

**Studiu de Fezabilitate pentru  
Modernizarea liniei CF  
București Nord – Jilava – Giurgiu Nord – Giurgiu Nord Frontieră**

Modernizarea infrastructurii de cale ferată dintre stațiile de cale ferată București Nord – Giurgiu Nord – Giurgiu Nord Frontieră

**Expertiză Tehnică  
Pasaje Județul Giurgiu**



BENEFICIAR:



COMPANIA NAȚIONALĂ DE CĂI FERATE CNCF „CFR” SA



UNIUNEA EUROPEANĂ



Instrumente Structurale  
2014-2020

Studiu de fezabilitate aferent proiectului "Modernizarea liniei de cale ferată București Nord - Jilava - Giurgiu Nord - Giurgiu Nord Frontieră"  
Modernizarea infrastructurii de cale ferată dintre stațiile de cale ferată București Nord – Giurgiu Nord – Giurgiu Nord Frontieră  
EXPERTIZĂ TEHNICĂ PASAJE JUDEȚUL GIURGIU

## Studiu de Fezabilitate pentru "Modernizarea liniei de cale ferată București Nord – Jilava - Giurgiu Nord - Giurgiu Nord Frontieră"

CONTRACT SERVICII: 207/20.09.2017

BENEFICIAR : COMPANIA NAȚIONALĂ DE CĂI FERATE „CFR” S.A.

PRESTATOR: Asociera BAICONS IMPEX – INGENIERIA ESPECIALIZADA  
OBRA CIVIL E INDUSTRIAL

EXPERTIZĂ TEHNICĂ – PASAJE JUDEȚUL GIURGIU

REVIZIA: 0 / IANUARIE 2024

Această Expertiză Tehnică conține un număr de 16 pagini,  
2 Anexe și 2 Planșe

Nr. crt.	REVIZIA	Elaborat	Aprobat/Verificat	Data
		PRESTATOR	BENEFICIAR	
1	REVIZIA 0	Asociera BAICONS IMPEX – INGENIERIA ESPECIALIZADA OBRA CIVIL E INDUSTRIAL	CNCF „CFR” SA	ianuarie 2024
2				
3				

Beneficiar:



COMPANIA NAȚIONALĂ DE CĂI FERATE CNCF "CFR" SA



BAICONS Impex SRL

Proiectant:

Asociera



INGENIERIA ESPECIALIZADA  
OBRA CIVIL E INDUSTRIAL SA

Nr. pg.1

Cod:ET207-Ps-R0



UNIUNEA EUROPEANĂ

Instrumente Structurale  
2014-2020

Studiu de fezabilitate aferent proiectului "Modernizarea liniei de cale ferată București Nord - Jilava - Giurgiu Nord - Giurgiu Nord Frontieră"  
Modernizarea infrastructurii de cale ferată dintre stațiile de cale ferată București Nord – Giurgiu Nord – Giurgiu Nord Frontieră  
EXPERTIZĂ TEHNICĂ PASAJE JUDEȚUL GIURGIU

## FOAIE DE SEMNĂTURI

**PROIECT:** Studiu de Fezabilitate pentru:  
„Modernizarea liniei C.F. București Nord – Jilava – Giurgiu Nord – Giurgiu Nord Frontieră”

**INVESTIȚIA:** Lot 2 – Modernizarea infrastructurii de cale ferată dintre stațiile de cale ferată București Nord – Giurgiu Nord – Giurgiu Nord Frontieră

**CONTRACT SERVICII:** 207/20.09.2017

**BENEFICIAR:** COMPANIA NAȚIONALĂ DE CĂI FERATE „C.F.R.” S.A.

**PRESTATOR:** Asociera BAICONS IMPEX – INGENIERIA ESPECIALIZATA OBRA CIVIL E INDUSTRIAL

### EXPERTIZĂ TEHNICĂ – PASAJE JUDEȚUL GIURGIU

#### VERIFICAT / SEMNĂTURA

EXPERT CHEIE  
Ing. Felicia IOANIDI

#### APROBAT / SEMNĂTURA

Reprezentant Asociere  
Manager de proiect/  
Coordonator echipă:

Marin BAICU



Activitate / Raport aprobat	Termen predare document / raport	Număr exemplare conform contract
Expertiză Tehnică Pasaje județul Giurgiu	Ianuarie 2024	4 exemplare, tipărite în limba română + 2 exemplare format Electronic (CD). 4 exemplare, tipărite în limba engleză + 4 exemplare format Electronic (CD).

Beneficiar:



COMPANIA NAȚIONALĂ DE CĂI FERATE CNCF "CFR" SA



BAICONS Impex SRL

Proiectant:



Asociera

INGENIERIA ESPECIALIZATA  
OBRA CIVIL E INDUSTRIAL SA

Nr. pg.2

Cod:ET207-Ps-R0

Studiu de fezabilitate aferent proiectului "Modernizarea liniei de cale ferată București Nord - Jilava - Giurgiu Nord - Giurgiu Nord Frontieră"  
Modernizarea infrastructurii de cale ferată dintre stațiile de cale ferată București Nord – Giurgiu Nord – Giurgiu Nord Frontieră  
EXPERTIZĂ TEHNICĂ PASAJE JUDEȚUL GIURGIU

Numele și prenumele **Expertului Tehnic**

Data: **ianuarie 2024**

**Dr. Ing. Ionuț Radu Răcănel**

Conform registrului de evidență

**Expert Tehnic Atestat A4, B2, D**

## RAPORT DE EXPERTIZĂ TEHNICĂ PASAJE JUDEȚUL GIURGIU

### 1. Generalități

Prezenta Expertiză Tehnică a fost elaborată în baza contractului de prestări servicii, ce a fost încheiat între **Prestator – Asociera SC BAICONS IMPEX SRL-SC ACCIONA INGENIERIA SA** și **Beneficiar – COMPANIA NAȚIONALĂ DE CĂI FERATE "CFR" SA**, pentru obiectivul **Studiu de fezabilitate aferent proiectului „Modernizarea liniei CF București NORD – Jilava – Giurgiu NORD – Giurgiu NORD Frontieră: Lot 2 – Modernizarea infrastructurii de cale ferată dintre stațiile de cale ferată București Nord – Giurgiu Nord – Giurgiu Nord Frontieră”**.

Linia de cale ferată București NORD – Jilava – Giurgiu NORD – Giurgiu NORD Frontieră este situată pe raza Sucursalei Regionale CF București.

Expertul tehnic care a colaborat la elaborarea expertizei și care a semnat și ștampilat această Expertiză Tehnică este Dl. Dr. Inginer Ionuț Radu I. Răcănel, deținător al Certificatului de atestare tehnico-profesională pentru calitatea de Expert Tehnic în domeniile:

- **A4 – Construcții Poduri** pentru exigențele de rezistență și stabilitate (A4), siguranță în exploatare (B2), igiena, sănătatea oamenilor și protecția mediului (D), cu termen de valabilitate până în data de 17.11.2026 (anexat certificat nr. 08876, eliberat în data de 15.11.2011 – 2 pag.)

#### 1.1 Geomorfologia și încadrarea din punct de vedere seismic

Linia de cale ferată București Nord – Jilava- Giurgiu Nord - Giurgiu Nord Frontieră, se desfășoară de la km 3+396 la km 68+974.

Lotul 2 este amplasat de la km 3+396 Complex București Nord, linia București Nord-Chiajna până la km 68+974 (intrarea pe podul Prieteniei).

Traseul CF studiat se încadrează în zona marii unități denumite Câmpia Română, încadrându-se atât în zona teraselor și luncilor râurilor Neajlov și Argeș, cât și în partea estică a Câmpiei Burnazului (Burnașului). La sud de Câmpia Burnașului traseul traversează terasele Dunării.

**Terasa Argeșului:** Argeșul prezintă pe malul drept nivelul mediu de terasă care se extinde începând de la Est de Jilava până la comuna Gruiu, în Sud aceasta racordându-se cu terasa inferioară a Dunării. Fruntea acestei terase se desprinde din cea medie, la Nord-Vest de Sintești, sub forma unei benzi late, constituind limita vestică a comunelor Crețești, Vidra, Vărăști, până la Sud-Vest de Valea Dragului.

**Terasa și lunca Neajlovului:** Neajlovul are trei terase dezvoltate pe partea stângă, cu următoarele altitudini relative: 15-20m (nivelul superior), 8-12m (nivelul mediu) și 2-5m (nivelul inferior). Lunca Neajlovului are o lățime de 1-2 km, este mlăștinoasă și acoperită în cea mai mare parte de Balta Comana.

**Câmpia Burnazului (Burnașului) Vest-Est,** în lungul Dunării, se dezvoltă la Sud de valea Câlniștei și are aspectul unui platou înalt, pus din ce în ce mai bine în evidență către Est prin adâncirea culoarului Câlniștei și prin abruptul puternic cu care domină lunca mult mai îngustă a Dunării. Are un relief tipic de podiș, fiind fragmentat de o rețea hidrografică al cărei curs este orientat de la Nord la Sud. Caracterul rețelei hidrografice este pus în evidență prin adâncirea

Beneficiar:



COMPANIA NAȚIONALĂ DE CĂI FERATE CNCF "CFR" SA



BAICONS Impex SRL

Proiectant:



Asociera

ACCIONA Ingineria SA

Nr. pg.3

Cod:ET207-Ps-R0

Studiu de fezabilitate aferent proiectului "Modernizarea liniei de cale ferată București Nord - Jilava - Giurgiu Nord - Giurgiu Nord Frontieră"  
Modernizarea infrastructurii de cale ferată dintre stațiile de cale ferată București Nord – Giurgiu Nord – Giurgiu Nord Frontieră  
EXPERTIZĂ TEHNICĂ PASAJE JUDEȚUL GIURGIU

văilor, versanți largi, iar în cursul inferior stratul acvifer este tăiat prin eroziune, apărând o serie de izvoare a căror apă este colectată în mici lacuri.

Această câmpie se caracterizează prin forme de relief de tasare în loess (crovuri, vâlcele) și printr-o pantă morfologică înclinată de la Sud la Nord, pusă în evidență de direcția văilor care o drenează. Spre Sud se desfășoară terasele Dunării.

Terasele Dunării: terasa înaltă are o altitudine absolută de 73-77m și se întâlnește la Est de Traian și la Vest și Est de Gogoșari. Podul acestei terase este deranjat de o rețea hidrografică minoră și de numeroase crovuri puțin adânci, al căror diametru este de ordinul sutelor de metri.

Terasa joasă are altitudinea absolută de 22-25m și se poate urmări din dreptul localității Găujani spre Est-Nord Est, unde lățimea ei crește până la cca 8 km în dreptul orașului Giurgiu.

**1.2 În ceea ce privește încadrarea din punct de vedere al zonei seismice, amplasamentul este situat în vecinătatea localității Grădiștea, zonă încadrată conform SR 11100-1 :93 în gradul 7<sub>1</sub> (scara MSK) cu o perioadă de revenire de minim 50 de ani (Fig.1).**

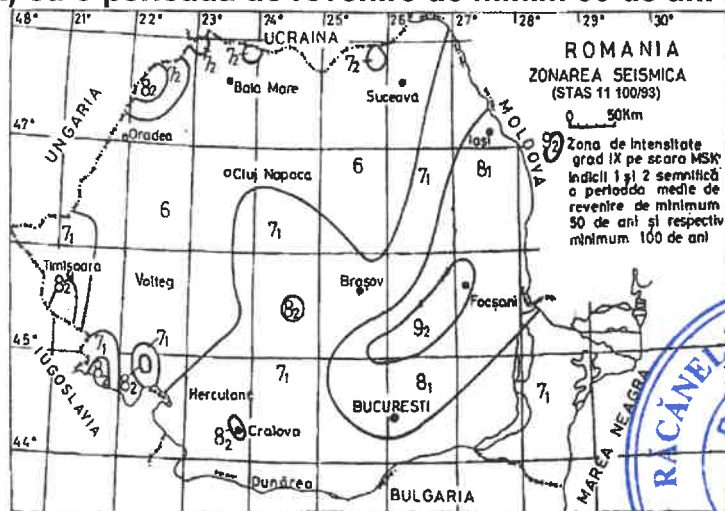


Fig. 1. Zonarea seismică a teritoriului României

Din punct de vedere seismic, conform normativului P100-1/2013, valoarea de vârf a accelerației terenului pentru proiectare  $a_g = 0,25g$  pentru cutremure având intervalul mediu de recurență  $IMR = 225$  ani și 20% probabilitatea de depășire în 50 ani (fig.2), iar valoarea perioadei de control (colț) a spectrului de răspuns este  $T_c=1,0s$  (Fig.3).

Studiu de fezabilitate aferent proiectului "Modernizarea liniei de cale ferată București Nord - Jilava - Giurgiu Nord - Giurgiu Nord Frontieră"  
Modernizarea infrastructurii de cale ferată dintre stațiile de cale ferată București Nord – Giurgiu Nord – Giurgiu Nord Frontieră  
EXPERTIZĂ TEHNICĂ PASAJE JUDEȚUL GIURGIU

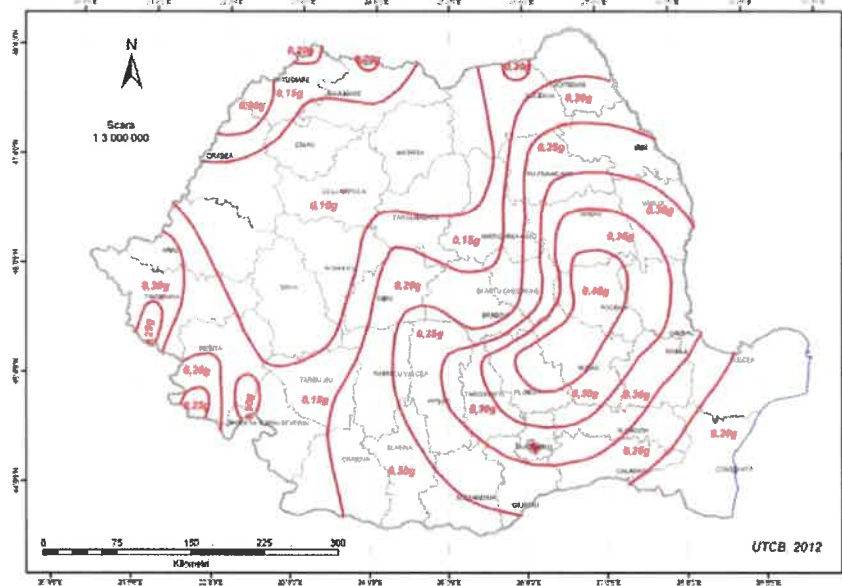


Fig. 2. Zonarea valorilor de vârf ale accelerației terenului pentru proiectare  $a_g$  cu IMR=225 de ani și probabilitate de depășire în 50 de ani

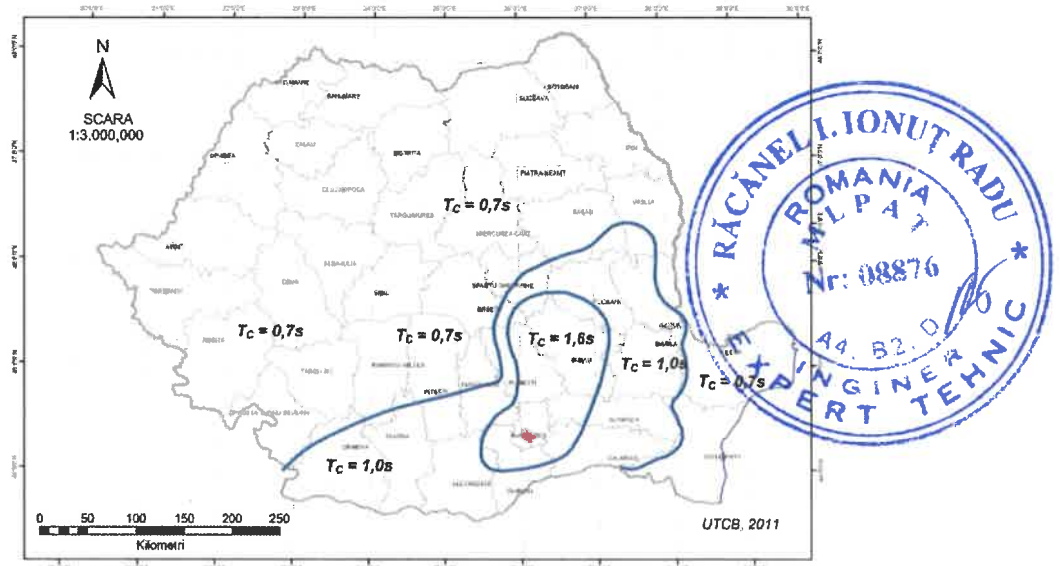


Fig. 3. Zonarea teritoriului României în termeni de perioadă de control (colt)  $T_c$  a spectrului de răspuns

### 1.3 Temperatura aerului și adâncimea de îngheț

Clima în amplasament este temperată, temperaturile medii multianuale situându-se între 10° (minima) și 11°C (maxima). Adâncimea de îngheț conform STAS 6054-1977 este între 70-80cm (Fig.4).

Studiu de fezabilitate aferent proiectului "Modernizarea liniei de cale ferată București Nord - Jilava - Giurgiu Nord - Giurgiu Nord Frontieră"  
Modernizarea infrastructurii de cale ferată dintre stațiile de cale ferată București Nord – Giurgiu Nord – Giurgiu Nord Frontieră  
EXPERTIZĂ TEHNICĂ PASAJE JUDEȚUL GIURGIU

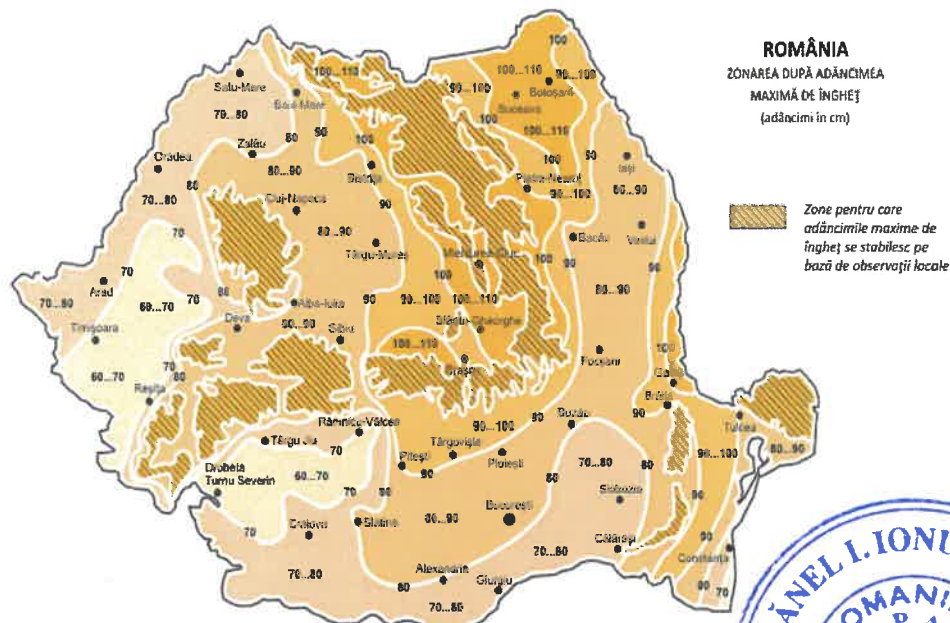


Fig. 1. Zonarea teritoriului României după adâncimea maximă de îngheț

## 2. Documentația utilizată la elaborarea expertizei tehnice

Pentru elaborarea Expertizei Tehnice, ce face obiectul contractului de prestări servicii menționat mai sus, au fost utilizate următoarele documentații și date:

- a) Documentații puse la dispoziție de către Beneficiar – C.N.C.F. "CFR" S.A.
1. Caiet de sarcini, pentru procedura de achiziții a contractului de prestări servicii: **Studiu de fezabilitate aferent proiectului „Modernizarea liniei CF București NORD – Jilava – Giurgiu NORD – Giurgiu NORD Frontieră: Lot 2 – Modernizarea infrastructurii de cale ferată dintre stațiile de cale ferată București Nord – Giurgiu Nord – Giurgiu Nord Frontieră”,** elaborat de C.N.C.F. "CFR" S.A – Director General: Marius Chiper, Direcția Pregătire Derulare Investiții: Luca Macedon IRIMEȘ, Serviciul Pregătire și Verificare Tehnică Proiecte: Dorina VOICU.
  2. Fișele Tehnice ale Pasajelor puse la dispoziție de Secția L8 București.
  3. Plan cu limitele C.F.R. în amplasamentul pasajelor, elaborat de S.C. I.S.P.C.F. S.A. Colective: Topo și C.M.T.
- b) Date culese de Prestator de la fața locului și documente procurate de Prestator:
1. Releveele pasajelor (inclusiv fotografiile relevante).
  2. Studiul geotehnic, elaborat de către S.C. Geo-Serv S.R.L.
  3. Studiul topografic, elaborat de către S.C. VIO TOP S.R.L.

## 3. Date cu privire la necesitatea și oportunitatea lucrărilor

Linia CF București Nord – Jilava - Giurgiu Nord - Giurgiu Nord Frontieră este o linie importantă a rețelei de cale ferată din România, deoarece preia traficul internațional european de pe cele două coridoare centrale de pe teritoriul României și face legătura între Coridorul Rhin - Dunăre (fostul Coridor IV) și țările din Sud-Estul Europei (Bulgaria, Grecia, Turcia) prin traversarea Dunării pe Podul Prieteniei, în sectorul de graniță dintre România și Bulgaria.

Studiu de fezabilitate aferent proiectului "Modernizarea liniei de cale ferată București Nord - Jilava - Giurgiu Nord - Giurgiu Nord Frontieră"  
Modernizarea infrastructurii de cale ferată dintre stațiile de cale ferată București Nord – Giurgiu Nord – Giurgiu Nord Frontieră  
EXPERTIZĂ TEHNICĂ PASAJE JUDEȚUL GIURGIU

Scopul principal al lucrărilor este de electrificare și modernizare a liniilor de cale ferată existente, pentru a permite viteze maxime de 80km/h (pentru trenurile de marfă) și 120km/h (pentru trenurile de călători), în conformitate cu cerințele Beneficiarului.

#### **4. Obiectivul expertizei tehnice**

Obiectivul expertizei tehnice este determinat de necesitatea Beneficiarului de a moderniza infrastructura de cale ferată între stațiile de cale ferată București Nord – Giurgiu Nord – Giurgiu Nord Frontieră, respectând condițiile privind calitatea în construcții, cerințele și instrucțiunile de specialitate în vigoare, pentru asigurarea funcționării în condiții de siguranță.

În acest scop Expertiza Tehnică se referă, în special, la analizarea stării tehnice a infrastructurii și suprastructurii pasajelor și a racordării acestora cu terasamentele.

Pentru îndeplinirea obiectivului Expertizei Tehnice s-au parcurs următoarele etape:

- **analizarea documentelor primite;**
- **analizarea datelor culese pe teren;**
- **pentru structurile din beton și beton armat, aprecierea stării tehnice s-a efectuat pe baza constatărilor vizuale și a modului de comportare în exploatare;**

Linia de cale ferată este situată pe ruta Coridorului IX Pan – European și este o linie cu ecartament normal.

- **concluzii și recomandări privind situația existentă și propuneri de măsuri pentru punerea în siguranță a pasajelor.**

#### **5. Descrierea datelor culese pe teren de către Prestator**

##### **5.1. Relevul pasajelor**

Cu ocazia inspectării pasajelor, s-au efectuat următoarele activități:

- măsurători ale elementelor de beton din suprastructură/ ale elementelor metalice care alcătuiesc suprastructura;
- inspecția vizuală tehnică, în detaliu, a suprastructurii și infrastructurii de beton a pasajelor (revizie amănunțită), în vederea descoperirii tuturor degradărilor acestora (spre exemplu coroziuni ale metalului, starea aparatelor de reazem, fisuri, segregări, infiltrații, coroziune și exfolieri ale armăturilor etc.) care ar putea pune în pericol siguranța în exploatare a structurilor;
- verificarea stării racordărilor pasajelor cu terasamentele;
- constatări ale unor eventuale alte aspecte ce ar putea afecta buna exploatare a pasajelor sau siguranța traficului feroviar în zona acestora.

##### **5.2. Fotografii relevante**

Fotografiile relevante ale aspectelor sesizate la punctele de mai sus, se găsesc în Anexa nr. 1 din prezenta documentație.

##### **5.3. Studiul geotehnic**

Studiul geotehnic, elaborat de S.C.Geo-Serv S.R.L, a constat din executarea unor foraje.

Încadrarea în categoriile geotehnice s-a făcut în conformitate cu NP 074/2014: "Normativ privind principiile, exigențele și metodele cercetării geotehnice a terenului de fundare".

Sondajul geotehnic efectuat pentru pasajul de la km 65+621 a interceptat următoarele straturi:

- |               |  |
|---------------|--|
| 0,00m – 0,50m | umplutură consuită din pietriș cu argilă, praf, material antropoc                        |
| 0,50m – 2,00m | argilă prăfoasă, cafeniu-închisă la cafenie, cu concrețiuni calcaroase, plastic vârtoasă |





Studiu de fezabilitate aferent proiectului "Modernizarea liniei de cale ferată București Nord - Jilava - Giurgiu Nord - Giurgiu Nord Frontieră"  
Modernizarea infrastructurii de cale ferată dintre stațiile de cale ferată București Nord – Giurgiu Nord – Giurgiu Nord Frontieră  
EXPERTIZĂ TEHNICĂ PASAJE JUDEȚUL GIURGIU

2,00m – 4,50m	praf argilos, cafeniu, plastic consistent-plastic vârtos
4,50m – 5,60m	nisip cu slab liant prafos, cafeniu-deschis, uscat, indesar
5,60m – 12,00m	nisip fin, cafeniu-deschis, cu slab liant prăfos, puțin umed, cu îndesare medie
12,00m – 14,00m	pietriș cu nisip, cafeniu, cu slab liant prăfos, saturat, cu îndesare medie
14,00m – 15,00m	nisip cu rar pietriș și slab liant prăfos, cafeniu, puțin umed, cu îndesare medie

Riscul geotehnic și Categoria geotehnică în care se încadrează amplasamentul, calculate conform prevederilor normativului NP 074/2014 sunt următoarele:

- condițiile de teren	- terenuri medii	- 3 puncte;
- apa subterană	- fără epuizmente / cu epuizmente normale	- 1 punct / 2 puncte;
- importanța construcției	- normală	- 3 puncte;
- vecinătăți	- risc moderat	- 3 puncte;
- seismic (P 100-1/2013)	- $a_g = 0.25g$	- 3 puncte;
		Total = 13/14 puncte;

Conform studiului geotehnic efectuat riscul geotehnic al amplasamentului este moderat, iar categoria geotehnică a amplasamentului este 2.

Pentru stratul de argilă prăfoasă, plastic vârtosă, se poate lua în calcul, ca valoare de bază, o presiune convențională  $p_{conv} = 250$  kPa conform prevederilor normativului NP 112-2014.

#### 5.4. Studiul topografic

Studiul topografic, realizat de S.C. VIO TOP S.R.L., a fost elaborat în vederea obținerii datelor topografice specifice, necesare determinării eventualelor dezaxări ale căii pe pasaje, a eventualelor deplasări sau rotiri ale elementelor de infrastructură.

Acest studiu topografic constă în ridicarea zonei pasajelor, ridicare ce a cuprins linia C.F și terasamentul aferent pe o lungime de circa 50,0m înainte și după fiecare pasaj precum și albia, pe o lungime de circa 50,0m amonte și 50,0m aval de fiecare pasaj.

Documentația topografică conține plan de situație, scara 1:200, profile transversale prin albie, scara 1:100 și profil longitudinal prin albie, scara 1:100.

#### 5.5. Studiu hidrologic

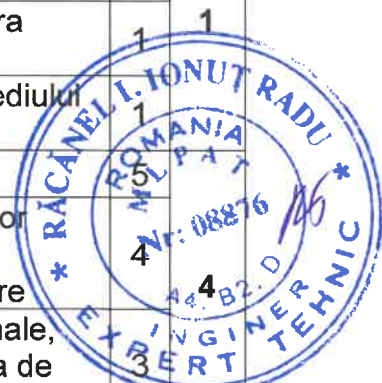
Nu este cazul.



Studiu de fezabilitate aferent proiectului "Modernizarea liniei de cale ferată București Nord - Jilava - Giurgiu Nord - Giurgiu Nord Frontieră"  
Modernizarea infrastructurii de cale ferată dintre stațiile de cale ferată București Nord – Giurgiu Nord – Giurgiu Nord Frontieră  
EXPERTIZĂ TEHNICĂ PASAJE JUDEȚUL GIURGIU

## 6. Stabilirea categoriei de importanță

	Factorul determ.	Coef. de unicitate	Criterii asociate		Pi
1	Importanță vitală	1	p(i)	Oameni implicați direct în cazul unei disfuncții a construcției	3
			p(ii)	Oameni implicați indirect în cazul unei disfuncții a construcției	3
			p(iii)	Caracterul evolutiv al efectelor periculoase, în cazul unor disfuncții ale construcției	2
2	Importanța socio-economică și culturală	1	p(i)	Mărimea comunității care apelează la func. Constr. și/sau valoarea bunurilor materiale adăpostite de construcție	3
			p(ii)	Ponderea în care funcțiile construcției o au în comunitatea respectivă	3
			p(iii)	Natura și importanța funcțiilor respective	3
3	Implicarea ecologică	1	p(i)	Măsura în care realizarea și exploatarea construcției, intervin în perturbarea mediului natural și construit	2
			p(ii)	Gradul de influență nefavorabilă asupra mediului natural și construit	1
			p(iii)	Rolul activ în protejarea/refacerea mediului natural și construit	1
4	Considerarea duratei de utilizare	1	p(i)	Durata de utilizare preconizată	1
			p(ii)	Măsura în care performanțele alcătuirilor constructive, depind de cunoașterea evoluției acțiunilor pe durata de utilizare	1
			p(iii)	Măsura în care performanțele funcționale, depind de evoluția cerințelor pe durata de utilizare	4
5	Adaptarea la condițiile locale de teren-mediu	1	p(i)	Măsura în care asigurarea soluțiilor constructive este dependentă de condițiile locale de teren și mediu	4
			p(ii)	Măsura în care condițiile locale de teren și mediu, evoluează defavorabil în timp	4
			p(iii)	Măsura în care condițiile locale de teren și mediu, determină activități/măsuri deosebite, pentru exploatarea construcției, pe durata de existență a acesteia	3
6	Volumul de muncă și de materiale.	1	p(i)	Ponderea volumului de muncă și de materiale înglobate	4
			p(ii)	Volumul și complexitatea activității necesare pentru menținerea performanțelor construcției, pe durata de existență	3



Beneficiar:



COMPANIA NAȚIONALĂ DE CĂI FERATE CNCF "CFR" SA



BAICONS Impex SRL

Proiectant:



Asocierea

ACCIONA Ingineria SA

Nr. pg.9

Cod:ET207-Ps-R0

Studiu de fezabilitate aferent proiectului "Modernizarea liniei de cale ferată București Nord - Jilava - Giurgiu Nord - Giurgiu Nord Frontieră"  
Modernizarea infrastructurii de cale ferată dintre stațiile de cale ferată București Nord – Giurgiu Nord – Giurgiu Nord Frontieră  
EXPERTIZĂ TEHNICĂ PASAJE JUDEȚUL GIURGIU

			p(iii)	Activități deosebite în expoatarea construcției, impuse de funcțiunile acesteia	3

$P_i = k(n) [\sum p(i) / 3]$

**TOTAL = 18 puncte**

În conformitate cu „Regulamentul privind stabilirea categoriei de importanță a construcțiilor”, punctajul obținut fiind cuprins între 18-19 puncte construcția se situează în categoria „B”, (deosebită) de importanță.



Beneficiar:



COMPANIA NAȚIONALĂ DE CĂI FERATE CNCF "CFR" SA



BAICONS Impex SRL

Proiectant:



Asocierea

ACCIONA Ingenieria SA

Nr. pg.10

Cod:ET207-Ps-R0



UNIUNEA EUROPEANĂ

Instrumente Structurale  
2014-2020

Studiu de fezabilitate aferent proiectului "Modernizarea liniei de cale ferată București Nord - Jilava - Giurgiu Nord - Giurgiu Nord Frontieră"  
Modernizarea infrastructurii de cale ferată dintre stațiile de cale ferată București Nord – Giurgiu Nord – Giurgiu Nord Frontieră  
EXPERTIZĂ TEHNICĂ PASAJE JUDEȚUL GIURGIU

Numele și prenumele **Expertului Tehnic****Dr. Ing. Ionuț Radu Răcănel**

Conform registrului de evidență

**Expert Tehnic Atestat A4, B2, D**Nr.1.1, Data: **ianuarie 2024**

## RAPORT DE EXPERTIZĂ TEHNICĂ PASAJ KM 65+621

### SITUAȚIA EXISTENTĂ

#### Amplasament

Pasajul inferior, situat între Stația Giurgiu Nord și granița cu Bulgaria, traversează drumul național DN5.

#### Descrierea situației existente

Pasajul inferior a fost construit în anul 1982, de către IUG, din grinzi metalice cu inimă plină sudate cu calea la mijloc ce reazemă pe culee. Axa pasajului inferior este oblică față de axa drumului național DN5 (oblicitate de aproximativ 74°). Calea este situată în plan în aliniament, iar în profilul longitudinal în palier.

Pasajul inferior a fost proiectat pentru două fire de circulație, dar pe teren nu s-a mai executat și partea de suprastructură pentru firul 2. Infrastructurile sunt independente, câte două culee pentru fiecare fir de circulație (ele sunt alăturate, separate de un rost de lucru).

Pe zona pasajului inferior, firele de circulație nu sunt electrificate și sunt amplasate pe un profil transversal de rambleu.

Calea este realizată cu șină tip 49 sudată, fixată pe traverse din lemn, în zona pasajului inferior și în linie curentă.

#### Suprastructura pasajului inferior

Suprastructura pasajului inferior este alcătuită din două grinzi metalice cu inimă plină cu calea la mijloc. Lungimea totală a grinzilor principale este  $L=26.40m$ , iar deschiderea teoretică este de  $26.00m$ . Distanța între grinzile principale, în direcție transversală podului, este de  $4.90m$ . Panourile de contravântuire inferioară au lungimea cuprinsă între  $4.33$  și  $4.34m$ . Elementele structurale ale contravântuirii inferioare sunt realizate din profile cornier. Distanța între lonjeroni, în direcție transversală podului este de  $1,50m$ .

Pe firul I, calea este realizată pe traverse de lemn.

- **Grinzile principale (GP)**

Grinzile principale ale tablierului sunt din grinzi metalice cu inimă plină sudate. Lungimea totală a grinzilor principale este:  $L=26.40m$ . Pe zona centrală a deschiderii, atât talpa superioară cât și cea inferioară sunt realizate din câte trei platbande sudate. Grinzile prezintă anumite zone unde stratul de protecție anticorozivă este exfoliat, ceea ce a dus la apariția coroziunii pe zonele respective.

Aparatele de reazem existente sunt metalice, din oțel turnat, cu următoarea distribuție: aparate de reazem mobile tip IIIA pe culeea Giurgiu și aparate de reazem fixe tip IIIA pe culeea București. Aparatele de reazem mobile și fixe prezintă urme de coroziune.

Consola de trotuar este fixată de inima grinzii principale prin intermediul unor gusee, la fiecare a doua rigidizare. La partea superioară a consolei reazemă câte trei profile U – longrine (din tablă striată) pentru așezarea dulapilor metalici pentru trotuare.

Beneficiar:



COMPANIA NAȚIONALĂ DE CĂI FERATE CNCF "CFR" SA



BAICONS Impex SRL

Proiectant:



Asocierea

ACCIONA Ingenieria SA

Nr. pg.11

Cod:ET207-Ps-R0

Studiu de fezabilitate aferent proiectului "Modernizarea liniei de cale ferată București Nord - Jilava - Giurgiu Nord - Giurgiu Nord Frontieră"  
Modernizarea infrastructurii de cale ferată dintre stațiile de cale ferată București Nord – Giurgiu Nord – Giurgiu Nord Frontieră  
EXPERTIZĂ TEHNICĂ PASAJE JUDEȚUL GIURGIU

### • Antretoazele (A)

Antretoazele constau în cadrele transversale de solidarizare a grinzilor și sunt alcătuite din platbande sudate. Distanța între antretoaze în lungul podului este de (4.33-4.34)m. Prinderea antretoazelor de grinzile principale este realizată cu nituri, prin intermediul guseelor amplasate în dreptul rigidizărilor verticale ale inimii.

Antretoazele prezintă pete izolate de coroziune, în zona îmbinărilor cu grinzile principale și în zona reazemelor.

### • Lonjeronii (L)

Lonjeronii sunt alcătuiți din platbande sudate. Distanța între lonjeroni, în direcție transversală podului, este de 1,50m. Talpa superioară, cea inferioară și inima lonjeronilor prezintă anumite zone unde stratul de protecție anticorozivă este exfoliat, ceea ce a dus la apariția coroziunii pe zonele respective.

### Infrastructura pasajului inferior

Suprastructura (tablierul) pasajului inferior este așezată pe o infrastructură formată din două culee (pentru fiecare din cele două fire de circulație).

Elevațiile culeelor sunt realizate din beton. Există patru culee, câte două pentru fiecare fir de circulație.

Zidurile de gardă ale culeelor sunt degradate. Banchetele de rezemare prezintă degradări majore ale betonului (crăpături, faianțări, zone cu carbonatari etc.). Elevațiile prezintă o cămășuială realizată într-o altă fază. Cămășuiala, ca și în cazul banchetelor de rezemare, are degradări majore.

În conformitate cu studiul geotehnic actual, culeele au fundațiile în stratul portant de argilă prăfoasă, cafeniu-închisă, în amestec cu concrețiuni calcaroase, plastic vârtoasă-tare.

Racordările cu terasamentele sunt realizate cu aripi din beton (pe firul de circulație dat în exploatare). În fața acestora au fost realizate ziduri de sprijin suplimentare sub forma unor casete din beton umplute cu pământ. Pentru firul de circulație abandonat, racordarea cu terasamentul este realizată doar sub forma unor casete din beton umplute cu pământ.

### Constatări la culegerea datelor de pe teren

- grinzile prezintă anumite zone unde stratul de protecție anticorozivă este exfoliat, ceea ce a dus la apariția coroziunii pe zonele respective (**Foto: 7, 10, 16, 17, 19, 31, 38, 39, 40, 57, 58, 59, 60**)
- aparatele de reazem mobile și fixe prezintă urme de coroziune. Plăcile de plumb au refulat (**Foto: 5, 6, 9, 15, 18, 36, 37, 41, 42, 44**)
- antretoazele prezintă pete izolate de coroziune, atât în zona îmbinărilor cu grinzile principale, cât și în zona reazemelor (**Foto: 45, 46**)
- talpa superioară și inferioară a lonjeronilor prezintă anumite zone unde stratul de protecție anticorozivă este exfoliat, ceea ce a dus la apariția coroziunii pe zonele respective (**Foto: 30, 34, 46**)
- banchetele de rezemare prezintă degradări majore ale betonului (crăpături, faianțări, zone cu carbonatari etc.) (**Foto: 8, 21, 25, 26, 27**)
- zidurile de gardă și zidurile întoarse ale culeelor sunt degradate (**Foto: 2, 4, 13, 14, 20, 21, 43, 47, 48, 55, 56**)
- cămășuiala elevațiilor prezintă degradări (crăpături, zone cu infiltrații și carbonatari etc.) (**Foto: 11, 12, 24, 25, 26, 27, 49, 50, 51, 52**)

Studiu de fezabilitate aferent proiectului "Modernizarea liniei de cale ferată București Nord - Jilava - Giurgiu Nord - Giurgiu Nord Frontieră"  
Modernizarea infrastructurii de cale ferată dintre stațiile de cale ferată București Nord – Giurgiu Nord – Giurgiu Nord Frontieră  
EXPERTIZĂ TEHNICĂ PASAJE JUDEȚUL GIURGIU

- plasa de protecție de la intradosul tablierului este desprinsă pe alocuri și deformată în urma lovirii de către vehicule (**Foto: 33, 53, 54**)
- există cabluri în carcasă metalică de protecție ce traversează acest pasaj
- scările lipsesc sau sunt acoperite cu vegetație (**Foto: 23**)
- traversele din lemn sunt degradate, putrezite. Dispozitivele de fixare a șinei pe traverse sunt slăbite (**Foto: 29, 32, 35**)

Prezența fenomenului de coroziune a elementelor tablierelor metalice a fost cauzată, în special de scurgerea substanțelor corozive din trenurile care circulă pe pod.

Degradările betonului din infrastructură au fost cauzate de deteriorarea hidroizolației, a drenurilor din spatele culeelor, a execuției defectuoase și întreținerii precare și în special infiltrării apei în fisurile mici, care, combinată cu ciclurile de îngheț-dezghet a dus la mărirea fisurilor și la degradarea accentuată a betonului.

**Din analiza stării tehnice, se observă următoarele:**

Infrastructura existentă necesită lucrări ample de reparații.

**Concluzii și recomandări**

În urma analizării documentelor avute la dispoziție și a constatărilor făcute cu prilejul vizitei pe teren, se pot formula următoarele concluzii:

- structura existentă a fost proiectată și executată în baza normelor vechi existente
- există o stare avansată de degradare a anumitor elemente ale pasajului existent din cauza coroziunii acestora;

**În acest sens expertul tehnic propune următoarele soluții:**

**Soluția 1:**

În această soluție, lucrările constau în:

- se va înlocui tablierul metalic, soluția de realizare și dimensiunile fiind stabilite de către proiectant în funcție de mărimea deschiderii
- se vor curăța, se vor completa și se vor unge aparatele de reazem și se va executa reșezarea corectă pe reazeme a tablierelor;
- se vor înlocui și completa plăcile de plumb refulate sau lipsă;
- se vor realiza reparații ale elevațiilor infrastructurii existente cu mortare speciale, apoi acestea se vor cămășui;
- după decopertare în funcție de situația constatată se va interveni asupra zidului de gardă și a zidurilor întoarse ale culeelor
- se va reface hidroizolația și sistemul drenant din spatele culeelor;
- se vor reface terasamentele de la capetele podului și prisma de piatră spartă al căii;
- se vor înlocui traversele necorespunzătoare, atât pe zona podului, cât și pe zona terasamentului;
- se vor curăța de vegetație și repara/reface racordările cu terasamentele;
- se vor curăța/înlocui elementele trotuarului;
- se vor realiza scările de acces;

**Soluția 2:**

Soluția constă în dezafectarea pasajului inferior existent și realizarea unui pasaj nou. Pentru tablierul nou, soluția de realizare și dimensiunile vor fi stabilite de către proiectant, în funcție de rezultatele studiilor topografice și geotehnice efectuate în amplasament și de condițiile tehnologice posibil de aplicat pentru execuția noii structuri. Elementele de infrastructură ale podului existent vor fi demolate, urmând a fi executate culee noi.

În ambele soluții se vor introduce porți de gabarit înainte și după pasaj.

Beneficiar:



COMPANIA NAȚIONALĂ DE CĂI FERATE CNCF "CFR" SA



BAICONS Impex SRL

Proiectant:



Asocierea

ACCIONA Ingenieria SA

Nr. pg.13

Cod:ET207-Ps-R0

Studiu de fezabilitate aferent proiectului "Modernizarea liniei de cale ferată București Nord - Jilava - Giurgiu Nord - Giurgiu Nord Frontieră"  
Modernizarea infrastructurii de cale ferată dintre stațiile de cale ferată București Nord – Giurgiu Nord – Giurgiu Nord Frontieră  
EXPERTIZĂ TEHNICĂ PASAJE JUDEȚUL GIURGIU

Adoptarea uneia dintre cele două soluții se va face pe baza studiilor topografice și geotehnice care au fost efectuate în amplasament, pe baza analizei cost-beneficiu bine fundamentate.

**Se recomandă adoptarea soluției 1.**

### **PUNEREA ÎN SIGURANȚĂ A STRUCTURII**

Până la aplicarea uneia dintre cele două soluții este necesară punerea în siguranță a structurii. În acest scop se propun următoarele:

- se va face în termen revizia tablierului metalic, iar eventualele degradări (fisuri, nituri/șuruburi slăbite, suduri degradate, zone cu coroziune) se vor ține sub observație;
- se recomandă să se utilizeze sablarea pentru curățarea suprafețelor metalice de murdărie, coroziune și vopsea, atât pentru depistarea cu ușurință a degradărilor, cât și pentru repararea acestora și realizarea ulterioară a unei protecții anticorozive. Se va organiza evidența degradărilor depistate, astfel încât să se poată reconstitui tipul degradării (fisură, plagă, punct de coroziune, nit distrus prin coroziune etc.), poziția degradării pe elementul structural, poziția în structură a acesteia și aprecierea gravității degradării (reducerea secțiunii prin coroziune, prin fisurare etc).
- se vor introduce porți de gabarit înainte și după pasaj
- se va asigura stabilitatea prisme de piatră spartă la capetele podului, inclusiv prin completarea cu piatră spartă;
- se vor înlocui traversele degradate.

Pe toată durata de timp necesară punerii în siguranță a structurii, respectiv până la realizarea soluției alese, structura va fi ținută sub observație, cu accent pe observarea comportării în ceea ce privește **deplasările și evoluția degradărilor**.

Prezenta expertiză are o valabilitate de 3 ani de la data elaborării acesteia, cu excepția cazurilor în care în această perioadă au loc fenomene excepționale (un cutremur major cu magnitudine >7, tasări semnificative ale fundațiilor) sau orice altă modificare a situației existente ce a fost consemnată în această expertiză. În cazul în care se produc astfel de evenimente trebuie consultat expertul tehnic ce a întocmit expertiza.

Redactat,  
ing. Claudiu NEDEIANU

Expert tehnic,  
Dr. ing. Ionuț Radu RĂCĂNEL





UNIUNEA EUROPEANĂ



Instrumente Structurale  
2014-2020

Studiu de fezabilitate aferent proiectului "Modernizarea liniei de cale ferată București Nord - Jilava - Giurgiu Nord - Giurgiu Nord Frontieră"  
Modernizarea infrastructurii de cale ferată dintre stațiile de cale ferată București Nord - Giurgiu Nord - Giurgiu Nord Frontieră  
EXPERTIZĂ TEHNICĂ PASAJE JUDEȚUL GIURGIU

Numele și prenumele **Expertului Tehnic**

Nr.1.2, Data: **Ianuarie 2024**

**Dr. Ing. Ionuț Radu Răcănel**

Conform registrului de evidență

**Expert Tehnic Atestat A4, B2, D**

## RAPORT DE EXPERTIZĂ TEHNICĂ PASAJ KM 66+800

### SITUAȚIA EXISTENTĂ, CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

#### Amplasament

Pasajul inferior este situat pe teritoriul județului Giurgiu, municipiul Giurgiu în zona de intersecție a șoselei de centură dintre Port și Vama Nouă cu DN 5 - șoseaua Prieteniei și linia c.f. 106A Giurgiu Nord - Ruse.

#### Descrierea situației existente

Suprastructura pasajului inferior de cale ferată este alcătuită dintr-o dală din beton armat cu grinzi metalice înglobate, simplu rezemată pe reazeme continue.

La data vizitării obiectivului s-a constatat că betonul ce alcătuiește timpanul este degradat iar parapetele metalic prezintă ușoare urme de coroziune.

Pe zona pasajului, firul de circulație nu este electricat.

Calea este realizată cu șină tip 49 sudată, fixată pe traverse din beton,

Lungimea totală a pasajului este de 21.92m, lumina (măsurată între fețele culeelor) este de 14.84, iar înălțimea liberă (măsurată de la intradosul grinzilor metalice până la nivelul structurii rutiere) este de cca. 5.15m.

Culeele sunt realizate din beton, cu ziduri de gardă și ziduri întoarse, cu înălțimea elevației de circa 5.05m.

#### Suprastructura pasajului inferior

Suprastructura pasajului de cale ferată este alcătuită dintr-o dală din beton armat cu grinzi metalice înglobate, simplu rezemată pe reazeme continue, cu deschiderea de 15.95m.

În secțiune transversală, dala conține 9 profile metalice de tip „I”. Distanța dintre inimile profilelor este de 50cm.

Dala permite formarea cuvei de piatră spartă de 4,40m lățime și totodată realizarea unei înălțimi minime de construcție de 1,44m.

Lateral căii, s-au prevăzut trotuare de serviciu cu lățimea de 1.15m pe care s-au instalat țevi PVC pentru cabluri și s-au prevăzut parapete metalice de protecție.

Lățimea totală a tablierului este de 7.20m.

#### Infrastructura pasajului inferior

Suprastructura (tablierul) pasajului, este așezată pe o infrastructură formată din două culee. Culeele sunt realizate din beton armat.

Elevațiile prezintă zone izolate cu degradare a mortarului din rosturi, pete verzui-maronii, semn al infiltrării apei.

Banchetele cuzineților prezintă ciobituri ale muchiilor vii și pete verzui-maronii, semn al infiltrării apei.

Racordările cu terasamentele se fac prin intermediul aripilor din beton monolit care au o lungime de cca. 14.70m.

#### Constatări la culegerea datelor de pe teren

- infiltrații și rugină la nivelul tălpilor inferioare ale profilelor metalice (**Foto: 23, 29, 32, 34**)

Beneficiar:



COMPANIA NAȚIONALĂ DE CĂI FERATE CNCF "CFR" SA



BAICONS Impex SRL

Proiectant:



Asocierea

ACCIONA Ingineria SA

Nr. pg.15

Cod:ET207-Ps-R0



Studiu de fezabilitate aferent proiectului "Modernizarea liniei de cale ferată București Nord - Jilava - Giurgiu Nord - Giurgiu Nord Frontieră"  
Modernizarea infrastructurii de cale ferată dintre stațiile de cale ferată București Nord – Giurgiu Nord – Giurgiu Nord Frontieră  
EXPERTIZĂ TEHNICĂ PASAJE JUDEȚUL GIURGIU

- culeele prezintă segregări ale betonului, muchii ciobite. Betonul din zidul de gardă este dislocat pe alocuri și armăturile sunt la vedere și afectate de coroziune. (Foto: 9, 10, 11, 12, 13, 20, 28, 30, 31, 33, 36, 37, 40, 41, 42)
- betonul din consola trotuarului este degradat: exfolieri, infiltrații, segregări, armătură la vedere (Foto: 21, 22, 35, 39)
- betonul din aripile monolite este segregat pe anumite zone, prezintă carbonatări. Aripile sunt acoperite cu vegetație (Foto: 8, 24, 25, 26, 27);
- betonul din opritorii de balast este segregat, cu muchii ciobite (Foto: 5, 6, 16, 17, 19)
- traversele din beton sunt fisurate;
- există degradări ale betonului timpanelor;
- parapetele pietonale sunt afectate de coroziune (Foto: 3, 4, 7, 14, 15)

### Concluzii și recomandări

În urma analizării documentelor puse la dispoziție, a constatărilor făcute cu prilejul vizitei în amplasament, expertul tehnic propune următoarea soluție de intervenție la pasaj:

#### Soluție recomandată:

Această soluție presupune lucrări de reparații la pasaj și anume:

- Se vor curăța și se vor vopsi tălpile inferioare ale profilelor metalice;
- Se vor realiza reparații la fețele văzute ale elevațiilor cu mortare speciale;
- Se vor repara zidurile de gardă
- Se vor repara consolele de trotuar
- Se va înlocui parapetele pietonale
- Se vor curăța terasamentele de la capetele pasajului de vegetație;
- Se va completa prisma de piatră spartă;
- Se vor realiza reparații la fețele văzute ale aripilor monolite cu mortare speciale.

#### PUNEREA ÎN SIGURANȚĂ A STRUCTURII

Până la aplicarea soluției recomandate, este necesară punerea în siguranță a structurii. În acest scop se pun următoarele:

- **se vor introduce porți de gabarit înainte și după pasaj**
- **Se va face în termen revizia tălpile inferioare ale profilelor I;**
- **Se va asigura stabilitatea prisme de piatră spartă la capetele pasajului, inclusiv prin completarea cu piatră spartă;**
- **Se vor înlocui traversele degradate de pe pasaj și de pe terasament.**

Pe toată durata de timp necesară punerii în siguranță a structurii, respectiv până la realizarea soluției recomandate, structura va fi ținută sub observație, cu accent pe observarea comportării în ceea ce privește deplasările și evoluția degradărilor.

Prezenta expertiză are o valabilitate de 3 ani de la data elaborării acesteia, cu excepția cazurilor în care în această perioadă au loc fenomene excepționale (un cutremur major cu magnitudine >7, tasări semnificative ale fundațiilor) sau orice altă modificare a situației existente ce a fost consemnată în această expertiză. În cazul în care se produc astfel de evenimente trebuie consultat expertul tehnic ce a întocmit expertiza.

Redactat,  
ing. Claudiu NEDEIANU

Expert tehnic,  
Dr. ing. Ionuț Radu RĂCĂNEL



Beneficiar:



COMPANIA NAȚIONALĂ DE CĂI FERATE CNCF "CFR" SA



BAICONS Impex SRL

Proiectant:



Asocierea

ACCIONA Ingenieria SA

Nr. pg.16

Cod:ET207-Ps-R0



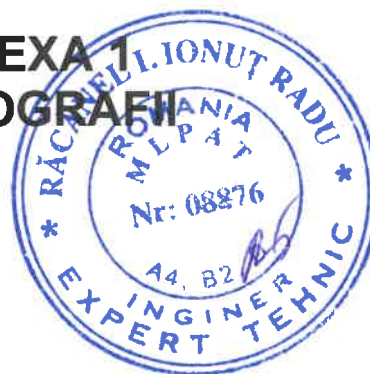
UNIUNEA EUROPEANĂ



Instrumente Structurale  
2014-2020

Studiu de fezabilitate aferent proiectului "Modernizarea liniei de cale ferată București Nord - Jilava - Giurgiu Nord - Giurgiu Nord Frontieră"  
Modernizarea infrastructurii de cale ferată dintre stațiile de cale ferată București Nord – Giurgiu Nord – Giurgiu Nord Frontieră  
EXPERTIZĂ TEHNICĂ PASAJE JUDEȚUL GIURGIU

## ANEXA 1 FOTOGRAFI



Beneficiar:



COMPANIA NAȚIONALĂ DE CĂI FERATE CNCF "CFR" SA



BAICONS Impex SRL

Proiectant:



Asocierea

ACCIONA Ingeniería SA

Cod:ET207-Ps-R0

Studiu de fezabilitate aferent proiectului "Modernizarea liniei de cale ferată București Nord - Jilava - Giurgiu Nord - Giurgiu Nord Frontieră"  
Modernizarea infrastructurii de cale ferată dintre stațiile de cale ferată București Nord – Giurgiu Nord – Giurgiu Nord Frontieră  
ANEXA 1 – FOTOGRAFII

## Pasaj inferior km 65+621 (P01)



1. Vedere pasaj inferior DN5 spre București



2. Vedere culee București. Vegetație crescută în spatele zidului de gardă. Carbonatări, muchii ciobite și armături la vedere și corodate



3. Vedere de pe pasaj spre Giurgiu Frontieră



4. Culee București. Carbonatări, muchii ciobite și armături la vedere și corodate



5. Vedere aparat de reazem fix. Vopsea de protecție exfoliată la talpa grinzii, pete de rugină. Betonul din zidurile întoarse ale culeei este degradat: carbonatări, segregări.



6. Vedere aparat de reazem fix. Vopsea de protecție exfoliată la talpa grinzii, pete de rugină. Muchii ciobite ale betonului la bancheta de rezemare a culeei.

Beneficiar:



COMPANIA NAȚIONALĂ DE CĂI FERATE CNCF "CFR" SA



BAICONS Impex SRL

Proiectant:



Asocierea

ACCIONA Ingenieria SA

Nr. pg. 1

Cod: ET 207-Ps-R0

Studiu de fezabilitate aferent proiectului "Modernizarea liniei de cale ferată București Nord - Jilava - Giurgiu Nord - Giurgiu Nord Frontieră"  
Modernizarea infrastructurii de cale ferată dintre stațiile de cale ferată București Nord – Giurgiu Nord – Giurgiu Nord Frontieră  
ANEXA 1 – FOTOGRAFII



7. Vedere în lungul tablierului către București. Exfolieri ale vopselei de protecție la talpa inferioară a grinzii, depuneri de praf, pete de rugină. Plasa de protecție de la intradosul tablierului este desprinsă în anumite puncte.



8. Vedere banchetă de rezemare culee. Plasa de protecție de la intradosul tablierului este ruginită. Elementele de fixare a acesteia de contravântuirea inferioară sunt desprinse.



9. Vedere aparat de reazem fix. Plăcuțele de plumb sunt refulate. Aparatul de reazem prezintă rugină la partea superioară.



10. Vedere inimă grindă în zona de reazem. Vopsea de protecție exfoliată, pete de rugină.



11. Vedere către culeea Giurgiu Frontieră. Fisuri și crăpături orizontale și verticale în cămășuiala elevației culeei. Crăpături ale banchetei cuzineților.



12. Vedere către culeea Giurgiu Frontieră. Fisuri și crăpături orizontale și verticale în cămășuiala elevației culeei. Crăpături ale banchetei cuzineților.

Studiu de fezabilitate aferent proiectului "Modernizarea liniei de cale ferată București Nord - Jilava - Giurgiu Nord - Giurgiu Nord Frontieră"  
Modernizarea infrastructurii de cale ferată dintre stațiile de cale ferată București Nord – Giurgiu Nord – Giurgiu Nord Frontieră  
ANEXA 1 – FOTOGRAFII



13. Detaliu zid de gardă culei (beton segregat, muchii ciobite, carbonatări)



14. Detaliu zid de gardă culei (fisuri in beton, segregări)



15. Vedere aparat de reazem fix. Coroziune accentuată la inima grinzii și rigidizarea de capăt în zona reazemului, cu afectarea grosimilor pieselor. Bancheta culei este acoperită cu gunoaie.



16. Vedere aparat de reazem fix. Coroziune accentuată la inima grinzii și rigidizarea de capăt în zona reazemului, cu afectarea grosimilor pieselor.



17. Vedere inimă și talpă inferioară grindă. Coroziune accentuată la inima grinzii cu afectarea grosimilor pieselor, depuneri de praf și mizerie pe talpa inferioară, pete de rugină atât la talpă cât și la inimă.



18. Vedere aparat de reazem fix. Coroziune accentuată la inima grinzii și rigidizarea de capăt în zona reazemului, cu afectarea grosimilor pieselor.



Studiu de fezabilitate aferent proiectului "Modernizarea liniei de cale ferată București Nord - Jilava - Giurgiu Nord - Giurgiu Nord Frontieră"  
Modernizarea infrastructurii de cale ferată dintre stațiile de cale ferată București Nord – Giurgiu Nord – Giurgiu Nord Frontieră  
ANEXA 1 – FOTOGRAFII



25. Fisuri orizontale și verticale în cămășuiala elevației și a zidurilor de beton. Muchii ciobite la nivelul banchetei de rezemare. Pe alocuri betonul este dislocat. Pete de culoare neagră pe elevație.



26. Fisuri orizontale și verticale în cămășuiala elevației și a zidurilor de beton. Muchii ciobite la nivelul banchetei de rezemare. Pe alocuri betonul este dislocat.



27. Fisuri orizontale și verticale în cămășuiala elevației și a zidurilor de beton. Muchii ciobite la nivelul banchetei de rezemare. Pe alocuri betonul este dislocat.



28. Vedere intrados tablier. Piasa de protecție este ruginită. Contravântuirea inferioară prezintă zone cu exfolieri la vopseaua de protecție și apariția ruginii.



29. Traverse de lemn degradate, putrezite. Dispozitivele de fixare a șinei pe traverse sunt slăbite.



30. Vedere talpă lonjeron în zona banchetei de rezemare a culeei. Suprafețe extinse afectate de coroziune cu reducerea grosimilor tablelor.



UNIUNEA EUROPEANĂ



Instrumente Structurale  
2014-2020

**Studiu de fezabilitate aferent proiectului "Modernizarea liniei de cale ferată București Nord - Jilava - Giurgiu Nord - Giurgiu Nord Frontieră"**  
**Modernizarea infrastructurii de cale ferată dintre stațiile de cale ferată București Nord – Giurgiu Nord – Giurgiu Nord Frontieră**  
**ANEXA 1 – FOTOGRAFII**



31. Apariția ruginei la talpa superioară a grinzii, în zona modificării secțiunii acesteia, la contactul între cele două platbande. Dulapii de trotuar sunt afectați de coroziune.



32. Fixarea traverselor pe talpa superioară a lonjeronilor este defectuoasă: lipsesc elementele de fixare.



33. Vedere contravântuire inferioară. Guseul și cornierele sunt afectate de coroziune și sunt acoperite cu mizerie.



34. Detaliu guseu la nivelul contravânturii inferioare. Guseul și cornierele sunt afectate de coroziune și sunt acoperite cu mizerie.



35. Deficiențe de prindere ale contrașinelor pe pod, lipsa elementelor de fixare.



36. Vedere aparat de reazem mobil. Refularea plăcilor de plumb. Plăcile inferioare sunt afectate de coroziune. În zona panoului de capăt al grinzii inima acesteia este afectată de coroziune.

Beneficiar:



COMPANIA NAȚIONALĂ DE CĂI FERATE CNCF "CFR" SA



BAICONS Impex SRL

Proiectant:



Asocierea

ACCIONA Ingenieria SA

Nr. pg. 6

Cod: ET 207-Ps-R0



Studiu de fezabilitate aferent proiectului "Modernizarea liniei de cale ferată București Nord - Jilava - Giurgiu Nord - Giurgiu Nord Frontieră"  
Modernizarea infrastructurii de cale ferată dintre stațiile de cale ferată București Nord – Giurgiu Nord – Giurgiu Nord Frontieră  
ANEXA 1 – FOTOGRAFII



37. Vedere aparat de reazem mobil. Refularea plăcilor de plumb. Plăcile inferioare sunt afectate de coroziune. În zona panoului de capăt al grinzii inima acesteia este afectată de coroziune.



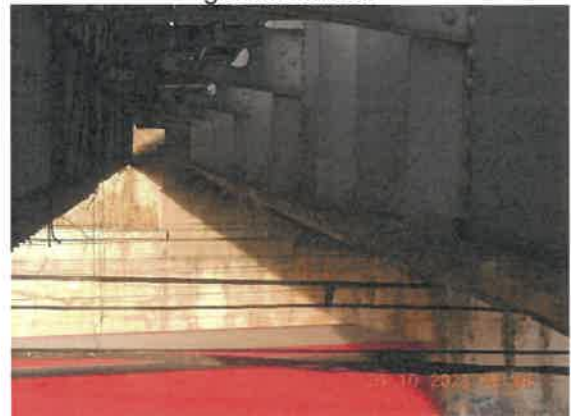
39. Vedere talpă inferioară a grinzii. Ca urmare a exfolierii vopselei de protecție zone extinse sunt afectate de coroziune.



41. Vedere banchetă de rezemare culee, în zona aparatului de reazem mobil. Muchii ciobite, beton segregat, refularea plăcilor de plumb de la aparatul de reazem.



38. Vedere talpă inferioară a grinzii. Ca urmare a exfolierii vopselei de protecție zone extinse sunt afectate de coroziune, pe alocuri cu reducerea grosimii tablei.



40. Vedere talpă inferioară a grinzii. Ca urmare a exfolierii vopselei de protecție zone extinse sunt afectate de coroziune. Consolele de trotuar sunt de asemenea afectate de coroziune la partea inferioară.



42. Vedere banchetă de rezemare culee, în zona aparatului de reazem mobil. Muchii ciobite, beton segregat, refularea plăcilor de plumb de la aparatul de reazem. Beton degradat în zidul de gardă al culeei, armături la vedere, corodate.

Studiu de fezabilitate aferent proiectului "Modernizarea liniei de cale ferată București Nord - Jilava - Giurgiu Nord - Giurgiu Nord Frontieră"  
Modernizarea infrastructurii de cale ferată dintre stațiile de cale ferată București Nord – Giurgiu Nord – Giurgiu Nord Frontieră  
ANEXA 1 – FOTOGRAFII



43. Consola de trotuar a zidului întors de la culee este degradată. La partea inferioară betonul este dislocat, armături sunt la vedere și sunt afectate de coroziune.



45. Vedere talpă inferioară antretoază. Vopseaua este exfoliată, ceea ce a favorizat apariția ruginii.



47. Beton degradat la zidul întors și la consola trotuarului: dislocări, segregări, armături la vedere.



44. Vedere aparat de reazem mobil. Rulourile și plăcile aparatului de reazem sunt afectate de coroziune. Talpa inferioară a antretoazei prezintă zone cu coroziune accentuată. Bancheta culeei este acoperită cu praf, mizerie.



46. Coroziune avansată la îmbinarea între lonjeron și antretoază, cu reducerea grosimilor tablelor.



48. Beton degradat la zidul întors și la consola trotuarului: dislocări, segregări.





UNIUNEA EUROPEANĂ



Instrumente Structurale  
2014-2020

**Studiu de fezabilitate aferent proiectului "Modernizarea liniei de cale ferată București Nord - Jilava - Giurgiu Nord - Giurgiu Nord Frontieră"**  
**Modernizarea infrastructurii de cale ferată dintre stațiile de cale ferată București Nord – Giurgiu Nord – Giurgiu Nord Frontieră**  
**ANEXA 1 – FOTOGRAFII**



49. Dislocări ale betonului în culee, tencuială desprinsă.



50. Fisuri și crăpături în betonul din cămășuiala elevației



51. Fisuri și crăpături în betonul din cămășuiala elevației culeei și a zidurilor de sprijin



52. Segregări și carbonatări ale betonului, pete maronii.



53. Plasa de protecție la intradosul tablierului este afectată sever de coroziune.



54. Plasa de protecție a fost deteriorată în urma lovirii de către un vehicul.



Beneficiar:



COMPANIA NAȚIONALĂ DE CĂI FERATE CNCF "CFR" SA



BAICONS Impex SRL

Proiectant:



Asocierea

ACCIONA Ingenieria SA

Nr. pg. 9

Cod: ET 207-Ps-R0

Studiu de fezabilitate aferent proiectului "Modernizarea liniei de cale ferată București Nord - Jilava - Giurgiu Nord - Giurgiu Nord Frontieră"  
Modernizarea infrastructurii de cale ferată dintre stațiile de cale ferată București Nord – Giurgiu Nord – Giurgiu Nord Frontieră  
ANEXA 1 – FOTOGRAFII



55. Beton degradat în zidul de gardă al culeei, armături la vedere și sever corodate. Copac crescut în zona banchetei și a trotuarului.



56. Beton degradat în zidul de gardă al culeei, armături la vedere și sever corodate. Copac crescut în zona banchetei și a trotuarului.



57. Suprafețe afectate de coroziune la talpa superioară a grinzii cu inimă plină.



58. Suprafețe afectate de coroziune la talpa superioară a grinzii cu inimă plină, la nivelul celor 3 platbande



59. Suprafețe afectate de coroziune la talpa superioară a grinzii cu inimă plină, la nivelul ambelor platbande



60. Zone cu vopsea exfoliată la talpa inferioară a grinzii, ceea ce a favorizat apariția coroziunii.





UNIUNEA EUROPEANĂ



Instrumente Structurale  
2014-2020

Studiu de fezabilitate aferent proiectului "Modernizarea liniei de cale ferată București Nord - Jilava - Giurgiu Nord - Giurgiu Nord Frontieră"  
Modernizarea infrastructurii de cale ferată dintre stațiile de cale ferată București Nord – Giurgiu Nord – Giurgiu Nord Frontieră

ANEXA 1 – FOTOGRAFII

### Pasaj inferior km 66+800 (P01)



1. Vedere spre Ruse



2. Vedere spre Giurgiu



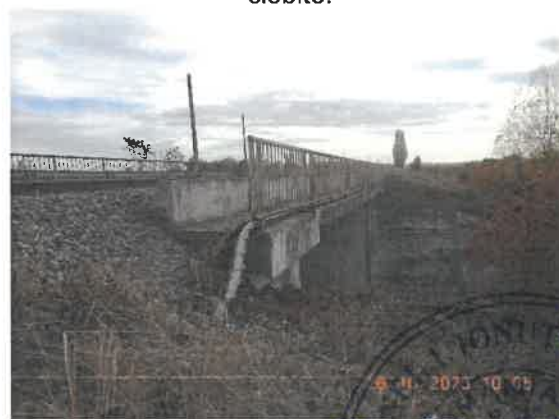
3. Parapetul metalic este afectat de coroziune.



4. Parapetul metalic este afectat de coroziune. Betonul din opritorii de piatră spartă este segregat, cu muchii ciobite.



5. Betonul din opritorii de piatră spartă este segregat, cu muchii ciobite. În zona rostului de la culeea tabla de acoperire a rostului este degradată.



6. Betonul din opritorii de piatră spartă este segregat, cu muchii ciobite. Betonul din aripă este segregat și prezintă suprafețe afectate de carbonatari.



Beneficiar:



COMPANIA NAȚIONALĂ DE CĂI FERATE CNCF "CFR" SA



BAICONS Impex SRL

Proiectant:



Asocierea

ACCIONA Ingenieria SA

Nr. pg. 11

Cod: ET 207-Ps-R0

Studiu de fezabilitate aferent proiectului "Modernizarea liniei de cale ferată București Nord - Jilava - Giurgiu Nord - Giurgiu Nord Frontieră"  
Modernizarea infrastructurii de cale ferată dintre stațiile de cale ferată București Nord – Giurgiu Nord – Giurgiu Nord Frontieră  
ANEXA 1 – FOTOGRAFII



7. Parapetul metalic este afectat de coroziune.



8. Betonul din aripă este segregat și prezintă suprafețe afectate de carbonatări.



9. Betonul din bancheta de rezemare prezintă segregări. Muchiile sunt ciobite. Intradosul consolei de trotuar este degradat: beton segregat, exfolieri ale protecției, urme ale infiltrațiilor de apă.



10. Betonul din bancheta de rezemare prezintă segregări. Muchiile sunt ciobite. Betonul din zidul de gardă este dislocat pe alocuri, armăturile sunt la vedere, corodate.



11. Betonul din bancheta de rezemare prezintă segregări. Muchiile sunt ciobite. Betonul din zidul de gardă este dislocat pe alocuri, armăturile sunt la vedere, corodate.



12. Armături fără strat de acoperire, afectate de coroziune. Beton segregat în zidul de gardă.



Studiu de fezabilitate aferent proiectului "Modernizarea liniei de cale ferată București Nord - Jilava - Giurgiu Nord - Giurgiu Nord Frontieră"  
Modernizarea infrastructurii de cale ferată dintre stațiile de cale ferată București Nord – Giurgiu Nord – Giurgiu Nord Frontieră  
ANEXA 1 – FOTOGRAFII



13. Fisuri în zidul întors al culeii. Vegetație crescută în zona aripilor.



14. Parapet metalic degradat, afectat de coroziune. Lipsa elementelor de fixare a parapetului.



15. Parapetul metalic este afectat de coroziune. Vegetație crescută pe aripile culeelor.



16. Opritorii de piatră spartă sunt fisurați.



17. Betonul din opritorii prezintă segregări, muchii ciobite. Parapetul metalic este afectat de coroziune.



18. Vegetație crescută pe scarile de acces.



Studiu de fezabilitate aferent proiectului "Modernizarea liniei de cale ferată București Nord - Jilava - Giurgiu Nord - Giurgiu Nord Frontieră"  
Modernizarea infrastructurii de cale ferată dintre stațiile de cale ferată București Nord – Giurgiu Nord – Giurgiu Nord Frontieră  
ANEXA 1 – FOTOGRAFII



19. Beton dislocat din opritorul de piatră spartă.



20. Betonul din elevația culei prezintă carbonatări și fisuri. Betonul din consola trotuarului este exfoliat.



21. Infiltrații la consola trotuarului. Degradări ale betonului, armături la vedere și corodate.



22. Infiltrații la consola trotuarului. Degradări ale betonului, armături la vedere și corodate.



23. Infiltrații și coroziune la intradosul grinzilor metalice înglobate în beton



24. Degradări ale betonului din aripi: segregări, carbonatări. Aripile sunt acoperite de vegetație.





Studiu de fezabilitate aferent proiectului "Modernizarea liniei de cale ferată București Nord - Jilava - Giurgiu Nord - Giurgiu Nord Frontieră"  
Modernizarea infrastructurii de cale ferată dintre stațiile de cale ferată București Nord - Giurgiu Nord - Giurgiu Nord Frontieră  
ANEXA 1 - FOTOGRAFII



25. Degradări ale betonului din aripi: segregări, carbonatări. Aripile sunt acoperite de vegetație.



26. Degradări ale betonului din aripi: segregări, carbonatări. Aripile sunt acoperite de vegetație.



27. Degradări ale betonului din aripi: segregări, carbonatări. Aripile sunt acoperite de vegetație.



28. Betonul din elevația culei prezintă fisuri, carbonatări.



29. Infiltrații și coroziune la intradosul grinzilor metalice înglobate în beton.



30. Degradări ale betonului în consola trotuarului: carbonatări, infiltrații.



Studiu de fezabilitate aferent proiectului "Modernizarea liniei de cale ferată București Nord - Jilava - Giurgiu Nord - Giurgiu Nord Frontieră"  
Modernizarea infrastructurii de cale ferată dintre stațiile de cale ferată București Nord – Giurgiu Nord – Giurgiu Nord Frontieră  
ANEXA 1 – FOTOGRAFII



31. Segregări ale betonului din aripi și elevația culeei, muchii ciobite.



32. Infiltrații și coroziune la intradosul grinzilor metalice înglobate în beton.



33. Betonul din elevația culeei este degradat prin carbonatare și segregare. Infiltrații și coroziune la intradosul grinzilor metalice înglobate în beton.



34. Infiltrații și coroziune la intradosul grinzilor metalice înglobate în beton.



35. Segregări și carbonatări ale betonului din consola de trotuar.



36. Segregări și fisuri ale betonului în elevația culeei. Pete de mușcați la suprafața elevației.



Studiu de fezabilitate aferent proiectului "Modernizarea liniei de cale ferată București Nord - Jilava - Giurgiu Nord - Giurgiu Nord Frontieră"  
Modernizarea infrastructurii de cale ferată dintre stațiile de cale ferată București Nord – Giurgiu Nord – Giurgiu Nord Frontieră  
ANEXA 1 – FOTOGRAFII



37. Beton segregat în zidurile întoarse ale culeei.



38. Scările sunt acoperite cu vegetație.



39. Beton exfoliat, segregat, în consola de trotuar. La intrados sunt prezente urme ale infiltrațiilor de apă.



40. Beton exfoliat, segregat în consola de trotuar. Infiltrații în zona zidului de gardă.



41. Bancheta de rezemare a culeei este acoperită cu bucăți de beton dislocat. Aparatele de reazem sunt afectate de coroziune.



42. Beton exfoliat, segregat în consola de trotuar. Infiltrații în zona zidului de gardă. Armături la vedere și afectate de coroziune în consola trotuarului.





UNIUNEA EUROPEANĂ



Instrumente Structurale  
2014-2020

Studiu de fezabilitate aferent proiectului "Modernizarea liniei de cale ferată București Nord - Jilava - Giurgiu Nord - Giurgiu Nord Frontieră"  
Modernizarea infrastructurii de cale ferată dintre stațiile de cale ferată București Nord – Giurgiu Nord – Giurgiu Nord Frontieră  
EXPERTIZĂ TEHNICĂ PASAJE JUDEȚUL GIURGIU

## ANEXA 2 CALCUL STRUCTURAL



Beneficiar:



COMPANIA NAȚIONALĂ DE CĂI FERATE CNCF "CFR" SA



BAICONS Impex SRL

Proiectant:



Asocierea

ACCIONA Ingenieria SA

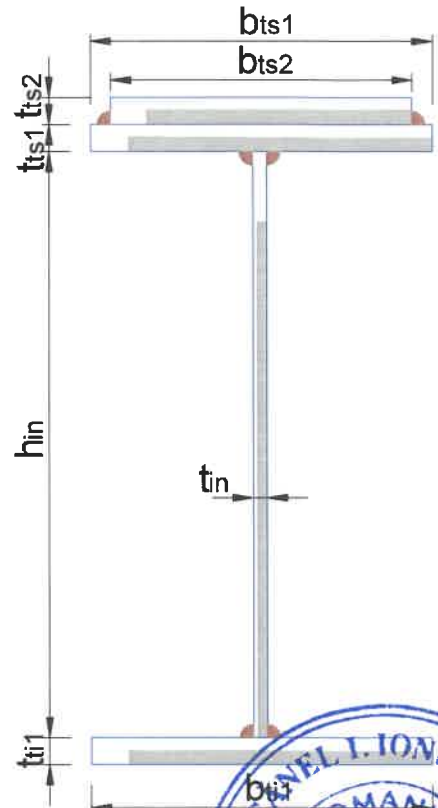
Cod:ET207-Ps-R0

Pod km 65+621

**Breviar de calcul: Lonjeron curent tablier GIPCJ, L=26.00m  
conform EUROCOD**

**1. Caracteristicile sectiunii Lonjeronului curent**

$L_{lonj}$ := 4.34m	-deschidere lonjeron
$h_{in}$ := 490mm	-inaltimea inimii
$t_{in}$ := 15mm	-grosimea inimii
$b_{ts1}$ := 225mm	-laltimea talpii superioare 1
$t_{ts1}$ := 15mm	-grosimea talpii superioare 1
$b_{ti1}$ := 225mm	-laltimea talpii inferioare 1
$t_{ti1}$ := 25mm	-grosimea talpii inferioare 1
$b_{ts2}$ := 190mm	-laltimea talpii superioare 2
$t_{ts2}$ := 20mm	-grosimea talpii superioare 2
$B$ := 1.50m	-interax lonjeroni
$E$ := 210GPa	-modul de elasticitate longitudinal otel
$\gamma_s$ := $78.5 \frac{kN}{m^3}$	-greutate specifica otel
$f_y$ := 235MPa	-limita de curgere a otelului tip S235



**1.1. Aria sectiunii transversale a lonjeronului curent**

$$A_L := b_{ts2} \cdot t_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} + h_{in} \cdot t_{in} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} = 201.5 \cdot cm^2$$

**1.2. Determinarea pozitiei centrului de greutate fata de fibra exterioara a talpii inferioare:**

$$CG_L := \frac{b_{ti1} \cdot t_{ti1} \cdot \left(\frac{t_{ti1}}{2}\right) + h_{in} \cdot t_{in} \cdot \left(t_{ti1} + \frac{h_{in}}{2}\right) + b_{ts1} \cdot t_{ts1} \cdot \left(t_{ti1} + h_{in} + \frac{t_{ts1}}{2}\right) + b_{ts2} \cdot t_{ts2} \cdot \left(t_{ti1} + h_{in} + t_{ts1} + \frac{t_{ts2}}{2}\right)}{A_L} = 291 \cdot mm$$

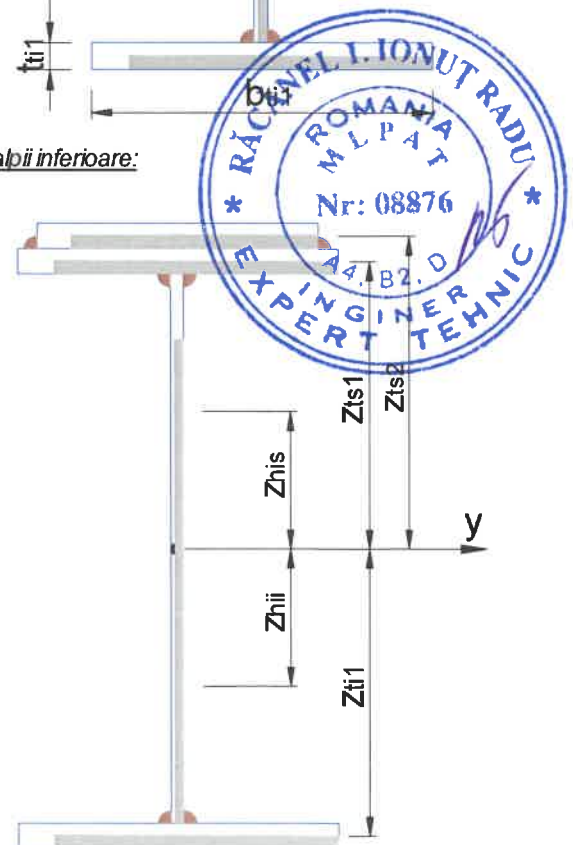
$$e_{CG} := \left(t_{ti1} + \frac{h_{in}}{2}\right) - CG_L = -21.328 \cdot mm$$

$$z_{his} := \frac{\left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG}\right)}{2} = 111.836 \cdot mm$$

$$z_{ts2} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ts1} + \frac{t_{ts2}}{2} = 248.672 \cdot mm$$

$$z_{hii} := \frac{\left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG}\right)}{2} = 133.164 \cdot mm$$

$$z_{ts1} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + \frac{t_{ts1}}{2} = 231.172 \cdot mm$$



$$z_{ti1} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + \frac{t_{ti1}}{2} = 278.828 \cdot \text{mm}$$

**1.3. Determinarea momentului de inerție, fata de centrul de greutate al secțiunii:**

$$I_y := \frac{b_{ti1} \cdot t_{ti1}^3}{12} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} \cdot z_{ti1}^2 + \dots$$

$$+ \frac{h_{in}^3 \cdot t_{in}}{12} + h_{in} \cdot t_{in} \cdot e_{CG}^2 + \frac{b_{ts1} \cdot t_{ts1}^3}{12} + \dots$$

$$+ b_{ts1} \cdot t_{ts1} \cdot z_{ts1}^2 + \frac{b_{ts2} \cdot t_{ts2}^3}{12} + b_{ts2} \cdot t_{ts2} \cdot z_{ts2}^2$$

$$I_y = 100354.865 \cdot \text{cm}^4$$

**1.4. Determinarea modulelor de rezistență:**

$$W_{supL} := \frac{I_y}{\left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ts1} + t_{ts2}\right)} = 3330 \cdot \text{cm}^3$$

$$W_{infL} := \frac{I_y}{\left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ti1}\right)} = 4036 \cdot \text{cm}^3$$

**2. Determinarea eforturilor in Lonjeronul curent**

**2.1. Evaluarea actiunilor:**

**2.1.a) Greutatea permanenta**

Greutati pe metru liniar:

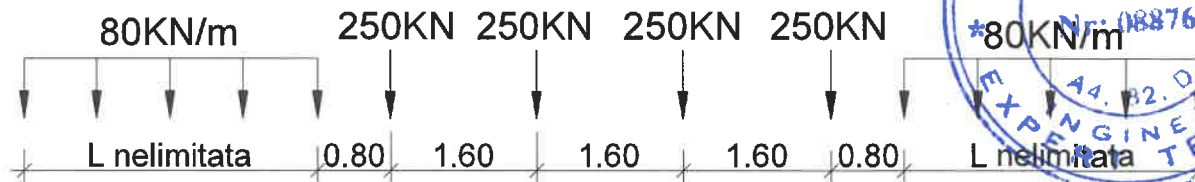
$$g_L := A_L \cdot \gamma_s = 1.582 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{- greutate lonjeron}$$

$$g_{cale} := 8 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$g_p := g_L + \frac{g_{cale}}{2} = 5.582 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

**2.1.b) Convoiu de calcul LM71**

$$Q_{vk} := 250 \text{ kN} \quad q_{vk} := 80 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



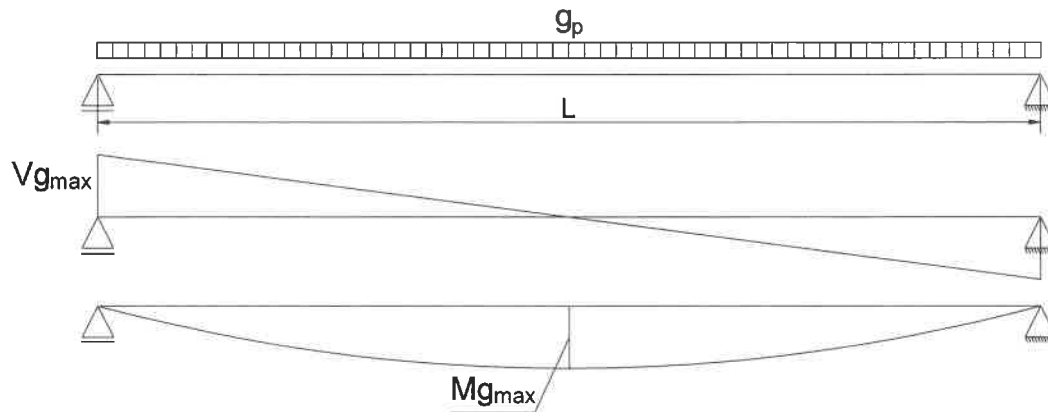
**Coefficientul dinamic ( $\phi_3$ ) (conform SR EN 1991-2:2005 - punctul 6.4.5.2)**

$$\phi_3 = \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.73 \quad \text{-coeficientul dinamic pentru o cale intretinuta in conditii standard}$$

$$L_\phi := \frac{L_{lonj}}{m} + 3 = 7.34 \quad \text{-lungimea "determinata" conform tabel 6.2}$$

$$\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.73 = 1.591$$

2.2. Diagrame de momente incovoietoare si forta taietoare din greutate permanenta

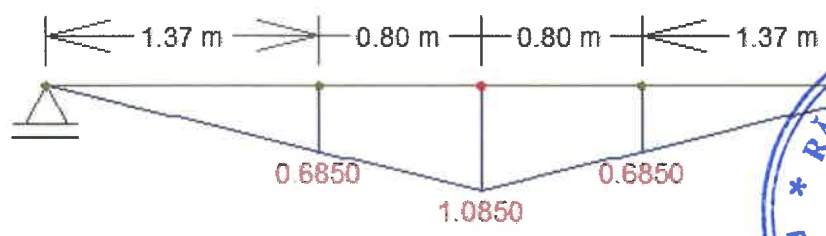


$$M_{gmax} := \frac{g_p \cdot L_{lonj}^2}{8} = 13.142 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{gmax} := \frac{g_p \cdot L_{lonj}}{2} = 12.112 \cdot \text{kN}$$

2.3. Infasuratoare de momente incovoietoare si forte taietoare din actiunea convoiului de calcul

Linia de influenta a momentului incovoietor maxim:

Ordonatele liniei de influenta a momentului incovoietor maxim:

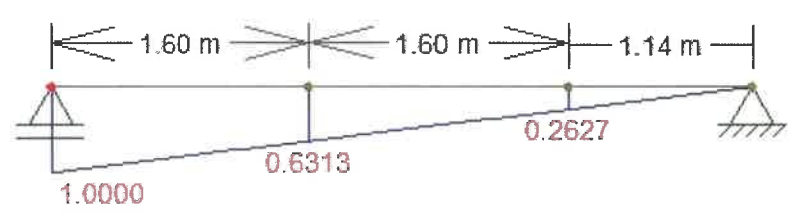


$$\eta := 0.25 \cdot L_{lonj} = 1.085 \text{ m} \quad \eta_1 := \frac{2\eta}{L_{lonj}} \left( \frac{L_{lonj}}{2} - 0.8 \text{ m} \right) = 0.685 \text{ m}$$

$$e_{ex} := \frac{\frac{B}{2} + 80 \text{ mm} + 50 \text{ mm}}{B} = 0.587 \quad \text{-coeficient de repartitie}$$

$$M_{maxLM71} := e_{ex} \cdot Q_{vk} \cdot (2\eta_1) = 200.933 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Linia de influenta a fortei taietoare maxime:



Ordonatele liniei de influenta a fortei taietoare maxime:

$$\eta_1 := 1 \quad \eta_2 := \frac{(L_{lonj} - 1.60 \text{ m})}{L_{lonj}} = 0.631 \quad \eta_3 := \frac{(L_{lonj} - 3.2 \text{ m})}{L_{lonj}} = 0.263$$

$$V_{maxLM71} := Q_{vk} \cdot e_{ex} \cdot (\eta_1 + \eta_2 + \eta_3) = 277.788 \cdot \text{kN}$$

2.4. Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)

$$\gamma_G := 1.35 \quad \gamma_{Q1} := 1.45 \quad \gamma_{Qi} := 1.50 \quad \psi_0 := 0.8 \quad C_r := e_{ex} = 0.587$$



$$M_{Ed} := \gamma_G \cdot M_{gmax} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot M_{maxLM71} = 289.656 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed} := \gamma_G \cdot V_{gmax} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot V_{maxLM71} = 392.27 \cdot \text{kN}$$

### 3. Stabilirea clasei secțiunii transversale (conform SR EN 1991-1-1:2006 - Tabel 5.2)

$$\epsilon := \sqrt{\frac{235 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{f_y}} = 1 \quad f_y = 235 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{-limita de curgere a oțelului S235, echivalent cu OL37}$$

SR EN 1993-1-1:2006

Tabelul 5.2 (continuare) - Rapoarte lățime-grosime maxime pentru pereți comprimați

Tălpi în consolă					
		Tălpi în consolă			
		Secțiuni laminat		Secțiuni sudate	
Clasă	Perete supus la compresiune	Perete supus la încovoiere și compresiune			
		Extremitate comprimată		Extremitate întinsă	
Distribuția tensiunilor în pereți (compresiune pozitivă)					
1	$c/t \leq 9\epsilon$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$		
2	$c/t \leq 10\epsilon$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$		
Distribuția tensiunilor în pereți (compresiune pozitivă)					
3	$c/t \leq 14\epsilon$	$c/t \leq 21\epsilon\sqrt{k_{\sigma}}$ pentru $k_{\sigma}$ a se vedea EN 1993-1-5			
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	$f_y$	235	275	355	420
	$\epsilon$	1,00	0,92	0,81	0,73

$$c_{in} := h_{in} = 490 \cdot \text{mm} \quad t_{in} = 15 \cdot \text{mm}$$

$$\text{Clasa}_{inimii} := \begin{cases} 1 & \text{if } \frac{c_{in}}{t_{in}} \leq 72 \cdot \epsilon \\ 2 & \text{if } 72 \cdot \epsilon < \frac{c_{in}}{t_{in}} \leq 83 \cdot \epsilon \\ 3 & \text{if } 83 \cdot \epsilon < \frac{c_{in}}{t_{in}} \leq 124 \cdot \epsilon \\ 4 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Clasa}_{inimii} = 1$$





Tabelul 5.2- Rapoarte lăţime-grosime maxime pentru pereţii comprimaţi

Pereţi comprimaţi interiori						
Clasă	Pereţe supus la încovoiere	Pereţe supus la compresiune	Pereţe supus la încovoiere şi compresiune			
Distribuţia tensiunilor în pereţi (compresiune pozitivă)						
1	$c/t \leq 72\epsilon$	$c/t \leq 33\epsilon$	unde $\alpha > 0,5$ : $c/t \leq \frac{396\epsilon}{13\alpha - 1}$ unde $\alpha \leq 0,5$ : $c/t \leq \frac{36\epsilon}{\alpha}$			
2	$c/t \leq 83\epsilon$	$c/t \leq 38\epsilon$	unde $\alpha > 0,5$ : $c/t \leq \frac{456\epsilon}{13\alpha - 1}$ unde $\alpha \leq 0,5$ : $c/t \leq \frac{41,5\epsilon}{\alpha}$			
Distribuţia tensiunilor în pereţi (comprimare pozitivă)						
3	$c/t \leq 124\epsilon$	$c/t \leq 42\epsilon$	unde $\psi > -1$ : $c/t \leq \frac{42\epsilon}{0,67 + 0,33\psi}$ unde $\psi \leq -1$ : $c/t \leq 62\epsilon$			
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	$f_y$	235	275	355	420	460
	$\epsilon$	1,00	0,92	0,81	0,75	0,70

\*)  $\psi \leq -1$  se aplică fie când tensiunea de compresiune  $\sigma \leq f_y$  fie când deformaţia specifică de întindere  $\epsilon_y > f_y/E$

$$c_{ts} := \frac{b_{ts1} - t_{in}}{2} = 105 \cdot \text{mm} \quad t_{ts} := t_{ts1} + t_{ts2} = 35 \cdot \text{mm}$$

$$\text{Clasa}_{\text{talpii}} := \begin{cases} 1 & \text{if } \frac{c_{ts}}{t_{ts}} \leq 9 \cdot \epsilon \\ 2 & \text{if } 9 \cdot \epsilon < \frac{c_{ts}}{t_{ts}} \leq 10 \cdot \epsilon \\ 3 & \text{if } 10 \cdot \epsilon < \frac{c_{ts}}{t_{ts}} \leq 14 \cdot \epsilon \\ 4 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Clasa}_{\text{talpii}} = 1$$

$$\text{Clasa}_{\text{secţiunii}} := \max(\text{Clasa}_{\text{inimii}}, \text{Clasa}_{\text{talpii}}) = 1$$



#### 4. Verificarea la Starea Limita Ultima - SLU (conform SR EN 1993-1-1:2006)

$$\gamma_{M0} := 1.00 \quad \gamma_{M1} := 1.10 \quad \gamma_{M2} := 1.25 \quad \text{conform SR EN 1993-2:2007, sectiunea 6.1}$$

##### 4.1. Verificarea la moment incovoiebr

Relatia de verificare:  $\frac{M_{Ed}}{M_{c\_Rd}} \leq 1$   $M_{Ed} = 289.656 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$

(2) Rezistența de calcul a unei secțiuni transversale supusă la încovoiere în raport cu una din axele principale de inerție se determină astfel:

$$M_{c\_Rd} = M_{pl\_Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{pentru secțiunile Clasa 1 sau 2} \quad (6.13)$$

$$M_{c\_Rd} = M_{el\_Rd} = \frac{W_{el,min} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{pentru secțiunile Clasa 3} \quad (6.14)$$

$$M_{c\_Rd} = \frac{W_{eff,min} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{pentru secțiunile Clasa 4} \quad (6.15)$$

în care  $W_{el,min}$  și  $W_{eff,min}$  corespund fibrei în care se dezvoltă tensiunea elastică maximă.

$$A_{ts1} := b_{ts1} \cdot t_{ts1} = 3375 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{ti1} := b_{ti1} \cdot t_{ti1} = 5625 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{ts2} := b_{ts2} \cdot t_{ts2} = 3800 \cdot \text{mm}^2$$

$$y_{max} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ti1} = 291.328 \cdot \text{mm}$$

$$y_{min} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ts1} + t_{ts2} = 258.672 \cdot \text{mm}$$

$$S := A_{ts2} \cdot z_{ts2} + A_{ts1} \cdot z_{ts1} + \left( \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right) \cdot t_{in} \cdot z_{his} = 2100 \cdot \text{cm}^3 \quad \text{-momentul static al secțiunii lonjeroanelor}$$

$$W_{pl} := 2S = 4201 \cdot \text{cm}^3$$

$$\text{Relatia\_de\_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{M_{Ed}}{M_{c\_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$M_{c\_Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 987.18 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

$$\text{Relatia\_de\_verificare} = \text{"Se Verifica"}$$



##### 4.2. Verificarea la forta taietoare

Relatia de verificare:  $\frac{V_{Ed}}{V_{c\_Rd}} \leq 1$

$$V_{Ed} = 392.27 \cdot \text{kN}$$

Pentru secțiunile din CLASA 1 și 2:

$$V_{c\_Rd} = V_{pl\_Rd} = \frac{A_v \cdot (f_y \cdot \sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$$

$A_v$  - aria de forfecare

$$A_v = 2 \cdot b_{ts1} \cdot (t_{ts2} + t_{ts1}) + (t_{in} + 2 \cdot r) \cdot (t_{ts2} + t_{ts1}) \geq \eta \cdot h_{in} \cdot t_{in}$$

$r := 0$  - raza de racordare între inima și talpa

$\eta := 1.20$  conform SR EN 1993-1-5:2007, sectiunea 5.1

$$A_v := 2 \cdot b_{ts1} \cdot (t_{ts2} + t_{ts1}) + (t_{in} + 2 \cdot r) \cdot (t_{ts2} + t_{ts1}) = 16275 \cdot \text{mm}^2$$

$$\eta \cdot h_{in} \cdot t_{in} = 8820 \cdot \text{mm}^2$$

$$V_{c\_Rd} := \frac{A_v \cdot (f_y \cdot \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = 6624.445 \cdot \text{kN}$$

$$\text{Relatia\_de\_verificare.} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{V_{Ed}}{V_{c\_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia\_de\_verificare. = "Se Verifica"

### 5. Verificarea la Starea Limita ultima de Oboseala - SLUO (conform SR EN 1993-1-9:2006, sectiunea 7)

$$1) \frac{\gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2}}{\Delta\sigma_C / \gamma_{Mf}} \leq 1,0 \quad 2) \frac{\gamma_{Ff} \Delta\tau_{E,2}}{\Delta\tau_C / \gamma_{Mf}} \leq 1,0 \quad 3) \left( \frac{\gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2}}{\Delta\sigma_C / \gamma_{Mf}} \right)^3 + \left( \frac{\gamma_{Ff} \Delta\tau_{E,2}}{\Delta\tau_C / \gamma_{Mf}} \right)^5 \leq 1,0$$

$$M_{Ed,max,SLO} := M_{max,LM71} = 200.933 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed,min,SLO} := 0 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed,max,SLO} := V_{max,LM71} = 277.788 \cdot \text{kN}$$

$$V_{Ed,min,SLO} := 0 \text{ kN}$$

$$M_{Ed,SLO} := \max(|M_{Ed,max,SLO}|, |M_{Ed,min,SLO}|)$$

$$M_{Ed,SLO} = 200.933 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed,SLO} := \max(|V_{Ed,max,SLO}|, |V_{Ed,min,SLO}|)$$

$$V_{Ed,SLO} = 277.788 \cdot \text{kN}$$

Conform SR EN 1993-1-9-2006 Tab.3.1:

### Valori recomandate pentru factorii partiali pentru rezistenta la oboseala

Metoda de calcul	Consecințele cedării	
	scăzute	ridicate
Degradări acceptabile	1,00	1,15
Durata de viata sigură	1,15	1,35

$$\gamma_{Mf} := 1.35$$

$\gamma_{Mf}$  - factor partial pentru rezistenta la oboseala

$$\gamma_{Ff} := 1$$

$\gamma_{Ff}$  - coeficient partial pentru rezistenta la oboseala

Conform SR EN 1993-2-2007 9.4.1:

$$\Delta\sigma_{E2} = \lambda \phi_2 \Delta\sigma_p$$

în care:

$\lambda$  este factorul echivalent de vătămare definit în 9.5;

$\phi_2$  este coeficientul dinamic echivalent.

$\Delta\sigma_p$  - ecart de eforturi unitare de referinta;

$$\Delta\sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}| \quad \sigma_{p,max} - \text{efortul unitar maxim}$$

$\sigma_{p,min}$  - efortul unitar minim

Coeficientul dinamic ( $\phi_2$ ) (conform SREN 1991-2:2005, punctul 6.4.5.2)

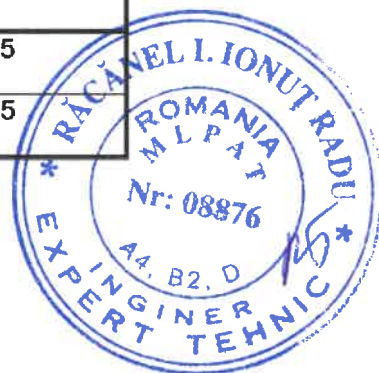
$$\phi_2 = \frac{1.44}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.82$$

-coeficientul dinamic pentru o cale intretinuta in conditii foarte bune

$$L_\phi := \frac{L_{lonj}}{m} + 3 = 7.34$$

-lungimea "determinata" conform tabel 6.2 din SR EN 1991-2:2004

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.82 = 1.394$$



Conform SR EN 1993-2-2007 9.5.3:

### 9.5.3 Factori echivalenți corespunzători vătămării $\lambda$ pentru poduri de cale ferată

(1) Factorul echivalent corespunzător vătămării  $\lambda$  pentru podurile de cale ferată a căror deschidere nu depășește 100 m se obține astfel:

$$\lambda = \lambda_1 \times \lambda_2 \times \lambda_3 \times \lambda_4 \quad \text{dar } \lambda \leq \lambda_{max} \quad (9.13)$$

în care:  $\lambda_1$  este un factor care ține seama de efectul vătămării din trafic și depinde de lungimea liniei de influență;

$\lambda_2$  este un factor care ține seama de volumul traficului;

$\lambda_3$  este un factor care ține seama de durata de viață proiectată a podului;

$\lambda_4$  este un factor pentru cazul în care elementul structural este încărcat de cel puțin două linii;

$\lambda_{max}$  este valoarea maximă a factorului  $\lambda$ - luându-se în considerare limita de oboseală, a se vedea (9).

$$\lambda_1 := 0.953 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.3}$$

Tabelul 9.5 -  $\lambda_2$

Trafic anual [ $10^6$ t / track]	5	10	15	20	25	30	35	40	50
$\lambda_2$	0,72	0,83	0,90	0,96	1,00	1,04	1,07	1,10	1,15

$$\lambda_2 := 0.72 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.5 pentru un tonaj anual de } 5 \times 10^6$$

Tabelul 9.6 -  $\lambda_3$

Durata de viață proiectată [ani]	50	60	70	80	90	100	120
$\lambda_3$	0,87	0,90	0,93	0,96	0,98	1,00	1,04

$$\lambda_3 := 0.87 \quad \text{-pentru o durata de viata de 50 ani}$$

$$\lambda_4 := 1.00 \quad \text{-pentru cale simpla}$$


$$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.597$$

Tabelul 9.3 -  $\lambda_1$  pentru trafic feroviar standard

L	EC Mixt
0,5	1,60
1,0	1,60
1,5	1,60
2,0	1,46
2,5	1,38
3,0	1,35
3,5	1,17
4,0	1,07
4,5	1,02
5,0	1,03
6,0	1,03
7,0	0,97
8,0	0,92
9,0	0,88
10,0	0,85
12,5	0,82
15,0	0,76
17,5	0,70
20,0	0,67
25,0	0,66
30,0	0,65
35,0	0,64
40,0	0,64
45,0	0,64
50,0	0,63
60,0	0,63
70,0	0,62
80,0	0,61
90,0	0,61
100	0,60

Se verifica detaliul 125 reprezentat de sudura longitudinală dintre inima și talpa conform SR EN 1993-1-9-2006 Tab.8.2

Tabelul 8.2 - Secțiuni compuse din table sudate

Categoria detaliului	Detaliu de construcție	Descriere
125		<p><b>Suduri longitudinale continue:</b></p> <p>1) Suduri cap la cap realizate automat pe ambele părți</p> <p>2) Suduri de în colț realizate automat. Capetele ecliselor se verifică utilizând detaliul 6) sau 7) din tabelul 8.5</p>

**Verificare cordon de sudura dintre inima si talpa inferioara**

$$\Delta\sigma_c := 125\text{MPa} \quad z_{125} := \frac{h_{in}}{2} = 245\text{mm} \quad \Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 72.169\text{MPa} \quad \Delta\sigma_p := |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}|$$

$$\sigma_{p,max} := \frac{M_{Ed,SLO}}{I_y} \cdot z_{125} = 49.055\text{MPa} \quad \sigma_{p,min} := \frac{M_{Ed,min,SLO}}{I_y} \cdot z_{125} = 0\text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}| = 49.055\text{MPa} \quad \Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 40.818\text{MPa}$$

$$\Delta\tau_p := |\tau_{p,max} - \tau_{p,min}|$$

$$\tau_{p,max} := \frac{V_{Ed,SLO} \cdot S}{I_y \cdot t_{in}} = 38.76\text{MPa} \quad \tau_{p,min} := \frac{V_{Ed,min,SLO} \cdot S}{I_y \cdot t_{in}} = 0\text{MPa}$$

$$\Delta\tau_p := |\tau_{p,max} - \tau_{p,min}| = 38.76\text{MPa} \quad \Delta\tau_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\tau_p = 32.252\text{MPa}$$

**Verificarea relatiei 1:**

$$\text{Conditia\_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2}}{\left(\frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}}\right)} < 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia\_verificare = "Se Verifica"

**Verificarea relatiei 2:**

$$\text{Conditia\_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{\gamma_{Ff} \cdot \Delta\tau_{E2}}{\left(\frac{\Delta\tau_c}{\gamma_{Mf}}\right)} < 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

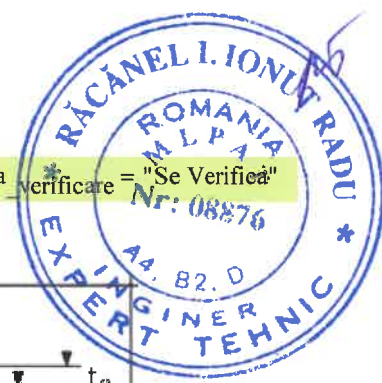
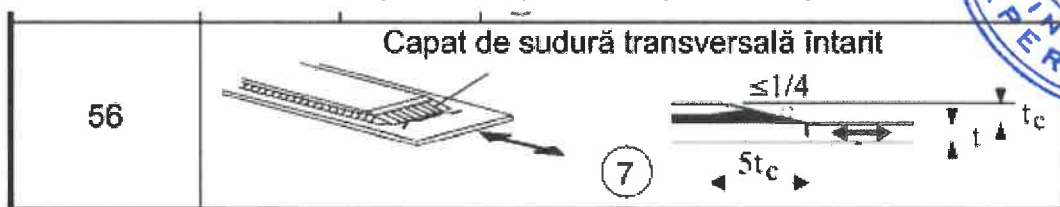
Conditia\_verificare = "Se Verifica"

**Verificarea relatiei 3:**

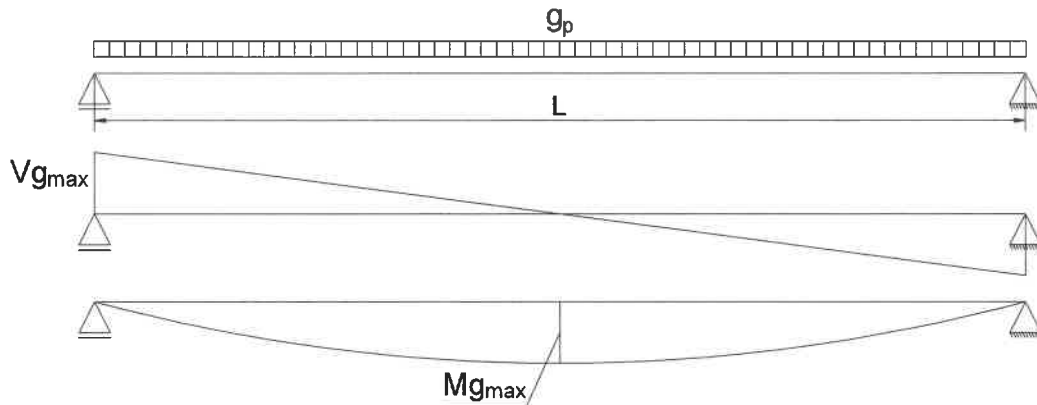
$$\text{Conditia\_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \left(\frac{\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2}}{\frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}}}\right)^3 + \left(\frac{\gamma_{Ff} \cdot \Delta\tau_{E2}}{\frac{\Delta\tau_c}{\gamma_{Mf}}}\right)^5 < 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia\_verificare = "Se Verifica"

**Verificare cordon de sudura dintre platbanda superioara 1 si platbanda superioara 2**



5.1. Diagrame de momente incovoietoare si forta taietoare din greutate permanenta in sectiunea in care se identifica a doua platbanda (la 60cm de axul de rezemare)

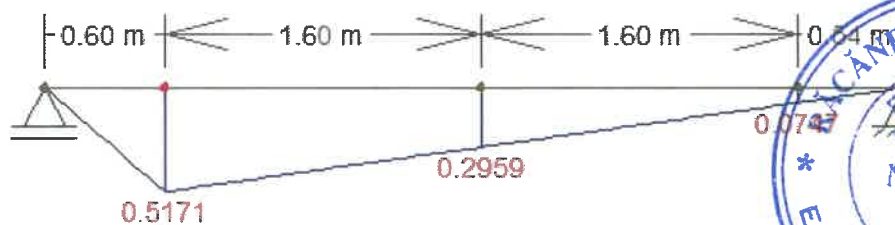


$$M_{g_{\max,x}} := \frac{g_p \cdot (0.6\text{m} \cdot 3.74\text{m})}{2} = 6.263 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{g_{\max,x}} := g_p \cdot \left( \frac{L_{\text{lonj}}}{2} - 0.6\text{m} \right) = 8.763 \cdot \text{kN}$$

5.2. Infasuratoare de momente incovoietoare si forte taietoare din actiunea convoiului de cacul in sectiunea x (la 60cm de axul de rezemare)

Linia de influenta a momentului incovoietor maxim:

Ordonatele liniei de influenta a momentului incovoietor maxim:

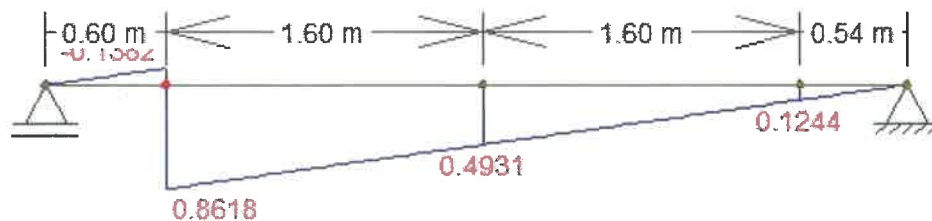


$$\eta_1 := 0.5171\text{m} \quad \eta_2 := 0.2959\text{m} \quad \eta_3 := 0.0747\text{m}$$

$$e_{\text{ex}} := \frac{\frac{B}{2} + 80\text{mm} + 50\text{mm}}{B} = 0.587 \quad \text{-coeficient de repartitie}$$

$$M_{\max\text{LM71},x} := e_{\text{ex}} \cdot Q_{\text{vk}} \cdot (\eta_1 + \eta_2 + \eta_3) = 130.196 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Linia de influenta a fortei taietoare maxime:



Ordonatele liniei de influenta a fortei taietoare maxime:

$$\eta_1 := 0.8618 \quad \eta_2 := 0.4931 \quad \eta_3 := 0.1244$$

$$V_{\max\text{LM71},x} := Q_{\text{vk}} \cdot e_{\text{ex}} \cdot (\eta_1 + \eta_2 + \eta_3) = 216.964 \cdot \text{kN}$$

5.3. Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU) in sectiunea x

$$\gamma_G := 1.35 \quad \gamma_{Q1} := 1.45 \quad \gamma_{Qi} := 1.50 \quad \psi_0 := 0.8 \quad C_r := e_{\text{ex}} = 0.587$$

$$M_{Ed.x} := \gamma_G \cdot M_{gmax.x} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot M_{maxLM71.x} = 184.643 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed.x} := \gamma_G \cdot V_{gmax.x} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot V_{maxLM71.x} = 305.438 \cdot \text{kN}$$

$$M_{Ed.max.SLO.x} := M_{maxLM71.x} = 130.196 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed.min.SLO.x} := 0 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed.max.SLO.x} := V_{maxLM71.x} = 216.964 \cdot \text{kN}$$

$$V_{Ed.min.SLO.x} := 0 \text{ kN}$$

$$M_{Ed.SLO.x} := \max(|M_{Ed.max.SLO.x}|, |M_{Ed.min.SLO.x}|)$$

$$M_{Ed.SLO.x} = 130.196 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed.SLO.x} := \max(|V_{Ed.max.SLO.x}|, |V_{Ed.min.SLO.x}|)$$

$$V_{Ed.SLO.x} = 216.964 \cdot \text{kN}$$

$$\Delta\sigma_c := 56 \text{ MPa} \quad z_{56} := \frac{h_{in}}{2} + t_{ts1} = 260 \cdot \text{mm} \quad \Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 32.332 \cdot \text{MPa} \quad \Delta\sigma_p := |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}|$$

$$\sigma_{p,max.x} := \frac{M_{Ed.SLO.x}}{I_y} \cdot z_{56} = 33.731 \cdot \text{MPa} \quad \sigma_{p,min.x} := \frac{M_{Ed.min.SLO.x}}{I_y} \cdot z_{56} = 0 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{p,x} := |\sigma_{p,max.x} - \sigma_{p,min.x}| = 33.731 \cdot \text{MPa} \quad \Delta\sigma_{E2.x} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_{p,x} = 28.067 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\tau_p := |\tau_{p,max} - \tau_{p,min}|$$

$$\tau_{p,max.x} := \frac{V_{Ed.SLO.x} \cdot S}{I_y \cdot t_{in}} = 30.273 \cdot \text{MPa} \quad \tau_{p,min.x} := \frac{V_{Ed.min.SLO.x} \cdot S}{I_y \cdot t_{in}} = 0 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\tau_{p,x} := |\tau_{p,max.x} - \tau_{p,min.x}| = 30.273 \cdot \text{MPa} \quad \Delta\tau_{E2.x} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\tau_{p,x} = 25.19 \cdot \text{MPa}$$

#### Verificarea relatiei 1:

$$\text{Conditia\_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2.x}}{\left(\frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}}\right)} < 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\gamma_{Mf} = 1.35$$

Conditia\_verificare = "Se Verifica"

#### Verificarea relatiei 2:

$$\text{Conditia\_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{\gamma_{Ff} \cdot \Delta\tau_{E2.x}}{\left(\frac{\Delta\tau_c}{\gamma_{Mf}}\right)} < 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia\_verificare = "Nu se Verifica"

#### Verificarea relatiei 3:

$$\text{Conditia\_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \left(\frac{\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2.x}}{\frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}}}\right)^3 + \left(\frac{\gamma_{Ff} \cdot \Delta\tau_{E2.x}}{\frac{\Delta\tau_c}{\gamma_{Mf}}}\right)^5 < 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia\_verificare = "Nu se Verifica"

### 6. Limitarea sagetii verticale

$$\text{Relatie de verificare: } f := \frac{5.5 \cdot M_{Ed} \cdot L_{lonj}^2}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \frac{L}{700}$$

$$\text{Conditia\_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{5.5 \cdot M_{Ed} \cdot L_{lonj}^2}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \frac{L_{lonj}}{700} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia\_verificare = "Se Verifica"

Intocmit,  
ing. Claudiu NEDEIANU

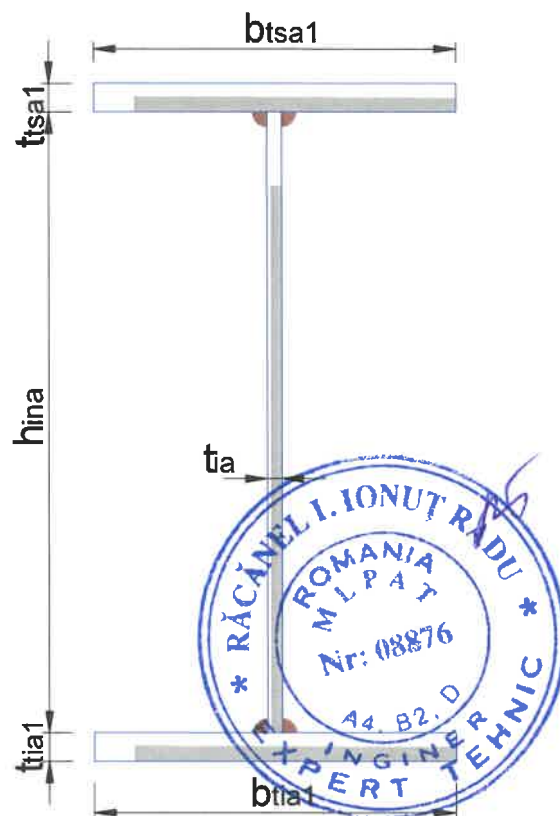
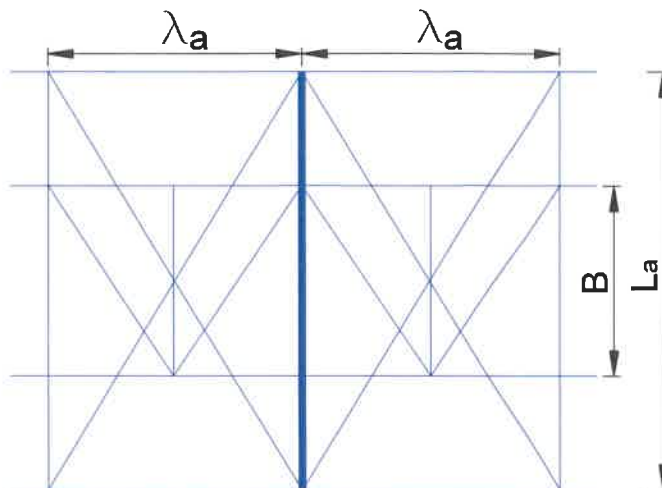
Verificat,  
ing. Iulia OTELEA



**Breviar de calcul: Antretoază curentă tablier GIPCJ, L=26.00m  
conform EUROCOD**

**1. Determinarea eforturilor in Antretoaza curenta**

$L_a := 4.90\text{m}$	-lungimea antretoazei
$\lambda_a := 4.34\text{m}$	-interax antretoaze
$B := 1.50\text{m}$	-distanța dintre lonjeroni
$h_{ia} := 830\text{mm}$	-inalțimea inimii antretoazei
$t_{ia} := 15\text{mm}$	-grosimea inimii antretoazei
$b_{tsa1} := 260\text{mm}$	-latimea talpii superioare 1
$t_{tsa1} := 30\text{mm}$	-grosimea talpii superioare 1
$b_{tia1} := 260\text{mm}$	-latimea talpii inferioare 1
$t_{tia1} := 30\text{mm}$	-grosimea talpii inferioare 1
$E := 210\text{GPa}$	-modul de elasticitate longitudinal otel
$\gamma_{ot} := 78.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$	-greutatea specifica a otelului



**1.1. Aria secțiunii transversale a antretoazei curente:**

$$A_a := h_{ia} \cdot t_{ia} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} \dots = 280.5 \cdot \text{cm}^2$$

$$G_a := A_a \cdot \gamma_{ot} = 2.202 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{greutate antretoaza}$$

$$A_L := 201.5 \text{ cm}^2$$

$$G_l := A_L \cdot \gamma_{ot} = 1.582 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{greutate lonjeron}$$

-Greutatea proprie a contravanturii lonjeronilor si a contravanturilor principale

Contravantuirile lonjeronilor si contravantuirile principale L100x100x10

$$L_{\text{cornier}} := 4 \cdot 1.50\text{m} + 3 \cdot \left[ \left( \frac{\lambda_a}{3} \right)^2 + (1.5\text{m})^2 \right]^{\frac{1}{2}} + 2 \cdot 2 \cdot \sqrt{(4.90\text{m})^2 + (4.34\text{m})^2} \dots = 38.434 \text{ m}$$

$$G_{cv} := 0.151 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot \frac{L_{\text{cornier}}}{\lambda_a} = 1.337 \frac{1}{\text{m}} \cdot \text{kN} \quad \text{greutate contravanturiri}$$

$$G_{\text{plasa}} := 0.05 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 5\text{m} \cdot \frac{1}{2} = 0.125 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{greutate plasa de protectie}$$

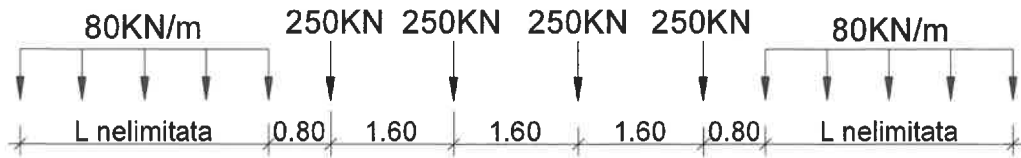
Greutatea caii

$$g_{\text{cale}} := 8 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Convoiu de calcul LM71

$$Q_{vk} := 250\text{kN} \quad q_{vk} := 80 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$





Coefficientul dinamic ( $\phi_3$ ) (conform **SR EN 1991-2:2005, punctul 6.4.5.2**)

$$\phi_3 = \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.73 \quad \text{-coeficientul dinamic pentru o cale intretinuta in conditii standard}$$

$$L_\phi := \frac{2 \cdot L_a}{m} = 9.8 \quad \text{-lungimea "determinata" conform tabel 6.2 din SR EN 1991-2:2004}$$

$$\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.73 = 1.467$$

1.2. Determinarea reactiunii pe antretoaza din greutatea permanenta a plasei de protectie

$$R_{plasa} := G_{plasa} \cdot \lambda_a = 0.542 \cdot \text{kN}$$

1.3. Determinarea reactiunii pe antretoaza din greutatea permanenta a lonjeronului, a contravanturii principale si a caii

$$R_{lonj} := 2G_l \cdot \lambda_a + G_{cv} \cdot \lambda_a + g_{cale} \cdot \lambda_a = 54.253 \cdot \text{kN}$$

1.4. Determinarea reactiunii pe antretoaza din greutatele permanente a elementelor adiacente (lonjeroni, riglele lonjeronilor, cale, plasa)

$$R_{elem.adiacente} := R_{plasa} + R_{lonj} = 54.796 \cdot \text{kN}$$

1.5. Determinarea reactiunii pe antretoaza din convoiul de calcul LM71

Incarcare linie de influenta

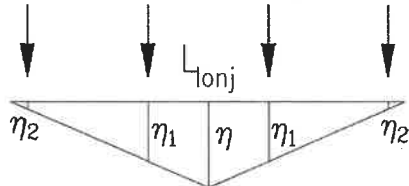
$$e_{xl} := 5 \text{ cm}$$

dezaxarea liniei

$$e_{xi} := \frac{B}{18} = 8.333 \cdot \text{cm} \quad \text{încarcarea excentrica a vagonului)}$$

$$e_{ex} := \frac{\frac{L_a}{2} + e_{xl} + e_{xi}}{L_a} = 0.527 \quad \text{-coeficient de repartitie transversala}$$

250kN 250kN 250kN 250kN



Ordonatele liniei de influenta:

$$\eta := 1.00$$

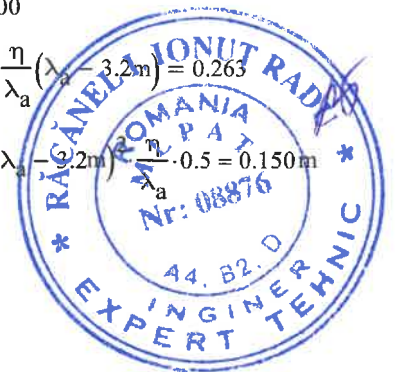
$$\eta_{1a} := \frac{\eta}{\lambda_a} (\lambda_a - 0.8 \text{ m}) = 0.816$$

$$\eta_{3a} := \frac{\eta}{\lambda_a} (\lambda_a - 3.2 \text{ m}) = 0.263$$

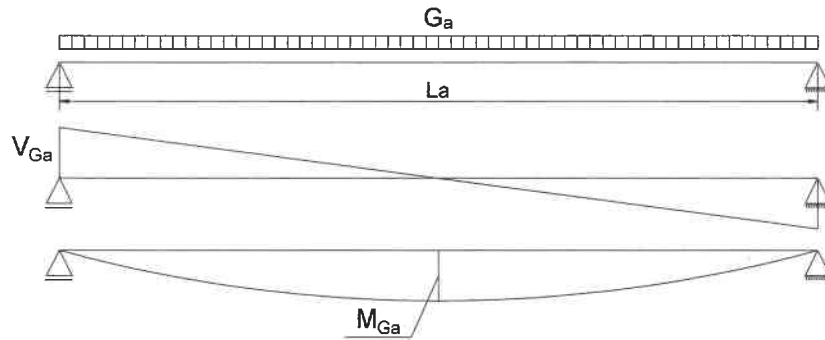
$$\eta_{2a} := \frac{\eta}{\lambda_a} (\lambda_a - 2.4 \text{ m}) = 0.447$$

$$\omega_a := (\lambda_a - 0.2 \text{ m}) \cdot \frac{\eta}{\lambda_a} \cdot 0.5 = 0.150 \text{ m}$$

$$R_{LM71} := e_{ex} \cdot [Q_{vk} \cdot (2\eta_{1a} + 2\eta_{2a}) + 2q_{vk} \cdot \omega_a] = 345.477 \cdot \text{kN}$$



1.6. Diagrame de moment incovoietor si forta taietoare pe antretoaza din greutate proprie

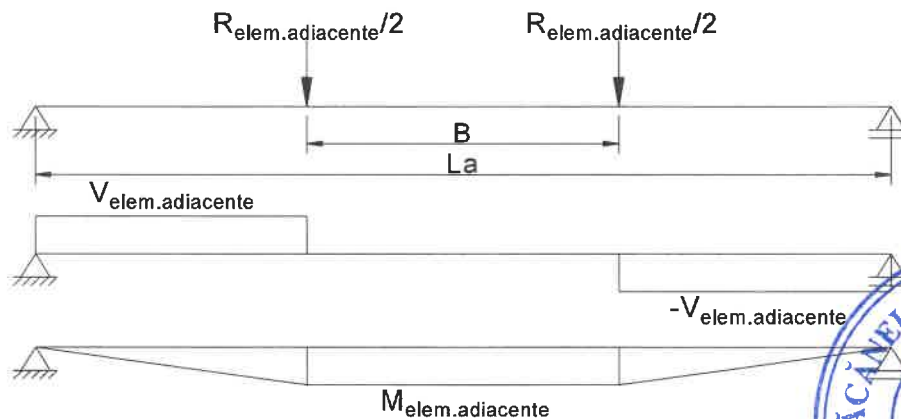


$$M_{Ga} := \frac{G_a \cdot L_a^2}{8} = 6.609 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{Ga} := \frac{G_a \cdot L_a}{2} = 5.395 \cdot \text{kN}$$

(1) NOTA 2 - Anexa națională poate indica valori pentru  $\rho$ . Valoarea recomandată pentru densitatea aerului este de  $1,25 \text{ kg/m}^3$

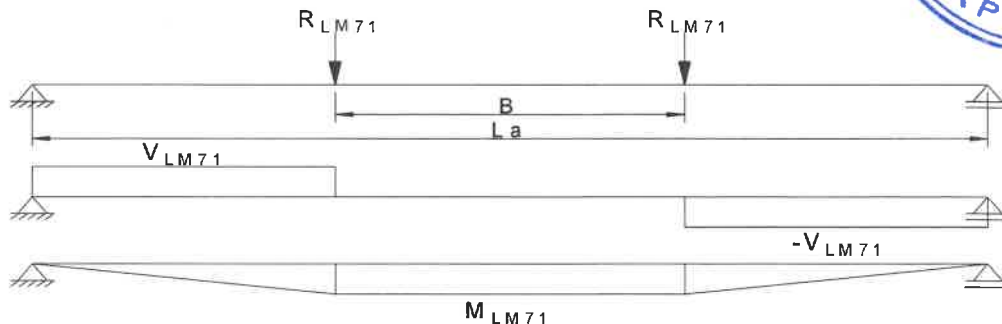
Valoarea densității aerului este,  $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$ .

1.7. Diagrame de moment incovoietor si forta taietoare pe antretoaza din greutatea elementelor adiacente



$$M_{\text{elem.adiacente}} := \frac{R_{\text{elem.adiacente}}}{2} \cdot \frac{L_a - B}{2} = 46.577 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{\text{elem.adiacente}} := \frac{R_{\text{elem.adiacente}}}{2} = 27.398 \cdot \text{kN}$$

1.8. Diagrame de moment incovoietor si forta taietoare pe antretoaza din convoiul de calcul



$$M_{LM71} := R_{LM71} \cdot \frac{L_a - B}{2} = 587.311 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{LM71} := R_{LM71} = 345.477 \cdot \text{kN}$$

1.9. Diagrame de moment incovoietor si forta taietoare pe antretoaza din presiunea vantului

In lipsa unui calcul exact al raspunsului dinamic la actiunea vantului a podului analizat, rezultanta presiunii din vant se poate stabili cu relatia:

$$F_w = \frac{1}{2} \cdot \rho_{\text{aer}} \cdot v_b^2 \cdot C \cdot A_{\text{ref},x}$$



**Tabelul 8.2 — Valorile recomandate pentru coeficientul de forță C aplicat podurilor**

$b/d_{tot}$	$z_e \leq 20 \text{ m}$	$z_e = 50 \text{ m}$
$\leq 0,5$	6,7	8,3
$\geq 4,0$	3,6	4,5

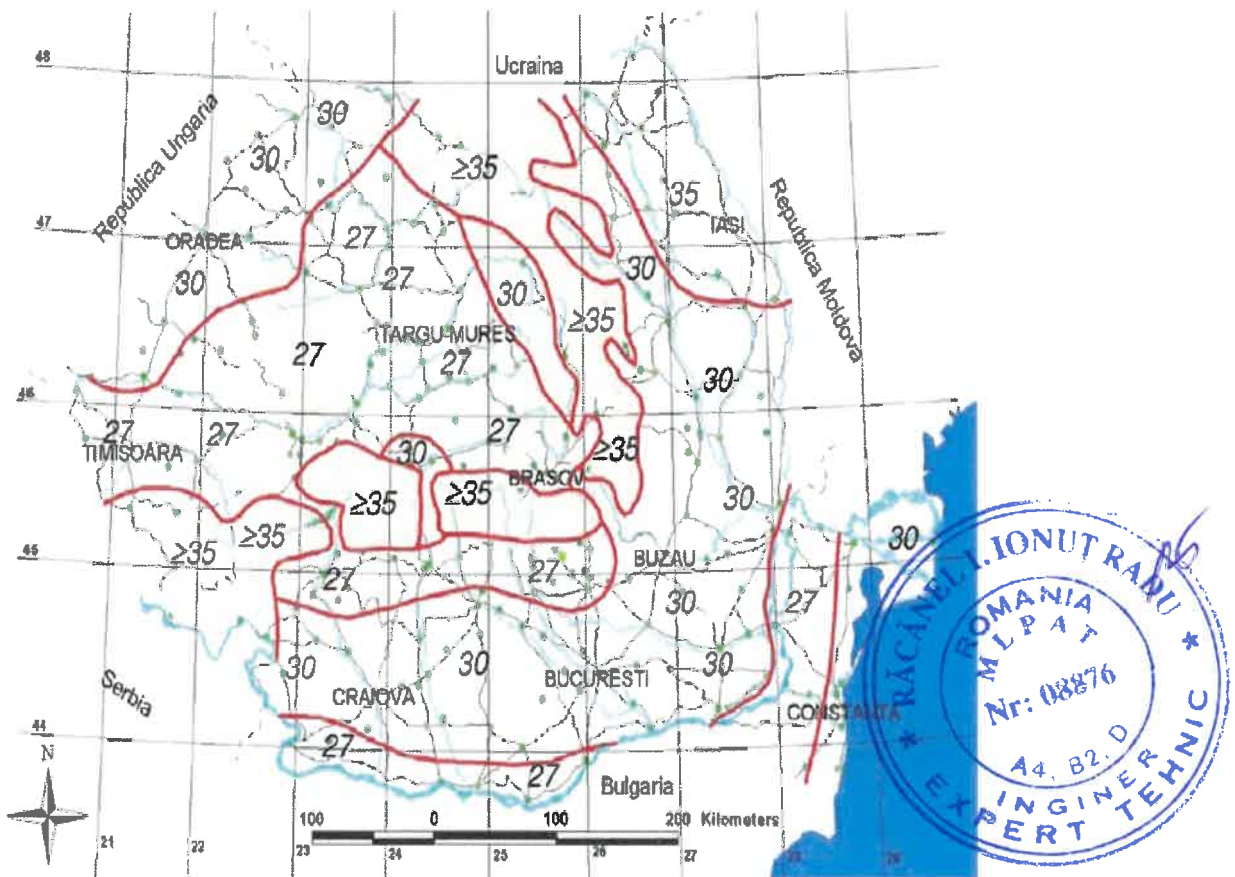
Acest tabel se bazează pe ipotezele următoare:

- teren categoria II conform tabelul 4.1;
- coeficientul de forță  $c_{f,x}$  conform 8.3.1 (1) ;
- $c_o = 1,0$  ;
- $k_1 = 1,0$ .

Pentru valori intermediare ale  $b/d_{tot}$ , și  $z_e$  se poate folosi interpolarea liniară.

Actiunea vantului (conform SR EN 1991-1-4:2006 - sectiunea 8)

Vabarea recomandata pentru densitatea aerului este de  $1,25 \text{ kg/m}^3$  (Anexa Nationala - punct 4.5)



**Figura 1(RO)- Harta de zonare a valorii fundamentale a vitezei de referință a vântului,  $v_{b,0}$ .**

$$\rho_{aer} := 1.25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad v_b := 30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$L_t := \lambda_a = 4.34 \text{ m} \quad \text{consola}_{trotuar} := 0 \text{ m} \quad b_{prim} := L_a = 4.9 \text{ m}$$

$$d_{tot} := 3.5 \text{ m} + 0.2 \text{ m} + 0.2 \text{ m} + (t_{tsa1} + h_{ia} + t_{tia1}) = 4.79 \text{ m}$$

$$\frac{b_{prim}}{d_{tot}} = 1.023 \quad c_{f,x,0} := 2.25 \quad c_e := 2.3 \quad c_{f,x} := c_{f,x,0}$$

$$C := c_e \cdot c_{f,x} = 5.175$$

$$A_{ref,x} := L_t \cdot d_{tot} = 20.789 \text{ m}^2 \quad F_{wi} := \frac{1}{2} \cdot \rho_{aer} \cdot v_b^2 \cdot C \cdot A_{ref,x} = 60.514 \text{ kN}$$

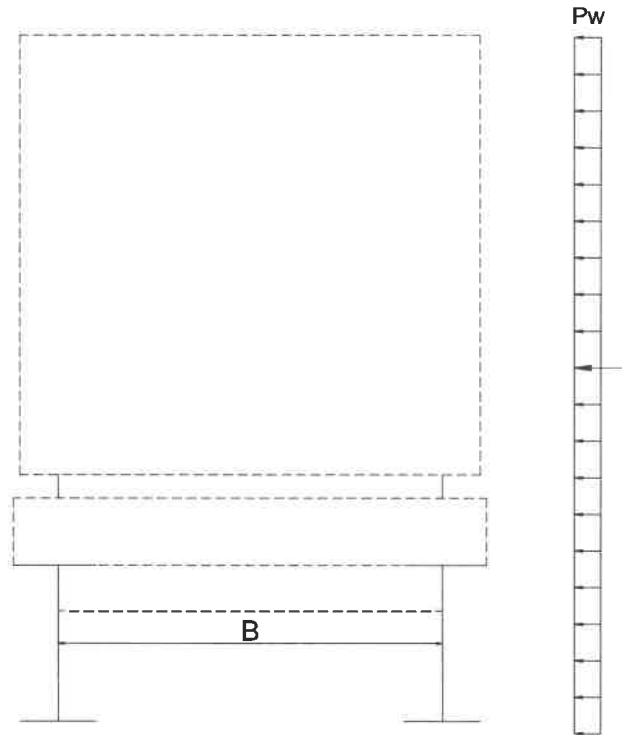
$$h := \frac{3.5\text{m}}{2} + 0.2\text{m} + 0.2\text{m} \dots = 3.04\text{m}$$

$$+ \left( \begin{matrix} t_{tsa1} \dots \\ + h_{ia} + t_{tia1} \end{matrix} \right)$$

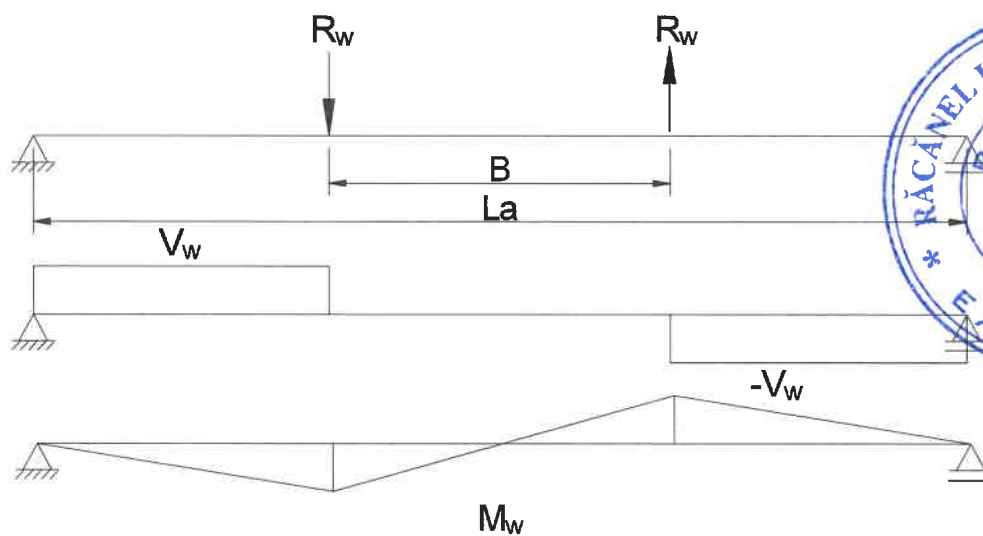
$$M_{wi} := F_{wi} \cdot h = 183.964 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$R_{wi} := \frac{M_{wi}}{B} = 122.642 \cdot \text{kN}$$

$$\Delta M_w := \frac{(L_a - B) \cdot R_{wi}}{2} = 208.492 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$



1.10. Determinarea incarcarii pe antretoaza din presiunea vantului



$$M_{wind} := \Delta M_w = 208.492 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{wind} := R_{wi} = 122.642 \cdot \text{kN}$$

1.11. Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)

$$\gamma_G := 1.35 \quad \gamma_{Q1} := 1.45 \quad \gamma_{Qi} := 1.50 \quad \psi_0 := 1.0$$

$$M_{Ed} := \gamma_G \cdot (M_{Ga} + M_{elem.adiacente}) + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot M_{LM71} + \gamma_{Qi} \cdot \psi_0 \cdot M_{wind} = 1633.902 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed} := \gamma_G \cdot (V_{Ga} + V_{elem.adiacente}) + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot V_{LM71} + \gamma_{Qi} \cdot \psi_0 \cdot V_{wind} = 963.154 \cdot \text{kN}$$

## 2. Stabilirea clasei secțiunii transversale (conform SR EN 1991-1-1:2006 - Tabel 5.2)

Tabelul 5.2- Rapoarte lățime-grosime maxime pentru pereții comprimați

Pereți comprimați interiori						
Axă de încovoiere		Axă de încovoiere				
Clasă	Perete supus la încovoiere	Perete supus la compresiune	Perete supus la încovoiere și compresiune			
Distribuția tensiunilor în pereți (compresiune pozitivă)						
1	$c/t \leq 72\epsilon$	$c/t \leq 33\epsilon$	unde $\alpha > 0,5$ : $c/t \leq \frac{396\epsilon}{13\alpha - 1}$ unde $\alpha \leq 0,5$ : $c/t \leq \frac{36\epsilon}{\alpha}$			
2	$c/t \leq 83\epsilon$	$c/t \leq 38\epsilon$	unde $\alpha > 0,5$ : $c/t \leq \frac{456\epsilon}{13\alpha - 1}$ unde $\alpha \leq 0,5$ : $c/t \leq \frac{41,5\epsilon}{\alpha}$			
Distribuția tensiunilor în pereți (compresiune pozitivă)						
3	$c/t \leq 124\epsilon$	$c/t \leq 42\epsilon$	unde $\psi > -1$ : $c/t \leq \frac{42\epsilon}{0,67 + 0,33\psi}$ unde $\psi \leq -1$ : $c/t \leq 62\epsilon(1 - \psi)$			
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	$f_y$	235	275	355	420	460
	$\psi$	1,00	0,92	0,81	0,75	0,7

\*)  $\psi \leq -1$  se aplică fie când tensiunea de compresiune  $\sigma \leq f_y$ , fie când deformația specifică de întindere  $\epsilon_y > 1/4E$

-limita de curgere a oțelului S235, echivalent cu OL37

2.1. Clasa inimii:  $c_i := h_{ia} = 830 \text{ mm}$   $t_{ia} = 15 \text{ mm}$

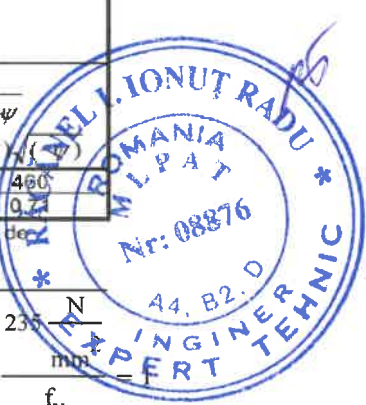
$$f_y := 235 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\epsilon := \sqrt{\frac{235 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{f_y}}$$

Clasa<sub>inimii</sub> :=

1	if $\frac{c_i}{t_{ia}} \leq 72 \cdot \epsilon$
2	if $72 \cdot \epsilon < \frac{c_i}{t_{ia}} \leq 83 \cdot \epsilon$
3	if $83 \cdot \epsilon < \frac{c_i}{t_{ia}} \leq 124 \cdot \epsilon$
4	otherwise

Clasa<sub>inimii</sub> = 1



Tabelul 5.2 (continuare) - Rapoarte lățime-grosime maxime pentru pereți comprimați

		Tălpi în consolă			
		Secțiuni laminate		Secțiuni sudate	
Clasă	Perete supus la compresiune	Perete supus la încovoiere și compresiune			
		Extremitate comprimată		Extremitate întinsă	
Distribuția tensiunilor în pereți (compresiune pozitivă)					
1	$c/t \leq 9\epsilon$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	
2	$c/t \leq 10\epsilon$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	
Distribuția tensiunilor în pereți (compresiune pozitivă)					
3	$c/t \leq 14\epsilon$	$c/t \leq 21\epsilon\sqrt{k_\sigma}$ pentru $k_\sigma$ a se vedea EN 1993-1-5			
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	$f_y$	235	275	355	420
	$\epsilon$	1,00	0,92	0,81	0,75



2.2. Clasa talpii:

$$c_{ts} := \frac{b_{tsa1} - t_{ia}}{2} = 122.5 \text{ mm} \quad t_{ts} := t_{tsa1} = 30 \text{ mm}$$

$$\text{Clasa}_{talpii} := \begin{cases} 1 & \text{if } \frac{c_{ts}}{t_{ts}} \leq 9 \cdot \epsilon \\ 2 & \text{if } 9 \cdot \epsilon < \frac{c_{ts}}{t_{ts}} \leq 10 \cdot \epsilon \\ 3 & \text{if } 10 \cdot \epsilon < \frac{c_{ts}}{t_{ts}} \leq 14 \cdot \epsilon \\ 4 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Clasa}_{talpii} = 1$$

$$\text{Clasa}_{seciunii} := \max(\text{Clasa}_{imimii}, \text{Clasa}_{talpii}) = 1$$

2.3. Determinarea pozitiei centrului de greutate pentru sectiune, fata de platbanta exterioara a talpii intinse

$$CG_A := \frac{b_{tia1} \cdot t_{tia1} \cdot \left(\frac{t_{tia1}}{2}\right) + h_{ia} \cdot t_{ia} \cdot \left(t_{tia1} + \frac{h_{ia}}{2}\right) + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} \cdot \left(t_{tia1} + h_{ia} + \frac{t_{tsa1}}{2}\right)}{A_a}$$

$$CG_A = 445 \cdot \text{mm}$$

$$e_{CG} := \left(t_{tia1} + \frac{h_{ia}}{2}\right) - CG_A = 0.00 \cdot \text{mm}$$

$$z_{hias} := \frac{\left(\frac{h_{ia}}{2} + e_{CG}\right)}{2} = 207.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{hia1} := \frac{\left(\frac{h_{ia}}{2} - e_{CG}\right)}{2} = 207.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tsa1} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + \frac{t_{tsa1}}{2} = 430 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tia1} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + \frac{t_{tia1}}{2} = 430 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tsa2} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + t_{tsa1} = 445 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tia2} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + t_{tia1} = 445 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tsa3} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + t_{tsa1} = 445 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tia3} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + t_{tia1} = 445 \cdot \text{mm}$$

2.4. Determinarea momentului de inertie, fata de centrul de greutate al sectiunii:

$$I_y := \frac{b_{tia1} \cdot t_{tia1}^3}{12} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} \cdot z_{tia1}^2 + \frac{h_{ia}^3 \cdot t_{ia}}{12} + h_{ia} \cdot t_{ia} \cdot e_{CG}^2 + \frac{b_{tsa1} \cdot t_{tsa1}^3}{12} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} \cdot z_{tsa1}^2$$

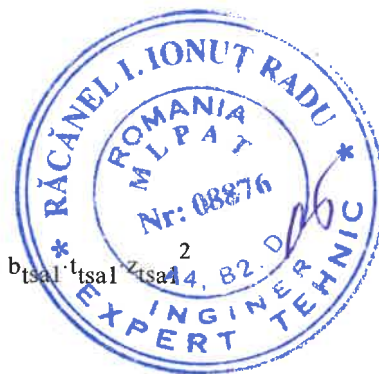
$$I_y = 360034.375 \cdot \text{cm}^4$$

3. Verificarea la Starea Limita Ultima - SLU (conform SR EN 1993-1-1:2006)

$$\gamma_{M0} := 1.00 \quad \gamma_{M1} := 1.10 \quad \gamma_{M2} := 1.25 \quad \text{conform SR EN 1993-2:2007, sectiunea 6.1}$$

3.1. Verificarea la moment incovoietor

Relatia de verificare:  $\frac{M_{Ed}}{M_{c\_Rd}} \leq 1$   $M_{Ed} = 1633.902 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$



(2) Rezistența de calcul a unei secțiuni transversale supusă la încovoiere în raport cu una din axele principale de inerție se determină astfel:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{pentru secțiunile Clasa 1 sau 2} \quad (6.13)$$

$$M_{c,Rd} = M_{el,Rd} = \frac{W_{el,min} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{pentru secțiunile Clasa 3} \quad (6.14)$$

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{eff,min} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{pentru secțiunile Clasa 4} \quad (6.15)$$

În care  $W_{el,min}$  și  $W_{eff,min}$  corespund fibrei în care se dezvoltă tensiunea elastică maximă.

$$A_{tia1} := b_{tia1} \cdot t_{tia1} = 7800 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{tsa1} := b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} = 7800 \cdot \text{mm}^2$$

$$y_{max} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + t_{tia1} = 445 \cdot \text{mm}$$

$$y_{min} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + t_{tsa1} = 445 \cdot \text{mm}$$

$$S := A_{tsa1} \cdot z_{tsa1} + \left( \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} \right) \cdot t_{ia} \cdot z_{hias} = 4646 \cdot \text{cm}^3$$

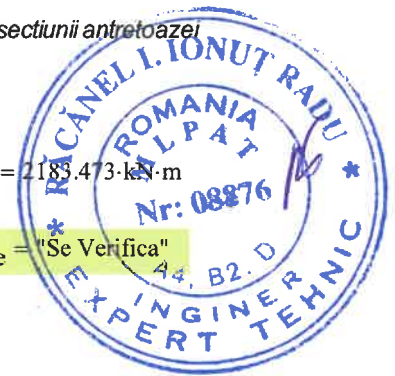
-momentul static al secțiunii antretoazei

$$W_{pl} := 2S = 9291 \cdot \text{cm}^3$$

$$\text{Relatia}_{de\_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{M_{Ed}}{M_{c\_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$M_{c\_Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 2183.473 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{Relatia}_{de\_verificare} = \text{"Se Verifica"}$$



### 3.2. Verificarea la forța tăietoare

Relatia de verificare:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c\_Rd}} \leq 1$$

$$V_{Ed} = 963.154 \cdot \text{kN}$$

Pentru secțiunile din CLASA 1 și 2:

$$V_{c\_Rd} = V_{pl\_Rd} = \frac{A_v \cdot (f_t \cdot \sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$$

$A_v$  - aria de forfecare

$$A_v = A_a - 2 \cdot b_{tsa1} \cdot (t_{tsa1}) + (t_{ia} + 2 \cdot r) \cdot (t_{tsa1}) \geq \eta \cdot h_{ia} \cdot t_{ia}$$

$r := 0$  - raza de racordare între inima și talpa

$\eta := 1.20$  conform **SR EN 1993-1-5:2007, secțiunea 5.1**

$$A_v := A_a - 2 \cdot b_{tsa1} \cdot (t_{tsa1}) + (t_{ia} + 2 \cdot r) \cdot (t_{tsa1}) = 12900 \cdot \text{mm}^2$$

$$\eta \cdot h_{ia} \cdot t_{ia} = 14940 \cdot \text{mm}^2$$



$$V_{c\_Rd} := \frac{A_v \cdot (f_y \cdot \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = 5250.712 \cdot \text{kN}$$

$$\text{Relatia\_de\_verificare.} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{V_{Ed}}{V_{c\_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia\_de\_verificare. = "Se Verifica"

#### 4. Verificarea la Starea Limita ultima de Oboseala - SLUO (conform SREN 1993-1-9:2006, sectiunea 7)

$$1) \frac{\gamma_{FF} \Delta\sigma_{E,2}}{\Delta\sigma_C / \gamma_{Mf}} \leq 1,0 \quad 2) \frac{\gamma_{FF} \Delta\tau_{E,2}}{\Delta\tau_C / \gamma_{Mf}} \leq 1,0 \quad 3) \left( \frac{\gamma_{FF} \Delta\sigma_{E,2}}{\Delta\sigma_C / \gamma_{Mf}} \right)^3 + \left( \frac{\gamma_{FF} \Delta\tau_{E,2}}{\Delta\tau_C / \gamma_{Mf}} \right)^5 \leq 1,0$$

$$M_{Ed,max,SLO} := M_{LM71} = 587.311 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{Ed,min,SLO} := 0 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_{Ed,max,SLO} := V_{LM71} = 345.477 \cdot \text{kN}$$

$$V_{Ed,min,SLO} := 0 \text{ kN}$$

$$M_{Ed,SLO} := \max(|M_{Ed,max,SLO}|, |M_{Ed,min,SLO}|)$$

$$M_{Ed,SLO} = 587.311 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_{Ed,SLO} := \max(|V_{Ed,max,SLO}|, |V_{Ed,min,SLO}|)$$

$$V_{Ed,SLO} = 345.477 \text{ kN}$$

Conform SR EN 1993-1-9-2006 Tab.3.1:

#### Valori recomandate pentru factorii parțiali pentru rezistența la oboseală

Metoda de calcul	Consecințele cedării	
	scăzute	ridicate
Degradări acceptabile	1,00	1,15
Durata de viata sigură	1,15	1,35

$$\gamma_{Mf} := 1.35$$

$\gamma_{Mf}$  - factor parțial pentru rezistența la oboseala

$$\gamma_{Ff} := 1$$

$\gamma_{Ff}$  - coeficient parțial pentru rezistența la oboseala

Conform SR EN 1993-2-2007 9.4.1:

$$\Delta\sigma_{E2} = \lambda \phi_2 \Delta\sigma_p$$

în care:

$\lambda$  este factorul echivalent de vătămare definit în 9.5;

$\phi_2$  este coeficientul dinamic echivalent.

$\Delta\sigma_p$  - ecart de eforturi unitare de referinta;

$$\Delta\sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}| \quad \begin{matrix} \sigma_{p,max} - \text{efortul unitar maxim} \\ \sigma_{p,min} - \text{efortul unitar minim} \end{matrix}$$

Coeficientul dinamic ( $\phi_2$ ) (conform SR EN 1991-2:2005, punctul 6.4.5.2)

$$\phi_2 = \frac{1.44}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.82 \quad \text{-coeficientul dinamic pentru o cale intretinuta in conditii foarte bune}$$

$$L_\phi := \frac{2 \cdot L_a}{m} = 9.8 \quad \text{-lungimea "determinata" conform tabel 6.2 din SR EN 1991-2:2004}$$

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.82 = 1.311$$

Conform SR EN 1993-2-2007 9.5.3:

### 9.5.3 Factori echivalenți corespunzători vătămării $\lambda$ pentru poduri de cale ferată

(1) Factorul echivalent corespunzător vătămării  $\lambda$  pentru podurile de cale ferată a căror deschidere nu depășește 100 m se obține astfel:

$$\lambda = \lambda_1 \times \lambda_2 \times \lambda_3 \times \lambda_4 \quad \text{dar } \lambda \leq \lambda_{max} \quad (9.13)$$

în care:  $\lambda_1$  este un factor care ține seama de efectul vătămării din trafic și depinde de lungimea liniei de influență;

$\lambda_2$  este un factor care ține seama de volumul traficului;

$\lambda_3$  este un factor care ține seama de durata de viață proiectată a podului;

$\lambda_4$  este un factor pentru cazul în care elementul structural este încărcat de cel puțin două linii;

$\lambda_{max}$  este valoarea maximă a factorului  $\lambda$ - luându-se în considerare limita de oboseală, a se vedea (9).

$$\lambda_1 := 0.893 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.3}$$

Tabelul 9.5 -  $\lambda_2$

Trafic anual [ $10^6$ t / track]	5	10	15	20	25	30	35	40	50
$\lambda_2$	0,72	0,83	0,90	0,96	1,00	1,04	1,07	1,10	1,15

$$\lambda_2 := 0.72 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.5 pentru un tonaj anual de } 5 \times 10^6$$

Tabelul 9.6 -  $\lambda_3$

Durata de viață proiectată [ani]	50	60	70	80	90	100	120
$\lambda_3$	0,87	0,90	0,93	0,96	0,98	1,00	1,04

$$\lambda_3 := 0.87 \quad \text{-pentru o durata de viata de 50 ani}$$

$$\lambda_4 := 1.00 \quad \text{-pentru cale simpla}$$

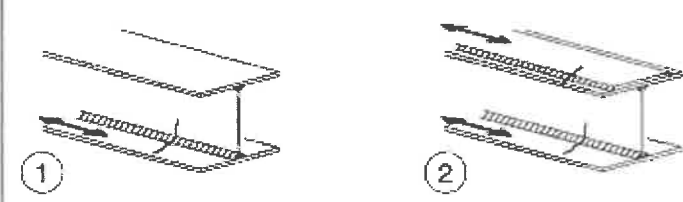
$$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.559$$

Tabelul 9.3 -  $\lambda_1$  pentru trafic feroviar standard

	EC Mixt
0,5	1,60
1,0	1,60
1,5	1,60
2,0	1,46
2,5	1,38
3,0	1,35
3,5	1,17
4,0	1,07
4,5	1,02
5,0	1,03
6,0	1,03
7,0	0,97
8,0	0,92
9,0	0,88
10,0	0,85
12,5	0,82
15,0	0,76
17,5	0,70
20,0	0,67
25,0	0,66
30,0	0,65
35,0	0,64
40,0	0,64
45,0	0,64
50,0	0,63
60,0	0,63
70,0	0,62
80,0	0,61
90,0	0,61
100	0,60

Se verifica detaliul 125 reprezentat de sudura longitudinală dintre inima și talpa conform SR EN 1993-1-9-2006 Tab.8.2

Tabelul 8.2 - Secțiuni compuse din table sudate

Categoria detaliului	Detaliu de construcție	Descriere
125		<p><u>Suduri longitudinale continue:</u></p> <p>1) Suduri cap la cap realizate automat pe ambele părți</p> <p>2) Suduri de în colț realizate automat. Capetele ecliselor se verifică utilizând detaliul 6) sau 7) din tabelul 8.5</p>

### Verificare cordon de sudura dintre inima si talpa inferioara

$$\Delta\sigma_c := 125\text{MPa} \quad z_{125} := \frac{h_{ia}}{2} = 415\cdot\text{mm} \quad \Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 72.169\cdot\text{MPa} \quad \Delta\sigma_p := |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}|$$

$$\sigma_{p,max} := \frac{M_{Ed,SLO}}{I_y} \cdot z_{125} = 67.697\cdot\text{MPa} \quad \sigma_{p,min} := \frac{M_{Ed,min,SLO}}{I_y} \cdot z_{125} = 0\cdot\text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}| = 67.697\cdot\text{MPa} \quad \Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 49.66\cdot\text{MPa}$$

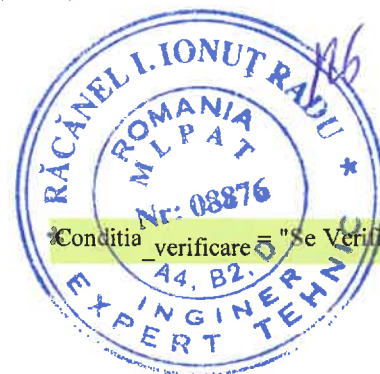
$$\Delta\tau_p := |\tau_{p,max} - \tau_{p,min}|$$

$$\tau_{p,max} := \frac{V_{Ed,SLO} \cdot S}{I_y \cdot t_{ia}} = 29.719\cdot\text{MPa} \quad \tau_{p,min} := \frac{V_{Ed,min,SLO} \cdot S}{I_y \cdot t_{ia}} = 0\cdot\text{MPa}$$

$$\Delta\tau_p := |\tau_{p,max} - \tau_{p,min}| = 29.719\cdot\text{MPa} \quad \Delta\tau_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\tau_p = 21.801\cdot\text{MPa}$$

#### Verificarea relatiei 1:

$$\text{Conditia\_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2}}{\left(\frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}}\right)} < 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$



Conditia\_verificare = "Se Verifica"

#### Verificarea relatiei 2:

$$\text{Conditia\_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{\gamma_{Ff} \cdot \Delta\tau_{E2}}{\left(\frac{\Delta\tau_c}{\gamma_{Mf}}\right)} < 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia\_verificare = "Se Verifica"

#### Verificarea relatiei 3:

$$\text{Conditia\_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \left(\frac{\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2}}{\frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}}}\right)^3 + \left(\frac{\gamma_{Ff} \cdot \Delta\tau_{E2}}{\frac{\Delta\tau_c}{\gamma_{Mf}}}\right)^5 < 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia\_verificare = "Se Verifica"

### 5. Limitarea sagetii verticale

$$\text{Relatie de verificare: } f := \frac{5.5 \cdot M_{Ed} \cdot L_a^2}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \frac{L}{700}$$

$$\text{Conditia\_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{5.5 \cdot M_{Ed} \cdot L_a^2}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \frac{L_a}{700} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia\_verificare = "Se Verifica"

Intocmit,  
ing. Claudiu NEDEIANU

Verificat,  
ing. Iulia OTELEA

POD km 66+800. Suprastructura GMIB.  
L=13.20m

SECTIUNEA TRANSVERSALA

L= deschiderea structurii  $L := 13.20\text{m}$

co= lungimea consolei  $co := 0.40\text{m}$

Ngr = nr. grinzi care participa la preluarea sollicitarilor  $Ngr := 9$

Tip grinda:.....Sudată de 56cm

Otel tip:.....S355

Clasa beton: .....,C30/37

$$f_y := 355 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad E_b := 33000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

SECTIUNEA GRINZII METALICE

bi := 35.0cm  $t_i := 3.0\text{cm}$   $t_{in} := 1.6\text{cm}$   $H_{gr} := 56.0\text{cm}$

bs := 35.0cm  $t_s := 3.0\text{cm}$   $r := 5\text{mm}$

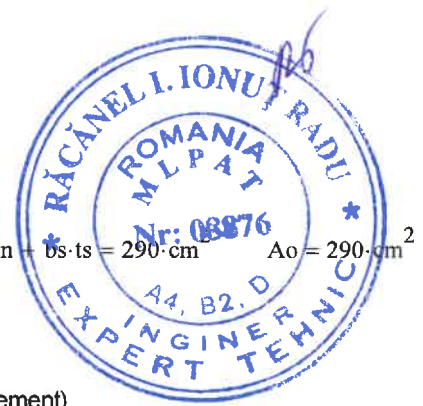
c=inalt. bet deasupra  $c := 8\text{cm}$

B=latimea unui element  $B := 50\text{cm}$

Hin :=  $H_{gr} - t_i - t_s$   $Hin = 50\text{cm}$

$$A_o := b_i \cdot t_i + Hin \cdot t_{in} + b_s \cdot t_s = 290 \cdot \text{cm}^2 \quad A_o = 290 \cdot \text{cm}^2$$

Ho=inaltimea grinzii metalice  $Ho := t_i + Hin + t_s$   $Ho = 56\text{cm}$



A. DETERMINAREA INCARCARILOR

A1. INCARCARI PERMANENTE PE STRUCTURA METALICA (preluate de un element)

greutate specifica beton armat;  $\gamma_{ba} := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

greutate specifica otel;  $\gamma_{otel} := 78.50 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

greutate specifica piatra sparta  $\gamma_{ps} := 18 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

1. greutatea scheletului metalic ( $g_o$ )  $g_o := \gamma_{otel} \cdot A_o = 2.28 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

2. greutatea betonului proaspat ( $g_{bet}$ )  $g_{bet} := B \cdot (H_{gr} + c - t_i) \cdot \gamma_{ba} = 7.63 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Incarcari permanente preluate de scheletul metalic:

$g_{sch} := g_o + g_{bet}$   $g_{sch} = 9.9 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

A2. INCARCARI PERMANENTE PE STRUCTURA COMPUSA

incarcari permanente preluate de elementul compus

1. greutate sapa protectie si beton de panta ( $g_{s+bp}$ )  $g_{s\_bp} := 0.17\text{m} \cdot B \cdot \gamma_{ba} = 2.13 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

2. greutatea caii ( $g_{cale}$ )  $g_{cale} := \frac{9 \frac{\text{kN}}{\text{m}}}{Ngr} = 1 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

3. greutate prism piatra sparta ( $g_{ps}$ ):  $g_{ps} := 0.45\text{m} \cdot B \cdot \gamma_{ps} = 4.05 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$$g_{perm} := g_{s\_bp} + g_{cale} + g_{ps}$$

$$g_{perm} = 7.17 \cdot \frac{kN}{m}$$

### A3. INCARCARI DIN CONVOI (LM 71):

coeficientul dinamic:

$$\Phi := \frac{1.44}{\sqrt{\frac{L}{m} - 0.2}} + 0.82 \quad \Phi = 1.24$$

Ordonatele liniei de influenta pentru moment:

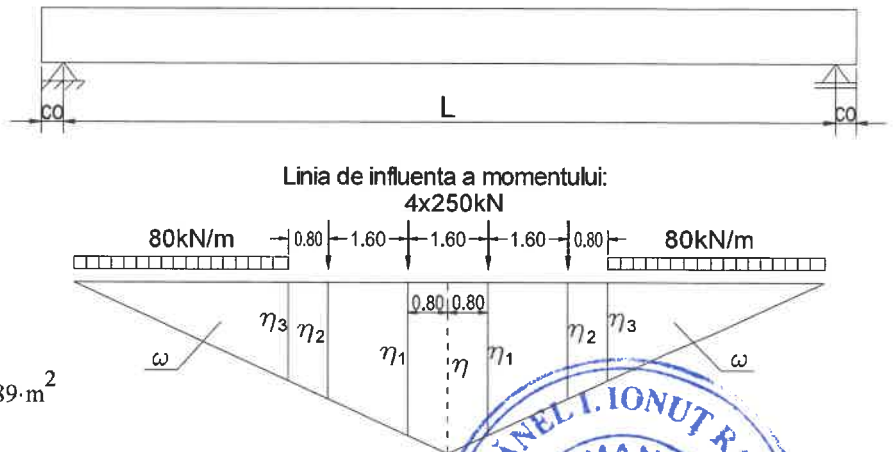
$$\eta := 0.25 \cdot L = 3.3 \text{ m}$$

$$\eta_{1m} := \frac{\eta}{0.5 \cdot L} \left( \frac{L}{2} - 0.8 \text{ m} \right) = 2.9 \text{ m}$$

$$\eta_{2m} := \frac{\eta}{0.5 \cdot L} \left( \frac{L}{2} - 2.4 \text{ m} \right) = 2.1 \text{ m}$$

$$\eta_{3m} := \frac{\eta}{0.5 \cdot L} \left( \frac{L}{2} - 3.2 \text{ m} \right) = 1.7 \text{ m}$$

$$\omega_m := \left( \frac{L}{2} - 3.2 \text{ m} \right)^2 \cdot \frac{\eta}{0.5 \cdot L} \cdot 0.5 = 2.89 \cdot m^2$$



MOMENT INCOVOIETOR (prin coef  $\eta_{exc}$  se tine seama de dezax si exc incarc)

Convoi LM71)  $P := 250 \text{ kN}$   $p := 80 \frac{kN}{m}$

$$M_{maxL} := 2P \cdot (\eta_{1m} + \eta_{2m}) + p \cdot 2 \cdot \omega_m \quad M_{maxL} = 2962.4 \cdot kN \cdot m$$

$$\Phi M_{pmax} := \eta_{exc} \cdot \Phi \cdot M_{maxL} \quad \Phi M_{pmax} = 3888.67 \cdot kN \cdot m$$

(pentru toate elementele sect. transv.)

FORTA TAIETOARE (prin coef  $\eta_{exc}$  se tine seama de dezax si exc incarc)

Ordonatele liniei de influenta pentru forta taietoare:

$$\eta_{1t} := 1$$

$$\eta_{2t} := \frac{\eta_{1t}}{L} \cdot (L - 1.6 \text{ m}) = 0.88$$

$$\eta_{3t} := \frac{\eta_{1t}}{L} \cdot (L - 3.2 \text{ m}) = 0.76$$

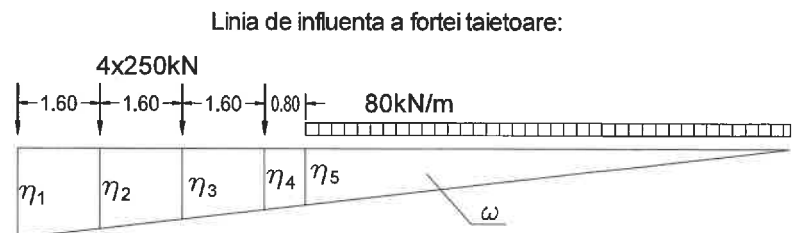
$$\eta_{4t} := \frac{\eta_{1t}}{L} \cdot (L - 4.8 \text{ m}) = 0.64$$

$$\eta_{5t} := \frac{\eta_{1t}}{L} \cdot (L - 5.6 \text{ m}) = 0.58$$

$$\omega_t := \frac{\eta_{1t}}{L} \cdot (L - 5.6 \text{ m})^2 \cdot 0.5 = 2.19 \text{ m}$$

$$R_{maxL} := P \cdot (\eta_{1t} + \eta_{2t} + \eta_{3t} + \eta_{4t}) + p \cdot \omega_t \quad R_{maxL} = 993 \text{ m} \cdot \frac{kN}{m}$$

$$\psi T_{pmax} := \eta_{exc} \cdot \Phi \cdot R_{maxL} \quad \psi T_{pmax} = 1303.77 \text{ m} \cdot \frac{kN}{m} \quad (\text{pentru toate elementele sect. transv.})$$



## B. DETERMINAREA EFORTURILOR SEC TIONALE PENTRU 1 ELEMENT DE GRINDA

(moment si forta taietoare)

### B1.MOMENT INCOVOIETOR DIN INC. PERMANENTE PE SCHELETUL METALIC

$$M_{sch} := \frac{g_{sch}}{8} \cdot (L^2 - 4 \cdot co^2)$$

$$M_{sch} = 214.86 \cdot kN \cdot m$$

### B2.MOMENT INCOVOIETOR DIN INC. PERMANENTE PE STRUCTURA COMPUSA

$$M_{perm} := \frac{g_{perm}}{8} \cdot (L^2 - 4 \cdot co^2)$$

$$M_{perm} = 155.7 \cdot kN \cdot m$$

### B3.MOMENT INCOVOIETOR DIN INC. CU CONVOI PE STRUCTURA COMPUSA

$$\Phi M_p := \frac{\Phi M_{pmax}}{N_{gr}} \quad \Phi M_p = 432.07 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

#### DETERMINAREA MOMENTULUI DE CALCUL

$$M_g := M_{sch} + M_{perm}$$

$$M_g = 370.56 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{calcul} := 1.35 M_g + 1.45 \Phi M_p \quad \boxed{M_{calcul} = 1126.76 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}}$$

### B4.FORTA TAIETOARE DIN INC. PERMANENTE

(prin coef  $\eta_{exc}$  se tine seama de dezax si exc incarc)

$$T_g := (g_{sch} + g_{perm}) \cdot \frac{L}{2} \quad \psi T_p := \frac{\psi T_{pmax}}{N_{gr}}$$

$$T_g = 112.7 \cdot \text{kN} \quad \psi T_p = 144.86 \cdot \text{kN}$$

$$T_{max} := T_g + \psi T_p \quad T_{max} = 257.57 \cdot \text{kN}$$

## C. DETERMINAREA CARACTERISTICILOR GEOMETRICE ALE SECTIUNII

### 1. SECTIUNEA METALICA

$$A_o := b_i \cdot t_i + H_{in} \cdot t_{in} + b_s \cdot t_s \quad A_o = 290.00 \cdot \text{cm}^2$$

$$y_o := \frac{1}{A_o} \left[ b_i \cdot \frac{t_i^2}{2} + H_{in} \cdot t_{in} \cdot \left( t_i + \frac{H_{in}}{2} \right) + b_s \cdot t_s \cdot \left( t_i + H_{in} + \frac{t_s}{2} \right) \right] \quad y_o = 28.00 \cdot \text{cm}$$

$$z_1 := \frac{t_i}{2} = 1.50 \cdot \text{cm} \quad z_2 := \frac{H_{in}}{2} + t_i = 28.00 \cdot \text{cm} \quad z_3 := t_i + \frac{H_{in}}{2} + \frac{t_s}{2} = 54.5 \cdot \text{cm}$$

$$I_o := t_i^3 \cdot \frac{b_i}{12} + b_i \cdot t_i \cdot (y_o - z_1)^2 + H_{in}^3 \cdot \frac{t_{in}}{12} + H_{in} \cdot t_{in} \cdot (y_o - z_2)^2 + t_s^3 \cdot \frac{b_s}{12} + b_s \cdot t_s \cdot (y_o - z_3)^2$$

$$I_o = 164296.67 \cdot \text{cm}^4$$

### 2. SECTIUNEA COMPUSA DETERMINAREA 'I' SI 'I''

$$d := t_i + H_{in} + t_s + c \quad d = 64 \cdot \text{cm}$$

$$E_b := 33000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \text{ conf. EN 1992-1-1, tab.3.1} \quad E_c := 1.05 \cdot E_b \text{ conf. EN 1992-1-1, 3.1.4(2)} \quad E_c = 34650 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$E_o := 210000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad n_{conv} := \frac{E_o}{E_c} = 6.06 \quad n_{conv} = 6.06$$

$$n_{perm} := 3 \cdot n_{conv} \quad n_{perm} = 18.18$$

$$d_1 := d - \frac{t_i}{2} \quad c_1 := c + \frac{t_s}{2} \quad h_{bo} := d - y_o = 36 \cdot \text{cm}$$

ecuatia de echilibru al fortelor pe sectiune:

$$\sigma_t A_t + \sigma_{t_{in}} (d_1 - x) / 2 - \sigma_s A_s - \sigma_{s_{in}} (x - c_1) / 2 - \sigma_b B x / 2 = 0$$

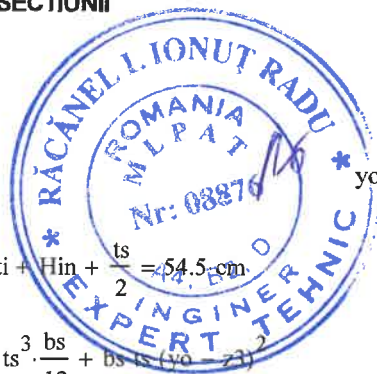
$$A_t := b_i \cdot t_i \quad A_s := b_s \cdot t_s \quad h_{bo} = 36 \cdot \text{cm}$$

DETERMINAREA 'I' pt.  $n_{conv}$  (mom de inertie al sect transv. compuse la care se neglijeaza betonul din zona intinsa pt. incarcari de scurta durata)

$$T_1 := B \quad T_1 = 50 \cdot \text{cm}$$

$$T_2 := 2 \cdot n_{conv} \cdot [A_t + A_s + t_{in} \cdot (d_1 - c_1)] \quad T_2 = 3573 \cdot \text{cm}^2$$

$$T_3 := -n_{conv} \cdot [2 \cdot d_1 \cdot A_t + 2 \cdot c_1 \cdot A_s + t_{in} \cdot (d_1^2 - c_1^2)] \quad T_3 = -128.64 \text{ L}$$



$$X_{conv1} := \frac{-T2 + \sqrt{T2^2 - 4 \cdot T1 \cdot T3}}{2 \cdot T1} \quad X_{conv1} = 26.31 \cdot \text{cm}$$

$$\Delta y_{conv1} := d - y_o - X_{conv1} \quad \Delta y_{conv1} = 9.69 \cdot \text{cm}$$

$$I_{1conv} := I_o + A_o \cdot \Delta y_{conv1}^2 + B \cdot \frac{X_{conv1}^3}{3 \cdot n_{conv}} \quad I_{1conv} = 241610.32 \cdot \text{cm}^4$$

DETERMINAREA I" pt. Nconv (mom de inertie al sect transv. compuse la care nu se neglijeaza betonul din zona intinsa pt. incarcari de scurta durata)

$$A_b := B \cdot (d - t_i) - b_s \cdot t_s - H_{in} \cdot t_{in} \quad A_b = 2865 \cdot \text{cm}^2$$

$$X_{conv11} := \frac{n_{conv} \cdot A_o \cdot h_{bo} + A_b \cdot (d - t_i) \cdot 0.5}{n_{conv} \cdot A_o + A_b} \quad X_{conv11} = 32.59 \cdot \text{cm}$$

$$\Delta y_o := d - y_o - X_{conv11} \quad \Delta y_o = 3.41 \cdot \text{cm}$$

$$I_{11conv} := I_o + A_o \cdot \Delta y_o^2 + \frac{1}{n_{conv}} \left[ A_b \cdot [0.5 \cdot (d - t_i) - X_{conv11}]^2 + B \cdot \frac{(d - t_i)^3}{12} \right]$$

$$I_{11conv} = 325783.16 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{mediu} = (I' + I'')/2$$

$$I_{conv} := 0.5 \cdot (I_{1conv} + I_{11conv}) \quad I_{conv} = 283696.74 \cdot \text{cm}^4$$

$$X_{conv} := 0.5 \cdot (X_{conv1} + X_{conv11}) \quad X_{conv} = 29.45 \cdot \text{cm}$$

DETERMINAREA I' PT. Nperm (mom de inertie al sect transv. compuse la care se neglijeaza betonul din zona intinsa pt. incarcari de lunga durata)

$$T1 := B \quad T1 = 50 \cdot \text{cm}$$

$$T2 := 2 \cdot n_{perm} \cdot [A_{ti} + A_{ts} + t_{in} \cdot (d_1 - c_1)] \quad T2 = 10720 \cdot \text{cm}^2$$

$$T3 := -n_{perm} \cdot [2 \cdot d_1 \cdot A_{ti} + 2 \cdot c_1 \cdot A_{ts} + t_{in} \cdot (d_1^2 - c_1^2)] \quad T3 = -385920 \cdot \text{cm}^3$$

$$X_{perm1} := \frac{-T2 + \sqrt{T2^2 - 4 \cdot T1 \cdot T3}}{2 \cdot T1}$$

$$X_{perm1} = 31.4 \cdot \text{cm}$$

$$\Delta y_{perm1} := d - y_o - X_{perm1} \quad \Delta y_{perm1} = 4.6 \cdot \text{cm}$$

$$I_{1perm} := I_o + A_o \cdot \Delta y_{perm1}^2 + B \cdot \frac{X_{perm1}^3}{3 \cdot n_{perm}}$$

$$I_{1perm} = 198812.33 \cdot \text{cm}^4$$

DETERMINAREA I" PT. Nperm (mom de inertie al sect transv. compuse la care nu se neglijeaza betonul din zona intinsa pt. incarcari de lunga durata)

$$A_b := B \cdot (d - t_i) - b_s \cdot t_s - H_{in} \cdot t_{in} \quad A_b = 2865 \cdot \text{cm}^2$$

$$X_{perm11} := \frac{n_{perm} \cdot A_o \cdot h_{bo} + A_b \cdot (d - t_i) \cdot 0.5}{n_{perm} \cdot A_o + A_b} \quad X_{perm11} = 34.06 \cdot \text{cm}$$

$$\Delta y_o := d - y_o - X_{perm11} \quad \Delta y_o = 0.02 \cdot \text{cm}$$

$$I_{11perm} := I_o + A_o \cdot \Delta y_o^2 + \frac{1}{n_{perm}} \left[ A_b \cdot [0.5 \cdot (d - t_i) - X_{perm11}]^2 + B \cdot \frac{(d - t_i)^3}{12} \right]$$

$$I_{11perm} = 219401.63 \cdot \text{cm}^4 \quad I_{mediu} = (I' + I'')/2$$

$$I_{perm} := 0.5 \cdot (I_{1perm} + I_{11perm}) \quad I_{perm} = 209106.98 \cdot \text{cm}^4$$

$$X_{perm} := 0.5 \cdot (X_{perm1} + X_{perm11}) \quad X_{perm} = 32.73 \cdot \text{cm}$$



## D. EVOLUTIA STARI DE EFORTURI IN STRUCTURA

### 1. DIN INCARCARI PRELuate NUMAI DE SECTIUNEA METALICA

$$\sigma_{oi1} := M_{sch} \cdot \frac{y_o}{I_o} \quad \sigma_{oi1} = 36.62 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_{os1} := -M_{sch} \cdot \frac{H_o - y_o}{I_o} \quad \sigma_{os1} = -36.62 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

### 2. DIN INCARCARI PERMANENTE PRELuate DE SECTIUNEA COMPUSA

"sect medie"

"bet fisurat se neglijeaza"

$$\sigma_{oi2} := M_{perm} \cdot \frac{d - X_{perm}}{I_{perm}} \quad \sigma_{oi2} = 23.28 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_{oi22} := M_{perm} \cdot \frac{d - X_{perm1}}{I_{perm}} \quad \sigma_{oi22} = 25.53 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_{os2} := -M_{perm} \cdot \frac{X_{perm} - c}{I_{perm}} \quad \sigma_{os2} = -18.42 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_{os22} := -M_{perm} \cdot \frac{X_{perm1} - c}{I_{perm}} \quad \sigma_{os22} = -18.33 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_{bs2} := \frac{-M_{perm}}{n_{perm}} \cdot \frac{X_{perm}}{I_{perm}} \quad \sigma_{bs2} = -1.34 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_{bs22} := \frac{-M_{perm}}{n_{perm}} \cdot \frac{X_{perm1}}{I_{perm}} \quad \sigma_{bs22} = -1.35 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

### 3. DIN INCARCARI CU CONVOI PRELuate DE SECTIUNEA COMPUSA

"sect medie"

"bet fisurat se neglijeaza"

$$\sigma_{oi3} := \Phi M_p \cdot \frac{d - X_{conv}}{I_{conv}} \quad \sigma_{oi3} = 52.62 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_{oi33} := (\Phi M_p) \cdot \frac{d - X_{conv1}}{I_{conv}} \quad \sigma_{oi33} = 67.4 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_{os3} := -\Phi M_p \cdot \frac{X_{conv} - c}{I_{conv}} \quad \sigma_{os3} = -32.67 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_{os33} := -(\Phi M_p) \cdot \frac{X_{conv1} - c}{I_{conv}} \quad \sigma_{os33} = -32.75 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_{bs3} := \frac{-\Phi M_p}{n_{perm}} \cdot \frac{X_{conv}}{I_{conv}} \quad \sigma_{bs3} = -2.47 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_{bs33} := \frac{-(\Phi M_p)}{n_{perm}} \cdot \frac{X_{conv1}}{I_{conv}} \quad \sigma_{bs33} = -2.59 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$\Sigma \sigma$

$$\sigma_{oi} := \sigma_{oi1} + \sigma_{oi22} + \sigma_{oi33}$$

$$\sigma_{oi} = 129.54 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_{os} := \sigma_{os1} + \sigma_{os22} + \sigma_{os33}$$

$$\sigma_{os} = -87.69 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_{bs} := \sigma_{bs22} + \sigma_{bs33}$$

$$\sigma_{bs} = -3.94 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_{max} := \max(|\sigma_{oi}|, |\sigma_{os}|) \quad \sigma_{max} = 129.54 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$\sigma_{22}$  si  $\sigma_{33}$  sunt determinate pe sectiunea la care betonul fisurat se neglijeaza

### 4. IN INIMA, LA NIVELUL GAURILOR PENTRU ARMATURA TRANSVERSALA

$$\sigma_{oig} := M_{sch} \cdot \frac{y_o - t_i - r - 30mm}{I_o}$$

$$\sigma_{oig} = 28.12 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_{oigp} := M_{perm} \cdot \frac{d - X_{perm1} - t_i - r - 30mm}{I_{perm}}$$

$$\sigma_{oigp} = 20.44 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_{oigc} := (\Phi M_p) \cdot \frac{d - X_{conv1} - t_i - r - 30mm}{I_{conv}}$$

$$\sigma_{oigc} = 55.77 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_{og} := \sigma_{oig} + \sigma_{oigp} + \sigma_{oigc}$$

$$\sigma_{og} = 104.33 \cdot \frac{N}{mm^2}$$





## LIMITAREA EFORTURILOR cf. NORMATIV

a. in otel  $\sigma < f_y / 1.15$

$$f_y = 355 \cdot \frac{N}{mm^2} \quad \frac{f_y}{1.15} = 308.70 \cdot \frac{N}{mm^2} \quad \sigma_{max} = 129.54 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

b. in otel  $\tau < 0.45 f_y$  (cu sectiunea neta)  $\phi_g := 2.2 \text{ cm}$  ( $\Phi$  gaura pt. arm transv=22mm)

$$T_{max} = 257.57 \cdot \text{kN}$$

$$A_n := I_{in} \cdot t_{in} - t_{in} \cdot \phi_g \quad A_n = 76.48 \cdot \text{cm}^2$$

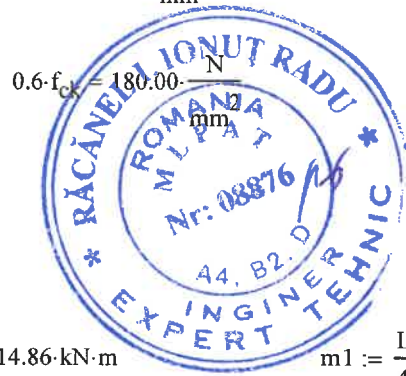
$$\tau_{max} := \frac{T_{max}}{A_n} \quad \tau_{max} = 33.68 \cdot \frac{N}{mm^2} \quad 0.45 \cdot f_y = 159.75 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

c. in otel verificare la nivelul gaurilor din inima

$$\sqrt{\sigma_{og}^2 + 3.7 \tau_{max}^2} = 122.81 \cdot \frac{N}{mm^2} \quad \frac{f_y}{1.15} = 308.7 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

d. in beton  $\sigma < 0.6 f_{ck}$   $f_{ck} := 300 \frac{N}{mm^2}$

$$\sigma_{obs} = -3.94 \cdot \frac{N}{mm^2}$$



## E. VERIFICAREA DEFORMATIILOR ELASTICE

1. Sageata din incarcari preluate numai de scheletul metalic

$$M_{rsch} := g_{sch} \cdot \frac{co^2}{2} \quad M_{csch} := \frac{g_{sch}}{8} \cdot (L^2 - 4 \cdot co^2) = 214.86 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad m1 := \frac{L}{4}$$

$$f_o := L \cdot \frac{m1}{96 \cdot 2.1 \cdot 10^5 \frac{N}{mm^2} \cdot I_o} \cdot (32 \cdot M_{csch} - 16 \cdot M_{rsch} + g_{sch} \cdot L^2) \quad f_o = 11.29 \cdot \text{mm}$$

2. Sageata din incarcari permanente preluate de sectiunea compusa

$$M_{rperm} := g_{perm} \cdot \frac{co^2}{2} \quad M_{cperm} := \frac{g_{perm}}{8} \cdot (L^2 - 4 \cdot co^2)$$

$$f_{perm} := L \cdot \frac{m1}{96 \cdot 2.1 \cdot 10^5 \frac{N}{mm^2} \cdot I_{perm}} \cdot (32 \cdot M_{cperm} - 16 \cdot M_{rperm} + g_{perm} \cdot L^2) \quad f_{perm} = 6.43 \cdot \text{mm}$$

3. Sageata din convoi

$$g_l := 125.7 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad g_v := 85 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \Delta g := g_l - g_v \quad L_l := 10.5 \text{ m}$$

$$f_{conv} := \frac{1}{8} \left[ 5 \cdot g_v \cdot \frac{L^4}{384 \cdot 2.1 \cdot 10^5 \frac{N}{mm^2} \cdot I_{conv}} + \Delta g \cdot L_l \cdot \frac{1}{384 \cdot 2.1 \cdot 10^5 \frac{N}{mm^2} \cdot I_{conv}} \cdot (8 \cdot L^3 + L_l^3 - 4 \cdot L \cdot L_l^2) \right] \quad f_{conv} = 10.26 \cdot \text{mm}$$

$$\Phi f_{conv} := \Phi \cdot f_{conv}$$

$$f_{adm} := \frac{L}{750}$$

$$\Phi f_{conv} = 12.71 \cdot \text{mm}$$

$$f_{adm} = 17.6 \cdot \text{mm}$$

4. Sageata totala

$$f_{tot} := f_{perm} + f_{perm} + \Phi f_{conv} \quad f_{tot} = 25.57 \cdot \text{mm}$$

## F. VERIFICAREA ROTIRII CAPETELOR TABLIERULUI

$$\Delta l := (L - Ll) \quad \eta_1 := \frac{L - \frac{\Delta l}{2}}{L} \quad \eta_2 := \frac{\Delta l}{2L} \quad \eta_3 := \frac{\Delta g \cdot Ll \cdot \Delta l}{2 \cdot 2} \quad \eta_{\max} := \Delta g \cdot Ll \cdot \frac{L}{4} - \Delta g \cdot \frac{Ll^2}{8}$$

$$\theta_v := g_v \cdot \frac{L^3}{24 \cdot N_{gr} \cdot 2.1 \cdot 10^7 \cdot I_{conv} \cdot 10^{-8}} \quad \theta_v = 1.519 \times 10^9 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot 1.000 \times 10^0 \cdot \text{s}^{-2} \cdot 2.000 \times 10^0$$

$$\theta_l := \frac{1}{2.1 \cdot 10^7 \cdot N_{gr} \cdot I_{conv} \cdot 10^{-8}} \left[ \eta_3 \cdot \frac{\Delta l}{4} \left( \frac{2}{3} \cdot \eta_1 + \frac{1}{3} + \frac{2}{3} \cdot \eta_2 \right) + \frac{\eta_1 + \eta_2}{2} \cdot Ll \cdot \eta_3 + \frac{2(\eta_{\max} - \eta_3) \cdot Ll}{3} \cdot 0.5 \right]$$

$$\theta_l = 6.849 \times 10^8 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot 1.000 \times 10^0 \cdot \text{s}^{-2} \cdot 2.000 \times 10^0$$

$$\theta := \Phi \cdot (\theta_v + \theta_l)$$

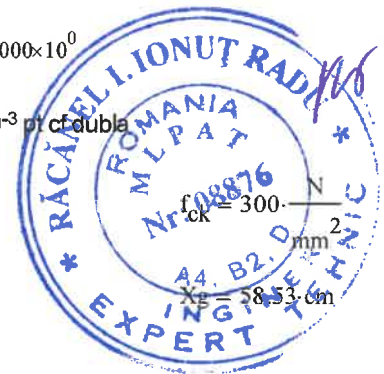
$$\theta = 2.732 \times 10^9 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot 1.000 \times 10^0 \cdot \text{s}^{-2} \cdot 2.000 \times 10^0 \text{ rad}$$

$$\theta_{adm} = 6,5 \times 10^{-3} \text{ pt cf simpla sau } 3,5 \times 10^{-3} \text{ pt cf dubla}$$

## G. DETERMINAREA MOMENTULUI CAPABIL AL SECTIUNII

$$\lambda := 0.85$$

$$X_g := \frac{\lambda \cdot \frac{f_{ck}}{1.5} \cdot [B \cdot d - b_i \cdot t_i - t_{in} \cdot (H_o - t_s)] + \frac{f_y}{1.15} \cdot t_{in} \cdot H_o}{\lambda \cdot \frac{f_{ck}}{1.5} \cdot (B - t_{in}) + 2 \cdot \frac{f_y}{1.15} \cdot t_{in}}$$



$$MF_{st} := \frac{f_y}{1.15} \cdot \left[ t_i \cdot b_i \cdot \left( X_g - \frac{t_i}{2} \right) + t_{in} \cdot \frac{(X_g - t_i)^2}{2} \right]$$

$$MF_{st} = 2609.97 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$MF_c := \frac{f_y}{1.15} \cdot \left[ t_s \cdot b_s \cdot \left( H_o - X_g - \frac{t_s}{2} \right) + t_{in} \cdot \frac{(H_o - X_g - t_s)^2}{2} \right]$$

$$MF_c = -123.04 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$X_{bc} := \frac{B \cdot (d - H_o) \cdot \left( \frac{H_o}{2} - X_g + \frac{d}{2} \right) + t_i \cdot (B - b_s) \cdot \left( H_o - X_g - \frac{t_s}{2} \right) + (B - t_{in}) \cdot \frac{(H_o - X_g - t_i)^2}{2}}{B \cdot (d - X_g) - b_i \cdot t_i - t_{in} \cdot (H_o - X_g - t_i)}$$

$$X_{bc} = 6.47 \cdot \text{cm}$$

$$MF_{bc} := X_{bc} \cdot \left[ \lambda \cdot \frac{f_{ck}}{1.5} \cdot [B \cdot (d - X_g) - b_s \cdot t_s - t_{in} \cdot (H_o - X_g - t_s)] \right]$$

$$MF_{bc} = 194.97 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{capabil} := MF_{st} + MF_c + MF_{bc}$$

$$M_{capabil} = 2681.89 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{calcul} = 1126.76 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\frac{M_{capabil}}{M_{calcul}} = 2.38$$

## H. VERIFICAREA LA STAREA LIMITA DE OBOSEALĂ A BETONULUI CF. STAS 10111/2-87 pct 3.3

$$\rho := \frac{\sigma_{bs2}}{\sigma_{bs}}$$

$$\rho = 0.34$$

$$k_n := 1$$

$$m_{bo} := 0.6 + 0.5 \cdot \rho \quad m_{bo} = 0.77$$

$$R_c := 180 \text{ daN/cm}^2 \quad (R_c^* \text{ din tab 3 pt C30/37})$$

$$R_{co} := m_{bo} \cdot k_n \cdot R_c$$

$$R_{co} = 138.62$$

$$\sigma_{bs} = -3.94 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Intocmit

Felicia Ioanidi

Verificat

dr. ing. Iulia Otelea