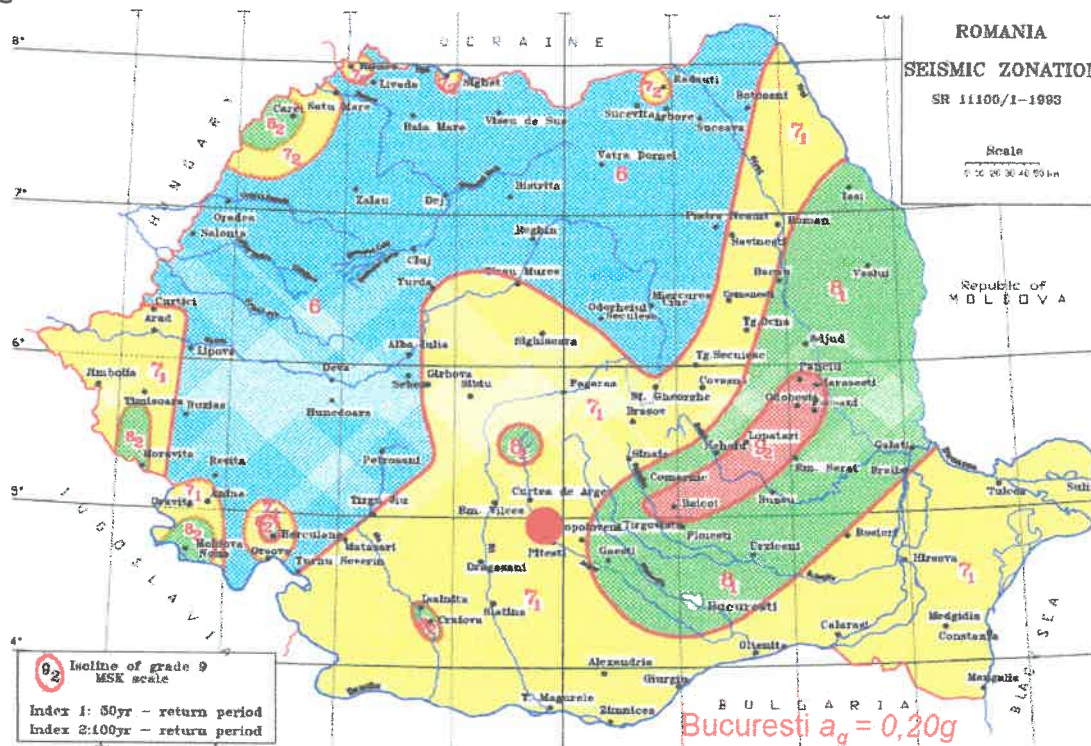


Fig. 4. Zonarea dupa grade MSK

b) Din punct de vedere al încărcării date de zăpadă (COD DE PROIECTARE CR 1-1-3/2012 - EVALUAREA ACTIUNII ZAPEZII ASUPRA CONSTRUCTIILOR),

in zona amplasamentului valoarea caracteristica a incarcarii date de zapada pe sol este $s_k=2,0\text{kN/m}^2$, pt o perioada de revenire de 50ani. (fig.4)

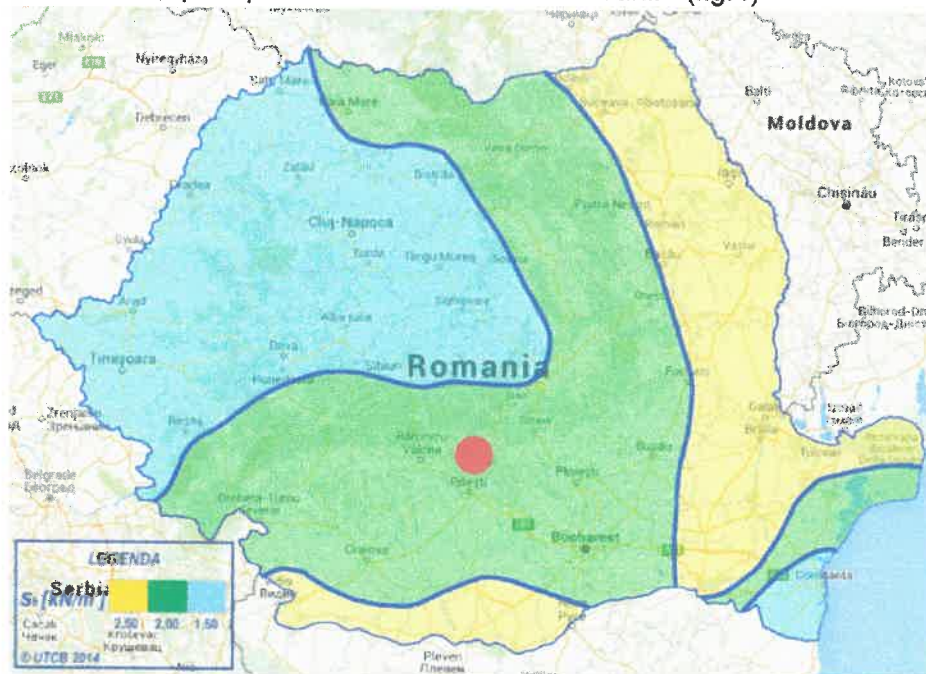


Figura 5. Zonarea valorilor caracteristice ale încarcării din zapada pe sol s_k , kN/m^2 , pentru altitudini $A \leq 1000$ m

c) Din punct de vedere al încărcării date de vânt (COD DE PROIECTARE CR 1-1-4/2012- EVALUAREA ACTIUNII VANTULUI ASUPRA CONSTRUCTIILOR) în zona amplasamentului valorilor de referinta ale presiunii dinamice a vântului, $q_b=0,5\text{kPa}$ (fig.5)

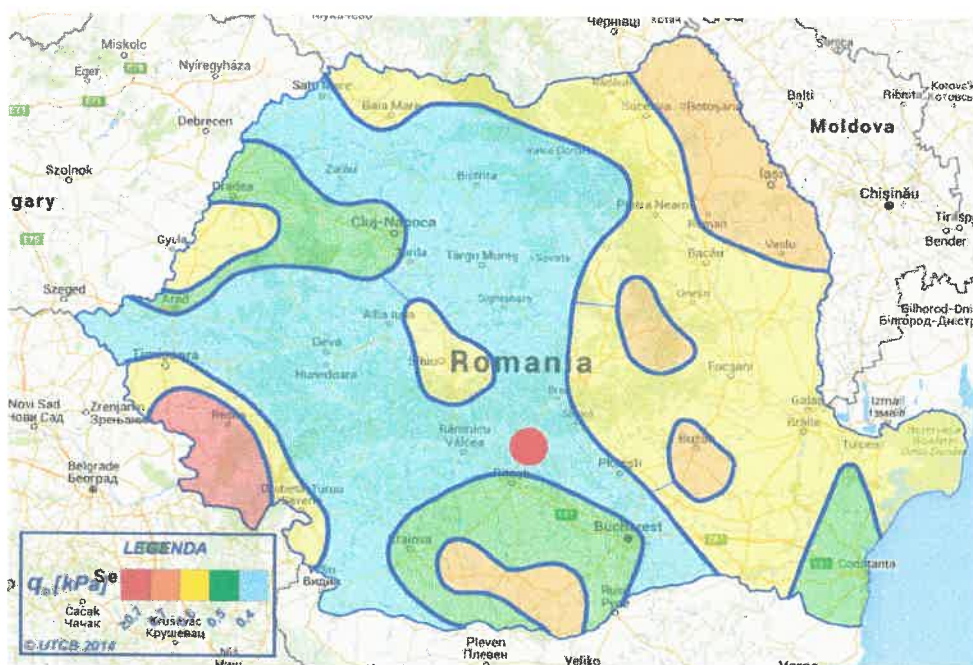


Figura 6 . Zonarea valorilor de referinta ale presiunii dinamice a vântului, q_b în kPa , având $IMR = 50$ ani

d) În conformitate cu Normativul P100-3/2008 valoarea factorului de comportare al structurii pct. 6.7.2. tabel 6.1. $q=6,75$

e) Adâncimea de înghet - Conform STAS 6054-89 este de 0,90-1,00m. (Fig. 8)

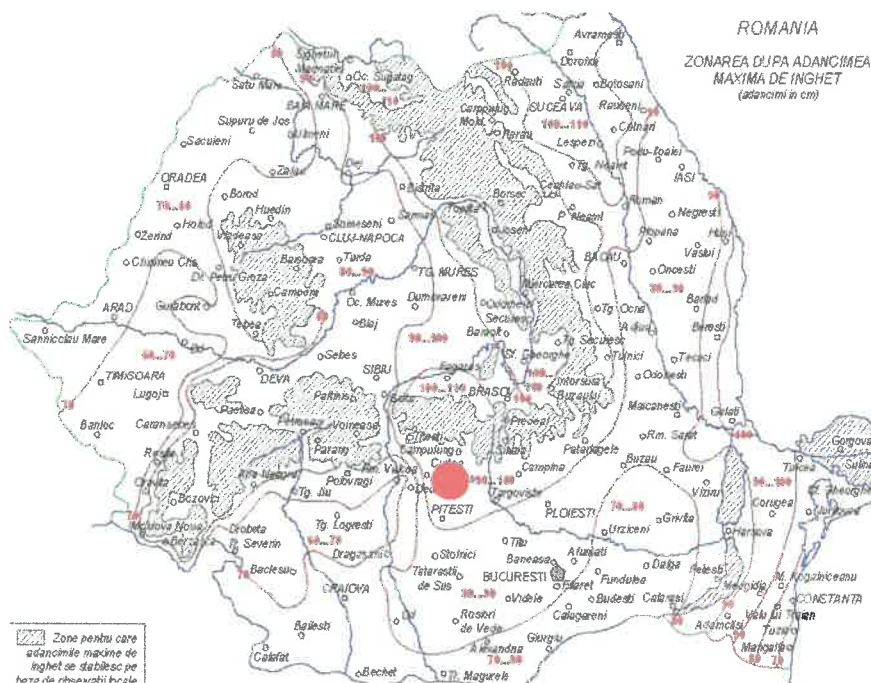


Fig.7 .Zonarea după adâncimea maximă de îngheț

10. DATE DESPRE CONSTRUCȚIE

Clădirea nouă se va executa în incinta Spitalului de Recuperare Bradet din Comuna Braduleț, Satul Bradet, județul Argeș. (Nr. Cadastral 80804, Carte Funciara 80804, teren liber de sarcini și servituti). Destinația spitalului stabilită prin planurile de urbanism și de amenajare a teritoriului: sanatare - cabinete medicale, băi ape termale, hidroterapie cu spitalizare continuă.

În incinta se află mai multe corpuri de clădire dintre care două alcătuiesc spitalul propriu - zis: Corpul Principal cu S+P+8E și Anexa cu Sp+P+2E, despărțite printr-un rost de dilatare, dar cu funcțiuni comune.

Clădirea nouă va fi o extindere parter a corpului principal al spitalului, se va amplasa pe latura sudică a acestuia și va avea funcția de vestiare pentru bărbați și femei, inclusiv un culoar pentru transport rufe murdare. Ea va fi legată funcțional de corpul principal.

Clădirea nouă va fi un parter cu structură metalică (stalpi, grinzi, pane) și cu pereți de închidere și compartimentare din zidărie. Învelitoarea este prevăzută din panouri metalice termoizolante, iar tavanul va fi din rigips.

Din motive de economie de spatiu, cladirea noua nu are perete propriu spre calcanul vecin. Din acelasi motiv, forma cladirii este triunghiulara. Cladirea este parter si are o inaltime libera de 2.75 m.

Din plansele anexate rezulta urmatoarele:

- Cladirea noua nu are perete propriu spre calcan.
- Fundatiile stalpilor de pe axul 3 sunt la distanta de 50 cm de fundatia subsolului si cei de pe axul 4 sunt la 65 cm.
- Fundatiile stalpilor de pe axul 3 vor fi coborate la cota -2.50 m, iar cele de pe axul 4, la - 2.35 m pentru a se evita rezemarea lor pe umplutura si in acelasi timp pentru a nu transmite incarcari peretelui subsolului. Restul fundatiilor stalpilor (ax 1 si ax 2) se vor funda la - 2.30 m sub cota 0.00, cota dictata de vecinatatea fundatiei continue a peretilor.
- Fundatiile peretilor vor pleca de la aceeasi adancime cu fundatiile stalpilor de langa ele si se vor racorda cu o treapta cu cele curente de la - 2.30 m.
- Grinzile metalice ale acoperisului reazema atat pe stalpii metalici, cat si pe centura din b.a. executata in lungul peretilor din zidarie.
- In fasia de langa calcan, grinzile metalice ies in consola si nu reazema pe calcanul corpului principal. Acoperisul se va racorda cu calcanul printr-un sort de tabla.
- Din cele de mai sus rezulta ca prin masurile prevazute cladirea noua va fi independenta de calcanul existent astfel incat acesta nu va fi influentat negativ de lucrarile la noua cladire.

NORME PROTECTIA MUNCII

În timpul execuției se vor respecta normele de protecția muncii (HG 300/2006 și Legea securității și sănătății în muncă nr. 319/2006 – legislație armonizată integral cu Directivele Comunității Europene), pentru evitarea producerii accidentelor de muncă.

Se vor respecta îndeosebi următoarele capitole din legea menționată mai sus:

- Secțiunea a 2-a – Servicii de prevenire și protecție;
- Secțiunea a 3-a – Primul ajutor, stingerea incendiilor, evacuarea lucrătorilor, pericol grav și iminent;
- Secțiunea a 4-a – Obligații ale angajaților;
- Secțiunea a 5-a Informarea lucrătorilor;
- Secțiunea a 7-a – Instruirea lucrătorilor;
 - Obligațiile lucrătorilor;
 - Supravegherea sănătății;

- Comunicarea, cercetarea, înregistrarea și raportarea evenimentelor;
- Accidente de muncă;
- Boli profesionale.

La proiectul de organizare de șantier și tehnologie a lucrărilor, în raport cu posibilitățile și dotările specifice proprii, constructorul va detalia toate măsurile de protecția muncii conform cu legislația în vigoare.

7. MĂSURI PSI

Pe parcursul lucrărilor se vor respecta normele PSI: legile 481/2004, 307/2006 și ordinul MAI 163/2007.

10. CONCLUZII

Construcțiile învecinate nu sunt afectate, în vreun fel, de lucrările de execuție de la imobilul de la adresa mai sus menționată.

Nu se vor începe lucrările decât după obținerea autorizației de construire și avizelor necesare.

Pentru neconcordanțe ivite pe șantier se va solicita proiectantul.

Execuția lucrărilor de construcție se va face numai în conformitate cu normele și normativele în vigoare.

Intocmit
Ing. Gheorghe PINTILIE




15.12.2024

REFERAT DE VERIFICARE

Proiectul nr. 138/2021: *Construire sală vestiare personal și circuit separare transport lenjerie, com. Brăduleț, sat Brădetu, jud. Argeș*

Proiectant structură: *SC ARHIAMA STRUCTURI DESIGN SRL Pitești*

Beneficiarul: *SPITALUL DE RECUPERARE BRĂDET, JUD. ARGEȘ*

Amplasament și zonă seismică: $a_g = 0,25$; $T_c = 0,7$ sec. conf. P100/2013

Regimul de înălțime: *P*

Structura de rezistență: *fundații izolate, structură metalică*

Terenul de fundație: *strat de argilă prăfoasă, cu zone nisipoase, plastic consistentă*

P. conv.: *200 kPa*

nivelul apei subterane: -

Clasa de importanță conform P100 / 2013 *III*; Categoria de importanță „C”

OBSERVAȚII

Observații generale:

- *La deschiderea săpăturilor se va confirma natura terenului de fundare și se va stabili adâncimea de fundare de către ing. geolog.*
- *În urma verificării se consideră proiectul corespunzător la faza PT.*

Observații pe planșe:

Observații la memoriul tehnic și caietul de sarcini:

Observații la notele de calcul:

Refaceri sau completări:

Observații speciale: *Verificatorul nu răspunde de eventualele modificări ce ar apare pe parcursul execuției lucrărilor și care nu i-au fost aduse la cunoștință.*

Data:

15.12.2024



MINISTERUL LUCRARILOR PUBLICE SI AMENAJARI TERITORIULUI

SE ATESTA DOMINUL / DOMNIA

CEAUSU M. PETRE, QVIDIU
nascut in anul 1952 luna 29
in comuna (contina) JUNIE Zila 29
de profesie ING. CONSTRUCTOR SILESTENI - JUDE ARGES



DIRECTOR GENERAL

ION A. STANESCU

Comisia nr. 1

Semnatya/juturului

Data eliberarii

20.04.2000

In baza certificatului nr. 05099 din 02.03.2000

1) Pentru calitatea de VERIFICATOR DE PROIECTE
2) In domeniile: CONSTRUCTIILE, INDUSTRIA, AGROZOO, ENERGETICE, TELECOMUNICATII, MINIERE, EDILITATE SI DE GOSPOD. COMUNALA, CU STRUCTURA DIN METAL SI LEMN (A2)

3) In specialitatea:

4) Pentru urmatoarele cerinte: REZISTENTA SI STABILITATE (A2)

Valabil (vezi verso)

Prezentul certificat a fost eliberat in baza legii nr. 10/1995

SERIA N NR.

05099

Prezentul certificat va fi vizat de emitent din 5 in 5 ani

de la data eliberării



LEGITIMATIE

MINISTERUL LUCRARILOR PUBLICE ȘI AMENAJĂRII TERITORIULUI

SE ATESTĂ DOMNUL/DOMNIA

CEAUSU M. PETRE OVIDIU

născut în anul 1952 luna Iunie ziua 29
în orașul (comună) SILEȘTENI - JUDEȚUL ARGHEȘ
de profesie ING. CONSTRUCTOR

DIRECTOR GENERAL

ION STANESCU

Comisia nr. 1
CONSTANTIN ROȘOGA

Semnătu titularului

Data eliberării 27.11.1997



In baza certificatului nr. 02014 din 27.11.1997
1) Pentru calitatea de VERIFICATOR DE PROIECTE
2) In domeniile CONSTR. CIVILE, INDUST. AGROZOO, ENERGETICE, TELECOMUNICAȚII, MINIERE, EDILITAR, ȘI DE GOSPOD. COMUNALĂ, CU STRUCTURA DIN BETON, BETON ARMAT, ZIDĂRIE ȘI LEMN (A1).
3) Pentru următoarele cerințe:
• REZISTENȚĂ ȘI STABILITATE (A1).

Valabil (vezi verso)

Prezentul certificat a fost eliberat in baza legii nr. 10/1995

SERIA C NR.

02014

[illegible]

14.04.2008

LEGITIMATIE

BREVIAR DE CALCUL

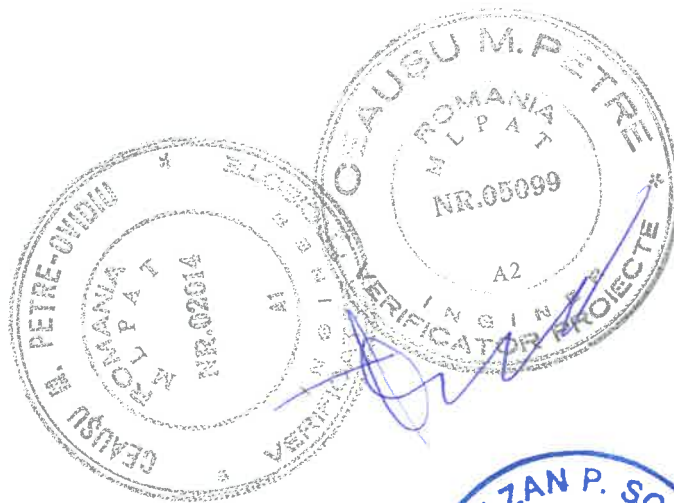
I. Ipoteze de calcul

În prezentul breviar de calcul se va analiza comportarea, starea de rezistență și stabilitate a structurii de rezistență a clădirii „Sală vestiare personal și circuit separare transport lenjerie” amplasat în comuna Brăduleț, județul Argeș la un seism de cod conform Normativelor P100-1/2013 și P100-3/2019.

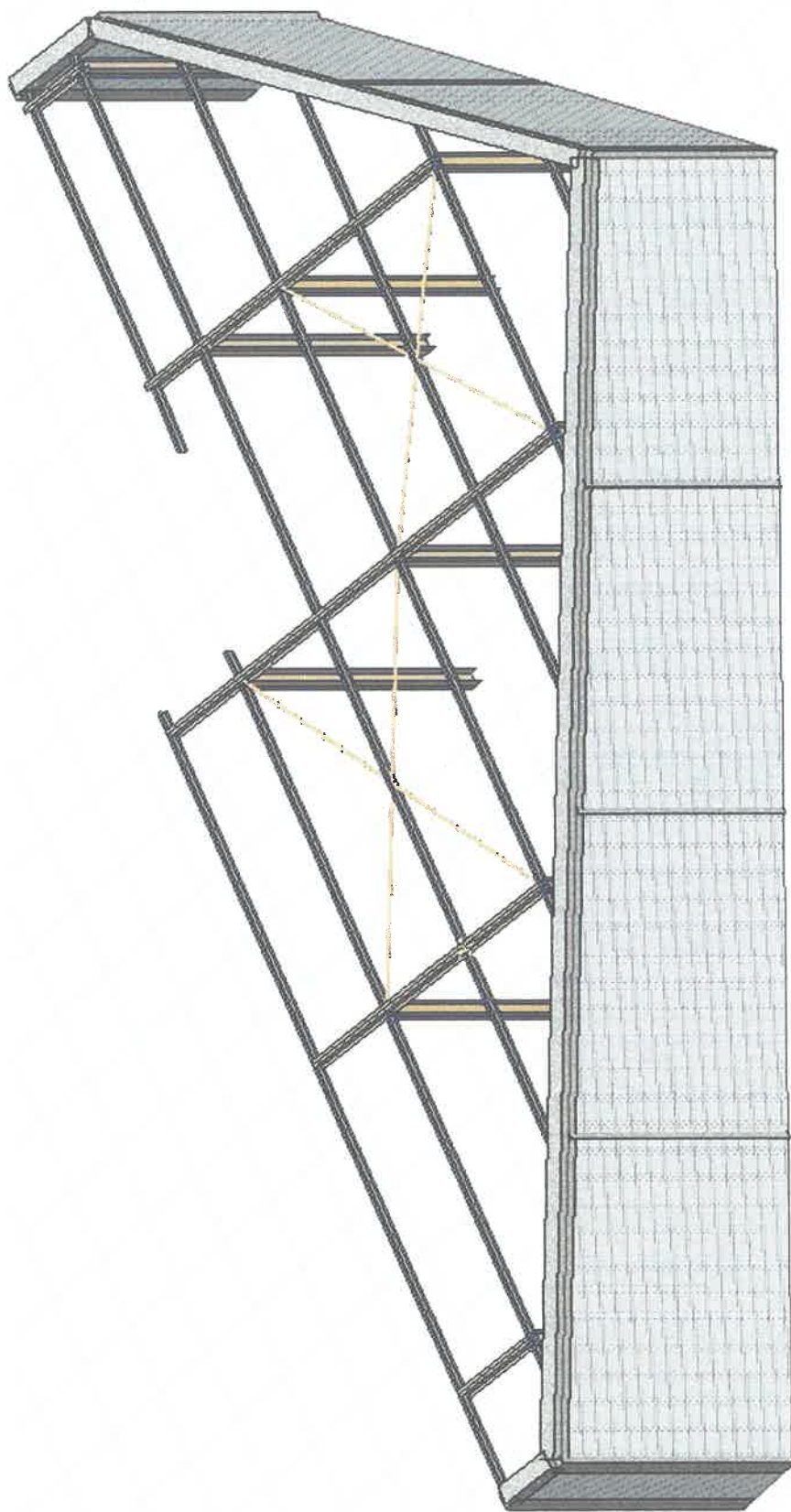
II. Evaluarea încărcărilor pentru calculul seismic

1. La nivelul acoperișului:

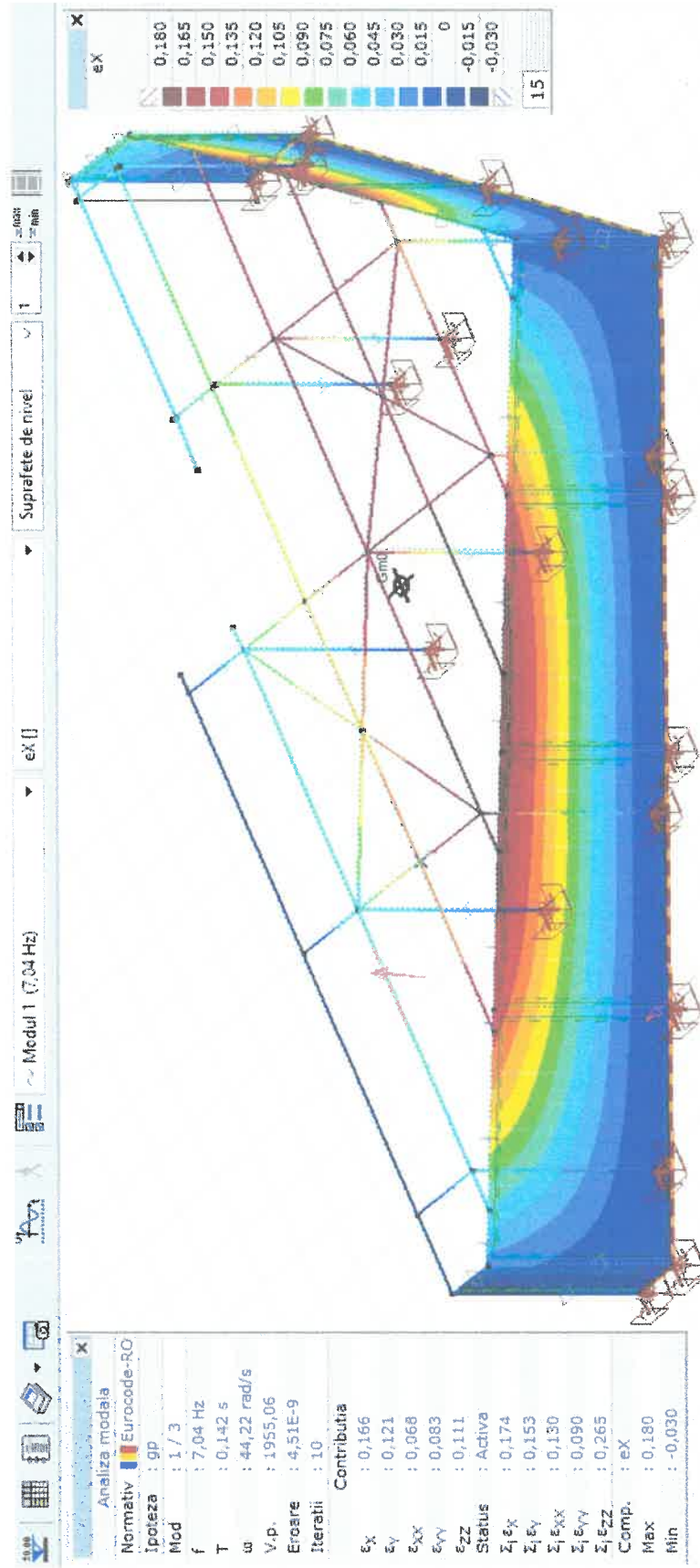
zăpadă	160	kg/mp
Panouri acoperis	30	kg/mp



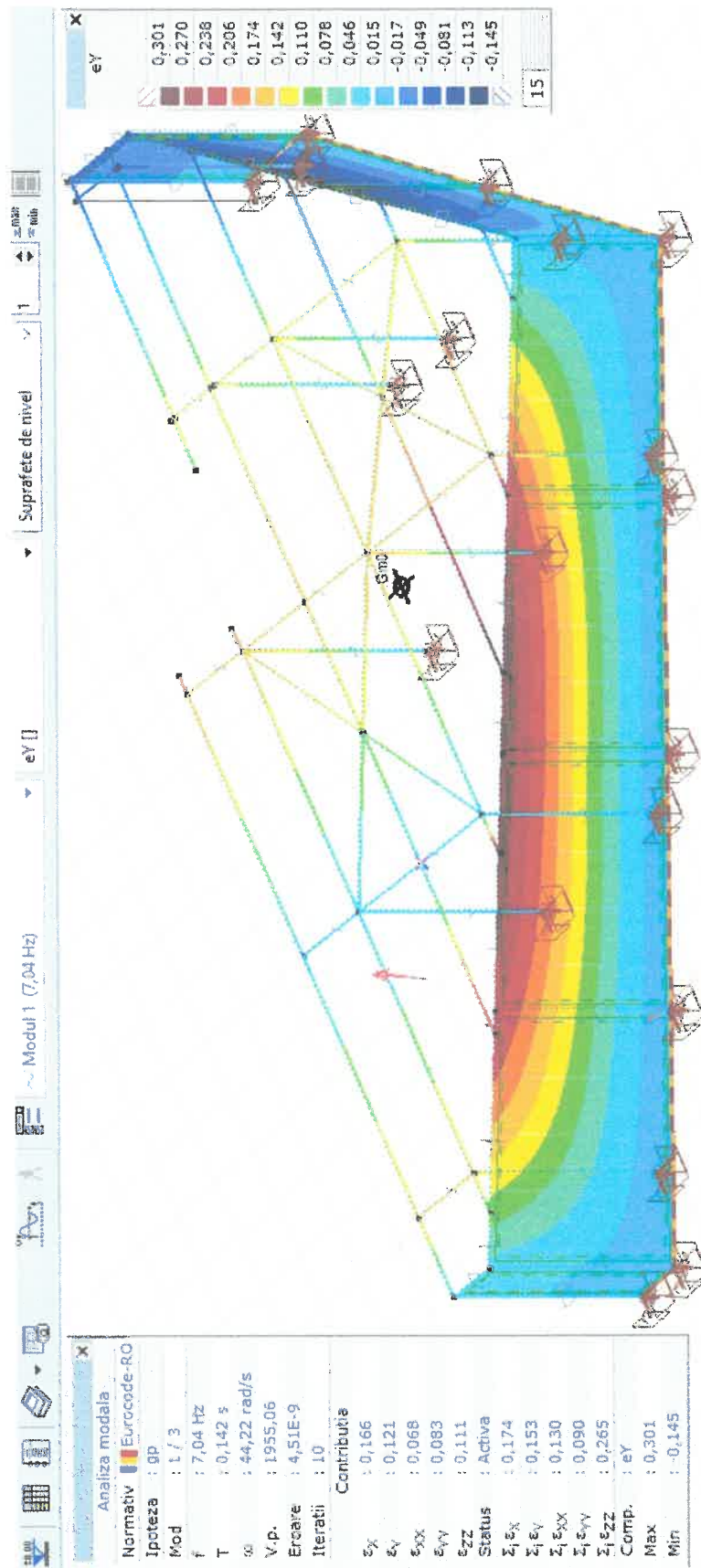
Imagine 3D



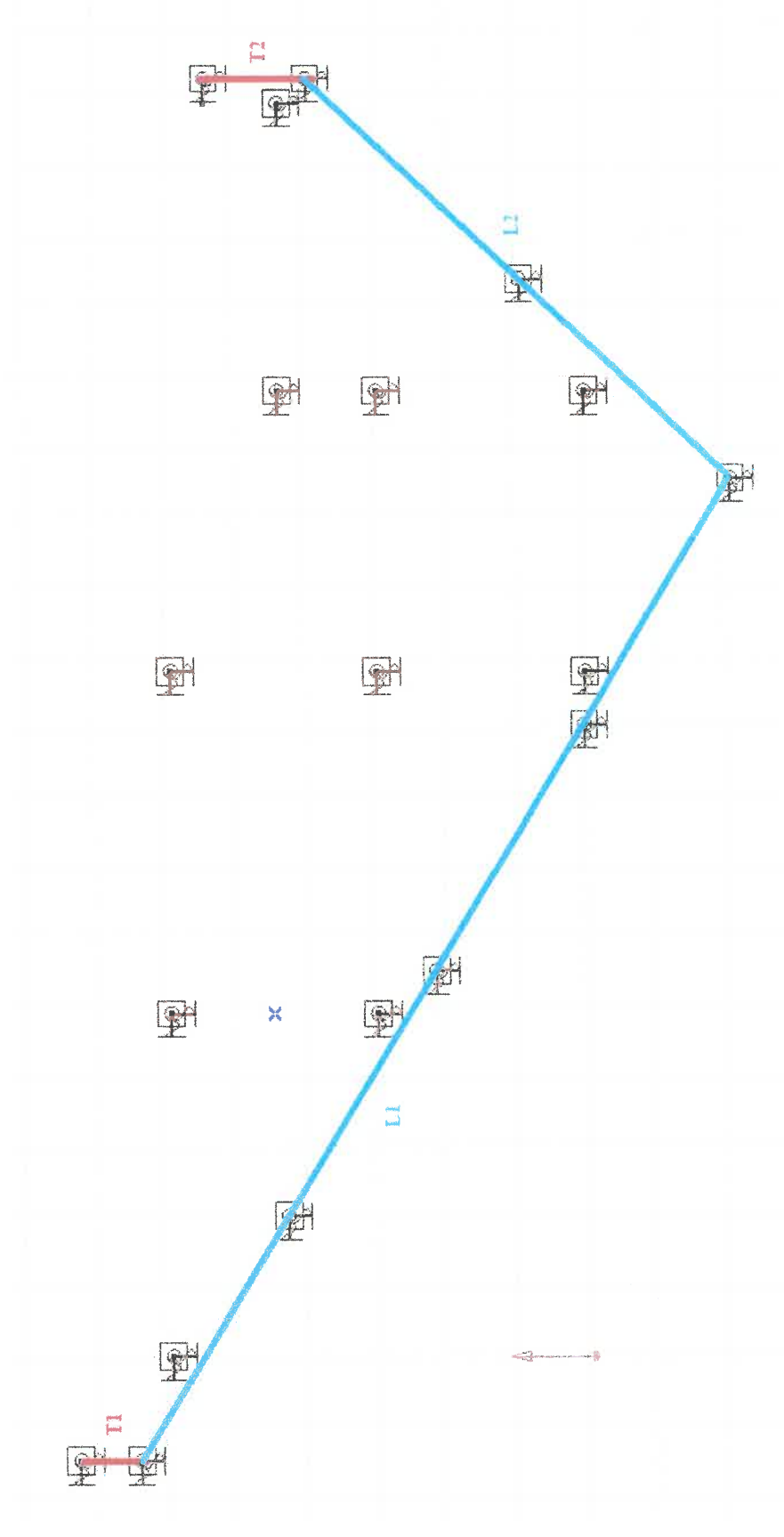
Modul 1 de vibrație (X)



Modul 1 de vibrație (Y)



PEREȚI ACTIVI TRANSVERSALI ȘI LONGITUDINALI



A. Verificarea zidului de sprijin

1. Determinarea forței tăietoare de bază pentru ansamblul clădirii

- forța tăietoare de bază: $F_b = \gamma_{l,e} \frac{\beta_0 a_g}{q} m \lambda$

- $\beta_0 = 2,5$ – ordonata maximă a spectrului elastic (conform P100/2013);
- $\eta = 0,88$ – factorul de reducere care ține seama de amortizare
- q - factorul de comportare; pentru pereți de zidărie confinată $q = 2,5$, conform tabel 8.10. (P100/2013), cap. 8 zidării;
- $\gamma_{l,e}$ - factorul de importanță al clădirii; $\gamma_{l,e} = 1,0$, clădiri de tip curent
- $\lambda = 1,00$ pentru clădire parter
- m - masa totală a clădirii supusă acțiunii seismice
- $G = g \times m$ – greutatea totală a clădirii

$$F_b = \gamma_{l,e} \frac{\beta_0 a_g}{q} m \lambda = 1,0 \times \frac{2,5 \times 0,25 g}{2,5} \times m \times 1,00 \times 0,88 = 0,22 m g = 0,22 G$$

$$G = 58,4 t$$

$$F_b = 0,22 \times 58,4 t = 12,85 t$$

Greutati/Materiale

	Denumire material	ρ [kg/m ³]	ΣV [m ³]	ΣG [kg]
1	S 235	7850	0,374	2933,982
2	C16/20	2500	3,820	9551,098
3	Solid Clay Brick M2.5 G	1850	24,812	45902,594
	Total		29,006	58387,674

2. Rigiditatea relativă de nivel a pereților structurali și factorii de distribuția forței tăietoare de bază

Longitudinal									
Element	I_w	t	λ	A	R_i	$n_{element}$	$n \times R_i$	ρ_v	V_{nec}
L1	16,432	0,250	0,192	4,108	0,414	1	0,4144	0,691	8,883
L2	8,330	0,250	0,378	2,083	0,185	1	0,1851	0,309	3,967
					0,599		0,5995		12,850

$$\text{Unde: } \lambda = \frac{H}{l_w}; \quad R_i = \frac{t}{\lambda(3 + 4 * \lambda^2)}; \quad \rho_v = \frac{R_i}{\sum R_i}$$

3. Forta tăietoare asociată cedării prin lunecare în rost orizontal

Longitudinal									
Elemente	N_{Ed}	t	I_w	σ_{Ed}	I_{ad}	V_{f21}	$V_{RD(ASC)}$	V_{f21tot}	
Tip	Nr	t	m	N/mm^2	m	t			
L1	1	36,561	0,250	16,432	0,089	0,000	14,624	0,000	14,624
L2	1	17,701	0,250	8,330	0,085	0,000	7,081	0,000	7,081
Total V_{f21tot}						21,705		21,705	

4. Calculul indicatorului R3 pentru rezistența la rupere la lunecare în rost orizontal

Longitudinal				
Rupere		V nec	Vf21 t	Rupere
F	L1	8,883	14,624	F
F	L2	3,967	7,081	F
		12,850	21,705	
$R_{3min} = 21,705/12,85$		=	1,680	

5. Concluzii

Intervenția structurală este necesară dacă valoarea gradului de asigurare seismică este: $R_3 < 0,65$, pentru sursa Vrancea. (P100-3/2019).

Din calculele prezentate anterior rezultă:

$$R_{3I} = 1,689$$

Se consideră $R_3 = 1,689$ pentru ansamblul clădirii.

Construcția se încadrează în clasa IV de risc seismic: Clasa Rs IV, corespunzătoare construcțiilor la care răspunsul seismic așteptat este similar celui obținut la construcțiile proiectate pe baza prescripțiilor în vigoare.

B. Verificarea stâlpului metalic cel mai solicitat

VERIFICAREA ELEMENTELOR STRUCTURALE DE OTEL

Element de dimensionare: 1

Noduri: 6-26

Normativ: Eurocode-RO

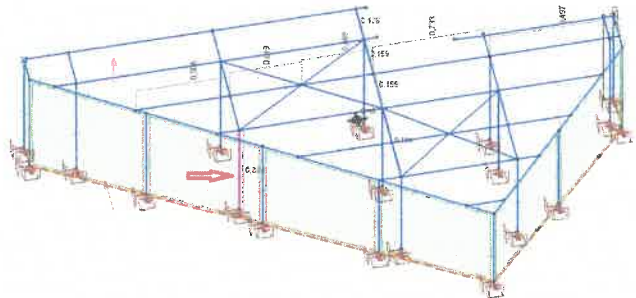
SR EN 1993-1-1, SR EN 1993-1-5

Material: S 235

Sectiune: HE 200 A

Ipooteza: Linear, (Auto) De dimensionare

Coefficient de majorare al ipotezei seismice: 1,0



1. Forta axiale-Incovoiere-Forfecare

EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9

Combinatie de dimensionare: [1,35*0,85*gp+1,35*0,85*gac] {1,5*zapada}

Clasa de sectiune: 1 (Dimensionare plastica)

Sectiunea critica: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 376,50 = 376,50$ cm

$$N_{Ed11} = -19,60 \text{ kN} \quad V_{y,Ed11} = 0,62 \text{ kN} \quad V_{z,Ed11} = -2,06 \text{ kN} \quad M_{y,Ed11} = -521,98 \text{ kNcm} = -522,0 \text{ daNm}$$

$$M_{z,Ed11} = -177,14 \text{ kNcm} = -177,1 \text{ daNm} \quad M_{x,Ed11} = 0,15 \text{ kNcm} = 0,1 \text{ daNm}$$

$$\eta_{NMVpl} = \max(\eta_N; \eta_{M_{ypl}}; \eta_{M_{zpl}}; \eta_{V_z}; \eta_{V_y}) = \max(1,5; 5,2; 3,7; 0,8; 0,1) = 5,2\% \quad \text{se verifica}$$

2. Forta Axiala-Compresiune-Incovoiere-Flambaj

EN 1993-1-1: 6.3.3, Annex B: Method 2

Combinatie de dimensionare: [1,35*0,85*gp+1,35*0,85*gac] {1,5*zapada}

Clasa de sectiune: 1 (Dimensionare plastica)

Sectiunea critica: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 376,50 = 376,50$ cm

$$C_{my} = \max(0,2 + 0,8 \cdot \alpha_{my}, 0,4) = \max(0,2 + 0,8 \cdot 0,257, 0,4) = 0,406 \geq 0,4 \quad \text{Tabelul B.3}$$

$$C_{mz} = \max(0,2 + 0,8 \cdot \alpha_{mz}, 0,4) = \max(0,2 + 0,8 \cdot 0,336, 0,4) = 0,469 \geq 0,4 \quad \text{Tabelul B.3}$$

$$f_{yy} = \min(\lambda_y \cdot -0,2; 0,8) = \min(0,48 - 0,2; 0,8) = 0,284$$

$$f_{zz} = \min(2 \cdot \lambda_z \cdot -0,6; 1,4) = \min(2 \cdot 0,80 - 0,6; 1,4) = 1,01$$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + f_{yy} \cdot \frac{|N_{Ed11}|}{\chi_y \cdot N_{pl,Rd}} \right) = 0,406 \cdot \left(1 + 0,284 \cdot \frac{|(-19,60)|}{0,89 \cdot 1265,34} \right) = 0,408$$

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 \cdot 0,408 = 0,245 \quad \text{Tabelul Annex B.1}$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 0,48 = 0,288$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + f_{zz} \cdot \frac{|N_{Ed11}|}{\chi_z \cdot N_{pl,Rd}} \right) = 0,469 \cdot \left(1 + 1,01 \cdot \frac{|(-19,60)|}{0,66 \cdot 1265,34} \right) = 0,48 \quad \text{Tabelul Annex B.1}$$

$$\chi_y = \min \left(\frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2}} ; 1 \right) = 0,89 \quad (6.49)$$

$$\chi_z = \min \left(\frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}} ; 1 \right) = 0,66 \quad (6.50)$$

$$\eta_{NMBuckl_1} = \frac{\frac{|N_{Ed1}|}{\chi_y \cdot A \cdot f_y}}{\gamma_{M1}} + k_{yy} \cdot \frac{\frac{|M_{y,Ed1}|}{W_{pl,y} \cdot f_y}}{\gamma_{M1}} + k_{yz} \cdot \frac{\frac{|M_{z,Ed1}|}{W_{pl,z} \cdot f_y}}{\gamma_{M1}} =$$

$$= \frac{\frac{|(-19,60)|}{0,89 \cdot 53,84 \cdot 23,50}}{1} + 0,408 \cdot \frac{\frac{|(-521,98)|}{429,48 \cdot 23,50}}{1} + 0,288 \cdot \frac{\frac{|(-177,14)|}{203,82 \cdot 23,50}}{1} = 4,9\% \quad (6.51)$$

$$\eta_{NMBuckl_2} = \frac{\frac{|N_{Ed1}|}{\chi_z \cdot A \cdot f_y}}{\gamma_{M1}} + k_{zy} \cdot \frac{\frac{|M_{y,Ed1}|}{W_{pl,y} \cdot f_y}}{\gamma_{M1}} + k_{zz} \cdot \frac{\frac{|M_{z,Ed1}|}{W_{pl,z} \cdot f_y}}{\gamma_{M1}} =$$

$$= \frac{\frac{|(-19,60)|}{0,66 \cdot 53,84 \cdot 23,50}}{1} + 0,245 \cdot \frac{\frac{|(-521,98)|}{429,48 \cdot 23,50}}{1} + 0,48 \cdot \frac{\frac{|(-177,14)|}{203,82 \cdot 23,50}}{1} = 5,4\% \quad (6.52)$$

$$\eta_{NMBuckl} = 5,4\% \quad \text{se verifica}$$

3. Forta axiala-Incovoiere-Torsiune laterala

EN 1993-1-1: 6.3.3, Annex B: Method 2

Combinatie de dimensionare: **[1,35*0,85*gp+1,35*0,85*gac] {1,5*zapada}**

Clasa de sectiune: **1** (Dimensionare plastica)

Sectiunea critica: $x = 0,80 \cdot L = 0,80 \cdot 376,50 = 301,20$ cm

$$C_{my} = \max(0,2 + 0,8 \cdot \alpha_{my}, 0,4) = \max(0,2 + 0,8 \cdot 0,257, 0,4) = 0,406 \geq 0,4 \quad \text{Tabelul B.3}$$

$$C_{mz} = \max(0,2 + 0,8 \cdot \alpha_{mz}, 0,4) = \max(0,2 + 0,8 \cdot 0,336, 0,4) = 0,469 \geq 0,4 \quad \text{Tabelul B.3}$$

$$C_{mLT} = \max(0,2 + 0,8 \cdot \alpha_{mLT}, 0,4) = \max(0,2 + 0,8 \cdot 0,257, 0,4) = 0,406 \geq 0,4 \quad \text{Tabelul B.3}$$

$$f_{yy} = \min(\lambda_y^* - 0,2 ; 0,8) = \min(0,48 - 0,2 ; 0,8) = 0,284$$

$$f_{zy} = \min \left(\frac{0,1}{C_{mLT} - 0,25} ; \frac{0,1 \cdot \lambda_z^*}{C_{mLT} - 0,25} \right) = \min \left(\frac{0,1}{0,406 - 0,25} ; \frac{0,1 \cdot 0,80}{0,406 - 0,25} \right) = 0,516$$

$$f_{zz} = \min(2 \cdot \lambda_z^* - 0,6 ; 1,4) = \min(2 \cdot 0,80 - 0,6 ; 1,4) = 1,01$$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + f_{yy} \cdot \frac{\left| N_{Ed9} \right|}{\frac{\chi_y \cdot N_{pl,Rd}}{\gamma_{M1}}} \right) = 0,406 \cdot \left(1 + 0,284 \cdot \frac{\left| (-19,96) \right|}{\frac{0,89 \cdot 1265,34}{1}} \right) = 0,408$$

$$k_{zy} = 1 - f_{zy} \cdot \frac{\left| N_{Ed9} \right|}{\frac{\chi_z \cdot N_{pl,Rd}}{\gamma_{M1}}} = 1 - 0,516 \cdot \frac{\left| (-19,96) \right|}{\frac{0,66 \cdot 1265,34}{1}} = 0,988 \quad \text{Tabelul Annex B.1 B.2}$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 0,48 = 0,288$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + f_{zz} \cdot \frac{\left| N_{Ed9} \right|}{\frac{\chi_z \cdot N_{pl,Rd}}{\gamma_{M1}}} \right) = 0,469 \cdot \left(1 + 1,01 \cdot \frac{\left| (-19,96) \right|}{\frac{0,66 \cdot 1265,34}{1}} \right) = 0,48 \quad \text{Tabelul Annex B.1 B.2}$$

$$\chi_y = \min \left(\frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2}}; 1 \right) = 0,89 \quad (6.49)$$

$$\chi_z = \min \left(\frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}}; 1 \right) = 0,66 \quad (6.49)$$

$$\chi_{LT} = \min \left(\frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta \cdot \lambda_{LT}^2}}; 1 \right) = 0,97 \quad (6.56)$$

$$\begin{aligned} \eta_{NMLTBuckl_1} &= \frac{\left| N_{Ed9} \right|}{\frac{\chi_y \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{\left| M_{y,Ed9} \right|}{\frac{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{\left| M_{z,Ed9} \right|}{\frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M1}}} = \\ &= \frac{\left| (-19,96) \right|}{\frac{0,89 \cdot 53,84 \cdot 23,50}{1}} + 0,408 \cdot \frac{\left| (-366,92) \right|}{\frac{0,97 \cdot 429,48 \cdot 23,50}{1}} + 0,288 \cdot \frac{\left| (-130,08) \right|}{\frac{203,82 \cdot 23,50}{1}} = 4,1 \% \quad (6.61) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \eta_{NMLTBuckl_2} &= \frac{\left| N_{Ed9} \right|}{\frac{\chi_z \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{\left| M_{y,Ed9} \right|}{\frac{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{\left| M_{z,Ed9} \right|}{\frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M1}}} = \\ &= \frac{\left| (-19,96) \right|}{\frac{0,66 \cdot 53,84 \cdot 23,50}{1}} + 0,988 \cdot \frac{\left| (-366,92) \right|}{\frac{0,97 \cdot 429,48 \cdot 23,50}{1}} + 0,48 \cdot \frac{\left| (-130,08) \right|}{\frac{203,82 \cdot 23,50}{1}} = 7,4 \% \quad (6.62) \end{aligned}$$

$$\eta_{NMLTBuckl} = 7,4 \% \quad \text{se verifica}$$

4. Forta taietoare (y) - verificare de rezistenta:

EN 1993-1-1: 6.2.6, 6.2.7

Combinatie de dimensionare: [1,35*0,85*gp+1,35*0,85*gac] {1,5*zapada}

Clasa de sectiune: 1 (Dimensionare plastica)

Sectiunea critica: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 376,50 = 0$ cm

$$A_{Vy} = 2 \cdot b \cdot t_f = 40,00 \text{ cm}^2$$

$$V_{pl,Rdy} = \frac{A_{Vy} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{40,00 \cdot 23,50}{\sqrt{3} \cdot 1} = 542,71 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$M_{x,Ed1} = 0,15 \text{ kNm}$$

$$V_{pl,T,Rdy} = \left(\sqrt{1 - \frac{\tau_{TxyEd}}{1,25 \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}}} \right) \cdot V_{pl,Rdy} = \left(\sqrt{1 - \frac{0,01}{1,25 \cdot \frac{23,50}{\sqrt{3} \cdot 1}}} \right) \cdot 542,71 = 542,60 \text{ kN} \quad (6.26)$$

$$\eta_{Vy} = \frac{|V_{y,Ed1}|}{V_{pl,T,Rdy}} = \frac{|0,62|}{542,60} = 0,1 \% \quad (6.17) \quad \text{se verifica}$$

5. Rezistenta la voalare prin forfecare:

EN 1993-1-5: 5.1, 5.2, 5.3, 5.6, Annex A: A.3

Combinatie de dimensionare: [1,35*0,85*gp+1,35*0,85*gac] {1,5*zapada}

Clasa de sectiune: 1 (Dimensionare plastica)

Sectiunea critica: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 376,50 = 0$ cm

$$a_{max} = 3,76$$

$$\eta_w = 1,2 \quad 5.2 (2) \text{ NOTE 2}$$

$$h_w = h - 2 \cdot t_f = 19,00 - 2 \cdot 1,00 = 17,00 \text{ cm}$$

$$\text{Nu este rigidizare} \rightarrow k_\tau = 5,34 \quad (A.5)$$

$$\frac{h_w}{t_w} \leq \frac{31 \cdot \epsilon \cdot \sqrt{k_\tau}}{\eta_w} \rightarrow V_{b,Rd} = V_{pl,Rdz} = 245,50 = 245,50 \text{ kN} \quad (5.1 (2))$$

$$\eta_{Vw} = \frac{|V_{z,Ed1}|}{V_{b,Rd}} = \frac{|(-2,06)|}{245,50} = 0,8 \% \quad (5.10) \quad \text{se verifica}$$

6. Forfecare-Incovoiere-Forta axiale

EN 1993-1-1: 6.2.9; EN 1993-1-8: 7.1

Combinatie de dimensionare: [1,35*0,85*gp+1,35*0,85*gac] {1,5*zapada}

Clasa de sectiune: 1 (Dimensionare plastica)

 Secțiunea critică: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 376,50 = 376,50$ cm

$$M_{f,Rd} = b \cdot t_f \cdot f_y \cdot (h - t_f) = 20,00 \cdot 1,00 \cdot 23,50 \cdot (19,00 - 1,00) = 8460,00 \text{ kNcm} = 8460,0 \text{ daNm}$$

$$\left| M_{y,Ed11} \right| \leq M_{f,Rd} \rightarrow \eta_{w,MN} = \frac{\left| M_{y,Ed11} \right|}{M_{pl,Rd,y}} = \frac{\left| (-521,98) \right|}{10092,89} = 5,2 \% \quad (7.1) \quad \text{se verifica}$$

7. Combinatie SLS

EN 1993-1-1: 7., EN 1993: 3.4, A.1.4.

Combinatie de dimensionare SLS Caracteristic : [gp+gac] {zapada}

Clasa de sectiune: 1 (Dimensionare plastica)

Secțiunea critică: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 376,50 = 376,50$ cm

$$w_x = |w_{x,i} - w_{x,0}| = |0 - 0| = 0 \text{ cm}$$

$$w_{x,Limit} = \frac{H_{SLS}}{300,0} = \frac{376,50}{300,0} = 1,25 \text{ cm}$$

$$\eta_{w_x} = \frac{w_x}{w_{x,Limit}} = \frac{0}{1,25} = 0,3 \%$$

$$w_y = |w_{y,i} - w_{y,0}| = |(-0,04) - 0| = 0,04 \text{ cm}$$

$$w_{y,Limit} = \frac{H_{SLS}}{300,0} = \frac{376,50}{300,0} = 1,25 \text{ cm}$$

$$\eta_{w_y} = \frac{w_y}{w_{y,Limit}} = \frac{0,04}{1,25} = 2,9 \%$$

$$\eta_{SLS} = \max(\eta_{w_x}; \eta_{w_y}) = \max(0,3; 2,9) = 2,9 \% \quad \text{se verifica}$$

Rezultate parțiale

8. Forta axiala - verificare de rezistenta:

EN 1993-1-1: 6.2.4

Combinatie de dimensionare: [1,35*0,85*gp+1,35*0,85*gac] {1,5*zapada}

Clasa de sectiune: 1 (Dimensionare plastica)

Secțiunea critică: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 376,50 = 0$ cm

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{53,84 \cdot 23,50}{1} = 1265,34 \text{ kN} \quad (6.10)$$

$$\eta_N = \frac{\left| N_{Ed1} \right|}{N_{pl,Rd}} = \frac{\left| (-21,39) \right|}{1265,34} = 1,7 \% \quad (6.9) \quad \text{se verifica}$$

9. Moment incovoietor (yy) - verificare de rezistenta:

EN 1993-1-1: 6.2.5

Combinatie de dimensionare: $[1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{gp} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{gac}] \{1,5 \cdot \text{zapada}\}$

Clasa de sectiune: 1 (Dimensionare plastica)

Sectiunea critica: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 376,50 = 376,50 \text{ cm}$

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{429,48 \cdot 23,50}{1} = 10092,89 \text{ kNcm} = 10092,9 \text{ daNm} \quad (6.11)$$

$$\eta_{M_{y,pl}} = \frac{|M_{y,Ed,1}|}{M_{pl,Rd,y}} = \frac{|(-521,98)|}{10092,89} = 5,2 \% \quad (6.12) \quad \text{se verifica}$$

10. Moment incovoietor (zz) - verificare de rezistenta:

EN 1993-1-1: 6.2.5

Combinatie de dimensionare: $[1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{gp} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{gac}] \{1,5 \cdot \text{zapada}\}$

Clasa de sectiune: 1 (Dimensionare plastica)

Sectiunea critica: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 376,50 = 376,50 \text{ cm}$

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{203,82 \cdot 23,50}{1} = 4789,72 \text{ kNcm} = 4789,7 \text{ daNm} \quad (6.13)$$

$$\eta_{M_{z,pl}} = \frac{|M_{z,Ed,1}|}{M_{pl,Rd,z}} = \frac{|(-177,14)|}{4789,72} = 3,7 \% \quad (6.12) \quad \text{se verifica}$$

11. Forta taietoare (z) - verificare de rezistenta:

EN 1993-1-1: 6.2.6, 6.2.7

Combinatie de dimensionare: $[1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{gp} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{gac}] \{1,5 \cdot \text{zapada}\}$

Clasa de sectiune: 1 (Dimensionare plastica)

Sectiunea critica: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 376,50 = 0 \text{ cm}$

$$A_{Vz} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f = 18,09 \text{ cm}^2$$

$$V_{pl,Rdz} = \frac{A_{Vz} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{18,09 \cdot 23,50}{\sqrt{3} \cdot 1} = 245,50 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$M_{x,Ed,1} = 0,15 \text{ kNcm}$$

$$V_{pl,T,Rdz} = \left[\sqrt{1 - \frac{\tau_{Txz,Ed}}{1,25 \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}}} \right] \cdot V_{pl,Rdz} = \left[\sqrt{1 - \frac{0}{1,25 \cdot \frac{23,50}{\sqrt{3} \cdot 1}}} \right] \cdot 245,50 = 245,46 \text{ kN} \quad (6.26)$$

$$\eta_{V_z} = \frac{|V_{z,Ed,1}|}{V_{pl,T,Rdz}} = \frac{|(-2,06)|}{245,46} = 0,8 \% \quad (6.17) \quad \text{se verifica}$$

12. Analiza incovoiere-forfecare

EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9

Combinatie de dimensionare N-M-V interactiune de rezistenta: $[1,35 \cdot 0,85 \cdot g_p + 1,35 \cdot 0,85 \cdot g_{ac}] \{1,5 \cdot z_{apada}\}$

Clasa de sectiune: 1 (Dimensionare plastica)

Sectiunea critica: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 376,50 = 376,50$ cm

$V_{z,Ed_{11}} = -2,06$ kN $\leq V_{pl,Rd_z}/2 = 122,75$ kN \rightarrow Efectul incovoierii si a forfecarii se poate neglija. 6.2.8(2)

$V_{y,Ed_{11}} = 0,62$ kN $\leq V_{pl,Rd_y}/2 = 271,35$ kN \rightarrow Efectul incovoierii si a forfecarii se poate neglija. 6.2.8(2)

13. Analiza incovoiere-fora axiala

EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9

Combinatie de dimensionare N-M-V interactiune de rezistenta: $[1,35 \cdot 0,85 \cdot g_p + 1,35 \cdot 0,85 \cdot g_{ac}] \{1,5 \cdot z_{apada}\}$

Clasa de sectiune: 1 (Dimensionare plastica)

Sectiunea critica: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 376,50 = 376,50$ cm

$$n = \frac{|N_{Ed_{11}}|}{N_{pl,Rd}} = \frac{19,60}{1265,34} = 1,5 \% \leq 25\%$$

$$|N_{Ed_{11}}| = 19,60 \text{ kN} \leq N_{lim,y} = \frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{2 \cdot \gamma_{M0}} = \frac{17,00 \cdot 0,65 \cdot 23,50}{2 \cdot 1} = 129,84 \text{ kN}$$

$$|N_{Ed_{11}}| = 19,60 \text{ kN} \leq N_{lim,z} = \frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{17,00 \cdot 0,65 \cdot 23,50}{1} = 259,68 \text{ kN}$$

$$M_{Ny,Rd} = M_{y,V,Rd} = 10092,89 \text{ kNcm} = 10092,9 \text{ daNm}$$

$$M_{Nz,Rd} = M_{z,V,Rd} = 4789,72 \text{ kNcm} = 4789,7 \text{ daNm}$$

$$\eta_{MN,1} = \frac{M_{y,Ed_{11}}}{M_{Ny,Rd}} = \frac{(-521,98)}{10092,89} = 5,2 \%$$

$$\eta_{MN,2} = \frac{M_{z,Ed_{11}}}{M_{Nz,Rd}} = \frac{(-177,14)}{4789,72} = 3,7 \%$$

$$\alpha_{MN} = 2$$

$$\beta_{MN} = \max(5 \cdot n / 100; 1) = \max(5 \cdot 1,5 / 100; 1) = 1$$

$$\eta_{MN,3} = \left(\frac{M_{y,Ed_{11}}}{M_{Ny,Rd}} \right)^{\alpha_{MN}} + \left(\frac{M_{z,Ed_{11}}}{M_{Nz,Rd}} \right)^{\beta_{MN}} = \left(\frac{(-521,98)}{10092,89} \right)^2 + \left(\frac{(-177,14)}{4789,72} \right)^1 = 4,0 \% \quad (6.41)$$

$$\eta_{MN} = \max(\eta_{MN,1}; \eta_{MN,2}; \eta_{MN,3}; \eta_N) = \max(5,2; 3,7; 4,0; 1,5) = 5,2 \% \quad \text{se verifica}$$

14. Rezistenta la flambaj:

EN 1993-1-1: 6.3.1

Combinatie de dimensionare Flambaj N-M prin interactiune: $[1,35 \cdot 0,85 \cdot g_p + 1,35 \cdot 0,85 \cdot g_{ac}] \{1,5 \cdot z_{apada}\}$

Clasa de sectiune: 1 (Dimensionare plastica)

Sectiunea critica: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 376,50 = 376,50$ cm

$$K_y = 1$$

$$K_z = 1$$

$$L_{cr_y} = K_y \cdot L = 1 \cdot 376,50 = 376,50 \text{ cm}$$

$$L_{cr_z} = K_z \cdot L = 1 \cdot 376,50 = 376,50 \text{ cm}$$

Curba de flambaj pentru axa y: b Tabelul 6.2

$$\rightarrow \alpha_y = 0,34 \text{ Tabelul 6.1}$$

Curba de flambaj pentru axa z: c Tabelul 6.2

$$\rightarrow \alpha_z = 0,49 \text{ Tabelul 6.1}$$

$$\lambda_y^* = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{53,84 \cdot 23,50}{5399,73}} = 0,48 \quad (6.50)$$

$$\lambda_z^* = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{53,84 \cdot 23,50}{1952,77}} = 0,80 \quad (6.50)$$

$$\phi_y = \frac{1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y^* - 0,2) + \lambda_y^{*2}}{2} = \frac{1 + 0,34 \cdot (0,48 - 0,2) + 0,48^2}{2} = 0,6655$$

$$\phi_z = \frac{1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z^* - 0,2) + \lambda_z^{*2}}{2} = \frac{1 + 0,49 \cdot (0,80 - 0,2) + 0,80^2}{2} = 0,9722$$

$$\chi_y = \min \left(\frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^{*2}}}; 1 \right) = \min \left(\frac{1}{0,6655 + \sqrt{0,6655^2 - 0,48^2}}; 1 \right) = 0,89 \quad (6.49)$$

$$\chi_z = \min \left(\frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^{*2}}}; 1 \right) = \min \left(\frac{1}{0,9722 + \sqrt{0,9722^2 - 0,80^2}}; 1 \right) = 0,66 \quad (6.49)$$

$$\chi = \min (\chi_y; \chi_z) = \min (0,89; 0,66) = 0,66 \leq 1,0$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,66 \cdot 53,84 \cdot 23,50}{1} = 833,90 \text{ kN} \quad (6.47)$$

$$\eta_{N_b} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{b,Rd}} = \frac{|(-19,60)|}{833,90} = 2,4 \% \quad (6.46) \quad \text{se verifica}$$

15. Rezistenta la torsiune laterala:

EN 1993-1-1 6.3.2

Combinatie de dimensionare Flambaj N-M prin torsiune prin interactiune: $[1,35 \cdot 0,85 \cdot g_p + 1,35 \cdot 0,85 \cdot g_{ac}]$
{1,5*zapada}

Clasa de sectiune: 1 (Dimensionare plastica)

Sectiunea critica: $x = 0,80 \cdot L = 0,80 \cdot 376,50 = 301,20$ cm

M_{cr} Metoda de analiza: AutoMer

$$M_{cr} = 46030,73 \text{ kNcm} = 46030,7 \text{ daNm}$$

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{429,48 \cdot 23,50}{46030,73}} = 0,47$$

Curba de flambaj: b Tabelul 6.5

$$\rightarrow \alpha_{LT} = 0,34 \text{ Tabelul 6.3}$$

$$\phi_{LT} = \frac{1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda_{LT} - \lambda_{LT,0}) + \beta \cdot \lambda_{LT}^2}{2} = \frac{1 + 0,34 \cdot (0,47 - 0,4) + 0,75 \cdot 0,47^2}{2} = 0,59$$

$$\chi_{LT} = \min \left(\frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta \cdot \lambda_{LT}^2}}; 1 \right) = \min \left(\frac{1}{0,59 + \sqrt{0,59^2 - 0,75 \cdot 0,47^2}}; 1 \right) = 0,97 \quad (6.57)$$

$$M_{b,Rd} = \frac{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,97 \cdot 429,48 \cdot 23,50}{1} = 9821,54 \text{ kNcm} = 9821,5 \text{ daNm} \quad (6.55)$$

$$\eta_{M_b} = \frac{|M_{y,Ed}|}{M_{b,Rd}} = \frac{|(-366,92)|}{9821,54} = 3,7\% \quad (6.54) \quad \text{se verifica}$$

Reazeme laterale

Index	Pozitia [m]	Poz. rel. [-]	Exc. [cm]	R_y [daN/mm]	R_{xx} [daNm/rad]	R_{zz} [daNm/rad]	R_w [daNm ² /(1/m)]	Tip
1.	0	0	0	$1 \cdot 10^9$	$1 \cdot 10^{12}$	$1 \cdot 10^{12}$	0	Reazem din model
2.	3,765	1,000	0	0	$2,37 \cdot 10^3$	0	0	Element conectat (IPE 120: a=4,90 m; (2 EI/a=12 kNm; EA/a=: alfa=90°; beta=90°)
3.	3,765	1,000	0	0	0	0	0	Element conectat (O 60.3 X 4.0: a=2,8 EI/a=21 kNm; EA/a=: alfa=87°; beta=59°)
4.	3,765	1,000	0	0	$1,56 \cdot 10^4$	0	0	Element conectat (IPE 120: a=0,74 m; (5 EI/a=78 kNm; EA/a=: alfa=90°; beta=90°)
5.	3,765	1,000	0	$4,04 \cdot 10^4$	$4,03 \cdot 10^4$	0	0	Element conectat (IPE 200: a=1,48 m; (2 EI/a=202 kNm; EA/a=: alfa=84°; beta=6°)

Stâlpul HE200A îndeplinește condițiile de rezistență și stabilitate conform breviarului de mai sus.

C. Verificare grindă metalică cea mai solicitată

VERIFICAREA ELEMENTELOR STRUCTUI

Element de dimensionare: 1

Noduri: 34-58

Normativ: Eurocode-RO

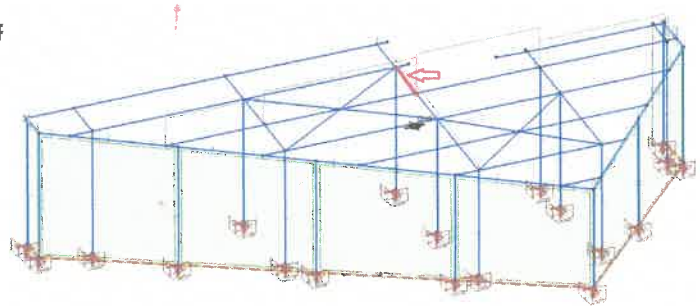
SR EN 1993-1-1, SR EN 1993-1-5

Material: S 235

Sectiune: IPE 200

Ipooteza: Linear,(Auto) De dimensionare

Coeficient de majorare al ipotezei seismice: 1,0



1. Forta axiale-Incovoiere-Forfecare

EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9

Combinatie de dimensionare: [1,35*0,85*gp+1,35*0,85*gac] {1,5*zapada}

Clasa de sectiune: 1 (Dimensionare plastica)

Sectiunea critica: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 148,26 = 0$ cm

$N_{Ed1} = 0,94$ kN $V_{y,Ed1} = 0,04$ kN $V_{z,Ed1} = 9,09$ kN $M_{y,Ed1} = -810,60$ kNcm = -810,6 daNm $M_{z,Ed1} = 3,58$

kNcm = 3,6 daNm $M_{x,Ed1} = 0,73$ kNcm = 0,7 daNm

$\eta_{NMV_{pl}} = \max(\eta_N; \eta_{M_{ypl}}; \eta_{M_{zpl}}; \eta_{V_z}; \eta_{V_y}) = \max(0,1; 15,6; 0,3; 4,8; 0) = 15,6\%$ se verifica

2. Forta Axiala-Compresiune-Incovoiere-Flambaj

EN 1993-1-1: 6.3.3

Combinatie de dimensionare: [1,35*0,85*gp+1,35*0,85*gac] {1,5*zapada}

Clasa de sectiune: 1 (Dimensionare plastica)

Sectiunea critica: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 148,26 = 0$ cm

$N_{Ed1} = 0,94$ kN (Bara intinsa)

$\eta_{NMBuckl} = \eta_{NMV} = 15,6\%$ se verifica

3. Forta axiale-Incovoiere-Torsiune laterala

EN 1993-1-1 5.5.3

Combinatie de dimensionare: [1,35*0,85*gp+1,35*0,85*gac] {1,5*zapada}

Clasa de sectiune: 1 (Dimensionare plastica)

Sectiunea critica: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 148,26 = 0$ cm

$N_{Ed1} = 0,94$ kN (Bara intinsa)

$$M_{mody,Ed} = \max \left(W_y \cdot \left(\frac{M_{y,Ed1}}{W_y} - 0,8 \cdot \frac{N_{Ed1}}{A} \right); 0 \right) = \max \left(220,64 \cdot \left(\frac{(-810,60)}{220,64} - 0,8 \cdot \frac{0,94}{28,49} \right); 0 \right) = 804,79 \text{ kNcm} \quad (5.50)$$

$$\eta_{NMLTBuckl} = \frac{M_{mod,y,Ed}}{M_{b,Rd}} + \frac{M_{z,Ed1}}{\frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M1}}} = \frac{804,79}{5185,01} + \frac{3,58}{\frac{44,61 \cdot 23,50}{1}} = 15,9 \% \quad \text{se verifica}$$

4. Forta taietoare (y) - verificare de rezistenta:

EN 1993-1-1: 6.2.6, 6.2.7

Combinatie de dimensionare: [gp+gac] {±SM1} (0,4*zapada)

Clasa de sectiune: 1 (Dimensionare plastica)

Sectiunea critica: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 148,26 = 0 \text{ cm}$

$$A_{Vy} = 2 \cdot b \cdot t_f = 17,00 \text{ cm}^2$$

$$V_{pl,Rdy} = \frac{A_{Vy} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{17,00 \cdot 23,50}{\sqrt{3} \cdot 1} = 230,65 \text{ kN} \quad (6.16)$$

$$M_{x,Ed1} = 0,35 \text{ kNm}$$

$$V_{pl,T,Rdy} = \left(\sqrt{1 - \frac{\tau_{T,xy,Ed}}{1,25 \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}}} \right) \cdot V_{pl,Rdy} = \left(\sqrt{1 - \frac{0,04}{1,25 \cdot \frac{23,50}{\sqrt{3} \cdot 1}}} \right) \cdot 230,65 = 230,37 \text{ kN} \quad (6.26)$$

$$\eta_{Vy} = \frac{|V_{y,Ed1}|}{V_{pl,T,Rdy}} = \frac{|0,12|}{230,37} = 0,1 \% \quad (6.17) \quad \text{se verifica}$$

5. Rezistenta la voalare prin forfecare:

EN 1993-1-5: 5.1, 5.2, 5.3, 5.5, Annex A: A.3

Combinatie de dimensionare: [1,35*0,85*gp+1,35*0,85*gac] {1,5*zapada}

Clasa de sectiune: 1 (Dimensionare plastica)

Sectiunea critica: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 148,26 = 148,26 \text{ cm}$

$$a_{max} = 1,48$$

$$\eta_w = 1,2 \quad 5.2 (2) \text{ NOTE 2}$$

$$h_w = h - 2 \cdot t_f = 20,00 - 2 \cdot 0,85 = 18,30 \text{ cm}$$

$$\text{Nu este rigidizare} \rightarrow k_\tau = 5,34 \quad (A.5)$$

$$\frac{h_w}{t_w} \leq \frac{31 \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_\tau}}{\eta_w} \rightarrow V_{b,Rd} = V_{pl,Rdz} = 190,03 = 190,03 \text{ kN} \quad (5.1 (2))$$

$$\eta_{Vw} = \frac{|V_{z,Ed13}|}{V_{b,Rd}} = \frac{|12,12|}{190,03} = 6,4 \% \quad (5.10) \quad \text{se verifica}$$

6. Forfecare-Incovoiere-Forta axiale

Combinatie de dimensionare: $[1,35 \cdot 0,85 \cdot g_p + 1,35 \cdot 0,85 \cdot g_{ac}] \{1,5 \cdot z_{apada}\}$

Clasa de sectiune: 1 (Dimensionare plastica)

Sectiunea critica: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 148,26 = 0$ cm

$$M_{f,Rd} = b \cdot t_f \cdot f_y \cdot (h - t_f) = 10,00 \cdot 0,85 \cdot 23,50 \cdot (20,00 - 0,85) = 3825,21 \text{ kNcm} = 3825,2 \text{ daNm}$$

$$\left| M_{y,Ed} \right| \leq M_{f,Rd} \rightarrow \eta_{V_{wMN}} = \frac{\left| M_{y,Ed} \right|}{M_{pl,Rd}} = \frac{\left| (-810,60) \right|}{5185,01} = 15,6 \% \quad (7.6) \quad \text{se verifica}$$

7. Combinatie SLS

EN 1993-1-1: 7.; EN 1990: 3.4, A1.4.

Combinatie de dimensionare SLS Caracteristic : $[g_p + g_{ac}] \{z_{apada}\}$

Clasa de sectiune: 1 (Dimensionare plastica)

Sectiunea critica: $x = 0,40 \cdot L = 0,40 \cdot 148,26 = 59,30$ cm

$$e_z = \left| e_{z,i} - e_{z,j} \cdot \left(1 - \frac{x}{L} \right) - e_{f,j} \cdot \frac{x}{L} + u_z \right| = \left| (-0,06) - (-0,08) \cdot \left(1 - \frac{59,30}{148,26} \right) - (-0,01) \cdot \frac{59,30}{148,26} + 0 \right| = 0,01 \text{ cm}$$

$$e_{z,Limit} = \frac{L}{300,0} = \frac{148,26}{300,0} = 0,49 \text{ cm}$$

$$\eta_{e_z} = \frac{e_z}{e_{z,Limit}} = \frac{0,01}{0,49} = 1,4 \%$$

$$\eta_{SLS} = \max(\eta_{e_z}) = \max(1,4) = 1,4 \% \quad \text{se verifica}$$

Rezultate partiale

8. Forta axiala - verificare de rezistenta:

EN 1993-1-1: 6.2.4

Combinatie de dimensionare: $[g_p + g_{ac}] \{\pm SM1\} (0,4 \cdot z_{apada})$

Clasa de sectiune: 1 (Dimensionare plastica)

Sectiunea critica: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 148,26 = 148,26$ cm

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{28,49 \cdot 23,50}{1} = 669,51 \text{ kN} \quad (6.6)$$

$$N_{u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \cdot 28,49 \cdot 36,00}{1,25} = 738,46 \text{ kN} \quad (6.7)$$

$$N_{t,Rd} = \min(N_{pl,Rd}; N_{u,Rd}) = \min(669,51; 738,46) = 669,51 \text{ kN}$$

$$\eta_N = \frac{\left| N_{Ed} \right|}{N_{t,Rd}} = \frac{\left| 1,68 \right|}{669,51} = 0,3 \% \quad (6.8) \quad \text{se verifica}$$

9. Moment incovoietor (yy) - verificare de rezistență:

EN 1993-1-1, 6.2.5

Combinatie de dimensionare: $[1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{gp} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{gac}] \{1,5 \cdot \text{zapada}\}$

Clasa de sectiune: 1 (Dimensionare plastica)

Sectiunea critica: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 148,26 = 0 \text{ cm}$

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{ply} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{220,64 \cdot 23,50}{1} = 5185,01 \text{ kNcm} = 5185,0 \text{ daNm} \quad (6.11)$$

$$\eta_{M_{y,pl}} = \frac{|M_{y,Ed1}|}{M_{pl,Rd,y}} = \frac{|(-810,60)|}{5185,01} = 15,6 \% \quad (6.12) \quad \text{se verifica}$$

10. Moment incovoietor (zz) - verificare de rezistență:

EN 1993-1-1, 6.2.5

Combinatie de dimensionare: $[\text{gp} + \text{gac}] \{\pm \text{SM1}\} (0,4 \cdot \text{zapada})$

Clasa de sectiune: 1 (Dimensionare plastica)

Sectiunea critica: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 148,26 = 148,26 \text{ cm}$

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{44,61 \cdot 23,50}{1} = 1048,39 \text{ kNcm} = 1048,4 \text{ daNm} \quad (6.13)$$

$$\eta_{M_{z,pl}} = \frac{|M_{z,Ed13}|}{M_{pl,Rd,z}} = \frac{|(-11,85)|}{1048,39} = 1,1 \% \quad (6.12) \quad \text{se verifica}$$

11. Forta taietoare (z) - verificare de rezistență:

EN 1993-1-1, 6.2.6, 6.2.7

Combinatie de dimensionare: $[1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{gp} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{gac}] \{1,5 \cdot \text{zapada}\}$

Clasa de sectiune: 1 (Dimensionare plastica)

Sectiunea critica: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 148,26 = 148,26 \text{ cm}$

$$A_{Vz} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f = 14,01 \text{ cm}^2$$

$$V_{pl,Rd,z} = \frac{A_{Vz} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{14,01 \cdot 23,50}{\sqrt{3} \cdot 1} = 190,03 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$M_{x,Ed13} = 0,73 \text{ kNcm}$$

$$V_{pl,T,Rd,z} = \left[\sqrt{1 - \frac{\tau_{Txz,Ed}}{1,25 \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}}} \right] \cdot V_{pl,Rd,z} = \left[\sqrt{1 - \frac{0,06}{1,25 \cdot \frac{23,50}{\sqrt{3} \cdot 1}}} \right] \cdot 190,03 = 189,70 \text{ kN} \quad (6.26)$$

$$\eta_{V_z} = \frac{|V_{z,Ed1}|}{V_{pl,T,Rd,z}} = \frac{|12,12|}{189,70} = 6,4 \% \quad (6.17) \quad \text{se verifica}$$

12. Analiza incovoiere-forfecare

EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9

Combinatie de dimensionare N-M-V interactiune de rezistenta: $[1,35 \cdot 0,85 \cdot g_p + 1,35 \cdot 0,85 \cdot g_{ac}] \{1,5 \cdot z_{apada}\}$

Clasa de sectiune: 1 (Dimensionare plastica)

Sectiunea critica: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 148,26 = 0 \text{ cm}$

$$V_{z,Ed1} = 9,09 \text{ kN} \leq V_{pl,Rd,z} / 2 = 95,01 \text{ kN} \rightarrow \text{Efectul incovoierii si a forfecarii se poate neglija. 6.2.8 (2)}$$

$$V_{y,Ed1} = 0,04 \text{ kN} \leq V_{pl,Rd,y} / 2 = 115,33 \text{ kN} \rightarrow \text{Efectul incovoierii si a forfecarii se poate neglija. 6.2.8 (2)}$$

13. Analiza incovoiere-fora axiala

EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9

Combinatie de dimensionare N-M-V interactiune de rezistenta: $[1,35 \cdot 0,85 \cdot g_p + 1,35 \cdot 0,85 \cdot g_{ac}] \{1,5 \cdot z_{apada}\}$

Clasa de sectiune: 1 (Dimensionare plastica)

Sectiunea critica: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 148,26 = 0 \text{ cm}$

$$n = \frac{|N_{Ed1}|}{N_{pl,Rd}} = \frac{0,94}{669,51} = 0,1 \% \leq 25\%$$

$$|N_{Ed1}| = 0,94 \text{ kN} \leq N_{lim,y} = \frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{2 \cdot \gamma_{M0}} = \frac{18,30 \cdot 0,56 \cdot 23,50}{2 \cdot 1} = 120,41 \text{ kN}$$

$$|N_{Ed1}| = 0,94 \text{ kN} \leq N_{lim,z} = \frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{18,30 \cdot 0,56 \cdot 23,50}{1} = 240,83 \text{ kN}$$

$$M_{Ny,Rd} = M_{y,V,Rd} = 5185,01 \text{ kNcm} = 5185,0 \text{ daNm}$$

$$M_{Nz,Rd} = M_{z,V,Rd} = 1048,39 \text{ kNcm} = 1048,4 \text{ daNm}$$

$$\eta_{MN,1} = \frac{M_{y,Ed1}}{M_{Ny,Rd}} = \frac{(-810,60)}{5185,01} = 15,6 \%$$

$$\eta_{MN,2} = \frac{M_{z,Ed1}}{M_{Nz,Rd}} = \frac{3,58}{1048,39} = 0,3 \%$$

$$\alpha_{MN} = 2$$

$$\beta_{MN} = \max(5 \cdot n / 100 ; 1) = \max(5 \cdot 0,1 / 100 ; 1) = 1$$

$$\eta_{MN,3} = \left(\frac{M_{y,Ed1}}{M_{Ny,Rd}} \right)^{\alpha_{MN}} + \left(\frac{M_{z,Ed1}}{M_{Nz,Rd}} \right)^{\beta_{MN}} = \left(\frac{(-810,60)}{5185,01} \right)^2 + \left(\frac{3,58}{1048,39} \right)^1 = 2,8 \% \quad (6.41)$$

$$\eta_{MN} = \max(\eta_{MN,1} ; \eta_{MN,2} ; \eta_{MN,3} ; \eta_N) = \max(15,6 ; 0,3 ; 2,8 ; 0,1) = 15,6 \% \quad \text{se verifica}$$

14. Rezistența la flambaj:

EN 1993-1-1: 6.3.1

Combinatie de dimensionare Flambaj N-M prin interacțiune: $[1,35 \cdot 0,85 \cdot g_p + 1,35 \cdot 0,85 \cdot g_{ac}] \{1,5 \cdot z_{apada}\}$

Clasa de secțiune: 1 (Dimensionare plastică)

Secțiunea critică: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 148,26 = 0 \text{ cm}$

$N_{Ed1} = 0,94 \text{ kN}$ (Bara întinsă)

$\eta_{N_b} = \eta_N = 0,1 \%$

15. Rezistența la torsiune laterală:

EN 1993-1-1: 6.3.2

Combinatie de dimensionare Flambaj N-M prin torsiune prin interacțiune: $[1,35 \cdot 0,85 \cdot g_p + 1,35 \cdot 0,85 \cdot g_{ac}] \{1,5 \cdot z_{apada}\}$

Clasa de secțiune: 1 (Dimensionare plastică)

Secțiunea critică: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 148,26 = 0 \text{ cm}$

M_{cr} Metoda de analiză: AutoMcr

$M_{cr} = 40925,83 \text{ kNcm} = 40925,8 \text{ daNm}$

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{220,64 \cdot 23,50}{40925,83}} = 0,36$$

Curba de flambaj: b Tabelul 6.3

$\rightarrow \alpha_{LT} = 0,34$ Tabelul 6.3

$$\phi_{LT} = \frac{1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda_{LT} - \lambda_{LT,0}) + \beta \cdot \lambda_{LT}^2}{2} = \frac{1 + 0,34 \cdot (0,36 - 0,4) + 0,75 \cdot 0,36^2}{2} = 0,54$$

$$\chi_{LT} = \min \left(\frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta \cdot \lambda_{LT}^2}}; 1 \right) = \min \left(\frac{1}{0,54 + \sqrt{0,54^2 - 0,75 \cdot 0,36^2}}; 1 \right) = 1,00 \quad (6.37)$$

$$M_{b,Rd} = \frac{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{1,00 \cdot 220,64 \cdot 23,50}{1} = 5185,01 \text{ kNcm} = 5185,0 \text{ daNm} \quad (6.35)$$

$$\eta_{M_b} = \frac{|M_{y,Ed1}|}{M_{b,Rd}} = \frac{|(-810,60)|}{5185,01} = 15,6 \% \quad (6.34) \quad \text{se verifica}$$

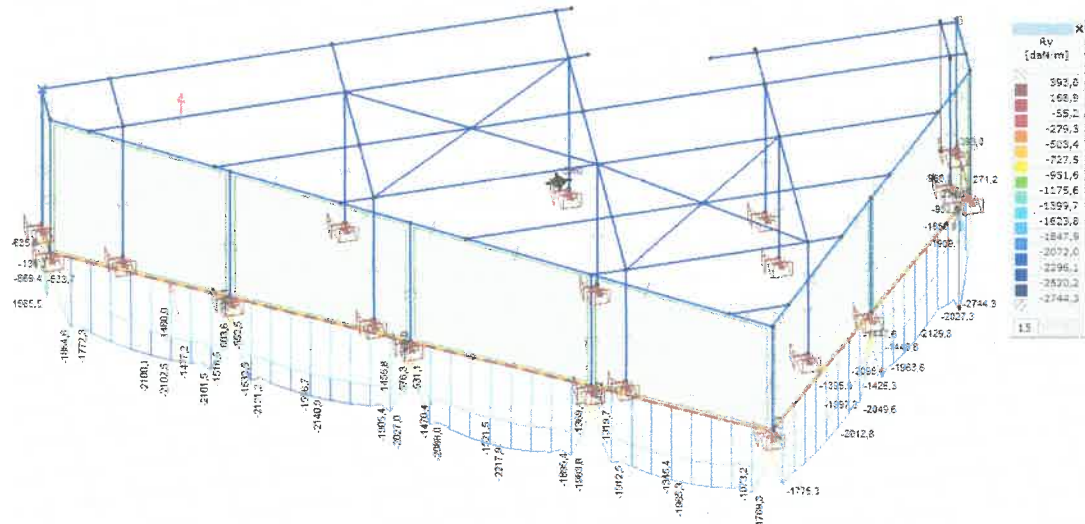
Rezeme laterale

Index	Pozitia [m]	Poz. rel. [-]	Exc. [cm]	R_y [daN/mm]	R_{xx} [daNm/rad]	R_{zz} [daNm/rad]	R_w [daNm ² /(1/m)]	Tip
1.	0	0	0	$1,13 \cdot 10^4$	$5,45 \cdot 10^4$	0	0	Element conectat (IPE 120: a=2,45 m; (4 EI/a=272 kNm; EA/a= alfa=90°; beta=0°)

2.	0	0	0	$6,94 \cdot 10^3$	$3,34 \cdot 10^4$	0	0	Element conectat (IPE 120: a=4,00 m; (ξ EI/a=167 kNm; EA/a= alfa=90°; beta=0°)
3.	1,483	1,000	0	0	$3,82 \cdot 10^5$	0	0	Element conectat (HE 200 A: a=4,07 m; EI/a=1908 kNm; EA/ ξ alfa=84°; beta=90°)
4.	1,483	1,000	0	$5,66 \cdot 10^3$	$2,72 \cdot 10^4$	0	0	Element conectat (IPE 120: a=4,90 m; (ξ EI/a=136 kNm; EA/a= alfa=90°; beta=0°)
5.	1,483	1,000	0	0	0	0	0	Element conectat (O 60.3 X 4.0: a=2,8 EI/a=21 kNm; EA/a= alfa=59°; beta=31°)
6.	1,483	1,000	0	$6,25 \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^5$	0	0	Element conectat (IPE 120: a=0,44 m; (ξ EI/a=1502 kNm; EA/ ξ alfa=85°; beta=6°)

**Grinda IPE200 îndeplinește condițiile de rezistență și stabilitate
conform breviarului de mai sus.**

D. Verificarea fundațiilor continue



$$R_y = 2744,3 \text{ daN/m} = 2,75 \text{ t/m}$$

$$p_{\text{maxim}} = 2,75 \text{ t/m} : 0,50 \text{ m} = 5,5 \text{ t/m}^2 = 0,55 \text{ daN/cm}^2$$

$$P_{\text{conv}} = 2 \text{ daN/cm}^2 \Rightarrow P_{\text{maxim}} \ll P_{\text{conv}}$$

E. Verificarea fundațiilor izolate

Dimensionare fundație izolată

Normativ: Eurocod [RO]

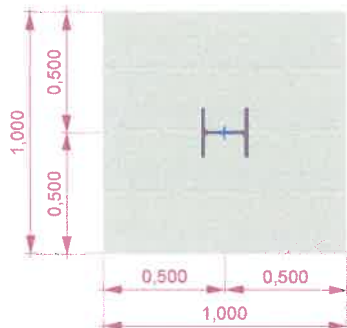
1. Parametri solului

Nume	Descriere	Nivelul superior z_i [m]	Grosime h_i [m]	Densitate ρ_s [kg/m ³]	Unghiul frecării φ [°]	Coeziune c [daN/m ²]	Modulul de compresiune al stratului de pamant E_s [daN/m ²]
KS7	Argila medie, plastica (e = 0,7)	0	4	2050	13,00	9250	550000

2. Fundație

2.1. Parametrii de proiectare a fundației

Geometrie:



Materiale

Beton: C16/20

$f_{ck} = 16 \text{ MPa}$

Densitate: $\rho_C = 2200 \text{ kg/m}^3$

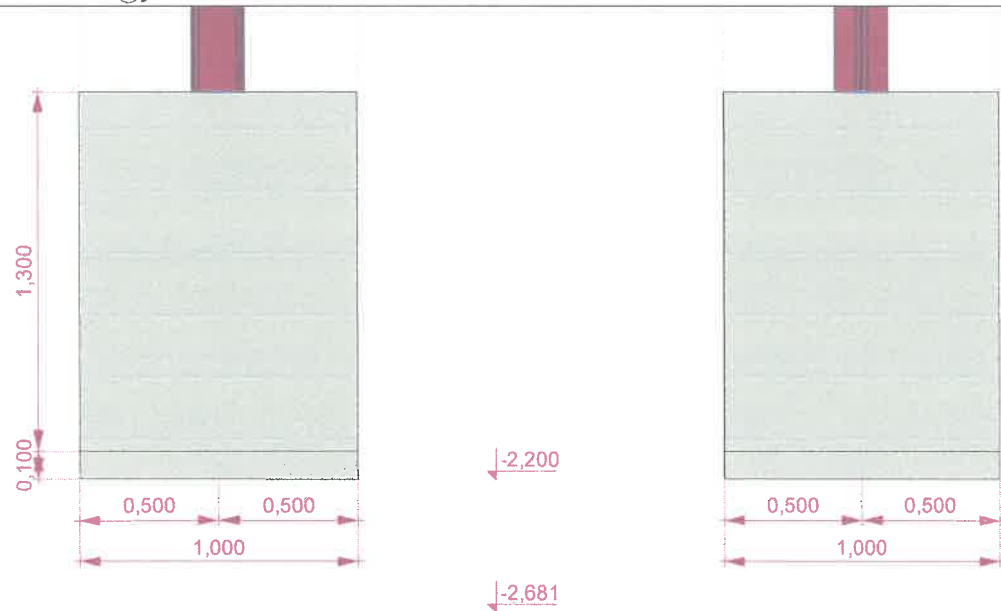
Beton armat:

Densitate: $\rho_{RC} = 2500 \text{ kg/m}^3$

Otel beton

Armare longitudinală: PC52 6...14

$f_{yk} = 355 \text{ MPa}$



Valoarea caracteristica a greutatii volumice a materialelor:

$$\text{Beton: } \gamma_{C,k} = \rho_C \cdot g \cdot 10^{-3} = 2200 \cdot 9,810 \cdot 10^{-3} = 21,582 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Beton armat: } \gamma_{RC,k} = \rho_{RC} \cdot g \cdot 10^{-3} = 2500 \cdot 9,810 \cdot 10^{-3} = 24,525 \text{ kN/m}^3$$

2.2. Adancimea de inglobare

$$D = 2,2 \text{ m}$$

2.3. Fundatie

Latimea fundatiei izolate: $B = 1 \text{ m}$

Lungimea fundatiei izolate: $L = 1 \text{ m}$

Grosimea placii $h = 1,3 \text{ m}$

Inclinarea bazei: $\alpha = 0^\circ$

Volumul fundatiei: $V_f = 1,3 \text{ m}^3$

Valoarea caracteristica a greutatii fundatiei: $G_{f,k} = V_f \cdot \gamma_{RC,k} = 1,3 \cdot 24,525 = 3188,3 \text{ daN } (\downarrow)$

2.4. Beton de egalizare

Grosimea betonului de egalizare: $h_b = 0,1 \text{ m}$

Greutatea caracteristica a betonului de egalizare: $G_{b,k} = B \cdot L \cdot h_b \cdot \gamma_{C,k} = 1 \cdot 1 \cdot 0,1 \cdot 21,582 = 215,82 \text{ daN } (\downarrow)$

2.5. Umplutura

Material: Nisip fin, afanat, uscat (ESL)

Densitatea umpluturii: $\rho_{bf} = 1500 \text{ kg/m}^3$

Greutatea volumica a umpluturii: $\gamma_{bf,k} = \rho_{bf} \cdot g \cdot 10^{-3} = 1500 \cdot 9,810 \cdot 10^{-3} = 14,715 \text{ kN/m}^3$

Volumul umpluturii: $V_{bf} = 0,7696 \text{ m}^3$

Valoarea caracteristica a greutatii umpluturii: $G_{bf,k} = V_{bf} \cdot \gamma_{bf,k} = 0,7696 \cdot 14,715 = 1132,5 \text{ daN } (\downarrow)$

3. Presiune de suprasolicitare

Valoarea caracteristica a presiunii de suprasolicitare la baza fundatiei:

$$q'_k = g \cdot \rho_s \cdot D \cdot 10^{-3} = 9,810 \cdot 2050 \cdot 2,2 \cdot 10^{-3} = 4424,3 \text{ daN/m}^2$$

4. Calculul rezistentei la terenului la rupere

Metoda de proiectare: 2: {A1 "+" M1 "+" R2} (De dimensionare)

SR EN 1997-1 Anexa A

Coeficienti de siguranta			
A1	Actiuni permanente, defavorabile	$\gamma_{G,unfav}$	1,35
	Actiuni permanente, favorabile	$\gamma_{G,fav}$	1
	Actiuni variabile, defavorabile	$\gamma_{Q,unfav}$	1,5
	Actiuni variabile, favorabile	$\gamma_{Q,fav}$	0
M1	Unghiul eficient de frecare	$\gamma_{\phi'}$	1
	Coeziune eficienta	$\gamma_{c'}$	1
	Rezistenta la forfecare nedrenata	γ_{cu}	1
	Rezistenta la compresiune unidirectionala	γ_{cu}	1
	Greutate volumica	$\gamma_{\gamma'}$	1
R2	Rezistenta la rupere	$\gamma_{R,v}$	1,4
	Rezistenta la lunecare	$\gamma_{R,h}$	1,1
	Impingerile pamantului	$\gamma_{R,e}$	1

4.1. Valoarea de dimensionare a parametrilor solului de sub fundatie

Densitatea stratului: $\rho_s = 2050 \text{ kg/m}^3$

Greutate volumica:

$$\gamma' = \rho_s \cdot g \cdot \gamma_{\gamma'} \cdot 10^{-3} = 2050 \cdot 9,810 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 20,11 \text{ kN/m}^3$$

Unghiul frecarii $\phi'_k = 13,00^\circ$

Unghiul eficient de frecare:

$$\phi' = \text{Arc tg} \frac{\tan \phi'_k}{\gamma_{\phi'}} = \text{Arc tg} \frac{\tan 13,00^\circ}{1} = 13,00^\circ$$

Coeziune: $c'_k = 9250 \text{ daN/m}^2$

$$\text{Coeziune eficienta: } c' = \frac{c'_k}{\gamma_{c'}} = \frac{9250}{1} = 9250 \text{ daN/m}^2$$

$$\text{Unghiul de frecare critic a rezistentei la frecare: } \varphi_{cv} = 14,00^\circ$$

4.2. Valorile de proiectare a incarcarilor pe talpa superioara a fundatiei - Reactiunile reazemelor nodale

Ipoteza: [1,35*0,85*gp+1,35*0,85*gac] {1,5*zapada} (A1(b))

Reazem: ReN 6

$$F_x = -205,93 \text{ daN}$$

$$F_y = -62,488 \text{ daN}$$

$$F_z = -2138,9 \text{ daN } (\downarrow)$$

$$M_x = 58,128 \text{ daNm}$$

$$M_y = -253,33 \text{ daNm}$$

$$V = -F_z = -(-2138,9) = 2138,9 \text{ daN } (\downarrow)$$

4.3. Vloarea de dimensionare a incarcarilor la baza fundatiei

$$H_{dx} = F_x = -205,93 \text{ daN}$$

$$H_{dy} = F_y = -62,488 \text{ daN}$$

$$H_d = \sqrt{H_{dx}^2 + H_{dy}^2} = \sqrt{(-205,93)^2 + (-62,488)^2} = 215,2 \text{ daN}$$

$$V_d = V + (G_{f,k} + G_{b,k} + G_{bf,k}) \cdot \gamma_{G,unfav} = 2138,9 + (3188,3 + 215,82 + 1132,5) \cdot 1,35 = 8263,2 \text{ daN } (\downarrow)$$

Excentricitatea incarcarii verticale (V_d) fata de centrul fundatiei

$$e_x = \frac{V \cdot e_{0x} + M_y + F_x \cdot (h_b + h) + (G_{f,k} \cdot e_{fx} + G_{bf,k} \cdot e_{bf,x}) \cdot \gamma_{G,unfav}}{V_d} =$$

$$= \frac{2138,9 \cdot 0 + (-253,33) + (-205,93) \cdot (0,1 + 1,3) + (3188,3 \cdot 0 + 1132,5 \cdot 0) \cdot 1,35}{8263,2} = -0,066 \text{ m}$$

$$e_y = \frac{V \cdot e_{0y} - M_x + F_y \cdot (h_b + h) + (G_{f,k} \cdot e_{fy} + G_{bf,k} \cdot e_{bf,y}) \cdot \gamma_{G,unfav}}{V_d} =$$

$$= \frac{2138,9 \cdot 0 - 58,128 + (-62,488) \cdot (0,1 + 1,3) + (3188,3 \cdot 0 + 1132,5 \cdot 0) \cdot 1,35}{8263,2} = -0,018 \text{ m}$$

Latimea eficienta a fundatiei:

$$B' = b_x - |e_x| \cdot 2 = 1 - |(-0,066)| \cdot 2 = 0,868 \text{ m}$$

Lungimea eficienta a fundatiei:

$$L' = b_y - |e_y| \cdot 2 = 1 - |(-0,018)| \cdot 2 = 0,964 \text{ m}$$

Aria eficienta a fundatiei:

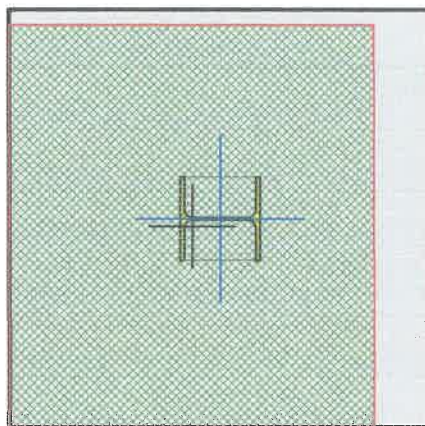
$$A' = B' \cdot L' = 0,868 \cdot 0,964 = 0,83675 \text{ m}^2$$

Impingerea pamantului:

$$q_{E,d} = \frac{V_d}{A'} = \frac{8263,2}{0,83675} = 9875,3 \text{ daN/m}^2$$

$$H_B = -205,93 \text{ daN}$$

$$H_L = -62,488 \text{ daN}$$



Valoare de dimensionare a împingerii efective a pamantului la baza fundatiei:

$$q' = \gamma_y \cdot q'_k = 1 \cdot 4424,3 = 4424,3 \text{ daN/m}^2$$

4.4. Conditii drenate

Factori nedimensionati pentru calcul [SR EN 1997-1 Anexa D D.4](#)

Factorii capacitatii terenului la rupere:

$$N_q = e^{\pi \cdot \tan \varphi'} \cdot \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi'}{2} \right) = e^{3,1416 \cdot \tan 13,00^\circ} \cdot \tan^2 \left(45^\circ + \frac{13,00^\circ}{2} \right) = 3,2642$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan \varphi' = 2 \cdot (3,2642 - 1) \cdot \tan 13,00^\circ = 1,0455$$

$$N_c = \frac{(N_q - 1)}{\tan \varphi'} = \frac{(3,2642 - 1)}{\tan 13,00^\circ} = 9,8075$$

Factori de forma a bazei fundatiei:

$$s_\gamma = 1 - 0,3 \cdot \frac{B'}{L'} = 1 - 0,3 \cdot \frac{0,868}{0,964} = 0,72988$$

$$s_q = 1 + \frac{B'}{L'} \cdot \sin \varphi' = 1 + \frac{0,868}{0,964} \cdot \sin 13,00^\circ = 1,2025$$

$$s_c = \frac{s_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1} = \frac{1,2025 \cdot 3,2642 - 1}{3,2642 - 1} = 1,292$$

Factori pentru inclinarea bazei:

$$\alpha = 0^\circ$$

$$b_\gamma = 1$$

$$b_q = b_\gamma = 1$$

$$b_c = 1$$

Factori pentru inclinarea incarcarii:

$$m_B = \frac{2 + \frac{B'}{L'}}{1 + \frac{B'}{L'}} = \frac{2 + \frac{0,868}{0,964}}{1 + \frac{0,868}{0,964}} = 1,5262 \quad m_L = \frac{2 + \frac{L'}{B'}}{1 + \frac{L'}{B'}} = \frac{2 + \frac{0,964}{0,868}}{1 + \frac{0,964}{0,868}} = 1,4738$$

$$m = m_B \cdot \left(\frac{H_B}{H}\right)^2 + m_L \cdot \left(\frac{H_L}{H}\right)^2 = 1,5262 \cdot \left(\frac{(-205,93)}{215,2}\right)^2 + 1,4738 \cdot \left(\frac{(-62,488)}{215,2}\right)^2 = 1,5218$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{H}{V_d + A' \cdot c' \cdot \cot \varphi'}\right)^{(m+1)} = \left(1 - \frac{215,2}{8263,2 + 0,83675 \cdot 9250 \cdot \cot 13,00^\circ}\right)^{(1,5218+1)} = 0,98706$$

$$i_q = \left(1 - \frac{H}{V_d + A' \cdot c' \cdot \cot \varphi'}\right)^m = \left(1 - \frac{215,2}{8263,2 + 0,83675 \cdot 9250 \cdot \cot 13,00^\circ}\right)^{1,5218} = 0,99217$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_c \cdot \tan \varphi'} = 0,99217 - \frac{1 - 0,99217}{9,8075 \cdot \tan 13,00^\circ} = 0,98872$$

Coeficienti		Coeziune c	Greutate proprie γ	Impingerea pamantului q
Factorii capacitatii terenului la rupere	N	9,8075	1,0455	3,2642
Factori de forma a bazei fundatiei	s	1,292	0,72988	1,2025
Factori pentru inclinarea bazei	b	1	1	1
Factori pentru inclinarea incarcarii	i	0,98872	0,98706	0,99217

Rezistenta la rupere:

$$R_{d,V} = \frac{c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot b_c \cdot i_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot b_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma}{\gamma_{R,v}} \cdot A' =$$

$$= \frac{9250 \cdot 9,8075 \cdot 1,292 \cdot 1 \cdot 0,98872 + 4424,3 \cdot 3,2642 \cdot 1,2025 \cdot 1 \cdot 0,99217 + 0,5 \cdot 20,11 \cdot 0,868 \cdot 1,0455 \cdot 1 \cdot 0,72988 \cdot 0,98706}{1,4} \cdot 0,836$$

$$= 79955 \text{ daN}$$

Eficienta terenului la rupere:

$$\Lambda_{R,v} = \frac{V_d}{R_{d,V}} = \frac{8263,2}{79955} = 0,103 < \Lambda_{R,v,lim} = 1,000 \text{ se verifica}$$

5. Verificarea excentricitatii

Factorul limitei de excentricitate: $\gamma_{ecc,lim} = 0,33$

F_x F_y [daN]	F_z [daN]	M_x M_y [daNm]	V_d [daN]	e_x e_y [m]	γ_{ecc}	✓ x	Ipoteza
-159,9 -44,438	-619,37 (↓)	65,362 -293,69	5155,9 (↓)	-0,1 -0,025	0,10308	✓	[gp+gac] {±SM1} (0,4*zapada)

Unde:

$$V_d = -F_z + (G_{fk} + G_{b,k} + G_{bf,k}) \cdot \gamma_{G,unfav}$$

$$\gamma_{ecc} = \sqrt{\left(\frac{e_x}{b_x}\right)^2 + \left(\frac{e_y}{b_y}\right)^2}$$

Valorile excentricităților iau în considerare momentele suplimentare de la bază

Undatăci din încărcările orizontale

$\gamma_{G,unfav}$: Coeficient parțial pentru greutatea proprie a fundației

Excentricitatea critică

5.1. Valorile de proiectare a încărcărilor pe talpa superioară a fundației - Reacțiunile reazemelor nodale

Ipoteza: [gp+gac] {±SM1} (0,4*zapada) (SLU (seismic))

Reazem: ReN 6

$$F_x = -159,9 \text{ daN}$$

$$F_y = -44,438 \text{ daN}$$

$$F_z = -619,37 \text{ daN (↓)}$$

$$M_x = 65,362 \text{ daNm}$$

$$M_y = -293,69 \text{ daNm}$$

$$V = -F_z = -(-619,37) = 619,37 \text{ daN (↓)}$$

5.2. Vloarea de dimensionare a încărcărilor la baza fundației

$$H_{dx} = F_x = -159,9 \text{ daN} \quad H_{dy} = F_y = -44,438 \text{ daN}$$

$$H_d = \sqrt{H_{dx}^2 + H_{dy}^2} = \sqrt{(-159,9)^2 + (-44,438)^2} = 165,96 \text{ daN}$$

$$V_d = V + (G_{fk} + G_{b,k} + G_{bf,k}) \cdot \gamma_{G,fav} = 619,37 + (3188,3 + 215,82 + 1132,5) \cdot 1 = 5155,9 \text{ daN (↓)}$$

Excentricitatea încărcării verticale (V_d) față de centrul fundației

$$e_x = \frac{V \cdot e_{0x} + M_y + F_x \cdot (h_b + h) + (G_{fk} \cdot e_{fx} + G_{bf,k} \cdot e_{bf,x}) \cdot \gamma_{G,fav}}{V_d} =$$

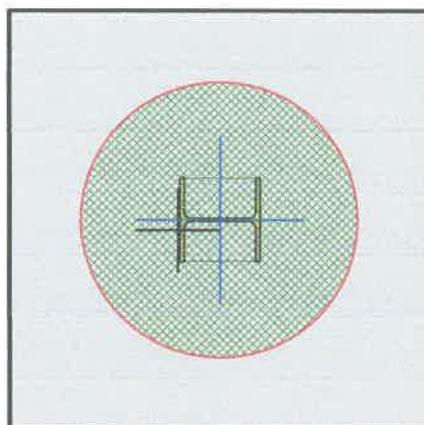
$$= \frac{619,37 \cdot 0 + (-293,69) + (-159,9) \cdot (0,1 + 1,3) + (3188,3 \cdot 0 + 1132,5 \cdot 0) \cdot 1}{5155,9} = -0,1 \text{ m} \quad e_y =$$

$$= \frac{V \cdot e_{0y} - M_x + F_y \cdot (h_b + h) + (G_{fk} \cdot e_{fy} + G_{bfk} \cdot e_{bfy}) \cdot \gamma_{Gfav}}{V_d} =$$

$$= \frac{619,37 \cdot 0 - 65,362 + (-44,438) \cdot (0,1 + 1,3) + (3188,3 \cdot 0 + 1132,5 \cdot 0) \cdot 1}{5155,9} = -0,025 \text{ m}$$

Raportul excentricității față de dimensiunile fundației:

$$\gamma_{ecc,max} = \sqrt{\left(\frac{e_x}{b_x}\right)^2 + \left(\frac{e_y}{b_y}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{(-0,1)}{1}\right)^2 + \left(\frac{(-0,025)}{1}\right)^2} = 0,10308 < \gamma_{ecc,lim} = 0,33 \text{ se verifica}$$



6. Verificarea stabilității

$$\gamma_{G,dst} = 1,1$$

$$\gamma_{G,stb} = 0,9$$

Valoarea de proiectare a greutății fundației: $G_{f,d} = G_{fk} \cdot \gamma_{G,stb} = 3188,3 \cdot 0,9 = 2869,4 \text{ daN } (\downarrow)$

Greutatea de proiectare a betonului de egalizare: $G_{b,d} = G_{bk} \cdot \gamma_{G,stb} = 215,82 \cdot 0,9 = 194,24 \text{ daN } (\downarrow)$

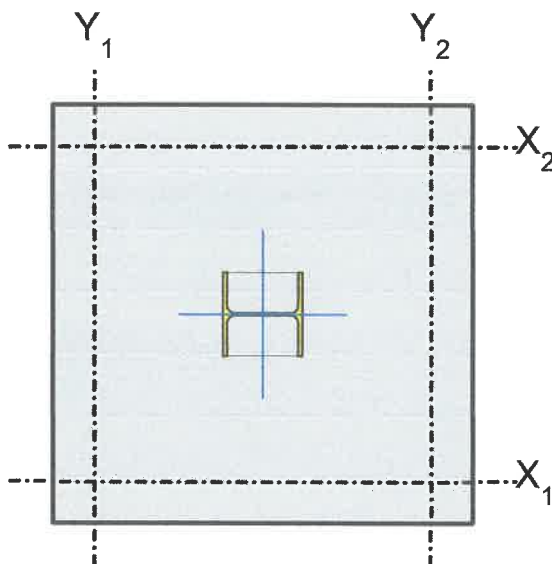
Valoarea caracteristică a greutății umpluturii: $G_{bf,d} = G_{bfk} \cdot \gamma_{G,stb} = 1132,5 \cdot 0,9 = 1019,2 \text{ daN } (\downarrow)$

Raportul distanței dintre axul rasturnării și muchia fundației față de dimensiunile fundației: $\gamma_w = 0,1$

Distanța dintre axul rasturnării și centrul fundației

$$e_{EQUx} = b_x \cdot \left(\frac{1}{2} - \gamma_w\right) = 1 \cdot \left(\frac{1}{2} - 0,1\right) = 0,4 \text{ m}$$

$$e_{EQUy} = b_y \cdot \left(\frac{1}{2} - \gamma_w\right) = 1 \cdot \left(\frac{1}{2} - 0,1\right) = 0,4 \text{ m}$$



6.1. Verificarea rotirii in jurul axului x_1

Ipoteza: $[1,1 \cdot g_p + 1,1 \cdot g_{ac}] \{1,5 \cdot z_{apada}\}$ (EQU)

Valorile de proiectare a incarcarilor pe talpa superioara a fundatiei - Reactiunile reazemelor nodale

$$F_x = -204,79 \text{ daN}$$

$$F_y = -62,058 \text{ daN}$$

$$F_z = -2115,9 \text{ daN } (\downarrow)$$

$$M_x = 57,733 \text{ daNm}$$

$$M_y = -251,94 \text{ daNm}$$

$$V = -F_z = -(-2115,9) = 435,19 \text{ daN } (\downarrow)$$

Moment stabilizator

$$\begin{aligned} M_{x1,stab} &= V \cdot e_{EQUy} + G_{fd} \cdot e_{EQUy} + G_{bd} \cdot e_{EQUy} + G_{bf,d} \cdot e_{EQUy} = \\ &= 435,19 \cdot (-0,4) + 2869,4 \cdot (-0,4) + 194,24 \cdot (-0,4) + 1019,2 \cdot (-0,4) = -1807,2 \text{ daNm} \end{aligned}$$

Moment destabilizator

$$M_{x1,dst} = M_x - F_y \cdot (h + h_b) = 57,733 - (-62,058) \cdot (1,3 + 0,1) = 144,61 \text{ daNm}$$

Factorul eficientei la stabilitate

$$\Lambda_{EQU,x1} = \left| \frac{M_{x1,dst}}{M_{x1,stab}} \right| = \left| \frac{144,61}{(-1807,2)} \right| = 0,08002 \leq \Lambda_{EQU,lim} = 1,000 \quad \text{se verifica!}$$

6.2. Verificarea rotirii in jurul axului x_2

Ipoteza: $[1,1*gp+1,1*gac]$ $\{1,5*zapada\}$ (EQU)

Valorile de proiectare a incarcărilor pe talpa superioară a fundației - Reacțiunile reazemelor nodale

$$F_x = -204,79 \text{ daN}$$

$$F_y = -62,058 \text{ daN}$$

$$F_z = -2115,9 \text{ daN } (\downarrow)$$

$$M_x = 57,733 \text{ daNm}$$

$$M_y = -251,94 \text{ daNm}$$

$$V = -F_z = -(-2115,9) = 435,19 \text{ daN } (\downarrow)$$

Moment stabilizator

$$M_{x2,stab} = M_x - F_y \cdot (h + h_b) + V \cdot e_{EQUy} + G_{fd} \cdot e_{EQUy} + G_{bd} \cdot e_{EQUy} + G_{bfd} \cdot e_{EQUy} =$$

$$= 57,733 - (-62,058) \cdot (1,3 + 0,1) + 435,19 \cdot 0,4 + 2869,4 \cdot 0,4 + 194,24 \cdot 0,4 + 1019,2 \cdot 0,4 = 1951,8 \text{ daNm}$$

Moment destabilizator

$$M_{x2,dst} = 0 \text{ daNm}$$

Factorul eficienței la stabilitate

$$\Lambda_{EQU,x2} = \left| \frac{M_{x2,dst}}{M_{x2,stab}} \right| = \left| \frac{0}{1951,8} \right| = 0 \leq \Lambda_{EQU,lim} = 1,000 \quad \text{se verifica!}$$

6.3. Verificarea rotirii în jurul axului y_1

Ipoteza: $[1,1*gp+1,1*gac]$ $\{1,5*zapada\}$ (EQU)

Valorile de proiectare a incarcărilor pe talpa superioară a fundației - Reacțiunile reazemelor nodale

$$F_x = -204,79 \text{ daN}$$

$$F_y = -62,058 \text{ daN}$$

$$F_z = -2115,9 \text{ daN } (\downarrow)$$

$$M_x = 57,733 \text{ daNm}$$

$$M_y = -251,94 \text{ daNm}$$

$$V = -F_z = -(-2115,9) = 435,19 \text{ daN } (\downarrow)$$

Moment stabilizator

$$M_{y1,stab} = -(V \cdot e_{EQUx}) - (G_{fd} \cdot e_{EQUx}) - (G_{bd} \cdot e_{EQUx}) - (G_{bfd} \cdot e_{EQUx}) =$$

$$= -(435,19 \cdot (-0,4)) - (2869,4 \cdot (-0,4)) - (194,24 \cdot (-0,4)) - (1019,2 \cdot (-0,4)) = 1807,2 \text{ daNm}$$

Moment destabilizator

$$M_{y1,dst} = M_y + F_x \cdot (h + h_b) = (-251,94) + (-204,79) \cdot (1,3 + 0,1) = -538,65 \text{ daNm}$$

Factorul eficienței la stabilitate

$$\Lambda_{EQU,y1} = \left| \frac{M_{y1,dst}}{M_{y1,stab}} \right| = \left| \frac{(-538,65)}{1807,2} \right| = 0,29805 \leq \Lambda_{EQU,lim} = 1,000 \quad \text{se verifica!}$$

6.4. Verificarea rotirii în jurul axului y_2

Ipoteza: $\{1,1 \cdot g_p + 1,1 \cdot g_{ac}\} \{1,5 \cdot z_{apada}\}$ (EQU)

Valorile de proiectare a incarcarilor pe talpa superioara a fundatiei - Reactiunile reazemelor nodale

$$F_x = -204,79 \text{ daN}$$

$$F_y = -62,058 \text{ daN}$$

$$F_z = -2115,9 \text{ daN} (\downarrow)$$

$$M_x = 57,733 \text{ daNm}$$

$$M_y = -251,94 \text{ daNm}$$

$$V = -F_z = -(-2115,9) = 435,19 \text{ daN} (\downarrow)$$

Moment stabilizator

$$M_{y2,stab} = M_y + F_x \cdot (h + h_b) - (V \cdot e_{EQUx}) - (G_{fd} \cdot e_{EQUx}) - (G_{bd} \cdot e_{EQUx}) - (G_{bfd} \cdot e_{EQUx}) =$$

$$= (-251,94) + (-204,79) \cdot (1,3 + 0,1) - (435,19 \cdot 0,4) - (2869,4 \cdot 0,4) - (194,24 \cdot 0,4) - (1019,2 \cdot 0,4) = -2345,9 \text{ daNm}$$

Moment destabilizator

$$M_{y2,dst} = 0 \text{ daNm}$$

Factorul eficientei la stabilitate

$$\Lambda_{EQU,y2} = \left| \frac{M_{y2,dst}}{M_{y2,stab}} \right| = \left| \frac{0}{(-2345,9)} \right| = 0 \leq \Lambda_{EQU,lim} = 1,000 \text{ se verifica!}$$

Factorul eficientei la stabilitate

$$\Lambda_{EQU,max} = 0,298 \leq \Lambda_{EQU,lim} = 1,000 \text{ se verifica!}$$

7. Calculul lunecarii

7.1. Alunecarea fundatiei pe teren

Metoda de proiectare: 1 Combinatia 2: {A2 "+" M2 "+" R1} (De dimensionare)

SR EN 1997-1 Anexa A

Coeficienti de siguranta			
A2	Actiuni permanente, defavorabile	$\gamma_{G,unfav}$	1
	Actiuni permanente, favorabile	$\gamma_{G,fav}$	1
	Actiuni variabile, defavorabile	$\gamma_{Q,unfav}$	1,3
	Actiuni variabile, favorabile	$\gamma_{Q,fav}$	0

M2	Unghiul eficient de frecare	$\gamma_{\varphi'}$	1,25
	Coeziune eficienta	$\gamma_{c'}$	1,25
	Rezistentă la forfecare nedrenată	γ_{cu}	1,4
	Rezistentă la compresiune unidirecțională	γ_{cu}	1,4
	Greutate volumică	$\gamma_{\gamma'}$	1
R1	Rezistentă la rupere	$\gamma_{R,v}$	1
	Rezistentă la alunecare	$\gamma_{R,h}$	1
	Impingerile pamantului	$\gamma_{R,e}$	1

7.1.1. Valoarea de dimensionare a parametrilor solului de sub fundație

Densitatea stratului: $\rho_s = 2050 \text{ kg/m}^3$

Greutate volumică:

$$\gamma' = \rho_s \cdot g \cdot \gamma_{\gamma'} \cdot 10^{-3} = 2050 \cdot 9,810 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 20,11 \text{ kN/m}^3$$

Unghiul frecării $\varphi'_k = 13,00^\circ$

Unghiul eficient de frecare:

$$\varphi' = \text{Arc tg} \frac{\tan \varphi'_k}{\gamma_{\varphi'}} = \text{Arc tg} \frac{\tan 13,00^\circ}{1,25} = 10,46^\circ$$

Coeziune: $c'_k = 9250 \text{ daN/m}^2$

Coeziune eficientă: $c' = \frac{c'_k}{\gamma_{c'}} = \frac{9250}{1,25} = 7400 \text{ daN/m}^2$

Unghiul de frecare critic a rezistenței la frecare: $\varphi_{cv} = 14,00^\circ$

7.1.2. Valorile de proiectare a încărcărilor pe talpa superioară a fundației - Reacțiunile reazemelor nodale

Ipoteza: [gp+gac] {1,3*zapada} (A2(a,b))

Reazem: ReN 6

$$F_x = -178,6 \text{ daN}$$

$$F_y = -54,206 \text{ daN}$$

$$F_z = -1856,4 \text{ daN} (\downarrow)$$

$$M_x = 50,423 \text{ daNm}$$

$$M_y = -219,71 \text{ daNm}$$

$$V = -F_z = -(-1856,4) = 1856,4 \text{ daN} (\downarrow)$$

7.1.3. Vloarea de dimensionare a încărcărilor la baza fundației

$$H_{dx} = F_x = -178,6 \text{ daN} \quad H_{dy} = F_y = -54,206 \text{ daN}$$

$$H_d = \sqrt{H_{dx}^2 + H_{dy}^2} = \sqrt{(-178,6)^2 + (-54,206)^2} = 186,65 \text{ daN}$$

$$V_d = V + (G_{f,k} + G_{b,k} + G_{bf,k}) \cdot \gamma_{G,unfav} = 1856,4 + (3188,3 + 215,82 + 1132,5) \cdot 1 = 6392,9 \text{ daN (↓)}$$

7.1.4. Rezistența la lunecare drenată

$$\delta_k = \varphi_{cv} = 14,00^\circ$$

Valoarea de dimensionare a unghiului de frecare dintre structura și teren:

$$\delta_d = \text{Arc tg} \left(\frac{\text{tg } \delta_k}{\gamma_{\varphi'}} \right) = \text{Arc tg} \left(\frac{\text{tg } 14,00^\circ}{1,25} \right) = 11,20^\circ$$

Rezistența la lunecare: SR EN 1997-1 6.3.3 (8)P (6.3a)

$$R_{d,Hs} = V_d \cdot \text{tg } \delta_d = 6392,9 \cdot \text{tg } 11,20^\circ = 1265,8 \text{ daN}$$

$$\text{Eficiența la lunecare: } \Lambda_{R,h,s} = \left| \frac{H_d}{R_{d,Hs}} \right| = \left| \frac{186,65}{1265,8} \right| = 0,147 \leq \Lambda_{R,h,s,lim} = 1,000 \quad \text{se verifică!}$$

7.2. Lunecarea fundației pe betonul de egalizare

Metoda de proiectare: 1 Combinația 1: {A1 "+" M1 "+" R1} (De dimensionare)

SR EN 1997-1 Anexa A

Coeficienți de siguranță			
A1	Acțiuni permanente, defavorabile	$\gamma_{G,unfav}$	1,35
	Acțiuni permanente, favorabile	$\gamma_{G,fav}$	1
	Acțiuni variabile, defavorabile	$\gamma_{Q,unfav}$	1,5
	Acțiuni variabile, favorabile	$\gamma_{Q,fav}$	0
M1	Unghiul eficient de frecare	$\gamma_{\varphi'}$	1
	Coeziune eficientă	$\gamma_{c'}$	1
	Rezistența la forfecare nedrenată	γ_{cu}	1
	Rezistența la compresiune unidirecțională	γ_{cu}	1
	Greutate volumică	$\gamma_{\gamma'}$	1
R1	Rezistența la rupere	$\gamma_{R,v}$	1
	Rezistența la lunecare	$\gamma_{R,h}$	1
	Impingerile pământului	$\gamma_{R,e}$	1

7.2.1. Valorile de proiectare a încărcărilor pe talpa superioară a fundației - Reacțiunile reazemelor nodale

Ipoteza: $[1,35 \cdot 0,85 \cdot g_p + 1,35 \cdot 0,85 \cdot g_{ac}] \{1,5 \cdot z_{apada}\}$ (A1(b))

Reazem: ReN 6

$$F_x = -205,93 \text{ daN}$$

$$F_y = -62,488 \text{ daN}$$

$$F_z = -2138,9 \text{ daN } (\downarrow)$$

$$M_x = 58,128 \text{ daNm}$$

$$M_y = -253,33 \text{ daNm}$$

$$V = -F_z = -(-2138,9) = 2138,9 \text{ daN } (\downarrow)$$

7.2.2. Valoarea de dimensionare a incarcarilor de pe betonul de egalizare

$$H_{dx} = F_x = -205,93 \text{ daN} \quad H_{dy} = F_y = -62,488 \text{ daN}$$

$$H_d = \sqrt{H_{dx}^2 + H_{dy}^2} = \sqrt{(-205,93)^2 + (-62,488)^2} = 215,2 \text{ daN}$$

$$V_d = V + (G_{fk} + G_{b,fk}) \cdot \gamma_{G,fav} = 2138,9 + (3188,3 + 1132,5) \cdot 1 = 6459,6 \text{ daN } (\downarrow)$$

Coeficient de frecare dintre fundatie si beton de egalizare: $\mu_{cc} = 0,7$

Coeficient partial pentru frecare intre elemente: $\gamma_\mu = 1$

Rezistenta la lunecare:

$$R_{d,Hb} = V_d \cdot \frac{\mu_{cc}}{\gamma_\mu} = 6459,6 \cdot \frac{0,7}{1} = 4521,7 \text{ daN}$$

$$\text{Eficienta la lunecare: } \Lambda_{R,h,b} = \left| \frac{H_d}{R_{d,Hb}} \right| = \left| \frac{215,2}{4521,7} \right| = 0,048 \leq \Lambda_{R,h,b,lim} = 1,000 \quad \text{se verifica!}$$

8. Verificarea structurala a fundatiei

8.1. Dimensionarea armaturii

$$d_{hx} = h - u_{B,x} = 1,3 - 0,035 = 1,265 \text{ m} \quad d_{hy} = h - u_{B,y} = 1,3 - 0,045 = 1,255 \text{ m}$$

Armare longitudinala

	X	Y
Superior	$\varnothing 10 \text{ mm } (A_\varnothing = 7,85398 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2)$	$\varnothing 10 \text{ mm } (A_\varnothing = 7,85398 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2)$
Inferior	$\varnothing 10 \text{ mm } (A_\varnothing = 7,85398 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2)$	$\varnothing 10 \text{ mm } (A_\varnothing = 7,85398 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2)$

8.2. Dimensionarea armaturii la moment incovoietor

Factor ce defineste inaltimea efectiva a zonei comprimate:

$$\lambda = 0,8 \quad \text{SR EN 1992-1-1 (3.19.)}$$

Factor ce definește rezistența efectivă:

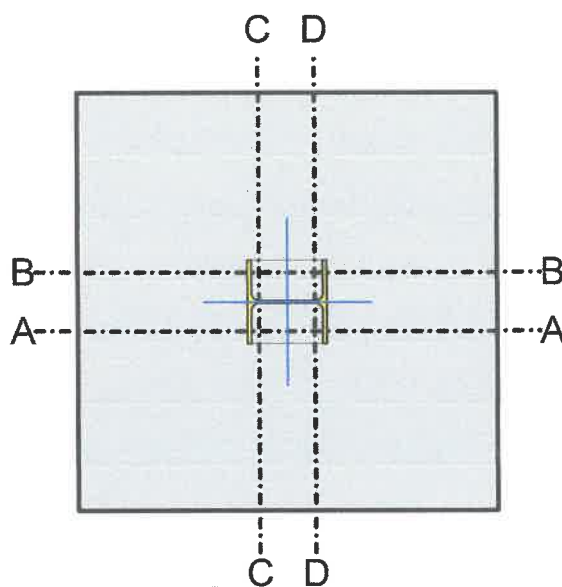
$$\eta = 1 \quad \text{SR EN 1992-1-1 (3.21.)}$$

$$\varepsilon_{c1} = 0,0018748$$

Deformarea ultimă de compresiune a betonului:

$$\varepsilon_{cu3} = 0,0035 \quad \text{SR EN 1992-1-1 3.1.7. (2)}$$

Valoarea de proiectare a modului de elasticitate a oțelului de armatură: $E_s = 200 \text{ GPa} = 2 \cdot 10^{10} \text{ daN/m}^2$



Momente în secțiunile verificate:

	Secțiunea verificată	m_d [daNm/m]	Ipoteza
1.	A-A	346,8	[1,35*0,85*gp+1,35*0,85*gac] {1,5*zapada}
2.	B-B	286,46	[1,35*0,85*gp+1,35*0,85*gac] {1,5*zapada}
3.	C-C	352,47	[1,35*0,85*gp+1,35*0,85*gac] {1,5*zapada}
4.	D-D	167,74	[1,35*0,85*gp+1,35*0,85*gac] {1,5*zapada}

Situația proiectării: Persistent și temporar

Coeficientul parțial al betonului: $\gamma_c = 1,5$

Coeficientul parțial al armăturii: $\gamma_s = 1,15$

Coeficientul care ține cont de efectele pe termen lung asupra rezistenței la compresiune și a efectelor nefavorabile, rezultate din modul de aplicare a încărcării:

$$\alpha_{cc} = 1$$

Valoarea de dimensionare a rezistenței la compresiune a betonului:

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 1 \cdot \frac{16}{1,5} = 10,667 \text{ MPa} = 1066667 \text{ daN/m}^2 \quad \text{SR EN 1992-1-1 3.1.6. (1) (13)}$$

Valoarea de dimensionare a rezistenței efective la compresiune a betonului:

$$f_{cd,eff} = \eta \cdot f_{cd} = 1 \cdot 1066667 = 1066667 \text{ daN/m}^2 \quad \text{SR EN 1992-1-1 3.1.7. (3)}$$

Valoarea de dimensionare a rezistenței la curgere a armaturii:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{355}{1,15} = 308,7 \approx 309 \text{ MPa} = 3,09 \cdot 10^7 \text{ daN/m}^2 \quad \text{SR EN 1992-1-1 3.2.7. (2) (13)}$$

$$\xi_0 = \frac{\varepsilon_{cu1}}{\varepsilon_{cu1} + \frac{f_{yd}}{E_s}} \cdot \lambda = \frac{0,0035}{0,0035 + \frac{3,09 \cdot 10^7}{2 \cdot 10^{10}}} \cdot 0,8 = 0,555$$

8.2.1. Dimensionarea armaturii longitudinale pentru momentul incovoietor M_y

8.2.1.1. Verificare la muchia elementului susținut - Secțiunea C-C și D-D

Armatura întinsă pe direcția x

$$m_d = \text{Max}(m_{dC-C}; m_{dD-D}) = \text{Max}(352,47; 167,74) = 352,47 \text{ daNm/m}$$

$$m_d = 352,47 \text{ daNm/m}$$

$$d = h - u_{Bx} = 1,3 - 0,035 = 1,265 \text{ m}$$

$$d_2 = u_{Tx} = 0,035 \text{ m}$$

$$x_{c0} = \xi_0 \cdot d = 0,555 \cdot 1,265 = 0,70208 \text{ m}$$

$$x_c = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot m_d}{f_{cd,eff}}} = 1,265 - \sqrt{1,265^2 - \frac{2 \cdot 352,47}{1066667}} = 0,00026125 \text{ m} \leq x_{c0} = 0,70208 \text{ m}$$

Aria armaturii întinse:

Aria minimă de armatura longitudinală pentru tensiune:

$$a_{s,min} = \text{Max}\left(0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot d = 0,26 \cdot \frac{1,9049}{355} \cdot 1,265 = 0,0017648; 0,0013 \cdot d = 0,0013 \cdot 1,265 = 0,0016445\right) = 0,0017648 \text{ m}^2/\text{m} \quad \text{SR EN 1992-1-1 9.2.2.1. (1) (13)}$$

$$a_{s,1} = \frac{x_c \cdot f_{cd,eff}}{f_{yd}} = \frac{0,00026125 \cdot 1066667}{3,09 \cdot 10^7} = 9,01819 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{m} < a_{s,min} = 0,0017648 \text{ m}^2/\text{m} \rightarrow a_{s,1} = a_{s,min} = 0,0017648 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$s_{max,slabs} = \text{Min}(2 \cdot h = 2 \cdot 1,3 = 2,6; 0,25) = 0,25 \text{ m} \quad \text{SR EN 1992-1-1 9.3.1.1 (3)}$$

$$s = \frac{A_\varnothing}{a_{s,1}} = \frac{7,85398 \cdot 10^{-5}}{0,0017648} = 0,044503 \text{ m} < s_{max,slabs} = 0,25 \text{ m} \quad \checkmark$$

Armare longitudinală:

$$a_{s,prov} = \frac{A_{\varnothing}}{s} = \frac{7,85398 \cdot 10^{-5}}{0,044503} = 0,0017648 \text{ m}^2/\text{m} = 1765 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (\varnothing 10 \text{ mm}/45 \text{ mm})$$

8.2.2. Dimensionarea armaturii longitudinale pentru momentul incovoietor M_x

8.2.2.1. Verificare la muchia elementului susținut - Secțiunea A-A și B-B

Armatura întinsă pe direcția y

$$m_d = \text{Max}(m_{dA-A} ; m_{dB-B}) = \text{Max}(346,8 ; 286,46) = 346,8 \text{ daNm/m}$$

$$m_d = 346,8 \text{ daNm/m}$$

$$d = h - u_{By} = 1,3 - 0,045 = 1,255 \text{ m}$$

$$d_2 = u_{Ty} = 0,045 \text{ m}$$

$$x_{c0} = \xi_0 \cdot d = 0,555 \cdot 1,255 = 0,69653 \text{ m}$$

$$x_c = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot m_d}{f_{cd,eff}}} = 1,255 - \sqrt{1,255^2 - \frac{2 \cdot 346,8}{1066667}} = 0,00025909 \text{ m} \leq x_{c0} = 0,69653 \text{ m}$$

Aria armaturii întinse:

Aria minimă de armatura longitudinală pentru tensiune:

$$a_{s,min} = \text{Max}\left(0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot d = 0,26 \cdot \frac{1,9049}{355} \cdot 1,255 = 0,0017509 ; 0,0013 \cdot d = 0,0013 \cdot 1,255 = 0,0016315\right) =$$

$$= 0,0017509 \text{ m}^2/\text{m} \quad \text{SR EN 1992-1-1 9.2.2.1 (1) (9.1N)}$$

$$a_{s,1} = \frac{x_c \cdot f_{cd,eff}}{f_{yd}} = \frac{0,00025909 \cdot 1066667}{3,09 \cdot 10^7} = 8,94386 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{m} < a_{s,min} = 0,0017509 \text{ m}^2/\text{m} \rightarrow a_{s,1} = a_{s,min} =$$

$$= 0,0017509 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$s_{max,slabs} = \text{Min}(2 \cdot h = 2 \cdot 1,3 = 2,6 ; 0,25) = 0,25 \text{ m} \quad \text{SR EN 1992-1-1 9.2.2.1 (2)}$$

$$s = \frac{A_{\varnothing}}{a_{s,1}} = \frac{7,85398 \cdot 10^{-5}}{0,0017509} = 0,044857 \text{ m} < s_{max,slabs} = 0,25 \text{ m} \quad \checkmark$$

Armare longitudinală:

$$a_{s,prov} = \frac{A_{\varnothing}}{s} = \frac{7,85398 \cdot 10^{-5}}{0,044857} = 1751 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (\varnothing 10 \text{ mm}/45 \text{ mm})$$

9.2. Valorile de proiectare a incarcarilor pe talpa superioara a fundatiei - Reactiunile reazemelor nodale

Ipoteza: [gp+gac] {zapada} (SLS Characteristic)

Reazem: ReN 6

$$F_x = -142,92 \text{ daN}$$

$$F_y = -43,787 \text{ daN}$$

$$F_z = -1539,5 \text{ daN} (\downarrow)$$

$$M_x = 40,703 \text{ daNm}$$

$$M_y = -175,76 \text{ daNm}$$

$$V = -F_z = -(-1539,5) = 1539,5 \text{ daN} (\downarrow)$$

9.3. Vloarea de dimensionare a incarcarilor la baza fundatiei

$$H_{dx} = F_x = -142,92 \text{ daN} \quad H_{dy} = F_y = -43,787 \text{ daN}$$

$$H_d = \sqrt{H_{dx}^2 + H_{dy}^2} = \sqrt{(-142,92)^2 + (-43,787)^2} = 149,47 \text{ daN}$$

$$V_d = V + (G_{fk} + G_{bk} + G_{bfk}) \cdot \gamma_{G,unfav} = 1539,5 + (3188,3 + 215,82 + 1132,5) \cdot 1 = 6076,1 \text{ daN} (\downarrow)$$

Excentricitatea incararii verticale (V_d) fata de centrul fundatiei

$$e_x = \frac{V \cdot e_{0x} + M_y + F_x \cdot (h_b + h) + (G_{fk} \cdot e_{fx} + G_{bfk} \cdot e_{bfk}) \cdot \gamma_{G,unfav}}{V_d} =$$

$$= \frac{1539,5 \cdot 0 + (-175,76) + (-142,92) \cdot (0,1 + 1,3) + (3188,3 \cdot 0 + 1132,5 \cdot 0) \cdot 1}{6076,1} = -0,062 \text{ m} \quad e_y =$$

$$= \frac{V \cdot e_{0y} - M_x + F_y \cdot (h_b + h) + (G_{fk} \cdot e_{fy} + G_{bfk} \cdot e_{bfy}) \cdot \gamma_{G,unfav}}{V_d} =$$

$$= \frac{1539,5 \cdot 0 - 40,703 + (-43,787) \cdot (0,1 + 1,3) + (3188,3 \cdot 0 + 1132,5 \cdot 0) \cdot 1}{6076,1} = -0,017 \text{ m}$$

Latimea eficienta a fundatiei:

$$B' = b_x - |e_x| \cdot 2 = 1 - |(-0,062)| \cdot 2 = 0,876 \text{ m}$$

Lungimea eficienta a fundatiei:

$$L' = b_y - |e_y| \cdot 2 = 1 - |(-0,017)| \cdot 2 = 0,966 \text{ m}$$

Aria eficienta a fundatiei:

$$A' = B' \cdot L' = 0,876 \cdot 0,966 = 0,84622 \text{ m}^2$$

Impingerea pamantului:

$$q_{Ed} = \frac{V_d}{A'} = \frac{6076,1}{0,84622} = 7180,3 \text{ daN/m}^2$$

$$H_B = -142,92 \text{ daN}$$

$$H_L = -43,787 \text{ daN}$$

Efortul normal sub coltul suprafetei de incarcare la adancimea z este:

$$\sigma_z = \frac{p}{2 \cdot \pi} \cdot \left[\text{Arc tg} \left(\frac{b}{z} \cdot \frac{a \cdot (a^2 + b^2) - 2 \cdot a \cdot z \cdot (r - z)}{z \cdot (a^2 + b^2) \cdot (r - z) - z \cdot (r - z)^2} \right) \right] + \left[\frac{b \cdot z}{b^2 + z^2} \cdot \frac{a \cdot (r^2 + z^2)}{(a^2 + z^2) \cdot r} \right]$$

Dupa Steinbrenner

Unde:

p este incarcarea distribuita uniform in suprafata incarcarii

a si b sunt lungimile si latimile suprafetei dreptunghiulare de incarcare

$$r = \sqrt{a^2 + b^2 + z^2}$$

Tensiunea sub punctul caracteristic:

$$\sigma_{z,a} = \sigma_{z,I} + \sigma_{z,II} + \sigma_{z,III} + \sigma_{z,IV}$$

	a	b
$\sigma_{z,I}$	$(0,5 - 0,37) \cdot L' = 0,12558$	$(0,5 - 0,37) \cdot B' = 0,11388$
$\sigma_{z,II}$	$(0,5 + 0,37) \cdot L' = 0,84042$	$(0,5 - 0,37) \cdot B' = 0,11388$
$\sigma_{z,III}$	$(0,5 + 0,37) \cdot L' = 0,84042$	$(0,5 + 0,37) \cdot B' = 0,76212$
$\sigma_{z,IV}$	$(0,5 + 0,37) \cdot B' = 0,76212$	$(0,5 - 0,37) \cdot L' = 0,12558$

Distanța punctului caracteristic de la axul central al suprafetei incarcate este $0,37 \cdot (0,5 + 0,37) \cdot L'$

Efortul vertical efectiv din incarcarea fundatiei la baza fundatiei:

$$q_{E,d} = \frac{V_d}{A'} = \frac{6076,1}{0,84622} = 7180,3 \text{ daN/m}^2 = 71,803 \text{ KPa}$$

$$p = q_{E,d} - q' = 71,803 - 44,243 = 27,56 \text{ KPa}$$

Efortul vertical efectiv din incarcarea fundatiei la adancimea limita:

$$\sigma_{D,lim} = 10,784 \text{ KPa}$$

Efortul suprasolicitarii efective la adancimea limita:

$$q_{D,lim} = 53,922 \text{ KPa}$$

Adancimea limita:

$$D_{lim} = -2,6813 \text{ m}$$

Aceasta adancime poate fi luata ca si adancimea la care efortul efectiv vertical din incarcarea fundatiei este la 20% din efortul suprasolicitarii efective. SR EN 1997-1 6.6.2 (6)

Tasare:

$$s = \sum s_i = 1,554 \text{ mm} < s_{lim} = 50,000 \text{ mm se verifica}$$

Strat de sol de referinta: KS7 - (Argila medie, plastica ($e = 0,7$))

$$\text{Modulul de compresiune al stratului de pamant de referinta } E_{s,ref} = 550000 \text{ daN/m}^2$$

$$\text{Densitatea stratului de referinta } \rho_{s,ref} = 2050 \text{ kg/m}^3$$

i	z_0 [m]	h_i [m]	$h_{i,eq}$ [m]	σ_z [KPa]	q' [KPa]	σ_z/q' [%]	s_i [mm]	$\sum s_i$ [mm]
0.	0	0	0	0	0	-	0	0

SC ARHIAMA STRUCTURI DESIGN SRL

Pitești, str. Negru Vodă, nr. 30B

E-mail: betarmb@yahoo.com

1.	-0,1	0,1	0,1	0	2,0111	0	0	0
2.	-0,2	0,1	0,1	0	4,0221	0	0	0
3.	-0,3	0,1	0,1	0	6,0332	0	0	0
4.	-0,4	0,1	0,1	0	8,0442	0	0	0
5.	-0,5	0,1	0,1	0	10,055	0	0	0
6.	-0,6	0,1	0,1	0	12,066	0	0	0
7.	-0,7	0,1	0,1	0	14,077	0	0	0
8.	-0,8	0,1	0,1	0	16,088	0	0	0
9.	-0,9	0,1	0,1	0	18,099	0	0	0
10.	-1	0,1	0,1	0	20,111	0	0	0
11.	-1,1	0,1	0,1	0	22,122	0	0	0
12.	-1,2	0,1	0,1	0	24,133	0	0	0
13.	-1,3	0,1	0,1	0	26,144	0	0	0
14.	-1,4	0,1	0,1	0	28,155	0	0	0
15.	-1,5	0,1	0,1	0	30,166	0	0	0
16.	-1,6	0,1	0,1	0	32,177	0	0	0
17.	-1,7	0,1	0,1	0	34,188	0	0	0
18.	-1,8	0,1	0,1	0	36,199	0	0	0
19.	-1,9	0,1	0,1	0	38,21	0	0	0
20.	-2	0,1	0,1	0	40,221	0	0	0
21.	-2,1	0,1	0,1	0	42,232	0	0	0
22.	-2,2	0,1	0,1	27,56	44,243	1	0	0
23.	-2,3	0,1	0,1	24,067	46,254	1	0,469	0,469
24.	-2,4	0,1	0,1	18,043	48,265	0	0,383	0,852
25.	-2,5	0,1	0,1	14,361	50,276	0	0,295	1,147
26.	-2,6	0,1	0,1	12,089	52,287	0	0,240	1,387
27.	-2,6813	0,081302	0,081302	10,784	53,922	0	0,167	1,554
28.	-2,7	0,018698	0,018698	10,485	54,298	0	0,038	1,592
29.	-2,8	0,1	0,1	9,2275	56,309	0	0,179	1,772
30.	-2,9	0,1	0,1	8,1805	58,32	0	0,158	1,930
31.	-3	0,1	0,1	7,2819	60,332	0	0,141	2,070
32.	-3,1	0,1	0,1	6,5006	62,343	0	0,125	2,196

z_0 : Adancime

h_i : Grosimea stratului

$h_{i,eq}$: Grosimea echivalenta

$$h_{i,eq} = h_i \cdot \left(\frac{E_{s,i}}{E_{s,ref}} \cdot \frac{\rho_{s,ref}}{\rho_{s,i}} \right)^{\frac{1}{2,5}}$$

Unde:

$\rho_{s,i}$: Densitatea stratului

$E_{s,i}$: Modulul de compresiune al stratului de pamant

$E_{s,ref}$: Modulul de compresiune al stratului de pamant de referinta

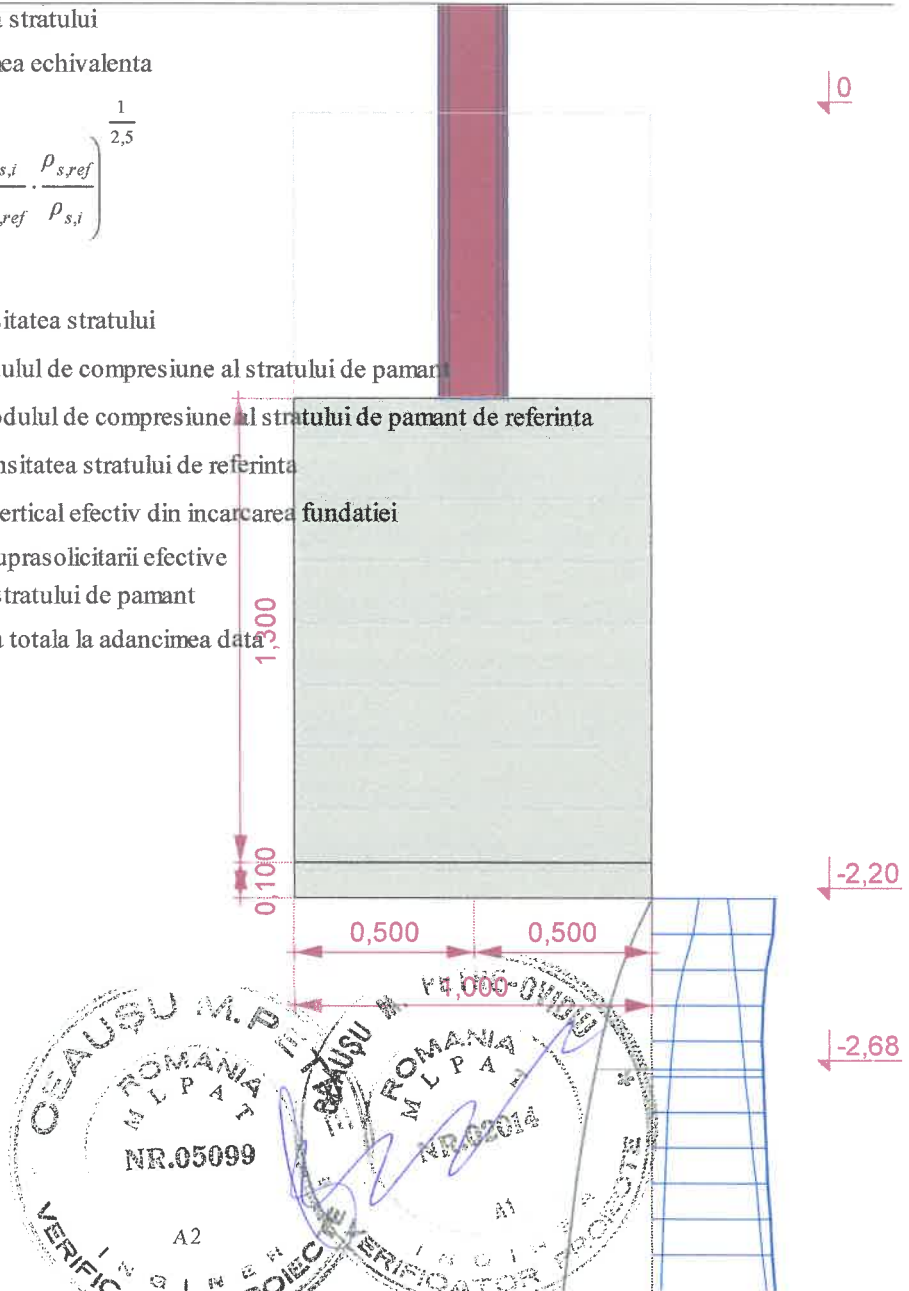
$\rho_{s,ref}$: Densitatea stratului de referinta

σ_z : Efortul vertical efectiv din incarcarea fundatiei

q' : Efortul suprasolicitarii efective

s_i : Tasarea stratului de pamant

Σs_i : Tasarea totala la adancimea data



$\sigma_{\text{maxim efectiv}} = 0,53922 \text{ daN/cm}^2$ (efortul solicitării efective la nivelul fundației) << $P_{\text{conv}} = 2 \text{ daN/cm}^2$



Elaborator,
Ing. Gh. Pintilie