

Reactualizarea Studiului de Fezabilitate pentru „Electrificarea și reabilitarea liniei de cale ferată Cluj – Oradea – Episcopia Bihor”

CONTRACT SERVICII: 36/26.04.2017

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

Prestator: Asociera ACCIONA INGENIERIA - BAICONS IMPEX SRL

EXPERTIZE TEHNICE PODURI JUDEȚUL BIHOR REVIZIA: 0 NOIEMBRIE 2017

Acest raport conține un număr de 84 (optzeci și patru) de pagini părți scrise, 42 (patruzeci și două) de părți desenate și Anexele 333 (trei sute treizeci și trei) pagini.

Nr. crt.	REVIZIA	Elaborat	Aprobat/Verificat	Data
		PRESTATOR	BENEFICIAR	
1	REVIZIA 0	ASOCIEREA ACCIONA – BAICONS	CNCF „CFR” SA	NOIEMBRIE 2017
2				
3				
4				

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

FOAIE DE SEMNĂTURI

PROIECT: Reactualizarea Studiului de Fezabilitate pentru „Electrificarea și reabilitarea liniei de cale ferată Cluj – Oradea - Episcopia Bihor”

CONTRACT SERVICII: 36/26.04.2017

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



PRESTATOR: Asociera ACCIONA Ingineria S.A. – S.C. BAICONS Impex S.R.L.

EXPERTIZE TEHNICE PODURI JUDEȚUL BIHOR

ÎNTOCMIT / SEMNĂTURA

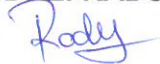
Expert secundar –
Expert Tehnic Poduri:

IONUȚ RADU RĂCĂNEL



REDACTAT / SEMNĂTURA
Experți secundari lucrări de artă:

ANDREI RADU



ALEXANDRU SAVIN



CLAUDIU NEDEIANU



APROBAT / SEMNĂTURA
Coordonator echipă consultanță
/ Manager de proiect:

STELIAN VARĂ – OROS



VERIFICAT / SEMNĂTURA
Expert cheie structuri:

CRISTINA VARĂ - OROS



Activitate / Raport aprobat	Termen predare document / raport	Număr exemplare conform contract
Expertize Tehnice Poduri Județul Bihor	5 (cinci) luni calendaristice de la data emiterii Ordinului de Începere: 14.11.2017	3 (trei) exemplare, tipărite în limba română + 1 (un) exemplar Electronic (CD)

EXPERTIZE TEHNICE PODURI JUDEȚUL BIHOR PIESE SCRISE

*Reactualizare Studiu de Fezabilitate pentru
„Electrificarea și reabilitarea liniei de cale ferată
Cluj – Oradea - Episcopia Bihor”*



ACCIONA INGENIERIA

Strada Gheorghe Lazăr nr. 2 etaj 1 sector 1 București

Tel: 021.211.08.08 Fax: 021.211.08.15

E-mail: office@acciona-ingenieria.ro

Asocierea
ACCIONA Ingenieria S.A.
—
S.C. BAICONS Impex S.R.L.



BAICONS IMPEX

PROIECTARE ȘI CONSULTANȚĂ ÎN CONSTRUCȚII

Strada Zambilelor nr. 6 bloc 60 sector 2 București

Tel: 021.242.67.98 Fax: 021.210.90.08

E-mail: office@baicons.ro

Numele și prenumele **Expertului Tehnic**
Dr. Ing. Ionuț Radu Răcănel
Conform registrului de evidență
Expert Tehnic Atestat A4, B2, D

Nr.10.4, Data: **Octombrie 2017**

RAPORT DE EXPERTIZĂ TEHNICĂ PODURI JUDEȚUL BIHOR

Reactualizare Studiu de Fezabilitate pentru „**Electrificarea și reabilitarea liniei de cale ferată Cluj – Oradea – Episcopia Bihor**”

Generalități

Prezenta Expertiză Tehnică a fost elaborată în baza contractului de prestări servicii, ce a fost încheiat între **Prestator – Asocieria SC ACCIONA INGENIERIA SA - SC BAICONS IMPEX SRL** și **Achizitor – COMPANIA NAȚIONALĂ DE CĂI FERATE “CFR” SA**, pentru obiectivul **Reactualizare Studiu de Fezabilitate pentru „Electrificarea și reabilitarea liniei de cale ferată Cluj – Oradea – Episcopia Bihor”**. Linia de cale ferată Cluj Napoca – Oradea – Episcopia Bihor, este situată pe raza Sucursalei Regionale CF Cluj, dar traversează în afară de Județul Cluj, între km 500+608 – km 536+465 și km 546+656 – km 586+180, județul Sălaj între km 536+456 – km 546+656 și Județul Bihor între km 586+180 – km 660+000. Această expertiză cuprinde podurile care se situează în județul Bihor. Expertizele lucrărilor situate în județul Cluj sunt tratate într-un volum separat.

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 15.11.2021 (anexat certificat nr. 08876, eliberat în data de 15.11.2011 – 2 pag.)

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 Achizitor–C.N.C.F. “CFR”S.A
1. Caiet de sarcini, pentru procedura de achiziții a contractului de prestări servicii: **Reactualizare Studiu de Fezabilitate pentru „Electrificarea și reabilitarea liniei de cale ferată Cluj – Oradea – Episcopia Bihor”**, elaborat de C.N.C.F. “CFR” S.A – *Director General: Marius Chiper, Director D.A.P.: Manuela Daniela Dumitrescu, Șef serviciu S.A.P.F.E.: Valentin Marin.*
 2. Fișele Podurilor puse la dispoziție de *Secțiunile L3 Cluj și L5 Oradea;*
 3. Plan cu limitele C.F.R. în amplasamentul podurilor, elaborat de *Serviciul Cadastru Feroviar al SRCF Cluj;*
- b) Date culese de Prestator de la fața locului și documente procurate de Prestator:
1. Releveele podurilor (inclusiv fotografiile relevante).
 2. Studiul geotehnic, elaborat de către S.C. GEOSTUD S.R.L.
 3. Studiul topografic, elaborat de către S.C. PROTELCO S.A.

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

4. Studiu hidrologic, cu furnizarea debitelor cu asigurare de 1% și 10%, elaborat de către Administrația Bazinală de Apă CRIȘURI, ORADEA și de către Administrația Națională „Apele Române” - I.N.H.G.A.

Date cu privire la necesitatea și oportunitatea lucrărilor

Prin lucrările de modernizare (electrificare și reabilitare) ale acestei linii se are în vedere preluarea parțială a traficului internațional, ce se va derula dinspre/spre Vestul Europei spre/dinspre Estul Europei și realizarea conexiunii cu tronsoanele coridorului IV Pan European de pe teritoriul României.

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.

Obiectivul expertizei tehnice

Obiectul expertizei tehnice este determinat de necesitatea Beneficiarului de a putea executa lucrări de electrificare și reabilitare a liniei CF 300 Cluj – Oradea – Episcopia Bihor, respectând condițiile privind calitatea în construcții, cerințele și instrucțiunile de specialitate în vigoare, pentru asigurarea funcționării în condiții de siguranță a podurilor din județul Bihor.

În acest scop Expertiza Tehnică se referă, în special, la analiza stării tehnice a infrastructurii și suprastructurii podurilor, racordării acestora cu terasamentele precum și la capacitatea de deșeu a podurilor pentru debitul cu asigurarea de 1%.

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

- analiza documentelor primite;
 - analiza datelor culese pe teren;
- Pentru calculul de verificare a elementelor metalice structurale, verificările s-au făcut pentru convoiul de calcul LM71, respectând standardele ce sunt în prezent în vigoare;
- pentru structurile din beton și beton armat, aprecierea stării tehnice s-a efectuat pe baza constatărilor vizuale și a modului de comportare în exploatare;
 - elaborare calcule hidraulice pentru determinarea regimului de scurgere a apelor.

Linia de cale ferată 300, Cluj - Oradea – Episcopia Bihor este linie cu ecartament normal, principală, încadrându-se în clasa II de importanță. Probabilitatea anuală de depășire pentru care se face calculul hidraulic este de 1%, pentru construcțiile încadrate în clasa II de importanță.

Breviarul cu calculele de rezistență și calculele hidraulice ce au fost elaborate, se găsește în Anexa nr. 2 din prezenta documentație.

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

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, viituri cu debite la nivelul debitului de verificare comunicat la data întocmirii expertizei), sau orice altă modificare a situației existente ce a fost consemnată în această expertiză.

Descrierea datelor culese pe teren de către Prestator

1. Releveele podurilor

Cu ocazia inspecției podurilor s-au efectuat următoarele activități:

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

- măsurători ale elementelor de beton din suprastructură.
- măsurători ale elementelor metalice, respectiv grinzi principale, antretoaze, lonjeroni. Aceste măsurători au inclus și determinarea grosimilor existente ale pieselor metalice;
- inspecția vizuală tehnică, de ansamblu și în detaliu, a suprastructurii metalice a podurilor (revizie amănunțită), în vederea depistării tuturor defectelor acestora (spre exemplu fisuri, amorse de fisuri, deformații locale sau generale, defecte ale îmbinărilor, fenomene de coroziune, deficiențe ale îmbinărilor de montaj etc.) care ar putea pune în pericol siguranța în exploatare a structurilor;
- inspecția vizuală a infrastructurii din beton, constatarea eventualelor defecte ale acestora (fisuri, segregări, infiltrații, tasări, etc.);
- analizarea aparatelor de reazem în vederea constatării eventualelor deplasări sau degradări ce ar putea conduce la afectarea funcționării normale a acestora;
- constatarea eventualelor anomalii de comportare, a elementelor structurale sau a întregii structuri, la trecerea trenurilor (oscilații laterale sau verticale peste limitele admise, zgomote deosebite, etc.);
- constatarea eventualelor deficiențe ale căii pe pod (dezaxări, neconformități ale prinderilor directe, traverse neconforme, etc.);
- verificarea stării racordărilor podului și căii cu terasamentele;
- analizarea eventualelor pericole de eroziune a albiei, în special în zona elementelor de infrastructură;
- constatări ale unor eventuale alte aspecte ce ar putea afecta buna exploatare a podurilor sau siguranța traficului feroviar în zona acestora;

2. Fotografii relevante

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

Descrierea documentelor elaborate de către Prestator

1. Studiul geotehnic

Studiul geotehnic, elaborat de S.C.GEOSTUD S.R.L., a constat din executarea de foraje și penetrometrii dinamice (DPH).

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”.

Din punct de vedere seismic, conform normativului P100-1/2013, valoarea de vârf a accelerației terenului pentru proiectare $a_g = 0,10g$ (pentru primele 10 poziții kilometrice), $a_g = 0,15g$ (pentru restul de 11 poziții kilometrice) pentru cutremure având intervalul mediu de recurență $IMR = 225$ ani și 20% probabilitatea de depășire în 50 ani, iar valoarea perioadei de control (colț) a spectrului de răspuns este $T_c = 0,7s$.

2. Studiul topografic

Studiul topografic, elaborat de S.C. PROTELCO S.A., a fost elaborat în vederea obținerii datelor topografice specifice necesare determinării eventualelor dezaxări ale căii pe pod, a eventualelor deplasări sau rotiri ale infrastructurii. De asemenea, scopul acestei documentații este acela de a putea elabora calculele hidraulice necesare determinării regimului de scurgere a apelor.



UNIUNEA EUROPEANĂ



COMPANIA NAȚIONALĂ
DE CĂI FERATE
CNCF „CFR” SA
EXPERTIZĂ TEHNICĂ PODURI

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

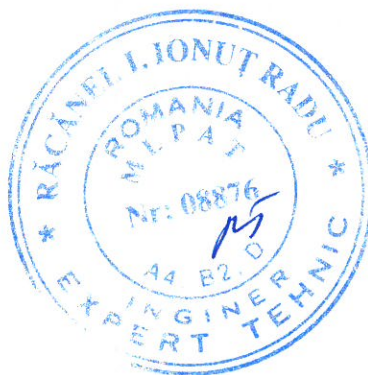
Acest studiu topografic constă în ridicarea zonei podurilor, ridicare ce a cuprins linia C.F și terasamentul aferent pe o lungime de circa 50,0m înainte și după pod precum și albia, pe o lungime de circa 50,0m amonte și 50,0m aval de pod.

Documentația topografică conține plan de situație, scara 1:1000, profile transversale prin albie, scara 1:200 și profil longitudinal prin albie, scara 1:500.

4. Studiu hidrologic

Studiul hidrologic, elaborat de Administrația Bazinală de Apă CRIȘURI, ORADEA și de către Administrația Națională „Apele Române” - I.N.H.G.A. la solicitarea S.C. BAICONS IMPEX S.R.L., a furnizat debitele cu asigurarea de 1% (cu repetabilitate la 100 de ani), $Q_{1\%}$ și respectiv 10% (cu repetabilitate la 10 ani), $Q_{10\%}$.

În continuare sunt prezentate Expertizele Tehnice ale Podurilor situate în județul Bihor, pentru fiecare poziție kilometrică în parte.



REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA - EPISCOPIA BIHOR”

Numele și prenumele **Expertului Tehnic**
Dr. Ing. Ionuț Radu Răcănel
Conform registrului de evidență
Expert Tehnic Atestat A4, B2, D

Nr. 10.4/021, Data: **Octombrie 2017**

Pod km 593+149 (P021)

Amplasamentul obiectivului expertizat

Acest pod traversează Valea Neargă, între Stația C.F. Bulz și Stația C.F. Bratca.

Pe acest sector de linie circula un număr de 20 perechi de trenuri de călători pe zi și un număr de 12 trenuri de marfă pe zi. Fereastra disponibilă, este de 3 ore pe zi.

Descrierea situației existente

Relevul și expertiza tehnică au fost întocmite pe baza datelor puse la dispoziție de către Beneficiar prin: fișa podului, precum și pe baza măsurătorilor efectuate cu ocazia vizitei în teren.

Suprastructura podului este alcătuită dintr-un tablier, de tip dală de beton. Calea este prinsă pe traverse de beton pe prism de piatră spartă.

Cabluri pozate pe timpanul amonte.

Lungimea totală a podului este de 7,20m, lumina (măsurată între fețele culeelor) este de 5,00m, iar înălțimea liberă (măsurată de la intradosul dalei de beton până la radier/ fundul văii) este de 3,20m.

Culeele sunt realizate din zidărie de piatră, cu înălțimea elevației de circa 3,20m. Lungimea culeelor este de 4,65m.

Poziția căii față de grinzile principale și declivitate: în curbă cu $R=275m$, declivitate 6,82‰.

Poziția axei podului față de axul râului: normală.

Poziția axei podului, în plan: în aliniament perpendiculară pe axa C.F.

Felul și lungimea contrașinelor: nu are nevoie.

Numărul și tipul traverselor pe pod: traverse normale .

Anul de construcție: 1952.

Pe parcursul lunilor Mai, Iunie, Iulie 2017 s-a vizitat obiectivul pentru realizarea relevului, pentru confruntarea terenului cu datele puse la dispoziție de Beneficiar dar și pentru identificarea stării tehnice a elementelor structurale.

Calea pe pod

Calea este realizată din șină tip 65 cu joante, fixată pe traverse de beton, atât în linie curentă, cât și pe pod.

Atât parapetul pietonal din amonte, cât și cel din aval este realizat din profil cornier. Parapetul din aval este degradat și îi lipsește mâna curentă.

Suprastructura podului

Suprastructura podului, este alcătuită dintr-un tablier de beton, de tip dală de beton, cu deschiderea de 5,30m.

Lățimea dalei de beton de sub firul I este de 4,65m.

La data vizitării obiectivului s-a constatat că dala de beton prezintă, la intrados, semne ale infiltrației apei, fisuri și degradări ale betonului; fisuri, ciobituri ale muchiilor vii și degradări ale betonului sesizate pe elevația dalei în amonte și aval. În același timp credităm completările făcute în Fișa podului, de către personalul de întreținere, completări ce semnaleză dezvelirea

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

fundației de la culeea Cluj Napoca pe o înălțime de cca. 30cm și o lungime de cca. 1,0m în anul 2015 și apariția infiltrațiilor la dală și la culei în anul 2016.

Infrastructura podului

Suprastructura (tablierul) podului este așezat pe o infrastructură formată din două culei.

Elevația culeelor alcătuită din zidărie de piatră cu mortar prezintă pete verzui – maronii, semn al infiltrației apei și scurgerii acesteia pe fața elevațiilor și degradări ale tencuielii cu mortar.

În conformitate cu Studiul Geotehnic și datele puse la dispoziție de Beneficiar, culeele sunt fondate direct, la cota – 7,68m, măsurată față de cota 0,00, reper-nivel NST, în stratul portant de rocă de bază formată din material sedimentar (dolomit, calcar, puțin cuarț).

Racordarea cu terasamentul este realizată cu aripi din moloane de piatră, atât în aval cât și în amonte. Aripile sunt într-o stare în general bună.

Albia râului pe zona podului

Pe zona podului de la km 593+149, albia este colmatată și cu vegetație la baza culeei Oradea.

Conform datelor transmise de Administrația Bazinală de Apă, CRISURI, Oradea, debitul cu asigurarea de 1% pentru această secțiune este de $Q_{1\%}=49,00\text{mc/sec}$, iar pentru asigurarea de 10% debitul este de $Q_{10\%}=20,50\text{mc/sec}$.

Constatări la culegerea datelor de pe teren

- Infiltrații de apă și tencuială degradată la elevațiile culeelor;
- fisuri, infiltrații de apă și degradare a betonului la dale;
- lipsa mâinii curente a parapetului metalic din aval;

Degradările betonului din infrastructură și tablierul de beton se datorează, în special infiltrației apei în fisurile mici, care, combinate cu ciclurile de îngheț-dezghet a dus la mărirea fisurilor și la degradarea accentuată a betonului.

Din analiza stării tehnice și a rezultatelor cuprinse în breviarele anexate, se observă următoarele:

- Infrastructura existentă (culeele) s-a comportat satisfăcător în exploatare și este într-o stare în general bună.
- Suprastructura existentă, este compromisă, din cauza degradărilor betonului, în special a fisurilor de la intrados și a infiltrațiilor de apă.
- Din punct de vedere hidraulic, podul asigură debușeul debitului $Q_{1\%}$, dar nu asigură gabaritul de liberă trecere sub pod, prin urmare acesta nu corespunde din punct de vedere hidraulic.

CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

În urma analizării documentelor puse la dispoziție, a constatărilor făcute cu prilejul vizitei din Mai-Iulie 2017 se pot formula următoarele concluzii:

Având în vedere faptul că structura existentă a fost proiectată și executată în baza normelor vechi existente, deci nu mai corespunde din punct de vedere al condițiilor de exploatare, în continuare vor fi prezentate două soluții pentru exploatarea viitoare în condiții de maximă siguranță a podului.

Soluția 1

În această soluție podul va fi consolidat astfel:

- Se vor realiza reparații prin cămășuire cu beton ale suprafețelor degradate de la suprastructură, infrastructură, etc.;
- Se vor repara rosturile afectate de infiltrații de la suprastructură;
- Se va reface hidroizolația podului;
- Se vor curăța și repara racordările cu terasamentul;
- Se va curăța și decolmata canalul de sub pod.

Soluția 2

Această soluție presupune dezafectarea podului existent și realizarea unui pod nou cu calea pe balast. Tipul, alcătuirea și dimensiunile noului pod se vor stabili de către proiectant, în funcție de rezultatele studiilor topografice, geotehnice și hidraulice efectuate în amplasament și de condițiile tehnologice posibil de aplicat pentru execuția noii structuri.

Adoptarea uneia dintre cele două soluții se va face în baza unor studii topografice și geotehnice efectuate în amplasament, pe baza unei analize cost-beneficiu bine fundamentată.

Având în vedere starea de degradare avansată a podului existent, adoptarea soluției 1 presupune lucrări complexe de reparații, atât la suprastructura podului, cât și la infrastructură, terasamente și albie, aplicarea acestei soluții va duce la costuri mai mari.

În consecință se recomandă adoptarea soluției 2.

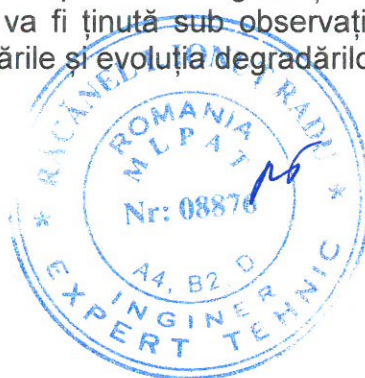
PUNEREA ÎN SIGURANȚĂ A STRUCTURII

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

- Se va asigura stabilitatea prismului de piatră spartă;
- Se vor reface provizoriu racordările cu terasamentul;
- Se vor înlocui traversele necorespunzătoare de pe zona podului;
- Se va curăța albia, pentru asigurarea scurgerii apelor în regim normal și evitarea bălțirii/stagnării apelor în zona podului.

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

Redactat,
Ing. Andrei RADU





UNIUNEA EUROPEANĂ

COMPANIA NAȚIONALĂ
DE CĂI FERATE
CNCF „CFR” SA

EXPERTIZĂ TEHNICĂ PODURI

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Numele și prenumele **Expertului Tehnic**
Dr. Ing. Ionuț Radu Răcănel
Conform registrului de evidență
Expert Tehnic Atestat A4, B2, D

Nr. 10.4/022, Data: Octombrie 2017

Pod km 595+022 (P022)

Amplasamentul obiectivului expertizat

Acest pod traversează Valea Beznei, în Stația C.F. Bratca.

Pe acest sector de linie circula un număr de 21 perechi de trenuri de călători pe zi și un număr de 12 trenuri de marfă pe zi. Fereastra disponibilă este de 3 ore pe zi.

Descrierea situației existente

Releveul și expertiza tehnică au fost întocmite pe baza datelor puse la dispoziție de către Beneficiar prin: fișa podului și proiectul tehnic de Sistematizare C.E.D. și B.A.L. stația Bratca realizat de I.P.C.F. – Secția Lucrări de Artă în anul 1975, precum și pe baza măsurărilor efectuate cu ocazia vizitei în teren.

Suprastructura podului este alcătuită dintr-un tablier de beton. Tablierul este alcătuit din 19 fâșii cu goluri din beton armat precomprimat solidarizate cu placă de suprabetonare din beton armat. Pe firul I, calea este prinsă pe traverse de beton pe prism de piatră spartă, iar pe celelalte 3 fire calea este prinsă pe traverse de lemn pe prism de piatră spartă.

Cabluri pozate în cutie specială de beton așezată pe tablier, între linii.

Lungimea totală a podului este de 18,70m, lumina (măsurată între fețele culeelor) este de 10,85m, iar înălțimea liberă (măsurată de la intradosul dalei de beton până la radier/ fundul văii) este de 2,30m.

Culeele sunt realizate din beton armat, cu ziduri de gardă și ziduri întoarse, cu înălțimea elevației de circa 3,75m. Lungimea totală a culeelor este de 21,90m.

Poziția căii față de grinzile principale și declivitate: în aliniament, declivitate 4‰.

Poziția axei podului față de axul râului: oblică 63°.

Poziția axei podului, în plan: în aliniament, cu oblicitate de 63° față de axul C.F.

Felul și lungimea contrașinelor: nu are nevoie.

Numărul și tipul traverselor pe pod: pe Firul I traverse normale cu dimensiunile 0,20m x 0,18m x 2,60m, iar pe Firele 1, 2 și 3 are traverse de lemn.

Anul de construcție: 1977.

Pe parcursul lunilor Mai, Iunie, Iulie 2017 s-a vizitat obiectivul pentru realizarea releveului, pentru confruntarea terenului cu datele puse la dispoziție de Beneficiar dar și pentru identificarea stării tehnice a elementelor structurale.

Calea pe pod

Pe firul I, calea este realizată din șină tip 65 sudată, fixată pe traverse de beton, atât în linie curentă, cât și pe pod.

Pe firele 1, 2 și 3 calea este realizată din șină tip 65 sudată, fixată pe traverse de lemn atât în linie curentă, cât și pe pod.

Atât parapetul pietonal din amonte, cât și cel din aval este realizat din beton armat și sunt pe zone restrânse degradați, cu armătură la vedere.

Suprastructura podului

Suprastructura podului, este alcătuită dintr-un tablier de beton, din 19 fâșii cu goluri din beton armat precomprimat cu placă de suprabetonare, având deschiderea de 12,00m.

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Lățimea tablierului de beton este de 19,65m.

La data vizitării obiectivului s-a constatat că fășiile cu goluri prezintă, la intrados, semne ale infiltrației apei, fisuri și degradări ale betonului, cu armături la vedere și ușoare segregări ale betonului și fisuri sesizate pe elevația acestora. În același timp credităm completările făcute în Fișa podului, de către personalul de întreținere, completări ce nu semnaleză apariția unor defecte majore la suprastructura podului. În general aceasta se prezintă în stare bună.

Infrastructura podului

Suprastructura (tablierul) podului este așezată pe o infrastructură formată din două culei.

Elevația culeelor prezintă fisuri ale betonului, zone izolate de segregări ale betonului și pete verzui – maronii, semn al infiltrației apei și scurgerii acestora pe fața elevațiilor.

În conformitate cu Studiul Geotehnic și datele puse la dispoziție de Beneficiar, culeele sunt fundate direct la cota – 8,00m(Oradea), – 8,00m(Cluj Napoca), măsurate față de cota 0,00, reper-nivel NST, în stratul portant de praf argilos-nisipos, cenușiu albinos cu elemente de var, pietriș mărunț și lentile de nisip cimentat, plastic consistent.

Racordarea cu terasamentul este realizată cu sferturi de con pereiate cu piatră, în aval la ambele culei, aripă de beton în amonte, la culeea Oradea și taluz pereiat cu piatră la culeea Cluj Napoca.

Albia râului pe zona podului

Pe zona podului de la km 595+022, albia Văii Beznei are un traseu drept, intrând pe zona podului la baza culeei Oradea, accentuând procesul de erodarea a albiei la baza acesteia, crescând riscul producerii fenomenului de degradare și subspălare a fundației. La baza culeei Cluj Napoca sunt depuneri de pământ. Atât în amonte cât și în aval, în albie este crescută vegetație.

Conform datelor transmise de Administrația Bazinală de Apă, CRIȘURI, Oradea, debitul cu asigurarea de 1% pentru această secțiune este de $Q_{1\%}=76,00\text{mc/sec}$, iar pentru asigurarea de 10% debitul este de $Q_{10\%}=32,00\text{mc/sec}$.

Constatări la culegerea datelor de pe teren

- ușoare segregări ale betonului la elevațiile culeelor, fisuri și infiltrații ale apei;
- degradare a betonului din fășii, fisuri, infiltrații ale apei și armături la vedere;
- degradarea parapetilor de beton;

Degradările betonului din infrastructură și tablierul de beton se datorează, în special infiltrației apei în fisurile mici, care, combinate cu ciclurile de îngheț-dezghet a dus la mărirea fisurilor și la degradarea accentuată a betonului.

Din analiza stării tehnice și a rezultatelor cuprinse în breviarele anexate, se observă următoarele:

- Infrastructura existentă (culeele) s-a comportat satisfăcător în exploatare și este într-o stare în general bună.
- Suprastructura existentă, este compromisă, din cauza degradărilor betonului, în special a fisurilor de la intrados, a infiltrațiilor de apă și a armăturilor la vedere.
- Din punct de vedere hidraulic, podul nu asigură debușul debitului $Q_{1\%}$.

CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

În urma analizării documentelor puse la dispoziție, a constatărilor făcute cu prilejul vizitei din Mai-Iulie 2017 se pot formula următoarele concluzii:

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Având în vedere faptul că structura existentă a fost proiectată și executată în baza normelor vechi existente, deci nu mai corespunde din punct de vedere al condițiilor de exploatare, în continuare vor fi prezentate două soluții pentru exploatarea viitoare în condiții de maximă siguranță a podului.

Soluția 1

În această soluție podul va fi consolidat astfel:

- Se vor realiza reparații prin cămășuire cu beton ale suprafețelor degradate de la suprastructură, infrastructură, etc.;
- Se vor repara rosturile afectate de infiltrații de la suprastructură;
- Se va reface hidroizolația podului;
- Se vor curăța și repara racordările cu terasamentul;
- Se va curăța și decolmata canalul de sub pod.

Soluția 2

Această soluție presupune dezafectarea podului existent și realizarea unui pod nou cu calea pe balast. Tipul, alcătuirea și dimensiunile noului pod se vor stabili de către proiectant, în funcție de rezultatele studiilor topografice, geotehnice și hidraulice efectuate în amplasament și de condițiile tehnologice posibil de aplicat pentru execuția noii structuri.

Adoptarea uneia dintre cele două soluții se va face în baza unor studii topografice și geotehnice efectuate în amplasament, pe baza unei analize cost-beneficiu bine fundamentată.

Având în vedere starea de degradare avansată a podului existent, adoptarea soluției 1 presupune lucrări complexe de reparații, atât la suprastructura podului, cât și la infrastructură, terasamente și albie, aplicarea acestei soluții va duce la costuri mai mari.

În consecință se recomandă adoptarea soluției 2.

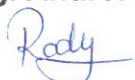
PUNEREA ÎN SIGURANȚĂ A STRUCTURII

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

- Se va asigura stabilitatea prismului de piatră spartă;
- Se vor reface provizoriu racordările cu terasamentul;
- Se vor înlocui traversele necorespunzătoare de pe zona podului;
- Se va curăța albia, pentru asigurarea scurgerii apelor în regim normal și evitarea bălțirii/stagnării apelor în zona podului.

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

Redactat,
Ing. Andrei RADU





UNIUNEA EUROPEANĂ

COMPANIA NAȚIONALĂ
DE CĂI FERATE
CNCF „CFR” SA

EXPERTIZĂ TEHNICĂ PODURI

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Numele și prenumele **Expertului Tehnic**
Dr. Ing. Ionuț Radu Răcănel
Conform registrului de evidență
Expert Tehnic Atestat A4, B2, D

Nr. 10.4/023, Data: Octombrie 2017



Pod km 605+859 (P023)

Amplasamentul obiectivului expertizat

Acest pod traversează râul Crișul Repede, între Stația C.F. Șuncuiuș și Halta Vadu Crișului.

Pe acest sector de linie circula un număr de 21 perechi de trenuri de călători pe zi și un număr de 12 trenuri de marfă pe zi. Fereastra disponibilă, pe ambele fire, este de 3 ore pe zi.

Descrierea situației existente

Relevul și expertiza tehnică au fost întocmite pe baza datelor puse la dispoziție de către Beneficiar prin: fișa podului, proiectul tehnic realizat de I.P.T.Tc în anul 1962 și proiect consolidare pod realizate de S.C. BETARMEX și S.C. PROFER în anul 2006, precum și pe baza măsurărilor efectuate cu ocazia vizitei în teren.

Suprastructura podului este alcătuită din trei deschideri, cu un tablier metalic, tip G.I.P.C.S. – nituit pe fiecare deschidere. Calea este prinsă pe traverse speciale de lemn pe pod și pe terasament, în zona aferentă contrașinelor și capetelor de contrașină.

Cabluri pozate pe trotuarele exterioare.

Lungimea totală a podului este de 70,00m, lumina (măsurată între fețele elevațiilor) este de 17,90m în deschiderile 1 și 3, respectiv 20,70m în deschiderea 2, iar înălțimea liberă (măsurată de la intradosul grinzilor metalice până la radier/ fundul văii) este de circa 5,00m.

Culeele sunt realizate din beton și moloane de piatră, cu ziduri de gardă și ziduri întoarse, cu înălțimea elevației de circa 3,00m și bancheta cuzineților cu înălțimea de 0,40m. Lungimea totală a culeelor este de 6,80m.

Pilele sunt realizate din beton cu arierbecuri și avantbecuri din moloane de piatră, cu înălțimea elevației de circa 2,95m și bancheta cuzineților cu înălțimea de 0,40m. Lungimea totală a pilelor este de 8,30m.

Poziția căii față de grinzile principale și declivitate: în aliniament și declivitate de 0,46‰.

Poziția axei podului față de axul râului: oblică 65°.

Poziția axei podului, în plan: în aliniament cu oblicitate 65° față de axa C.F.

Felul și lungimea contrașinelor: din profil L100x100x10 pe toată lungimea podului, respectiv șină pe terasament.

Numărul și tipul traverselor pe pod: 124 traverse speciale de lemn cu dimensiunile 0,26m x 0,26m x 2,60m.

Anul de construcție: 1961.

Pe parcursul lunilor Mai, Iunie, Iulie 2017 s-a vizitat obiectivul pentru realizarea relevului, pentru confruntarea terenului cu datele puse la dispoziție de Beneficiar dar și pentru identificarea stării tehnice a elementelor structurale.

Calea pe pod

Calea este realizată din șină tip 60 cu joante, fixată pe traverse speciale de lemn atât pe pod cât și pe terasament. Pe pod sunt montate contrașine din profil L100x100x10, iar pe terasament sunt montate contrașine și contrașine exterioare realizate din șină.

Trotuarele tablierelor sunt realizate din console metalice pe care sunt montate tronsoane de tablă striată.

Parapetul pietonal este realizat din profile L.

Suprastructura podului

Suprastructura podului este alcătuită din trei tabliere metalice, de tip G.I.P.C.S. – nituit, cu deschiderile de $2 \times 19,40\text{m} + 1 \times 23,30\text{m}$.

La data vizitării obiectivului s-a constatat că pe suprastructura metalică a podului, sistemul de protecție anticoroziv este într-o stare în general bună, acesta fiind refăcut în anul 2011. În același timp credităm completările făcute în Fișa podului, de către personalul de întreținere, completări ce nu semnaleză identificarea fisurilor, coroziunii elementelor metalice, dar semnaleză necesitatea înlocuirii a 30 traverse pe pod în anul 2013.

- **Grinzile principale (GP)**

Grinzile principale ale tablierelor G.I.P.C.S. – nituit, sunt realizate din elemente compuse de tip inimă plină cu tăpile nituite. Distanța între grinzile principale este de 1,80m. Lungimea totală a grinzilor principale este: $L = 1,683\text{m} + 5,055\text{m} \times 2 + 5,08\text{m} + 2,527\text{m} + 0,30\text{m} \times 2 = 20,00\text{m}$, respectiv $L = 3,46\text{m} + 5,19\text{m} \times 2 + 5,16\text{m} + 4,30\text{m} + 0,30\text{m} \times 2 = 23,90\text{m}$. Înălțimea grinzilor principale este variabilă. Acestea prezintă zone restrânse unde stratul de protecție anticorozivă este exfoliat, favorizând apariția ruginii pe zonele respective, în mod special la talpa inferioară.

Aparatele de reazem existente sunt metalice turnate, cu următoarea distribuție: Se începe cu aparat de reazem fix pe culeea Cluj Napoca și se termină cu aparat de reazem mobil pe culeea Oradea.

Starea aparatelor de reazem este corespunzătoare, din analiza vizuală, cu mențiunea că acestea prezintă zone izolate de rugină.

- **Antretoazele (A)**

Atât la tablierul de 19,40m deschidere, cât și la cel de 23,30m, antretoaze pot fi considerate cadrele transversale realizate din profile laminate de tip L. Prinderea cadrelor transversale de grinzile principale este realizată cu nituri, de gusee amplasate la talpa superioară, respectiv talpa inferioară. Acestea sunt într-o stare în general bună.

- **Lonjeronii (L)**

Nu e cazul.

- **Contravântuiri (CV)**

Contravântuirea superioară a grinzilor principale a tablierelor marginale, este alcătuită din 10 panouri de 1,685m și 1 panou de 1,71m. Rigele sunt realizate din profile laminate tip L90x90x9, diagonalele din panourile de capăt sunt realizate din două profile laminate tip L100x100x12, iar cele din panourile centrale, din două profile laminate tip L100x100x10, L90x90x9, respectiv L80x80x10.

Contravântuirea superioară a grinzilor principale a tablierului central, este alcătuită din 11 panouri de 1,73m, 1 panou de 1,70m și 1 panou de 1,715m. Rigele sunt realizate din profile laminate tip L90x90x9, diagonalele din panourile de capăt sunt realizate din două profile laminate tip L100x100x12, iar cele din panourile centrale, din două profile laminate tip L100x100x10, L90x90x9, respectiv L80x80x10.

Atât contravântuirea superioară a grinzilor principale nu prezintă defecte (fisuri, pete de rugină, nituri slăbite etc.), acestea găsindu-se într-o stare în general bună.

Infrastructura podului

Suprastructura (tablierele) podului este așezată pe o infrastructură formată două culei și două pile. Culeele podului sunt executate din beton și moloane de piatră.

Elevațiile culeelor, prezintă ciobituri ale muchiilor vii, zone izolate de segregări ale betonului, pete verzui – maronii, semn al infiltrației apei și scurgerii acesteia pe fața elevațiilor.

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Banchetele cuzineților prezintă ciobituri ale muchiilor vii, degradări ale betonului, fisuri, pete verzui – maronii, semn al infiltrației apei și scurgerii acesteia pe fața banchetelor și sunt evidențiate rosturile de betonare și decofrare. Banchetele sunt colmatate cu piatră spartă.

Pilele podului sunt executate din beton și moloane de piatră.

Elevațiile pilelor, prezintă fisuri, ciobituri ale muchiilor vii, pete verzui – maronii, semn al infiltrației apei și scurgerii acesteia pe fața elevațiilor.

Banchetele cuzineților prezintă ciobituri ale muchiilor vii, degradări ale betonului, fisuri, pete verzui – maronii, semn al infiltrației apei și scurgerii acesteia pe fața banchetelor.

Atât culeele, cât și pilele au fost consolidate în anul 2006.

În conformitate cu Studiul Geotehnic și datele puse la dispoziție de Beneficiar, culeele sunt fondate direct în stratul portant conform DPH36.

Racordarea cu terasamentul este realizată cu aripi din zidărie de piatră continuate cu ziduri de sprijin, la culeea Cluj Napoca, respectiv ziduri de sprijin la culeea Oradea.

Albia râului pe zona podului

Pe zona podului C.F. de la km 605+859, albia râului Crișul Repede are un traseu drept, intrând pe zona podului cu o oblicitate. Albia este cu piatră și cu vegetație pe alocuri. În amonte, este o stație de epurare și un stăvilar.

Conform datelor transmise de Administrația Bazinală de Apă, CRIȘURI, Oradea, debitul cu asigurarea de 1% pentru această secțiune este de $Q_{1\%}=820,00\text{mc/sec}$, iar pentru asigurarea de 10% debitul este de $Q_{10\%}=460,00\text{mc/sec}$.

Constatări la culegerea datelor de pe teren

- segregări ale betonului și fisuri la elevațiile culeelor și pilelor;
- muchii vii ciobite și fisuri pe zone restrânse la banchetele cuzineților;
- traverse putrezite și degradate;
- degradări ale betonului parapetilor de beton de pe zidurile întoarse ale culeelor.

Din analizarea stării tehnice și a rezultatelor cuprinse în breviarele anexate, se observă următoarele:

- Infrastructura existentă (culeele) s-a comportat satisfăcător în exploatare și este într-o stare în general bună; În cazul introducerii unor structuri cu calea pe balast sunt necesare lucrări de consolidare ale acesteia.
- În cazul înlocuirii căii cu prindere directă cu cale prinsă pe balast, suprastructura existentă este necesar a fi înlocuită, iar în cazul în care se păstrează sistemul de prindere directă, grinzile căii necesită consolidări.
- Din punct de vedere hidraulic, podul nu asigură debușul debitului $Q_{1\%}$.

CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

În urma analizării documentelor puse la dispoziție, a constatărilor făcute cu prilejul vizitei din Mai-Iulie 2017 se pot formula următoarele concluzii:

Având în vedere faptul că structura existentă a fost proiectată și executată în baza normelor vechi existente, deci nu mai corespunde din punct de vedere al condițiilor de exploatare, în continuare vor fi prezentate două soluții pentru exploatarea viitoare în condiții de maximă siguranță a podului.

Soluția 1

În această soluție, podul va fi consolidat astfel:

- Se va repara tablierul metalic. Se recomandă să se utilizeze sablarea pentru curățarea suprafețelor metalice de murdărie, rugină și vopsea, atât pentru depistarea cu ușurință a defectelor, cât și pentru repararea acestora și realizarea ulterioară a unei protecții

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA - EPISCOPIA BIHOR”

anticorozive. Se va organiza evidența defectelor depistate, astfel încât să se poată reconstitui tipul defectului (fisură, plagă, punct de rugină, nit distrus prin coroziune, etc.), poziția defectului pe elementul structural, poziția în structură a acestuia și aprecierea gravității efectului (reducerea secțiunii prin coroziune, prin fisurare, etc.). Se va executa remedierea defectelor depistate la structura metalică conform specificațiilor din proiect și a caietului de sarcini. Se vor executa lucrări de consolidare la elementele de rezistență ale tablierului metalic pentru a corespunde convoiului de calcul actual;

- 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 demola și reface toate elementele care se află într-un stadiu avansat de degradare;
- Se vor realiza reparații ale elevațiilor/umpleri ale rosturilor zidăriei elementelor de infrastructură existente;
- Se va reface hidroizolația și sistemul drenant din spatele culeelor;
- Se vor reface terasamentele de la capetele podului și prismul de piatră spartă a căii;
- Se vor curăța și repara/reface racordările cu terasamentele;

Soluția 2

Soluția constă în dezafectarea podului existent și realizarea unui tablier nou cu calea pe balast, soluția de realizare și dimensiunile fiind stabilite de către proiectant, în funcție de rezultatele studiilor topografice, geotehnice și hidraulice efectuate în amplasament și de condițiile tehnologice posibil de aplicat pentru execuția noii structuri. În cazul în care, pentru noua soluție adoptată, elementele de infrastructură ale podului existent nu mai corespund, ele vor fi demolate, urmând a fi executate culee noi.

Adoptarea noii soluții se va face în baza unor studii topografice și geotehnice efectuate în amplasament, pe baza unei analize cost-beneficiu bine fundamentată.

Având în vedere că adoptarea soluției 1 presupune lucrări complexe de reparații, atât la infrastructură, la suprastructură, la terasamente, cât și la albie și se apreciază ca acestea depășesc 40% din valoarea unui pod nou și având în vedere faptul că pentru a corespunde noilor cerințe legate de deplasarea cu viteze mari, trebuie realizată calea pe prism de piatră spartă, se recomandă adoptarea soluției 2.

PUNEREA ÎN SIGURANȚĂ A STRUCTURII

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

- Se va face în termen revizia tablierului metalic, iar eventualele deficiențe depistate (fisuri, șuruburi/nituri slăbite, suduri degradate, zone cu coroziuni) se vor ține sub observație;
- Se va asigura stabilitatea prismului de piatră spartă la capetele podului, inclusiv prin completarea cu piatră spartă;
- Se vor înlocui traversele necorespunzătoare de pe pod și de pe terasament, aferente prinderii contrașinelor și capetelor de contrașină;

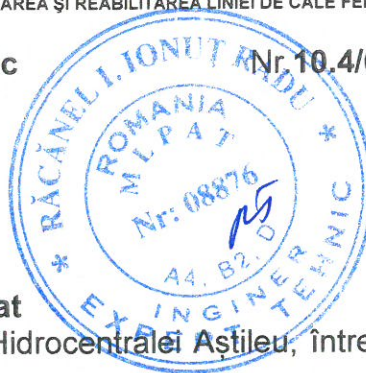
Pe toată durata de timp necesară punerii în siguranță a structurii, respectiv până la realizarea soluției propuse, structura va fi ținută sub observație, cu accent pe observarea comportării în ceea ce privește deplasările și evoluția degradărilor.

Redactat,
Ing. Andrei RADU



Numele și prenumele **Expertului Tehnic**
Dr. Ing. Ionuț Radu Răcănel
Conform registrului de evidență
Expert Tehnic Atestat A4, B2, D

Nr. 10.4/024, Data: Octombrie 2017



Pod km 616+913 (P024)

Amplasamentul obiectivului expertizat

Acest pod traversează canalul Hidrocentralei Aștileu, între Halta CF Vadu Crișului și Stația CF Aleșd.

Pe acest sector de linie circula un număr de 21 perechi de trenuri de călători pe zi și un număr de 12 trenuri de marfă pe zi. Fereastra disponibilă este de 3 ore pe zi.

Descrierea situației existente

Relevul și expertiza tehnică au fost întocmite pe baza datelor puse la dispoziție de către Beneficiar prin: fișa podului, precum și pe baza măsurătorilor efectuate cu ocazia vizitei în teren.

Suprastructura podului este alcătuită din două tabliere. Pe firul I, este realizată dintr-un tablîer metalic, tip G.G.I.P.C.S. – sudat, iar pe firul II (desființat) dintr-un tablîer de beton din grinzii prefabricate. Pe tablîerul de beton calea este desființată, iar pe tablîerul metalic calea este prinsă direct pe diafragmele transversale dintre grinzile gemene pe zona podului, și pe traverse de beton pe terasament.

Cabluri pozate pe trotuarul aval al tablîerului metalic și pe trotuarul amonte al tablîerului de beton.

Lungimea totală a podului de pe firul I este de 12,00m, lumina (măsurată între fețele culeelor) este de 7,00m, iar înălțimea liberă (măsurată de la intradosul grinzilor metalice până la radier/ fundul văii) este de circa 2,50m.

Lungimea totală a podului de pe firul II este de 12,00m, lumina (măsurată între fețele culeelor) este de 7,00m, iar înălțimea liberă (măsurată de la intradosul dalei de beton până la radier/ fundul văii) este de circa 2,50m.

Culeele de pe firul I sunt realizate din beton armat, cu ziduri de gardă și ziduri întoarse, cu înălțimea elevației de circa 1,85m și bancheta cuzineților cu înălțimea de 0,40m. Lungimea totală a culeei este de 5,40m.

Culeele de pe firul II sunt realizate din beton armat, cu ziduri de gardă și ziduri întoarse, cu înălțimea elevației de circa 1,85m și bancheta cuzineților cu înălțimea de 0,40m. Lungimea totală a culeelor este de 5,00m.

Poziția căii față de grinzile principale și declivitate: în declivitate de 3‰.

Poziția axei podului față de axul râului: normală.

Poziția axei podului, în plan: în curbă cu R=3200m.

Felul și lungimea contrașinelor: Firul I: nu are nevoie, Firul II desființat.

Numărul și tipul traverselor pe pod: pe Firul I nu are traverse, șina fiind prinsă direct pe diafragmele transversale dintre grinzile gemene, iar Firul II este desființat.

Anul de construcție: 2007 fir I și 1955 fir II.

Pe parcursul lunilor Mai, Iunie, Iulie 2017 s-a vizitat obiectivul pentru realizarea relevului, pentru confruntarea terenului cu datele puse la dispoziție de Beneficiar dar și pentru identificarea stării tehnice a elementelor structurale.

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ-ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Calea pe pod

Pe firul I, calea este realizată din șină tip 60 sudată, fixată direct pe diafragmele transversale dintre grinzile gemene, pe pod, iar pe terasament pe traverse de beton.

Pe firul II, calea este desființată.

Trotuarele ambelor tablere sunt realizate din prefabricate de trotuar.

Parapeții pietonali sunt realizate din beton armat.

Suprastructura podului

Suprastructura podului, pe Firul I, este alcătuită dintr-un tablier metalic, de tip G.G.I.P.C.S. – sudat, cu deschiderea de 9,85m.

O grindă geamănă este alcătuită din două grinzi cu inima plină sudate, cu diafragme transversale; distanța între grinzi cu inimă plină este de 0,65m. Grinzile gemene sunt solidarizate între ele prin intermediul unor cadre transversale și contravântuiri superioare. Distanța interax între grinzi gemene este de 1,53m.

La data vizitării obiectivului s-a constatat că pe suprastructura metalică a podului, sistemul de protecție anticoroziv este izolat exfoliat și degradat. Acest fapt a facilitat observarea unor eventuale fisuri și degradări ale elementelor metalice principale, cauzate de fenomenul de oboseală și de acțiunea substanțelor corozive provenite din scurgerea din vagoanele trenurilor.

Suprastructura podului, pe Firul II, este alcătuită dintr-un tablier de beton din grinzi prefabricate, pe deschiderea de 7,80m.

La data vizitării obiectivului s-a constatat că tablierul de pe firul II este scos din funcție.

- **Grinzile principale (GP)**

Grinzile principale ale tablierului G.G.I.P.C.S – sudat, sunt realizate din grinzi gemene alcătuite din grinzi cu inimă plină sudate. Grinzile gemene sunt solidarizate transversal prin intermediul unor diafragme dispuse la 1,50m distanță. Lungimea totală a grinzilor principale este: $L = 1,50m \times 8 + 0,075m \times 2 = 12,15m$. Acestea prezintă anumite zone unde talpa superioară este corodată.

Aparatele de reazem existente sunt realizate din baze de lemn.

- **Antretoazele/Cadrelor transversale (A/CT)**

Pe post de antretoaze pot fi considerate cadrelor transversale realizate din profile laminate, având lungimea de 0,88m, dispuse la 1,50m. Prinderea cadrelor transversale de grinzile principale este realizată cu șuruburi.

Cadrelor transversale de capăt sunt flambate.

- **Lonjeronii (L)**

Nu este cazul.

- **Contravântuiri (CV)**

Contravântuirea superioară a grinzilor principale este realizată din profile laminate. Diagonala de capăt, culeea Oradea, este flambată.

Infrastructura podului

Suprastructura (tablierele) podului este așezată pe o infrastructură formată din două culei pentru fiecare fir.

Culeele podului de pe firul II (executate cu ocazia dublării liniei Cluj Napoca – Oradea – Episcopia Bihor) sunt executate adiacent de culeele de pe Firul I, având fundații separate.

Elevația culeei Cluj Napoca, de pe firul I și II prezintă muchii vii ciobite, fisuri ale betonului, exfolieri ale armăturii, zone izolate de segregări ale betonului și pete verzui – maronii, semn al infiltrației apei și scurgerii acesteia pe fața elevațiilor.



UNIUNEA EUROPEANĂ

COMPANIA NAȚIONALĂ
DE CĂI FERATE
CNCF „CFR” SA
EXPERTIZĂ TEHNICĂ PODURI

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Elevația culeei Oradea, de pe firul I și II prezintă muchii vii ciobite, fisuri ale betonului, exfolieri ale armăturii, zone izolate de segregări ale betonului și pete verzui – maronii, semn al infiltrației apei și scurgerii acesteia pe fața elevațiilor.

Banchetele cuzineților ale culeelor, prezintă ciobituri ale muchiilor vii, pete verzui - maronii de scurgeri de apă și mici fisuri. Zidurile de gardă prezintă zone izolate cu segregări ale betonului și fisuri.

În același timp credităm completările făcute în Fișa podului, de către personalul de întreținere, completări ce semnalează, în anul 2007, identificarea unor fisuri în culei și pericolul de subspălare a acestora datorită curentului puternic de apă, care a distrus protecția din dale.

În conformitate cu Studiul Geotehnic și datele puse la dispoziție de Beneficiar, culeele de pe firul I sunt fondate direct, în stratul portant de pietriș cu nisip și liant argilos, puțin umed, îndesat, cafeniu-gălbui.

Racordarea cu terasamentul la culeea Cluj Napoca este realizată cu sfert de con din piatră spartă în amonte și taluz de pământ în aval, iar la culeea Oradea racordarea este realizată cu taluz de pământ în amonte și taluz pereiat cu beton în aval.

Albia râului pe zona podului

Pe zona podului de la km 616+913, albia canalului Hidrocentralei Aștileu este pereiată cu dale de beton.

Conform datelor transmise de Administrația Bazinală de Apă, CRIȘURI, Oradea, debitul cu asigurarea de 1% pentru această secțiune este de $Q_{1\%}=13,00\text{mc/sec}$, iar pentru asigurarea de 10% debitul este de $Q_{10\%}=13,00\text{mc/sec}$.

Constatări la culegerea datelor de pe teren

- ușoare segregări ale betonului la elevațiile culeelor, fisuri și armături la vedere;
- ciobituri ale muchiilor vii la banchetele cuzineților;
- degradări prin corodare la talpa superioară a grinzilor principale.
- flambajul cadrelor transversale de capăt și diagonalei de capăt a contravânturii superioare a grinzilor principale.

Prezența fenomenului de coroziune a elementelor tablierelor metalice se datorează, în special scurgerii substanțelor corozive din trenurile care circulă pe pod, dar și frecvenței vântului care aduce agenți corozivi.

Degradările betonului din infrastructură și tablierul de beton se datorează, în special infiltrației apei în fisurile mici, care, combinate cu ciclurile de îngheț-dezghet a dus la mărirea fisurilor și la degradarea accentuată a betonului.

Din analiza stării tehnice și a rezultatelor cuprinse în brevierele anexate, se observă următoarele:

- Infrastructura existentă (culeele) s-a comportat satisfăcător în exploatare și este într-o stare în general bună.
- Suprastructura existentă, este compromisă, din cauza coroziunii și a detaliilor constructive.
- Din punct de vedere hidraulic, podul nu asigură debușeul debitului $Q_{1\%}$.

CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

În urma analizării documentelor puse la dispoziție, a constatărilor făcute cu prilejul vizitei din Mai-Iulie 2017 se pot formula următoarele concluzii:

Având în vedere faptul că structura existentă a fost proiectată și executată în baza normelor vechi existente, deci nu mai corespunde din punct de vedere al condițiilor de



UNIUNEA EUROPEANĂ



COMPANIA NAȚIONALĂ
DE CĂI FERATE
CNCF „CFR” SA

EXPERTIZĂ TEHNICĂ PODURI

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

exploatare, iar consolidarea elementelor de rezistență ale tablierelor metalice nu se poate face pentru a corespunde convoiului de calcul actual, aceste tablriere sunt practic neconsolidabile, se propune ca soluție, realizarea unui pod nou.

Soluția recomandată constă în dezafectarea podului existent și realizarea unui pod nou cu calea în cuvă de balast, soluția de realizare și dimensiunile fiind stabilite de către proiectant, în funcție de rezultatele studiilor topografice, geotehnice și hidraulice efectuate în amplasament și de condițiile tehnologice posibil de aplicat pentru execuția noii structuri.

Pentru noua soluție adoptată, în cazul în care elementele de infrastructură ale podului existent nu mai corespund, ele vor fi demolate, urmând a fi executată infrastructură nouă.

Adoptarea noii soluții se va face în baza unor studii topografice și geotehnice efectuate în amplasament, pe baza unei analize cost-beneficiu bine fundamentată.

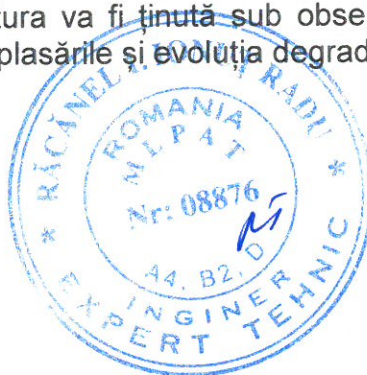
PUNEREA ÎN SIGURANȚĂ A STRUCTURII

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

- Se va face în termen revizia tablierului metalic, iar eventualele deficiențe depistate (fisuri, șuruburi/nituri slăbite, suduri degradate, zone cu coroziuni) se vor ține sub observație;
- Se va asigura stabilitatea prismului de piatră spartă la capetele podului, inclusiv prin completarea cu piatră spartă;
- Se vor înlocui longrinele necorespunzătoare de pe pod și traversele necorespunzătoare de pe terasament, aferente prinderii contrașinelor și capetelor de contrașină;

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

Redactat,
Ing. Andrei RADU





UNIUNEA EUROPEANĂ



COMPANIA NAȚIONALĂ
DE CĂI FERATE
CNCF „CFR” SA
EXPERTIZĂ TEHNICĂ PODURI

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Numele și prenumele **Expertului Tehnic**
Dr. Ing. Ionuț Radu Răcănel
Conform registrului de evidență
Expert Tehnic Atestat A4, B2, D

Nr.10.4/025, Data: **Octombrie 2017**

Pod km 618+190 (P025)

Amplasamentul obiectivului expertizat

Acest pod traversează o vale, în Stația CF Alesd.

Pe acest sector de linie circula un număr de 21 perechi de trenuri de călători pe zi și un număr de 12 trenuri de marfă pe zi. Fereastra disponibilă este de 3 ore pe zi.

Descrierea situației existente

Releveul și expertiza tehnică au fost întocmite pe baza datelor puse la dispoziție de către Beneficiar prin: fișa podului, precum și pe baza măsurătorilor efectuate cu ocazia vizitei în teren.

Suprastructura podului este alcătuită din două tabliere metalice, tip G.I.P.C.S. – nituit pe firul I și tip G.I.P.C.S. – sudat pe firul II; Tablierul de pe firul II este dezafectat. Calea este prinsă pe traverse speciale de lemn pe pod și pe traverse normale de beton pe terasament.

Cabluri pozate pe trotuarele exterioare.

Lungimea totală a podului este de 11,35m, lumina (măsurată între fețele culeelor) este de 5,75m, iar înălțimea liberă (măsurată de la intradosul grinzilor metalice până la radier/fundul văii) este de 1,72m (sub firul I); firul II este 100% colmatat cu piatră spartă.

Culeele sunt realizate din beton armat, cu ziduri de gardă și ziduri întoarse, cu înălțimea elevației de circa 1,35m și bancheta cuzineților cu înălțimea de 0,70m. Lungimea totală a culeelor este de 10,00m (pentru ambele fire).

Poziția căii față de grinzile principale și declivitate: în aliniament și declivitate de 8,04‰.

Poziția axei podului față de axul râului: normală.

Poziția axei podului, în plan: în aliniament perpendiculară pe axa C.F.

Felul și lungimea contrașinelor: nu are nevoie.

Numărul și tipul traverselor pe pod: 14 traverse speciale de lemn cu dimensiunile 0,26m x 0,26m x 2,60m.

Anul de construcție: 1960.

Pe parcursul lunilor Mai, Iunie, Iulie 2017 s-a vizitat obiectivul pentru realizarea releveului, pentru confruntarea terenului cu datele puse la dispoziție de Beneficiar dar și pentru identificarea stării tehnice a elementelor structurale.

Calea pe pod

Calea este realizată din șină tip 60 sudată, fixată pe traverse speciale de lemn pe pod și pe traverse normale de beton pe terasament.

Trotuarele tablierelor sunt realizate din console metalice pe care sunt montate tronsoane de tablă striată.

Parapetul pietonal este realizat din profile L pe tablier și din beton armat pe culei.

Suprastructura podului

Suprastructura podului este alcătuită din două tabliere metalice, de tip G.I.P.C.S. – nituit, pe firul I, respectiv de tip G.I.P.C.S. – sudat pe firul II (dezafectat) cu deschiderile de 6,60m.

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

La data vizitării obiectivului s-a constatat că pe suprastructura metalică a podului, sistemul de protecție anticoroziv este într-o stare avansată de degradare, în special la partea inferioară a tablierului. În același timp credităm completările făcute în Fișa podului, de către personalul de întreținere, completări ce semnaleză identificarea degradării sistemului de protecție anticoroziv, coroziunii elementelor metalice, acesta fiind propus spre desființare încă din anul 1997.

- **Grinzile principale (GP)**

Grinzile principale ale tablierului G.I.P.C.S. – nituit de pe firul I, sunt realizate din elemente compuse de tip inimă plină cu tălpile nituite. Distanța între grinzile principale este de 1,80m. Lungimea totală a grinzilor principale este: $L = 2,20m \times 3 + 0,20m \times 2 = 7,00m$. Acestea prezintă zone extinse unde stratul de protecție anticorozivă este exfoliat și elementele metalice sunt ruginite și corodate pronunțat pe zonele respective, în mod special la talpa inferioară.

Aparatele de reazem existente sunt metalice turnate, cu următoarea distribuție: aparat de reazem fix pe culeea Cluj Napoca și aparat de reazem mobil pe culeea Oradea.

Starea aparatelor de reazem este corespunzătoare, din analiza vizuală, cu mențiunea că acestea prezintă zone izolate de rugină.

- **Antretoazele (A)**

Antretoazele pot fi considerate ca fiind cadrele transversale realizate din profile laminate de tip L70x70x10, având lungimea de 1,80m, dispuse la 2,20m. Prinderea antretoazelor de grinzile principale este realizată cu nituri.

Cadrele transversale sunt ruginite și au nituri slăbite, conform semnalărilor făcute de personalul de întreținere.

- **Lonjeronii (L)**

Nu este cazul.

- **Contravântuiri (CV)**

Contravântuirea superioară a grinzilor principale este alcătuită din 3 panouri de 2,20m. Diagonalele sunt realizate din profile laminate tip L60x60x10.

Acestea prezintă defecte (pete de rugină, nituri slăbite etc.), găsindu-se într-o stare avansată de degradare.

Infrastructura podului

Suprastructura (tablerele) podului este așezată pe o infrastructură formată două culei pentru fiecare fir.

Culeele podului de pe firul I (executate cu ocazia dublării liniei) sunt executate adiacent, joantiv de culeele de pe firul II, având fundații separate.

Elevațiile culeelor de pe firul I, prezintă fisuri ale betonului, ciobituri ale muchiilor vii, zone izolate de segregări ale betonului, pete verzui – maronii, semn al infiltrației apei și scurgerii acesteia pe fața elevațiilor..

Banchetele cuzineților prezintă ciobituri ale muchiilor vii, degradări ale betonului, fisuri, pete verzui – maronii, semn al infiltrației apei și scurgerii acesteia pe fața banchetelor, mușchi crescut pe suprafața acestora și armături la vedere. Banchetele sunt colmatate cu piatră spartă.

În conformitate cu Studiul Geotehnic și datele puse la dispoziție de Beneficiar, culeele sunt fondate direct, în stratul portant de nisip cu lian argilos, galben-cafeniu, în alternanță cu lentile de argilă nisipoasă, saturat cu îndesare medie.

Racordarea cu terasamentul este realizată cu sferturi de con din piatră acoperite cu mușchi. Acestea sunt degradate.



UNIUNEA EUROPEANĂ

COMPANIA NAȚIONALĂ
DE CĂI FERATE
CNCF „CFR” SA

EXPERTIZĂ TEHNICĂ PODURI

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Albia râului pe zona podului

Pe zona podului C.F., de la km 618+190, albia este colmatată cu piatră spartă și pământ și plină de vegetație.

Conform datelor transmise de Administrația Națională „Apele Române” – I.N.H.G.A., Oradea, debitul cu asigurarea de 1% pentru această secțiune este de $Q_{1\%}=59,90\text{mc/sec}$, iar pentru asigurarea de 10% debitul este de $Q_{10\%}=22,00\text{mc/sec}$, dar având în vedere faptul că albia podului este înfundată din anul 1970, debitele comunicate de I.N.H.G.A pentru această secțiune vor fi preluate de podul de la km 618+441.

Constatări la culegerea datelor de pe teren

- segregări ale betonului la elevațiile culeelor și fisuri;
- muchii vii ciobite și degradări accentuate pe zone restrânse la banchetele cuzineților;
- armături la vedere în banchetele cuzineților;
- parapetii de beton de pe zidurile întoarse ale culeelor Cluj Napoca și Oradea firul I, degradat cu armături la vedere.

Degradările betonului din infrastructură se datorează, în special infiltrației apei în fisurile mici, care, combinate cu ciclurile de îngheț-dezghet a dus la mărirea fisurilor și degradării accentuate a betonului.

Din analiza stării tehnice și a rezultatelor cuprinse în breviarele anexate, se observă următoarele:

- Infrastructura existentă (culeele) s-a comportat satisfăcător în exploatare și este într-o stare în general bună.
- Suprastructura existentă, este compromisă, din cauza coroziunii și a detaliilor constructive.
- Din punct de vedere hidraulic, conform însemnărilor făcute de personalul de întreținere în Fișa podului, podul este înfundat și propus la desființare încă din anul 1970, iar debitele comunicate pentru această secțiune vor fi preluate de podul de la km 618+441.

CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

În urma analizării documentelor puse la dispoziție, a constatărilor făcute cu prilejul vizitei din Mai-Iulie 2017 se pot formula următoarele concluzii:

Având în vedere faptul că structura existentă a fost proiectată și executată în baza normelor vechi existente, deci nu mai corespunde din punct de vedere al condițiilor de exploatare, în continuare vor fi prezentate două soluții pentru exploatarea viitoare în condiții de maximă siguranță a podului.

Soluția 1

În această soluție, podul va fi consolidat astfel:

- Se va repara tablierul metalic. Se recomandă să se utilizeze sablarea pentru curățarea suprafețelor metalice de murdărie, rugină și vopsea, atât pentru depistarea cu ușurință a defectelor, cât și pentru repararea acestora și realizarea ulterioară a unei protecții anticoroziive. Se va organiza evidența defectelor depistate, astfel încât să se poată reconstitui tipul defectului (fisură, plagă, punct de rugină, nit distrus prin coroziune, etc.), poziția defectului pe elementul structural, poziția în structură a acestuia și aprecierea gravității efectului (reducerea secțiunii prin coroziune, prin fisurare, etc.). Se va executa remedierea defectelor depistate la structura metalică conform specificațiilor din proiect și a caietului de sarcini. Se vor executa lucrări de consolidare la elementele de rezistență ale tablierului metalic pentru a corespunde convoiului de calcul actual;

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

- 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 demola și reface toate elementele care se află într-un stadiu avansat de degradare;
- Se vor realiza reparații ale elevațiilor/umpleri ale rosturilor zidăriei elementelor de infrastructură existente;
- Se va reface hidroizolația și sistemul drenant din spatele culeelor;
- Se vor reface terasamentele de la capetele podului și prismul de piatră spartă a căii;
- Se vor curăța și repara/reface racordările cu terasamentele;
- Se va calibra albia pe zona podului, precum și amonte și aval de pod.

Soluția 2

Soluția constă în dezafectarea podului existent și realizarea unui tablier nou cu calea pe balast, soluția de realizare și dimensiunile fiind stabilite de către proiectant, în funcție de rezultatele studiilor topografice, geotehnice și hidraulice efectuate în amplasament și de condițiile tehnologice posibil de aplicat pentru execuția noii structuri. În cazul în care, pentru noua soluție adoptată, elementele de infrastructură ale podului existent nu mai corespund, ele vor fi demolate, urmând a fi executate culee noi.

Adoptarea noii soluții se va face în baza unor studii topografice și geotehnice efectuate în amplasament, pe baza unei analize cost-beneficiu bine fundamentată.

Având în vedere că adoptarea soluției 1 presupune lucrări complexe de reparații, atât la infrastructură, la suprastructură, la terasamente, cât și la albie și se apreciază ca acestea depășesc 40% din valoarea unui pod nou și având în vedere faptul că pentru a corespunde noilor cerințe legate de deplasarea cu viteze mari, trebuie realizată calea pe prism de piatră spartă, se recomandă adoptarea soluției 2.

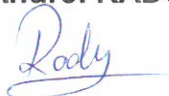
PUNEREA ÎN SIGURANȚĂ A STRUCTURII

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

- Se va face în termen revizia tablierului metalic, iar eventualele deficiențe depistate (fisuri, șuruburi/nituri slăbite, suduri degradate, zone cu coroziuni) se vor ține sub observație;
- Se va asigura stabilitatea prismului de piatră spartă la capetele podului, inclusiv prin completarea cu piatră spartă;
- Se vor înlocui traversele necorespunzătoare de pe pod și de pe terasament, aferente prinderii contrașinelor și capetelor de contrașină;

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

Redactat,
Ing. Andrei RADU





UNIUNEA EUROPEANĂ

COMPANIA NAȚIONALĂ
DE CĂI FERATE
CNCF „CFR” SA

EXPERTIZĂ TEHNICĂ PODURI

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Numele și prenumele **Expertului Tehnic**
Dr. Ing. Ionuț Radu Răcănel
Conform registrului de evidență
Expert Tehnic Atestat A4, B2, D

Nr.10.4/026, Data: **Octombrie 2017****Pod km 618+441 (P026)****Amplasamentul obiectivului expertizat**

Acest pod traversează valea Mierii, în Stația CF Aleșd

Pe acest sector de linie circula un număr de 21 perechi de trenuri de călători pe zi și un număr de 12 trenuri de marfă pe zi. Fereastra disponibilă este de 3 ore pe zi.

Descrierea situației existente

Releveul și expertiza tehnică au fost întocmite pe baza datelor puse la dispoziție de către Beneficiar prin: fișa podului, precum și pe baza măsurătorilor efectuate cu ocazia vizitei în teren.

Suprastructura podului este alcătuită din trei tabliere. Pe firul I, este realizată dintr-un tablier metalic, tip G.I.P.C.S. – nituit, iar pe firele II și 3 din tabliere de beton, tip grinzi de beton. Tablierul de pe firul 3 este dezafectat și tablierul de pe firul II (linie de tragere) este nefolosit, conform însemnărilor făcute în fișa podului.

Cabluri pozate pe trotuarul interior al tablierului metalic de pe Firul I.

Lungimea totală a podului de pe firul I este de 11,45m, lumina (măsurată între fețele culeelor) este de 5,65m, iar înălțimea liberă (măsurată de la intradosul grinzilor metalice până la radier/ fundul văii) este de 3,00m.

Lungimea totală a podului de pe firele II și 3 este de 11,50m, lumina (măsurată între fețele culeelor) este de 5,25m, iar înălțimea liberă (măsurată de la intradosul grinzilor metalice până la radier/ fundul văii) este de 3,00m.

Culeele de pe firul I sunt realizate din beton armat, cu ziduri de gardă și ziduri întoarse, cu înălțimea elevației de circa 1,15m și bancheta cuzineților cu înălțimea de 0,50m pentru culeea Oradea, respectiv 1,00m și 0,65m pentru culeea Cluj Napoca. Lungimea totală a culeelor este de 5,50m.

Culeele de pe firele II și 3 sunt realizate din beton armat, cu ziduri de gardă și ziduri întoarse, cu înălțimea elevației de circa 1,30m și bancheta cuzineților cu înălțimea de 0,45m. Lungimea totală a culeelor este de 10,00m.

Poziția căii față de grinzile principale și declivitate: în aliniament și declivitate de 8,04‰.

Poziția axei podului față de axul râului: normală.

Poziția axei podului, în plan: în aliniament perpendiculară pe axa C.F.

Felul și lungimea contrașinelor: nu are nevoie.

Numărul și tipul traverselor pe pod: 14 traverse speciale de lemn pe Firul I, 12 traverse speciale de lemn pe firul II.

Anul de construcție: 1960.

Pe parcursul lunilor Mai, Iunie, Iulie 2017 s-a vizitat obiectivul pentru realizarea releveului, pentru confruntarea terenului cu datele puse la dispoziție de Beneficiar dar și pentru identificarea stării tehnice a elementelor structurale.

Calea pe pod

Pe firul I, calea este realizată din șină tip 60 cu joante, fixată pe traverse speciale de lemn pe pod și pe traverse normale de beton în linie curentă.

Pe firul II, calea este realizată din șină tip 60 cu joante, fixată pe traverse speciale de lemn atât pe pod, cât și în linie curentă.

Trotuarele tablierului de pe firul I sunt realizate din console metalice pe care sunt așezate panouri de tablă striată, iar trotuarele tablierelor de pe firele II și 3 sunt realizate din chesoane de beton.

Parapetul pietonal pe firul I este realizat din beton armat pe culei și din profile laminate L pe tablier.

Suprastructura podului

Suprastructura podului, pe Firul I, este alcătuită dintr-un tablier metalic, de tip G..I.P.C.S. – nituit, cu deschiderea de 6,50m.

La data vizitării obiectivului s-a constatat că pe suprastructura metalică a podului, sistemul de protecție anticoroziv este izolat exfoliat și degradat, în special la partea inferioară a grinzilor principale și a cadrelor transversale. Acest fapt a facilitat observarea unor eventuale fisuri și degradări ale elementelor metalice principale, cauzate de fenomenul de oboseală și de acțiunea substanțelor corozive provenite din scurgerea din vagoanele trenurilor. În același timp credim completările făcute în Fișa podului, de către personalul de întreținere, completări ce semnaleză starea avansată de degradare a protecției anticorozive.

Suprastructura podului, pe Firele II și 3, este alcătuită dintr-un tablier de beton, de tip grinzi de beton, pe deschiderea de 6,40m.

Lățimea grinzilor de beton la intrados este de 1,00m, iar la partea superioară are două console de 0,15m.

La data vizitării obiectivului s-a constatat că grinzile de beton prezintă, la intrados, semne ale infiltrației apei, fisuri și degradări ale betonului în apropierea rezemării și ciobituri ale muchiilor vii.

- **Grinzile principale (GP)**

Grinzile principale ale tablierului G.I.P.C.S. – nituit de pe firul I, sunt realizate din elemente compuse de tip inimă plină cu tălpile nituite. Distanța între grinzile principale este de 1,80m. Lungimea totală a grinzilor principale este: $L = 2,24m \times 2 + 2,02m \times 2 + 0,25m \times 2 = 7,00m$. Acestea prezintă zone extinse unde stratul de protecție anticorozivă este exfoliat și elementele metalice sunt ruginite și corodate pronunțat pe zonele respective, în mod special la talpa inferioară.

Aparatele de reazem existente sunt metalice turnate, cu următoarea distribuție: aparat de reazem fix pe culeea Cluj Napoca și aparat de reazem mobil pe culeea Oradea.

Starea aparatelor de reazem este corespunzătoare, din analiza vizuală, cu mențiunea că acestea prezintă zone izolate de rugină.

Grinzile de beton ale tablierelor de pe firele II și 3 sunt realizate din beton armat solidarizate între ele cu antretoaze de beton. Distanța între grinzile principale este de 1,80m. Lungimea totală a grinzilor este de 6,90m.

- **Antretoazele (A)**

Antretoazele tablierului metalic pot fi considerate ca fiind cadrele transversale realizate din profile laminate de tip L70x70x8 și L60x60x6, având lungimea de 1,80m, dispuse la 2,24m, respectiv 2,02m. Prinderea antretoazelor de grinzile principale este realizată cu nituri.

Cadrelor transversale sunt ruginite.

Antretoazele tablierelor de beton sunt realizate din beton armat cu secțiunea de 0,20mx0,60m, cu lungimea de 0,80m.

Acestea prezintă degradări ale betonului cu armături la vedere, zone izolate cu segregări ale betonului și mucii vii ciobite.

- **Lonjeronii (L)**

Nu este cazul.

- **Contravântuiri (CV)**

Contravântuirea superioară a grinzilor principale este alcătuită din 3 panouri de 2,20m. Diagonalele sunt realizate din profile laminate tip L60x60x10.

Acestea prezintă defecte (pete de rugină, nituri slăbite etc.), găsindu-se într-o stare avansată de degradare.

Infrastructura podului

Suprastructura (tablierele) podului este așezată pe o infrastructură formată din două culei pentru fiecare fir.

Culeele podului de pe firul II (executate cu ocazia dublării liniei Cluj Napoca – Oradea – Episcopia Bihor) sunt executate adiacent de culeele de pe Firul I, având fundații separate.

Elevația culeelor, prezintă fisuri ale betonului, exfolieri ale armăturii, zone izolate de segregări ale betonului și pete verzui – maronii, semn al infiltrației apei și scurgerii acesteia pe fața elevațiilor.

Banchetele cuzineților ale culeelor, prezintă ciobituri ale muchiilor vii, pete verzui - maronii de scurgeri de apă, fisuri, degradări ale betonului și armături la vedere.

Zidul de gardă al culeei Oradea de pe firul I, fisuri accentuate și degradări ale betonului.

În conformitate cu Studiul Geotehnic și datele puse la dispoziție de Beneficiar, culeele de pe firele I, II și 3 sunt fundate direct în stratul portant de argilă nisipoasă, cenușie, vârtoasă, tare, stratificată.

Racordarea cu terasamentul este realizată cu sferturi de con din zidărie de piatră rostuită cu ciment, atât în amonte, cât și în aval.

Albia râului pe zona podului

Pe zona podului de la km 619+441, albia văii Mierii are un traseu meandrat, intrând în zona podului cu o curbă la dreapta. Pe zona podului și pe o zonă adiacentă acestuia, în amonte și aval, este amenajat un canal de beton, canalul este amenajat la baza culeei Cluj Napoca.

Conform datelor transmise de Administrația Națională „Apele Române” – I.N.H.G.A., Oradea, debitul cu asigurarea de 1% pentru această secțiune este de $Q_{1\%}=58,10\text{mc/sec}$, iar pentru asigurarea de 10% debitul este de $Q_{10\%}=21,30\text{mc/sec}$, dar având în vedere faptul că podul de la km 618+190 este înfundat cu piatră sparta din anul 1970, debitele comunicate pentru km 618+190 vor fi preluate de podul de la km 618+441. Astfel debitul cu asigurarea de 1% devine $Q_{1\%}=118,00\text{mc/sec}$, iar debitul cu asigurarea de 10% devine $Q_{10\%}=43,30\text{mc/sec}$.

Constatări la culegerea datelor de pe teren

- ușoare segregări ale betonului la elevațiile culeelor, fisuri și armături la vedere;
- degradare pronunțată a betonului din zidul de gardă a culeei Oradea de pe firul I;
- ciobituri ale muchiilor vii la banchetele cuzineților;
- degradări prin corodare la talpa inferioară și inima grinzilor principale;
- beton degradat și armături la vedere la intradosul grinzilor și antretoazelor de beton;
- parapet de beton pe culei degradat.

Prezența fenomenului de coroziune a elementelor tablierelor metalice se datorează, în special scurgerii substanțelor corozive din trenurile care circulă pe pod.

Degradările betonului din infrastructură și tablierul de beton se datorează, în special infiltrației apei în fisurile mici, care, combinate cu ciclurile de îngheț-dezghet, a dus la mărirea fisurilor și la degradarea accentuată a betonului.

Din analiza stării tehnice și a rezultatelor cuprinse în breviarele anexate, se observă următoarele:

- Infrastructura existentă (culeele) s-a comportat satisfăcător în exploatare și este într-o stare în general bună.
- Suprastructura existentă, este compromisă, din cauza coroziunii și a detaliilor constructive.
- Din punct de vedere hidraulic, podul nu asigură debușeul debitului de $Q_{1\%}$.

CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

În urma analizării documentelor puse la dispoziție, a constatărilor făcute cu prilejul vizitei din Mai-Iulie 2017 se pot formula următoarele concluzii:

Având în vedere faptul că structura existentă a fost proiectată și executată în baza normelor vechi existente, deci nu mai corespunde din punct de vedere al condițiilor de exploatare, în continuare vor fi prezentate două soluții pentru exploatarea viitoare în condiții de maximă siguranță a podului.

Soluția 1

În această soluție, podul va fi consolidat astfel:

- Se va repara tablierul metalic. Se recomandă să se utilizeze sablarea pentru curățarea suprafețelor metalice de murdărie, rugină și vopsă, atât pentru depistarea cu ușurință a defectelor, cât și pentru repararea acestora și realizarea ulterioară a unei protecții anticoroziive. Se va organiza evidența defectelor depistate, astfel încât să se poată reconstitui tipul defectului (fisură, plagă, punct de rugină, nit distrus prin coroziune, etc.), poziția defectului pe elementul structural, poziția în structură a acestuia și aprecierea gravității efectului (reducerea secțiunii prin coroziune, prin fisurare, etc.). Se va executa remedierea defectelor depistate la structura metalică conform specificațiilor din proiect și a caietului de sarcini. Se vor executa lucrări de consolidare la elementele de rezistență ale tablierului metalic pentru a corespunde convoiului de calcul actual;
- 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 demola și reface toate elementele care se află într-un stadiu avansat de degradare;
- Se vor realiza reparații ale elevațiilor/umpleri ale rosturilor zidăriei elementelor de infrastructură existente;
- Se va reface hidroizolația și sistemul drenant din spatele culeelor;
- Se vor reface terasamentele de la capetele podului și prismul de piatră spartă a căii;
- Se vor curăța și repara/reface racordările cu terasamentele;
- Se va calibra albia pe zona podului, precum și amonte și aval de pod.

Soluția 2

Soluția constă în dezafectarea podului existent și realizarea unui tablier nou cu calea pe balast, soluția de realizare și dimensiunile fiind stabilite de către proiectant, în funcție de rezultatele studiilor topografice, geotehnice și hidraulice efectuate în amplasament și de condițiile tehnologice posibil de aplicat pentru execuția noii structuri. În cazul în care, pentru



UNIUNEA EUROPEANĂ



REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

noua soluție adoptată, elementele de infrastructură ale podului existent nu mai corespund, ele vor fi demolate, urmând a fi executate culee noi.

Adoptarea noii soluții se va face în baza unor studii topografice și geotehnice efectuate în amplasament, pe baza unei analize cost-beneficiu bine fundamentată.

Având în vedere că adoptarea soluției 1 presupune lucrări complexe de reparații, atât la infrastructură, la suprastructură, la terasamente, cât și la albie și se apreciază ca acestea depășesc 40% din valoarea unui pod nou și având în vedere faptul că pentru a corespunde noilor cerințe legate de deplasarea cu viteze mari, trebuie realizată calea pe prism de piatră spartă, se recomandă adoptarea soluției 2.

PUNEREA ÎN SIGURANȚĂ A STRUCTURII

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

- Se va face în termen revizia tablierului metalic, iar eventualele deficiențe depistate (fisuri, șuruburi/nituri slăbite, suduri degradate, zone cu coroziuni) se vor ține sub observație;
- Se va asigura stabilitatea prismului de piatră spartă la capetele podului, inclusiv prin completarea cu piatră spartă;
- Se vor înlocui traversele necorespunzătoare de pe pod și de pe terasament, aferente prinderii contrașinelor și capetelor de contrașină;
- Se va curăța albia, pentru asigurarea scurgerii apelor în regim normal și evitarea bălțirii/stagnării apelor în zona podului.

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

Redactat,
Ing. Andrei RADU





UNIUNEA EUROPEANĂ

COMPANIA NAȚIONALĂ
DE CĂI FERATE
CNCF „CFR” SA

EXPERTIZĂ TEHNICĂ PODURI

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ– ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Numele și prenumele **Expertului Tehnic**
Dr. Ing. Ionuț Radu Răcănel
Conform registrului de evidență
Expert Tehnic Atestat A4, B2, D

Nr. 10.4/027, Data: Octombrie 2017

Pod km 622+224 (P027)**Amplasamentul obiectivului expertizat**

Acest pod traversează Valea Rece, între Stația CF Aleșd și Halta CF Telechiu.

Pe acest sector de linie circula un număr de 21 perechi de trenuri de călători pe zi și un număr de 14 trenuri de marfă pe zi. Fereastra disponibilă, pe ambele fire, este de 7 ore pe zi.

Descrierea situației existente

Relevul și expertiza tehnică au fost întocmite pe baza datelor puse la dispoziție de către Beneficiar prin: fișa podului, precum și pe baza măsurătorilor efectuate cu ocazia vizitei în teren.

Suprastructura podului este alcătuită din două tabliere. Pe firul I tablierul este alcătuit din dale prefabricate de beton, respectiv pe firul II din dală monolită de beton.

Cabluri pozate pe timpanul dalei de beton de pe firul II. Conductă prinsă de lateralul dalei de pe firul I.

Lungimea totală a podului este de 8,00m, lumina (măsurată între fețele culeelor) este de 4,00m, iar înălțimea liberă (măsurată de la intradosul dalei de beton până la radier/ fundul văii) este de 3,20m sub firul I, respectiv 2,95m sub firul II.

Culeele sunt realizate din beton armat. Lungimea totală a culeelor este de 10,55m (pentru ambele fire).

Poziția căii față de grinzile principale și declivitate: în aliniament și palier.

Poziția axei podului față de axul râului: normală.

Poziția axei podului, în plan: în aliniament perpendiculară pe axa C.F.

Felul și lungimea contrașinelor: nu are nevoie.

Numărul și tipul traverselor pe pod: traverse normale cu dimensiunile 0,20m x 0,16m x 2,60m.

Anul de construcție: 1980 Fir I.

Pe parcursul lunilor Mai, Iunie, Iulie 2017 s-a vizitat obiectivul pentru realizarea relevului, pentru confruntarea terenului cu datele puse la dispoziție de Beneficiar dar și pentru identificarea stării tehnice a elementelor structurale.

Calea pe pod

Este realizată din șină tip 60 sudată, fixată pe traverse de beton, atât în linie curentă, cât și pe pod;

Tabliere nu au trotuare și pe timpanul din aval nu există parapet.

Suprastructura podului

Suprastructura podului, este alcătuită din două tabliere de beton, de tip dală de beton monolită pe firul I, respectiv de tip dale prefabricate de beton pe firul II, cu deschiderea de 5,30m.

Lățimea tablierului de beton de sub firul I este de 4,90m și a tablierului de sub firul II de 5,65m.

La data vizitării obiectivului s-a constatat că atât dalele de beton precomprimat, cât și dala de beton monolit prezintă, la intrados, semne ale infiltrației apei, fisuri și degradări ale

betonului, cu armături la vedere și ușoare segregări ale betonului și fisuri sesizate pe elevația dalelor. În același timp credităm completările făcute în Fișa podului, de către personalul de întreținere, completări ce nu semnalez apariția unor defecte majore la suprastructura podului. În general aceasta se prezintă în stare bună.

Infrastructura podului

Suprastructura (tablierele) podului este așezată pe o infrastructură formată din două culei.

Culeele de pe firul I (executate cu ocazia dublării liniei CF) sunt executate adiacent, joantiv, având fundații separate.

Elevația culeelor prezintă fisuri ale betonului, zone izolate de segregări ale betonului și pete verzui – maronii, semn al infiltrației apei și scurgerii acesteia pe fața elevațiilor.

În conformitate cu Studiul Geotehnic și datele puse la dispoziție de Beneficiar, culeele de pe ambele fire sunt fondate direct în stratul portant de pietriș cu nisip și liant argilos, cafeniu-gălbui, cu bolovăniș, saturat, îndesat.

Racordarea cu terasamentul este realizată cu aripi de beton prefabricat în aval, respectiv aripi de beton monolit în amonte. Atât aripile monolite, cât și cele prefabricate prezintă degradări ale betonului fisuri și infiltrații ale apei.

Albia râului pe zona podului

Pe zona podului de la km 622+224, albia văii este în permanentă cu apă. Atât în amonte cât și în aval, în albie este crescută vegetație.

Conform datelor transmise de Administrația Națională „Apele Române” – I.N.H.G.A., Oradea, debitul cu asigurarea de 1% pentru această secțiune este de $Q_{1\%}=63,00\text{mc/sec}$, iar pentru asigurarea de 10% debitul este de $Q_{10\%}=23,10\text{mc/sec}$.

Constatări la culegerea datelor de pe teren

- ușoare segregări ale betonului la elevațiile culeelor, fisuri și infiltrații ale apei;
- degradare a betonului din dale, fisuri, infiltrații ale apei și armături la vedere;
- degradarea parapetilor de beton;
- fisuri, degradări ale betonului și infiltrații ale apei la aripile de beton.

Degradările betonului din infrastructură și tablierul de beton se datorează, în special infiltrației apei în fisurile mici, care, combinate cu ciclurile de îngheț-dezgheț a dus la mărirea fisurilor și la degradarea accentuată a betonului.

Din analiza stării tehnice și a rezultatelor cuprinse în breviarele anexate, se observă următoarele:

- Infrastructura existentă (culeele) s-a comportat satisfăcător în exploatare și este într-o stare în general bună.
- Suprastructura existentă, este compromisă, din cauza degradărilor betonului, în special a fisurilor de la intrados, a infiltrațiilor de apă și a armăturilor la vedere.
- Din punct de vedere hidraulic, podul nu asigură debușul debitului $Q_{1\%}$.

CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

În urma analizării documentelor puse la dispoziție, a constatărilor făcute cu prilejul vizitei din Mai-Iulie 2017 se pot formula următoarele concluzii:

Având în vedere faptul că structura existentă a fost proiectată și executată în baza normelor vechi existente, deci nu mai corespunde din punct de vedere al condițiilor de exploatare, în continuare vor fi prezentate două soluții pentru exploatarea viitoare în condiții de maximă siguranță a podului.



UNIUNEA EUROPEANĂ



COMPANIA NAȚIONALĂ
DE CĂI FERATE
CNCF „CFR” SA
EXPERTIZĂ TEHNICĂ PODURI

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Soluția 1

În această soluție podul va fi consolidat astfel:

- Se vor realiza reparații prin cămășuire cu beton ale suprafețelor degradate de la suprastructură, infrastructură, etc.;
- Se vor repara rosturile afectate de infiltrații de la suprastructură;
- Se va reface hidroizolația podului;
- Se vor curăța și repara racordările cu terasamentul;
- Se va curăța și decolmata canalul de sub pod.

Soluția 2

Această soluție presupune dezafectarea podului existent și realizarea unui pod nou cu calea pe balast. Tipul, alcătuirea și dimensiunile noului pod se vor stabili de către proiectant, în funcție de rezultatele studiilor topografice, geotehnice și hidraulice efectuate în amplasament și de condițiile tehnologice posibil de aplicat pentru execuția noii structuri.

Adoptarea uneia dintre cele două soluții se va face în baza unor studii topografice și geotehnice efectuate în amplasament, pe baza unei analize cost-beneficiu bine fundamentată.

Având în vedere starea de degradare avansată a podului existent, adoptarea soluției 1 presupune lucrări complexe de reparații, atât la suprastructura podului, cât și la infrastructură, terasamente și albie, aplicarea acestei soluții va duce la costuri mai mari.

În consecință se recomandă adoptarea soluției 2.

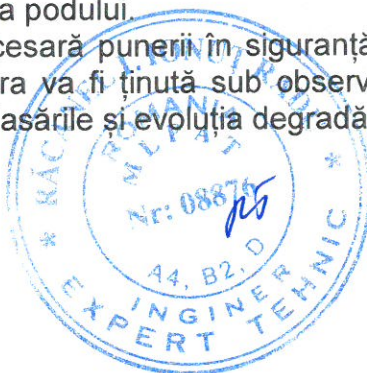
PUNEREA ÎN SIGURANȚĂ A STRUCTURII

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

- Se va asigura stabilitatea prismului de piatră spartă;
- Se vor reface provizoriu racordările cu terasamentul;
- Se vor înlocui traversele necorespunzătoare de pe zona podului;
- Se va curăța albia, pentru asigurarea scurgerii apelor în regim normal și evitarea bălțirii/stagnării apelor în zona podului.

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

Redactat,
Ing. Andrei RADU





UNIUNEA EUROPEANĂ

COMPANIA NAȚIONALĂ
DE CĂI FERATE
CNCF „CFR” SA

EXPERTIZĂ TEHNICĂ PODURI

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Numele și prenumele **Expertului Tehnic**
Dr. Ing. Ionuț Radu Răcănel
Conform registrului de evidență
Expert Tehnic Atestat A4, B2, D

Nr. 10.4/028, Data: Octombrie 2017

Pod km 635+178 (P028)

Amplasamentul obiectivului expertizat

Acest pod traversează pârâul Medeș, între Stațiile CF Tileagd și Oșorhei.

Pe acest sector de linie circula un număr de 21 perechi de trenuri de călători pe zi și un număr de 17 trenuri de marfă pe zi. Fereastra disponibilă este de 3 ore pe zi.

Descrierea situației existente

Releveul și expertiza tehnică au fost întocmite pe baza datelor puse la dispoziție de către Beneficiar prin: fișa podului, precum și pe baza măsurătorilor efectuate cu ocazia vizitei în teren.

Suprastructura podului este alcătuită dintr-un tablier metalic, tip G.I.P.C.S. – nituit. Calea este prinsă pe traverse speciale de lemn pe pod și pe traverse normale de beton pe terasament.

Cabluri pozate pe coronamentul zidului de gardă în amonte și conductă pozată pe coronamentul zidului de gardă în aval.

Lungimea totală a podului este de 11,85m, lumina (măsurată între fețele culeelor) este de 5,75m, iar înălțimea liberă (măsurată de la intradosul grinzilor metalice până la radier/fundul văii) este de 3,35m.

Culeele sunt realizate din zidărie de piatră rostuită cu ciment. Lungimea totală a culeelor este de 4,80m.

Poziția căii față de grinzile principale și declivitate: în declivitate de 2,85‰.

Poziția axei podului față de axul râului: normală.

Poziția axei podului, în plan: în aliniament perpendiculară pe axa C.F.

Felul și lungimea contrașinelor: nu are.

Numărul și tipul traverselor pe pod: 12 traverse speciale de lemn cu dimensiunile 0,25m x 0,25m x 3,00m.

Anul de construcție: 1913.

Pe parcursul lunilor Mai, Iunie, Iulie 2017 s-a vizitat obiectivul pentru realizarea releveului, pentru confruntarea terenului cu datele puse la dispoziție de Beneficiar dar și pentru identificarea stării tehnice a elementelor structurale.

Calea pe pod

Calea este realizată din șină tip 60 sudată, fixată pe traverse speciale de lemn pe pod cât și pe traverse normale de beton pe terasament.

Tablierul nu are trotuare.

Suprastructura podului

Suprastructura podului este alcătuită dintr-un tablier metalic, de tip G.I.P.C.S. – nituit, cu deschiderea de 6,45m.

La data vizitării obiectivului s-a constatat că pe suprastructura metalică a podului, sistemul de protecție anticoroziv este într-o stare bună, acesta fiind refăcut în anul 2016. În același timp credităm completările făcute în Fișa podului, de către personalul de întreținere,

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

completări ce nu semnaleză identificarea fisurilor, coroziunii elementelor metalice, dar semnaleză prezența mai multor nituri slăbite la tablier, în anul 2016.

- **Grinzile principale (GP)**

Grinzile principale ale tablierului G.I.P.C.S. – nituit, sunt realizate din elemente compuse de tip inimă plină cu tălpile nituite. Distanța între grinzile principale este de 1,70m. Lungimea totală a grinzilor principale este: $L = 1,60m \times 2 + 1,626 \times 2 + 0,275m \times 2 = 7,00m$.

Aparatele de reazem existente sunt metalice turnate, cu următoarea distribuție: aparat de reazem fix pe culeea Cluj Napoca și aparat de reazem mobil pe culeea Oradea.

Starea aparatelor de reazem este corespunzătoare, din analiza vizuală.

- **Antretoazele (A)**

Antretoazele pot fi considerate ca fiind cadrele transversale realizate din profile laminate tip L100x100x10 și L70x70x10, având lungimea de 1,70m, dispuse la 1,625m, respectiv la 1,60m. Prinderea cadrelor transversale de grinzile principale este realizată cu nituri.

Acestea sunt într-o stare în general bună.

- **Lonjeronii (L)**

Nu este cazul.

- **Contravântuiri (CV)**

Contravântuirea superioară a grinzilor principale este alcătuită din 2 panouri de 1,625m, respectiv 2 panouri de 1,60m. Diagonalele din panourile de capăt sunt realizate din profile laminate tip L70x70x10, iar cele din panourile centrale, din profile laminate tip L70x70x10.

Acestea prezintă nituri slăbite, conform semnalărilor făcute de personalul de întreținere.

Infrastructura podului

Suprastructura (tablierul) podului este așezată pe o infrastructură formată două culei.

Elevațiile culeelor, prezintă, ciobituri ale muchiilor vii ale zidăriei de piatră, pete verzui – maronii, semn al infiltrației apei și scurgerii acesteia pe fața elevațiilor.

Banchetele cuzineților realizate din beton prezintă ciobituri ale muchiilor vii, degradări ale betonului, fisuri, pete verzui – maronii, semn al infiltrației apei și scurgerii acesteia pe fața banchetelor și sunt evidențiate rosturile de betonare și decofrare.

În conformitate cu Studiul Geotehnic și datele puse la dispoziție de Beneficiar, culeele sunt fondate direct, în stratul portant de pietriș, cu liant argilos, variat colorat, saturat, mediu îndesat, cu bolovăniș în amestec cu nisip.

Racordarea cu terasamentul este realizată cu sferturi de con din zidărie de piatră rostuită cu ciment. Sferturile de con prezintă degradări și dislocări ale blocurilor de piatră, infiltrații de apă și vegetație crescută pe suprafața acestora

Albia râului pe zona podului

Pe zona podului c.f., de la km 635+178, albia pârâului Medeș este pereiată cu dale de beton pe zona podului și pe o lungime de aproximativ 15,00m atât în amonte cât și în aval.

Conform datelor transmise de Administrația Națională „Apele Române” – I.N.H.G.A., Oradea, debitul cu asigurarea de 1% pentru această secțiune este de $Q_{1\%} = 119,00mc/sec$, iar pentru asigurarea de 10% debitul este de $Q_{10\%} = 43,70mc/sec$.

Constatări la culegerea datelor de pe teren

- muchii vii ciobite și degradări pe zone restrânse la zidăria din piatră a elevațiilor culeelor;
- degradări ale betonului din banchetele cuzineților;
- traverse putrezite și degradate;
- nituri slăbite la elementele tablierului metalic;

Din analiza stării tehnice și a rezultatelor cuprinse în breviarele anexate, se observă următoarele:

- Infrastructura existentă (culeele) s-a comportat satisfăcător în exploatare și este într-o stare în general bună.
- Suprastructura existentă, la prima vedere este într-o stare bună, dar la o analiză mai detaliată aceasta prezintă reduceri de secțiuni la inima grinzilor principale datorită coroziunii pronunțate.
- Din punct de vedere hidraulic, podul nu asigură debușul debitului de $Q_{1\%}$.

CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

În urma analizării documentelor puse la dispoziție, a constatărilor făcute cu prilejul vizitei din Mai-Iulie 2017 se pot formula următoarele concluzii:

Având în vedere faptul că structura existentă a fost proiectată și executată în baza normelor vechi existente, deci nu mai corespunde din punct de vedere al condițiilor de exploatare, în continuare vor fi prezentate două soluții pentru exploatarea viitoare în condiții de maximă siguranță a podului.

Soluția 1

În această soluție, podul va fi consolidat astfel:

- Se va repara tablierul metalic. Se recomandă să se utilizeze sablarea pentru curățarea suprafețelor metalice de murdărie, rugină și vopsea, atât pentru depistarea cu ușurință a defectelor, cât și pentru repararea acestora și realizarea ulterioară a unei protecții anticoroziive. Se va organiza evidența defectelor depistate, astfel încât să se poată reconstitui tipul defectului (fisură, plagă, punct de rugină, nit distrus prin coroziune, etc.), poziția defectului pe elementul structural, poziția în structură a acestuia și aprecierea gravității efectului (reducerea secțiunii prin coroziune, prin fisurare, etc.). Se va executa remedierea defectelor depistate la structura metalică conform specificațiilor din proiect și a caietului de sarcini. Se vor executa lucrări de consolidare la elementele de rezistență ale tablierului metalic pentru a corespunde convoiului de calcul actual;
- 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 demola și reface toate elementele care se află într-un stadiu avansat de degradare;
- Se vor realiza reparații ale elevațiilor/umpleri ale rosturilor zidăriei elementelor de infrastructură existente;
- Se va reface hidroizolația și sistemul drenant din spatele culeelor;
- Se vor reface terasamentele de la capetele podului și prismul de piatră spartă a căii;
- Se vor curăța și repara/reface racordările cu terasamentele;
- Se va calibra albia pe zona podului, precum și amonte și aval de pod.

Soluția 2

Soluția constă în dezafectarea podului existent și realizarea unui tablier nou cu calea pe balast, soluția de realizare și dimensiunile fiind stabilite de către proiectant, în funcție de rezultatele studiilor topografice, geotehnice și hidraulice efectuate în amplasament și de condițiile tehnologice posibil de aplicat pentru execuția noii structuri. În cazul în care, pentru noua soluție adoptată, elementele de infrastructură ale podului existent nu mai corespund, ele vor fi demolate, urmând a fi executate culee noi.



UNIUNEA EUROPEANĂ



COMPANIA NAȚIONALĂ
DE CĂI FERATE
CNCF „CFR” SA
EXPERTIZĂ TEHNICĂ PODURI

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Adoptarea noii soluții se va face în baza unor studii topografice și geotehnice efectuate în amplasament, pe baza unei analize cost-beneficiu bine fundamentată.

Având în vedere că adoptarea soluției 1 presupune lucrări complexe de reparații, atât la infrastructură, la suprastructură, la terasamente, cât și la albie și se apreciază ca acestea depășesc 40% din valoarea unui pod nou și având în vedere faptul că pentru a corespunde noilor cerințe legate de deplasarea cu viteze mari, trebuie realizată calea pe prism de piatră spartă, se recomandă adoptarea soluției 2.

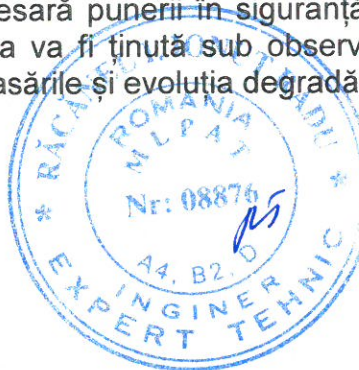
PUNEREA ÎN SIGURANȚĂ A STRUCTURII

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

- Se va face în termen revizia tablierului metalic, iar eventualele deficiențe depistate (fisuri, șuruburi/nituri slăbite, suduri degradate, zone cu coroziuni) se vor ține sub observație;
- Se va asigura stabilitatea prismului de piatră spartă la capetele podului, inclusiv prin completarea cu piatră spartă;
- Se vor înlocui traversele necorespunzătoare de pe pod și de pe terasament, aferente prinderii contrașinelor și capetelor de contrașină;

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

Redactat,
Ing. Andrei RADU





UNIUNEA EUROPEANĂ



COMPANIA NAȚIONALĂ
DE CĂI FERATE
CNCF „CFR” SA
EXPERTIZĂ TEHNICĂ PODURI

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Numele și prenumele **Expertului Tehnic**
Dr. Ing. Ionuț Radu Răcănel
Conform registrului de evidență
Expert Tehnic Atestat A4, B2, D

Nr. **10.4/029**, Data: **Octombrie 2017**



Pod km 637+770 (P029)

Amplasamentul obiectivului expertizat

Acest pod traversează valea Chijic, între Stațiile CF Tileagd și Oșorhei.

Pe acest sector de linie circula un număr de 21 perechi de trenuri de călători pe zi și un număr de 17 trenuri de marfă pe zi. Fereastra disponibilă este de 3 ore pe zi.

Descrierea situației existente

Releveul și expertiza tehnică au fost întocmite pe baza datelor puse la dispoziție de către Beneficiar prin: fișa podului, precum și pe baza măsurătorilor efectuate cu ocazia vizitei în teren.

Suprastructura podului este alcătuită dintr-un tablier metalic, tip G.I.P.C.S. – nituit. Calea este prinsă pe traverse speciale de lemn pe pod și pe zona aferentă contrașinelor și capetelor de contrașină, respectiv pe traverse normale de beton în linie curentă.

Cabluri pozate pe trotuarele exterioare și conductă prinsă de trotuarul aval.

Lungimea totală a podului este de 16,00m, lumina (măsurată între fețele culeelor) este de 10,10m, iar înălțimea liberă (măsurată de la intradosul grinzilor metalice până la radier/fundul văii) este de 3,05m.

Culeele sunt realizate din beton armat, cu ziduri de gardă și ziduri întoarse, cu înălțimea elevației de circa 3,95m și bancheta cuzineților cu înălțimea de 0,90m. Lungimea totală a culeelor este de 5,00m.

Poziția căii față de grinzile principale și declivitate: în aliniament și declivitate de 2,28‰.

Poziția axei podului față de axul râului: normală.

Poziția axei podului, în plan: în aliniament perpendiculară pe axa C.F.

Felul și lungimea contrașinelor: din profil L100x100x10 pe lungimea podului și din șină tip 34,5 pe terasament.

Numărul și tipul traverselor pe pod: 20 traverse speciale de lemn cu dimensiunile 0,24m x 0,24m x 2,50m.

Anul de construcție: 1958.

Pe parcursul lunilor Mai, Iunie, Iulie 2017 s-a vizitat obiectivul pentru realizarea releveului, pentru confruntarea terenului cu datele puse la dispoziție de Beneficiar dar și pentru identificarea stării tehnice a elementelor structurale.

Calea pe pod

Calea este realizată din șină tip 60 sudată, fixată pe traverse speciale de lemn pe pod și pe zona aferentă contrașinelor și capetelor de contrașină de pe terasament, respectiv pe traverse normale de beton în linie curentă.

Trotuarele tablierelor sunt realizate din console metalice pe care sunt montate tronsoane de tablă striată.

Parapetul pietonal este realizat din profile L pe tablier și din beton armat pe culei.

Suprastructura podului

Suprastructura podului este alcătuită dintr-un tablier metalic, de tip G.I.P.C.S. – nituit, cu deschiderea de 10,95m.

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA - EPISCOPIA BIHOR”

La data vizitării obiectivului s-a constatat că pe suprastructura metalică a podului, sistemul de protecție anticoroziv este într-o stare foarte bună, acesta fiind revopsit recent. În același timp credităm completările făcute în Fișa podului, de către personalul de întreținere, completări ce nu semnaleză identificarea unor defecte majore, cu excepția unor nituri slăbite în zonele de rezemare semnalate în anul 2015.

- **Grinzile principale (GP)**

Grinzile principale ale tablierului G.I.P.C.S. – nituit, sunt realizate din elemente compuse de tip inimă plină cu tălpile nituite. Distanța între grinzile principale este de 1,80m. Lungimea totală a grinzilor principale este: $L = 1,37m \times 8 + 0,35m \times 2 = 11,65m$. Acestea nu prezintă defecte.

Aparatele de reazem existente sunt metalice turnate, cu următoarea distribuție: aparat de reazem fix pe culeea Oradea și aparat de reazem mobil pe culeea Cluj Napoca.

Starea aparatelor de reazem este corespunzătoare, din analiza vizuală, cu mențiunea că acestea prezintă zone izolate de rugină.

- **Antretoazele (A)**

Antretoazele pot fi considerate ca fiind cadrele transversale realizate din profile laminate de tip L80x80x10, având lungimea de 1,80m, dispuse la 5,48m. Prinderea antretoazelor de grinzile principale este realizată cu nituri.

Cadrele transversale sunt într-o stare în general bună.

- **Lonjeronii (L)**

Nu este cazul.

- **Contravântuiri (CV)**

Contravântuirea superioară a grinzilor principale este alcătuită din 8 panouri de 1,37m. Diagonalele de capăt sunt realizate din două profile laminate tip L70x70x8, iar cele curente din profile laminate de tip L90x90x10. Riglele transversale sunt realizate din profile laminate de tip L80x80x10.

Infrastructura podului

Suprastructura (tablerele) podului este așezată pe o infrastructură formată două culei.

Elevațiile culeelor, prezintă fisuri ale betonului, ciobituri ale muchiilor vii, zone izolate de segregări ale betonului, pete verzui – maronii, semn al infiltrației apei și scurgerii acesteia pe fața elevațiilor și sunt evidențiate rosturile de betonare.

Banchetele cuzineților prezintă ciobituri ale muchiilor vii, degradări ale betonului, fisuri, pete verzui – maronii, semn al infiltrației apei și scurgerii acesteia pe fața banchetelor și mușchi crescut pe suprafața acestora.

Zidurile de gardă sunt degradate și fisurate.

În conformitate cu Studiul Geotehnic și datele puse la dispoziție de Beneficiar, culeele sunt fundate direct, în stratul portant conform DPH41.

Racordarea cu terasamentul este realizată cu ziduri de sprijin din moloane de piatră. La culeea Cluj Napoca, în spatele zidurilor sunt amenajate și sferturi de con. Acestea sunt acoperite cu vegetație și pe zone restrânse moloanele sunt degradate.

Albia râului pe zona podului

Pe zona podului c.f., de la km 637+770, albia este pereiată cu dale de beton și colmatată cu pământ la baza culeei Oradea.

Conform datelor transmise de Administrația Națională „Apele Române” – I.N.H.G.A., Oradea, debitul cu asigurarea de 1% pentru această secțiune este de $Q_{1\%}=85,50mc/sec$, iar pentru asigurarea de 10% debitul este de $Q_{10\%}=31,40mc/sec$, dar având în vedere faptul că

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA - EPISCOPIA BIHOR”

albia podeșului de la km 637+756 este colmatată, debitul comunicat de I.N.H.G.A pentru podeș va fi preluat de podul de la km 637+770. Astfel, debitul cu asigurarea de 1% devine $Q_{1\%}=123,00\text{mc/sec}$, iar debitul cu asigurarea de 10 % devine $Q_{10\%}=45,20\text{mc/sec}$.

Constatări la culegerea datelor de pe teren

- segregări ale betonului la elevațiile culeelor și fisuri;
- muchii vii ciobite și degradări pe zone restrânse la banchetele cuzineților;
- degradări accentuate ale betonului la zidurile de gardă;

Degradările betonului din infrastructură se datorează, în special infiltrației apei în fisurile mici, care, combinate cu ciclurile de îngheț-dezgheț a dus la mărirea fisurilor și degradării accentuate a betonului.

Din analiza stării tehnice și a rezultatelor cuprinse în breviarele anexate, se observă următoarele:

- Infrastructura existentă (culeele) s-a comportat satisfăcător în exploatare și este într-o stare în general bună.
- Suprastructura existentă, la prima vedere este într-o stare bună, dar la o analiză mai detaliată aceasta prezintă reduceri de secțiuni la inima grinzilor principale datorită coroziunii pronunțate.
- Din punct de vedere hidraulic, podul nu asigură debușeul debitului de $Q_{1\%}$.

CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

În urma analizării documentelor puse la dispoziție, a constatărilor făcute cu prilejul vizitei din Mai-Iulie 2017 se pot formula următoarele concluzii:

Având în vedere faptul că structura existentă a fost proiectată și executată în baza normelor vechi existente, deci nu mai corespunde din punct de vedere al condițiilor de exploatare, în continuare vor fi prezentate două soluții pentru exploatarea viitoare în condiții de maximă siguranță a podului.

Soluția 1

În această soluție, podul va fi consolidat astfel:

- Se va repara tablierul metalic. Se recomandă să se utilizeze sablarea pentru curățarea suprafețelor metalice de murdărie, rugină și vopsea, atât pentru depistarea cu ușurință a defectelor, cât și pentru repararea acestora și realizarea ulterioară a unei protecții anticoroziive. Se va organiza evidența defectelor depistate, astfel încât să se poată reconstitui tipul defectului (fisură, plagă, punct de rugină, nit distrus prin coroziune, etc.), poziția defectului pe elementul structural, poziția în structură a acestuia și aprecierea gravității efectului (reducerea secțiunii prin coroziune, prin fisurare, etc.). Se va executa remedierea defectelor depistate la structura metalică conform specificațiilor din proiect și a caietului de sarcini. Se vor executa lucrări de consolidare la elementele de rezistență ale tablierului metalic pentru a corespunde convoiului de calcul actual;
- 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 demola și reface toate elementele care se află într-un stadiu avansat de degradare;
- Se vor realiza reparații ale elevațiilor/umpleri ale rosturilor zidăriei elementelor de infrastructură existente;
- Se va reface hidroizolația și sistemul drenant din spatele culeelor;



UNIUNEA EUROPEANĂ



COMPANIA NAȚIONALĂ
DE CĂI FERATE
CNCF „CFR” SA

EXPERTIZĂ TEHNICĂ PODURI

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

- Se vor reface terasamentele de la capetele podului și prismul de piatră spartă a căii;
- Se vor curăța și repara/reface racordările cu terasamentele;
- Se va calibra albia pe zona podului, precum și amonte și aval de pod.

Soluția 2

Soluția constă în dezafectarea podului existent și realizarea unui tablier nou cu calea pe balast, soluția de realizare și dimensiunile fiind stabilite de către proiectant, în funcție de rezultatele studiilor topografice, geotehnice și hidraulice efectuate în amplasament și de condițiile tehnologice posibil de aplicat pentru execuția noii structuri. În cazul în care, pentru noua soluție adoptată, elementele de infrastructură ale podului existent nu mai corespund, ele vor fi demolate, urmând a fi executate culee noi.

Adoptarea noii soluții se va face în baza unor studii topografice și geotehnice efectuate în amplasament, pe baza unei analize cost-beneficiu bine fundamentată.

Având în vedere că adoptarea soluției 1 presupune lucrări complexe de reparații, atât la infrastructură, la suprastructură, la terasamente, cât și la albie și se apreciază ca acestea depășesc 40% din valoarea unui pod nou și având în vedere faptul că pentru a corespunde noilor cerințe legate de deplasarea cu viteze mari, trebuie realizată calea pe prism de piatră spartă, se recomandă adoptarea soluției 2.

PUNEREA ÎN SIGURANȚĂ A STRUCTURII

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

- Se va face în termen revizia tablierului metalic, iar eventualele deficiențe depistate (fisuri, șuruburi/nituri slăbite, suduri degradate, zone cu coroziuni) se vor ține sub observație;
- Se va asigura stabilitatea prismului de piatră spartă la capetele podului, inclusiv prin completarea cu piatră spartă;
- Se vor înlocui traversele necorespunzătoare de pe pod și de pe terasament, aferente prinderii contrașinelor și capetelor de contrașină;

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

Redactat,
Ing. Andrei RADU





UNIUNEA EUROPEANĂ

COMPANIA NAȚIONALĂ
DE CĂI FERATE
CNCF „CFR” SA
EXPERTIZĂ TEHNICĂ PODURI

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Numele și prenumele **Expertului Tehnic**
Dr. Ing. Ionuț Radu Răcănel
Conform registrului de evidență
Expert Tehnic Atestat A4, B2, D

Nr.10.4/030, Data: **Octombrie 2017**

Pod km 639+223 (P030)

Amplasamentul obiectivului expertizat

Acest pod traversează pârâul Sărand, între Stațiile CF Tileagd și Oșorhei.

Pe acest sector de linie circula un număr de 21 perechi de trenuri de călători pe zi și un număr de 17 trenuri de marfă pe zi. Fereastra disponibilă este de 3 ore pe zi.

Descrierea situației existente

Relevul și expertiza tehnică au fost întocmite pe baza datelor puse la dispoziție de către Beneficiar prin: fișa podului, precum și pe baza măsurătorilor efectuate cu ocazia vizitei în teren.

Suprastructura podului este alcătuită dintr-un tablier de tip dală de beton. Calea este prinsă pe traverse de beton pe prism de piatră spartă.

Cabluri pozate în teacă metalică pe trotuarul din amonte și în albie în aval.

Lungimea totală a podului este de 9,35m, lumina (măsurată între fețele culeelor) este de 5,90m, iar înălțimea liberă (măsurată de la intradosul dalei de beton până la radier/ fundul văii) este de 3,10m.

Culeele sunt realizate din beton, cu ziduri de gardă și ziduri întoarse, cu înălțimea elevației de circa 4,00m și înălțimea banchetei cuzineților de 0,35m. Lungimea totală a culeelor este de 5,60m.

Poziția căii față de grinzile principale și declivitate: în declivitate de 2,39‰.

Poziția axei podului față de axul râului: normală.

Poziția axei podului, în plan: în aliniament perpendiculară pe axa C.F.

Felul și lungimea contrașinelor: nu are nevoie.

Numărul și tipul traverselor pe pod: traverse normale cu dimensiunile 0,20m x 0,16m x 2,60m.

Anul de construcție: 1949.

Pe parcursul lunilor Mai, Iunie, Iulie 2017 s-a vizitat obiectivul pentru realizarea relevului, pentru confruntarea terenului cu datele puse la dispoziție de Beneficiar dar și pentru identificarea stării tehnice a elementelor structurale.

Calea pe pod

Calea este realizată din șină tip 60 sudată, fixată pe traverse de beton, atât în linie curentă, cât și pe pod.

Trotuarele tablierului sunt realizate din consolele dalei de beton, și prezintă degradări ale betonului și armături la vedere la partea inferioară.

Atât parapetul pietonal din amonte, cât și cel din aval lipsesc.

Suprastructura podului

Suprastructura podului, este alcătuită dintr-un tablier de beton, de tip dală de beton, cu deschiderea de 6,15m.

Lățimea dalei de beton este de 4,10m și are două console de trotuar de 0,80m.

La data vizitării obiectivului s-a constatat că dala de beton prezintă, la intrados, semne ale infiltrației apei, fisuri și degradări ale betonului, cu armături la vedere și ușoare segregări



UNIUNEA EUROPEANĂ

COMPANIA NAȚIONALĂ
DE CĂI FERATE
CNCF „CFR” SA

EXPERTIZĂ TEHNICĂ PODURI

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ– ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

ale betonului și fisuri sesizate pe elevația dalei. Consolele de trotuar prezintă de asemenea fisuri și degradări ale betonului, cu armături la vedere la partea inferioară. În același timp credim completările făcute în Fișa podului, de către personalul de întreținere, în anul 2014, completări ce semnalează apariția exfolieri ale betonului la dala de beton și la banchetele cuzineților și lipsa parapetilor pe trotuare.

Infrastructura podului

Suprastructura (tablierul) podului este așezat pe o infrastructură formată din două culei.

Elevația culeelor prezintă fisuri ale betonului și pete verzui – maronii, semn al infiltrației apei și scurgerii acesteia pe fața elevațiilor.

Banchetele cuzineților prezintă ciobituri ale muciilor vii, fisuri și zone restrânse unde betonul este exfoliat și într-o stare mai avansată de degradare.

În conformitate cu Studiul Geotehnic și datele puse la dispoziție de Beneficiar, culeele sunt fondate direct, în stratul portant de pietris cu liant argilos, variat colorat, umed la saturat, slab la mediu îndesat, cu elemente de bolovanis în amestec cu nisip.

Racordarea cu terasamentul este realizată cu aripi de beton la ambele culei, atât în amonte, cât și în aval.

Albia râului pe zona podului

Pe zona podului de la km 639+223, albia pârâului Sărand are un traseu meandrat. Albia este colmatată în proporție mare, atât în amonte, cât și în aval, formând sub pod, o baltă. În albie este crescută vegetație.

Conform datelor transmise de Administrația Națională „Apele Române” – I.N.H.G.A., Oradea, debitul cu asigurarea de 1% pentru această secțiune este de $Q_{1\%}=95,00\text{mc/sec}$, iar pentru asigurarea de 10% debitul este de $Q_{10\%}=34,90\text{mc/sec}$.

Constatări la culegerea datelor de pe teren

- ușoare segregări ale betonului la elevațiile culeelor, fisuri și infiltrații ale apei;
- degradare a betonului din dale, fisuri, infiltrații ale apei și armături la vedere;
- lipsa parapetilor de beton;
- degradare a betonului din banchetele cuzineților;

Degradările betonului din infrastructură și tablierul de beton se datorează, în special infiltrației apei în fisurile mici, care, combinate cu ciclurile de îngheț-dezghet a dus la mărirea fisurilor și la degradarea accentuată a betonului.

Din analiza stării tehnice și a rezultatelor cuprinse în breviarele anexate, se observă următoarele:

- Infrastructura existentă (culeele) s-a comportat satisfăcător în exploatare și este într-o stare în general bună.
- Suprastructura existentă, este compromisă, din cauza degradărilor betonului, în special a fisurilor de la intrados, a infiltrațiilor de apă și a armăturilor la vedere.
- Din punct de vedere hidraulic, podul nu asigură debușul debitului $Q_{1\%}$.

CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

În urma analizării documentelor puse la dispoziție, a constatărilor făcute cu prilejul vizitei din Mai-Iulie 2017 se pot formula următoarele concluzii:

Având în vedere faptul că structura existentă a fost proiectată și executată în baza normelor vechi existente, deci nu mai corespunde din punct de vedere al condițiilor de exploatare, în continuare vor fi prezentate două soluții pentru exploatarea viitoare în condiții de maximă siguranță a podului.

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Soluția 1

În această soluție podul va fi consolidat astfel:

- Se vor realiza reparații prin cămășuire cu beton ale suprafețelor degradate de la suprastructură, infrastructură, etc.;
- Se vor repara rosturile afectate de infiltrații de la suprastructură;
- Se va reface hidroizolația podului;
- Se vor curăța și repara racordările cu terasamentul;
- Se va curăța și decolmata canalul de sub pod.

Soluția 2

Această soluție presupune dezafectarea podului existent și realizarea unui pod nou cu calea pe balast. Tipul, alcătuirea și dimensiunile noului pod se vor stabili de către proiectant, în funcție de rezultatele studiilor topografice, geotehnice și hidraulice efectuate în amplasament și de condițiile tehnologice posibil de aplicat pentru execuția noii structuri.

Adoptarea uneia dintre cele două soluții se va face în baza unor studii topografice și geotehnice efectuate în amplasament, pe baza unei analize cost-beneficiu bine fundamentată.

Având în vedere starea de degradare avansată a podului existent, adoptarea soluției 1 presupune lucrări complexe de reparații, atât la suprastructura podului, cât și la infrastructură, terasamente și albie, aplicarea acestei soluții va duce la costuri mai mari.

În consecință se recomandă adoptarea soluției 2.

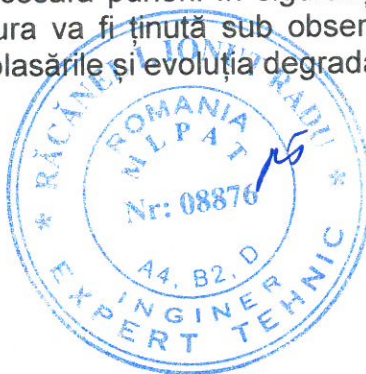
PUNEREA ÎN SIGURANȚĂ A STRUCTURII

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

- Se va asigura stabilitatea prismului de piatră spartă;
- Se vor reface provizoriu racordările cu terasamentul;
- Se vor înlocui traversele necorespunzătoare de pe zona podului;
- Se va curăța albia, pentru asigurarea scurgerii apelor în regim normal și evitarea bălțirii/stagnării apelor în zona podului.

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

Redactat,
Ing. Andrei RADU



REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Numele și prenumele **Expertului Tehnic**
Dr. Ing. Ionuț Radu Răcănel
Conform registrului de evidență
Expert Tehnic Atestat A4, B2, D

Nr. **10.4/031**, Data: **Octombrie 2017**

Pod km 645+054 (P031)

Amplasamentul obiectivului expertizat

Podul traversează Pârâul Tășad, în Stația C.F. Osorhei.

Pe acest sector de linie circulă un număr de 21 perechi de trenuri de călători pe zi și un număr de 17 trenuri de marfă pe zi. Fereastra disponibilă, este de 3 ore pe zi.

Descrierea situației existente

Relevul și expertiza tehnică au fost întocmite pe baza datelor puse la dispoziție de către Beneficiar prin fișa podului, precum și pe baza măsurătorilor efectuate cu ocazia vizitei în teren.

Suprastructura podului este alcătuită din trei tabliere. Primul tablier este de tip dală de beton, cu deschiderea de 5,30m. Lățimea dalei de beton aferenta firului I este de 4,05m. Al doilea tablier este alcătuit din 6 grinzi casetate. Cel de-al treilea tablier este realizat din 7 grinzi casetate. Calea este prinsă pe traverse de beton pe prism de piatră spartă.

Pe terasamente sunt pozate cabluri de TTR și SCB.

În aval de pod se găsește o conductă, rezemată pe o structură din beton.

Lungimea totală a podului este de 10,60m, lumina (măsurată între fețele culeelor) este de 5,00m, deschiderea teoretică este de 5,30m, iar înălțimea liberă (măsurată de la intradosul dalei de beton până la radier/ fundul văii) este de 5,45m.

Culeele sunt realizate din beton, cu înălțimea elevației de circa 6,20m. Lungimea culeelor pe direcție transversală căii ferate este de aproximativ 4,95m pentru firul I, 6,10m pentru firul II și respectiv 6,80m pentru firul III.

Poziția căii față de grinzile principale și declivitate: în aliniament, declivitate 0,00%.

Poziția axei podului față de axul râului: normală.

Poziția axei podului, în plan: în aliniament, perpendiculară pe axa C.F.

Felul și lungimea contrașinelor: nu are nevoie.

Numărul și tipul traverselor pe pod: traverse normale.

Anul de construcție: 1955.

Pe parcursul lunilor mai, iunie, iulie 2017 s-a vizitat obiectivul pentru realizarea relevului, pentru confruntarea terenului cu datele puse la dispoziție de Beneficiar, dar și pentru identificarea stării tehnice a elementelor structurale.

Calea pe pod

Calea este realizată din șină tip 60, fixată pe traverse de beton, atât în linie curentă, cât și pe pod.

Parapetul din aval este realizat din beton. Acesta este degradat în proporție de 20%. Parapetul pe pod în amonte este metalic, realizat din profile cornier.

Suprastructura podului

Suprastructura podului este alcătuită din trei tabliere. Primul tablier este de tip dală de beton, cu deschiderea de 5,30m. Lățimea dalei de beton aferentă firului I este de 4,05m. Al doilea tablier este alcătuit din 6 grinzi casetate. Cel de-al treilea tablier este realizat din 7 grinzi casetate. Pe firele I și II, calea este prinsă pe traverse de beton pe prisma de piatră spartă.

La data vizitării obiectivului s-a constatat că dala de beton prezintă la intrados degradări locale ale betonului. La tablierul realizat din grinzi de beton casetate se constată la intrados infiltrații ale apei în zona rosturilor dintre grinzi și armătură vizibilă la intrados, datorită degradării betonului în grinzi. La cel de-al treilea tablier se constată degradări locale ale betonului în grinzi prin ciobirea muchiilor. Conform datelor obținute de la Beneficiar, cuva de balast pe zona dalei de beton nu corespunde standardelor.

Infrastructura podului

Suprastructura (tablierul) podului este așezată pe o infrastructură formată din două culei.

Elevația culeelor este realizată din beton. Culeele aferente celor trei tablere de beton sunt separate prin rosturi. Se constată infiltrații de apă în zona rosturilor dintre culei. Pe zona celui de-al treilea tablier se constată existența a trei contraforți din beton, realizați între culei.

În conformitate cu datele puse la dispoziție de Beneficiar prin fișa podului și cu studiul geotehnic, culeele sunt fundate direct, la cota - 9,25m (culeea Cluj-Napoca) și la cota -8,90m (culeea Oradea), măsurată față de cota 0,00, reper-nivel NST, în stratul de argilă galbenă cenușie, conform F31 și DPH42.

În același timp credităm completările făcute în Fișa podului, de către personalul de întreținere, completări ce semnaleză degradarea radierului aval în proporție de 70% și a radierului amonte în proporție de 30%, în anul 2016.

Racordarea cu terasamentul este realizată cu aripi din beton, atât în aval cât și în amonte. Aripile prezintă degradări locale. Aripa stânga, în aval, este degradată pe o porțiune de 1m, cu început de subspălare la bază. De asemenea scările de acces nu au parapet de protecție.

Albia râului pe zona podului

Pe zona podului de la km 645+054, albia este colmatată și cu vegetație la baza culeii Oradea. Conform datelor înscrise în fișa podului, pe ambele părți albia este pereiată, cu zidărie de piatră pe încă 5m amonte și 3m aval de la capătul aripilor.

Conform datelor transmise de Administrația Națională „Apele Române” – I.N.H.G.A., Oradea, debitul cu asigurarea de 1% pentru această secțiune este de $Q_{1\%}=116,00\text{mc/sec}$, iar pentru asigurarea de 10% debitul este de $Q_{10\%}=42,60\text{mc/sec}$.

Constatări la culegerea datelor de pe teren

- Infiltrații de apă și tencuială degradată la elevațiile culeelor și în zona rosturilor dintre culei;
- Degradarea radierului aval în proporție de 70% și a radierului amonte în proporție de 30%;
- Degradări locale ale betonului la dală;
- Fisuri și infiltrații de apă la intradosul dalei;
- Cuva de balast existentă pe zona tablierului dalat nu corespunde standardelor;
- Există infiltrații de apă în zona rosturilor dintre grinzile casetate și armătura vizibilă la intradosul grinzilor;
- Degradări locale ale betonului în grinzi (tablierul al treilea) și ciobirea muchiilor;
- Parapetul din beton situat în aval este degradat;
- Aripa stanga, în aval, este degradată pe o porțiune de 1m, cu început de subspălare la baza;
- Există apă în permanență cca. 20cm;
- La albie, există o corecție amonte și aval executată din pământ, de Sfatul Popular Oșorhei, în vederea apărării terenurilor de inundații;

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

- Albia este colmatată și acoperită cu vegetație;
- Scările de acces nu au parapet de protecție;

Degradările betonului din infrastructură și din tablierul de beton se datorează, în special infiltrației apei în fisurile mici, care, combinată cu ciclurile de îngheț-dezgheț a dus la mărirea fisurilor și la degradarea accentuată a betonului.

Din analiza stării tehnice și a rezultatelor cuprinse în breviarele anexate, se observă următoarele:

- Infrastructura existentă (culeele) podului s-a comportat satisfăcător în exploatare, dar sunt necesare lucrări de reparații ale acesteia. În cazul introducerii unor structuri cu calea pe balast sunt necesare lucrări de consolidare ale acesteia.
- Dala din beton corespunzătoare tablierului de pe firul I nu corespunde din punct de vedere al dimensiunilor cuvei de balast.
- Din punct de vedere hidraulic secțiunea pentru podul existent este insuficientă pentru a putea prelua debitul de calcul de 1% de 116 mc/s.

CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

În urma analizării documentelor avute la dispoziție și a constatărilor făcute cu prilejul vizitei din perioada mai-iulie 2017 se pot formula următoarele concluzii:

- structura existentă a fost proiectată și executată în baza normelor vechi existente și nu mai corespunde din punct de vedere al condițiilor de exploatare;
- starea de degradare a podului existent este avansată;
- structura de beton existentă nu asigură dimensiunile necesare pentru a se realiza cuva de balast conform prevederilor;
- din punct de vedere hidraulic nu este suficientă secțiunea liberă existentă pentru preluarea debitului de calcul cu asigurarea de 1%.

În continuare va fi prezentată soluția pentru exploatarea viitoare în condiții de maximă siguranță a podului.

Soluția recomandată: Această soluție presupune dezafectarea tablierelor existente, inclusiv demolarea infrastructurilor și înlocuirea acestora cu tablriere noi. Tipul, alcătuirea și dimensiunile noului pod se vor stabili de către proiectant, pe baza datelor avute la dispoziție, astfel încât să se asigure preluarea debitului de calcul de 1% de 116 mc/s.

Deasemenea se va asigura protecție împotriva afuerilor atât pentru culei cât și pe zona aripilor, prin decolmatarea albiei, calibrarea acesteia și realizarea pereului din beton.

PUNEREA ÎN SIGURANȚĂ A STRUCTURII

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

- se va asigura stabilitatea prismului de piatră spartă în zona terasamentelor;
- se vor reface provizoriu racordările cu terasamentele;
- se va curăța și calibra albia, pentru asigurarea scurgerii apelor în regim normal și evitarea bălțirii/stagnării apelor în zona podului;
- se vor înlocui traversele necorespunzătoare;

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.

Redactat,
Ing. Andrei RADU





UNIUNEA EUROPEANĂ

COMPANIA NAȚIONALĂ
DE CĂI FERATE
CNCF „CFR” SA

EXPERTIZĂ TEHNICĂ PODURI

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Numele și prenumele **Expertului Tehnic**
Dr. Ing. Ionuț Radu Răcănel
Conform registrului de evidență
Expert Tehnic Atestat A4, B2, D

Nr.10.4/032, Data: Octombrie 2017

Pod km 646+342 (P032)**Amplasamentul obiectivului expertizat**

Acest podeț de descărcare traversează Pârâul Tășad, între Stațiile C.F. Oșorhei și Oradea Est.

Descrierea situației existente

Releveul și expertiza tehnică au fost întocmite pe baza datelor puse la dispoziție de către Beneficiar prin fisa podului, precum și pe baza măsurătorilor efectuate cu ocazia vizitei în teren.

Suprastructura podului este alcătuită dintr-o dală și o boltă. Deschiderea dalei este de 6,60m. Lățimea dalei de beton la intrados pe firul I este de 2,90m. Podul boltit este de asemenea realizat din beton. Lățimea bolții din beton este de 6,85m. Calea este prinsă pe traverse de beton, pe prisma de piatră spartă.

Lungimea totală a podului este de 11,25m, lumina (măsurată între fețele culeelor) este de 5,00m, iar înălțimea liberă (măsurată de la intradosul dalei de beton până la radier/ fundul văii) este de 3,44m.

Pe tablier în zona firului I sunt pozate cabluri de TTR și SCB.

Culeele sunt realizate din beton, cu înălțimea elevației de circa 3,00m.

Poziția căii față de grinzile principale și declivitate: în aliniament, declivitate 0,00‰.

Poziția axei podului față de axul râului: normală.

Poziția axei podului, în plan: în aliniament perpendiculară pe axa C.F.

Felul și lungimea contrașinelor: nu are nevoie;

Numărul și tipul traverselor pe pod: traverse normale.

Anul de construcție: 1945 pentru podul boltit și 1956 pentru podul datat.

Pe parcursul lunilor mai, iunie, iulie 2017 s-a vizitat obiectivul pentru realizarea releveului, pentru confruntarea terenului cu datele puse la dispoziție de Beneficiar dar și pentru identificarea stării tehnice a elementelor structurale.

Calea pe pod

Calea este realizată din șină tip 60 și 49, fixată pe traverse de beton, atât în linie curentă, cât și pe pod.

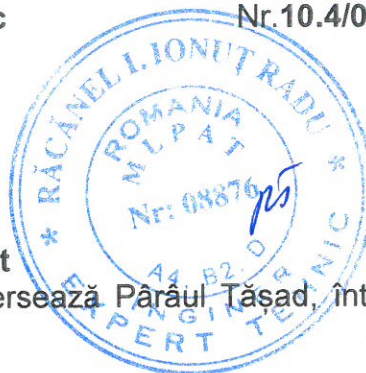
Parapetul pietonal atât pe firul I cât și pe firul II este realizat din profil cornier. Parapetul necesită curățare, protecție și vopsire.

Suprastructura podului

Suprastructura podului datat este realizată din beton. Deschiderea dalei este de 6,60m. Lățimea dalei de beton la intrados pe firul I este de 2,90m. Podul boltit este de asemenea realizat din beton. Lățimea bolții din beton este de 6,85m.

Pe firele I și II, calea este prinsă pe traverse de beton, pe prisma de piatră spartă.

La data vizitării obiectivului s-a constatat că bolta de beton prezintă, la intrados, semne de infiltrații ale apei, fisuri și degradări ale betonului. Dala de beton a tablierului pe firul II este în stare corespunzătoare. Consola de trotuar a dalei aferentă firului II prezintă la intrados armătură vizibilă, betonul fiind degradat.



Infrastructura podului

Suprastructura (tablierul) podului este așezată pe o infrastructură formată din două culei.

Elevația culeei pe zona tablierului dalat este realizată din beton. Elevațiile prezintă infiltrații și fisuri. De asemenea la contactul între tablierul boltit de pe firul I și dala de beton de pe firul II betonul este degradat.

În conformitate cu datele puse la dispoziție de Beneficiar prin fișa podului și cu Studiul Geotehnic (F32 și DPH43), culeele sunt fundate direct, în stratul de pietriș cu nisip și liant argilos.

Racordarea cu terasamentele este realizată cu sferturi de con din moloane de piatră, în aval. Sferturile de con în aval, sunt degradate în proporție de 40%. De asemenea pe zona sferturilor de con este prezentă vegetația.

Albia râului pe zona podului

Pe zona podului de la km 646+342, albia este colmatată. Pereul albiei sub pod este degradat. În zona aval sunt vizibile acumulări de aluviuni. De asemenea în zona amonte, sub tablierul dezafectat, la nivelul pereului din albie se constată armătură vizibilă.

Conform datelor transmise de Administrația Națională „Apele Române” – I.N.H.G.A., Oradea, debitul cu asigurarea de 1% pentru această secțiune este de $Q_{1\%}=46,50\text{mc/sec}$, iar pentru asigurarea de 10% debitul este de $Q_{10\%}=17,10\text{mc/sec}$.

Constatări la culegerea datelor de pe teren

- Infiltrații de apă, fisuri și degradări ale betonului la intradosul boltii;
- Consola de trotuar a dalei aferentă firului II prezintă la intrados armătură vizibilă și degradări locale ale betonului;
- Elevațiile culeelor prezintă infiltrații de apă și fisuri;
- La contactul între tablierul boltit de pe firul I și dala de beton de pe firul II betonul este degradat;
- Parapetul metalic necesită curățare, protecție și vopsire;
- Sferturile de con în aval, sunt degradate în proporție de 40%, fiind acoperite cu vegetație;

Degradările betonului din infrastructura și din tablierul de beton se datorează, în special infiltrației 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 și a rezultatelor cuprinse în breviarele anexate, se observă următoarele:

- Infrastructura existentă (culeele) podului s-a comportat satisfăcător în exploatare, dar sunt necesare lucrări de reparații ale acesteia. În cazul introducerii unor structuri cu calea pe balast sunt necesare lucrări de consolidare ale acesteia.
- Din punct de vedere hidraulic, secțiunea pentru podul existent este insuficientă pentru a putea prelua debitul de calcul de 1% de 46,5 mc/s.

CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

În urma analizării documentelor avute la dispoziție și a constatărilor făcute cu prilejul vizitei din perioada mai-iulie 2017 se pot formula următoarele concluzii:

- structura existentă a fost proiectată și executată în baza normelor vechi existente și nu mai corespunde din punct de vedere al condițiilor de exploatare;
- starea de degradare a podului existent este avansată;

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

- din punct de vedere hidraulic nu este suficientă secțiunea liberă existentă pentru preluarea debitului de calcul cu asigurarea de 1%.

În continuare va fi prezentată soluția pentru exploatarea viitoare în condiții de maximă siguranță a podului.

Soluția recomandată: Această soluție presupune dezafectarea podului existent și înlocuirea acestuia cu un pod nou cu calea în cuvă de balast. Tipul, alcătuirea și dimensiunile noului pod se vor stabili de către proiectant, pe baza datelor avute la dispoziție, astfel încât să se asigure preluarea debitului de calcul de 1%.

PUNEREA ÎN SIGURANȚĂ A STRUCTURII

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

- se va asigura stabilitatea prismului de piatră spartă;
- se vor reface provizoriu racordările cu terasamentul;
- se vor în locui traversele necorespunzătoare;
- se va curăța și calibra albia, pentru asigurarea scurgerii apelor în regim normal și evitarea bălțirii/stagnării apelor în zona podului;

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.

Redactat,
Ing. Andrei RADU



Numele și prenumele **Expertului Tehnic**
Dr. Ing. Ionuț Radu Răcănel
Conform registrului de evidență
Expert Tehnic Atestat A4, B2, D

Nr.10.4/033, Data: **Octombrie 2017**

Pasaj inferior km 651+189 (P033)

Amplasamentul obiectivului expertizat

Pasajul inferior traversează strada Dragoș Vodă.

Descrierea situației existente

Releveul și expertiza tehnică au fost întocmite pe baza datelor puse la dispoziție de către Beneficiar prin fișa podului, precum și pe baza măsurătorilor efectuate cu ocazia vizitei în teren.

Suprastructura podului este metalică, realizată din grinzi cu inimă plină sudate, cu calea jos. Calea este prinsă pe traverse de lemn.

Deschiderea teoretică a podului pe firul I este de 21,00m, lumina (măsurată între fața culeei și pila 1) este de 18,80m, lungimea totală este de 22,60m, iar înălțimea liberă este de 5,02m.

Pe trotuarul dreapta al tablierului metalic sunt pozate cabluri de TTR și SCB.

Culeele și pilele sunt realizate din beton, cu înălțimea elevației de circa 4,60m.

Poziția căii față de grinzile principale și declivitate: cale jos, în aliniament, declivitate 0,00‰.

Poziția axei pasajului, în plan: în aliniament perpendiculară pe axa C.F.

Felul și lungimea contrașinelor: fier cornier și șină tip 49

Numărul și tipul traverselor pe pod: 38 traverse speciale 2,50x0,24x0,24.

Anul de construcție: 1972.

Pe parcursul lunilor mai, iunie, iulie 2017 s-a vizitat obiectivul pentru realizarea releveului, pentru confruntarea terenului cu datele puse la dispoziție de Beneficiar dar și pentru identificarea stării tehnice a elementelor structurale.

Calea pe pod

Calea este realizată din șină tip 65 cu joante, fixată pe traverse de lemn, atât în linie curentă, cât și pe pod. Conform înregistrărilor din fișa podului întocmită de către secția Oradea, pe pod există 38 de bucăți de traverse speciale. De asemenea pe zona contrașinelor, pe terasamente există 10 traverse necorespunzătoare. Pe pod sunt prevăzute contrașine alcătuite din fier cornier și șină tip 49, cu lungime totală de 22m+18m=40m.

Trotuarele sunt realizate din tablă striată. Tabla este deteriorată și necesită înlocuire.

Parapetul pietonal atât pe firul I cât și pe firul II este realizat din profil cornier și are un aspect corespunzător.

Suprastructura podului

Suprastructura podului este realizată din grinzi metalice cu inimă plină sudate, cu calea jos. Lungimea totală a grinzilor principale este L=22,60m. Distanța între grinzile principale este de 4,80m. Acestea prezintă anumite zone unde stratul de protecție anticorozivă este exfoliat, inclusiv apariția ruginii pe zonele respective, în mod special în zonele de rezemare.

Panourile de contravântuire inferioare au deschiderea de 3,50m. Contravântuirile inferioare sunt realizate din profile cornier. Distanța între lonjeroni este de 1,80m.

Pe firele I și II, calea este prinsă pe traverse de lemn.



La data vizitării obiectivului s-a constatat că tablierul prezintă semne de exfoliere ale stratului de protecție anticorozivă pe anumite zone, cu apariția de rugină la talpa inferioară a grinzilor cu inima plină și la nivelul contravânturilor inferioare. Acest fapt a facilitat observarea unor eventuale fisuri și degradări ale elementelor metalice principale, cauzate de fenomenul de oboseală și de acțiunea substanțelor corozive provenite din scurgerea din vagoanele trenurilor.

• Grinzile principale (GP)

Grinzile principale ale tablierului sunt grinzi cu inimă plină sudate. Lungimea totală a grinzilor principale este: $L=22,60$ m. Distanța dintre grinzile principale este de 4,80m. Pe zona centrală a deschiderii, atât talpa superioară cât și cea inferioară sunt realizate din câte două platbande sudate. Grinzile prezintă anumite zone unde stratul de protecție anticorozivă este exfoliat inclusiv apariția ruginii pe zonele respective.

Aparatele de reazem existente sunt aparate metalice turnate, cu următoarea distribuție: aparate de reazem mobile tip V pe culeea Cluj Napoca și aparate de reazem fixe tip V pe culeea Oradea. Aparatele de reazem mobile și fixe prezintă semne de rugină la nivelul plăcutelor.

Consola de trotuar este fixată de inima grinzii principale prin intermediul unor gusee, la fiecare a doua rigidizare. La partea superioară a consolei există câte două profile pe care reazemă tabla striată a trotuarului.

• Antretoazele (A)

Antretoazele reprezintă cadrele transversale de solidarizare a grinzilor cu inimă plină. Prinderea antretoazelor de grinzile principale este realizată cu nituri, prin intermediul guseelor amplasate în dreptul rigidizărilor verticale ale inimii. Antretoazele prezintă pete izolate de rugină, în zona îmbinărilor cu grinzile principale și în zona reazemelor.

Conform înregistrărilor din fișa podului, deasupra aparatelor de reazem, sunt fisurate cordoanele de sudură de la talpa inferioară a antretoazelor de capăt. Inimile antretoazelor 1, 3 și 7 prezintă fisuri, fiind străpunse de rugină.

• Lonjeronii (L)

Lonjeronii sunt alcătuiți din platbande sudate. Distanța între lonjeroni este de 1,80m. Talpa superioară și inferioară a lonjeronilor prezintă anumite zone unde stratul de protecție anticorozivă este exfoliat, inclusiv apariția ruginii pe zonele respective.

Infrastructura podului

Suprastructura (tablierul) podului este așezată pe infrastructuri formate dintr-o culee și o pilă.

Elevația culeelor și a pililor este realizată din beton.

Zidurile de gardă ale culeelor sunt degradate, prezentând armătură vizibilă. Banchetele de rezemare prezintă degradări ale betonului în zona aparatelor de reazem, atât la culei cât și pe pile. Elevațiile prezintă infiltrații și fisuri. Elevațiile pililor sunt degradate și prezintă armătură vizibilă.

În conformitate cu datele puse la dispoziție de Beneficiar și cu Studiul Geotehnic din iulie 1996:

- culeea este fundată direct, la cota – 8,40m, măsurată față de cota 0,00, reper-nivel NST, în stratul portant de pietriș cu nisip și bolovăniș.
- pila este fundată pe chesoane, la cota – 14,10m, măsurată față de cota 0,00, reper-nivel NST în stratul portant de marnă nisipoasă cenușie tare.
- Racordarea cu terasamentul este realizată cu aripi din beton. Între culeele celor două tabliere racordarea se face prin intermediul unui zid de sprijin din beton.

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Constatări la culegerea datelor de pe teren

- Tabla striată de la trotuar este deteriorată și necesită înlocuire;
- Grinzile cu inimă plină prezintă zone unde stratul de protecție anticorozivă este exfoliat, ceea ce a condus la apariția ruginii pe zonele respective;
- Aparatele de reazem mobile și fixe prezintă semne de rugină la nivelul plăcuțelor de reazem;
- Antretoazele prezintă zone de rugină, în zona îmbinărilor cu grinzile principale și în zona reazemelor;
- Cordoanele de sudură de la talpa inferioară a antretoazelor de capăt sunt fisurate;
- Inimile antretoazelor 1, 3 și 7 prezintă fisuri, fiind străpunse de rugină;
- Talpa superioară și inferioară a lonjeronilor prezintă anumite zone unde stratul de protecție anticorozivă este exfoliat, ceea ce a condus la apariția ruginii pe zonele respective;
- Banchetele de reazem prezintă degradări ale betonului în zona aparatelor de reazem la culei;
- Zidurile de gardă ale culeelor sunt degradate, prezentând armătură vizibilă;
- Elevațiile pililor sunt degradate și prezintă armătură vizibilă;
- Elevațiile prezintă infiltrații și fisuri;

Prezența fenomenului de coroziune a elementelor tablierelor metalice se datorează, în special scurgerii substanțelor corozive din trenurile care circulă pe pod, dar și frecvenței vântului care aduce agenți corozivi.

Degradările betonului din infrastructură se datorează, în special infiltrației 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 și a rezultatelor cuprinse în breviarele anexate, se observă următoarele:

- Infrastructura existentă (culeele) s-a comportat satisfăcător în exploatare, dar sunt necesare lucrări de reparații ale acesteia. În cazul introducerii unor structuri cu calea pe balast sunt necesare lucrări de consolidare ale acesteia.
- Elementele componente ale suprastructurii metalice existente au fost verificate și s-a constatat că antretoazele și lonjeronii nu se verifică la starea limită ultimă de oboseală. În cazul înlocuirii căii cu prindere directă cu cale prinsă pe balast, suprastructura existentă este necesar a fi înlocuită, iar în cazul în care se păstrează sistemul de prindere directă, grinzile căii necesită consolidări.

CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

În urma analizării documentelor avute la dispoziție și a constatărilor făcute cu prilejul vizitei din perioada mai-iulie 2017 se pot formula următoarele concluzii:

- structura existentă a fost proiectată și executată în baza normelor vechi existente și nu mai corespunde din punct de vedere al condițiilor de exploatare;
- este necesară realizarea căii pe cuvă de balast;
- starea de degradare a anumitor elemente ale podului existent datorită coroziunii este avansată;
- starea de degradare a infrastructurii (pila) care reiese din perforările mecanice efectuate în cadrul Studiului Geotehnic din iulie 1996 este avansată;

În continuare vor fi prezentate două soluții pentru exploatarea viitoare în condiții de maximă siguranță a podului.

Soluția 1

În această soluție, podul va fi consolidat astfel:

- se va repara tablierul metalic. Se recomandă să se utilizeze sablarea pentru curățarea suprafețelor metalice de murdărie, rugină și vopsea, atât pentru depistarea cu ușurință a defectelor, cât și pentru repararea acestora și realizarea ulterioară a unei protecții anticorozive. Se va organiza evidența defectelor depistate, astfel încât să se poată reconstitui tipul defectului (fisură, plagă, punct de rugină, nit distrus prin coroziune, etc.), poziția defectului pe elementul structural, poziția în structură a acestuia și aprecierea gravității efectului (reducerea secțiunii prin coroziune, prin fisurare, etc). Se va executa remedierea defectelor depistate la structura metalică conform specificațiilor din proiect și a caietului de sarcini. Se vor executa lucrări de consolidare la elementele de rezistență ale tablierului metalic pentru a corespunde convoiului de calcul actual;
- 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 demola și reface toate elementele care se află într-un stadiu avansat de degradare;
- se vor realiza reparații ale elevațiilor/umpleri ale rosturilor zidăriei elementelor de infrastructură existente cu mortare speciale;
- se va demola și se va reface elevația pilei, ținând cont de starea de degradare precizată în cadrul Studiului Geotehnic din iulie 1996;
- se va reface hidroizolația și sistemul drenant din spatele culeelor;
- se vor reface terasamentele de la capetele podului și prismul de piatră spartă a 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;

Soluția 2

Soluția constă în dezafectarea podului existent și realizarea unui tablier nou cu calea în cuvă de balast, soluția de realizare și dimensiunile fiind stabilite de către proiectant, în funcție de rezultatele studiilor topografice și geotehnice efectuate în amplasament și de condițiile tehnologice posibil de aplicat pentru executia noii structuri. Pentru noua soluție adoptată, elementele de infrastructură ale podului existent nu mai corespund, ele vor fi demolate, urmând a fi executate culee și pile noi.

Adoptarea uneia dintre cele două soluții se va face în baza unor studii topografice și geotehnice efectuate în amplasament, pe baza unei analize cost-beneficiu bine fundamentate.

Având în vedere că adoptarea soluției 1 presupune lucrări complexe de reparații, atât la structura podului cât și la terasamente și se apreciază că acestea depășesc 40% din valoarea unui pod nou și având în vedere faptul că pentru a corespunde noilor cerințe legate de deplasarea cu viteze mari trebuie realizată în cuvă de balast, se recomandă adoptarea soluției 2.

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

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 deficiențe (fisuri, nituri/șuruburi slăbite, suduri degradate, zone cu coroziuni) se vor ține sub observație;
- se va asigura stabilitatea prismului de piatră spartă la capetele podului, inclusiv prin completarea cu piatră spartă;
- se vor înlocui traversele necorespunzătoare;

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.

Redactat,
Ing. Andrei RADU



Numele și prenumele **Expertului Tehnic**

Dr. Ing. Ionuț Radu Răcănel

Conform registrului de evidență

Expert Tehnic Atestat A4, B2, D

Nr. **10.4/034**, Data: **Octombrie 2017**

Pasaj inferior km 651+191 (P034)

Amplasamentul obiectivului expertizat

Pasaj inferior aferent firului II traversează strada Dragoș Vodă.

Descrierea situației existente

Releveul și expertiza tehnică au fost întocmite pe baza datelor puse la dispoziție de către Beneficiar prin fisa podului, precum și pe baza măsurătorilor efectuate cu ocazia vizitei în teren.

Suprastructura podului este metalică, grinzi cu inimă plină sudate, cu calea jos. Calea este prinsă pe traverse de lemn.

Deschiderea teoretică a podului pe firul II este de 24,50m, lumina (măsurată între fața culeei și pila 1) este de 22,30m, lungimea totală este de 26,15m, iar înălțimea liberă este de 5,02m.

Pe trotuarul dreapta al tablierului metalic (în sensul de circulație) sunt pozate cabluri de TTR și SCB.

Culeele sunt realizate din beton, cu înălțimea elevației de circa 4,00m.

Poziția căii față de grinzile principale și declivitate: în aliniament, declivitate 0,00‰.

Poziția axei podului față de axul râului: normală.

Poziția axei podului, în plan: în aliniament perpendiculară pe axa C.F.

Felul și lungimea contrașinelor: fier cornier și șină tip 49

Numărul și tipul traverselor pe pod: 44 traverse speciale 2,50x0,24x0,24

Anul de construcție: 1972.

Pe parcursul lunilor mai, iunie, iulie 2017 s-a vizitat obiectivul pentru realizarea releveului, pentru confruntarea terenului cu datele puse la dispoziție de Beneficiar dar și pentru identificarea stării tehnice a elementelor structurale.

Calea pe pod

Calea este realizată din șină tip 65 cu joante, fixată pe traverse de lemn, atât în linie curentă, cât și pe pod. Conform înregistrărilor din fișa podului întocmită de către secția Oradea, pe pod exista 44 de bucăți de traverse speciale.

Trotuarele sunt realizate din tablă striată. Tabla este deteriorată și necesită înlocuire.

Parapetul pietonal este realizat din profil cornier și are un aspect corespunzător.

Suprastructura podului

Suprastructura podului din grinzi metalice cu inimă plină sudate, cu calea jos. Lungimea totală a grinzilor principale este $L=26,15m$. Distanța între grinzile principale este de 4,80m. Acestea prezintă anumite zone unde stratul de protecție anticorozivă este exfoliat, ceea ce a condus la apariția ruginii pe zonele respective, în mod special în zonele de rezemare.

Panourile de contravântuire inferioare au deschiderea de 3,50m. Contravântuirile inferioare sunt realizate din profile cornier. Distanța între lonjeroni este de 1,80m.

Calea este prinsă pe traverse de lemn.

La data vizitării obiectivului s-a constatat că tablierul nu este vopsit și prezintă semne de exfoliere ale stratului de protecție anticorozivă pe anumite zone, cu apariția de rugină la talpa

inferioară a grinzilor cu inimă plină și la nivelul contravânturilor inferioare. Acest fapt a facilitat observarea unor eventuale fisuri și degradări ale elementelor metalice principale, cauzate de fenomenul de oboseală și de acțiunea substanțelor corozive provenite din scurgerea din vagoanele trenurilor.

- **Grinzile principale (GP)**

Grinzile principale ale tablierului sunt realizate din grinzi cu inimă plină sudate. Lungimea totală a grinzilor principale este: $L=26,15$ m. Pe zona centrală a deschiderii, atât talpa superioară cât și cea inferioară sunt realizate din câte două platbande sudate. Grinzile prezintă anumite zone unde stratul de protecție anticorozivă este exfoliat, ceea ce a condus la apariția ruginii pe zonele respective.

Aparatele de reazem existente sunt metalice turnate, cu următoarea distribuție: aparate de reazem mobile tip V pe culeea Cluj Napoca și aparate de reazem fixe pe pila Oradea. Aparatele de reazem mobile și fixe prezintă semne de rugina la nivelul plăcutelor.

Consola de trotuar este fixată de inima grinzii principale prin intermediul unor gusee la fiecare a doua rigidizare. La partea superioară a consolei există câte două profile pe care reazemă ulterior tabla striată a trotuarului.

- **Antretoazele (A)**

Antretoazele se pot considera ca fiind cadrele transversale de solidarizare a grinzilor. Prinderea antretoazelor de grinzile principale este realizată cu nituri, prin intermediul guseelor amplasate în dreptul rigidizărilor verticale ale inimii.

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

Deasupra aparatelor de reazem, sunt fisurate cordoanele de sudură de la talpa inferioară a antretoazelor de capăt. De asemenea guseul deasupra aparatului mobil dreapta este fisurat.

- **Lonjeronii (L)**

Lonjeronii sunt alcătuiți din platbande sudate. Talpa superioară și inferioară a lonjeronilor prezintă anumite zone unde stratul de protecție anticorozivă este exfoliat inclusiv apariția ruginii pe zonele respective.

Infrastructura podului

Suprastructura (tablierul) podului este așezată pe infrastructuri formată dintr-o culee și o pilă.

Elevația culeei și a pilei este realizată din beton.

Zidul de gardă al culeei este degradat, prezentând armătură vizibilă. Bancheta de rezemare prezintă degradări ale betonului în zona aparatelor de reazem, atât la culee cât și pe pilă. Elevațiile prezintă de asemenea infiltrații și fisuri. Elevația pilei este degradată și prezintă armătură vizibilă.

În conformitate cu datele puse la dispoziție de Beneficiar și cu Studiul Geotehnic din iulie 1996:

- culeea este fundată direct, la cota – 8,40m, măsurată față de cota 0,00, reper-nivel NST, în stratul portant de pietriș cu nisip și bolovăniș.
- pila este fundată pe chesoane, la cota – 14,10m, măsurată față de cota 0,00, reper-nivel NST în stratul portant de marnă nisipoasă cenușie tare.

Racordarea cu terasamentul este realizată cu aripi din beton. Între culeea tablierului de pe firul II și culeea tablierului de pe firul I racordarea se face prin intermediul unui zid de sprijin din beton.

Constatări la culegerea datelor de pe teren

- Tabla striată de la trotuar este deteriorată și necesită înlocuire;
- Grinzile prezintă anumite zone unde stratul de protecție anticorozivă este exfoliat ceea ce a condus la apariția ruginii pe zonele respective;
- Aparatele de reazem mobile și fixe prezintă semne de rugină la nivelul plăcutelor;
- Antretoazele prezintă pete de rugină, în zona îmbinărilor cu grinzile principale și în zona reazemelor;
- Cordoanele de sudură de la talpa inferioară a antretoazelor de capăt sunt fisurate;
- Guseul deasupra aparatului de reazem mobil dreapta este fisurat;
- Talpa superioară și inferioară a lonjeronilor prezintă anumite zone unde stratul de protecție anticorozivă este exfoliat, ceea ce a condus la apariția ruginii pe zonele respective;
- Banchetele de rezemare prezintă degradări ale betonului în zona aparatelor de reazem;
- Zidul de gardă al culeei este degradat, prezentând armătură vizibilă;
- Elevația pilei este degradată și prezintă armătură vizibilă;
- Elevațiile prezintă infiltrații și fisuri;

Prezența fenomenului de coroziune a elementelor tablierelor metalice se datorează, în special scurgerii substanțelor corozive din trenurile care circulă pe pod, dar și frecvenței vântului care aduce agenți corozivi.

Degradările betonului din infrastructură se datorează, în special infiltrației 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 și a rezultatelor cuprinse în breviarele anexate, se observă următoarele:

- Infrastructura existentă (culeele) podului s-a comportat satisfăcător în exploatare, dar sunt necesare lucrări de reparații ale acesteia. În cazul introducerii unor structuri cu calea în cuvă de balast sunt necesare lucrări de consolidare ale acesteia.
- Elementele componente ale suprastructurii metalice existente au fost verificate și s-a constatat că nici antretoazele nici lonjeronii nu se verifică la starea limită ultimă de oboseală. În cazul înlocuirii căii cu prindere directă cu cale în cuvă de balast, suprastructura existentă este necesar a fi înlocuită, iar în cazul în care se păstrează sistemul de prindere directă, grinzile căii necesită consolidări.

CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

În urma analizării documentelor avute la dispoziție și a constatărilor făcute cu prilejul vizitei din perioada mai-iulie 2017 se pot formula următoarele concluzii:

- structura existentă a fost proiectată și executată în baza normelor vechi existente și nu mai corespunde din punct de vedere al condițiilor de exploatare;
- este necesară realizarea căii în cuvă de balast;
- starea de degradare a anumitor elemente ale podului existent datorită coroziunii este avansată;
- starea de degradare a infrastructurii (pila) care reiese din perforările mecanice efectuate în cadrul Studiului Geotehnic din iulie 1996 este avansată;

În continuare vor fi prezentate două soluții pentru exploatarea viitoare în condiții de maximă siguranță a podului.

Soluția 1

În această soluție, podul va fi consolidat astfel:

- se va repara tablierul metalic. Se recomandă să se utilizeze sablarea pentru curățarea suprafețelor metalice de murdărie, rugină și vopsea, atât pentru depistarea cu ușurință a defectelor, cât și pentru repararea acestora și realizarea ulterioară a unei protecții anticorozive. Se va organiza evidența defectelor depistate, astfel încât să se poată reconstitui tipul defectului (fisură, plagă, punct de rugină, nit distrus prin coroziune, etc.), poziția defectului pe elementul structural, poziția în structură a acestuia și aprecierea gravității efectului (reducerea secțiunii prin coroziune, prin fisurare, etc). Se va executa remedierea defectelor depistate la structura metalică conform specificațiilor din proiect și a caietului de sarcini. Se vor executa lucrări de consolidare la elementele de rezistență ale tablierului metalic pentru a corespunde convoiului de calcul actual;
- 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 demola și reface toate elementele care se află într-un stadiu avansat de degradare;
- se vor realiza reparații ale elevațiilor/umpleri ale rosturilor zidăriei elementelor de infrastructură existente cu mortare speciale;
- se va reface elevația pilei, ținând cont de starea de degradare precizată în cadrul Studiului Geotehnic din iulie 1996;
- se va reface hidroizolația și sistemul drenant din spatele culeelor;
- se vor reface terasamentele de la capetele podului și prismul de piatră spartă a căii;
- se vor înlocui traversele necorespunzătoare;
- se vor curăța de vegetație și repara/reface racordările cu terasamentele;

Soluția 2

Soluția constă în dezafectarea podului existent și realizarea unui tablier nou cu calea în cuvă de balast, soluția de realizare și dimensiunile fiind stabilite de către proiectant, în funcție de rezultatele studiilor topografice și geotehnice efectuate în amplasament și de condițiile tehnologice posibil de aplicat pentru executia noii structuri. Pentru noua soluție adoptată, elementele de infrastructură ale podului existent nu mai corespund, ele vor fi demolate, urmând a fi executate culee și pile noi.

Adoptarea uneia dintre cele două soluții se va face în baza unor studii topografice și geotehnice efectuate în amplasament, pe baza unei analize cost-beneficiu bine fundamentate.

Având în vedere că adoptarea soluției 1 presupune lucrări complexe de reparații, atât la structura podului, cât și la terasamente și se apreciază că acestea depășesc 40% din valoarea unui pod nou și având în vedere faptul că pentru a corespunde noilor cerințe legate de deplasarea cu viteze mari trebuie realizată calea pe prism de piatră spartă, se recomandă adoptarea soluției 2.

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 deficiențe (fisuri, nituri/șuruburi slăbite, suduri degradate, zone cu coroziuni) se vor ține sub observație;



UNIUNEA EUROPEANĂ



COMPANIA NAȚIONALĂ
DE CĂI FERATE
CNCF „CFR” SA

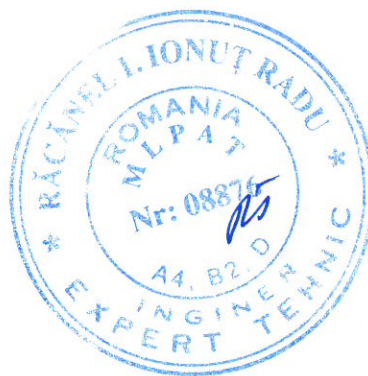
EXPERTIZĂ TEHNICĂ PODURI

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

- se va asigura stabilitatea prismului de piatră spartă la capetele podului, inclusiv prin completarea cu piatră spartă;
- se vor înlocui traversele necorespunzătoare;

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.

Redactat,
Ing. Andrei RADU





UNIUNEA EUROPEANĂ

COMPANIA NAȚIONALĂ
DE CĂI FERATE
CNCF „CFR” SA

EXPERTIZĂ TEHNICĂ PODURI

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

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

Conform registrului de evidență

Expert Tehnic Atestat A4, B2, DNr.10.4/035, Data: **Octombrie 2017****Pod km 651+253 (P035)****Amplasamentul obiectivului expertizat**

Podul aferent firelor I și II traversează Crișul Repede.

Descrierea situației existente

Releveul și expertiza tehnică au fost întocmite pe baza datelor puse la dispoziție de către Beneficiar prin fișa podului, precum și pe baza măsurărilor efectuate cu ocazia vizitei în teren.

Suprastructura podului este metalică, realizată din grinzi cu zăbrele cu calea jos. Calea este prinsă pe traverse de lemn.

Deschiderea teoretică a podului pe firele I și II este de 49,00m, lumina (măsurată între fața pilelor) este de 47,60m. Înălțimea liberă la nivelul apei, conform calculelor hidraulice efectuate pe baza datelor puse la dispoziție de Administrația Bazinală Crișuri, este de 6,00m.

Pe trotuarul dreapta al tablierului metalic (în sensul de circulație) sunt pozate cabluri de TTR și SCB, atât pe firul I cât și pe firul II.

Infrastructurile sunt realizate din beton, cu înălțimea elevației de circa 4,80m.

Poziția căii față de grinzile principale și declivitate: în aliniament, declivitate 0,00‰.

Poziția axei podului față de axul râului: normală.

Poziția axei podului, în plan: în aliniament perpendiculară pe axa C.F.

Felul și lungimea contrașinelor: fier cornier și șină tip 49.

Numărul și tipul traverselor pe pod: 168 (fir I) + 167 (fir II) traverse speciale 2,50x0,24x0,24 .

Anul de construcție: 1972.

Pe parcursul lunilor mai, iunie, iulie 2017 s-a vizitat obiectivul pentru realizarea releveului, pentru confruntarea terenului cu datele puse la dispoziție de Beneficiar dar și pentru identificarea stării tehnice a elementelor structurale.

Calea pe pod

Calea este realizată din șină tip 65 cu joante, fixată pe traverse de lemn, atât în linie curentă, cât și pe pod. Conform înregistrărilor din fișa podului întocmită de către secția Oradea, pe pod există 168 de bucăți de traverse speciale pe firul I și 1678 de bucăți traverse speciale pe firul II.

Trotuarele sunt realizate din tablă striată.

Parapetul pietonal este realizat din profil cornier și are un aspect corespunzător.

Suprastructura podului

Suprastructura podului pe firul I este realizată din grinzi cu zăbrele cu tălpi paralele, cu calea jos. Distanța între grinzile principale pe firul I este de 4,80m. Înălțimea grinzii cu zăbrele (interax tălpi) este de 7,00m. Panourile de contravântuire inferioare au deschiderea de 4,90m. Contravântuirile inferioare sunt realizate din profile cornier. Distanța între lonjeroni este de 1,80m.

Suprastructura podului pe firul II este realizată din grinzi cu zăbrele cu talpa superioară parabolică, cu calea jos. Distanța între grinzile principale pe firul II este de 5,20m. Înălțimea



grinzii cu zăbrele (extremitățile tălpilor) este variabilă de la 3,30m la 7,65m. Panourile de contravântuire inferioare au deschiderea de 4,90m. Contravântuirile inferioare sunt realizate din profile cornier. Distanța între lonjeroni este de 1,80m.

Calea este prinsă pe traverse de lemn. S-a constatat că există traverse necorespunzătoare pe pod. De asemenea lipsesc 98 de buloane orizontale. Există 5 traverse necorespunzătoare pe terasamente.

La data vizitării obiectivului s-a constatat că tablierul pe firul II nu este vopsit. De asemenea stratul de protecție anticorozivă este degradat pe anumite zone, ceea ce a condus la apariția de rugină la talpa inferioară a grinzilor cu inimă plină și la nivelul contravântuirilor inferioare. Acest fapt a facilitat observarea unor eventuale fisuri și degradări ale elementelor metalice principale, cauzate de fenomenul de oboseală și de acțiunea substanțelor corozive provenite din scurgerea din vagoanele trenurilor.

• Grinzile principale (GP)

Grinzile principale ale tablierului sunt realizate din elemente compuse solidarizate cu nituri și sunt alcătuite din 10 panouri x 4900mm = 49,00m (deschiderea podului), la care se adaugă consolele de pe reazem (la capete). Elementele grinzilor cu zăbrele sunt realizate din platbande și corniere cu aripi egale sau inegale.

Aparatele de reazem existente sunt metalice turnate, fixe și mobile a câte 5 rulouri, tip VI, dispuse după cum urmează:

- Deschiderea 1 a grinzii cu zăbrele – mobil pe pila P1 și fix pe pila P2.
- Deschiderea 2 a grinzii cu zăbrele – mobil pe pila P2 și fix pe culeea Oradea.

Aparatele de reazem mobile și fixe prezintă semne de rugină la nivelul plăcutelor. De asemenea în deschiderea II aparatul de reazem mobil dreapta este îngropat în cuzinetul crăpat, iar rulourile sunt deplasate.

Consola de trotuar este fixată de inima grinzii principale prin intermediul unor gusee. La partea superioară a consolei există câte două profile pe care reazemă tabla striată a trotuarului.

• Antretoazele (A)

Antretoazele se pot considera ca fiind cadrele transversale de solidarizare a grinzilor. Antretoazele sunt alcătuite din platbande sudate.

Prinderea antretoazelor de grinzile principale este realizată cu nituri, prin intermediul guseelor.

• Lonjeronii (L)

Lonjeronii sunt alcătuiți din platbande. Talpa superioară și inferioară a lonjeronilor prezintă anumite zone unde stratul de protecție anticorozivă este exfoliat, ceea ce a condus la apariția ruginii pe zonele respective.

Infrastructura podului

Suprastructura (tablierul) podului, cele două deschideri, este simplu rezemată pe o infrastructură formată din două pile și o culee.

Elevația culeelor și a pilelor este realizată din beton. Între cele două tablriere metalice racordarea între culee se face prin intermediul unui zid de sprijin.

Conform fișei podului în anul 1965 s-au refăcut cuzineții la cele 2 culee, s-au reparat zidurile de gardă și zidurile întoarse. În prezent banchetele de rezemare prezintă degradări ale betonului în zona aparatelor de reazem, atât la culei cât și pe pile. Elevațiile prezintă infiltrații și fisuri, fiind degradate.

În conformitate cu datele puse la dispoziție de Beneficiar și cu studiile geotehnice din iulie 1996 și 2017 (F34, DPH48, DPH49):

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

- culeea Oradea este fundată pe cheson, la cota – 14,30m, măsurată față de cota 0,00, reper-nivel NST, în stratul portant marnă nisipoasă cenușie tare.
 - pila P1 este fundată pe cheson, la cota – 14,10m, măsurată față de cota 0,00, reper-nivel NST în stratul portant de marnă nisipoasă cenușie tare.
 - pila P2 este fundată pe cheson, la cota – 13,70m, măsurată față de cota 0,00, reper-nivel NST în stratul portant de marnă nisipoasă cenușie tare.
- Racordarea cu terasamentul este realizată cu sferturi de con din zidărie.

Albia râului pe zona podului

Pe zona podului de la km 651+253, linia C.F. 300, Cluj-Oradea-Episcopia Bihor, albia râului Crișul Repede are un traseu drept.

În aval de tablierul metalic se constată existența în albia râului a unui prag de fund, a cărui stare este bună.

Conform datelor transmise de Administrația Bazinală de Apă, CRIȘURI, Oradea, debitul cu asigurarea de 1% pentru această secțiune este de $Q_{1\%}=1000,00\text{mc/sec}$, iar pentru asigurarea de 10% debitul este de $Q_{10\%}=540,00\text{mc/sec}$.

Constatări la culegerea datelor de pe teren

- Tabla striată de la trotuar este deteriorată și necesită înlocuire;
- Grinzile prezintă anumite zone unde stratul de protecție anticorozivă este exfoliat ceea ce a condus la apariția ruginii pe zonele respective;
- Aparatele de reazem mobile și fixe prezintă semne de rugină la nivelul plăcutelor;
- Banchetele de rezemare prezintă degradări ale betonului în zona aparatelor de reazem, atât la culei cât și la pile;
- Elevațiile infrastructurilor prezintă infiltrații și fisuri;

Prezența fenomenului de coroziune a elementelor tablierelor metalice se datorează, în special scurgerii substanțelor corozive din trenurile care circulă pe pod, dar și frecvenței vântului care aduce agenți corozivi.

Degradările betonului din infrastructură se datorează, în special infiltrației 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 și a rezultatelor cuprinse în breviarele anexate, se observă următoarele:

- Infrastructura existentă (culeele și pilele) s-a comportat satisfăcător în exploatare, dar sunt necesare lucrări de reparații ale acesteia. În cazul introducerii unor structuri cu calea pe balast sunt necesare lucrări de consolidare ale acesteia.
- Elementele componente ale suprastructurii metalice existente au fost verificate și s-a constatat că nici antretoazele nici lonjeronii nu se verifică la starea limită ultimă de oboseală;
- Din punct de vedere hidraulic secțiunea vie poate prelua debitul cu asigurarea de 1% de 1000mc/s .

CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

În urma analizării documentelor avute la dispoziție și a constatărilor făcute cu prilejul vizitei din perioada mai-iulie 2017 se pot formula următoarele concluzii:

- structura existentă a fost proiectată și executată în baza normelor vechi existente și nu mai corespunde din punct de vedere al condițiilor de exploatare;
- este necesară realizarea căii pe cuvă de balast;

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

- starea de degradare a podului existent este avansată;
 - starea de degradare a infrastructurilor (pile și culee) care reiese din perforările mecanice efectuate în cadrul Studiului Geotehnic din iulie 1996 este avansată;
- În continuare vor fi prezentate două soluții pentru exploatarea viitoare în condiții de maximă siguranță a podului.

Soluția 1

În această soluție, podul va fi consolidat astfel:

- se va repara tablierul metalic. Se recomandă să se utilizeze sablarea pentru curățarea suprafețelor metalice de murdărie, rugină și vopsea, atât pentru depistarea cu ușurință a defectelor, cât și pentru repararea acestora și realizarea ulterioară a unei protecții anticorozive. Se va organiza evidența defectelor depistate, astfel încât să se poată reconstitui tipul defectului (fisură, plagă, punct de rugină, nit distrus prin coroziune, etc.), poziția defectului pe elementul structural, poziția în structură a acestuia și aprecierea gravității efectului (reducerea secțiunii prin coroziune, prin fisurare, etc). Se va executa remedierea defectelor depistate la structura metalică conform specificațiilor din proiect și a caietului de sarcini. Se vor executa lucrări de consolidare la elementele de rezistență ale tablierului metalic pentru a corespunde convoiului de calcul actual;
- se vor curăța 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/umpleri ale rosturilor zidăriei elementelor de infrastructură existente cu mortare speciale;
- se vor reface elevațiile pilelor, ținând cont de starea de degradare precizată în cadrul Studiului Geotehnic din iulie 1996;
- se va reface hidroizolația și sistemul drenant din spatele culeelor;
- se vor reface terasamentele de la capetele podului și prismul de piatră spartă a căii;
- se vor curăța și repara/reface racordările cu terasamentele;
- se va curăța albia pe zona podului, precum și amonte și aval de pod.

Soluția 2

Soluția constă în dezafectarea podului existent și realizarea unui tablier nou cu calea în cuvă de balast, soluția de realizare și dimensiunile fiind stabilite de către proiectant, în funcție de rezultatele studiilor topo, geotehnice și hidraulice efectuate în amplasament și de condițiile tehnologice posibil de aplicat pentru executia noii structuri. În cazul în care, pentru noua soluție adoptată, elementele de infrastructură ale podului existent nu mai corespund, ele vor fi demolate, urmând a fi executate culee noi.

Adoptarea uneia dintre cele două soluții se va face în baza unor studii topografice și geotehnice efectuate în amplasament, pe baza unei analize cost-beneficiu bine fundamentate.

Având în vedere că adoptarea soluției 1 presupune lucrări complexe de reparații, atât la structura podului, la terasamente, cât și la albie și se apreciază că acestea depășesc 40% din valoarea unui pod nou și având în vedere faptul că pentru a corespunde noilor cerințe legate de deplasarea cu viteze mari trebuie realizată calea pe prism de piatră spartă, se recomandă adoptarea soluției 2.

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

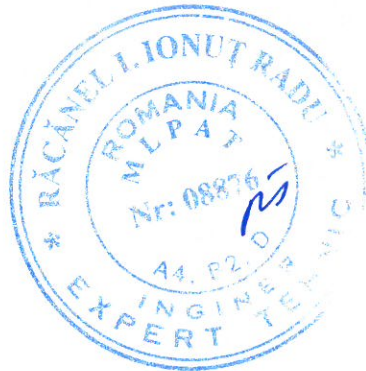
PUNEREA ÎN SIGURANȚĂ A STRUCTURII

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 deficiențe (fisuri, nituri/șuruburi slăbite, suduri degradate, zone cu coroziuni) se vor ține sub observație;
- se va asigura stabilitatea prismului de piatră spartă la capetele podului, inclusiv prin completarea cu piatră spartă;
- se va curăța albia, pentru asigurarea scurgerii apelor în regim normal și evitarea bălțirii/stagnării apelor în zona podului;
- se vor înlocui traversele necorespunzătoare;

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.

Redactat,
Ing. Andrei RADU



REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Numele și prenumele **Expertului Tehnic**
Dr. Ing. Ionuț Radu Răcănel
Conform registrului de evidență
Expert Tehnic Atestat A4, B2, D

Nr.10.4/036, Data: **Octombrie 2017**

Pod km 651+522 (P036)

Amplasamentul obiectivului expertizat
Pasajul inferior traversează o stradă.

Descrierea situației existente

Suprastructura podului este metalică, grinzi cu inimă plină, sudate. Călea este prinsă pe traverse de lemn.

Deschiderea teoretică a pasajului este de 14,35m, lumina (măsurată între fețele culeelor perpendicular pe acestea) este de 10,93m, iar înălțimea liberă variază între 4,66-4,77m.

Pe trotuarul dreapta al tablierului metalic (în senul de circulație) sunt pozate cabluri de TTR și SCB.

Culeele sunt realizate din beton, cu înălțimea elevației de circa 4,80m.

Poziția căii față de grinzi principale și declivitate: în curba, declivitate 5,50‰.

Poziția axei pasajului, în plan: oblic, la 60°.

Felul și lungimea contrașinelor: fier cornier și șină tip 49 (16+36=52m).

Numărul și tipul traverselor pe pod: 29 buc. traverse speciale 2,50x0,30x0,30.

Anul de construcție: 1972.

Pe parcursul lunilor mai, iunie, iulie 2017 s-a vizitat obiectivul pentru realizarea releveului, pentru confruntarea terenului cu datele puse la dispoziție de Beneficiar dar și pentru identificarea stării tehnice a elementelor structurale.

Călea pe pod

Călea este realizată din șină tip 65 pe firul I, respectiv tip 60 pe firul II, cu joante, fixată pe traverse de lemn, atât în linie curentă, cât și pe pod.

Trotuarele sunt realizate din tablă striată. Tabla este deteriorată și necesită înlocuire.

Parapetul pietonal atât pe firul I cât și pe firul II este realizat din profil cornier și are un aspect corespunzător.

Suprastructura podului

Suprastructura podului din grinzi metalice cu inimă plină sudate, cu călea jos. Lungimea totală a grinzilor principale este L=15,12m. Distanța între grinzi principale este de 4,80m. Acestea prezintă anumite zone unde stratul de protecție anticorozivă este exfoliat, inclusiv apariția ruginii pe zonele respective, în mod special în zonele de rezemare.

Panourile de contravântuire inferioare au deschiderea de 3,85m. Contravântuirile inferioare sunt realizate din profile cornier. Distanța între lonjeroni este de 1,50m.

Pe firele I și II, călea este prinsă pe traverse de lemn.

La data vizitării obiectivului s-a constatat că tablierul prezintă semne de exfoliere ale stratului de protecție anticorozivă pe anumite zone, cu apariția de rugină la talpa inferioară a grinzilor cu inimă plină și la nivelul contravântuirilor inferioare. Acest fapt a facilitat observarea unor eventuale fisuri și degradări ale elementelor metalice principale, cauzate de fenomenul de oboseală și de acțiunea substanțelor corozive provenite din scurgerea din vagoanele trenurilor.



• Grinzile principale (GP)

Grinzile principale ale tablierului sunt din grinzi cu inimă plină sudate. Lungimea totală a grinzilor principale este: $L = 15,12$ m. 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 inclusiv apariția ruginii pe zonele respective.

Aparatele de reazem existente sunt metalice turnate, cu următoarea distribuție: aparate de reazem mobile tip IIIA pe culeea Cluj Napoca și aparate de reazem fixe tip IIIA pe culeea Oradea. Aparatele de reazem mobile și fixe prezintă semne de rugină la nivelul plăcuțelor.

Consola de trotuar este fixată de inima grinzii principale prin intermediul unor gusee, la fiecare a doua rigidizare. La partea superioară a consolei există câte două profile pe care reazemă tablă striată a trotuarului.

• Antretoazele (A)

Antretoazele reprezintă cadrele transversale de solidarizare a grinzilor. Distanța între antretoaze este de 3,85m. Prinderea antretoazelor de grinzile principale este realizată cu nituri, prin intermediul guseelor amplasate în dreptul rigidizărilor verticale ale inimii.

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

• Lonjeronii (L)

Lonjeronii sunt alcătuiți din platbande sudate. Distanța între lonjeroni este de 1,50m. Talpa superioară și inferioară a lonjeronilor prezintă anumite zone unde stratul de protecție anticorozivă este exfoliat inclusiv apariția ruginii pe zonele respective.

Infrastructura podului

Suprastructura (tablierul) podului este așezată pe o infrastructură formată din două culee.

Elevația culeelor și a pilor este realizată din beton.

Zidurile de gardă ale culeelor sunt degradate, prezentând armătura vizibilă. Banchetele de rezemare prezintă degradări ale betonului în zona aparatelor de reazem. Elevațiile prezintă infiltrații și fisuri.

În conformitate cu datele puse la dispoziție de Beneficiar și Studiul Geotehnic (F35, DPH50), culeele sunt fundate direct, în stratul de pietriș și liant slab argilos.

Racordarea cu terasamentul este realizată cu aripi din beton.

Constatări la culegerea datelor de pe teren

- Tabla striată de la trotuar este deteriorată și necesită înlocuire;
- Grinzile prezintă anumite zone unde stratul de protecție anticorozivă este exfoliat inclusiv apariția ruginii pe zonele respective;
- Aparatele de reazem mobile și fixe prezintă semne de rugină la nivelul plăcuțelor;
- Antretoazele prezintă pete izolate de rugină, în zona îmbinărilor cu grinzile principale și în zona reazemelor;
- Talpa superioară și inferioară a lonjeronilor prezintă anumite zone unde stratul de protecție anticorozivă este exfoliat inclusiv apariția ruginii pe zonele respective;
- Banchetele de rezemare prezintă degradări ale betonului în zona aparatelor de reazem, atât la culei;
- Zidurile de gardă ale culeelor sunt degradate;
- Elevațiile prezintă infiltrații și fisuri;

Prezența fenomenului de coroziune a elementelor tablierelor metalice se datorează, în special scurgerii substanțelor corozive din trenurile care circulă pe pod, dar și frecvenței vântului care aduce agenți corozivi.

Degradările betonului din infrastructură se datorează, în special infiltrației 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 și a rezultatelor cuprinse în breviarele anexate, se observă următoarele:

- Infrastructura existentă (culeele) s-a comportat satisfăcător în exploatare, dar sunt necesare lucrări de reparații ale acesteia. În cazul introducerii unor structuri cu calea în cuvă de balast sunt necesare lucrări de consolidare ale acesteia.
- Elementele componente ale suprastructurii metalice existente au fost verificate și s-a constatat că nici antretoazele și nici lonjeronii nu se verifică la starea limită ultimă de oboseală;

CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

În urma analizării documentelor avute la dispoziție și a constatărilor făcute cu prilejul vizitei din perioada mai-iulie 2017 se pot formula următoarele concluzii:

- structura existentă a fost proiectată și executată în baza normelor vechi existente și nu mai corespunde din punct de vedere al condițiilor de exploatare;
- este necesară realizarea căii în cuvă de balast;
- starea de degradare a anumitor elemente ale podului existent datorită coroziunii este avansată;

În continuare vor fi prezentate două soluții pentru exploatarea viitoare în condiții de maximă siguranță a podului.

Soluția 1

În această soluție, podul va fi consolidat astfel:

- se va repara tablierul metalic. Se recomandă să se utilizeze sablarea pentru curățarea suprafețelor metalice de murdărie, rugină și vopsea, atât pentru depistarea cu ușurință a defectelor, cât și pentru repararea acestora și realizarea ulterioară a unei protecții anticorozive. Se va organiza evidența defectelor depistate, astfel încât să se poată reconstitui tipul defectului (fisură, plagă, punct de rugină, nit distrus prin coroziune, etc.), poziția defectului pe elementul structural, poziția în structură a acestuia și aprecierea gravității efectului (reducerea secțiunii prin coroziune, prin fisurare, etc). Se va executa remedierea defectelor depistate la structura metalică conform specificațiilor din proiect și a caietului de sarcini. Se vor executa lucrări de consolidare la elementele de rezistență ale tablierului metalic pentru a corespunde convoiului de calcul actual;
- 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 demola și reface toate elementele care se află într-un stadiu avansat de degradare;
- se vor realiza reparații ale elevațiilor/umpleri ale rosturilor zidăriei elementelor de infrastructură existente cu mortare speciale;
- se va reface hidroizolația și sistemul drenant din spatele culeelor;
- se vor reface terasamentele de la capetele podului și prismul de piatră spartă a 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;

Soluția 2

Soluția constă în dezafectarea podului existent și realizarea unui tablier nou cu calea în cuvă de balast, soluția de realizare și dimensiunile fiind stabilite de către proiectant, în funcție de rezultatele studiilor topografice și geotehnice efectuate în amplasament și de condițiile tehnologice posibil de aplicat pentru executia noii structuri. Pentru noua soluție adoptată, elementele de infrastructură ale podului existent nu mai corespund, ele vor fi demolate, urmând a fi executate culee noi.

Adoptarea uneia dintre cele două soluții se va face în baza unor studii topografice și geotehnice efectuate în amplasament, pe baza unei analize cost-beneficiu bine fundamentate.

Având în vedere că adoptarea soluției 1 presupune lucrări complexe de reparații, atât la suprastructura podului cât și la terasamente și se apreciază că acestea depășesc 40% din valoarea unui pod nou și având în vedere faptul că pentru a corespunde noilor cerințe legate de deplasarea cu viteze mari trebuie realizată calea pe prism de piatră spartă, se recomandă adoptarea soluției 2.

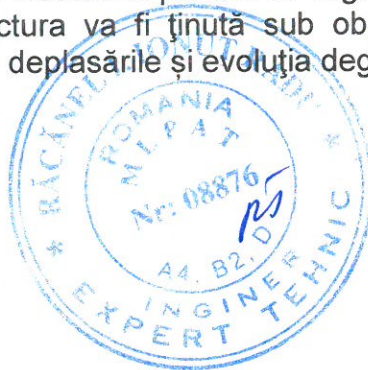
PUNEREA ÎN SIGURANȚĂ A STRUCTURII

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 deficiențe (fisuri, nituri/șuruburi slăbite, suduri degradate, zone cu coroziuni) se vor ține sub observație;
- se va asigura stabilitatea prismului de piatră spartă la capetele podului, inclusiv prin completarea cu piatră spartă;
- se vor înlocui traversele necorespunzătoare;
- se vor monta contrașine;

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.

Redactat,
Ing. Andrei RADU



Numele și prenumele **Expertului Tehnic**
Dr. Ing. Ionuț Radu Răcănel
Conform registrului de evidență
Expert Tehnic Atestat A4, B2, D

Nr.10.4/037, Data: **Octombrie 2017**

Pasaj inferior km 651+925 (P037)

Amplasamentul obiectivului expertizat

Acest pasaj traversează o stradă.

Descrierea situației existente

Releveul și expertiza tehnică au fost întocmite pe baza datelor puse la dispoziție de către Beneficiar prin fișa podului, precum și pe baza măsurătorilor efectuate cu ocazia vizitei în teren.

Suprastructura podului este alcătuită dintr-un tablier cu grinzi înglobate. Calea este prinsă pe traverse de beton pe prisma de piatră spartă.

În vecinătatea pasajului inferior se află pasajul rutier.

Lungimea totală a podului este de 16,00m, lumina (măsurată între fețele culeelor) este de 8,00m, iar înălțimea liberă (măsurată de la intradosul tablierului de beton până la nivelul străzii) este de 5,65m. Deschiderea teoretică este 9,00m.

Pe ambele trotuare ale tablierului sunt pozate cabluri de TTR și SCB.

Culeele sunt realizate din beton, cu înălțimea elevației de circa 4,50m.

Poziția căii față de grinzile principale și declivitate: sus, în aliniament, declivitate 0,00‰.

Poziția axei pasajului, în plan: în aliniament perpendiculară pe axa C.F.

Felul și lungimea contrașinelor: nu are nevoie.

Numărul și tipul traverselor pe pod: traverse normale.

Anul de construcție: 1891 RK în 1979.

Pe parcursul lunilor mai, iunie, iulie 2017 s-a vizitat obiectivul pentru realizarea releveului, pentru confruntarea terenului cu datele puse la dispoziție de Beneficiar dar și pentru identificarea stării tehnice a elementelor structurale.

Calea pe pod

Calea este realizată din șină tip 60 pe firul I, fixată pe traverse de beton, atât în linie curentă, cât și pe pod și respectiv tip 49 pe firul II;

Parapetul pietonal este realizat din corniere metalice. Parapetul necesită curățare, protecție și vopsire.

Suprastructura podului

Suprastructura podului este alcătuită dintr-un tablier cu grinzi înglobate.

La data vizitării obiectivului s-a constatat că la intradosul tablierului din beton există degradări importante ale betonului. Armătura este vizibilă, ruginită, există fisuri și infiltrații de apă, precum și desprinderi de beton. Hidroizolația este degradată. Coronamentul este de asemenea degradat.

Infrastructura podului

Suprastructura (tablierul) podului este așezată pe o infrastructură formată din două culei.

Elevația culeelor este alcătuită din piatră. Se constată infiltrații de apă în zona culeelor.

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

În conformitate cu stratificația prezentată în fișa podului, datele puse la dispoziție de Beneficiar și studiul geotehnic (F37), culeele sunt fondate direct, în stratul de umplură formată din argilă, nisip, pietriș și bolovăniș.

Racordarea cu terasamentele este realizată cu sferturi de con din moloane de piatră. Sferturile de con prezintă crăpături și burdușiri în proporție de 40%.

Constatări la culegerea datelor de pe teren

- Infiltrații de apă la elevațiile culeelor;
- Degradări importante ale betonului la intradosul tablierului: fisuri, desprinderi de beton, infiltrații de apă;
- Armătura este vizibilă, ruginită;
- Hidroizolația este degradată;
- Coronamentul este de asemenea degradat;
- Sferturile de con prezintă crăpături și burdușiri în proporție de 40%;

Degradările betonului din tablierul de beton se datorează, în special infiltrației 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 și a rezultatelor cuprinse în breviarele anexate, se observă următoarele:

- Infrastructura existentă (culeele) s-a comportat satisfăcător în exploatare, dar sunt necesare lucrări de reparații ale acesteia. În cazul introducerii unor structuri cu calea în cuvă de balast sunt necesare lucrări de consolidare ale acesteia.
- Suprastructura de beton cu grinzi înglobate prezintă degradări semnificative;

CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

În urma analizării documentelor avute la dispoziție și a constatărilor făcute cu prilejul vizitei din perioada mai-iulie 2017 se pot formula următoarele concluzii:

- structura existentă a fost proiectată și executată în baza normelor vechi existente și nu mai corespunde din punct de vedere al condițiilor de exploatare;
- starea de degradare a podului existent;

În continuare vor fi prezentate două soluții pentru exploatarea viitoare în condiții de maximă siguranță a podului.

Soluția 1

În această soluție, podul va fi consolidat astfel:

- se vor realiza reparații prin cămășuire cu beton ale suprafețelor degradate de la tablierul din beton, infrastructură, console de trotuar;
- se vor repara rosturile afectate de infiltrații de la suprastructură;
- se va reface hidroizolația pe pod;
- se va reface prismul de piatră spartă și se vor înlocui traversele necorespunzătoare;
- se vor reface drenurile din piatră brută din spatele culeelor;
- se vor curăța și repara racordările cu terasamentul;

Soluția 2

Această soluție presupune dezafectarea podului existent și înlocuirea acestuia cu un pod nou calea în cuvă de balast. Tipul, alcătuirea și dimensiunile noului pod se vor stabili de către proiectant, pe baza datelor avute la dispoziție.

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ– ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Adoptarea uneia dintre cele două soluții se va face în baza unor studii topografice și geotehnice efectuate în amplasament pe baza unei analize cost-beneficiu bine fundamentate.

Având în vedere starea de degradare avansată a podului existent, adoptarea soluției 1 presupune lucrări complexe de reparații, atât la suprastructura podului, cât și la terasamente, prin urmare aplicarea acestei soluții va conduce la costuri mai mari.

În consecință se recomandă adoptarea soluției 2.

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 asigura stabilitatea prismului de piatră spartă;
- se vor reface provizoriu racordările cu terasamentul;
- se vor înlocui traversele necorespunzătoare;

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.

Redactat,
Ing. Andrei RADU



Numele și prenumele **Expertului Tehnic**
Dr. Ing. Ionuț Radu Răcănel
Conform registrului de evidență
Expert Tehnic Atestat A4, B2, D

Nr.10.4/038, Data: **Octombrie 2017**

Pasaj inferior km 652+825 (P038)

Amplasamentul obiectivului expertizat

Acest pasaj traversează strada Gheorghe Doja.

Descrierea situației existente

Releveul și expertiza tehnică au fost întocmite pe baza datelor puse la dispoziție de către Beneficiar prin fișa podului, precum și pe baza măsurătorilor efectuate cu ocazia vizitei în teren.

Suprastructura podului este alcătuită dintr-un tablier din beton armat cu grinzi înglobate. Calea este prinsă pe traverse de beton pe prism de piatră spartă.

În vecinătatea pasajului inferior se afla pasajul rutier.

Lungimea totală a podului este de 13,00m, lumina (măsurată între fețele culeelor) este de 8,00m, iar înălțimea liberă (măsurată de la intradosul tablierului de beton până la nivelul străzii) este de 4,20m. Deschiderea teoretică este 8,60m.

Pe trotuarul din dreapta al tablierului (firul I) sunt pozate cabluri de TTR și SCB.

Culeele sunt realizate din beton, cu înălțimea elevației de circa 4,70m.

Poziția căii față de grinzile principale și declivitate: sus, în aliniament, declivitate 0,00‰.

Poziția axei pasajului, în plan: în aliniament perpendiculară pe axa C.F.

Felul și lungimea contrașinelor: nu are nevoie.

Numărul și tipul traverselor pe pod: traverse normale .

Anul de construcție: 1870.

Pe parcursul lunilor mai, iunie, iulie 2017 s-a vizitat obiectivul pentru realizarea releveului, pentru confruntarea terenului cu datele puse la dispoziție de Beneficiar dar și pentru identificarea stării tehnice a elementelor structurale.

Calea pe pod

Calea este realizată din șină tip 49 pe firul I și tip 60 pe firul II, fixată pe traverse de beton, atât în linie curentă, cât și pe pod.

Parapetul pietonal este realizat din corniere metalice. Parapetul necesită curățare, protecție și vopsire.

Suprastructura podului

Suprastructura podului este alcătuită dintr-un tablier de beton armat cu grinzi înglobate.

La data vizitării obiectivului s-a constatat că tablierul de beton prezintă, la intrados degradări importante. Armătura este vizibilă, ruginită, există fisuri și infiltrații de apă, precum și despinderi de beton. Hidroizolația este degradată.

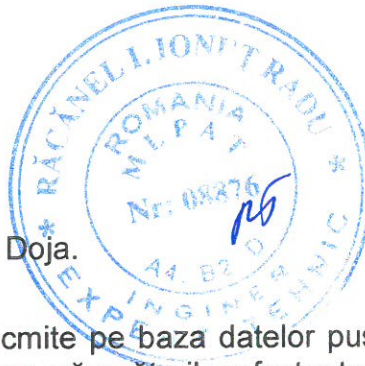
Infrastructura podului

Suprastructura (tablierul) podului este așezată pe infrastructuri formată din două culei.

Elevația culeelor este executată din piatră. Se constată infiltrații de apă în zona culeelor.

În vecinătatea tablierului se află un pasaj rutier.

În conformitate cu datele puse la dispoziție de Beneficiar în fișa podului și cu studiul geotehnic (F38, DPH56) culeele sunt fundate direct, în stratul de argilă nisipoasă, galbenă vârtoasă.



Racordarea cu terasamentele pe firul II este realizată cu sferturi de con din moloane de piatră.

Constatări la culegerea datelor de pe teren

- Infiltrații de apă la elevațiile culeelor;
- Degradări importante ale betonului la intradosul tablierului;
- Armătura este vizibilă, ruginită;
- Există fisuri și infiltrații de apă, precum și desprinderi de beton la intradosul tablierului.
- Hidroizolația este degradată.

Degradările betonului din tablierul de beton se datorează, în special infiltrației apei în fisurile mici, care, combinată cu ciclurile de îngheț-dezgeț a dus la mărirea fisurilor și la degradarea accentuată a betonului.

Din analiza stării tehnice și a rezultatelor cuprinse în breviarele anexate, se observă următoarele:

- Infrastructura existentă (culeele) s-a comportat satisfăcător în exploatare, dar sunt necesare lucrări de reparații ale acesteia.
- Suprastructura existentă (tablierul din beton cu grinzi înglobate) este degradată și necesită înlocuire.

CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

În urma analizării documentelor avute la dispoziție și a constatărilor făcute cu prilejul vizitei din perioada mai-iulie 2017 se pot formula următoarele concluzii:

- faptul că structura existentă a fost proiectată și executată în baza normelor vechi existente și nu mai corespunde din punct de vedere al condițiilor de exploatare;
- necesitatea realizării căii pe cuvă de balast;
- starea de degradare a podului existent;

În continuare vor fi prezentate două soluții pentru exploatarea viitoare în condiții de maximă siguranță a podului.

Soluția 1

În această soluție, podul va fi consolidat astfel:

- se vor realiza reparații prin cămășuire cu beton ale suprafețelor degradate de la tablier, infrastructură și consolele de trotuar;
- se vor repara rosturile afectate de infiltrații de la suprastructură;
- se va reface hidroizolația pe pod;
- se va reface prismul de piatră spartă și se vor înlocui traversele necorespunzătoare;
- se vor reface drenurile din piatră brută din spatele culeelor;
- se vor curăța și repara racordările cu terasamentele;

Soluția 2

Această soluție presupune dezafectarea podului existent și înlocuirea acestuia cu un pod nou cu calea în cuvă de balast. Tipul, alcătuirea și dimensiunile noului pod se vor stabili de către proiectant, pe baza datelor avute la dispoziție.

Adoptarea uneia dintre cele două soluții se va face în baza unor studii topografice și geotehnice efectuate în amplasament pe baza unei analize cost-beneficiu bine fundamentate.

Având în vedere starea de degradare avansată a podului existent, adoptarea soluției 1 presupune lucrări complexe de reparații, atât la structura podului, cât și la terasamente, prin urmare aplicarea acestei soluții va conduce la costuri mai mari.

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA - EPISCOPIA BIHOR”

În consecință se recomandă adoptarea soluției 2.

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 asigura stabilitatea prismului de piatră spartă;
- se vor reface provizoriu racordările cu terasamentul;
- se vor înlocui traversele necorespunzătoare;

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.

Redactat,
Ing. Andrei RADU





UNIUNEA EUROPEANĂ

COMPANIA NAȚIONALĂ
DE CĂI FERATE
CNCF „CFR” SA

EXPERTIZĂ TEHNICĂ PODURI

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ– ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Numele și prenumele **Expertului Tehnic**
Dr. Ing. Ionuț Radu Răcănel
Conform registrului de evidență
Expert Tehnic Atestat A4, B2, D

Nr.10.4/039, Data: Octombrie 2017

Pasaj inferior km 652+980 (P039)**Amplasamentul obiectivului expertizat**

Pasajul inferior traversează strada Spitalului, drumul orașenesc.

Descrierea situației existente

Releveul și expertiza tehnică au fost întocmite pe baza datelor puse la dispoziție de către Beneficiar prin fisa podului, precum și pe baza măsurărilor efectuate cu ocazia vizitei în teren.

Suprastructura podului este alcătuită din două tabliere metalice, grinzi cu inimă plină, sudate, cu calea jos. Calea este prinsă pe traverse de lemn.

Deschiderea teoretică a podului este de 20,00m, lumina (măsurată între fetele culeelor) este de 19,00m, lungimea totală este de 22,40m, iar înălțimea liberă este de 5,00m.

Pe ambele trotuare ale tablierului sunt pozate cabluri de TTR și SCB.

Culeele sunt realizate din beton, cu înălțimea elevației de circa 4,50m.

Poziția căii față de grinzile principale și declivitate: calea jos, în aliniament, declivitate 0,00‰.

Poziția axei pasajului în plan: în aliniament oblic față de axa C.F.

Felul și lungimea contrașinelor: 55 m

Numărul și tipul traverselor pe pod: 36 (fir I) +38 (fir II) traverse speciale 2,50x0,24x0,24.

Anul de construcție: 1972 (Fir I), 1870 (Fir II).

Pe parcursul lunilor mai, iunie, iulie 2017 s-a vizitat obiectivul pentru realizarea releveului, pentru confruntarea terenului cu datele puse la dispoziție de Beneficiar dar și pentru identificarea stării tehnice a elementelor structurale.

Calea pe pod

Calea este realizată din șină tip 49 pe firul I, respectiv tip 65 pe firul II, cu joante, fixată pe traverse de lemn, atât în linie curentă, cât și pe pod. Conform înregistrărilor din fisa podului întocmită de către secția L3 Oradea, pe pod există 36 de bucăți de traverse speciale pe firul I și 38 de bucăți traverse speciale pe firul II.

Trotuarele sunt realizate din tablă striată. Tabla este deteriorată și necesită înlocuire.

Parapetul pietonal este realizat din profil cornier și are un aspect corespunzător.

Suprastructura podului

Suprastructura podului este realizată din grinzi metalice cu inimă plină sudate pe firul I și nituite pe firul II, cu calea jos. Lungimea totală a grinzilor principale este L=20,40m. Distanța între grinzile principale este de 5,00m. Acestea prezintă anumite zone unde stratul de protecție anticorozivă este exfoliat, ceea ce a condus la apariția ruginii pe zonele respective, în mod special în zonele de rezemare.

Panourile de contravântuire inferioare au deschiderea de 3,70m. Contravântuirile inferioare sunt realizate din profile cornier. Distanța între lonjeroni este de 1,80m.

Pe firele I și II, calea este prinsă pe traverse de lemn.

La data vizitării obiectivului s-a constatat că tablierul prezintă semne de exfoliere ale stratului de protecție anticorozivă pe anumite zone, cu apariția de rugină la talpa inferioară a

grinzilor cu inimă plină și la nivelul contravânturilor inferioare. Acest fapt a facilitat observarea unor eventuale fisuri și degradări ale elementelor metalice principale, cauzate de fenomenul de oboseală și de acțiunea substanțelor corozive provenite din scurgerea din vagoanele trenurilor.

• Grinzile principale (GP)

Grinzile principale ale tablierului sunt grinzi cu inimă plină sudate pe firul I și nituite pe firul II. Lungimea totală a grinzilor principale este: $L=20,40\text{m}$. Pe zona centrală a deschiderii, atât talpa superioară cât și cea inferioară sunt realizate din câte două platbande sudate. Grinzile prezintă anumite zone unde stratul de protecție anticorozivă este exfoliat, ceea ce a condus la apariția ruginii pe zonele respective.

Aparatele de reazem existente sunt aparate metalice turnate, cu următoarea distribuție: aparate de reazem fixe tip IIIA pe culeea Cluj-Napoca și aparate de reazem mobile tip IIIA pe culeea Oradea. Aparatele de reazem mobile și fixe prezintă semne de rugină la nivelul plăcutelor.

Consola de trotuar este fixată de inima grinzii principale prin intermediul unor gusee, la fiecare a doua rigidizare. La partea superioară a consolei există două profile pe care reazemă ulterior tabla striată a trotuarului.

• Antretoazele (A)

Antretoazele reprezintă cadrele transversale de solidarizare a grinzilor. Prinderea antretoazelor de grinzile principale este realizată cu nituri, prin intermediul guseelor amplasate în dreptul rigidizărilor verticale ale inimii.

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

• Lonjeronii (L)

Lonjeronii sunt alcătuiți din platbande sudate. Talpa superioară și inferioară a lonjeronilor prezintă anumite zone unde stratul de protecție anticorozivă este exfoliat, ceea ce a condus la apariția ruginii pe zonele respective.

Infrastructura podului

Suprastructura (tablierul) podului este așezat pe infrastructură formate din culee.

Elevația culeelor și a pilelor este realizată din piatră.

Zidurile de gardă ale culeelor sunt degradate, prezentând armătură vizibilă. Banchetele de rezemare prezintă degradări în zona aparatelor de reazem.

În conformitate cu studiul geotehnic vechi și datele puse la dispoziție de Beneficiar, culeele sunt fundate direct, în stratul portant de argilă nisipoasă, galbenă, vârtoasă.

Racordarea cu terasamentul este realizată cu aripi din beton. Între culeele cele două tabliere racordarea se face prin intermediul unui zid de sprijin din beton.

Constatări la culegerea datelor de pe teren

- Tabla striată de la trotuar este deteriorată și necesită înlocuire;
- Grinzile prezintă anumite zone unde stratul de protecție anticorozivă este exfoliat, ceea ce a condus la apariția ruginii pe zonele respective;
- Aparatele de reazem mobile și fixe prezintă semne de rugină la nivelul plăcutelor;
- Antretoazele prezintă pete de rugină, în zona îmbinărilor cu grinzile principale și în zona reazemelor;
- Banchetele de rezemare prezintă degradări ale betonului în zona aparatelor de reazem;

Prezența fenomenului de coroziune a elementelor tablierelor metalice se datorează, în special scurgerii substanțelor corozive din trenurile care circulă pe pod, dar și frecvenței vântului care aduce agenți corozivi.

Degradările la infrastructură se datorează, în special infiltrației apei în fisurile mici, care, combinata cu ciclurile de îngheț-dezghet a dus la mărirea fisurilor și la degradarea accentuată a betonului.

Din analiza stării tehnice și a rezultatelor cuprinse în breviarele anexate, se observă următoarele:

- Infrastructura existentă (culeele) podului s-a comportat satisfăcător în exploatare, dar sunt necesare lucrări de reparații ale acestora. În cazul introducerii unor structuri cu calea în cuvă de balast sunt necesare lucrări de consolidare ale acestora.
- Elementele componente ale suprastructurii metalice existente au fost verificate și s-a constatat că nici antretoazele, nici lonjeronii nu se verifică la starea limită ultimă de oboseală.

CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

În urma analizării documentelor avute la dispoziție și a constatărilor făcute cu prilejul vizitei din perioada mai-iulie 2017 se pot formula următoarele concluzii:

- structura existentă a fost proiectată și executată în baza normelor vechi existente și nu mai corespunde din punct de vedere al condițiilor de exploatare;
- este necesară realizarea căii pe cuvă de balast;
- starea de degradare a anumitor elemente ale podului existent datorită coroziunii este avansată;

În continuare vor fi prezentate două soluții pentru exploatarea viitoare în condiții de maximă siguranță a podului.

Soluția 1

În această soluție, podul va fi consolidat astfel:

- se va repara tablierul metalic. Se recomandă să se utilizeze sablarea pentru curățarea suprafețelor metalice de murdărie, rugină și vopsea, atât pentru depistarea cu ușurință a defectelor, cât și pentru repararea acestora și realizarea ulterioară a unei protecții anticoroziive. Se va organiza evidența defectelor depistate, astfel încât să se poată reconstitui tipul defectului (fisură, plagă, punct de rugină, nit distrus prin coroziune, etc.), poziția defectului pe elementul structural, poziția în structură a acestuia și aprecierea gravității efectului (reducerea secțiunii prin coroziune, prin fisurare, etc). Se va executa remedierea defectelor depistate la structura metalică conform specificațiilor din proiect și a caietului de sarcini. Se vor executa lucrări de consolidare la elementele de rezistență ale tablierului metalic pentru a corespunde convoiului de calcul actual;
- 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 demola și reface toate elementele care se află într-un stadiu avansat de degradare;
- se vor realiza reparații ale elevațiilor/umpleri ale rosturilor zidăriei elementelor de infrastructură existente cu mortare speciale;
- se va reface hidroizolația și sistemul drenant din spatele culeelor;
- se vor reface terasamentele de la capetele podului și prisma de piatră spartă a căii;
- se vor curăța de vegetație și repara/reface racordările cu terasamentele;

Soluția 2

Soluția constă în dezafectarea podului existent și realizarea unui tablier nou cu calea în cuvă de balast, soluția de realizare și dimensiunile fiind stabilite de către proiectant, în funcție de rezultatele studiilor topografice, geotehnice și hidraulice efectuate în amplasament și de condițiile tehnologice posibil de aplicat pentru executia noii structuri. În cazul în care, pentru noua soluție adoptată, elementele de infrastructură ale podului existent nu mai corespund, ele vor fi demolate, urmând a fi executate culee noi.

Adoptarea uneia dintre cele două soluții se va face în baza unor studii topografice și geotehnice efectuate în amplasament, pe baza unei analize cost-beneficiu bine fundamentate.

Având în vedere că adoptarea soluției 1 presupune lucrări complexe de reparații, atât la structura podului, cât și la terasamente și se apreciază că acestea depășesc 40% din valoarea unui pod nou și având în vedere faptul că pentru a corespunde noilor cerințe legate de deplasarea cu viteze mari trebuie realizată calea pe prism de piatră spartă, se recomandă adoptarea soluției 2.

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 deficiențe (fisuri, nituri/șuruburi slăbite, suduri degradate, zone cu coroziuni) se vor ține sub observație;
- se va asigura stabilitatea prismului de piatră spartă la capetele podului, inclusiv prin completarea cu piatră spartă;
- se vor înlocui traversele necorespunzătoare;

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.

Redactat,
Ing. Andrei RADU



Numele și prenumele **Expertului Tehnic**
Dr. Ing. Ionuț Radu Răcănel
Conform registrului de evidență
Expert Tehnic Atestat A4, B2, D

Nr.10.4/040, Data: **Octombrie 2017**

Pasaj inferior km 656+256 (P040)

Amplasamentul obiectivului expertizat
Pasajul inferior traversează DN19.

Descrierea situației existente

Releveul și expertiza tehnică au fost întocmite pe baza datelor puse la dispoziție de către Beneficiar prin fișa podului, precum și pe baza măsurărilor efectuate cu ocazia vizitei în teren.

Suprastructura podului este alcătuită din două tabliere metalice, grinzi cu inimă plină, cu calea jos, sudate. Calea este prinsă pe traverse de lemn.

Deschiderea teoretică a podului este de 30,00m, lumina (măsurată între fetele culeelor perpendicular pe acestea) este de 19,55m, iar înălțimea liberă este de 4,95m.

Culeele sunt realizate din beton, cu înălțimea elevației de circa 3,80m.

Poziția căii față de grinziile principale și declivitate: calea jos, în aliniament, declivitate 5,00‰.

Poziția axei pasajului în plan: în aliniament, oblic la 55° față de axa C.F.

Felul și lungimea contrașinelor: șină tip 49, 33 m pe terasament; profil cornier pe pod 30m;

Numărul și tipul traverselor pe pod: 57 (fir I)+58 (fir II) traverse speciale 2,50x0,24x0,24. Anul de construcție: aproximativ 1981.

Pe parcursul lunilor mai, iunie, iulie 2017 s-a vizitat obiectivul pentru realizarea releveului, pentru confruntarea terenului cu datele puse la dispoziție de Beneficiar dar și pentru identificarea stării tehnice a elementelor structurale.

Calea pe pod

Calea este realizată din șină tip 49, fixată pe traverse de lemn, atât în linie curentă, cât și pe pod. Conform înregistrărilor din fișa podului întocmită de către secția L5 Oradea, pe pod exista 57 de bucăți de traverse speciale pe firul I și 58 de bucăți traverse speciale pe firul II.

Trotuarele sunt realizate din tablă striată. Tabla este deteriorată și necesită înlocuire.

Parapetul pietonal este realizat din profil cornier și necesită curățare, protecție și vopsire.

Suprastructura podului

Suprastructura podului este realizată din grinzi metalice cu inimă plină sudate cu calea jos. Grinzile cu inimă plină prezintă anumite zone unde stratul de protecție anticorozivă este exfoliat, inclusiv apariția ruginii pe zonele respective, în mod special în zonele de rezemare.

Panourile de contravântuire inferioare au deschiderea de 4,15m. Contravântuirile inferioare sunt realizate din profile cornier. Distanța între lonjeroni este de 1,60m pe firul I și 1,60m pe firul II.

Pe firele I și II, calea este prinsă pe traverse de lemn.

La data vizitării obiectivului s-a constatat că tablăria prezintă semne de exfoliere ale stratului de protecție anticorozivă pe anumite zone, cu apariția de rugină la talpa inferioară a grinzilor cu inimă plină și la nivelul contravântuirilor inferioare. Acest fapt a facilitat observarea

unor eventuale fisuri și degradări ale elementelor metalice principale, cauzate de fenomenul de oboseală și de acțiunea substanțelor corozive provenite din scurgerea din vagoanele trenurilor.

- **Grinzile principale (GP)**

Grinzile principale ale tablierului sunt realizate din grinzi cu inimă plină sudate. Grinzile prezintă anumite zone unde stratul de protecție anticorozivă este exfoliat, inclusiv apariția ruginii pe zonele respective.

Aparatele de reazem existente sunt aparate metalice turnate, cu următoarea distribuție: aparate de reazem mobile tip IVA pe culeea Oradea și aparate de reazem fixe tip IVA pe culeea Episcopia Bihor. Aparatele de reazem mobile și fixe prezintă semne de rugină la nivelul plăcutelor.

Consola de trotuar este fixată de inima grinzii principale prin intermediul unor gusee, la fiecare a doua rigidizare.

- **Antretoazele (A)**

Antretoazele reprezintă cadrele transversale de solidarizare a grinzilor. Prinderea antretoazelor de grinzile principale este realizată prin intermediul guseelor, amplasate în dreptul rigidizărilor verticale ale inimii.

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

- **Lonjeronii (L)**

Lonjeronii sunt alcătuiți din platbande sudate. Talpa inferioară a lonjeronilor prezintă anumite zone unde stratul de protecție anticorozivă este exfoliat inclusiv apariția ruginii pe zonele respective.

Infrastructura podului

Suprastructura (tablierul) podului este așezată pe infrastructuri formate din culee.

Elevația culeelor este realizată din beton. Banchetele de rezemare prezintă degradări în zona aparatelor de reazem și sunt acoperite cu mușchi pe anumite porțiuni, la culeea Episcopia Bihor.

În conformitate cu datele puse la dispoziție de Beneficiar și studiul geotehnic (F41, DPH52), culeele sunt fundate direct, în stratul de argilă cafenie, slab nisipoasă, plastic-vârtoasă.

Racordarea cu terasamentele este realizată cu aripi din beton.

Constatări la culegerea datelor de pe teren

- Tabla striată de la trotuar este deteriorată și necesită înlocuire;
- Grinzile prezintă anumite zone unde stratul de protecție anticorozivă este exfoliat, inclusiv apariția ruginii pe zonele respective;
- Antretoazele prezintă pete izolate de rugină, în zona îmbinărilor cu grinzile principale și în zona reazemelor;
- Talpa inferioară a lonjeronilor prezintă anumite zone unde stratul de protecție anticorozivă este exfoliat inclusiv apariția ruginii pe zonele respective;
- Aparatele de reazem mobile și fixe prezintă semne de rugină la nivelul plăcutelor;
- Banchetele de rezemare prezintă degradări ale betonului în zona aparatelor de reazem;

Prezența fenomenului de coroziune a elementelor tablierelor metalice se datorează, în special scurgerii substanțelor corozive din trenurile care circulă pe pod, dar și frecvenței vântului care aduce agenți corozivi.

Degradările la infrastructură se datorează, în special infiltrației apei în fisurile mici, care, combinată cu ciclurile de îngheț-dezgeț a dus la mărirea fisurilor și la degradarea accentuată a betonului.

Din analiza stării tehnice și a rezultatelor cuprinse în breviarele anexate, se observă următoarele:

- Infrastructura existentă (culeele) s-a comportat satisfăcător în exploatare, dar sunt necesare lucrări de reparații ale acestora. În cazul introducerii unor structuri cu calea pe balast sunt necesare lucrări de consolidare ale acestora.
- Elementele componente ale suprastructurii metalice existente au fost verificate.

CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

În urma analizării documentelor avute la dispoziție și a constatărilor făcute cu prilejul vizitei din perioada mai-iulie 2017 se pot formula următoarele concluzii:

- structura existentă a fost proiectată și executată în baza normelor vechi existente și nu mai corespunde din punct de vedere al condițiilor de exploatare;
- este necesară realizarea căii pe cuvă de balast;
- starea de degradare a anumitor elemente ale podului existent datorită coroziunii este avansată;

În continuare vor fi prezentate două soluții pentru exploatarea viitoare în condiții de maximă siguranță a podului.

Soluția 1

În această soluție, podul va fi consolidat astfel:

- se va repara tablierul metalic. Se recomandă să se utilizeze sablarea pentru curățarea suprafețelor metalice de murdărie, rugină și vopsea, atât pentru depistarea cu ușurință a defectelor, cât și pentru repararea acestora și realizarea ulterioară a unei protecții anticorozive. Se va organiza evidența defectelor depistate, astfel încât să se poată reconstitui tipul defectului (fisură, plagă, punct de rugină, nit distrus prin coroziune, etc.), poziția defectului pe elementul structural, poziția în structură a acestuia și aprecierea gravității efectului (reducerea secțiunii prin coroziune, prin fisurare, etc). Se va executa remedierea defectelor depistate la structura metalică conform specificațiilor din proiect și a caietului de sarcini. Se vor executa lucrări de consolidare la elementele de rezistență ale tablierului metalic pentru a corespunde convoiului de calcul actual;
- 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 demola și reface toate elementele care se află într-un stadiu avansat de degradare;
- se vor realiza reparații ale elevațiilor/umpleri ale rosturilor zidăriei elementelor de infrastructură existente cu mortare speciale;
- se va reface hidroizolația și sistemul drenant din spatele culeelor;
- se vor reface terasamentele de la capetele podului și prismul de piatră spartă a 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;

Soluția 2

Soluția constă în dezafectarea podului existent și realizarea unui tablier nou cu calea în cuvă de balast, soluția de realizare și dimensiunile fiind stabilite de către proiectant, în funcție de rezultatele studiilor topografice și geotehnice efectuate în amplasament și de condițiile tehnologice posibil de aplicat pentru executia noii structuri. În cazul în care, pentru noua soluție adoptată, elementele de infrastructură ale podului existent nu mai corespund, ele vor fi demolate, urmând a fi executate culee noi.

Adoptarea uneia dintre cele două soluții se va face în baza unor studii topografice și geotehnice efectuate în amplasament, pe baza unei analize cost-beneficiu bine fundamentate.

Având în vedere că adoptarea soluției 1 presupune lucrări complexe de reparații, atât la structura podului, cât și la terasamente și se apreciază că acestea depășesc 40% din valoarea unui pod nou și având în vedere faptul că pentru a corespunde noilor cerințe legate de deplasarea cu viteze mari trebuie realizată calea pe prism de piatră spartă, se recomandă adoptarea soluției 2.

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 deficiențe (fisuri, nituri/șuruburi slăbite, suduri degradate, zone cu coroziuni) se vor ține sub observație;
- se va asigura stabilitatea prismului de piatră spartă la capetele podului, inclusiv prin completarea cu piatră spartă;
- se vor înlocui traversele necorespunzătoare;

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.

Redactat,
Ing. Andrei RADU



Numele și prenumele **Expertului Tehnic**
Dr. Ing. Ionuț Radu Răcănel
Conform registrului de evidență
Expert Tehnic Atestat A4, B2, D

Nr.10.4/041, Data: **Octombrie 2017**

Pasaj inferior km 657+656 (P041)

Amplasamentul obiectivului expertizat

Pasajul inferior traversează un drum de țară.

Descrierea situației existente

Relevoul și expertiza tehnică au fost întocmite pe baza datelor puse la dispoziție de către Beneficiar prin fișa podului, precum și pe baza măsurătorilor efectuate cu ocazia vizitei în teren.

Suprastructura podului este alcătuită din două tabliere metalice, grinzi cu inimă plină, cu calea sus, sudate. Calea este prinsă pe traverse de lemn.

Deschiderea teoretică a podului este de 15,00m, lumina (măsurată între fetele culeelor) este de 13,40m, lungimea totală este de 20,90m, iar înălțimea liberă este de 5,02m.

Pe ambele trotuare ale tablierului sunt pozate cabluri.

Culeele sunt realizate din beton, cu înălțimea elevației de circa 5,00m.

Poziția căii față de grinzile principale și declivitate: calea sus, în aliniament, declivitate 5,00‰.

Poziția axei pasajului în plan: în aliniament, normal pe axa C.F.

Felul și lungimea contrașinelor: șină tip 49, 33 m pe terasament; profil cornier pe pod 15,70m;

Numărul și tipul traverselor pe pod: 27 de bucăți traverse speciale 2,50x0,24x0,24.

Anul de construcție: 1981.

Pe parcursul lunilor mai, iunie, iulie 2017 s-a vizitat obiectivul pentru realizarea relevoului, pentru confruntarea terenului cu datele puse la dispoziție de Beneficiar dar și pentru identificarea stării tehnice a elementelor structurale.

Calea pe pod

Calea este realizată din șină tip 49, fixată pe traverse de lemn, atât în linie curentă, cât și pe pod. Conform înregistrărilor din fișa podului întocmită de către secția L4 Oradea, pe pod există 27 de bucăți de traverse speciale.

Trotuarele sunt realizate din tablă striată. Tabla este deteriorată și necesită înlocuire.

Parapetul pietonal este realizat din profil cornier și necesită curățare, protecție și vopsire.

Suprastructura podului

Suprastructura podului este realizată din grinzi metalice cu inimă plină sudate cu calea sus. Distanța între grinzile tablierului este de 1,80m. Grinzile cu inimă plină prezintă anumite zone unde stratul de protecție anticorozivă este exfoliat, inclusiv apariția ruginii pe zonele respective, în mod special în zonele de rezemare.

Panourile de contravântuire inferioare au deschiderea de 3,95m.

Pe firele I și II, calea este prinsă pe traverse de lemn.

La data vizitării obiectivului s-a constatat că tablierul prezintă semne de exfoliere ale stratului de protecție anticorozivă pe anumite zone, cu apariția de rugină la talpa inferioară a grinzilor cu inimă plină și la nivelul antretoazelor și lonjeronilor. Acest fapt a facilitat observarea



UNIUNEA EUROPEANĂ



COMPANIA NAȚIONALĂ
DE CĂI FERATE
CNCF „CFR” SA

EXPERTIZĂ TEHNICĂ PODURI

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

unor eventuale fisuri și degradări ale elementelor metalice principale, cauzate de fenomenul de oboseală și de acțiunea substanțelor corozive provenite din scurgerea din vagoanele trenurilor.

• Grinzile principale (GP)

Grinzile principale ale tablierului sunt realizate din grinzi cu inimă plină sudate. Talpa superioară a grinzilor este alcătuită din cate 3 platbande. Grinzile prezintă anumite zone unde stratul de protecție anticorozivă este exfoliat, ceea ce a condus la apariția ruginii pe zonele respective.

Aparatele de reazem existente sunt aparate metalice turnate, cu următoarea distribuție: aparate de reazem mobile tip IIIA pe culeea Oradea și aparate de reazem fixe tip IIIA pe culeea Episcopia Bihor. Aparatele de reazem mobile și fixe prezintă semne de rugină la nivelul plăcuțelor.

Consola de trotuar este fixată de inima grinzii principale prin intermediul unor gusee, la fiecare a treia rigidizare.

• Antretoazele (A)

Antretoazele reprezintă cadrele transversale de solidarizare a grinzilor. Ele sunt realizate din profile cornier.

Prinderea antretoazelor de grinzile principale este realizată prin intermediul guseelor, amplasate în dreptul rigidizărilor verticale ale inimii.

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

Infrastructura podului

Suprastructura (tablierul) podului este așezată pe infrastructuri formate din culee.

Elevația culeelor este realizată din beton. Banchetele de rezemare prezintă degradări în zona aparatelor de reazem.

În conformitate cu datele puse la dispoziție de Beneficiar și cu Studiul Geotehnic (F42, DPH54), culeele sunt fundate direct, în stratul portant de pietriș mic și mare cu bolovănis cu nisip mic, saturat îndesat.

Racordările cu terasamentele sunt realizate cu aripi din beton.

Constatări la culegerea datelor de pe teren

- Tabla striată de la trotuar este deteriorată și necesită înlocuire;
- Grinzile prezintă anumite zone unde stratul de protecție anticorozivă este exfoliat, inclusiv apariția ruginii pe zonele respective;
- Antretoazele prezintă pete izolate de rugină, în zona îmbinărilor cu grinzile principale și în zona reazemelor;
- Aparatele de reazem mobile și fixe prezintă semne de rugină la nivelul plăcuțelor;
- Banchetele de rezemare prezintă degradări ale betonului în zona aparatelor de reazem;

Prezența fenomenului de coroziune a elementelor tablierelor metalice se datorează, în special scurgerii substanțelor corozive din trenurile care circulă pe pod, dar și frecvenței vântului care aduce agenți corozivi.

Degradările la infrastructură se datorează, în special infiltrației apei în fisurile mici, care, combinată cu ciclurile de îngheț-dezghet a dus la mărirea fisurilor și la degradarea accentuată a betonului.

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ- ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Din analiza stării tehnice și a rezultatelor cuprinse în brevierele anexate, se observă următoarele:

- Infrastructura existentă (culeele) s-a comportat satisfăcător în exploatare, dar sunt necesare lucrări de reparații ale acesteia. În cazul introducerii unor structuri cu calea pe balast sunt necesare lucrări de consolidare ale acesteia.
- Elementele componente ale suprastructurii metalice existente au fost verificate;

CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

În urma analizării documentelor avute la dispoziție și a constatărilor făcute cu prilejul vizitei din perioada mai-iulie 2017 se pot formula următoarele concluzii:

- structura existentă a fost proiectată și executată în baza normelor vechi existente și nu mai corespunde din punct de vedere al condițiilor de exploatare;
- este necesară realizarea căii pe cuvă de balast;
- starea de degradare a anumitor elemente ale podului existent datorită coroziunii este avansată;

În continuare vor fi prezentate două soluții pentru exploatarea viitoare în condiții de maximă siguranță a podului.

Soluția 1

În această soluție, podul va fi consolidat astfel:

- se va repara tablierul metalic. Se recomandă să se utilizeze sablarea pentru curățarea suprafețelor metalice de murdărie, rugină și vopsea, atât pentru depistarea cu ușurință a defectelor, cât și pentru repararea acestora și realizarea ulterioară a unei protecții anticorozive. Se va organiza evidența defectelor depistate, astfel încât să se poată reconstitui tipul defectului (fisură, plagă, punct de rugină, nit distrus prin coroziune, etc.), poziția defectului pe elementul structural, poziția în structură a acestuia și aprecierea gravității efectului (reducerea secțiunii prin coroziune, prin fisurare, etc). Se va executa remedierea defectelor depistate la structura metalică conform specificațiilor din proiect și a caietului de sarcini. Se vor executa lucrări de consolidare la elementele de rezistență ale tablierului metalic pentru a corespunde convoiului de calcul actual;
- 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 demola și reface toate elementele care se află într-un stadiu avansat de degradare;
- se vor realiza reparații ale elevațiilor/umpleri ale rosturilor zidăriei elementelor de infrastructură existente cu mortare speciale;
- se va reface hidroizolația și sistemul drenant din spatele culeelor;
- se vor reface terasamentele de la capetele podului și prismul de piatră spartă a căii;
- se vor înlocui traversele necorespunzătoare atât pe zona podului cât și pe zona terasamentului
- se vor curăța de vegetație și se vor repara/reface racordările cu terasamentele;
- se vor curăța /înlocui elementele trotuarului;

Soluția 2

Soluția constă în dezafectarea podului existent și realizarea unui tablier nou cu calea în cuvă de balast, soluția de realizare și dimensiunile fiind stabilite de către proiectant, în funcție de rezultatele studiilor topografice și geotehnice efectuate în amplasament și de condițiile tehnologice posibil de aplicat pentru executia noii structuri. În cazul în care, pentru noua soluție adoptată, elementele de infrastructură ale podului existent nu mai corespund, ele vor fi demolate, urmând a fi executate culee noi.

Adoptarea uneia dintre cele două soluții se va face în baza unor studii topografice și geotehnice efectuate în amplasament, pe baza unei analize cost-beneficiu bine fundamentate.

Având în vedere că adoptarea soluției 1 presupune lucrări complexe de reparații, atât la structura podului, cât și la terasamente și se apreciază că acestea depășesc 40% din valoarea unui pod nou și având în vedere faptul că pentru a corespunde noilor cerințe legate de deplasarea cu viteze mari trebuie realizată calea pe prism de piatră spartă, se recomandă adoptarea soluției 2.

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 deficiențe (fisuri, nituri/șuruburi slăbite, suduri degradate, zone cu coroziuni) se vor ține sub observație;
- se va asigura stabilitatea prismului de piatră spartă la capetele podului, inclusiv prin completarea cu piatră spartă;
- se vor înlocui traversele necorespunzătoare;

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.

Redactat,
Ing. Andrei RADU



EXPERTIZE TEHNICE PODURI JUDEȚUL BIHOR ANEXA I – FOTOGRAFII

*Reactualizare Studiu de Fezabilitate pentru
„Electrificarea și reabilitarea liniei de cale ferată
Cluj – Oradea - Episcopia Bihor”*



ACCIONA INGENIERIA

Strada Gheorghe Lazăr nr. 2 etaj 1 sector 1 București

Tel: 021.211.08.08 Fax: 021.211.08.15

E-mail: office@acciona-ingenieria.ro

Asocierea
ACCIONA Ingenieria S.A.
-
S.C. BAICONS Impex S.R.L.



BAICONS IMPEX

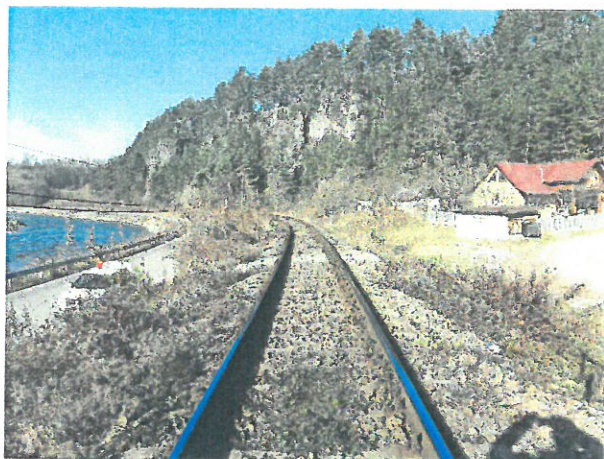
PROIECTARE ȘI CONSULTANȚĂ ÎN CONSTRUCȚII

Strada Zambilelor nr. 6 bloc 60 sector 2 București

Tel: 021.242.67.98 Fax: 021.210.90.08

E-mail: office@baicons.ro

Pod km 593+149 (P021)



1.Calea și tipul traverselor



2.Calea și tipul traverselor pe Firul II



3.Vedere intrados dală de beton



4. Vedere intrados dală de beton



5.Elevație culee Cluj Napoca



6. Elevație culee Oradea

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



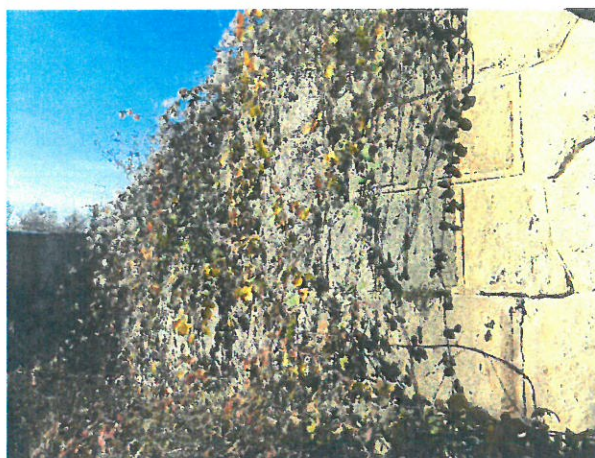
7. Elevație dală de beton Amonte



8. Elevație dală de beton Aval



9. Aripă de beton culee Oradea, Amonte



10. Aripă de beton culee Oradea, Aval



11. Aripă de beton culee Cluj Napoca, Aval



12. Vedere albie Amonte

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



13.Vedere albie sub pod



14.Vedere albie Aval

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Pod km 595+022 (P022)



1.Calea și tipul traverselor pe Firul I



2.Calea și tipul traverselor pe Firul I



3.Parapet de beton, în Amonte



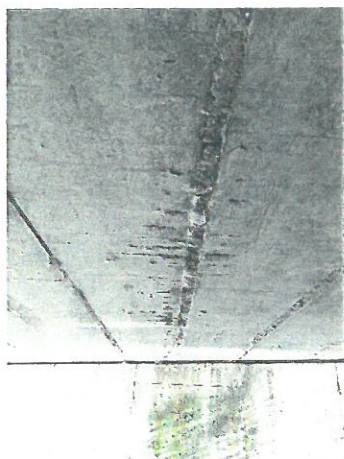
4.Parapet de beton, în Aval



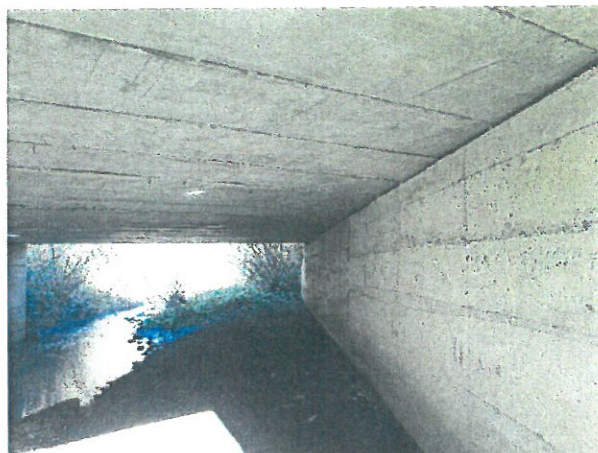
5.Elevație pod, în Aval



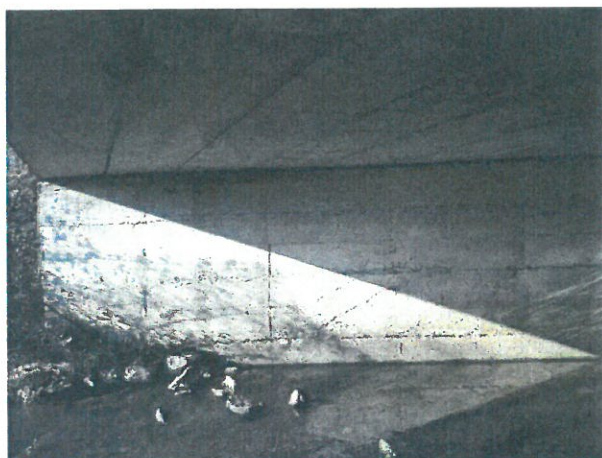
6. Elevație pod, în Amonte



7.Vedere intrados tablier



8.Elevație Culee Cluj Napoca



9.Elevație Culee Oradea



10. Elevație Culee Oradea



11.Taluz pereiat Culee Cluj Napoca, în Amonte



12. Aripă de beton Culee Oradea, în Amonte

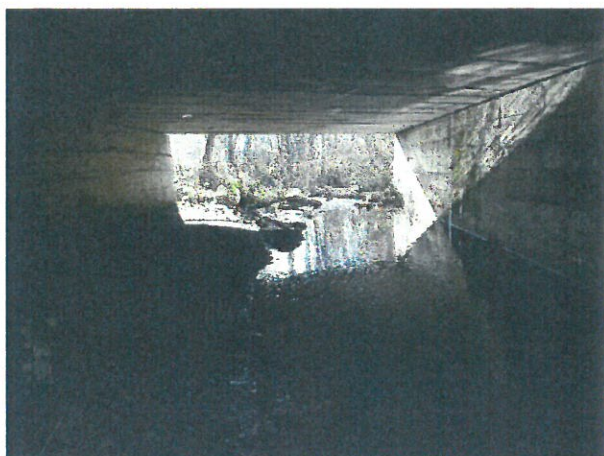
REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



13.Sfert de con Culee Cluj Napoca, în Aval



14.Vedere albie Aval



15.Vedere albie sub pod



16.Vedere albie Amonte

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Pod km 605+859 (P023)



1. Calea, tipul traverselor și contrașinei pe Pod



2. Calea, tipul traverselor și contrașinei pe Pod



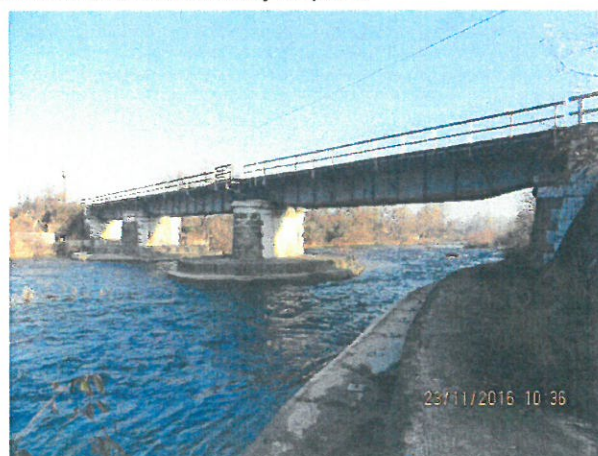
3. Calea, tipul traverselor și contrașinei pe Pod și terasament, Culeea Oradea



4. Calea, tipul traverselor și contrașinei pe Pod și terasament, Culeea Cluj Napoca



5. Elevație pod, în Aval



6. Elevație pod, în Amonte

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



7.Vedere intrados tablier G.I.P.C.S.N. L=19.40m



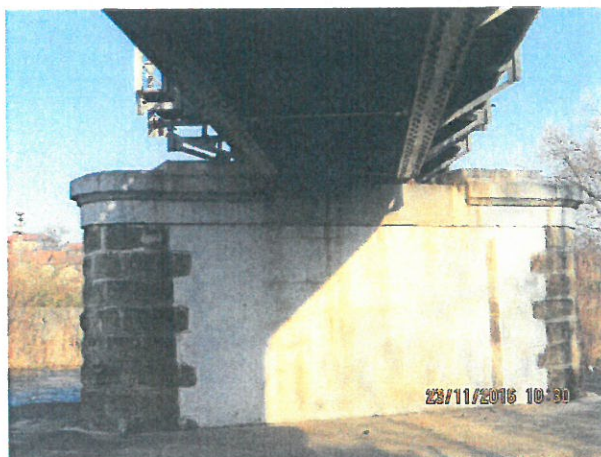
8. Vedere intrados tablier G.I.P.C.S.N. L=19.40m



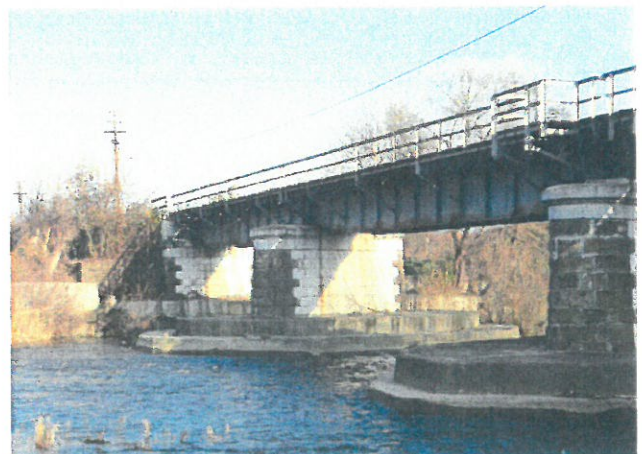
9.Elevație Culee Cluj Napoca



10.Vedere bancheta cuzineților Culee Cluj Napoca



11.Elevație Pila 1, față Cluj Napoca



12. Elevație Pila 2 și Culee Oradea

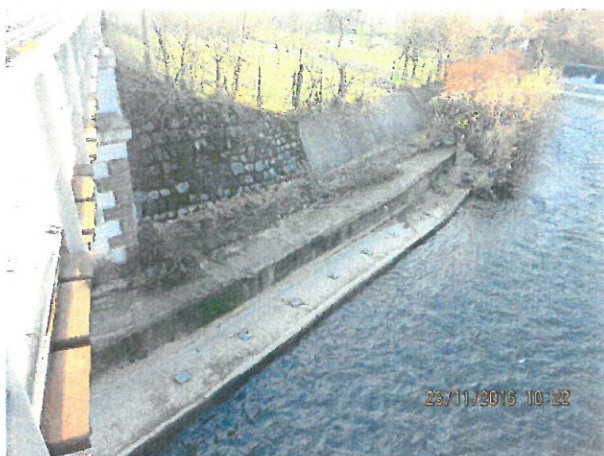
REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



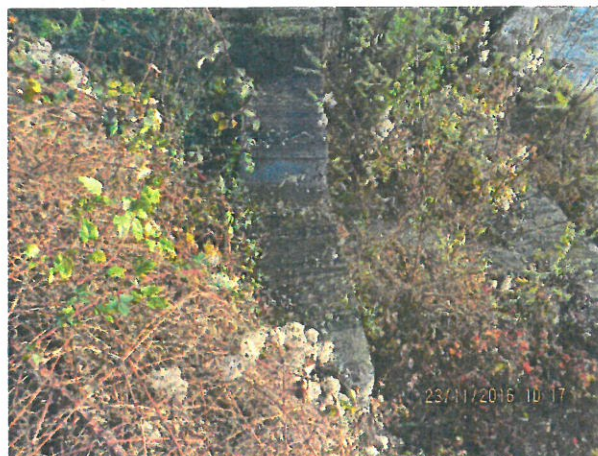
13. Elevație Pila 2, fața Oradea



14. Aripă din zidărie de piatră și zid de sprijin în Aval, Culee Cluj Napoca



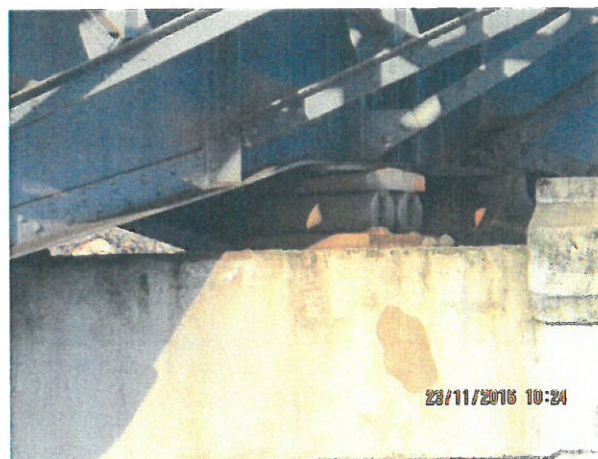
15. Aripă din zidărie de piatră și zid de sprijin în Amonte, Culee Cluj Napoca



16. Zid de sprijin în Aval, Culee Oradea



17. Zid de sprijin și șanț de colectare în Amonte, Culee Oradea



18. Aparat de reazem mobil și fix, Pila 1



UNIUNEA EUROPEANĂ



Instrumente Structurale
2014-2020



COMPANIA NAȚIONALĂ
DE CĂI FERATE
CNCF „CFR” SA

EXPERTIZĂ TEHNICĂ PODURI
ANEXA 1 - FOTOGRAFII

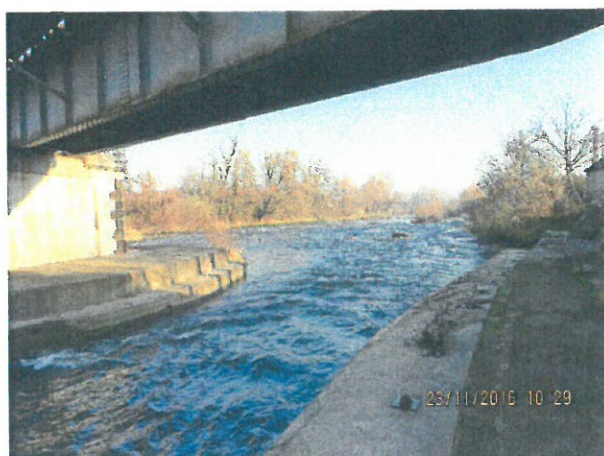
REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



19.Vedere albie, Aval



20.Vedere albie, Amonte



21.Vedere albie, sub pod

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Pod km 616+913 (P024)



1.Calea și tipul prinderii pe Pod, Firul I



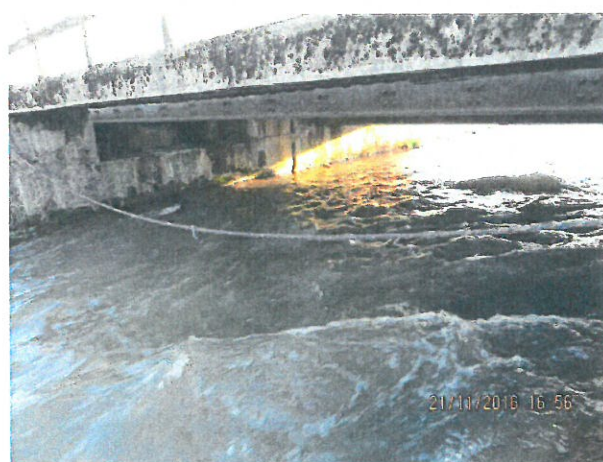
2.Calea și tipul prinderii pe Pod, Firul I



3.Tablier Firul II (desființat)



4.Tablier Firul II (desființat)

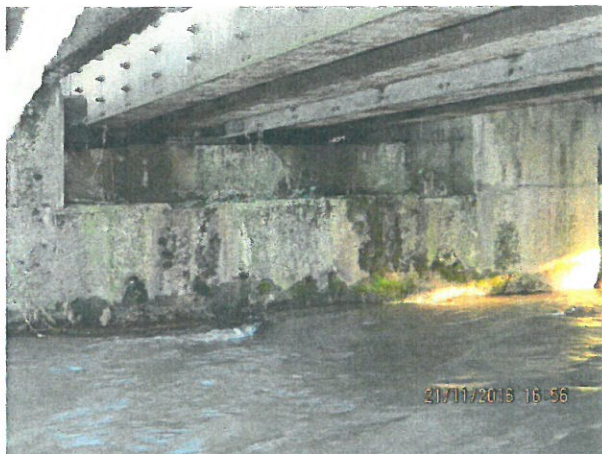


5.Elevație pod, în Aval, Firul I



6. Elevație pod, în Amonte, Firul II (desființat)

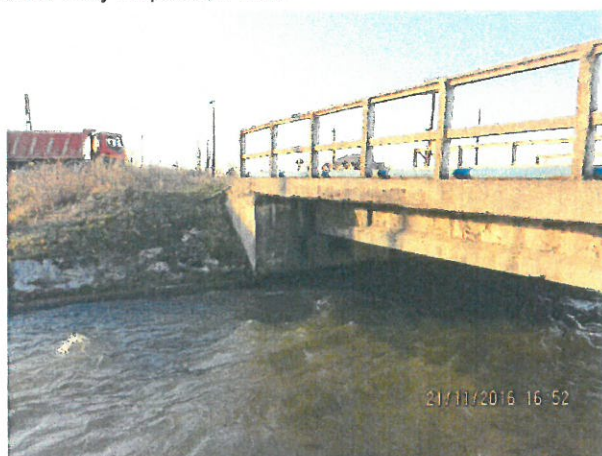
REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



7.Vedere intrados tablier G.G.I.P.C.S.S. și Elevație Culee Cluj Napoca, Firul I



8.Elevație Culee Oradea, Firul I



9.Elevație Culee Oradea, Firul II (desființat)



10.Sfert de con din piatră spartă, Culee Cluj Napoca, Amonte



11.Scări de acces Culee Cluj Napoca, Aval



12.Cadru transversal de capăt, Culeea Cluj Napoca, deformat

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



13. Cadru transversal de capăt și contravântuire superioară, Culeea Oradea, deformat



14. Vedere albie, Aval



15. Vedere albie, Amonte

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Pod km 618+190 (P025)

1.Calea, prinderea ei și tipul traverselor pe Firul I



2.Calea, prinderea ei și tipul traverselor pe Firul I



3.Calea, prinderea ei și tipul traverselor pe Firul II (dezafectat)



4.Vedere intrados tablier G.I.P.C.S. – nituit, pe Firul I



5.Vedere culee Oradea, Firul I



6.Vedere culee Cluj Napoca, Firul I

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



7. Aparat de reazem mobil culee Oradea



8. Aparat de reazem fix culee Cluj Napoca



9. Sfert de con culee Cluj Napoca, Firul I



10. Sfert de con culee Oradea, Firul I



11. Parapet de beton pe zidul întors al culeei Cluj Napoca degradat



12. Parapet de beton pe zidul întors al culeei Oradea degradat

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



13.Vedere albie Amonte



14.Vedere albie sub Pod



15.Vedere albie Aval

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Pod km 618+441 (P026)



1.Calea și tipul traverselor pe Firul I



2.Calea și tipul traverselor pe Firul I



3.Calea și tipul traverselor, pe Firul II



4.Calea și tipul traverselor pe Firul 3



5.Elevație Pod pe Firul I, Aval



6. Vedere intrados tablier metalic G.I.P.C.S. - nituit, pe Firul I

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



7.Vedere intrados tablier de beton, pe Firul II



8.Vedere intrados trotuare de beton între Firele II și 3



9.Elevație Pod pe Firul 3, Amonte



10. Vedere intrados tablier de beton, pe Firul 3



11.Vedere Culee Oradea, pe Firul I



12. Vedere Culee Cluj Napoca, pe Firul I

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



13.Vedere Culee Oradea, pe Firul II



14.Vedere Culee Oradea, pe Firul 3



15.Vedere Culee Cluj Napoca, pe Firele II și 3



16.Aparat de reazem fix Culeea Cluj Napoca, pe Firul I



17.Aparat de reazem mobil Culeea Oradea, pe Firul I



18.Aparat de reazem fix Culeea Oradea, pe Firul II

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



19. Aparat de reazem fix Culeea Oradea, pe Firul 3



20. Aparat de reazem mobil Culeea Cluj Napoca, pe Firul 3



21. Sfert de con și scări de acces Culeea Cluj Napoca, Aval



22. Sfert de con Culeea Cluj Napoca, Amonte



23. Sfert de con Culeea Oradea, Aval

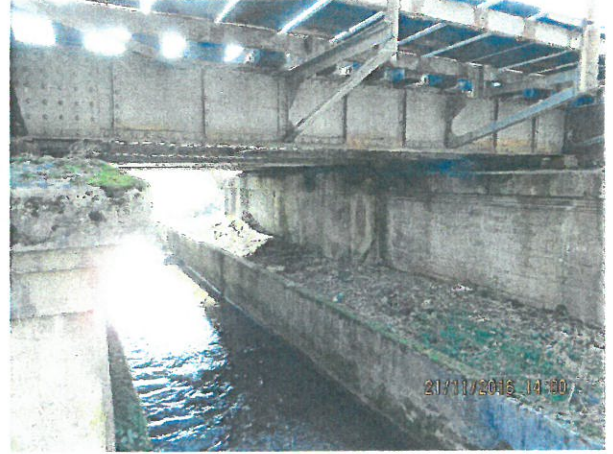


24. Sfert de con și scări de acces Culeea Oradea, Amonte

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



25.Vedere albie Aval



26.Vedere albie sub Pod



27.Vedere albie sub Pod



28.Vedere albie Amonte

Pod km 622+224 (P027)



1.Calea și tipul traverselor pe Firul I



2.Calea și tipul traverselor pe Firul I



3.Trotuar și parapet, în Amonte



4. Elevație Pod, în Aval (Firul I)



5.Vedere intrados tablier cu dale prefabricate de beton pe firul I



6. Elevație Pod, în Amonte

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



7. Vedere intrados tablier cu dală monolită de beton pe firul II



8. Aripă prefabricată de beton, culeea Cluj Napoca, Aval



9. Aripă prefabricată de beton, culeea Oradea, Aval



10. Aripă monolită de beton, culeea Cluj Napoca, Amonte



11. Aripă monolită de beton, culeea Oradea, Amonte



12. Vedere albie Aval



UNIUNEA EUROPEANĂ



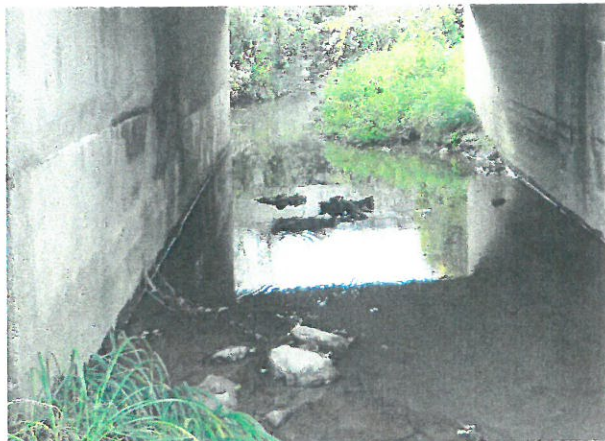
Instrumente Structurale
2014-2020



COMPANIA NAȚIONALĂ
DE CĂI FERATE
CNCF „CFR” SA

EXPERTIZĂ TEHNICĂ PODURI
ANEXA 1 - FOTOGRAFII

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



13.Vedere albie sub Pod



14.Vedere albie Amonte

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

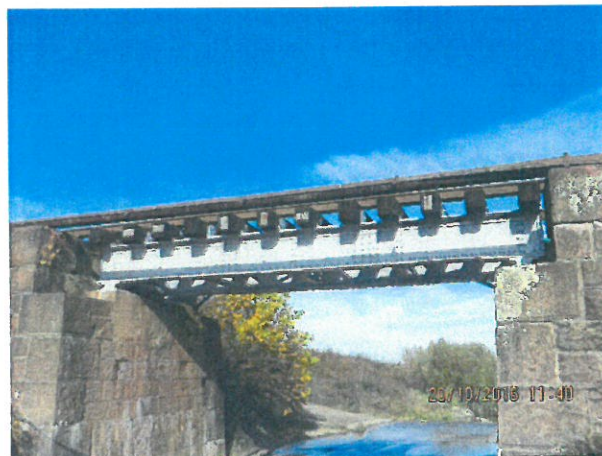
Pod km 635+178 (P028)



1. Calea, prinderea ei și tipul traverselor pe pod



2. Calea, prinderea ei și tipul traverselor pe pod



3. Elevație Pod, Amonte



4. Vedere intrados tablier G.I.P.C.S. - nituit



5. Elevație culee Cluj Napoca



6. Elevație culee Oradea

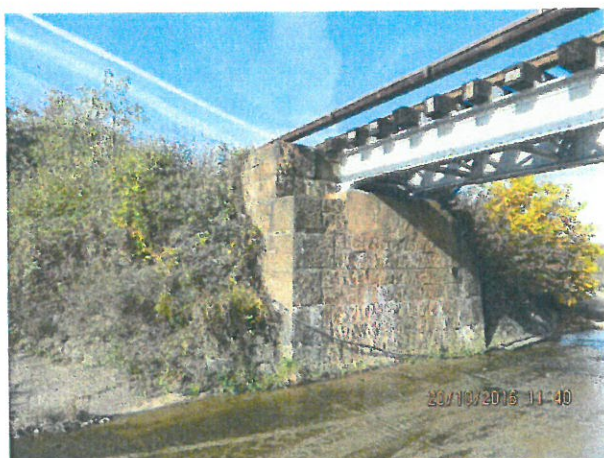
REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



7. Zid întors aval, culee Oradea



8. Sfert de con culee Oradea, în Aval



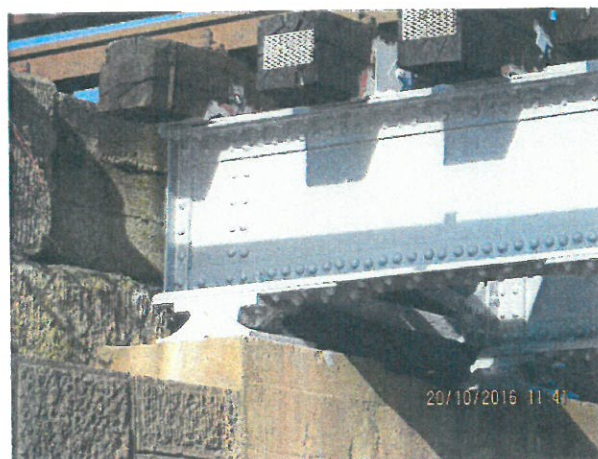
9. Sfert de con culee Oradea, în Amonte



10. Sfert de con culee Cluj Napoca, în Amonte

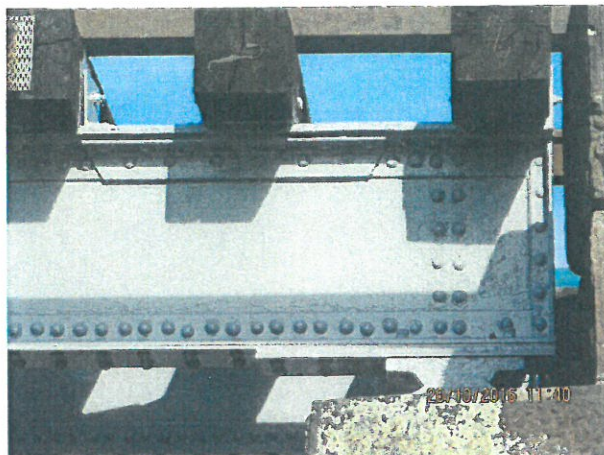


11. Sfert de con culee Cluj Napoca, în Aval



12. Aparat de reazem mobil culee Oradea

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



13. Aparat de reazem mobil culee Cluj Napoca



14. Vedere albie Amonte



15. Vedere albie sub Pod



16. Vedere albie Aval

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

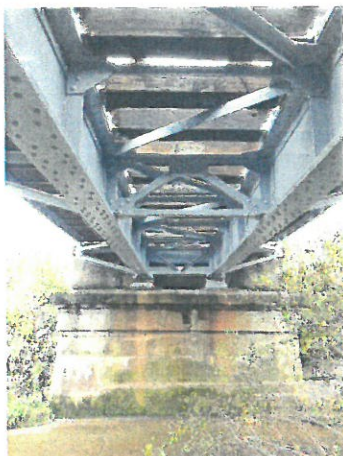
Pod km 637+770 (P029)



1. Calea, prinderea ei, tipul traverselor și contrașinelor pe Firul I



2. Calea, prinderea ei, tipul traverselor și contrașinelor pe Firul I



3. Vedere intrados tablier G.I.P.C.S. - nituit



4. Elevație culee Oradea



5. Bancheta cuzineților culee Oradea



6. Zid de gardă culee Oradea



7. Aparat de reazem fix culee Oradea



8. Elevație culee Cluj Napoca

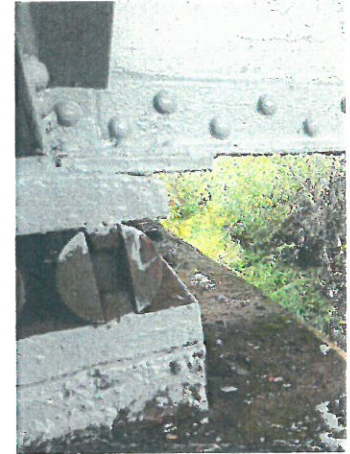
REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



9. Bancheta cuzineților culee Cluj Napoca



10. Zid de gardă culee Cluj Napoca



11. Aparat de reazem mobil culee Cluj Napoca



12. Vedere albie Amonte



13. Vedere albie sub Pod



14. Vedere albie Aval

Pod km 637+770 (P029)



1.Calea, prinderea ei, tipul traverselor și contrașinelor pe Firul I



2.Calea, prinderea ei, tipul traverselor și contrașinelor pe Firul I



3.Vedere intrados tablier G.I.P.C.S. - nituit



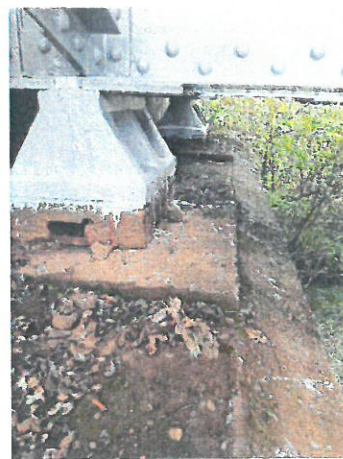
4.Elevație culee Oradea



5.Bancheta cuzineților culee Oradea



6.Zid de gardă culee Oradea



7.Aparat de reazem fix culee Oradea



8.Elevație culee Cluj Napoca

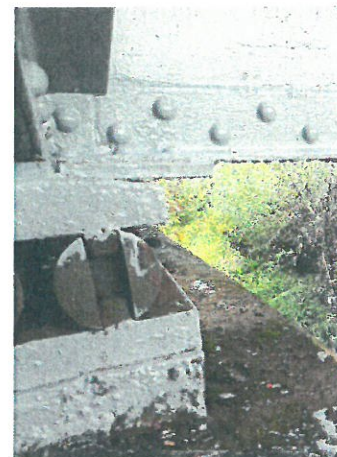
REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



9. Bancheta cuzineților culee Cluj Napoca



10. Zid de gardă culee Cluj Napoca



11. Aparat de reazem mobil culee Cluj Napoca



12. Vedere albie Amonte



13. Vedere albie sub Pod



14. Vedere albie Aval

Pod km 645+054 (P031)



1. Calea și tipul traverselor pe Firul I



2. Calea și tipul traverselor pe Firul II



3. Parapet aval



4. Parapet amonte



5. Scară acces culee Cluj, in aval



6. Vedere aval

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



7. Scară acces culee Cluj, în aval



8.Vedere aval culeea Cluj



9.Vedere aripă culeea Cluj aval



10.Vedere aval



11.Vedere aripă culeea Oradea aval



12. Vedere aripă culeea Cluj aval

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



13. Vedere intrados dală culeea Cluj (firul I). Infiltrații în zona rostului între tabliere



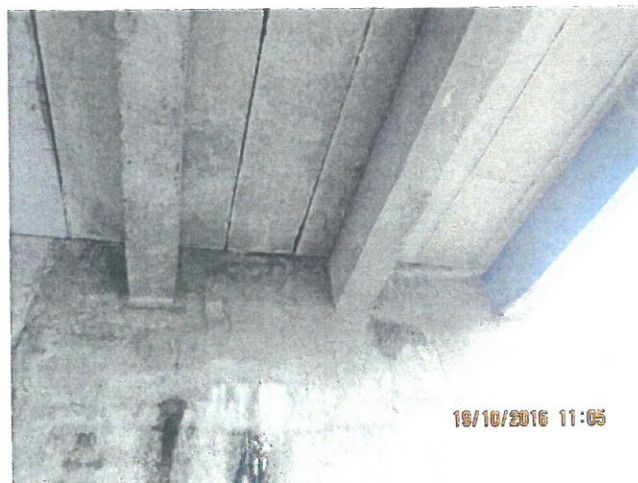
14. Vedere intrados tabliere culeea Oradea. Infiltrații în zona rostului între tabliere



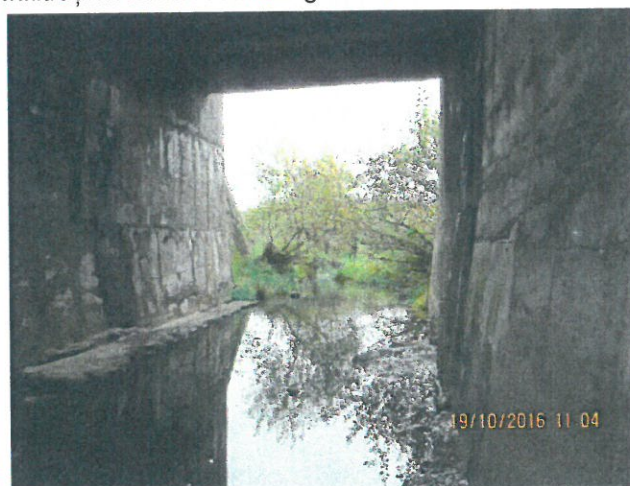
15. Vedere intrados tablier culeea Cluj. Infiltrații în zona rostului între tabliere



16. Vedere intrados tabliere, pe Firul II și firul III. Infiltrații în zona rosturilor grinzilor tablier fir II.



17. Vedere intrados tablier firul III. Infiltrații la elevația culeei



18. Vedere albie sub pod din aval

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



19. Vedere aripă culeea Oradea, în amonte



20. Infiltratii elevație culee Cluj



21. Infiltrații elevație culee Cluj, la intradosul grinzilor



22. Vedere aripă culeea Cluj, în amonte



23. Elevație pod amonte (firul III)



24. Vedere pod aval (firul I). Aripă culee Oradea

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Pod km 646+342 (P032)



1. Calea și tipul traverselor pe Firul I



2. Calea și tipul traverselor pe Firul II



3. Parapet metalic firul I



4. Parapet metalic firul II



5. Conducte cabluri firul I



6. Parapet metalic firul II amonte. Spațiu între tablielele existente

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



7. Elevație boltă. Vedere aval



8. Infiltrații intrados boltă. Vedere Cluj.



9. Infiltrații intrados boltă. Vedere Oradea.



10. Vedere boltă Cluj.



11. Vedere boltă Oradea.

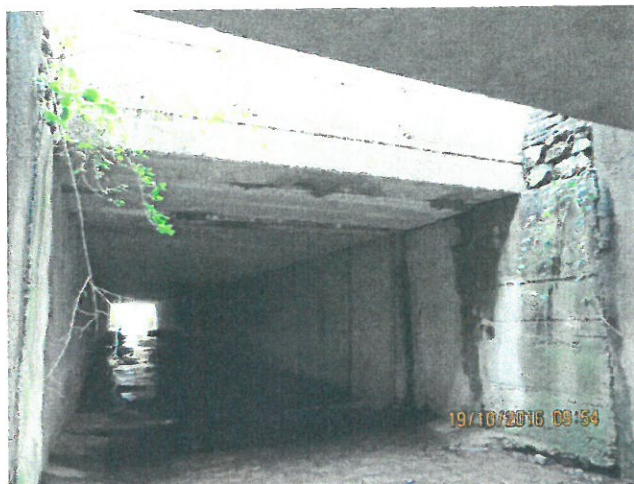


12. Vedere boltă Oradea. Infiltrații intrados boltă.
Infiltrații intrados dală

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



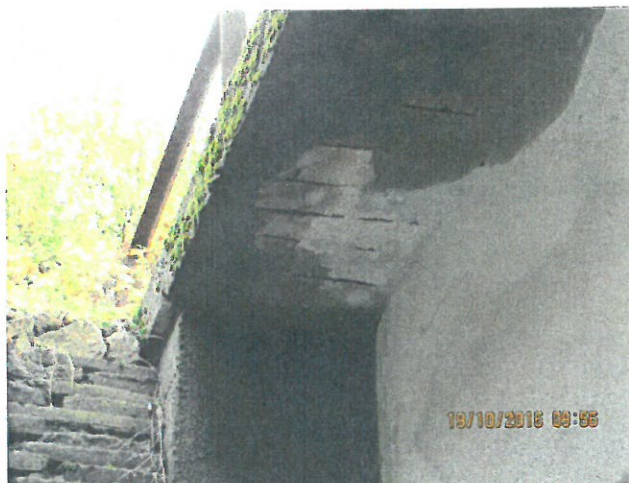
13. Vedere intrados dală. Infiltrații culee Oradea.



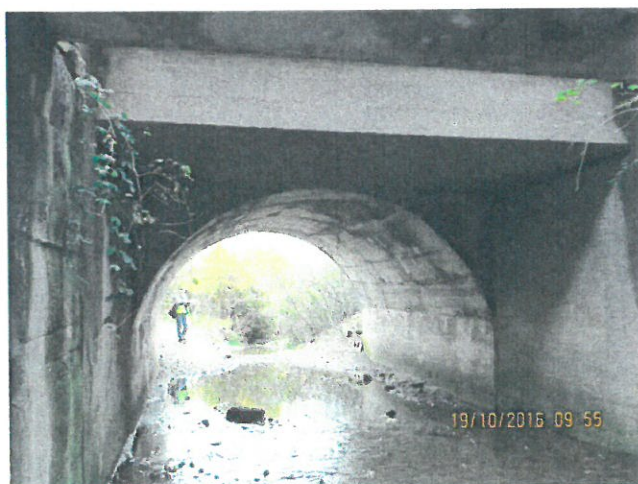
14. Vedere albie sub pod. Culee Oradea



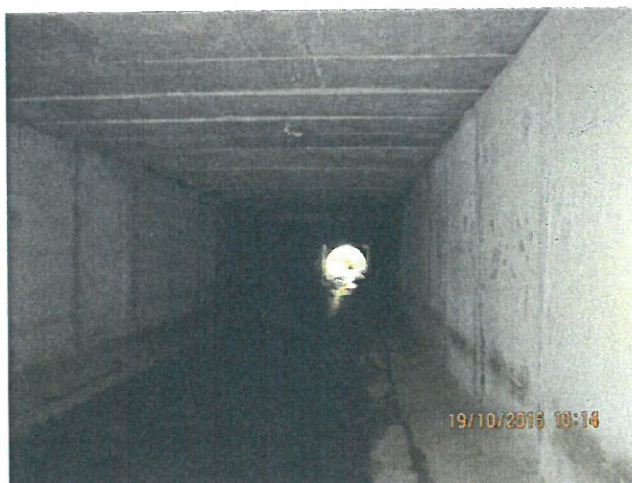
15. Spațiu între tablierul firul I și II și tablierul dezafectat



16. Vedere consolă trotuar tablier dalat



17. Vedere albie sub pod.

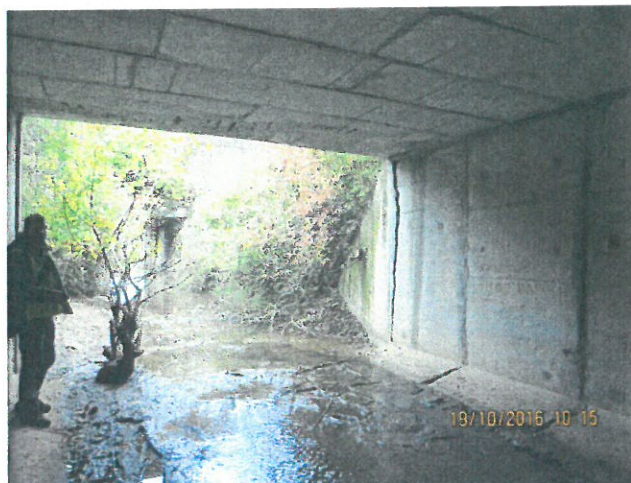


18. Vedere albie sub pod dinspre amonte.

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



19. Vedere albie sub pod pe zona tablierului dezafectat.

20. Vedere albie sub pod pe zona tablierului dezafectat.
Deteriorare perete

21. Vedere aripă Oradea.



22. Vedere aripă Cluj.



23. Vedere amonte.



24. Vedere amonte. Culee Oradea

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Pod km 651+189 (P033)



1. Calea și tipul traverselor pe Firul I. Contrașine.



2. Calea și tipul traverselor pe Firul I. Contrașine.



3. Tablier fir I. Grinda principală și parapet



4. Vedere culee Cluj. Grinda principală și parapet fir I



5. Vedere aparate reazem (mobil și fix) fir I pe pilă.



6. Vedere pilă fir I.

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



7. Vedere culee Cluj fir I.



8. Grinda principală stânga. Tablier fir I.



9. Bancheta culee Cluj fir I. Armătura la vedere



10. Detaliu in zona de rezemare



11. Talpă inferioară antretoază reazem



12. Detaliu îmbinare grindă, antretoază și contravântuiri

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



13. Talpă inferioară grinda principală



14. Detaliu îmbinare antretoază-lonjeron



15. Vedere intrados consolă fir I.



16. Vedere intrados tablier fir I.



17. Vedere intrados tablier fir I



18. Vedere pilă. Degradare pilă. Armătură la vedere

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Pod km 651+191 (P034)



1. Calea și tipul traverselor pe Firul II. Contrașine.



2. Tablier fir II



3. Sine, contrașine, traverse fir II



4. Prinderi șine-traverse fir II



5. Grinda principală stânga fir II



6. Grinda principală dreapta fir II

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



7. Grinda principală dreapta fir II



8. Grinda principală dreapta fir II



9. Grinda principală fir II. Vedere pilă



10. Grinda principală dreapta fir II. Culeea Cluj



11. Grinda principală dreapta fir II. Culeea Cluj



12. Vedere culee Cluj

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Pod km 651+252 (P035)

1. Calea și tipul traverselor pe Firul I. Contrașine.



2. Vedere tablier fir I. Culeea Oradea.



3. Vedere sfert de con culeea Oradea. Scară acces.



4. Vedere sfert de con culeea Oradea. Scară acces.



5. Vedere tablier fir I. Deschiderea dinspre Oradea.



6. Vedere intrados tablier fir I.

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



7. Pozare cabluri fir I. Culeea Oradea



8. Secțiune transversală grindă cu zăbrele fir I



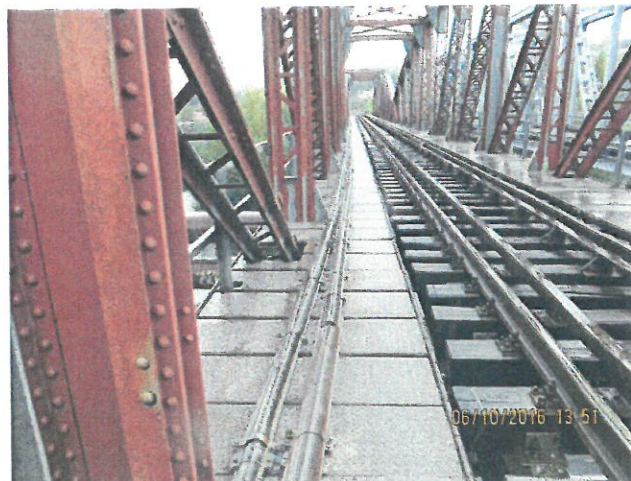
9. Detalii aparat de reazem grindă cu zăbrele pe pilă



10. Vedere grindă cu zăbrele fir II



11. Vedere grindă cu zăbrele fir II.



12. Detalii montanți și diagonale grindă cu zăbrele fir II.

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



13. Detalii prinderi montanți, diagonale, contravântuiri grindă cu zăbrele fir II



14. Vedere tablier fir II. Culeea Oradea



15. Vedere banchetă rezemare. Aparate de reazem mobile.



16. Vedere banchetă rezemare pile. Aparate de reazem



17. Vedere banchetă rezemare pile. Aparate de reazem.



18. Prag de fund în albia Crișului Repede

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Pod km 651+522 (P036)



1. Calea și tipul traverselor pe firul I. Contrașine.



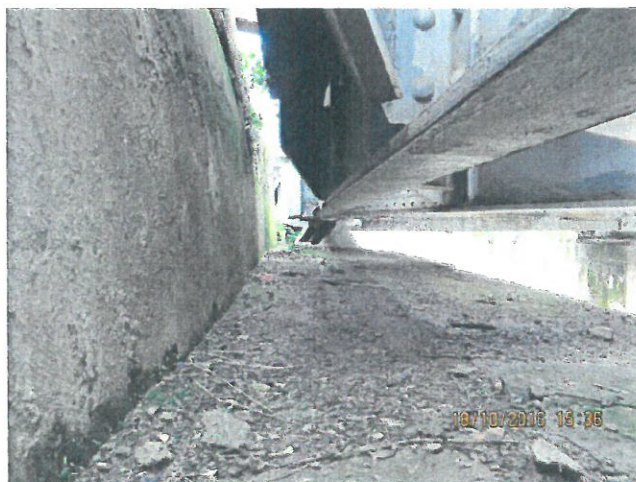
2. Calea și tipul traverselor pe firul I. Contrașine.



3. Calea și tipul traverselor pe firul II.



4. Tip șină



5. Vedere bancheta culee și aparate de reazem.



6. Vedere culee Cluj fir I

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



7. Degradări culee Cluj fir II



8. Degradări culee Cluj in zona rostului



9. Vedere culee și aripa fir II Cluj.



10. Vedere intrados tablier firele I și II. Degradări culee



11. Vedere tablier fir I. Culeea Oradea



12. Vedere intrados tablier fir I. Culeea Cluj

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



13. Detaliu capăt tablier



14. Zona rost culeea Cluj.



15. Vedere tablier fir II



16. Vedere tablier fir I



17. Vedere aripa culee Cluj, firul I.



18. Vedere intrados tablier culee Oradea. Fir I

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Pod km 651+925 (P037)

1. Calea și tipul traverselor pe firul I.



2. Calea și tipul traverselor pe firul I.



3. Parapet metalic pe firul II.



4. Sfert de con firul II Oradea



5. Parapet metalic și pozare conducte firul I.

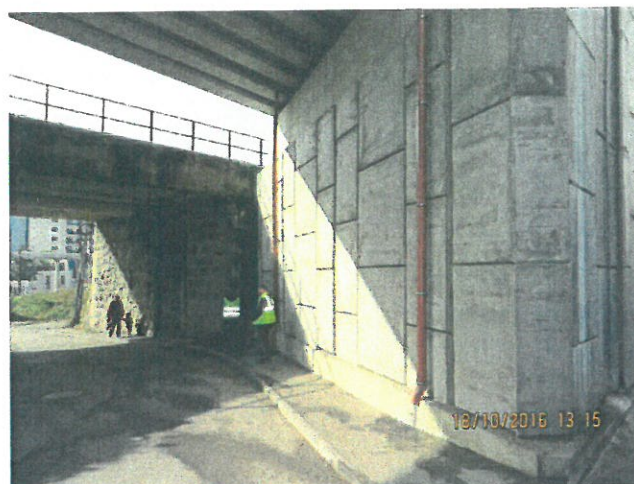


6. Vedere tablier fir I. Culee și aripa Cluj

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



7. Pozare conducte firul II



8. Vedere tablier metalic fir I. Culee Oradea



9. Vedere culee Cluj și intrados tablier (fir I și II)



10. Vedere intrados tablier. Culee Cluj

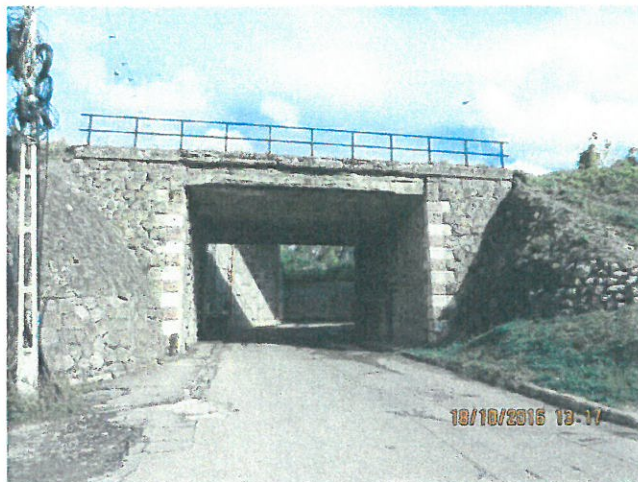


11. Vedere intrados tablier fir I culee Oradea. Degradări



12. Vedere sfert de con fir II culee Oradea.

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



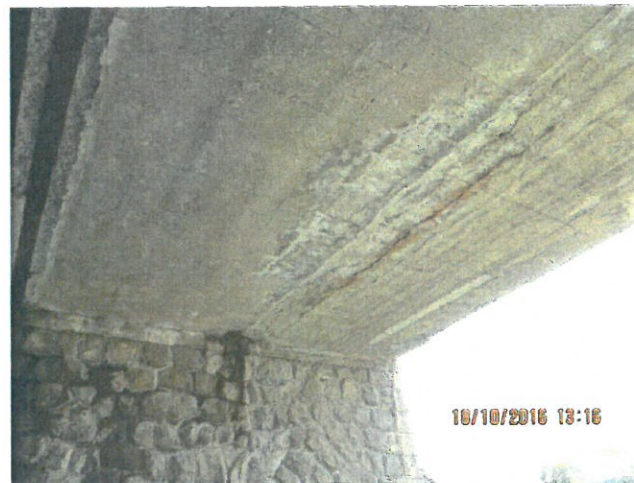
13. Vedere tablier fir II. Culee și sfert de con Cluj



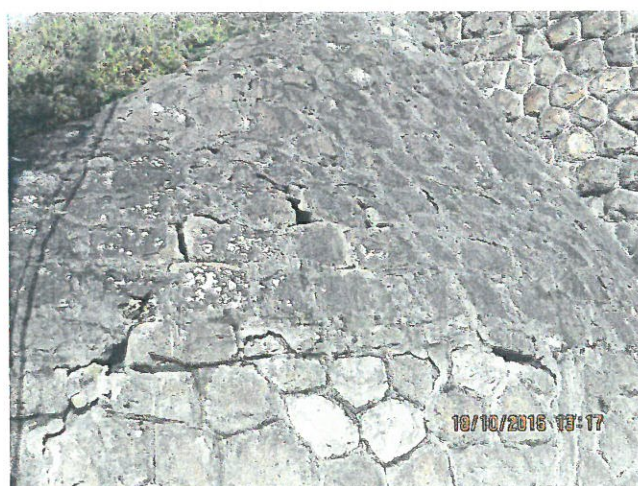
14. Vedere tablier fir II.



15. Vedere intrados tablier fir II. Culee Oradea



16. Vedere intrados tablier fir II culee Cluj. Degradări



17. Sfert de con degradat



18. Vedere culee Oradea fir I și culee pod rutier.

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Pod km 652+825 (P038)

1. Calea și tipul traverselor pe firul I. Vedere spre Oradea



2. Calea și tipul traverselor pe firul I. Vedere spre Cluj



3. Parapet metalic fir I



4. Parapet metalic fir II



5. Calea și tipul traverselor pe firul II. Vedere spre Oradea



6. Sfert de con fir II. Culeea Oradea

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



7. Parapet metallic și pozare conducte fir I. Vedere înspre culeea Cluj



8. Vedere tablier fir I



9. Vedere aripă și scară acces culeea Cluj. Fir I



10. Vedere aripă culeea Oradea. Fir I



11. Vedere intrados tablier

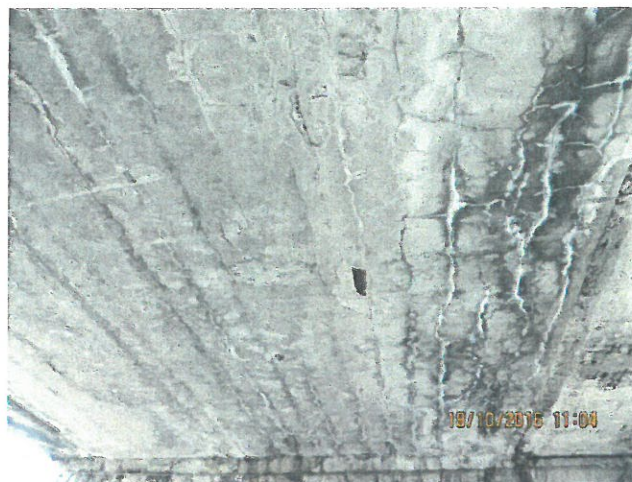


12. Vedere intrados tablier culeea Cluj

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



13. Vedere intrados tablier culeea Oradea



14. Vedere intrados tablier



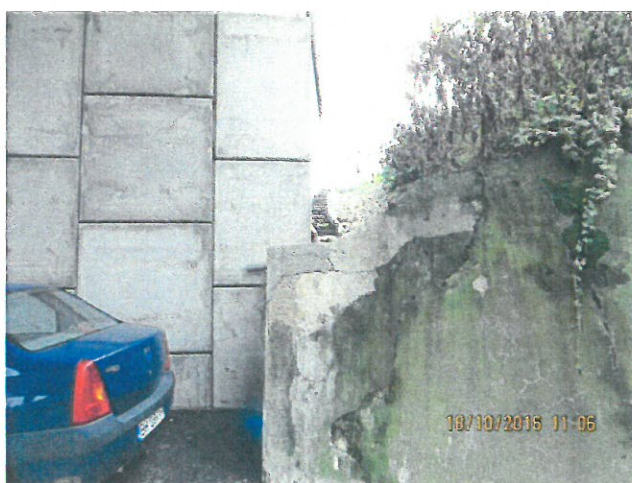
15. Vedere sfert de con culeea Oradea



16. Vedere sfert de con culeea Cluj fir II



17. Vedere intrados tablier fir I. Degradări.



18. Vedere scară de acces și aripă culee Cluj fir I

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Pod km 652+980 (P039)



1. Calea și tipul traverselor pe firul I. Vedere spre Oradea



2. Calea și tipul traverselor pe firul I. Vedere spre Cluj



3. Calea și tipul traverselor pe firul II. Vedere spre Cluj



4. Aparat reazem culee Oradea



5. Parapet metalic și pozare conducte fir I. Aripă culee Cluj



6. Vedere capăt grinda fir I. Culeea Oradea

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



7. Vedere grindă metalică fir II. Aripa culee Cluj



8. Vedere grindă metalică fir II.



9. Vedere parapet beton fir I.



10. Vedere parapet beton fir II

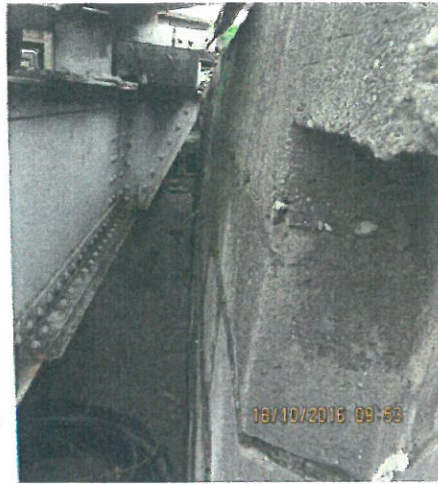


11. Vedere grindă metalică fir II



12. Vedere aparat de reazem

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



13. Vedere banchetă culee



14. Prindere șine și contrașine de traverse



15. Vedere aripă culee Cluj (fir I)



16. Pozare cable. Detaliu trotuar

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Pod km 656+256 (P040)



1. Calea și tipul traverselor pe firul I. Vedere spre Episcopia Bihor



2. Parapet metalic și grindă metalică stânga firul I.



3. Calea și tipul traverselor firul II



4. Vedere tablier fir II



5. Vedere culee și aripa Cluj fir II



6. Vedere intrados tablier fir II

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



7. Vedere intrados tablier fir I



8. Vedere grinzi metalice fir II



9. Vedere grinda metalica fir II



10. Vedere grinda metalica fir I. Parapet metalic si pozare conducte



11. Vedere aparat reazem si bancheta culee Episcopia Bihor fir I



12. Detaliu in zona rostului culee Episcopia Bihor fir I

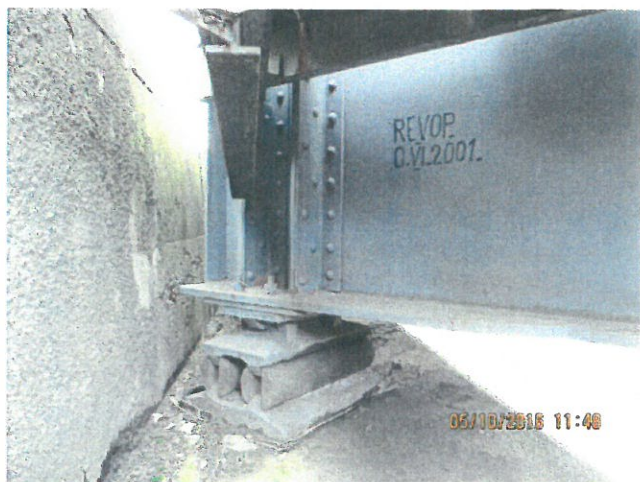
REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



13. Detaliu aparat reazem si bancheta culee Episcopia Bihor fir II



14. Detaliu aparat reazem si bancheta culee Episcopia Bihor fir I



15. Detaliu aparat de reazem



16. Culee Oradea



17. Vedere tablier fir I



18. Vedere aripă culee Episcopia Bihor, fir II

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Pod km 657+656 (P041)



1. Calea și tipul traverselor pe firul I



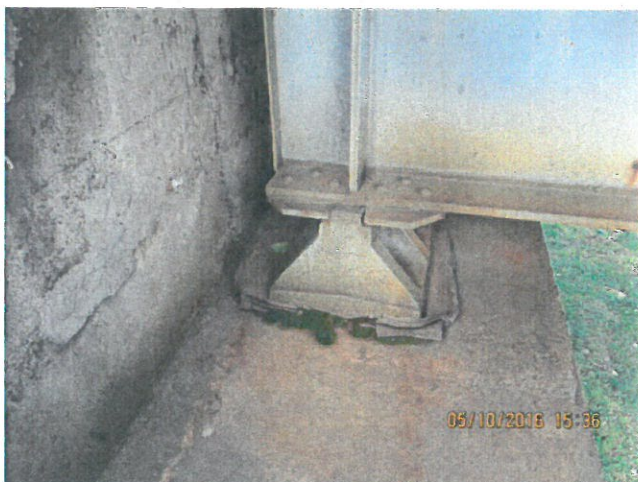
2. Calea și tipul traverselor pe firul II



3. Vedere parapet metalic și trotuar fir I



4. Vedere parapet metalic și trotuar fir II



5. Vedere aparat reazem și bancheta culee Episcopia Bihor



6. Vedere aparat reazem și bancheta culee Episcopia Bihor

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



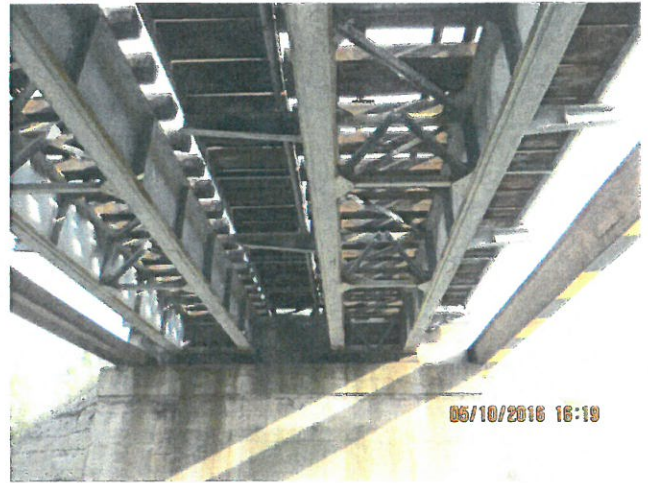
7. Vedere tablier metalic fir I. Culee Oradea



8. Vedere aripa culee Oradea fir I



9. Vedere aripa culee Episcopia Bihor fir I



10. Vedere intrados tabliere



11. Vedere tablier fir II. Culee Oradea



12. Vedere aripa culee Episcopia Bihor fir II.

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



13. Vedere aripa culee Oradea fir II.



14. Vedere aripa culee Oradea fir II.



15. Detaliu parapet beton fir II. Culee Oradea



16. Vedere aparat reazem si bancheta culee Episcopia Bihor



17. Vedere aripa si culee Oradea fir I



18. Vedere aripa si culee Episcopia Bihor fir I



UNIUNEA EUROPEANĂ



COMPANIA NAȚIONALĂ
DE CĂI FERATE
CNCF „CFR” SA

EXPERTIZE TEHNICE PODURI

JUDEȚUL BIHOR

ANEXA II – BREVIARE DE CALCUL

*Reactualizare Studiu de Fezabilitate pentru
„Electrificarea și reabilitarea liniei de cale ferată
Cluj – Oradea - Episcopia Bihor”*



ACCIONA INGENIERIA

Strada Gheorghe Lazăr nr. 2 etaj 1 sector 1 București

Tel: 021.211.08.08 Fax: 021.211.08.15

E-mail: office@acciona-ingenieria.ro

Asocierea
ACCIONA Ingenieria S.A.
—
S.C. BAICONS Impex S.R.L.



BAICONS IMPEX

PROIECTARE ȘI CONSULTANȚĂ ÎN CONSTRUCȚII

Strada Zambilelor nr. 6 bloc 60 sector 2 București

Tel: 021.242.67.98 Fax: 021.210.90.08

E-mail: office@baicons.ro

ET36PR0

BREVIAR DE CALCUL HIDRAULIC

Pod km 593+149 Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor

Calculul hidraulic a fost efectuat pentru verificarea debușeului (capacității de scurgere a apelor) și pentru a determina înălțimea lamei de apă pentru acest pod. Pentru verificarea debușeului, s-a determinat debitul capabil al podului, utilizând datele obținute din teren și din fișa podului (rugozitate, pantă, lumină și înălțime liberă).

Debitul capabil al podului va fi comparat cu debitul de calcul cu probabilitatea de depășire de 1%, pus la dispoziție de Administrația Bazinală de Apă Crisuri, Oradea și comunicat în lunie 2017".

1.Date generale:

Podul de la km 593+149 traversează Valea Neagră.

$$L_{u_max} := 4.80m$$

$$Q_{1\%} := 49.00 \text{ [m}^3/\text{s]}$$

$$Cota_{amonte} := 330.82m \quad \text{-Cotă absolută a talvegului în profilul din amonte}$$

$$Cota_{aval} := 330.39m \quad \text{-Cotă absolută a talvegului în profilul din aval}$$

$$D := 25.5m \quad \text{-Distanța dintre profilele amonte și aval}$$

$$i := \frac{Cota_{amonte} - Cota_{aval}}{D} = 0.0169 \quad \text{-Panta talvegului}$$

2.Calculul hidraulic în Aval:

2.1. Verificarea debitului capabil pe albia existentă:

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$n = 0.033 \quad n\text{- coeficient de rugozitate conf. PD 95 - 2002}$$

$$A\text{- aria secțiunii de curgere} \quad A := 11.039 \quad \text{[m}^2\text{]}$$

$$P\text{- perimetrul ud} \quad P := 9.168 \quad \text{[m]}$$

$$R\text{- raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 1.2041 \quad \text{[m]}$$

$$y\text{- Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C\text{- Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 31.2557$$

$$V\text{- viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{(R \cdot i)} = 4.45 \quad \text{[m/s]}$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{cap} := V \cdot A = 49.16 \quad \text{[m}^3/\text{s]}$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 49 \quad \text{[m}^3/\text{s]}$$

$$h_{lama_apa_aval} := 2.66m$$

$$Cota_{apa_aval} := Cota_{aval} + h_{lama_apa_aval} = 333.05m$$

$$\text{Condiția}_{de_verificare} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{cap} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{cap} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{de_verificare} = \text{"DA, se Verifică"}$$



3. Calculul hidraulic în Amonte:

3.1. Verificarea debitului capabil pe albia calibrată:

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$n = 0.033$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 14.097 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul ud} \quad P := 16.154 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 0.8727 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 29.6229$$

$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{(R \cdot i)} = 3.59 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 50.66 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 49 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$h_{\text{lama_apa_amonte}} := 2.50 \text{m}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} := \text{Cota}_{\text{amonte}} + h_{\text{lama_apa_amonte}} = 333.32 \text{m}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"DA, se Verifică"}$$

$$i_h := \frac{\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} - \text{Cota}_{\text{apa_aval}}}{D} = 0.0106 \quad \text{-Panta hidraulică}$$

4. Calculul hidraulic în axul podului:

4.1. Verificarea debitului capabil pe secțiunea calibrată:

$$D_1 := 2.00 \text{m} \quad \text{-Distanța dintre profilul aval și cel din axul podului}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_pod}} := \text{Cota}_{\text{apa_aval}} + \frac{(\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} - \text{Cota}_{\text{apa_aval}}) \cdot D_1}{D} = 333.0712 \text{m}$$

$$n = 0.033$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 13.198 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul ud} \quad P := 10.085 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 1.3087 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 31.6926$$

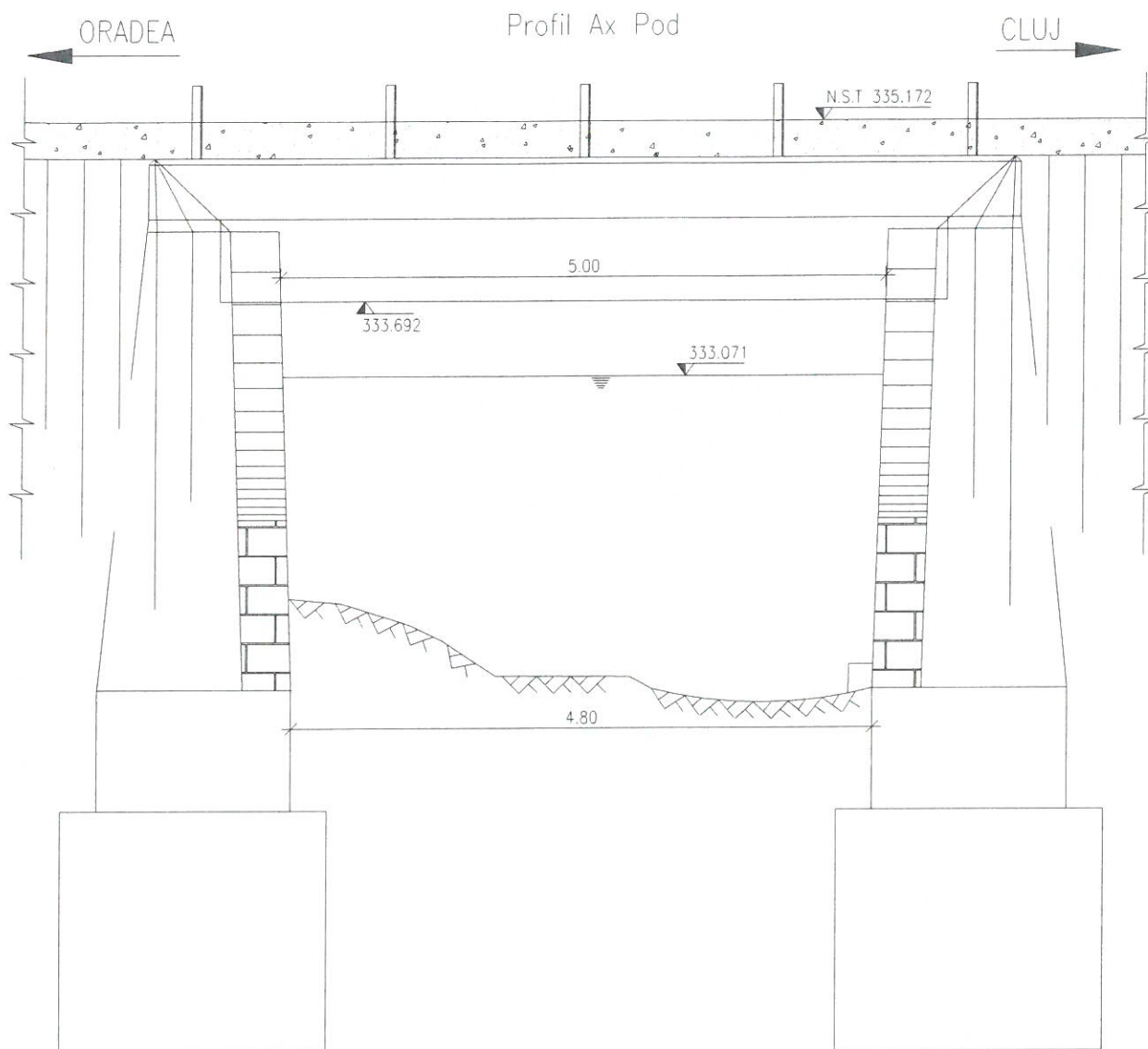
$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{(R \cdot i_h)} = 3.73 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 49.24 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 49 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"DA, se Verifică"}$$



4.2. Verificarea Gabaritului de liberă trecere sub pod:

$$\Delta h = 1.00 \text{ m}$$

$$\text{Cota}_{\text{NST}} := 335.172 \text{ m}$$

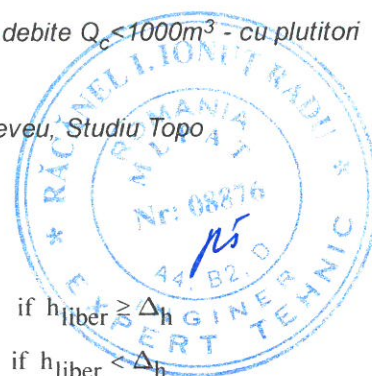
$$h_c := 1.48 \text{ m}$$

$$\text{Cota}_{\text{intrados}} := \text{Cota}_{\text{NST}} - h_c = 333.692 \text{ m}$$

$$h_{\text{liber}} := \text{Cota}_{\text{intrados}} - \text{Cota}_{\text{apa_pod}} = 0.6208 \text{ m}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se respecta Gabaritul de Libera trecere sub pod"} & \text{if } h_{\text{liber}} \geq \Delta h \\ \text{"NU se Respecta Gabaritul de libera trecere sub pod"} & \text{if } h_{\text{liber}} < \Delta h \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"NU se Respecta Gabaritul de libera trecere sub pod"}$$



Podul de la Km 593+149, asigură debușeul debitului cu asigurare de 1%, dar nu asigură gabaritul de liberă trecere sub pod, deci, în consecință nu corespunde, din punct de vedere hidraulic.

Întocmit,
ing. Andrei RADU

Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU

BREVIAR DE CALCUL HIDRAULIC

Pod km 595+022 Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor

Calculul hidraulic a fost efectuat pentru verificarea debușeului (capacității de scurgere a apelor) și pentru a determina înălțimea lamei de apă pentru acest pod. Pentru verificarea debușeului, s-a determinat debitul capabil al podului, utilizând datele obținute din teren și din fișa podului (rugozitate, pantă, lumină și înălțime liberă).

Debitul capabil al podului va fi comparat cu debitul de calcul cu probabilitatea de depășire de 1%, pus la dispoziție de Administrația Bazinală de Apă Crisuri, Oradea și comunicat în lunie 2017".

1. Date generale:

Podul de la km 595+022 traversează Valea Beznei.

$$L_{u_max} := 10.85m$$

$$Q_{1\%} := 76.00 \text{ [m}^3/\text{s]}$$

$$Cota_{amonte} := 321.51m \quad \text{-Cotă absolută a talvegului în profilul din amonte}$$

$$Cota_{aval} := 321.05m \quad \text{-Cotă absolută a talvegului în profilul din aval}$$

$$D := 65.0m \quad \text{-Distanța dintre profilele amonte și aval}$$

$$i := \frac{Cota_{amonte} - Cota_{aval}}{D} = 0.0071 \quad \text{-Panta talvegului}$$

2. Calculul hidraulic în Aval:

2.1. Verificarea debitului capabil pe albia existentă:

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$n = 0.033 \quad n\text{- coeficient de rugozitate conf. PD 95 - 2002}$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 30.607 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul udat} \quad P := 31.420 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 0.9741 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 30.1709$$

$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{R \cdot i} = 2.51 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{cap} := V \cdot A = 76.67 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

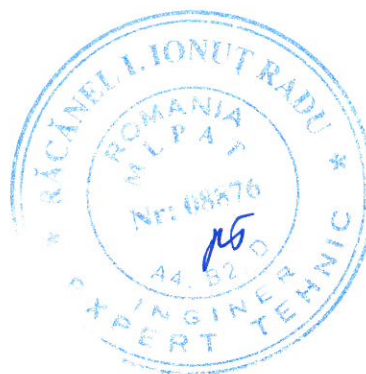
$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 76 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$h_{lama_apa_aval} := 2.65m$$

$$Cota_{apa_aval} := Cota_{aval} + h_{lama_apa_aval} = 323.7m$$

$$\text{Condiția}_{de_verificare} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{cap} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{cap} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{de_verificare} = \text{"DA, se Verifică"}$$



3. Calculul hidraulic în Amonte:

3.1. Verificarea debitului capabil pe albia existentă:

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$n = 0.033$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 21.521 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul ud} \quad P := 13.09 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 1.6441 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 32.921$$

$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{(R \cdot i)} = 3.55 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 76.42 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 76 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$h_{\text{lama_apa_amonte}} := 3.10 \text{ m}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} := \text{Cota}_{\text{amonte}} + h_{\text{lama_apa_amonte}} = 324.61 \text{ m}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"DA, se Verifică"}$$

$$i_h := \frac{\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} - \text{Cota}_{\text{apa_aval}}}{D} = 0.014 \quad \text{-Panta hidraulică}$$

4. Calculul hidraulic în axul podului:

4.1. Verificarea debitului capabil pe secțiunea existentă:

$$D_1 := 29.85 \text{ m} \quad \text{-Distanța dintre profilul aval și cel din axul podului}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_pod}} := \text{Cota}_{\text{apa_aval}} + \frac{(\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} - \text{Cota}_{\text{apa_aval}}) \cdot D_1}{D} = 324.1179 \text{ m}$$

$$n = 0.033$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 14.661 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul ud} \quad P := 13.339 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 1.0991 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 30.7841$$

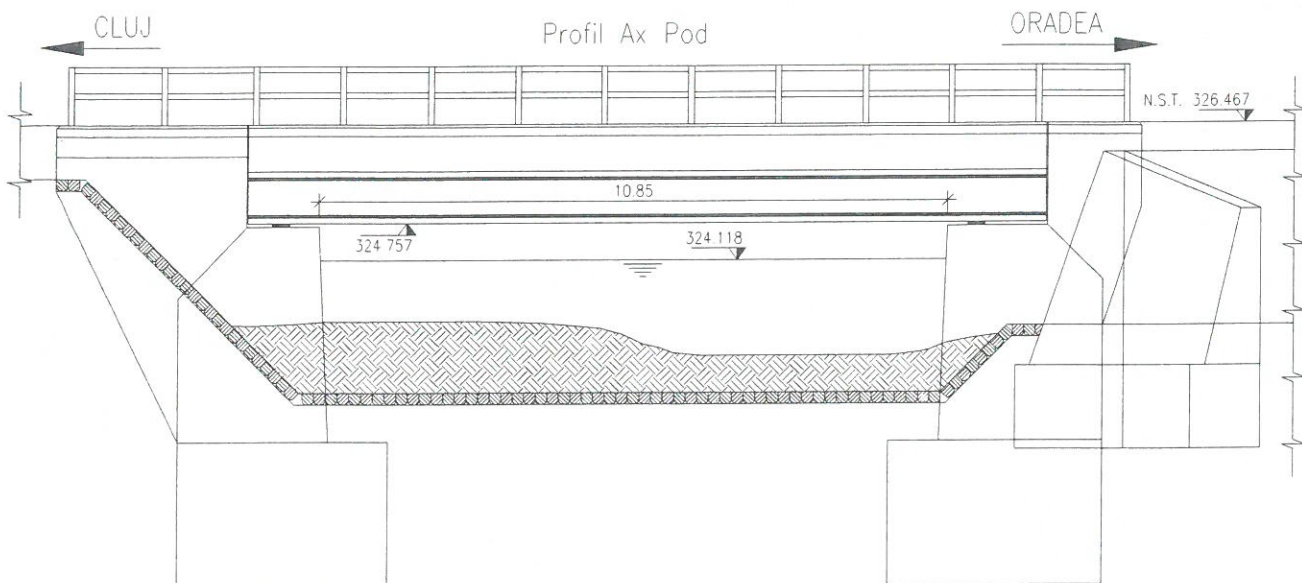
$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{(R \cdot i_h)} = 3.82 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 55.99 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 76 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"NU se Verifică!!!"}$$



4.2. Verificarea Gabaritudului de liberă trecere sub pod:

$$\Delta_h = 1.00 \text{ m}$$

Pentru poduri peste cursuri de apa cu debite $Q_c < 1000 \text{ m}^3$ - cu plutitori

$$\text{Cota}_{\text{NST}} := 326.467 \text{ m}$$

Cota N.S.T., conform studiului Topo

$$h_c := 1.71 \text{ m}$$

Înălțimea de construcție, conform Releveu, Studiu Topo

$$\text{Cota}_{\text{intrados}} := \text{Cota}_{\text{NST}} - h_c = 324.757 \text{ m}$$

$$h_{\text{liber}} := \text{Cota}_{\text{intrados}} - \text{Cota}_{\text{apa_pod}} = 0.6391 \text{ m}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se respecta Gabaritul de Libera trecere sub pod"} & \text{if } h_{\text{liber}} \geq \Delta_h \\ \text{"NU se Respecta Gabaritul de libera trecere sub pod"} & \text{if } h_{\text{liber}} < \Delta_h \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"NU se Respecta Gabaritul de libera trecere sub pod"}$$

Podul de la Km 595+022, nu asigură debușeul debitului cu asigurare de 1%.

Întocmit,
ing. Andrei RADU

Radu



Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU

Neideianu

BREVIAR DE CALCUL HIDRAULIC

Pod km 605+859 Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor

Calculul hidraulic a fost efectuat pentru verificarea debușeului (capacității de scurgere a apelor) și pentru a determina înălțimea lamei de apă pentru acest pod. Pentru verificarea debușeului, s-a determinat debitul capabil al podului, utilizând datele obținute din teren și din fișa podului (rugoizitate, pantă, lumină și înălțime liberă).

Debitul capabil al podului va fi comparat cu debitul de calcul cu probabilitatea de depășire de 1%, pus la dispoziție de Administrația Bazinală de Apă Crisuri, Oradea și comunicat în lunie 2017".

1. Date generale:

Podul de la km 605+859 traversează Crișul Repede.

$$L_{u_max} := 20.70m \quad L_{u_min} := 17.90m$$

$$Q_{1\%} := 820.00 \text{ [m}^3\text{/s]}$$

$$Cota_{amonte} := 272.29m \quad \text{-Cotă absolută a talvegului în profilul din amonte}$$

$$Cota_{aval} := 270.68m \quad \text{-Cotă absolută a talvegului în profilul din aval}$$

$$D := 200.0m \quad \text{-Distanța dintre profilele amonte și aval}$$

$$i := \frac{Cota_{amonte} - Cota_{aval}}{D} = 0.0081 \quad \text{-Panta talvegului}$$

2. Calculul hidraulic în Aval:

2.1. Verificarea debitului capabil pe albia existentă:

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$n = 0.025 \quad n\text{-coeficient de rugoizitate conf. PD 95 - 2002}$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 121.513 \quad \text{[m}^2\text{]}$$

$$P - \text{perimetrul udat} \quad P := 46.998 \quad \text{[m]}$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 2.5855 \quad \text{[m]}$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 46.8616$$

$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{R \cdot i} = 6.76 \quad \text{[m/s]}$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{cap} := V \cdot A = 821.5 \quad \text{[m}^3\text{/s]}$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 820 \quad \text{[m}^3\text{/s]}$$

$$h_{lama_apa_aval} := 3.56m$$

$$Cota_{apa_aval} := Cota_{aval} + h_{lama_apa_aval} = 274.24m$$

$$\text{Condiția}_{de_verificare} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{cap} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{cap} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{de_verificare} = \text{"DA, se Verifică"}$$



3. Calculul hidraulic în Amonte:

3.1. Verificarea debitului capabil pe albia existentă:

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$n = 0.025$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 143.574 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul udat} \quad P := 70.940 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 2.0239 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 44.9874$$

$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{R \cdot i} = 5.74 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 824.44 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 820 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$h_{\text{lama_apa_amonte}} := 2.38 \text{ m}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} := \text{Cota}_{\text{amonte}} + h_{\text{lama_apa_amonte}} = 274.67 \text{ m}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"DA, se Verifică"}$$

$$i_h := \frac{\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} - \text{Cota}_{\text{apa_aval}}}{D} = 0.0022 \quad \text{-Panta hidraulică}$$

4. Calculul hidraulic în axul podului:

4.1. Verificarea debitului capabil pe secțiunea existentă:

$$D_1 := 110.00 \text{ m} \quad \text{-Distanța dintre profilul aval și cel din axul podului}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_pod}} := \text{Cota}_{\text{apa_aval}} + \frac{(\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} - \text{Cota}_{\text{apa_aval}}) \cdot D_1}{D} = 274.4765 \text{ m}$$

$$n = 0.025$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 99.935 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul udat} \quad P := 66.388 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 1.5053 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 42.8218$$

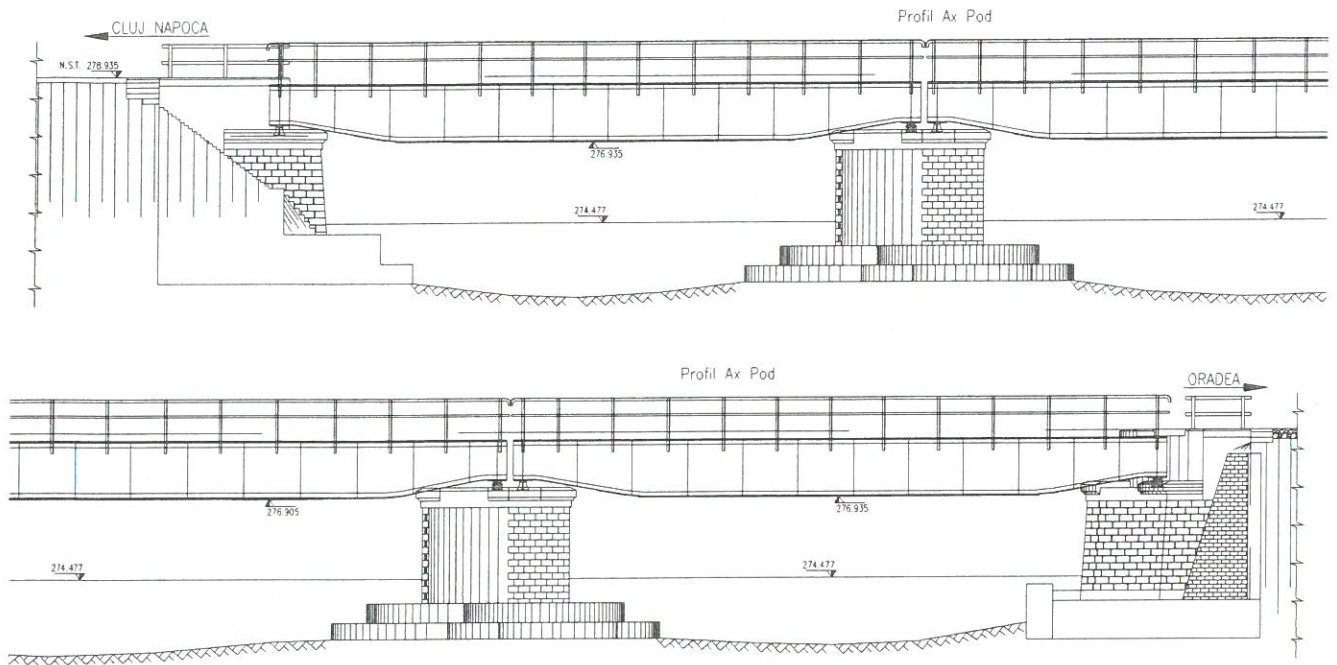
$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{R \cdot i_h} = 2.44 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 243.45 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 820 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"NU se Verifică!!!"}$$



4.2. Verificarea Gabaritudului de liberă trecere sub pod:

$\Delta h = 1.00 \text{ m}$ Pentru poduri peste cursuri de apa cu debite $Q_c < 1000 \text{ m}^3$ - cu plutitori

$Cota_{NST} := 278.935 \text{ m}$ Cota N.S.T., conform studiului Topo

$h_c := 2.03 \text{ m}$ Înălțimea de construcție, conform Relevu, Studiu Topo

$Cota_{intrados} := Cota_{NST} - h_c = 276.905 \text{ m}$

$h_{liber} := Cota_{intrados} - Cota_{apa_pod} = 2.4285 \text{ m}$

Condiția de verificare := $\begin{cases} \text{"DA, se respecta Gabaritul de Libera trecere sub pod"} & \text{if } h_{liber} \geq \Delta h \\ \text{"NU se Respecta Gabaritul de libera trecere sub pod"} & \text{if } h_{liber} < \Delta h \end{cases}$

Condiția de verificare = "DA, se respecta Gabaritul de Libera trecere sub pod"

Podul de la Km 605+859, nu asigură debușeul debitului cu asigurare de 1%.

Întocmit,
ing. Andrei RADU

Radu



Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU

Neдеianu

BREVIAR DE CALCUL HIDRAULIC

Pod km 616+913 Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor

Calculul hidraulic a fost efectuat pentru verificarea debușeului (capacității de scurgere a apelor) și pentru a determina înălțimea lamei de apă pentru acest pod. Pentru verificarea debușeului, s-a determinat debitul capabil al podului, utilizând datele obținute din teren și din fișa podului (rugozitate, pantă, lumină și înălțime liberă).

Debitul capabil al podului va fi comparat cu debitul de calcul cu probabilitatea de depășire de 1%, pus la dispoziție de Administrația Bazinală de Apă Crisuri, Oradea și comunicat în lunie 2017".

1.Date generale:

Podul de la km 616+913 traversează canalul Hidrocentralei Aștileu.

$$L_{u_max} := 7.25m$$

$$Q_{1\%} := 13.00 \text{ [m}^3\text{/s]}$$

$$Cota_{amonte} := 228.48m$$

-Cotă absolută a talvegului în profilul din amonte

$$Cota_{aval} := 228.01m$$

-Cotă absolută a talvegului în profilul din aval

$$D := 91.0m$$

-Distanța dintre profilele amonte și aval

$$i := \frac{Cota_{amonte} - Cota_{aval}}{D} = 0.0052 \quad \text{-Panta talvegului}$$

2.Calculul hidraulic în Aval:

2.1. Verificarea debitului capabil pe albia existentă:

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$n = 0.025 \quad n\text{- coeficient de rugozitate conf. PD 95 - 2002}$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 5.403 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul udat} \quad P := 6.956 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 0.7767 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 38.3506$$

$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{(R \cdot i)} = 2.43 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{cap} := V \cdot A = 13.12 \quad [\text{m}^3\text{/s}]$$

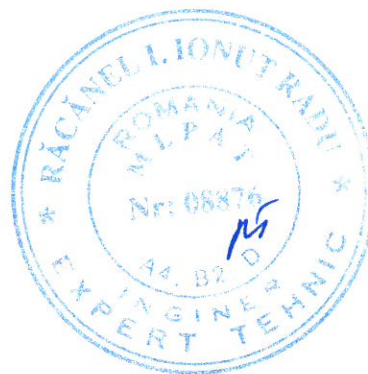
$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 13 \quad [\text{m}^3\text{/s}]$$

$$h_{lama_apa_aval} := 1.54m$$

$$Cota_{apa_aval} := Cota_{aval} + h_{lama_apa_aval} = 229.55m$$

$$\text{Condiția}_{de_verificare} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{cap} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{cap} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{de_verificare} = \text{"DA, se Verifică"}$$



3. Calculul hidraulic în Amonte:

3.1. Verificarea debitului capabil pe albia existentă:

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$n = 0.025$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 5.452 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul ud} \quad P := 7.167 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 0.7607 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 38.2176$$

$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{R \cdot i} = 2.4 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 13.06 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 13 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$h_{\text{lama_apa_amonte}} := 1.255 \text{ m}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} := \text{Cota}_{\text{amonte}} + h_{\text{lama_apa_amonte}} = 229.735 \text{ m}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"DA, se Verifică"}$$

$$i_h := \frac{\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} - \text{Cota}_{\text{apa_aval}}}{D} = 0.002 \quad \text{-Panta hidraulică}$$

4. Calculul hidraulic în axul podului:

4.1. Verificarea debitului capabil pe secțiunea existentă:

$$D_1 := 40.00 \text{ m} \quad \text{-Distanța dintre profilul aval și cel din axul podului}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_pod}} := \text{Cota}_{\text{apa_aval}} + \frac{(\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} - \text{Cota}_{\text{apa_aval}}) \cdot D_1}{D} = 229.6313 \text{ m}$$

$$n = 0.025$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 7.996 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul ud} \quad P := 9.436 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 0.8474 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 38.9112$$

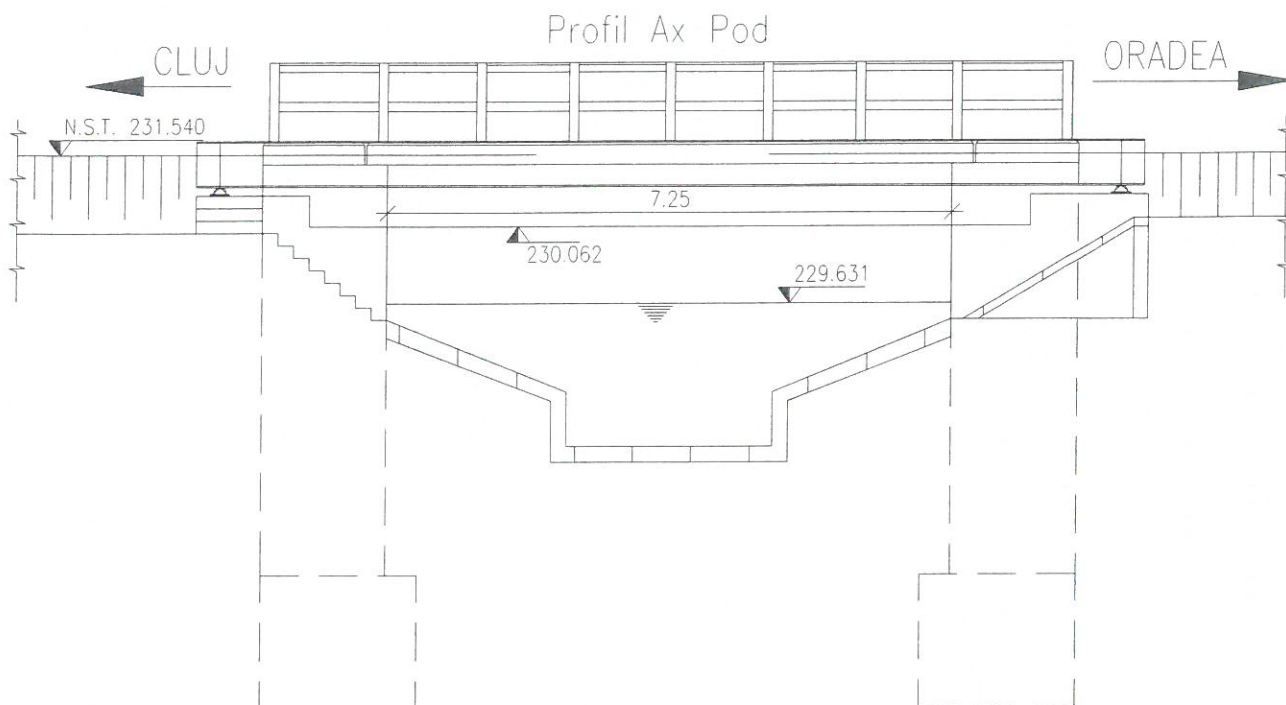
$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{R \cdot i_h} = 1.62 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 12.91 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 13 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"NU se Verifică!!!"}$$



4.2. Verificarea Gabaritului de liberă trecere sub pod:

$\Delta_h = 1.00$ m *Pentru poduri peste cursuri de apa cu debite $Q_c < 1000\text{m}^3$ - cu plutitori*

$Cota_{NST} := 231.540$ m *Cota N.S.T., conform studiului Topo*

$h_c := 0.92$ m *Înălțimea de construcție, conform Releveu, Studiu Topo*

$Cota_{intradros} := Cota_{NST} - h_c = 230.62$ m

$h_{liber} := Cota_{intradros} - Cota_{apa_pod} = 0.9887$ m

Condiția de verificare := $\begin{cases} \text{"DA, se respecta Gabaritul de Libera trecere sub pod"} & \text{if } h_{liber} \geq \Delta_h \\ \text{"NU se Respecta Gabaritul de libera trecere sub pod"} & \text{if } h_{liber} < \Delta_h \end{cases}$

Condiția de verificare = "NU se Respecta Gabaritul de libera trecere sub pod"

Podul de la Km 616+913, nu asigură debușul debitului cu asigurare de 1%.

Întocmit,
ing. Andrei RADU

Radu



Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU

Neдеianu

BREVIAR DE CALCUL HIDRAULIC

Pod km 618+441 Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor

Calculul hidraulic a fost efectuat pentru verificarea debușeului (capacității de scurgere a apelor) și pentru a determina înălțimea lamei de apă pentru acest pod. Pentru verificarea debușeului, s-a determinat debitul capabil al podului, utilizând datele obținute din teren și din fișa podului (rugozitate, pantă, lămină și înălțime liberă).

Debitul capabil al podului va fi comparat cu debitul de calcul cu probabilitatea de depășire de 1%, pus la dispoziție de Administrația Națională Apele Române - I.N.H.G.A. și comunicat prin "Confirmarea de comandă 558/2017".

1. Date generale:

Podul de la km 618+441 traversează Valea Mierii.

$$L_{u_max} := 5.65\text{m}$$

$$Q_{1\%} := 118.00 \text{ [m}^3/\text{s]}$$

$$\text{Cota}_{\text{amonte}} := 222.82\text{m}$$

-Cotă absolută a talvegului în profilul din amonte

$$\text{Cota}_{\text{aval}} := 221.73\text{m}$$

-Cotă absolută a talvegului în profilul din aval

$$D := 35.0\text{m}$$

-Distanța dintre profilele amonte și aval

$$i := \frac{\text{Cota}_{\text{amonte}} - \text{Cota}_{\text{aval}}}{D} = 0.0311 \quad \text{-Panta talvegului}$$

2. Calculul hidraulic în Aval:

2.1. Verificarea debitului capabil pe albia existentă:

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$n = 0.025 \quad n\text{-coeficient de rugozitate conf. PD 95 - 2002}$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 15.878 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul udat} \quad P := 14.617 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 1.0863 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 40.5555$$

$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{(R \cdot i)} = 7.46 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 118.44 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

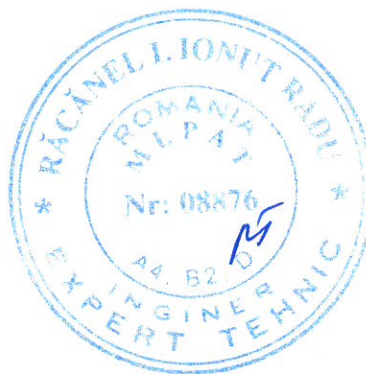
$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 118 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$h_{\text{lama_apa_aval}} := 2.35\text{m}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_aval}} := \text{Cota}_{\text{aval}} + h_{\text{lama_apa_aval}} = 224.08\text{m}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"DA, se Verifică"}$$



3. Calculul hidraulic în Amonte:

3.1. Verificarea debitului capabil pe albia existentă:

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$n = 0.025$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 19.334 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul ud} \quad P := 23.904 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 0.8088 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 38.6102$$

$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{R \cdot i} = 6.13 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 118.48 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 118 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$h_{\text{lama_apa_amonte}} := 1.96 \text{m}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} := \text{Cota}_{\text{amonte}} + h_{\text{lama_apa_amonte}} = 224.78 \text{m}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"DA, se Verifică"}$$

$$i_h := \frac{\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} - \text{Cota}_{\text{apa_aval}}}{D} = 0.02 \quad \text{-Panta hidraulică}$$

4. Calculul hidraulic în axul podului:

4.1. Verificarea debitului capabil pe secțiunea existentă:

$$D_1 := 5.00 \text{m} \quad \text{-Distanța dintre profilul aval și cel din axul podului}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_pod}} := \text{Cota}_{\text{apa_aval}} + \frac{(\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} - \text{Cota}_{\text{apa_aval}}) \cdot D_1}{D} = 224.18 \text{m}$$

$$n = 0.025$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 9.936 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul ud} \quad P := 10.661 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 0.932 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 39.5332$$

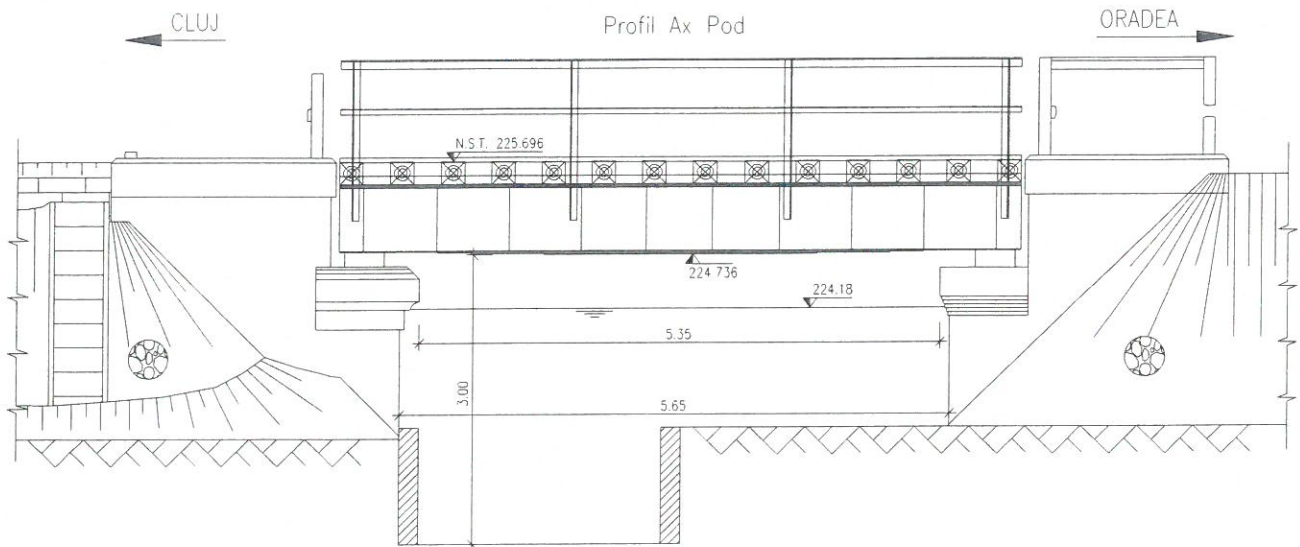
$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{R \cdot i_h} = 5.4 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 53.63 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 118 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"NU se Verifică!!!"}$$



4.2. Verificarea Gabaritului de liberă trecere sub pod:

$$\Delta_h = 1.00 \text{ m}$$

Pentru poduri peste cursuri de apa cu debite $Q_c < 1000 \text{ m}^3$ - cu plutitori

$$\text{Cota}_{\text{NST}} := 225.696 \text{ m}$$

Cota N.S.T., conform studiului Topo

$$h_c := 0.96 \text{ m}$$

Înălțimea de construcție, conform Relevu, Studiu Topo

$$\text{Cota}_{\text{intrados}} := \text{Cota}_{\text{NST}} - h_c = 224.736 \text{ m}$$

$$h_{\text{liber}} := \text{Cota}_{\text{intrados}} - \text{Cota}_{\text{apa_pod}} = 0.556 \text{ m}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se respecta Gabaritul de Libera trecere sub pod"} & \text{if } h_{\text{liber}} \geq \Delta_h \\ \text{"NU se Respecta Gabaritul de libera trecere sub pod"} & \text{if } h_{\text{liber}} < \Delta_h \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"NU se Respecta Gabaritul de libera trecere sub pod"}$$

Podul de la Km 618+441, nu asigură debușeul debitului cu asigurare de 1%.

Întocmit,
ing. Andrei RADU

Radu



Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU

Nedeianu

BREVIAR DE CALCUL HIDRAULIC

Pod km 622+224 Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor

Calculul hidraulic a fost efectuat pentru verificarea deșeuului (capacității de scurgere a apelor) și pentru a determina înălțimea lamei de apă pentru acest pod. Pentru verificarea deșeuului, s-a determinat debitul capabil al podului, utilizând datele obținute din teren și din fișa podului (rugozitate, pantă, lumină și înălțime liberă).

Debitul capabil al podului va fi comparat cu debitul de calcul cu probabilitatea de depășire de 1%, pus la dispoziție de Administrația Națională Apele Române - I.N.H.G.A. și comunicat prin "Confirmarea de comandă 558/2017".

1. Date generale:

Podul de la km 622+224 traversează Valea Rece (Belții).

$$L_{u_max} := 4.00\text{m}$$

$$Q_{1\%} := 63.00 \text{ [m}^3/\text{s]}$$

$$Cota_{amonte} := 210.85\text{m} \quad \text{-Cotă absolută a talvegului în profilul din amonte}$$

$$Cota_{aval} := 210.55\text{m} \quad \text{-Cotă absolută a talvegului în profilul din aval}$$

$$D := 95.0\text{m} \quad \text{-Distanța dintre profilele amonte și aval}$$

$$i := \frac{Cota_{amonte} - Cota_{aval}}{D} = 0.0032 \quad \text{-Panta talvegului}$$

2. Calculul hidraulic în Aval:

2.1. Verificarea debitului capabil pe albia existentă:

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$n = 0.033 \quad n\text{-coeficient de rugozitate conf. PD 95 - 2002}$$

$$A\text{- aria secțiunii de curgere} \quad A := 42.498 \quad \text{[m}^2\text{]}$$

$$P\text{-perimetrul udat} \quad P := 51.455 \quad \text{[m]}$$

$$R\text{- raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 0.8259 \quad \text{[m]}$$

$$y\text{- Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C\text{- Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 29.3524$$

$$V\text{- viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{R \cdot i} = 1.5 \quad \text{[m/s]}$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{cap} := V \cdot A = 63.71 \quad \text{[m}^3/\text{s]}$$

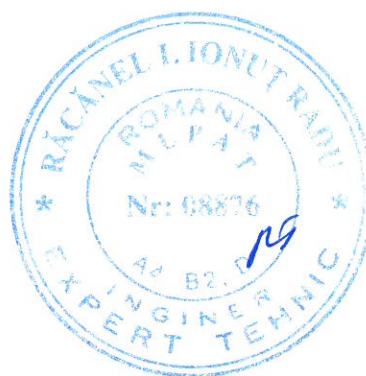
$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 63 \quad \text{[m}^3/\text{s]}$$

$$h_{lama_apa_aval} := 2.09\text{m}$$

$$Cota_{apa_aval} := Cota_{aval} + h_{lama_apa_aval} = 212.64\text{m}$$

$$\text{Condiția}_{de_verificare} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{cap} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{cap} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{de_verificare} = \text{"DA, se Verifică"}$$



3. Calculul hidraulic în Amonte:

3.1. Verificarea debitului capabil pe albia existentă:

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$n = 0.033$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 40.786 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul ud} \quad P := 46.099 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 0.8847 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 29.6909$$

$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{R \cdot i} = 1.57 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 64.01 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 63 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$h_{\text{lama_apa_amonte}} := 2.04 \text{m}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} := \text{Cota}_{\text{amonte}} + h_{\text{lama_apa_amonte}} = 212.89 \text{m}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"DA, se Verifică"}$$

$$i_h := \frac{\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} - \text{Cota}_{\text{apa_aval}}}{D} = 0.0026 \quad \text{-Panta hidraulică}$$

4. Calculul hidraulic în axul podului:

4.1. Verificarea debitului capabil pe secțiunea existentă:

$$D_1 := 5.00 \text{m} \quad \text{-Distanța dintre profilul aval și cel din axul podului}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_pod}} := \text{Cota}_{\text{apa_aval}} + \frac{(\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} - \text{Cota}_{\text{apa_aval}}) \cdot D_1}{D} = 212.6532 \text{m}$$

$$n = 0.033$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 10.305 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul ud} \quad P := 19.123 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 0.5389 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 27.336$$

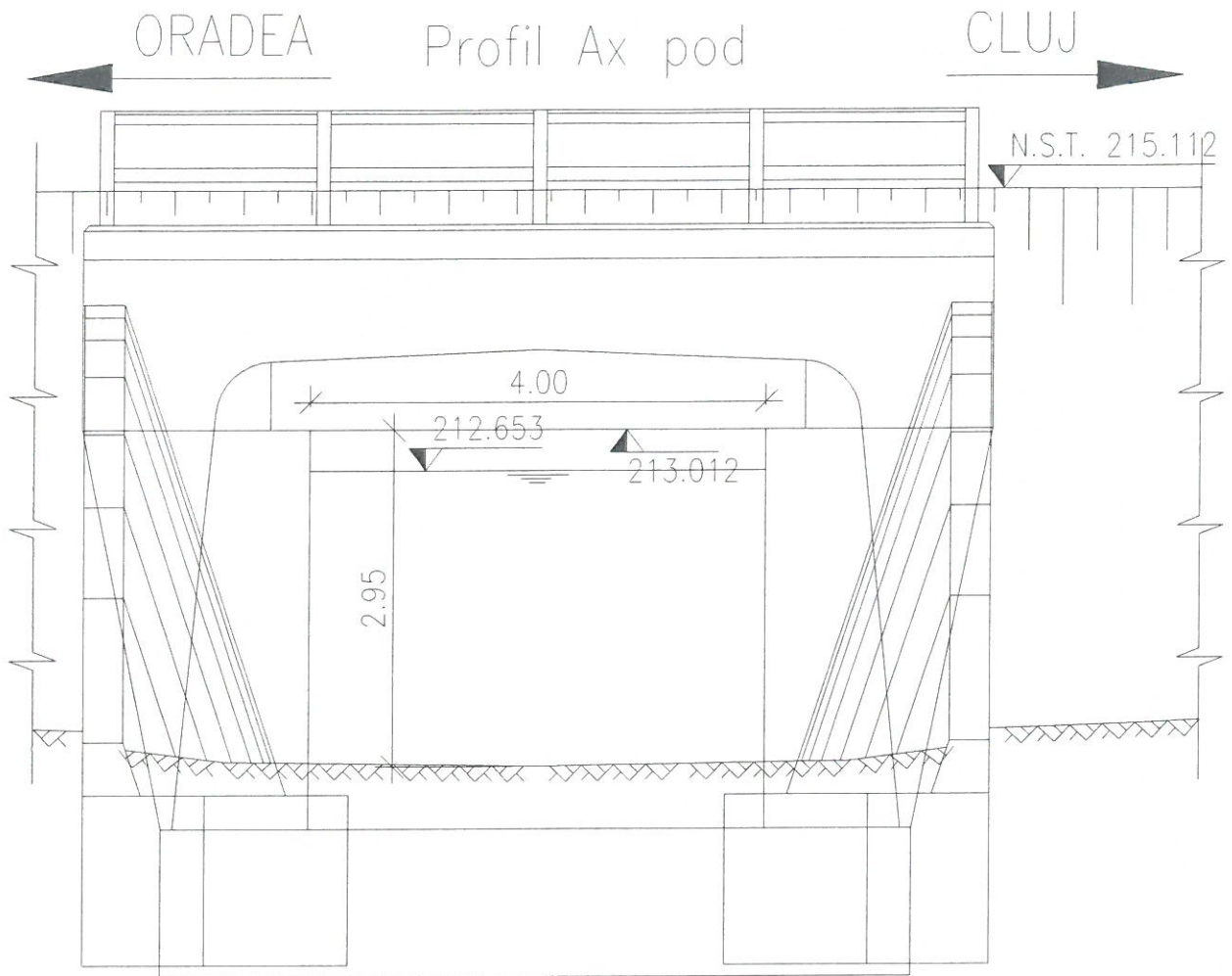
$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{R \cdot i_h} = 1.03 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 10.61 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 63 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

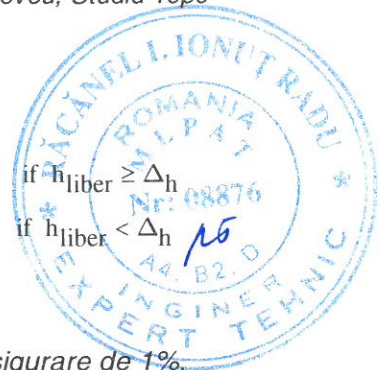
$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"NU se Verifică!!!"}$$



4.2. Verificarea Gabaritudului de liberă trecere sub pod:

$\Delta_h = 1.00 \text{ m}$ *Pentru poduri peste cursuri de apa cu debite $Q_c < 1000 \text{ m}^3$ - cu plutitori*
 $Cota_{NST} := 215.112 \text{ m}$ *Cota N.S.T., conform studiului Topo*
 $h_c := 2.10 \text{ m}$ *Înălțimea de construcție, conform Releveu, Studiu Topo*
 $Cota_{intrados} := Cota_{NST} - h_c = 213.012 \text{ m}$
 $h_{liber} := Cota_{intrados} - Cota_{apa_pod} = 0.3588 \text{ m}$
 Condiția de verificare := $\begin{cases} \text{"DA, se respecta Gabaritul de Libera trecere sub pod"} & \text{if } h_{liber} \geq \Delta_h \\ \text{"NU se Respecta Gabaritul de libera trecere sub pod"} & \text{if } h_{liber} < \Delta_h \end{cases}$
 Condiția de verificare = "NU se Respecta Gabaritul de libera trecere sub pod"



Podul de la Km 622+224, nu asigură debușul debitului cu asigurare de 1%.

Întocmit,
ing. Andrei RADU

Radu

Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU

Neдеianu

BREVIAR DE CALCUL HIDRAULIC

Pod km 635+178 Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor

Calculul hidraulic a fost efectuat pentru verificarea deșeuului (capacității de scurgere a apelor) și pentru a determina înălțimea lamei de apă pentru acest pod. Pentru verificarea deșeuului, s-a determinat debitul capabil al podului, utilizând datele obținute din teren și din fișa podului (rugozitate, pantă, lămină și înălțime liberă).

Debitul capabil al podului va fi comparat cu debitul de calcul cu probabilitatea de depășire de 1%, pus la dispoziție de Administrația Națională Apele Române - I.N.H.G.A. și comunicat prin "Confirmarea de comandă 558/2017".

1. Date generale:

Podul de la km 635+178 traversează Valea Medeș.

$$L_{u_max} := 5.75\text{m}$$

$$Q_{1\%} := 119.00 \text{ [m}^3/\text{s]}$$

$$\text{Cota}_{\text{amonte}} := 168.13\text{m}$$

-Cotă absolută a talvegului în profilul din amonte

$$\text{Cota}_{\text{aval}} := 167.30\text{m}$$

-Cotă absolută a talvegului în profilul din aval

$$D := 40.0\text{m}$$

-Distanța dintre profilele amonte și aval

$$i := \frac{\text{Cota}_{\text{amonte}} - \text{Cota}_{\text{aval}}}{D} = 0.0207 \quad \text{-Panta talvegului}$$

2. Calculul hidraulic în Aval:

2.1. Verificarea debitului capabil pe albia existentă:

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$n = 0.025 \quad n\text{- coeficient de rugozitate conf. PD 95 - 2002}$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 21.914 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul udat} \quad P := 23.553 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 0.9304 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 39.522$$

$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{R \cdot i} = 5.49 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 120.34 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 119 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$h_{\text{lama_apa_aval}} := 2.25\text{m}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_aval}} := \text{Cota}_{\text{aval}} + h_{\text{lama_apa_aval}} = 169.55\text{m}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"DA, se Verifică"}$$



3. Calculul hidraulic în Amonte:

3.1. Verificarea debitului capabil pe albia existentă:

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$n = 0.025$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 37.149 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul ud} \quad P := 88.331 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 0.4206 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 34.6231$$

$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{R \cdot i} = 3.23 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 120.15 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 119 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$h_{\text{lama_apa_amonte}} := 1.58 \text{ m}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} := \text{Cota}_{\text{amonte}} + h_{\text{lama_apa_amonte}} = 169.71 \text{ m}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"DA, se Verifică"}$$

$$i_h := \frac{\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} - \text{Cota}_{\text{apa_aval}}}{D} = 0.004 \quad \text{-Panta hidraulică}$$

4. Calculul hidraulic în axul podului:

4.1. Verificarea debitului capabil pe secțiunea existentă:

$$D_1 := 30.00 \text{ m} \quad \text{-Distanța dintre profilul aval și cel din axul podului}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_pod}} := \text{Cota}_{\text{apa_aval}} + \frac{(\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} - \text{Cota}_{\text{apa_aval}}) \cdot D_1}{D} = 169.67 \text{ m}$$

$$n = 0.025$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 9.032 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul ud} \quad P := 8.74 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 1.0334 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 40.2197$$

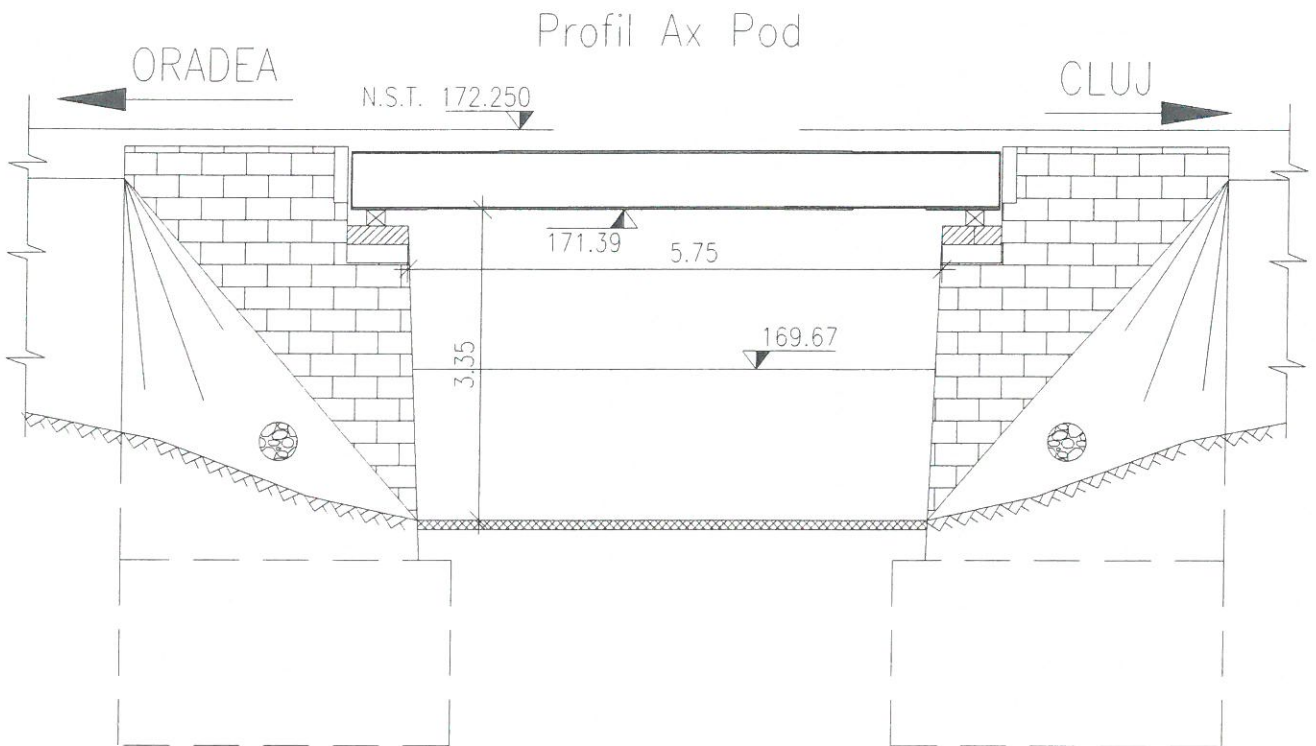
$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{R \cdot i_h} = 2.59 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 23.36 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 119 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"NU se Verifică!!!"}$$



4.2. Verificarea Gabaritului de liberă trecere sub pod:

$$\Delta_h = 1.00 \text{ m}$$

Pentru poduri peste cursuri de apa cu debite $Q_c < 1000 \text{ m}^3$ - cu plutitori

$$\text{Cota}_{\text{NST}} := 172.250 \text{ m}$$

Cota N.S.T., conform studiului Topo

$$h_c := 0.86 \text{ m}$$

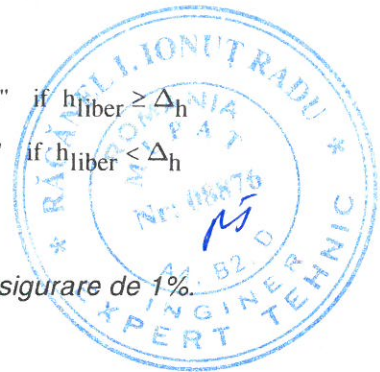
Înălțimea de construcție, conform Releveu, Studiu Topo

$$\text{Cota}_{\text{intrados}} := \text{Cota}_{\text{NST}} - h_c = 171.39 \text{ m}$$

$$h_{\text{liber}} := \text{Cota}_{\text{intrados}} - \text{Cota}_{\text{apa_pod}} = 1.72 \text{ m}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se respecta Gabaritul de Libera trecere sub pod"} & \text{if } h_{\text{liber}} \geq \Delta_h \\ \text{"NU se Respecta Gabaritul de libera trecere sub pod"} & \text{if } h_{\text{liber}} < \Delta_h \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"DA, se respecta Gabaritul de Libera trecere sub pod"}$$



Podul de la Km 635+178, nu asigură debușeul debitului cu asigurare de 1%.

Întocmit,
ing. Andrei RADU

Radu

Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU

Neдеianu

BREVIAR DE CALCUL HIDRAULIC

Pod km 637+770 Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor

Calculul hidraulic a fost efectuat pentru verificarea debușeului (capacității de scurgere a apelor) și pentru a determina înălțimea lamei de apă pentru acest pod. Pentru verificarea debușeului, s-a determinat debitul capabil al podului, utilizând datele obținute din teren și din fișa podului (rugozitate, pantă, lumină și înălțime liberă).

Debitul capabil al podului va fi comparat cu debitul de calcul cu probabilitatea de depășire de 1%, pus la dispoziție de Administrația Națională Apele Române - I.N.H.G.A. și comunicat prin "Confirmarea de comandă 558/2017".

1.Date generale:

Podul de la km 637+770 traversează Părăul Chijic.

$$L_{u_max} := 10.10\text{m}$$

$$Q_{1\%} := 123.00 \text{ [m}^3/\text{s]}$$

$$\text{Cota}_{\text{amonte}} := 160.84\text{m}$$

-Cotă absolută a talvegului în profilul din amonte

$$\text{Cota}_{\text{aval}} := 160.64\text{m}$$

-Cotă absolută a talvegului în profilul din aval

$$D := 50.0\text{m}$$

-Distanța dintre profilele amonte și aval

$$i := \frac{\text{Cota}_{\text{amonte}} - \text{Cota}_{\text{aval}}}{D} = 0.004$$

-Panta talvegului

2.Calculul hidraulic în Aval:

2.1. Verificarea debitului capabil pe albia existentă:

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$n = 0.025 \quad n\text{- coeficient de rugozitate conf. PD 95 - 2002}$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 37.251 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul udat} \quad P := 24.803 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 1.5019 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 42.8054$$

$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{R \cdot i} = 3.32 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 123.59 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 123 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$h_{\text{lama_apa_aval}} := 2.31\text{m}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_aval}} := \text{Cota}_{\text{aval}} + h_{\text{lama_apa_aval}} = 162.95\text{m}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"DA, se Verifică"}$$



3. Calculul hidraulic în Amonte:

3.1. Verificarea debitului capabil pe albia existentă:

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$n = 0.025$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 61.809 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul udat} \quad P := 87.331 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 0.7078 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 37.7607$$

$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{(R \cdot i)} = 2.01 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 124.18 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 123 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$h_{\text{lama_apa_amonte}} := 2.279 \text{m}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} := \text{Cota}_{\text{amonte}} + h_{\text{lama_apa_amonte}} = 163.119 \text{m}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"DA, se Verifică"}$$

$$i_h := \frac{\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} - \text{Cota}_{\text{apa_aval}}}{D} = 0.0034 \quad \text{-Panta hidraulică}$$

4. Calculul hidraulic în axul podului:

4.1. Verificarea debitului capabil pe secțiunea existentă:

$$D_1 := 30.00 \text{m} \quad \text{-Distanța dintre profilul aval și cel din axul podului}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_pod}} := \text{Cota}_{\text{apa_aval}} + \frac{(\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} - \text{Cota}_{\text{apa_aval}}) \cdot D_1}{D} = 163.0514 \text{m}$$

$$n = 0.025$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 17.519 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul udat} \quad P := 13.167 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 1.3305 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 41.9498$$

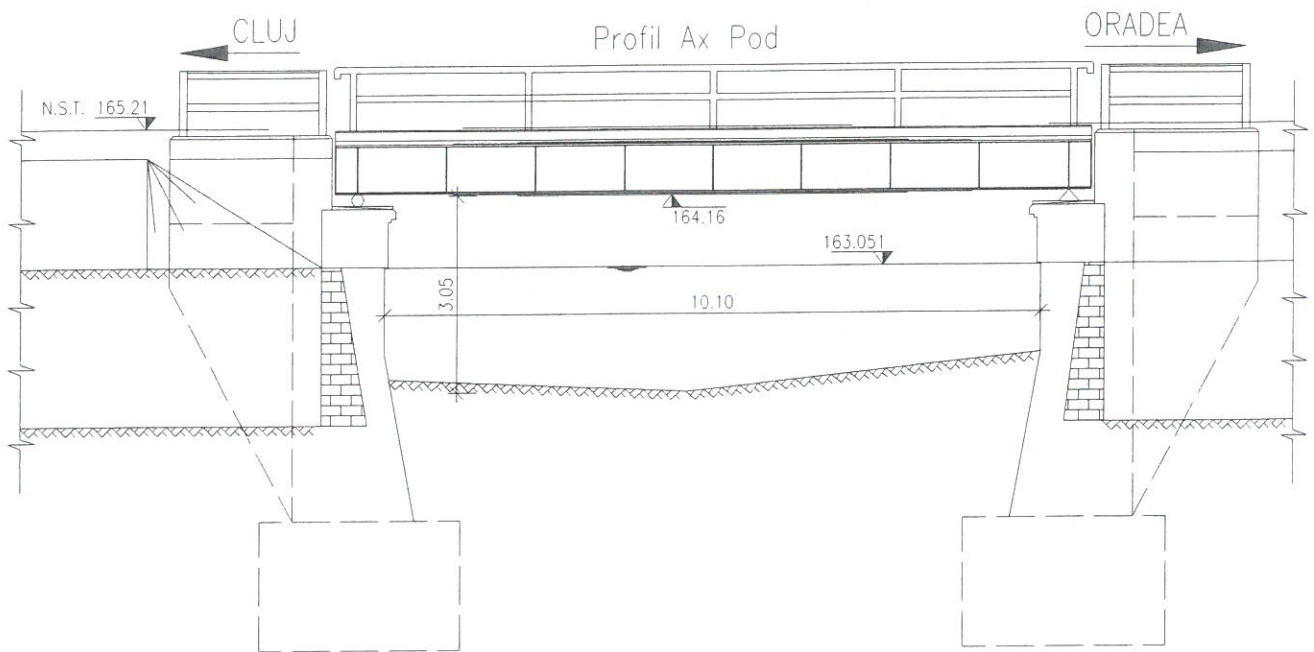
$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{(R \cdot i_h)} = 2.81 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 49.28 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 123 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"NU se Verifică!!!"}$$



4.2. Verificarea Gabaritudului de liberă trecere sub pod:

$\Delta_h = 1.00$ m *Pentru poduri peste cursuri de apa cu debite $Q_c < 1000\text{m}^3$ - cu plutitori*

$Cota_{NST} := 165.21$ m *Cota N.S.T., conform studiului Topo*

$h_c := 1.05$ m *Înălțimea de construcție, conform Releveu, Studiu Topo*

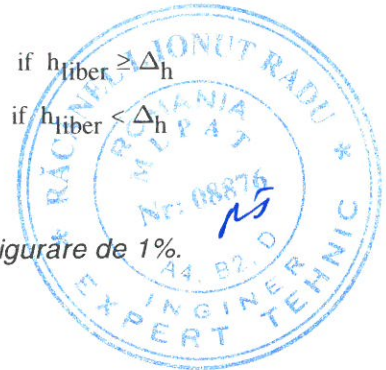
$Cota_{intrados} := Cota_{NST} - h_c = 164.16$ m

$h_{liber} := Cota_{intrados} - Cota_{apa_pod} = 1.1086$ m

Condiția de verificare := $\begin{cases} \text{"DA, se respecta Gabaritul de Libera trecere sub pod"} & \text{if } h_{liber} \geq \Delta_h \\ \text{"NU se Respecta Gabaritul de libera trecere sub pod"} & \text{if } h_{liber} < \Delta_h \end{cases}$

Condiția de verificare = "DA, se respecta Gabaritul de Libera trecere sub pod"

Podul de la Km 637+770, nu asigură debușeul debitului cu asigurare de 1%.



Întocmit,
ing. Andrei RADU

Radu

Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU

Neдеianu

BREVIAR DE CALCUL HIDRAULIC

Pod km 639+223 Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor

Calculul hidraulic a fost efectuat pentru verificarea debușeului (capacității de scurgere a apelor) și pentru a determina înălțimea lamei de apă pentru acest pod. Pentru verificarea debușeului, s-a determinat debitul capabil al podului, utilizând datele obținute din teren și din fișa podului (rugozitate, pantă, lumină și înălțime liberă).

Debitul capabil al podului va fi comparat cu debitul de calcul cu probabilitatea de depășire de 1%, pus la dispoziție de Administrația Națională Apele Române - I.N.H.G.A. și comunicat prin "Confirmarea de comandă 558/2017".

1.Date generale:

Podul de la km 639+223 traversează Părăul Sărănd.

$$L_{u_max} := 5.90\text{m}$$

$$Q_{1\%} := 95.00 \text{ [m}^3/\text{s]}$$

$$\text{Cota}_{amonte} := 158.73\text{m}$$

-Cotă absolută a talvegului în profilul din amonte

$$\text{Cota}_{aval} := 157.31\text{m}$$

-Cotă absolută a talvegului în profilul din aval

$$D := 60.0\text{m}$$

-Distanța dintre profilele amonte și aval

$$i := \frac{\text{Cota}_{amonte} - \text{Cota}_{aval}}{D} = 0.0237 \quad \text{-Panta talvegului}$$

2.Calculul hidraulic în Aval:

2.1. Verificarea debitului capabil pe albia existentă:

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$n = 0.033 \quad n\text{- coeficient de rugozitate conf. PD 95 - 2002}$$

$$A \text{ - aria secțiunii de curgere} \quad A := 26.321 \quad [\text{m}^2]$$

$$P \text{ - perimetrul udat} \quad P := 38.439 \quad [\text{m}]$$

$$R \text{ - raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 0.6847 \quad [\text{m}]$$

$$y \text{ - Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C \text{ - Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 28.4495$$

$$V \text{ - viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{R \cdot i} = 3.62 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{cap} := V \cdot A = 95.33 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 95 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$h_{lama_apa_aval} := 1.48\text{m}$$

$$\text{Cota}_{apa_aval} := \text{Cota}_{aval} + h_{lama_apa_aval} = 158.79\text{m}$$

$$\text{Condiția}_{de_verificare} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{cap} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{cap} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{de_verificare} = \text{"DA, se Verifică"}$$



3. Calculul hidraulic în Amonte:

3.1. Verificarea debitului capabil pe albia existentă:

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$n = 0.033$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 27.376 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul ud} \quad P := 42.459 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 0.6448 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 28.1656$$

$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{(R \cdot i)} = 3.48 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 95.25 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 95 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$h_{\text{lama_apa_amonte}} := 1.21 \text{ m}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} := \text{Cota}_{\text{amonte}} + h_{\text{lama_apa_amonte}} = 159.94 \text{ m}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"DA, se Verifică"}$$

$$i_h := \frac{\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} - \text{Cota}_{\text{apa_aval}}}{D} = 0.0192 \quad \text{-Panta hidraulică}$$

4. Calculul hidraulic în axul podului:

4.1. Verificarea debitului capabil pe secțiunea existentă:

$$D_1 := 30.00 \text{ m} \quad \text{-Distanța dintre profilul aval și cel din axul podului}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_pod}} := \text{Cota}_{\text{apa_aval}} + \frac{(\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} - \text{Cota}_{\text{apa_aval}}) \cdot D_1}{D} = 159.365 \text{ m}$$

$$n = 0.033$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 9.482 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul ud} \quad P := 8.51 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 1.1142 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 30.8542$$

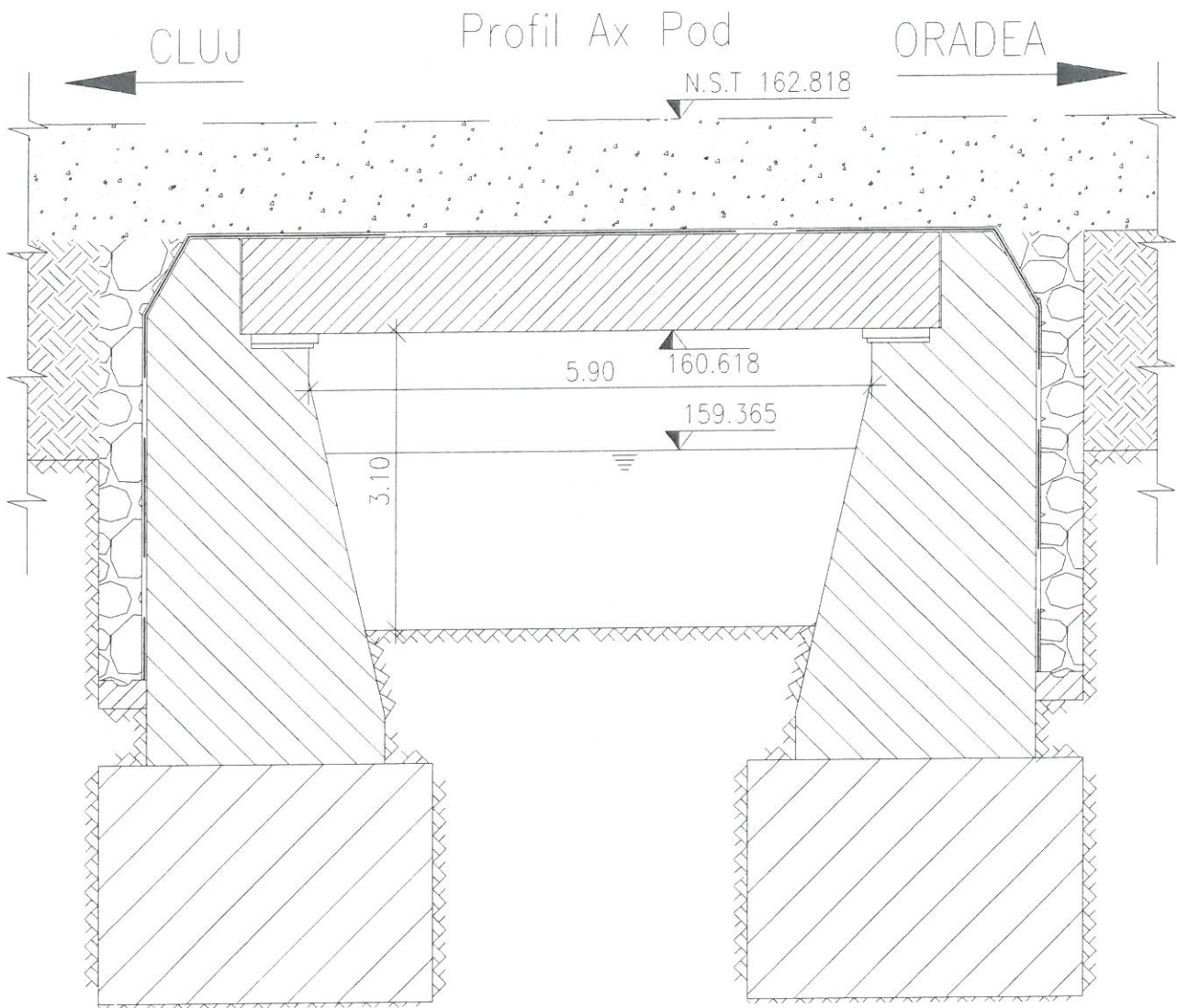
$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{(R \cdot i_h)} = 4.51 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 42.75 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 95 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"NU se Verifică!!!"}$$



4.2. Verificarea Gabaritului de liberă trecere sub pod:

$$\Delta h = 1.00 \text{ m}$$

Pentru poduri peste cursuri de apa cu debite $Q_c < 1000 \text{ m}^3$ - cu plutitori

$$\text{Cota}_{\text{NST}} := 162.818 \text{ m}$$

Cota N.S.T., conform studiului Topo

$$h_c := 2.20 \text{ m}$$

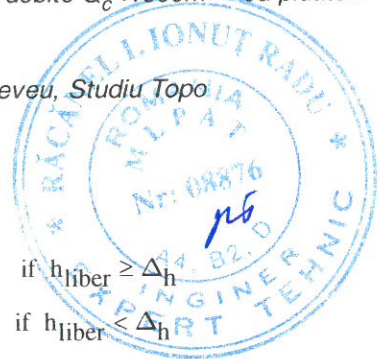
Înălțimea de construcție, conform Releveu, Studiu Topo

$$\text{Cota}_{\text{intradose}} := \text{Cota}_{\text{NST}} - h_c = 160.618 \text{ m}$$

$$h_{\text{liber}} := \text{Cota}_{\text{intradose}} - \text{Cota}_{\text{apa_pod}} = 1.253 \text{ m}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se respecta Gabaritul de Libera trecere sub pod"} & \text{if } h_{\text{liber}} \geq \Delta h \\ \text{"NU se Respecta Gabaritul de libera trecere sub pod"} & \text{if } h_{\text{liber}} < \Delta h \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"DA, se respecta Gabaritul de Libera trecere sub pod"}$$



Podul de la Km 639+223, nu asigură deșeușul debitului cu asigurare de 1%.

Întocmit,
ing. Andrei RADU

Radu

Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU

Neideianu

BREVIAR DE CALCUL HIDRAULIC

Pod km 645+054 Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor

Calculul hidraulic a fost efectuat pentru verificarea debușeului (capacității de scurgere a apelor) și pentru a determina înălțimea lamei de apă pentru acest pod. Pentru verificarea debușeului, s-a determinat debitul capabil al podului, utilizând datele obținute din teren și din fișa podului (rugozitate, pantă, lămină și înălțime liberă).

Debitul capabil al podului va fi comparat cu debitul de calcul cu probabilitatea de depășire de 1%, pus la dispoziție de Administrația Națională Apele Române - I.N.H.G.A. și comunicat prin "Confirmarea de comandă 558/2017".

1. Date generale:

Podul de la km 645+054 traversează Părăul Tășad.

$$L_{u_max} := 5.00m$$

$$Q_{1\%} := 116.00 [m^3/s]$$

$$Cota_{amonte} := 139.93m$$

-Cotă absolută a talvegului în profilul din amonte

$$Cota_{aval} := 139.60m$$

-Cotă absolută a talvegului în profilul din aval

$$D := 100.0m$$

-Distanța dintre profilele amonte și aval

$$i := \frac{Cota_{amonte} - Cota_{aval}}{D} = 0.0033 \quad \text{-Panta talvegului}$$

2. Calculul hidraulic în Aval:

2.1. Verificarea debitului capabil pe albia existentă:

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$n = 0.033 \quad n\text{-coeficient de rugozitate conf. PD 95 - 2002}$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 66.071 \quad [m^2]$$

$$P - \text{perimetrul ud} \quad P := 64.317 \quad [m]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 1.0273 \quad [m]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 30.4392$$

$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{R \cdot i} = 1.77 \quad [m/s]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{cap} := V \cdot A = 117.1 \quad [m^3/s]$$

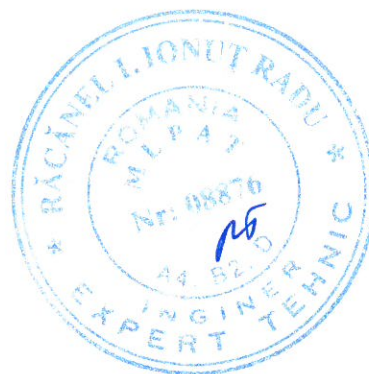
$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 116 \quad [m^3/s]$$

$$h_{lama_apa_aval} := 2.82m$$

$$Cota_{apa_aval} := Cota_{aval} + h_{lama_apa_aval} = 142.42m$$

$$\text{Condiția}_{de_verificare} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{cap} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{cap} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{de_verificare} = \text{"DA, se Verifică"}$$



3. Calculul hidraulic în Amonte:

3.1. Verificarea debitului capabil pe albia existentă:

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$n = 0.033$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 79.264 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul udat} \quad P := 65.712 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 1.2062 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 31.265$$

$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{(R \cdot i)} = 1.97 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 156.35 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 116 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$h_{\text{lama_apa_amonte}} := 2.67 \text{m}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} := \text{Cota}_{\text{amonte}} + h_{\text{lama_apa_amonte}} = 142.6 \text{m}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"DA, se Verifică"}$$

$$i_h := \frac{\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} - \text{Cota}_{\text{apa_aval}}}{D} = 0.0018 \quad \text{-Panta hidraulică}$$

4. Calculul hidraulic în axul podului:

4.1. Verificarea debitului capabil pe secțiunea existentă:

$$D_1 := 50.00 \text{m} \quad \text{-Distanța dintre profilul aval și cel din axul podului}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_pod}} := \text{Cota}_{\text{apa_aval}} + \frac{(\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} - \text{Cota}_{\text{apa_aval}}) \cdot D_1}{D} = 142.51 \text{m}$$

$$n = 0.033$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 12.404 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul udat} \quad P := 9.48 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 1.3084 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 31.6917$$

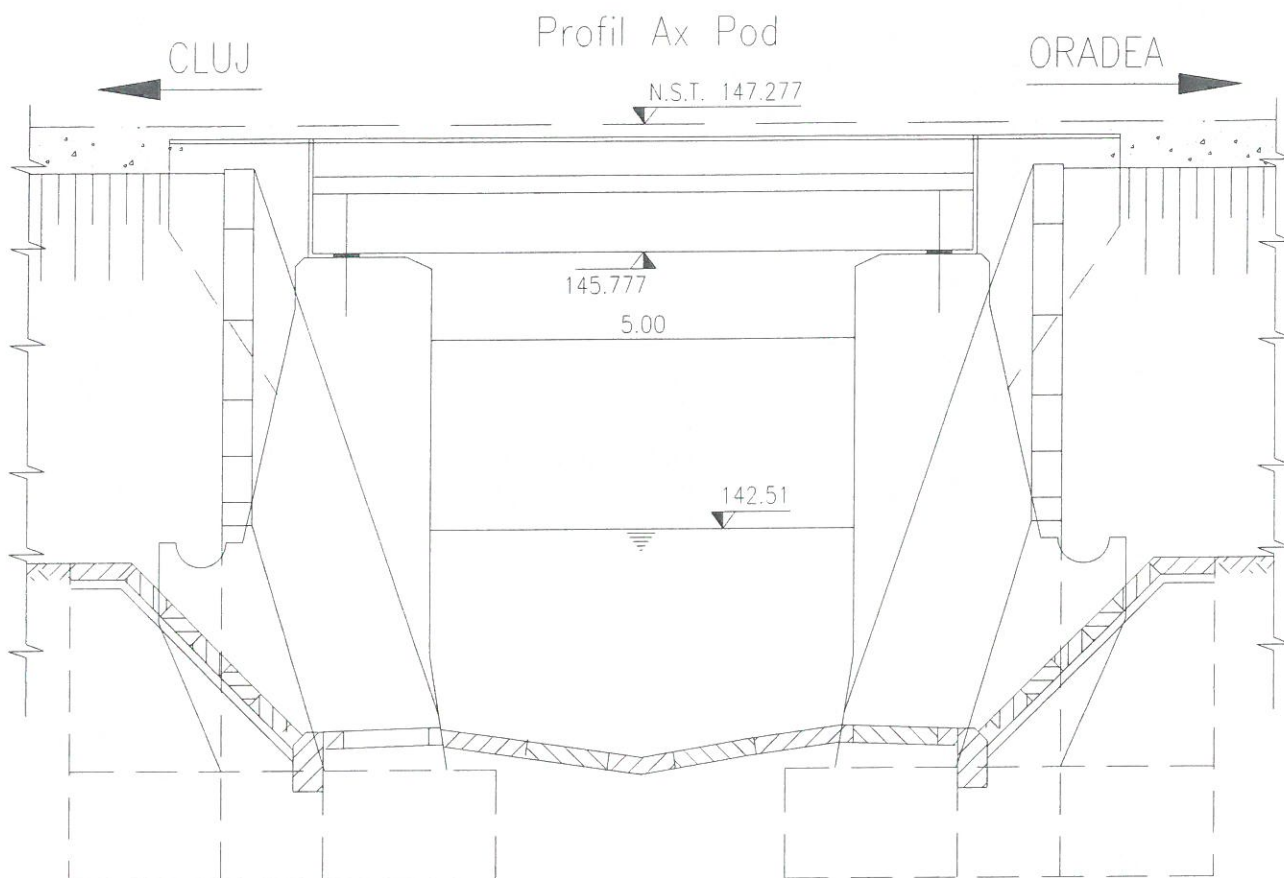
$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{(R \cdot i_h)} = 1.54 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 19.08 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 116 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"NU se Verifică!!!"}$$



4.2. Verificarea Gabaritului de liberă trecere sub pod:

$\Delta h = 1.00 \text{ m}$ *Pentru poduri peste cursuri de apa cu debite $Q_c < 1000 \text{ m}^3$ - cu plutitori*

$Cota_{NST} := 147.277 \text{ m}$ *Cota N.S.T., conform studiului Topo*

$h_c := 1.50 \text{ m}$ *Înălțimea de construcție, conform Relevu, Studiu Topo*

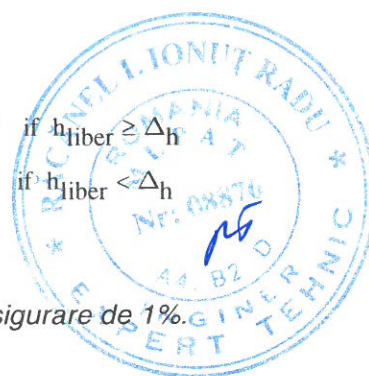
$Cota_{intrados} := Cota_{NST} - h_c = 145.777 \text{ m}$

$h_{liber} := Cota_{intrados} - Cota_{apa_pod} = 3.267 \text{ m}$

Condiția de verificare :=

"DA, se respecta Gabaritul de Libera trecere sub pod"	if $h_{liber} \geq \Delta h$
"NU se Respecta Gabaritul de libera trecere sub pod"	if $h_{liber} < \Delta h$

Condiția de verificare = "DA, se respecta Gabaritul de Libera trecere sub pod"



Podul de la Km 645+054, nu asigură debușeul debitului cu asigurare de 1%.

Întocmit,
ing. Andrei RADU

Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU

BREVIAR DE CALCUL HIDRAULIC

Pod km 646+342 Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor

Calculul hidraulic a fost efectuat pentru verificarea debușeului (capacității de scurgere a apelor) și pentru a determina înălțimea lamei de apă pentru acest pod. Pentru verificarea debușeului, s-a determinat debitul capabil al podului, utilizând datele obținute din teren și din fișa podului (rugozitate, pantă, lumină și înălțime liberă).

Debitul capabil al podului va fi comparat cu debitul de calcul cu probabilitatea de depășire de 1%, pus la dispoziție de Administrația Națională Apele Române - I.N.H.G.A. și comunicat prin "Confirmarea de comandă 558/2017".

1. Date generale:

Podul de la km 646+342 traversează Părăul Tășad.

$$L_{u_max} := 5.00\text{m}$$

$$Q_{1\%} := 46.50 \text{ [m}^3/\text{s]}$$

$$Cota_{amonte} := 140.69\text{m} \quad \text{-Cotă absolută a talvegului în profilul din amonte}$$

$$Cota_{aval} := 139.20\text{m} \quad \text{-Cotă absolută a talvegului în profilul din aval}$$

$$D := 160.0\text{m} \quad \text{-Distanța dintre profilele amonte și aval}$$

$$i := \frac{Cota_{amonte} - Cota_{aval}}{D} = 0.0093 \quad \text{-Panta talvegului}$$

2. Calculul hidraulic în Aval:

2.1. Verificarea debitului capabil pe albia existentă:

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$n = 0.025 \quad n\text{- coeficient de rugozitate conf. PD 95 - 2002}$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 24.836 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul udat} \quad P := 70.667 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 0.3515 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 33.6024$$

$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{R \cdot i} = 1.92 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{cap} := V \cdot A = 47.74 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 46.5 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$h_{lama_apa_aval} := 1.62\text{m}$$

$$Cota_{apa_aval} := Cota_{aval} + h_{lama_apa_aval} = 140.82\text{m}$$

$$\text{Condiția}_{de_verificare} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{cap} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{cap} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{de_verificare} = \text{"DA, se Verifică"}$$



3. Calculul hidraulic în Amonte:

3.1. Verificarea debitului capabil pe albia existentă:

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$n = 0.025$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 16.169 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul udat} \quad P := 24.769 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 0.6528 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 37.2554$$

$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{(R \cdot i)} = 2.9 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 46.97 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 46.5 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$h_{\text{lama_apa_amonte}} := 1.558 \text{ m}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} := \text{Cota}_{\text{amonte}} + h_{\text{lama_apa_amonte}} = 142.248 \text{ m}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"DA, se Verifică"}$$

$$i_h := \frac{\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} - \text{Cota}_{\text{apa_aval}}}{D} = 0.0089 \quad \text{-Panta hidraulică}$$

4. Calculul hidraulic în axul podului:

4.1. Verificarea debitului capabil pe secțiunea existentă:

$$D_1 := 25.00 \text{ m} \quad \text{-Distanța dintre profilul aval și cel din axul podului}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_pod}} := \text{Cota}_{\text{apa_aval}} + \frac{(\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} - \text{Cota}_{\text{apa_aval}}) \cdot D_1}{D} = 141.0431 \text{ m}$$

$$n = 0.025$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 4.44 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul udat} \quad P := 6.72 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 0.6607 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 37.3304$$

$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{(R \cdot i_h)} = 2.87 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 12.73 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 46.5 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"NU se Verifică!!!"}$$

BREVIAR DE CALCUL HIDRAULIC

Pod km 651+252 Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor

Calculul hidraulic a fost efectuat pentru verificarea debușeului (capacității de scurgere a apelor) și pentru a determina înălțimea lamei de apă pentru acest pod. Pentru verificarea debușeului, s-a determinat debitul capabil al podului, utilizând datele obținute din teren și din fișa podului (rugozitate, pantă, lumină și înălțime liberă).

Debitul capabil al podului va fi comparat cu debitul de calcul cu probabilitatea de depășire de 1%, pus la dispoziție de Administrația Bazinală de Apă Crisuri, Oradea și comunicat în Iunie 2017".

1. Date generale:

Podul de la km 651+252 traversează Crișul Repede.

$$L_{u_max} := 47.60\text{m}$$

$$Q_{1\%} := 1000.00 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Cota}_{\text{amonte}} := 122.23\text{m}$$

-Cotă absolută a talvegului în profilul din amonte

$$\text{Cota}_{\text{aval}} := 121.68\text{m}$$

-Cotă absolută a talvegului în profilul din aval

$$D := 160.0\text{m}$$

-Distanța dintre profilele amonte și aval

$$i := \frac{\text{Cota}_{\text{amonte}} - \text{Cota}_{\text{aval}}}{D} = 0.0034 \quad \text{-Panta talvegului}$$

2. Calculul hidraulic în Aval:

2.1. Verificarea debitului capabil pe albia existentă:

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$n = 0.040 \quad n\text{- coeficient de rugozitate conf. PD 95 - 2002}$$

A - aria secțiunii de curgere	$A := 321.168$	$[\text{m}^2]$
P - perimetrul ud	$P := 100.710$	$[\text{m}]$
R - raza hidraulică	$R := \frac{A}{P} = 3.189$	$[\text{m}]$
y - Exponentul lui Chezy	$y = 0.1667$	
C - Coeficientul lui Chezy	$C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 30.3308$	
V - viteza medie a apei	$V := C \cdot \sqrt{R \cdot i} = 3.18$	$[\text{m}/\text{s}]$
Debitul capabil al podului	$Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 1019.92$	$[\text{m}^3/\text{s}]$
Debitul de calcul al podului	$Q_{1\%} = 1000$	$[\text{m}^3/\text{s}]$

$$h_{\text{lama_apa_aval}} := 4.60\text{m}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_aval}} := \text{Cota}_{\text{aval}} + h_{\text{lama_apa_aval}} = 126.28\text{m}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"DA, se Verifică"}$$



3. Calculul hidraulic în Amonte:

3.1. Verificarea debitului capabil pe albia existentă:

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$n = 0.040$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 325.683 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul ud} \quad P := 107.374 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 3.0332 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 30.0785$$

$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{R \cdot i} = 3.07 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 1000.28 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 1000 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$h_{\text{lama_apa_amonte}} := 5.07 \text{m}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} := \text{Cota}_{\text{amonte}} + h_{\text{lama_apa_amonte}} = 127.3 \text{m}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"DA, se Verifică"}$$

$$i_h := \frac{\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} - \text{Cota}_{\text{apa_aval}}}{D} = 0.0064 \quad \text{-Panta hidraulică}$$

4. Calculul hidraulic în axul podului:

4.1. Verificarea debitului capabil pe secțiunea existentă:

$$D_1 := 50.00 \text{m} \quad \text{-Distanța dintre profilul aval și cel din axul podului}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_pod}} := \text{Cota}_{\text{apa_aval}} + \frac{(\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} - \text{Cota}_{\text{apa_aval}}) \cdot D_1}{D} = 126.5988 \text{m}$$

$$n = 0.040$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 241.632 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul ud} \quad P := 80.919 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 2.9861 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 30.0002$$

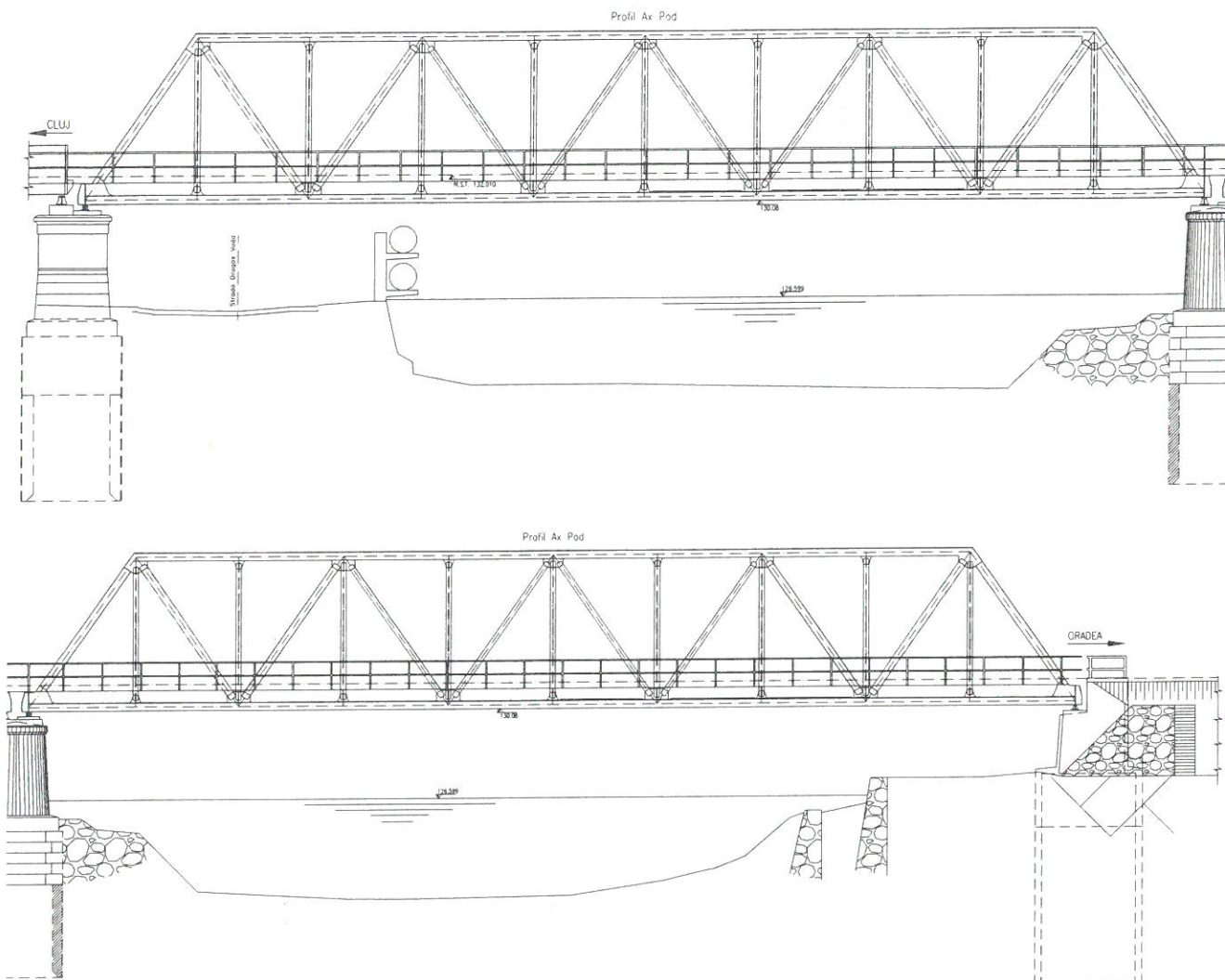
$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{R \cdot i_h} = 4.14 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 1000.16 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 1000 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"DA, se Verifică"}$$



4.2. Verificarea Gabaritului de liberă trecere sub pod:

$\Delta_h = 1.00\text{ m}$ Pentru poduri peste cursuri de apa cu debite $Q_c < 1000\text{ m}^3$ - cu plutitori

$Cota_{NST} := 132.010\text{ m}$ Cota N.S.T., conform studiului Topo

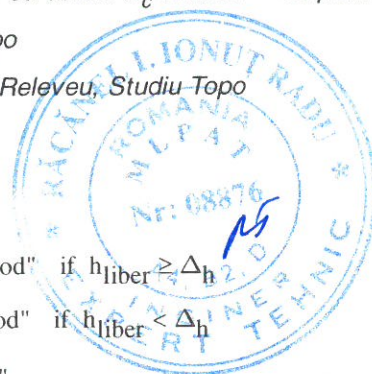
$h_c := 1.21\text{ m}$ Înălțimea de construcție, conform Releveu, Studiu-Topo

$Cota_{intradros} := Cota_{NST} - h_c = 130.8\text{ m}$

$h_{liber} := Cota_{intradros} - Cota_{apa_pod} = 4.2012\text{ m}$

Condiția de verificare := $\begin{cases} \text{"DA, se respecta Gabaritul de Libera trecere sub pod"} & \text{if } h_{liber} \geq \Delta_h \\ \text{"NU se Respecta Gabaritul de libera trecere sub pod"} & \text{if } h_{liber} < \Delta_h \end{cases}$

Condiția de verificare = "DA, se respecta Gabaritul de Libera trecere sub pod"



Podul de la Km 651+252, asigură debușeul debitului cu asigurare de 1%.

Întocmit,
ing. Andrei RADU

Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU

Pod km 618+190, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.I.P.C.S.N - deschidere 6.60m

Breviar de calcul: Grinda principala L=6.60m conform EUROCOD

In cadrul notei de calcul s-au considerat coeficientii de siguranta cu valoarea 1.00 pentru constructii existente verificate la conditii de exploatare.

1. Determinarea eforturilor in Grinda principala cu inima plina

- L := 6.60m -deschiderea podului
- B := 1.80m -distanța interax între grinzi principale
- $h_w := 645\text{mm}$ -înălțimea inimii grinzii

1.1. Evaluarea acțiunilor:

1.1.a) Greutatea permanenta (conform fisei podului)

$$g_{\text{sina}} := 0.65 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad g_{\text{prindere}} := 1.30 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \gamma_{\text{lemn}} := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$g_{\text{traversa}} := 0.24\text{m} \cdot 0.24\text{m} \cdot 2.60\text{m} \cdot \gamma_{\text{lemn}} = 1.498 \cdot \text{kN}$$

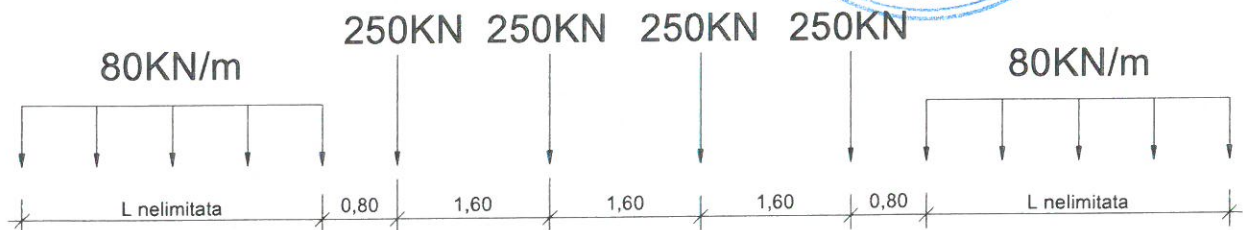
$$g_{\text{cale}} := 2g_{\text{sina}} + 2g_{\text{prindere}} + \frac{2 \cdot g_{\text{traversa}}}{1.0\text{m}} = 6.895 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$g_{\text{sm}} := \left(440 \cdot \frac{L}{\text{m}} + 6500 \right) \frac{\text{N}}{\text{m}} = 9.404 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$g_p := g_{\text{sm}} + g_{\text{cale}} = 16.299 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.b) Convoiul de calcul LM71

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



Coeficientul dinamic (ϕ_3) (conform SREN 1991-2:2005 - punctul 6.4.5.2)

$$\phi_3 = \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.73 \quad \text{-coeficientul dinamic pentru o cale întreținută în condiții standard}$$

$$L_\phi := \frac{L}{\text{m}} = 6.6 \quad \text{-lungimea "determinată" conform tabel 6.2}$$

$$\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.73 = 1.642$$

1.1.c) Acțiunea vântului (SREN 1991-1-4:2006 - secțiunea 8)

In lipsa unui calcul exact al răspunsului dinamic la acțiunea vântului a podului analizat, rezultanta presiunii din vânt se poate stabili cu relația:

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

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

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

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

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

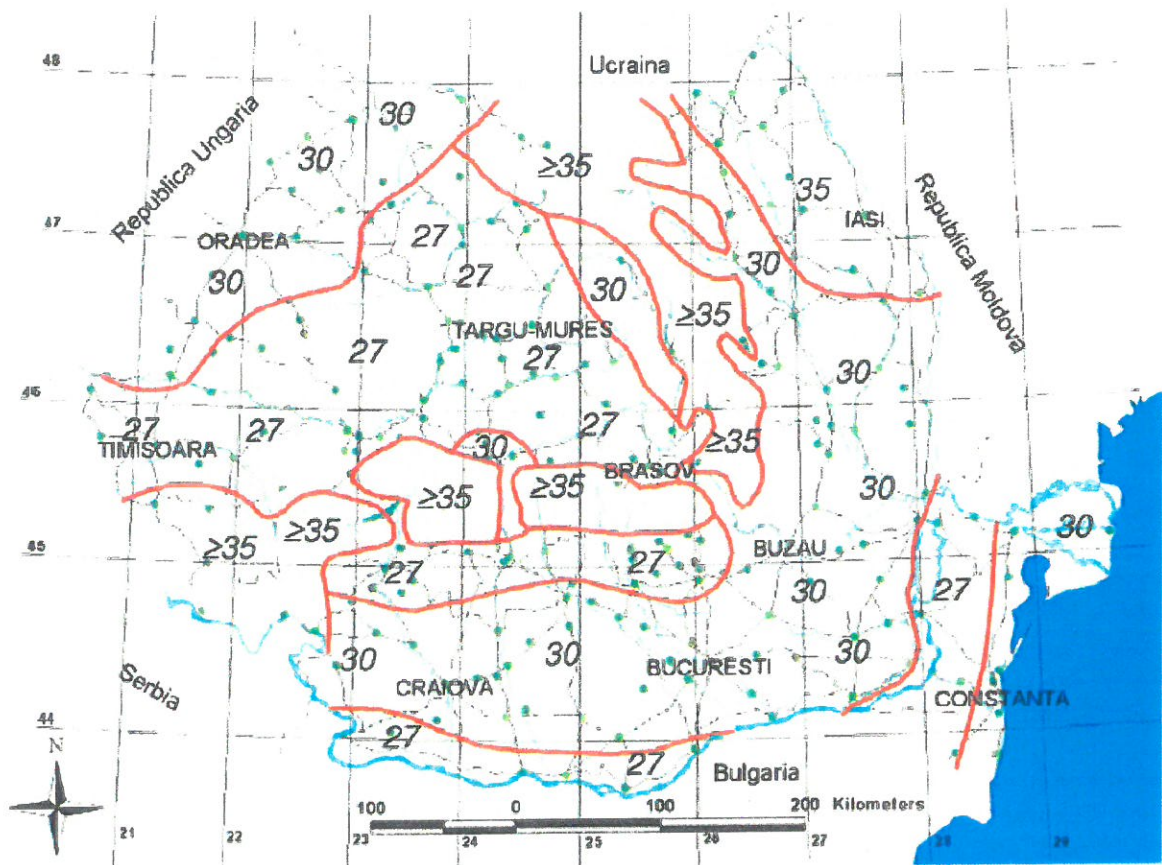
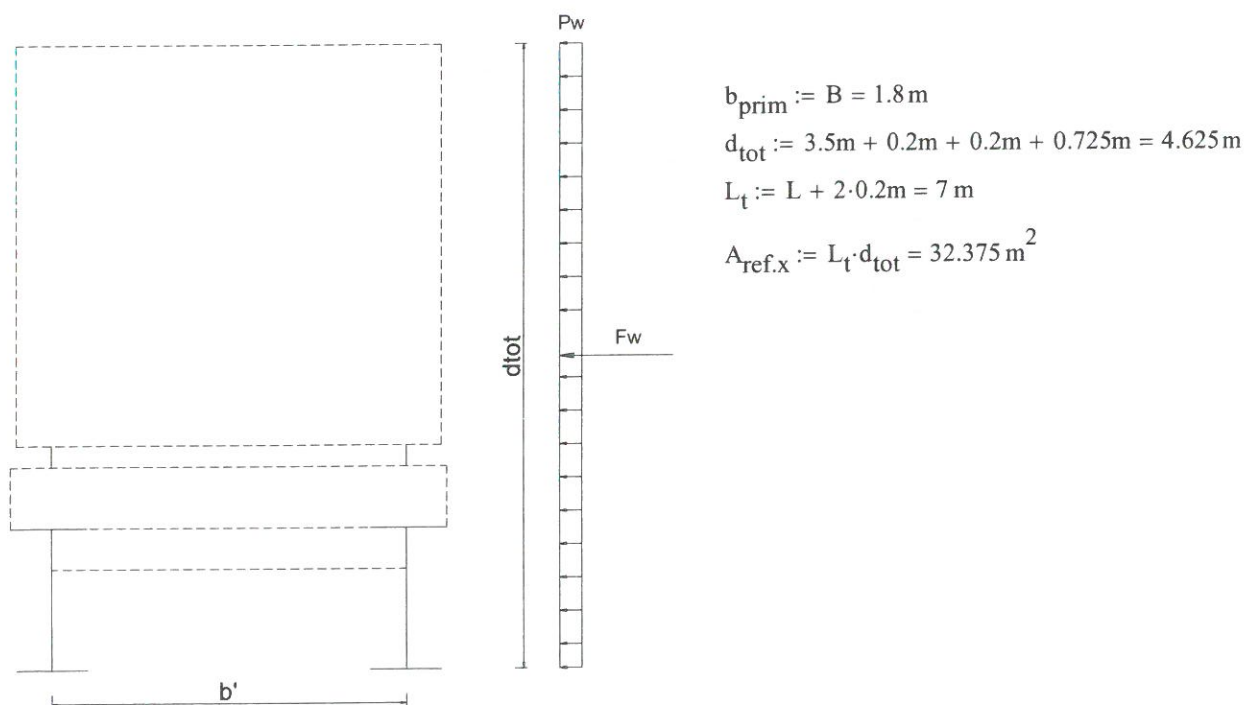


Figura 1(RO)- Harta de zonare a valorii fundamentale a vitezei de referință a vântului, $v_{b,0}$.



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

b/d_{tot}	$z_e \leq 20$ m	$z_e = 50$ 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_x conform 8.3.1 (1) ;
- $c_0 = 1,0$;
- $k_1 = 1,0$.

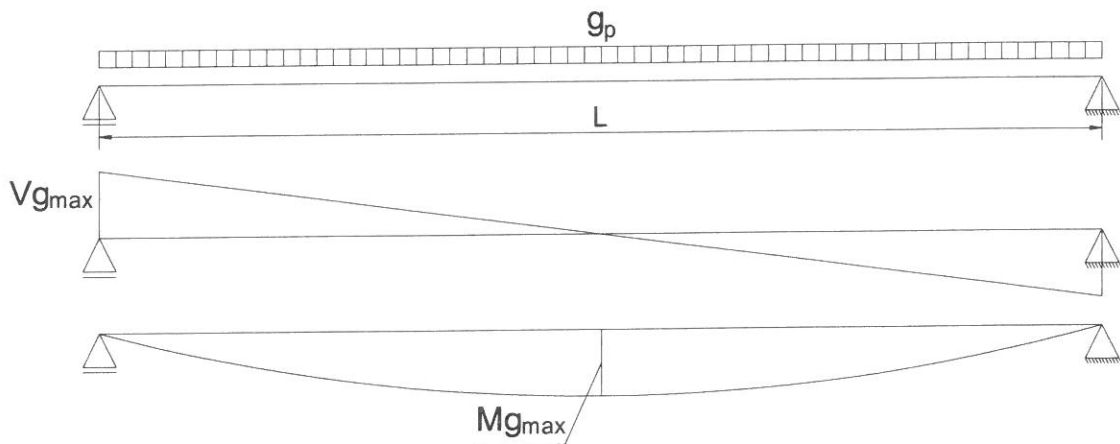
Pentru valori intermediare ale b/d_{tot} și z_e se poate folosi interpolarea liniară.

$$\frac{b_{prim}}{d_{tot}} = 0,389 \quad C := 6,7$$

$$F_w := \frac{1}{2} \cdot \rho_{aer} \cdot v_b^2 \cdot C \cdot A_{ref,x} = 122.013 \cdot \text{kN}$$

$$P_w := \frac{F_w}{A_{ref,x}} = 3.769 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

1.2. *Diagrame de momente incovoietoare si forta taietoare din greutate permanenta*

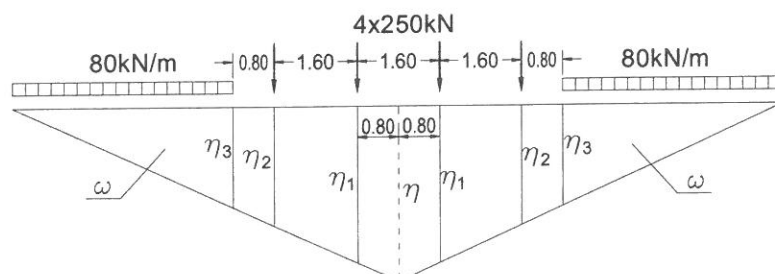


$$M_{gmax} := \frac{g_p \cdot L^2}{8} = 88.749 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{gmax} := \frac{g_p \cdot L}{2} = 53.787 \cdot \text{kN}$$

1.3. *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:

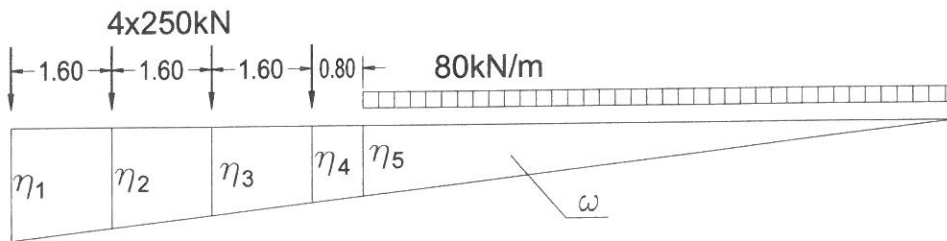
$$\eta := 0.25 \cdot L = 1.65 \text{ m}$$

$$\eta_{1m} := \frac{\eta}{0.5 \cdot L} \left(\frac{L}{2} - 0.8 \text{ m} \right) = 1.25 \text{ m} \quad \eta_{3m} := \frac{\eta}{0.5 \cdot L} \left(\frac{L}{2} - 3.2 \text{ m} \right) = 0.05 \text{ m}$$

$$\eta_{2m} := \frac{\eta}{0.5 \cdot L} \left(\frac{L}{2} - 2.4 \text{ m} \right) = 0.45 \text{ m} \quad \omega_m := \left(\frac{L}{2} - 3.2 \text{ m} \right)^2 \cdot \frac{\eta}{0.5 \cdot L} \cdot 0.5 = 0.002 \text{ m}^2$$

$$M_{\max LM71} := Q_{vk} \cdot 2 \cdot (\eta_{1m} + \eta_{2m}) + q_{vk} \cdot 2 \cdot \omega_m = 850.4 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Linia de influenta a fortei taietoare maxime:



Ordonatele liniei de influenta a fortei taietoare maxime:

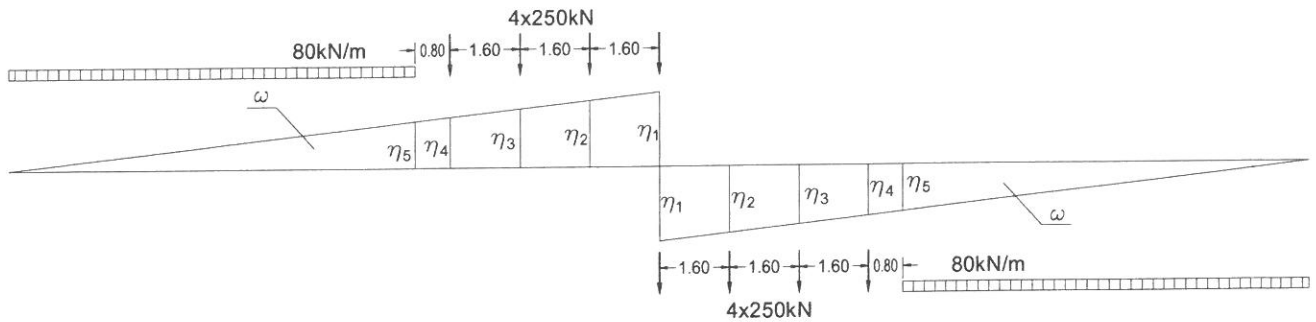
$$\eta_{1tm} := 1$$

$$\eta_{2tm} := \frac{\eta_{1tm}}{L} \cdot (L - 1.6 \text{ m}) = 0.758 \quad \eta_{4tm} := \frac{\eta_{1tm}}{L} \cdot (L - 4.8 \text{ m}) = 0.273 \quad \omega_{tm} := \frac{\eta_{1tm}}{L} \cdot (L - 5.6 \text{ m})^2 \cdot 0.5 = 0.076 \text{ m}$$

$$\eta_{3tm} := \frac{\eta_{1tm}}{L} \cdot (L - 3.2 \text{ m}) = 0.515 \quad \eta_{5tm} := \frac{\eta_{1tm}}{L} \cdot (L - 5.6 \text{ m}) = 0.152$$

$$V_{\max LM71} := Q_{vk} \cdot (\eta_{1tm} + \eta_{2tm} + \eta_{3tm} + \eta_{4tm}) + q_{vk} \cdot \omega_{tm} = 642.424 \text{ kN}$$

Linia de influenta a fortei taietoare din jumatarea deschiderii:



Ordonatele liniei de influenta a fortei din jumatarea deschiderii:

$$\eta_{1t} := 0.5$$

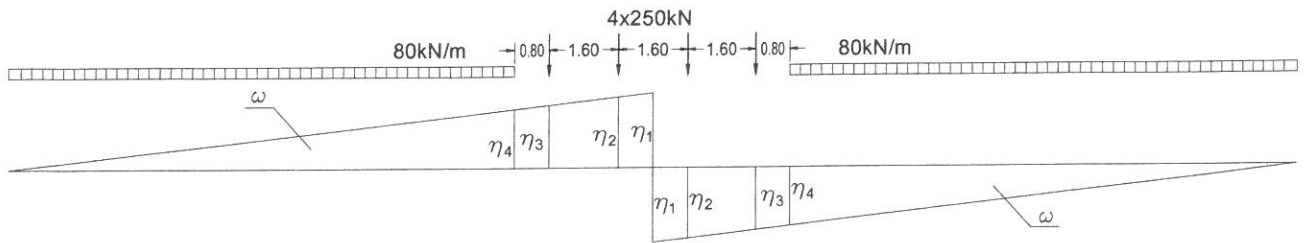
$$\eta_{2t} := \frac{\eta_{1t}}{0.5L} \cdot (0.5L - 1.6 \text{ m}) = 0.258 \quad \eta_{4t} := \frac{\eta_{1t}}{0.5L} \cdot (0.5L - 4.8 \text{ m}) = -0.227 \quad \omega_t := \frac{\eta_{1t}}{0.5L} \cdot (0.5L - 5.6 \text{ m})^2 \cdot 0.5 = 0.401 \text{ m}$$

$$\eta_{3t} := \frac{\eta_{1t}}{0.5L} \cdot (0.5L - 3.2 \text{ m}) = 0.015 \quad \eta_{5t} := \frac{\eta_{1t}}{0.5L} \cdot (0.5L - 5.6 \text{ m}) = -0.348$$

$$V_{\max 0.5L} := Q_{vk} \cdot (\eta_{1t} + \eta_{2t} + \eta_{3t} + \eta_{4t}) + q_{vk} \cdot \omega_t = 168.424 \text{ kN}$$

$$V_{\min 0.5L} := Q_{vk} \cdot (-\eta_{1t} - \eta_{2t} - \eta_{3t} - \eta_{4t}) + q_{vk} \cdot -\omega_t = -168.424 \text{ kN}$$

Linia de influenta a fortei taietoare corespunzatoare momentului maxim:



Ordonatele liniei de influenta a fortei taietoare corespunzatoare momentului incovoietor maxim:

$$\eta_{1tcmm} := 0.5$$

$$\eta_{2tcmm} := \frac{\eta_{1tcmm}}{0.5L} \cdot (0.5L - 0.8m) = 0.379 \quad \eta_{4tcmm} := \frac{\eta_{1tcmm}}{0.5L} \cdot (0.5L - 3.2m) = 0.015$$

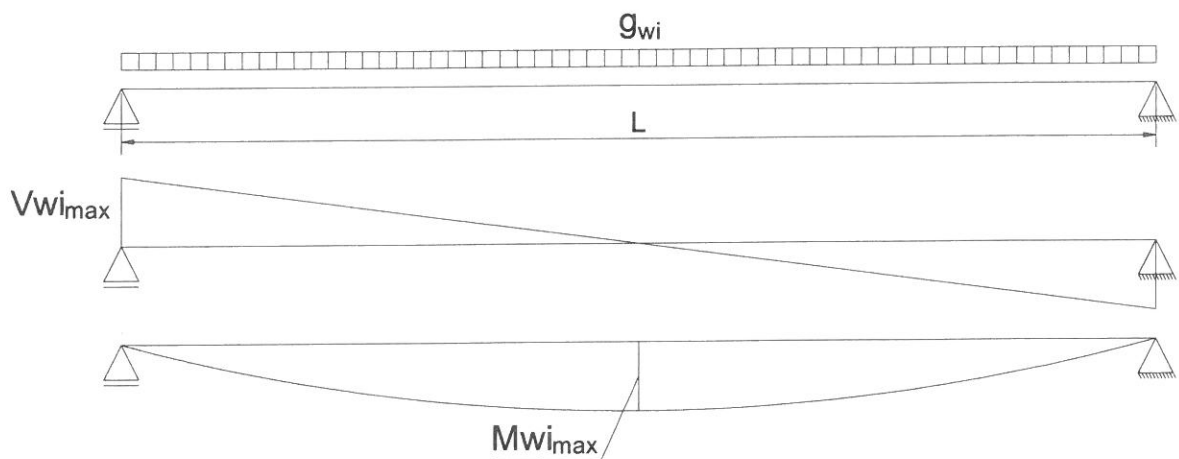
$$\eta_{3tcmm} := \frac{\eta_{1tcmm}}{0.5L} \cdot (0.5L - 2.4m) = 0.136 \quad \omega_{tcmm} := \frac{\eta_{1tcmm}}{0.5L} \cdot (0.5L - 3.2m)^2 \cdot 0.5 = 7.576 \times 10^{-4} m$$

$$V_{0.5L_{corespMmax}} := Q_{vk} \cdot (\eta_{2tcmm} + \eta_{3tcmm}) + q_{vk} \cdot \omega_{tcmm} = 128.848 \cdot kN$$

1.4. Diagrame de momente incovoietoare si forta taietoare din actiunea indirecta a vantului

$$h := d_{tot} = 4.625 \cdot m$$

$$q_{wi} := \frac{P_w \cdot h}{B} = 9.684 \cdot \frac{kN}{m}$$



$$M_{wimax} := \frac{q_{wi} \cdot L^2}{8} = 52.727 \cdot kN \cdot m \quad V_{wimax} := \frac{q_{wi} \cdot L}{2} = 31.956 \cdot kN$$

1.5. Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \gamma_{Qi} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0 \quad C_r := 0.5$$

$$M_{Ed} := \gamma_G \cdot M_{gmax} \cdot \frac{1}{2} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot M_{maxLM71} + \gamma_{Qi} \cdot \psi_0 \cdot M_{wimax} = 795.178 \cdot kN \cdot m$$

$$V_{Ed} := \gamma_G \cdot V_{gmax} \cdot \frac{1}{2} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot V_{0.5L_{corespMmax}} + \gamma_{Qi} \cdot \psi_0 \cdot V_{wimax} = 164.619 \cdot kN$$

$$V_{Ed_reazem} := \gamma_G \cdot V_{gmax} \cdot \frac{1}{2} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot V_{maxLM71} + \gamma_{Qi} \cdot \psi_0 \cdot V_{wimax} = 586.203 \cdot kN$$

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

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

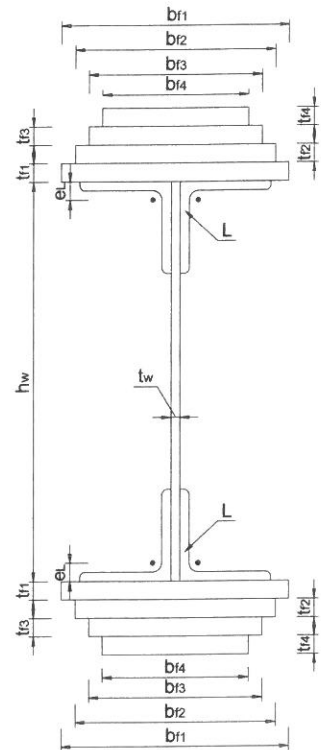
$$\epsilon := \sqrt{\frac{235 \frac{N}{mm^2}}{f_y}} = 1$$

$t_w := 20\text{mm}$	-grosimea inimii	$t_{f3} := 10\text{mm}$	-grosimea talpii 3
$h_w = 645\text{mm}$	-inaltimea inimii	$b_{f3} := 220\text{mm}$	-laltimea talpii 3
$t_{f1} := 10\text{mm}$	-grosimea talpii 1	$t_{f4} := 10\text{mm}$	-grosimea talpii 4
$b_{f1} := 220\text{mm}$	-laltimea talpii 1	$b_{f4} := 220\text{mm}$	-laltimea talpii 4
$t_{f2} := 10\text{mm}$	-grosimea talpii 2		
$b_{f2} := 220\text{mm}$	-laltimea talpii 2		

Tipul profilului L: L80x80x10

$$t_L := 10\text{mm} \quad A_{L80x80x10} := 15.10\text{cm}^2 \quad I_L := 87.5\text{cm}^4 \quad A_{Lc} := A_{L80x80x10}$$

$$e_L := 2.34\text{cm}$$



Tabelul 5.2- Rapoarte lățime-grosime maxime pentru pereții comprimați

Pereți comprimați interiori			
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	$c/t \leq 124\epsilon$	$c/t \leq 42\epsilon$	$unde \psi > -1: c/t \leq \frac{42\epsilon}{0,67 + 0,33\psi}$ $unde \psi \leq -1: c/t \leq 62\epsilon(1 - \psi)\sqrt{(-\psi)}$
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275
	ϵ	1,00	0,92
			355
			420
			460
			0,81
			0,75
			0,71

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

2.1. Clasa inimii:

$c_w := h_w = 645 \cdot \text{mm}$ $t_w = 20 \cdot \text{mm}$

Clasa_{inimii} :=

1	if $\frac{c_w}{t_w} \leq 72 \cdot \epsilon$	Clasa _{inimii} = 1
2	if $72 \cdot \epsilon < \frac{c_w}{t_w} \leq 83 \cdot \epsilon$	
3	if $83 \cdot \epsilon < \frac{c_w}{t_w} \leq 124 \cdot \epsilon$	
4	otherwise	

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

Tălpi în consolă						
		Secțiuni laminare		Secțiuni sudate		
Clasă	Perețe supus la compresie	Perețe supus la încovoiere și compresie				
		Extremitate comprimată		Extremitate întinsă		
Distribuția tensiunilor în pereți (compresiune pozitivă)						
1	$c/t \leq 9\epsilon$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$
2	$c/t \leq 10\epsilon$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$
Distribuția tensiunilor în pereți (compresiune pozitivă)						
3	$c/t \leq 14\epsilon$	$c/t \leq 21\epsilon\sqrt{k_n}$ pentru k_n a se vedea EN 1993-1-5				
$\alpha = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	α	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

2.2. Clasa talpii:

$c_{ts} := \frac{b_{fl} - t_w}{2} = 100 \cdot \text{mm}$ $t_{ts} := t_{f1} + t_{f2} + t_{f3} + t_{f4} + t_L = 50 \cdot \text{mm}$

Clasa_{talpii} :=

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

Clasa_{secțiunii} := max(Clasa_{inimii}, Clasa_{talpii}) = 1

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

$$A_{f1} := b_{f1} \cdot t_{f1} = 2200 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{f3} := b_{f3} \cdot t_{f3} = 2200 \cdot \text{mm}^2 \quad A_w := h_w \cdot t_w = 12900 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{f2} := b_{f2} \cdot t_{f2} = 2200 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{f4} := b_{f4} \cdot t_{f4} = 2200 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{Lc} = 1510 \cdot \text{mm}^2$$

$$z_y := \frac{A_{f4} \cdot \frac{t_{f4}}{2} + A_{f3} \cdot \left(t_{f4} + \frac{t_{f3}}{2} \right) + A_{f2} \cdot \left(t_{f4} + t_{f3} + \frac{t_{f2}}{2} \right) + A_{f1} \cdot \left(t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + \frac{t_{f1}}{2} \right) \dots}{2 \cdot (A_{f1} + A_{f2} + A_{f3} + A_{f4}) + A_w}$$

$$+ 2 \cdot A_{Lc} \cdot \left(t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + e_L \right) + A_w \cdot \left(t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + \frac{h_w}{2} \right) + 2 \cdot A_{Lc} \cdot \left(t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + h_w - e_L \right) \dots$$

$$+ A_{f1} \cdot \left(t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + h_w + \frac{t_{f1}}{2} \right) + A_{f2} \cdot \left(t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + h_w + t_{f1} + \frac{t_{f2}}{2} \right) \dots$$

$$+ A_{f3} \cdot \left(t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + h_w + t_{f1} + t_{f2} + \frac{t_{f3}}{2} \right) + A_{f4} \cdot \left(t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + h_w + t_{f1} + t_{f2} + t_{f3} + \frac{t_{f4}}{2} \right)$$

$$z_y = 362.5 \cdot \text{mm}$$

$$e_z := \left(t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + \frac{h_w}{2} \right) - z_y = 0.000 \cdot \text{mm}$$

$$z_{hws} := \frac{\frac{h_w}{2} + e_z}{2} = 161.25 \cdot \text{mm} \quad z_{hwi} := \frac{\frac{h_w}{2} - e_z}{2} = 161.25 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf1s} := \frac{h_w}{2} + e_z + \frac{t_{f1}}{2} = 327.5 \cdot \text{mm} \quad z_{tf1i} := \frac{h_w}{2} - e_z + \frac{t_{f1}}{2} = 327.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf2s} := \frac{h_w}{2} + e_z + t_{f1} + \frac{t_{f2}}{2} = 337.5 \cdot \text{mm}$$

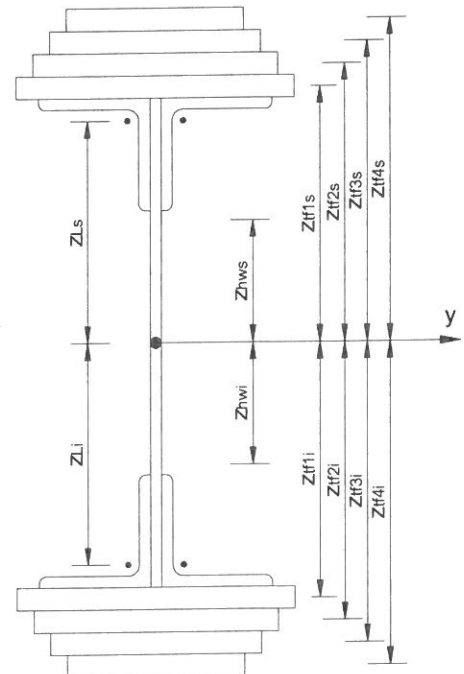
$$z_{tf2i} := \frac{h_w}{2} - e_z + t_{f1} + \frac{t_{f2}}{2} = 337.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf3s} := \frac{h_w}{2} + e_z + t_{f1} + t_{f2} + \frac{t_{f3}}{2} = 347.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf3i} := \frac{h_w}{2} - e_z + t_{f1} + t_{f2} + \frac{t_{f3}}{2} = 347.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf4s} := \frac{h_w}{2} + e_z + t_{f1} + t_{f2} + t_{f3} + \frac{t_{f4}}{2} = 357.5 \cdot \text{mm} \quad z_{Ls} := \left(\frac{h_w}{2} + e_z \right) - e_L = 299.1 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf4i} := \frac{h_w}{2} - e_z + t_{f1} + t_{f2} + t_{f3} + \frac{t_{f4}}{2} = 357.5 \cdot \text{mm} \quad z_{Li} := \left(\frac{h_w}{2} - e_z \right) - e_L = 299.1 \cdot \text{mm}$$



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

$$I_y := \frac{b_{f4} \cdot t_{f4}^3}{12} + A_{f4} \cdot z_{tf4i}^2 + \frac{b_{f3} \cdot t_{f3}^3}{12} + A_{f3} \cdot z_{tf3i}^2 + \frac{b_{f2} \cdot t_{f2}^3}{12} + A_{f2} \cdot z_{tf2i}^2 + \frac{b_{f1} \cdot t_{f1}^3}{12} + A_{f1} \cdot z_{tf1i}^2 + 2 \cdot I_L + 2 \cdot A_{Lc} \cdot z_{Li}^2$$

$$+ \frac{t_w \cdot h_w^3}{12} + A_w \cdot e_z^2 + 2 \cdot I_L + 2 \cdot A_{Lc} \cdot z_{Ls}^2 + \frac{b_{f1} \cdot t_{f1}^3}{12} + A_{f1} \cdot z_{tf1s}^2 + \frac{b_{f2} \cdot t_{f2}^3}{12} + A_{f2} \cdot z_{tf2s}^2 + \frac{b_{f3} \cdot t_{f3}^3}{12} + A_{f3} \cdot z_{tf3s}^2$$

$$+ \frac{b_{f4} \cdot t_{f4}^3}{12} + A_{f4} \cdot z_{tf4s}^2$$

$$I_y = 305800.683 \cdot \text{cm}^4$$

3. Verificarea la Starea Limita Ultima - SLU (conform SREN 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 incovoietor

Relatia de verificare:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$M_{Ed} = 795.178 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

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

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

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

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

(4) Nu este necesar să se țină seama de găurile de prindere din talpa întinsă, cu condiția ca aceasta să satisfacă relația:

$$\frac{A_{f,net} \cdot 0,9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} \geq \frac{A_f \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad (6.16)$$

în care A_f este aria tălpii întinse.

$$f_u := 360 \text{MPa} \quad t := t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + t_L = 50 \cdot \text{mm}$$

$$n := 2 \quad d_0 := 23 \text{mm}$$

$$A_{goluri} := t \cdot n \cdot d_0 = 2300 \cdot \text{mm}^2 \quad A_f := b_{f1} \cdot t_{f1} + b_{f2} \cdot t_{f2} + b_{f3} \cdot t_{f3} + b_{f4} \cdot t_{f4} + 2 \cdot A_{Lc} = 11820 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{f_net} := A_f - A_{goluri} = 9520 \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{A_{f_net} \cdot 0,9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} \geq \frac{A_f \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_de_verificare = "Nu se Verifica"

In acest caz trebuie sa se tina seama de gaurile de prindere si astfel, se reduce aria talpilor

$$A_{f1} := b_{f1} \cdot t_{f1} - t_{f1} \cdot n \cdot d_0 = 1740 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{f3} := b_{f3} \cdot t_{f3} - t_{f3} \cdot n \cdot d_0 = 1740 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{f2} := b_{f2} \cdot t_{f2} - t_{f2} \cdot n \cdot d_0 = 1740 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{f4} := b_{f4} \cdot t_{f4} - t_{f4} \cdot n \cdot d_0 = 1740 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{Lc} := A_{Lc} - t_L \cdot d_0 = 1280 \cdot \text{mm}^2$$

$$I_{y_net} := \frac{b_{f4} \cdot t_{f4}^3}{12} + A_{f4} \cdot z_{tf4i}^2 + \frac{b_{f3} \cdot t_{f3}^3}{12} + A_{f3} \cdot z_{tf3i}^2 + \frac{b_{f2} \cdot t_{f2}^3}{12} + A_{f2} \cdot z_{tf2i}^2 + \frac{b_{f1} \cdot t_{f1}^3}{12} + A_{f1} \cdot z_{tf1i}^2 \dots$$

$$+ 2 \cdot I_L + 2 \cdot A_{Lc} \cdot z_{Li}^2 + \frac{t_w \cdot h_w^3}{12} + A_w \cdot e_z^2 + 2 \cdot I_L + 2 \cdot A_{Lc} \cdot z_{Ls}^2 + \frac{b_{f1} \cdot t_{f1}^3}{12} + A_{f1} \cdot z_{tf1s}^2 + \frac{b_{f2} \cdot t_{f2}^3}{12} \dots$$

$$+ A_{f2} \cdot z_{tf2s}^2 + \frac{b_{f3} \cdot t_{f3}^3}{12} + A_{f3} \cdot z_{tf3s}^2 + \frac{b_{f4} \cdot t_{f4}^3}{12} + A_{f4} \cdot z_{tf4s}^2$$

$$I_{y_net} = 2543555888.867 \cdot \text{mm}^4$$

$$y_{\max} := \frac{h_w}{2} - e_z + t_{f1} + t_{f2} + t_{f3} + t_{f4} = 362.5 \cdot \text{mm}$$

$$y_{\min} := \frac{h_w}{2} + e_z + t_{f1} + t_{f2} + t_{f3} + t_{f4} = 362.5 \cdot \text{mm}$$

$$W_{pl} := A_{f4} \cdot z_{tf4s} + A_{f3} \cdot z_{tf3s} + A_{f2} \cdot z_{tf2s} + A_{f1} \cdot z_{tf1s} + \left(\frac{h_w}{2} + e_z \right) \cdot t_w \cdot z_{hws} + 2A_{LC} \cdot z_{Ls} = 4190 \cdot \text{cm}^3$$

$$M_{c_Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 984.546 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_de_verificare = "Se Verifica"

3.2. Verificarea la forta taietoare

$$\text{Relatia de verificare: } \frac{V_{Ed}}{V_{c_Rd}} \leq 1$$

$$V_{Ed_reazem} = 586.203 \cdot \text{kN}$$

Pentru sectiunile din CLASA 1 sau 2:

$$V_{c_Rd} = V_{pl_Rd} = \frac{A_v \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}} \right)}{\gamma_{M0}}$$

A_v - aria de forfecare, care se calculeaza cu relatia

d) sectiuni sudate I, H sau cheson, efort paralel cu inima

$$\eta \sum (h_w t_w)$$

$$\eta := 1.00$$

$$A_v := \eta \cdot (h_w \cdot t_w) = 12900 \cdot \text{mm}^2$$

$$V_{pl_Rd} := \frac{A_v \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}} \right)}{\gamma_{M0}} = 1750.237 \cdot \text{kN}$$

$$V_{c_Rd} := V_{pl_Rd} = 1750.237 \cdot \text{kN}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{V_{Ed}}{V_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_de_verificare = "Se Verifica"

4. Verificarea la Starea Limita de Serviciu - SLS (conform SREN 1993-2:2007, sectiunea 7.3)

4.1. Limitarea eforturilor unitare

Relatii de verificare:

$$\sigma_{Ed_serv} \leq \frac{f_y}{\gamma_{Mserv}}$$

$$\tau_{Ed_serv} \leq \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{Mserv}}$$

$$\sqrt{\sigma_{Ed_serv}^2 + 3 \cdot \tau_{Ed_serv}^2} \leq \frac{f_y}{\gamma_{Mserv}}$$

$$\gamma_{Mserv} := 1 \quad \text{conform SREN 1993-2:2007, sectiunea 7.3 - NOTA 2}$$

$$M_{\max_serv} := \frac{M_{g\max}}{2} + C_{I'} \cdot \phi_3 \cdot M_{\max LM71} + M_{w\max} = 795.178 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$y_{\max} = 362.5 \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{Ed_serv} := \frac{M_{max_serv}}{I_y} \cdot y_{max} = 94.261 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Conditia1_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \sigma_{Ed_serv} \leq \frac{f_y}{\gamma_{Mserv}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia1_verificare = "Se Verifica"

$$V_{max_serv} := \frac{V_{gmax}}{2} + C_r \cdot \phi_3 \cdot V_{maxLM71} + V_{wimax} = 586.203 \cdot \text{kN}$$

$$\tau_{Ed_serv} := \frac{V_{max_serv}}{h_w \cdot t_w} = 45.442 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Conditia2_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \tau_{Ed_serv} \leq \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{Mserv}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia2_verificare = "Se Verifica"

$$V_{05L_corespMmax} = 128.848 \cdot \text{kN}$$

$$V_{max_serv.} := \frac{V_{gmax}}{2} + C_r \cdot \phi_3 \cdot V_{05L_corespMmax} + V_{wimax} = 164.619 \cdot \text{kN}$$

$$\tau_{Ed_serv.} := \frac{V_{max_serv.}}{h_w \cdot t_w} = 12.761 \cdot \text{MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{Ed_serv}^2 + 3 \cdot \tau_{Ed_serv.}^2} = 96.818 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Conditia3_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \sqrt{\sigma_{Ed_serv}^2 + 3 \cdot \tau_{Ed_serv.}^2} \leq \frac{f_y}{\gamma_{Mserv}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia3_verificare = "Se Verifica"

4.2. Limitarea zveltetii inimii

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{Ed_serv}}{k_\sigma \cdot \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1.1 \cdot \tau_{Ed_serv}}{k_\tau \cdot \sigma_E}\right)^2} \leq 1.1$$

$$\sigma_E := 190000 \text{MPa} \cdot \left(\frac{t_w}{h_w}\right)^2 = 182.681 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Conditia4_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \sqrt{\left(\frac{\sigma_{Ed_serv}}{k_\sigma \cdot \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1.1 \cdot \tau_{Ed_serv}}{k_\tau \cdot \sigma_E}\right)^2} \leq 1.1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia4_verificare = "Se Verifica"

4.3. Limitarea sagetii verticale

Relatie de verificare:

$$f = \frac{5.5 \cdot M_{LM1} \cdot L^2}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \frac{L}{500}$$

$$E := 2.1 \cdot 10^5 \text{MPa} \quad \text{modulul de elasticitate al otelului}$$

$$\text{Conditia}_{5_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{5.5 \cdot \frac{M_{\max LM71} \cdot L^2}{2}}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \frac{L}{500} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia_{5_verificare} = "Se Verifica"

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

Relatii de verificare:

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta \sigma_{E2} \leq \frac{\Delta \sigma_c}{\gamma_{Mf}}$$

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta \tau_{E2} \leq \frac{\Delta \tau_c}{\gamma_{Mf}}$$

$$\left(\frac{\gamma_{Ff} \cdot \Delta \sigma_{E2}}{\frac{\Delta \sigma_c}{\gamma_{Mf}}} \right)^3 + \left(\frac{\gamma_{Ff} \cdot \Delta \tau_{E2}}{\frac{\Delta \tau_c}{\gamma_{Mf}}} \right)^5 \leq 1$$

$$\gamma_{Ff} := 1.00$$

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

(conform SREN 1993-1-9:2006, tabelul 3.1)

Coeficientul dinamic (ϕ_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

$$L_\phi := \frac{L}{m} = 6.6$$

-lungimea "determinata" conform tabel 6.2

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.82 = 1.428$$

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

-conform SREN 1993-2:2007, punctul 9.4.1

λ - factorul echivalent de vatamare

ϕ_2 - coeficientul dinamic echivalent

$\Delta \sigma_p$ - ecartul de referinta

$$\Delta \sigma_p = |\sigma_{p\max} - \sigma_{p\min}|$$

9.5.3 Factori echivalenți corespunzători vătămării λ pentru poduri de cale ferată

(1) Factorul echivalent corespunzător vătămării λ 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: λ_1 este un factor care ține seama de efectul vătămării din trafic și depinde de lungimea liniei de influență;

λ_2 este un factor care ține seama de volumul traficului;

λ_3 este un factor care ține seama de durata de viață proiectată a podului;

λ_4 este un factor pentru cazul în care elementul structural este încărcat de cel puțin două linii;

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

$$\lambda_1 := 0.994 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.3}$$

Tabelul 9.5 - λ_2

Trafic anual [10^6 t / track]	5	10	15	20	25	30	35	40	50
λ_2	0,72	0,83	0,90	0,96	1,00	1,04	1,07	1,10	1,15

$$\lambda_2 := 0.83 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.5 pentru un tonaj anual de } 9 \times 10^6$$

Tabelul 9.3 - λ_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

Tabelul 9.6 - λ_3




Durata de viață proiectată [ani]	50	60	70	80	90	100	120
λ_3	0,87	0,90	0,93	0,96	0,98	1,00	1,04

$\lambda_3 := 0.87$ -pentru o durata de viata de 50 ani

$\lambda_4 := 1.00$

$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.718$

Se verifica detaliul 90-11 reprezentat de elemente structurale cu gauri supuse la incovoiere si forte axiale

90		9) Îmbinări cu șuruburi calibrate cu eclise duble simetrice.	9) ... secțiunea netă.	
		9) Îmbinări cu șuruburi nepretensionate injectate cu eclise suble simetrice	10) Îmbinări cu eclise exterioare cu șuruburi de înaltă rezistență pretensionate.	9) ... secțiunea netă. 10) ... secțiunea brută.
		10) Îmbinări cu eclise exterioare cu șuruburi de pretensionate injectate.	11) Elemente structurale cu găuri supuse la încovoiere și forțe axiale	10) ... secțiunea brută. 11) ... secțiunea netă.

$$\Delta\sigma_c := 90 \text{ MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 51.962 \cdot \text{MPa}$$

$$z_{ob} := \frac{h_w}{2} + e_z = 322.5 \cdot \text{mm}$$

$$M_{Ed_SLUO} := C_r \cdot M_{\max LM71} = 425.2 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_{y_net}} \cdot z_{ob} = 53.912 \cdot \text{MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 53.912 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 55.252 \cdot \text{MPa}$$

$$V_{Ed_SLUO} := C_r \cdot V_{05L_coresp Mmax} = 64.424 \cdot \text{kN}$$

$$S := A_{f1} \cdot z_{tf1i} + A_{f2} \cdot z_{tf2i} + A_{f3} \cdot z_{tf3i} + A_{f4} \cdot z_{tf4i} + 2A_{Lc} \cdot z_{Li} + \frac{A_w}{2} \cdot z_{hwi} = 4189558.5 \cdot \text{mm}^3$$

$$\tau_{pmax} := \frac{V_{Ed_SLUO} \cdot S}{I_{y_net} \cdot t_w} = 5.306 \cdot \text{MPa} \quad \tau_{pmin} := 0$$

$$\Delta\tau_p := |\tau_{pmax} - \tau_{pmin}| = 5.306 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\tau_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\tau_p = 5.438 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Relatia}_{1_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_{1_verificare} = "Se Verifica"

$$\text{Relatia}_{2_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\tau_{E2} \leq \frac{\Delta\tau_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_{2_verificare} = "Se Verifica"

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

Relatia_{3_verificare} = "Se Verifica"

Intocmit,
ing. Andrei RADU

Radu

Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU

Q



Pod km 618+441, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.I.P.C.S.N - deschidere 6.50m

Breviar de calcul: Grinda principala L=6.50m conform EUROCOD

In cadrul notei de calcul s-au considerat coeficienti de siguranta cu valoarea 1.00 pentru constructii existente verificate la conditii de exploatare.

1. Determinarea eforturilor in Grinda principala cu inima plina

- L := 6.50m -deschiderea podului
- B := 1.80m -distanța interax între grinzile principale
- h_w := 650mm -inaltimea inimii grinzii

1.1. Evaluarea actiunilor:

1.1.a) Greutatea permanenta (conform fișei podului)

$$g_{sina} := 0.65 \frac{kN}{m} \quad g_{prindere} := 1.30 \frac{kN}{m} \quad \gamma_{lemn} := 10 \frac{kN}{m^3}$$

$$g_{traversa} := 0.24m \cdot 0.24m \cdot 2.60m \cdot \gamma_{lemn} = 1.498 \cdot kN$$

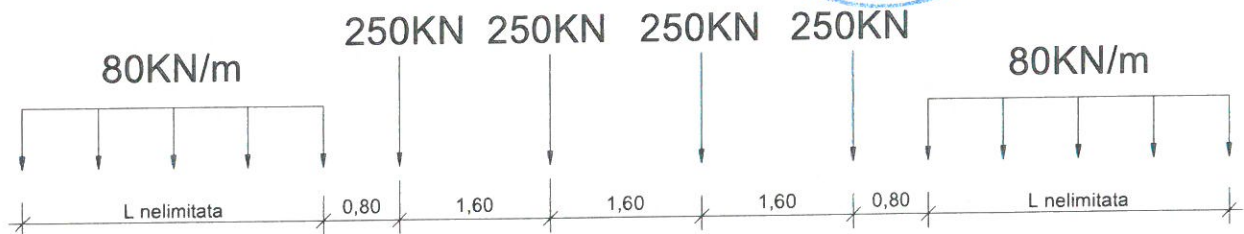
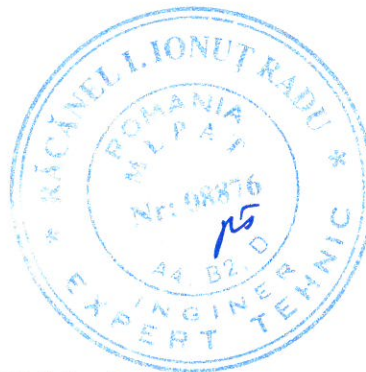
$$g_{cale} := 2g_{sina} + 2g_{prindere} + \frac{2 \cdot g_{traversa}}{1.0m} = 6.895 \cdot \frac{kN}{m}$$

$$g_{sm} := \left(440 \cdot \frac{L}{m} + 6500 \right) \frac{N}{m} = 9.36 \cdot \frac{kN}{m}$$

$$g_p := g_{sm} + g_{cale} = 16.255 \cdot \frac{kN}{m}$$

1.1.b) Convoiu de calcul LM71

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



Coeficientul dinamic (ϕ_3) (conform SREN 1991-2:2005 - punctul 6.4.5.2)

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

$$L_\phi := \frac{L}{m} = 6.5 \quad \text{-lungimea "determinata" conform tabel 6.2}$$

$$\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{6.5 - 0.2}} + 0.73 = 1.649$$

1.1.c) Actiunea vantului (SREN 1991-1-4:2006 - sectiunea 8)

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

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

Valoarea recomandata pentru densitatea aerului este de 1,25kg/m³ (Anexa Nationala - punct 4.5)

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

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

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

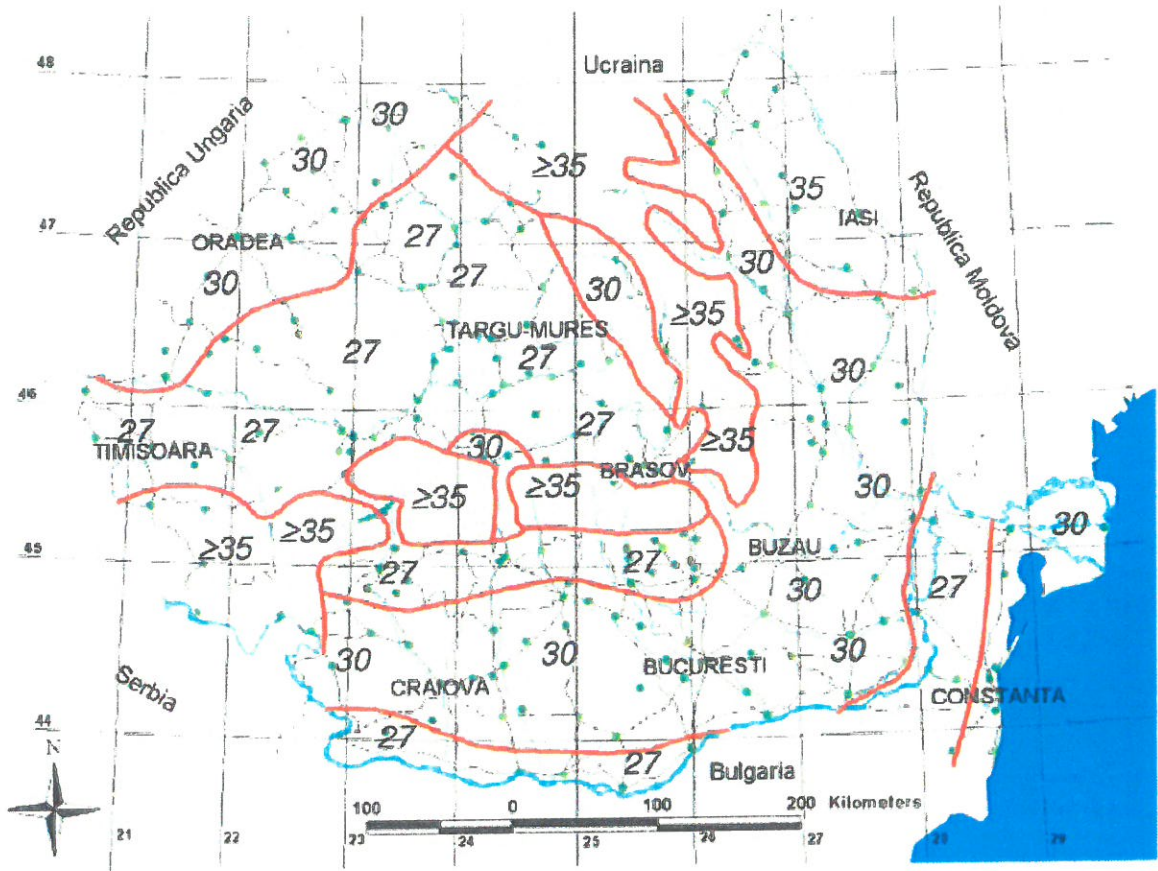
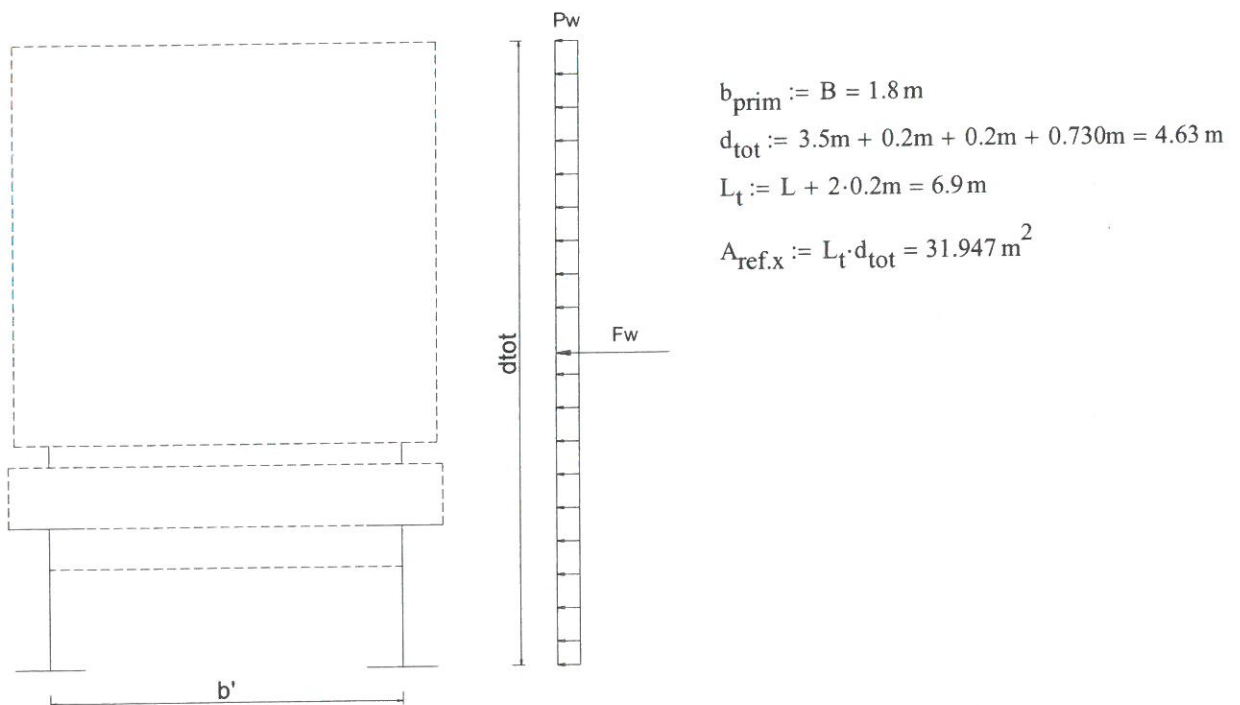


Figura 1(RO)- Harta de zonare a valorii fundamentale a vitezei de referință a vântului, $v_{b,0}$.



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

b/d_{tot}	$z_e \leq 20$ m	$z_e = 50$ 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 $c_{x,x}$ conform 8.3.1 (1) ;
- $c_0 = 1,0$;
- $k_1 = 1,0$.

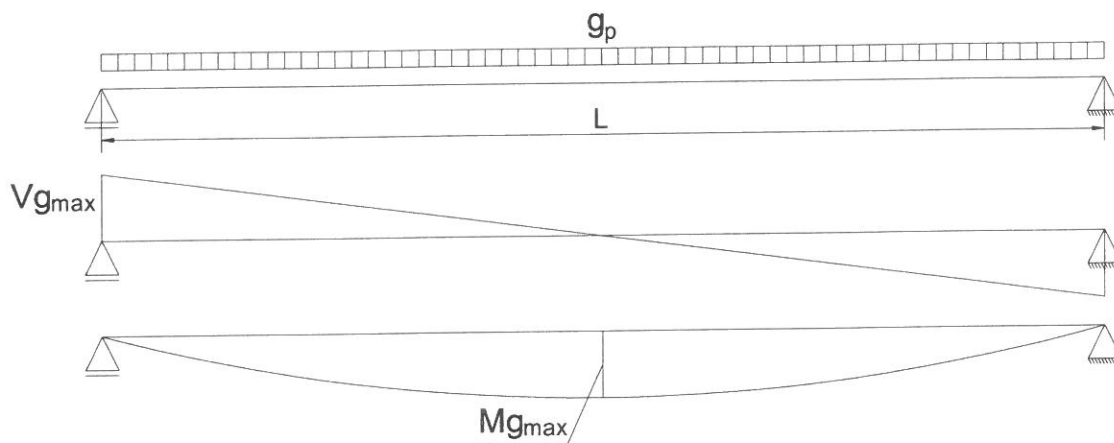
Pentru valori intermediare ale b/d_{tot} , și z_e se poate folosi interpolarea liniară.

$$\frac{b_{prim}}{d_{tot}} = 0,389 \quad C := 6,7$$

$$F_w := \frac{1}{2} \cdot \rho_{aer} \cdot v_b^2 \cdot C \cdot A_{ref,x} = 120,4 \cdot \text{kN}$$

$$P_w := \frac{F_w}{A_{ref,x}} = 3,769 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

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

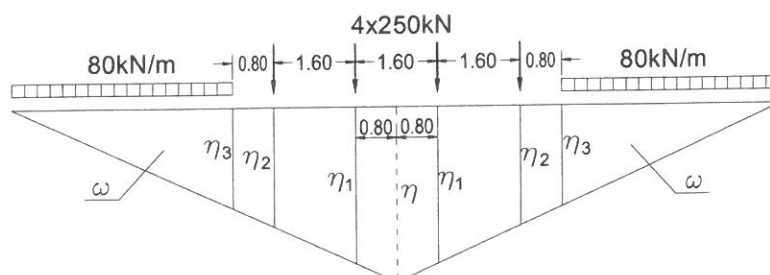


$$M_{gmax} := \frac{g_p \cdot L^2}{8} = 85.848 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{gmax} := \frac{g_p \cdot L}{2} = 52.829 \cdot \text{kN}$$

1.3. 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:

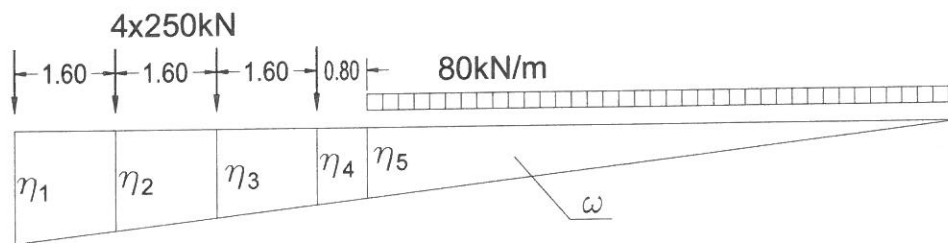
$$\eta := 0.25 \cdot L = 1.625 \text{ m}$$

$$\eta_{1m} := \frac{\eta}{0.5 \cdot L} \left(\frac{L}{2} - 0.8 \text{ m} \right) = 1.225 \text{ m} \quad \eta_{3m} := \frac{\eta}{0.5 \cdot L} \left(\frac{L}{2} - 3.2 \text{ m} \right) = 0.025 \text{ m}$$

$$\eta_{2m} := \frac{\eta}{0.5 \cdot L} \left(\frac{L}{2} - 2.4 \text{ m} \right) = 0.425 \text{ m} \quad \omega_m := \left(\frac{L}{2} - 3.2 \text{ m} \right)^2 \cdot \frac{\eta}{0.5 \cdot L} \cdot 0.5 = 0.001 \text{ m}^2$$

$$M_{\max LM71} := Q_{vk} \cdot 2 \cdot (\eta_{1m} + \eta_{2m}) + q_{vk} \cdot 2 \cdot \omega_m = 825.1 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Linia de influenta a fortei taietoare maxime:



Ordonatele liniei de influenta a fortei taietoare maxime:

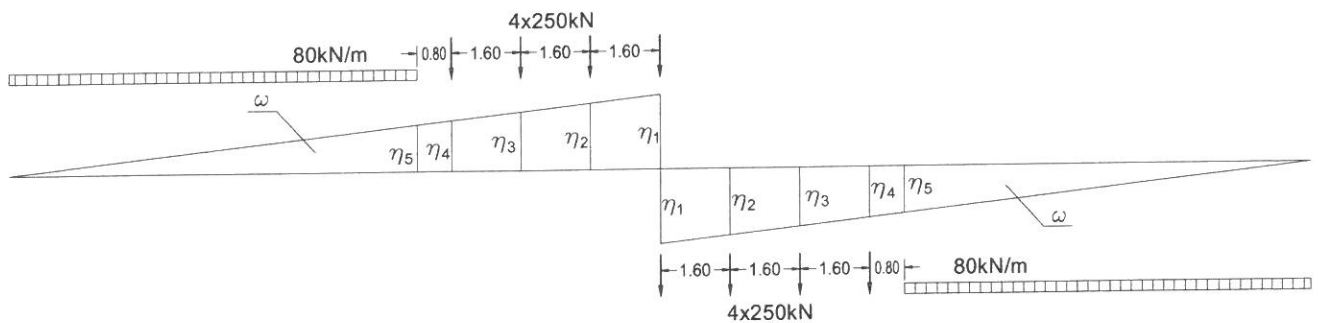
$$\eta_{1tm} := 1$$

$$\eta_{2tm} := \frac{\eta_{1tm}}{L} \cdot (L - 1.6 \text{ m}) = 0.754 \quad \eta_{4tm} := \frac{\eta_{1tm}}{L} \cdot (L - 4.8 \text{ m}) = 0.262 \quad \omega_{tm} := \frac{\eta_{1tm}}{L} \cdot (L - 5.6 \text{ m})^2 \cdot 0.5 = 0.062 \text{ m}$$

$$\eta_{3tm} := \frac{\eta_{1tm}}{L} \cdot (L - 3.2 \text{ m}) = 0.508 \quad \eta_{5tm} := \frac{\eta_{1tm}}{L} \cdot (L - 5.6 \text{ m}) = 0.138$$

$$V_{\max LM71} := Q_{vk} \cdot (\eta_{1tm} + \eta_{2tm} + \eta_{3tm} + \eta_{4tm}) + q_{vk} \cdot \omega_{tm} = 635.754 \cdot \text{kN}$$

Linia de influenta a fortei taietoare din jumatarea deschiderii:



Ordonatele liniei de influenta a fortei din jumatarea deschiderii:

$$\eta_{1t} := 0.5$$

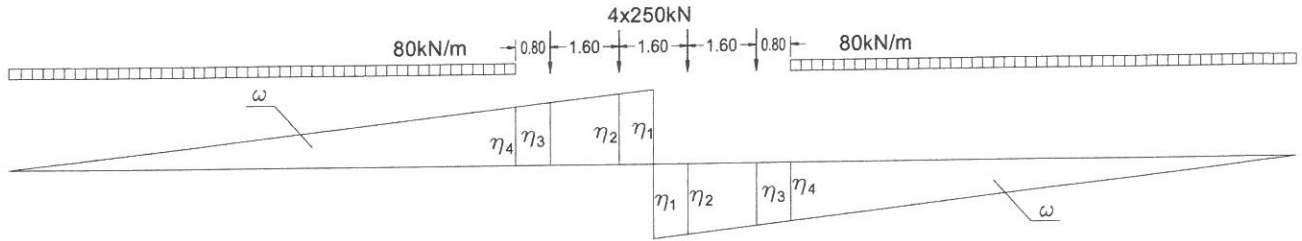
$$\eta_{2t} := \frac{\eta_{1t}}{0.5L} \cdot (0.5L - 1.6 \text{ m}) = 0.254 \quad \eta_{4t} := \frac{\eta_{1t}}{0.5L} \cdot (0.5L - 4.8 \text{ m}) = -0.238 \quad \omega_t := \frac{\eta_{1t}}{0.5L} \cdot (0.5L - 5.6 \text{ m})^2 \cdot 0.5 = 0.425 \text{ m}$$

$$\eta_{3t} := \frac{\eta_{1t}}{0.5L} \cdot (0.5L - 3.2 \text{ m}) = 7.692 \times \eta_{5t} := \frac{\eta_{1t}}{0.5L} \cdot (0.5L - 5.6 \text{ m}) = -0.362$$

$$V_{\max 0.5L} := Q_{vk} \cdot (\eta_{1t} + \eta_{2t} + \eta_{3t} + \eta_{4t}) + q_{vk} \cdot \omega_t = 164.754 \cdot \text{kN}$$

$$V_{\min 0.5L} := Q_{vk} \cdot (-\eta_{1t} - \eta_{2t} - \eta_{3t} - \eta_{4t}) + q_{vk} \cdot -\omega_t = -164.754 \cdot \text{kN}$$

Linia de influenta a fortei taietoare corespunzatoare momentului maxim:



Ordonatele liniei de influenta a fortei taietoare corespunzatoare momentului incovoietor maxim:

$$\eta_{1tcmm} := 0.5$$

$$\eta_{2tcmm} := \frac{\eta_{1tcmm}}{0.5L} \cdot (0.5L - 0.8m) = 0.377 \quad \eta_{4tcmm} := \frac{\eta_{1tcmm}}{0.5L} \cdot (0.5L - 3.2m) = 7.692 \times 10^{-3}$$

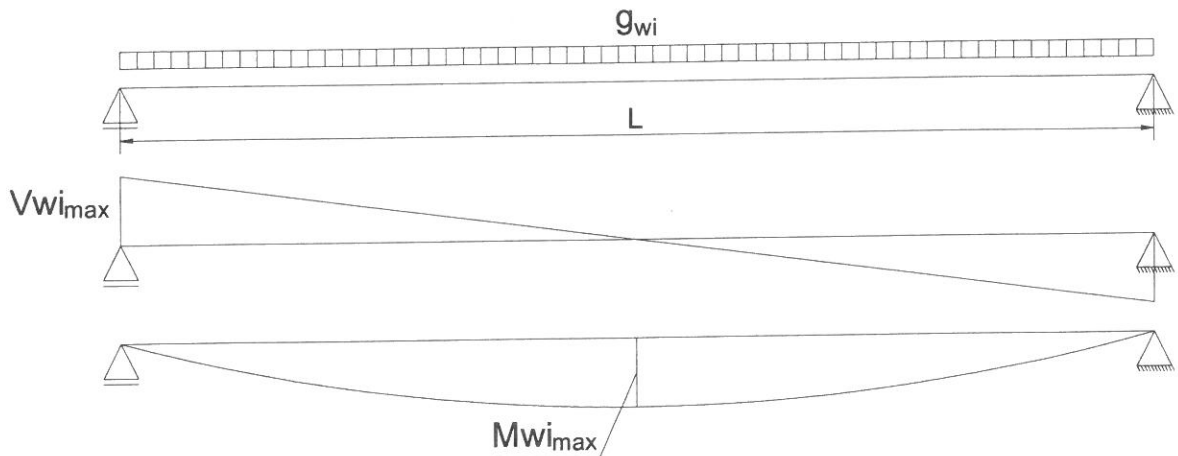
$$\eta_{3tcmm} := \frac{\eta_{1tcmm}}{0.5L} \cdot (0.5L - 2.4m) = 0.131 \quad \omega_{tcmm} := \frac{\eta_{1tcmm}}{0.5L} \cdot (0.5L - 3.2m)^2 \cdot 0.5 = 1.923 \times 10^{-4} m$$

$$V_{05L_{corespMmax}} := Q_{vk} \cdot (\eta_{2tcmm} + \eta_{3tcmm}) + q_{vk} \cdot \omega_{tcmm} = 126.938 \cdot kN$$

1.4. Diagrame de momente incovoietoare si forta taietoare din actiunea indirecta a vantului

$$h := d_{tot} = 4.63 \cdot m$$

$$q_{wi} := \frac{P_w \cdot h}{B} = 9.694 \cdot \frac{kN}{m}$$



$$M_{wimax} := \frac{q_{wi} \cdot L^2}{8} = 51.197 \cdot kN \cdot m \quad V_{wimax} := \frac{q_{wi} \cdot L}{2} = 31.506 \cdot kN$$

1.5. Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \gamma_{Qi} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0 \quad C_r := 0.5$$

$$M_{Ed} := \gamma_G \cdot M_{gmax} \cdot \frac{1}{2} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot M_{maxLM71} + \gamma_{Qi} \cdot \psi_0 \cdot M_{wimax} = 774.556 \cdot kN \cdot m$$

$$V_{Ed} := \gamma_G \cdot V_{gmax} \cdot \frac{1}{2} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot V_{05L_{corespMmax}} + \gamma_{Qi} \cdot \psi_0 \cdot V_{wimax} = 162.603 \cdot kN$$

$$V_{Ed_reazem} := \gamma_G \cdot V_{gmax} \cdot \frac{1}{2} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot V_{maxLM71} + \gamma_{Qi} \cdot \psi_0 \cdot V_{wimax} = 582.208 \cdot kN$$

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

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

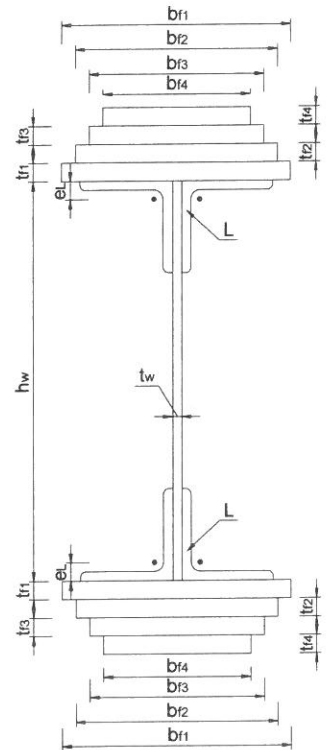
$$\epsilon := \sqrt{\frac{235 \frac{N}{mm^2}}{f_y}} = 1$$

- | | | | |
|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| $t_w := 20mm$ | -grosimea inimii | $t_{f3} := 10mm$ | -grosimea talpii 3 |
| $h_w = 650mm$ | -inaltimea inimii | $b_{f3} := 220mm$ | -laltimea talpii 3 |
| $t_{f1} := 10mm$ | -grosimea talpii 1 | $t_{f4} := 10mm$ | -grosimea talpii 4 |
| $b_{f1} := 220mm$ | -laltimea talpii 1 | $b_{f4} := 220mm$ | -laltimea talpii 4 |
| $t_{f2} := 10mm$ | -grosimea talpii 2 | | |
| $b_{f2} := 220mm$ | -laltimea talpii 2 | | |

Tipul profilului L: L80x80x10

$$t_L := 10mm \quad A_{L80x80x10} := 15.10cm \quad I_L := 87.5cm^4 \quad A_{Lc} := A_{L80x80x10}$$

$$e_L := 2.34cm$$



Tabelul 5.2- Rapoarte lățime-grosime maxime pentru pereții comprimați

Pereți comprimați interiori			
Clasă	Perete supus la încovoiere	Perete supus la compresiune	Perete supus la încovoiere și compresiune
Distribuția tensiunilor în pereți (compresiune pozitivă)			
1	$c/t \leq 72\epsilon$	$c/t \leq 33\epsilon$	$unde \alpha > 0,5: c/t \leq \frac{396c}{13\alpha - 1}$ $unde \alpha \leq 0,5: c/t \leq \frac{36c}{\alpha}$
2	$c/t \leq 83\epsilon$	$c/t \leq 38\epsilon$	$unde \alpha > 0,5: c/t \leq \frac{456c}{13\alpha - 1}$ $unde \alpha \leq 0,5: c/t \leq \frac{41,5c}{\alpha}$
Distribuția tensiunilor în pereți (compresiune pozitivă)			
3	$c/t \leq 124\epsilon$	$c/t \leq 42\epsilon$	$unde \psi > -1: c/t \leq \frac{42\epsilon}{0,67 + 0,33\psi}$ $unde \psi \leq -1: c/t \leq 62\epsilon(1 - \psi)\sqrt{(-\psi)}$
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275
	ϵ	1,00	0,92
			355
			420
			460
			0,81
			0,75
			0,71

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

2.1. Clasa inimii:

$$c_w := h_w = 650 \cdot \text{mm} \quad t_w = 20 \cdot \text{mm}$$

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

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

Tălpi în consolă						
		Secțiuni laminare		Secțiuni sudate		
Clasă	Perete supus la compresiune	Perete supus la încovoiere și compresiune				
		Extremitate comprimată		Extremitate întinsă		
Distribuția tensiunilor în pereți (compresiune pozitivă)						
1	$c/t \leq 9\epsilon$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$
2	$c/t \leq 10\epsilon$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$
Distribuția tensiunilor în pereți (compresiune pozitivă)						
3	$c/t \leq 14\epsilon$	$c/t \leq 21\epsilon\sqrt{k_\alpha}$ pentru k_α , a se vedea EN 1993-1-5				
$\alpha = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	α	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

2.2. Clasa talpii:

$$c_{ts} := \frac{b_{fl} - t_w}{2} = 100 \cdot \text{mm} \quad t_{ts} := t_{f1} + t_{f2} + t_{f3} + t_{f4} + t_L = 50 \cdot \text{mm}$$

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

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

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

$$A_{f1} := b_{f1} \cdot t_{f1} = 2200 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{f3} := b_{f3} \cdot t_{f3} = 2200 \cdot \text{mm}^2 \quad A_w := h_w \cdot t_w = 13000 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{f2} := b_{f2} \cdot t_{f2} = 2200 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{f4} := b_{f4} \cdot t_{f4} = 2200 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{Lc} = 1510 \cdot \text{mm}^2$$

$$z_y := \frac{A_{f4} \cdot \frac{t_{f4}}{2} + A_{f3} \cdot \left(t_{f4} + \frac{t_{f3}}{2} \right) + A_{f2} \cdot \left(t_{f4} + t_{f3} + \frac{t_{f2}}{2} \right) + A_{f1} \cdot \left(t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + \frac{t_{f1}}{2} \right) \dots}{2 \cdot (A_{f1} + A_{f2} + A_{f3} + A_{f4} + 2A_{Lc}) + A_w}$$

$$+ 2 \cdot A_{Lc} \cdot (t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + e_L) + A_w \cdot \left(t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + \frac{h_w}{2} \right) + 2 \cdot A_{Lc} \cdot (t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + h_w - e_L) \dots$$

$$+ A_{f1} \cdot \left(t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + h_w + \frac{t_{f1}}{2} \right) + A_{f2} \cdot \left(t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + h_w + t_{f1} + \frac{t_{f2}}{2} \right) \dots$$

$$+ A_{f3} \cdot \left(t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + h_w + t_{f1} + t_{f2} + \frac{t_{f3}}{2} \right) + A_{f4} \cdot \left(t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + h_w + t_{f1} + t_{f2} + t_{f3} + \frac{t_{f4}}{2} \right)$$

$$z_y = 365 \cdot \text{mm}$$

$$e_z := \left(t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + \frac{h_w}{2} \right) - z_y = 0.000 \cdot \text{mm}$$

$$z_{hws} := \frac{\frac{h_w}{2} + e_z}{2} = 162.5 \cdot \text{mm} \quad z_{hwi} := \frac{\frac{h_w}{2} - e_z}{2} = 162.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf1s} := \frac{h_w}{2} + e_z + \frac{t_{f1}}{2} = 330 \cdot \text{mm} \quad z_{tf1i} := \frac{h_w}{2} - e_z + \frac{t_{f1}}{2} = 330 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf2s} := \frac{h_w}{2} + e_z + t_{f1} + \frac{t_{f2}}{2} = 340 \cdot \text{mm}$$

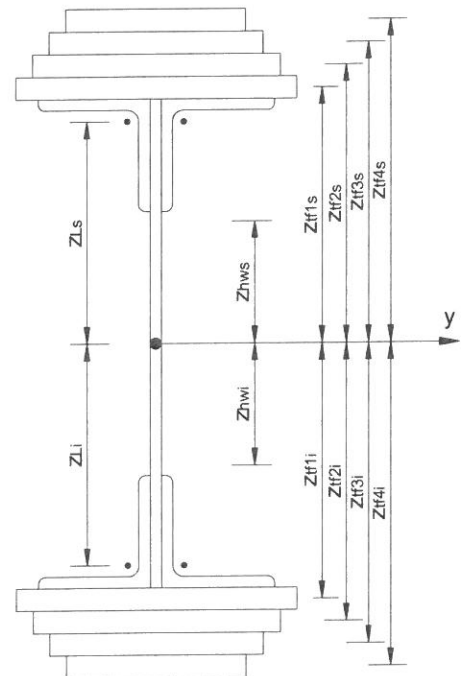
$$z_{tf2i} := \frac{h_w}{2} - e_z + t_{f1} + \frac{t_{f2}}{2} = 340 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf3s} := \frac{h_w}{2} + e_z + t_{f1} + t_{f2} + \frac{t_{f3}}{2} = 350 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf3i} := \frac{h_w}{2} - e_z + t_{f1} + t_{f2} + \frac{t_{f3}}{2} = 350 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf4s} := \frac{h_w}{2} + e_z + t_{f1} + t_{f2} + t_{f3} + \frac{t_{f4}}{2} = 360 \cdot \text{mm} \quad z_{Ls} := \left(\frac{h_w}{2} + e_z \right) - e_L = 301.6 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf4i} := \frac{h_w}{2} - e_z + t_{f1} + t_{f2} + t_{f3} + \frac{t_{f4}}{2} = 360 \cdot \text{mm} \quad z_{Li} := \left(\frac{h_w}{2} - e_z \right) - e_L = 301.6 \cdot \text{mm}$$



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

$$I_y := \frac{b_{f4} \cdot t_{f4}^3}{12} + A_{f4} \cdot z_{tf4i}^2 + \frac{b_{f3} \cdot t_{f3}^3}{12} + A_{f3} \cdot z_{tf3i}^2 + \frac{b_{f2} \cdot t_{f2}^3}{12} + A_{f2} \cdot z_{tf2i}^2 + \frac{b_{f1} \cdot t_{f1}^3}{12} + A_{f1} \cdot z_{tf1i}^2 + 2 \cdot I_L + 2 \cdot A_{Lc} \cdot z_{Li}^2$$

$$+ \frac{t_w \cdot h_w^3}{12} + A_w \cdot e_z^2 + 2 \cdot I_L + 2 \cdot A_{Lc} \cdot z_{Ls}^2 + \frac{b_{f1} \cdot t_{f1}^3}{12} + A_{f1} \cdot z_{tf1s}^2 + \frac{b_{f2} \cdot t_{f2}^3}{12} + A_{f2} \cdot z_{tf2s}^2 + \frac{b_{f3} \cdot t_{f3}^3}{12} + A_{f3} \cdot z_{tf3s}^2$$

$$+ \frac{b_{f4} \cdot t_{f4}^3}{12} + A_{f4} \cdot z_{tf4s}^2$$

$$I_y = 310780.886 \cdot \text{cm}^4$$

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

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

4.1. Verificarea la moment încovoietor

Relatia de verificare:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$M_{Ed} = 774.556 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

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

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

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

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

(4) Nu este necesar să se țină seama de găurile de prindere din talpa întinsă, cu condiția ca aceasta să satisfacă relația:

$$\frac{A_{f,net} \cdot 0.9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} \geq \frac{A_f \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad (6.16)$$

în care A_f este aria tălpii întinse.

$$f_u := 360 \text{MPa} \quad t := t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + t_L = 50 \cdot \text{mm}$$

$$n := 2 \quad d_0 := 23 \text{mm}$$

$$A_{goluri} := t \cdot n \cdot d_0 = 2300 \cdot \text{mm}^2 \quad A_f := b_{f1} \cdot t_{f1} + b_{f2} \cdot t_{f2} + b_{f3} \cdot t_{f3} + b_{f4} \cdot t_{f4} + 2 \cdot A_{Lc} = 11820 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{f_net} := A_f - A_{goluri} = 9520 \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{A_{f_net} \cdot 0.9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} \geq \frac{A_f \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_de_verificare = "Nu se Verifica"

In acest caz trebuie sa se tina seama de gaurile de prindere si astfel, se reduce aria talpilor

$$A_{f1} := b_{f1} \cdot t_{f1} - t_{f1} \cdot n \cdot d_0 = 1740 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{f3} := b_{f3} \cdot t_{f3} - t_{f3} \cdot n \cdot d_0 = 1740 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{f2} := b_{f2} \cdot t_{f2} - t_{f2} \cdot n \cdot d_0 = 1740 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{f4} := b_{f4} \cdot t_{f4} - t_{f4} \cdot n \cdot d_0 = 1740 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{Lc} := A_{Lc} - t_L \cdot d_0 = 1280 \cdot \text{mm}^2$$

$$I_{y_net} := \frac{b_{f4} \cdot t_{f4}^3}{12} + A_{f4} \cdot z_{tf4i}^2 + \frac{b_{f3} \cdot t_{f3}^3}{12} + A_{f3} \cdot z_{tf3i}^2 + \frac{b_{f2} \cdot t_{f2}^3}{12} + A_{f2} \cdot z_{tf2i}^2 + \frac{b_{f1} \cdot t_{f1}^3}{12} + A_{f1} \cdot z_{tf1i}^2 \dots$$

$$+ 2 \cdot I_L + 2 \cdot A_{Lc} \cdot z_{Li}^2 + \frac{t_w \cdot h_w^3}{12} + A_w \cdot e_z^2 + 2 \cdot I_L + 2 \cdot A_{Lc} \cdot z_{Ls}^2 + \frac{b_{f1} \cdot t_{f1}^3}{12} + A_{f1} \cdot z_{tf1s}^2 + \frac{b_{f2} \cdot t_{f2}^3}{12} \dots$$

$$+ A_{f2} \cdot z_{tf2s}^2 + \frac{b_{f3} \cdot t_{f3}^3}{12} + A_{f3} \cdot z_{tf3s}^2 + \frac{b_{f4} \cdot t_{f4}^3}{12} + A_{f4} \cdot z_{tf4s}^2$$

$$I_{y_net} = 2585651307.2 \cdot \text{mm}^4$$

$$y_{\max} := \frac{h_w}{2} - e_z + t_{f1} + t_{f2} + t_{f3} + t_{f4} = 365 \cdot \text{mm}$$

$$y_{\min} := \frac{h_w}{2} + e_z + t_{f1} + t_{f2} + t_{f3} + t_{f4} = 365 \cdot \text{mm}$$

$$W_{pl} := A_{f4} \cdot z_{tf4s} + A_{f3} \cdot z_{tf3s} + A_{f2} \cdot z_{tf2s} + A_{f1} \cdot z_{tf1s} + \left(\frac{h_w}{2} + e_z \right) \cdot t_w \cdot z_{hws} + 2A_{LC} \cdot z_{Ls} = 4230 \cdot \text{cm}^3$$

$$M_{c_Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 993.943 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} = \text{"Se Verifica"}$$

3.2. Verificarea la forta taietoare

$$\text{Relatia de verificare: } \frac{V_{Ed}}{V_{c_Rd}} \leq 1$$

$$V_{Ed_reazem} = 582.208 \cdot \text{kN}$$

Pentru sectiunile din CLASA 1 sau 2:

$$V_{c_Rd} = V_{pl_Rd} = \frac{A_v \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}} \right)}{\gamma_{M0}}$$

A_v - aria de forfecare, care se calculeaza cu relatia

d) sectiuni sudate I, H sau cheson, efort paralel cu inima

$$\eta \sum (h_w t_w)$$

$$\eta := 1.00$$

$$A_v := \eta \cdot (h_w \cdot t_w) = 13000 \cdot \text{mm}^2$$

$$V_{pl_Rd} := \frac{A_v \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}} \right)}{\gamma_{M0}} = 1763.805 \cdot \text{kN}$$

$$V_{c_Rd} := V_{pl_Rd} = 1763.805 \cdot \text{kN}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{V_{Ed}}{V_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} = \text{"Se Verifica"}$$

4. Verificarea la Starea Limita de Serviciu - SLS (conform SREN 1993-2:2007, sectiunea 7.3)

4.1. Limitarea eforturilor unitare

Relatii de verificare:

$$\sigma_{Ed_serv} \leq \frac{f_y}{\gamma_{Mserv}}$$

$$\tau_{Ed_serv} \leq \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{Mserv}}$$

$$\sqrt{\sigma_{Ed_serv}^2 + 3 \cdot \tau_{Ed_serv}^2} \leq \frac{f_y}{\gamma_{Mserv}}$$

$$\gamma_{Mserv} := 1 \quad \text{conform SREN 1993-2:2007, sectiunea 7.3 - NOTA 2}$$

$$M_{\max_serv} := \frac{M_{g\max}}{2} + C_r \cdot \phi_3 \cdot M_{\max LM71} + M_{wimax} = 774.556 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$y_{\max} = 365 \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{Ed_serv} := \frac{M_{max_serv}}{I_y} \cdot y_{max} = 90.969 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Conditia}_{1_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \sigma_{Ed_serv} \leq \frac{f_y}{\gamma_{Mserv}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia_{1_verificare} = "Se Verifica"

$$V_{max_serv} := \frac{V_{gmax}}{2} + C_r \cdot \phi_3 \cdot V_{maxLM71} + V_{wimax} = 582.208 \cdot \text{kN}$$

$$\tau_{Ed_serv} := \frac{V_{max_serv}}{h_w \cdot t_w} = 44.785 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Conditia}_{2_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \tau_{Ed_serv} \leq \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{Mserv}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia_{2_verificare} = "Se Verifica"

$$V_{05L_corespMmax} = 126.938 \cdot \text{kN}$$

$$V_{max_serv.} := \frac{V_{gmax}}{2} + C_r \cdot \phi_3 \cdot V_{05L_corespMmax} + V_{wimax} = 162.603 \cdot \text{kN}$$

$$\tau_{Ed_serv.} := \frac{V_{max_serv.}}{h_w \cdot t_w} = 12.508 \cdot \text{MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{Ed_serv}^2 + 3 \cdot \tau_{Ed_serv.}^2} = 93.513 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Conditia}_{3_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \sqrt{\sigma_{Ed_serv}^2 + 3 \cdot \tau_{Ed_serv.}^2} \leq \frac{f_y}{\gamma_{Mserv}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia_{3_verificare} = "Se Verifica"

4.2. Limitarea zveltetii inimii

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{Ed_serv}}{k_\sigma \cdot \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1.1 \cdot \tau_{Ed_serv}}{k_\tau \cdot \sigma_E}\right)^2} \leq 1.1$$

$$\sigma_E := 190000 \text{MPa} \cdot \left(\frac{t_w}{h_w}\right)^2 = 179.882 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Conditia}_{4_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \sqrt{\left(\frac{\sigma_{Ed_serv}}{k_\sigma \cdot \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1.1 \cdot \tau_{Ed_serv}}{k_\tau \cdot \sigma_E}\right)^2} \leq 1.1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia_{4_verificare} = "Se Verifica"

4.3. Limitarea sagetii verticale

Relatie de verificare:

$$f = \frac{5.5 \cdot M_{LM1} \cdot L^2}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \frac{L}{500}$$

$$E := 2.1 \cdot 10^5 \text{MPa} \quad \text{modulul de elasticitate al otelului}$$

$$\text{Conditia}_5_verificare := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{5.5 \cdot \frac{M_{\max LM71} \cdot L^2}{2}}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \frac{L}{500} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia₅_verificare = "Se Verifica"

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

Relatii de verificare:

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}}$$

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta\tau_{E2} \leq \frac{\Delta\tau_c}{\gamma_{Mf}}$$

$$\left(\frac{\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2}}{\frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}}} \right)^3 + \left(\frac{\gamma_{Ff} \cdot \Delta\tau_{E2}}{\frac{\Delta\tau_c}{\gamma_{Mf}}} \right)^5 \leq 1$$

$$\gamma_{Ff} := 1.00$$

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

(conform SREN 1993-1-9:2006, tabelul 3.1)

Coeficientul dinamic (ϕ_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

$$L_\phi := \frac{L}{m} = 6.5$$

-lungimea "determinata" conform tabel 6.2

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_\phi} - 0.2} + 0.82 = 1.433$$

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

-conform SREN 1993-2:2007, punctul 9.4.1

λ - factorul echivalent de vatamare

ϕ_2 - coeficientul dinamic echivalent

$\Delta\sigma_p$ - ecartul de referinta

$$\Delta\sigma_p = |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}|$$

9.5.3 Factori echivalenți corespunzători vătămării λ pentru poduri de cale ferată

(1) Factorul echivalent corespunzător vătămării λ 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: λ_1 este un factor care ține seama de efectul vătămării din trafic și depinde de lungimea liniei de influență;

λ_2 este un factor care ține seama de volumul traficului;

λ_3 este un factor care ține seama de durata de viață proiectată a podului;

λ_4 este un factor pentru cazul în care elementul structural este încărcat de cel puțin două linii;

λ_{max} este valoarea maximă a factorului λ - luându-se în considerare limita de oboseală, a se vedea (9).

$$\lambda_1 := 1.00 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.3}$$

Tabelul 9.5 - λ_2

Trafic anual [10^6 t / track]	5	10	15	20	25	30	35	40	50
λ_2	0,72	0,83	0,90	0,96	1,00	1,04	1,07	1,10	1,15

$$\lambda_2 := 0.83 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.5 pentru un tonaj anual de } 9 \times 10^6$$

Tabelul 9.3 - λ_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

Tabelul 9.6 - λ_3




Durata de viață proiectată [ani]	50	60	70	80	90	100	120
λ_3	0,87	0,90	0,93	0,96	0,98	1,00	1,04

$\lambda_3 := 0.87$ -pentru o durata de viata de 50 ani

$\lambda_4 := 1.00$

$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.722$

Se verifica detaliul 90-11 reprezentat de elemente structurale cu gauri supuse la incovoiere si forte axiale

90		9) Îmbinări cu șuruburi calibrate cu eclise duble simetrice.	9) ... secțiunea netă.
		9) Îmbinări cu șuruburi nepretensionate injectate cu eclise suble simetrice	9) ... secțiunea netă.
		10) Îmbinări cu eclise exterioare cu șuruburi de înaltă rezistență pretensionate.	10) ... secțiunea brută.
		10) Îmbinări cu eclise exterioare cu șuruburi de pretensionate injectate.	10) ... secțiunea brută.
		11) Elemente structurale cu găuri supuse la încovoiere și forțe axiale	11) ... secțiunea netă.

$$\Delta\sigma_c := 90 \text{ MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 51.962 \cdot \text{MPa}$$

$$z_{ob} := \frac{h_w}{2} + e_z = 325 \cdot \text{mm}$$

$$M_{Ed_SLUO} := C_r \cdot M_{\max LM71} = 412.55 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_{y_net}} \cdot z_{ob} = 51.855 \cdot \text{MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 51.855 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 53.654 \cdot \text{MPa}$$

$$V_{Ed_SLUO} := C_r \cdot V_{05L_coresp Mmax} = 63.469 \cdot \text{kN}$$

$$S := A_{f1} \cdot z_{tf1i} + A_{f2} \cdot z_{tf2i} + A_{f3} \cdot z_{tf3i} + A_{f4} \cdot z_{tf4i} + 2A_{Lc} \cdot z_{Li} + \frac{A_w}{2} \cdot z_{hwi} = 4229546 \cdot \text{mm}^3$$

$$\tau_{pmax} := \frac{V_{Ed_SLUO} \cdot S}{I_{y_net} \cdot t_w} = 5.191 \cdot \text{MPa} \quad \tau_{pmin} := 0$$

$$\Delta\tau_p := |\tau_{pmax} - \tau_{pmin}| = 5.191 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\tau_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\tau_p = 5.371 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Relatia}_{1_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_{1_verificare} = "Se Verifica"

$$\text{Relatia}_{2_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\tau_{E2} \leq \frac{\Delta\tau_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_{2_verificare} = "Se Verifica"

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

Relatia_{3_verificare} = "Se Verifica"

Intocmit,
ing. Andrei RADU

Radu

Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU

Claudiu



Pod km 635+178, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.I.P.C.S.N - deschidere 6.45m

Breviar de calcul: Grinda principala L=6.45m conform EUROCOD

In cadrul notei de calcul s-au considerat coeficienti de siguranta cu valoarea 1.00 pentru constructii existente verificate la conditii de exploatare.

1. Determinarea eforturilor in Grinda principala cu inima plina

- L := 6.45m -deschiderea podului
- B := 1.70m -distanța interax între grinzile principale
- $h_w := 570\text{mm}$ -înălțimea inimii grinzii

1.1. Evaluarea actiunilor:

1.1.a) Greutatea permanenta (conform fișei podului)

$$g_{sina} := 0.65 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad g_{prindere} := 1.30 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \gamma_{lemn} := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$g_{traversa} := 0.24\text{m} \cdot 0.24\text{m} \cdot 2.60\text{m} \cdot \gamma_{lemn} = 1.498 \cdot \text{kN}$$

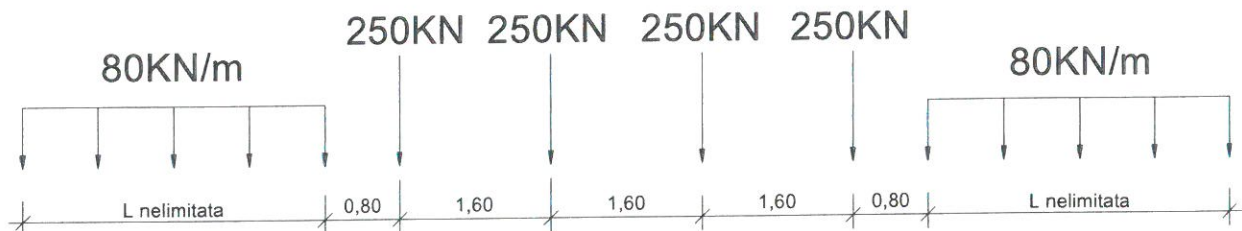
$$g_{cale} := 2g_{sina} + 2g_{prindere} + \frac{2 \cdot g_{traversa}}{1.0\text{m}} = 6.895 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$g_{sm} := \left(440 \cdot \frac{L}{\text{m}} + 6500 \right) \frac{\text{N}}{\text{m}} = 9.338 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$g_p := g_{sm} + g_{cale} = 16.233 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.b) Convoiu de calcul LM71

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



Coeficientul dinamic (ϕ_3) (conform SREN 1991-2:2005 - punctul 6.4.5.2)

$$\phi_3 = \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.73 \quad \text{-coeficientul dinamic pentru o cale întreținută în condiții standard}$$

$$L_\phi := \frac{L}{\text{m}} = 6.45 \quad \text{-lungimea "determinată" conform tabel 6.2}$$

$$\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.73 = 1.653$$

1.1.c) Actiunea vantului (SREN 1991-1-4:2006 - secțiunea 8)

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

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

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

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

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

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

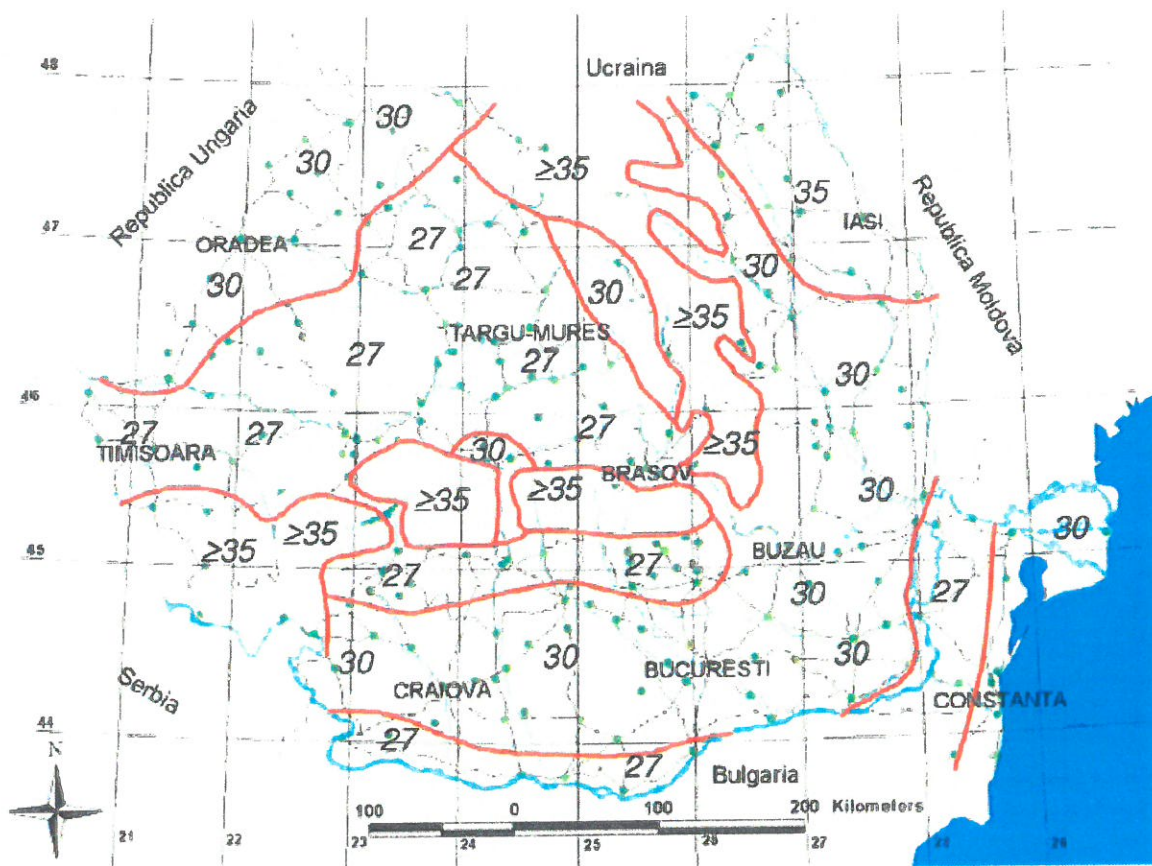
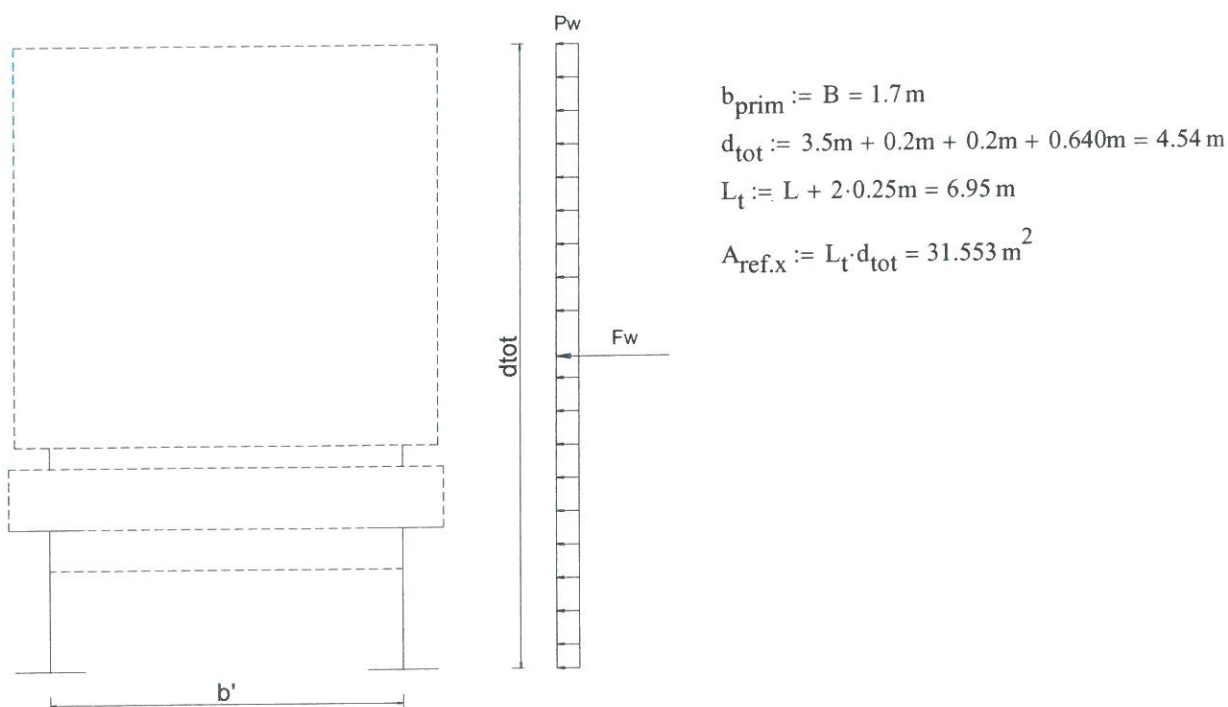


Figura 1(RO)- Harta de zonare a valorii fundamentale a vitezei de referință a vântului, $v_{b,0}$.



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 $c_{s,x}$ conform 8.3.1 (1) ;
- $c_o = 1,0$;
- $k_1 = 1,0$.

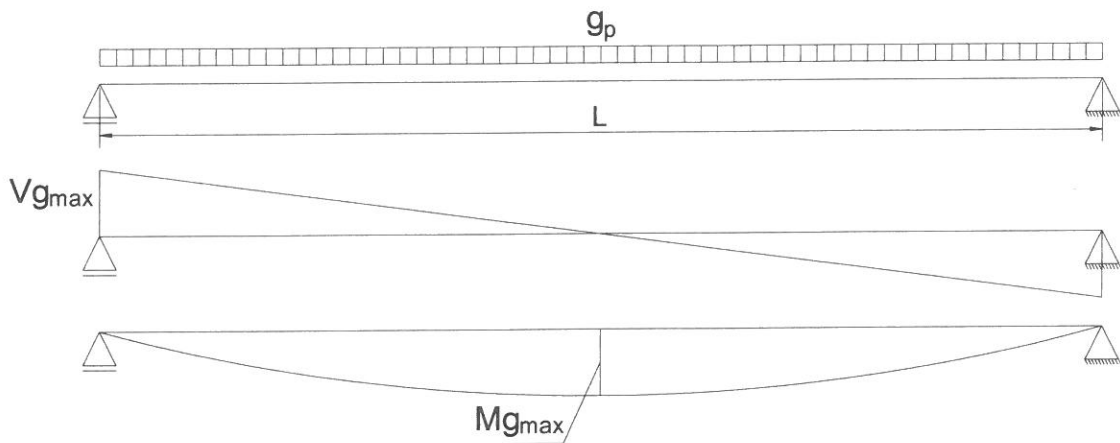
Pentru valori intermediare ale b/d_{tot} și z_e se poate folosi interpolarea liniară.

$$\frac{b_{prim}}{d_{tot}} = 0.374 \quad C := 6.7$$

$$F_w := \frac{1}{2} \cdot \rho_{aer} \cdot v_b^2 \cdot C \cdot A_{ref,x} = 118.915 \cdot \text{kN}$$

$$P_w := \frac{F_w}{A_{ref,x}} = 3.769 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

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

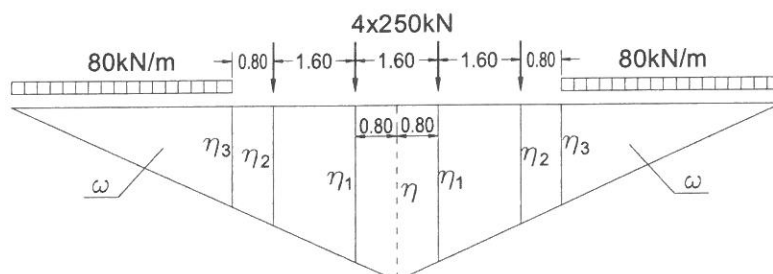


$$M_{gmax} := \frac{g_p \cdot L^2}{8} = 84.418 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{gmax} := \frac{g_p \cdot L}{2} = 52.352 \cdot \text{kN}$$

1.3. 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:

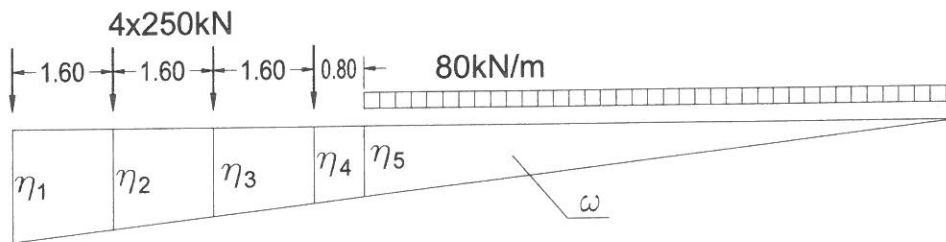
$$\eta := 0.25 \cdot L = 1.613 \text{ m}$$

$$\eta_{1m} := \frac{\eta}{0.5 \cdot L} \left(\frac{L}{2} - 0.8 \text{ m} \right) = 1.212 \text{ m} \quad \eta_{3m} := \frac{\eta}{0.5 \cdot L} \left(\frac{L}{2} - 3.2 \text{ m} \right) = 0.012 \text{ m}$$

$$\eta_{2m} := \frac{\eta}{0.5 \cdot L} \left(\frac{L}{2} - 2.4 \text{ m} \right) = 0.413 \text{ m} \quad \omega_m := \left(\frac{L}{2} - 3.2 \text{ m} \right)^2 \cdot \frac{\eta}{0.5 \cdot L} \cdot 0.5 = 0 \text{ m}^2$$

$$M_{\max LM71} := Q_{vk} \cdot 2 \cdot (\eta_{1m} + \eta_{2m}) + q_{vk} \cdot 2 \cdot \omega_m = 812.525 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Linia de influenta a fortei taietoare maxime:



Ordonatele liniei de influenta a fortei taietoare maxime:

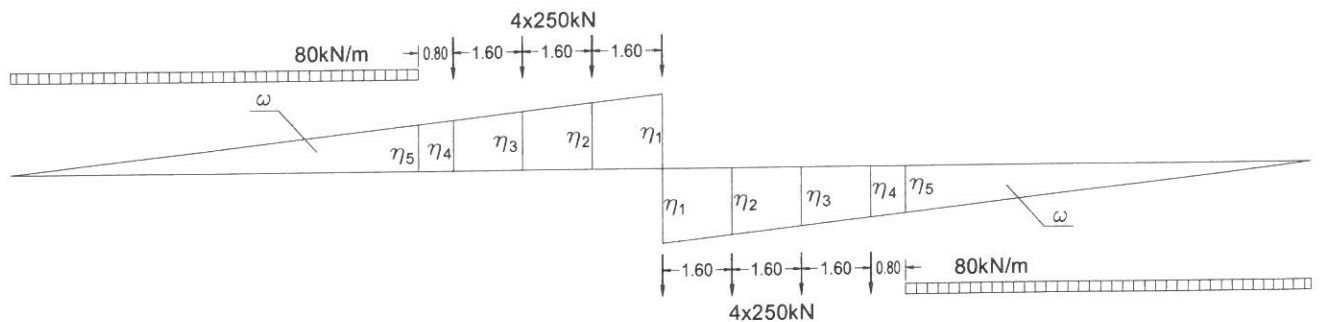
$$\eta_{1tm} := 1$$

$$\eta_{2tm} := \frac{\eta_{1tm}}{L} \cdot (L - 1.6 \text{ m}) = 0.752 \quad \eta_{4tm} := \frac{\eta_{1tm}}{L} \cdot (L - 4.8 \text{ m}) = 0.256 \quad \omega_{tm} := \frac{\eta_{1tm}}{L} \cdot (L - 5.6 \text{ m})^2 \cdot 0.5 = 0.056 \text{ m}$$

$$\eta_{3tm} := \frac{\eta_{1tm}}{L} \cdot (L - 3.2 \text{ m}) = 0.504 \quad \eta_{5tm} := \frac{\eta_{1tm}}{L} \cdot (L - 5.6 \text{ m}) = 0.132$$

$$V_{\max LM71} := Q_{vk} \cdot (\eta_{1tm} + \eta_{2tm} + \eta_{3tm} + \eta_{4tm}) + q_{vk} \cdot \omega_{tm} = 632.388 \cdot \text{kN}$$

Linia de influenta a fortei taietoare din jumatarea deschiderii:



Ordonatele liniei de influenta a fortei din jumatarea deschiderii:

$$\eta_{1t} := 0.5$$

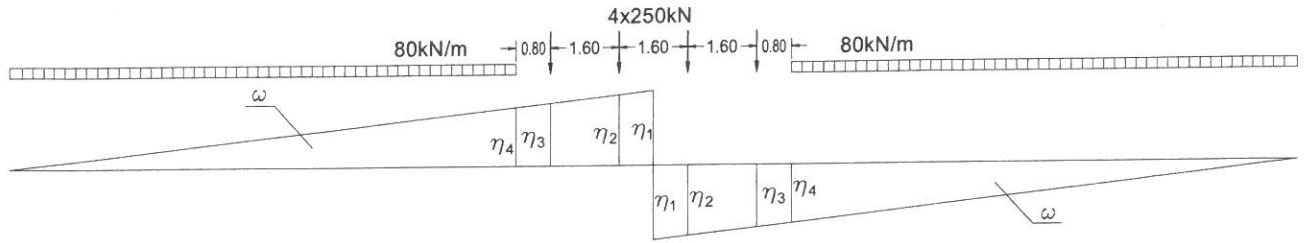
$$\eta_{2t} := \frac{\eta_{1t}}{0.5L} \cdot (0.5L - 1.6 \text{ m}) = 0.252 \quad \eta_{4t} := \frac{\eta_{1t}}{0.5L} \cdot (0.5L - 4.8 \text{ m}) = -0.244 \quad \omega_t := \frac{\eta_{1t}}{0.5L} \cdot (0.5L - 5.6 \text{ m})^2 \cdot 0.5 = 0.437 \text{ m}$$

$$\eta_{3t} := \frac{\eta_{1t}}{0.5L} \cdot (0.5L - 3.2 \text{ m}) = 3.876 \times \eta_{5t} := \frac{\eta_{1t}}{0.5L} \cdot (0.5L - 5.6 \text{ m}) = -0.368$$

$$V_{\max 0.5L} := Q_{vk} \cdot (\eta_{1t} + \eta_{2t} + \eta_{3t} + \eta_{4t}) + q_{vk} \cdot \omega_t = 162.888 \cdot \text{kN}$$

$$V_{\min 0.5L} := Q_{vk} \cdot (-\eta_{1t} - \eta_{2t} - \eta_{3t} - \eta_{4t}) + q_{vk} \cdot -\omega_t = -162.888 \cdot \text{kN}$$

Linia de influenta a fortei taietoare corespunzatoare momentului maxim:



Ordonatele liniei de influenta a fortei taietoare corespunzatoare momentului incovoietor maxim:

$$\eta_{1tcmm} := 0.5$$

$$\eta_{2tcmm} := \frac{\eta_{1tcmm}}{0.5L} \cdot (0.5L - 0.8m) = 0.376 \quad \eta_{4tcmm} := \frac{\eta_{1tcmm}}{0.5L} \cdot (0.5L - 3.2m) = 3.876 \times 10^{-3}$$

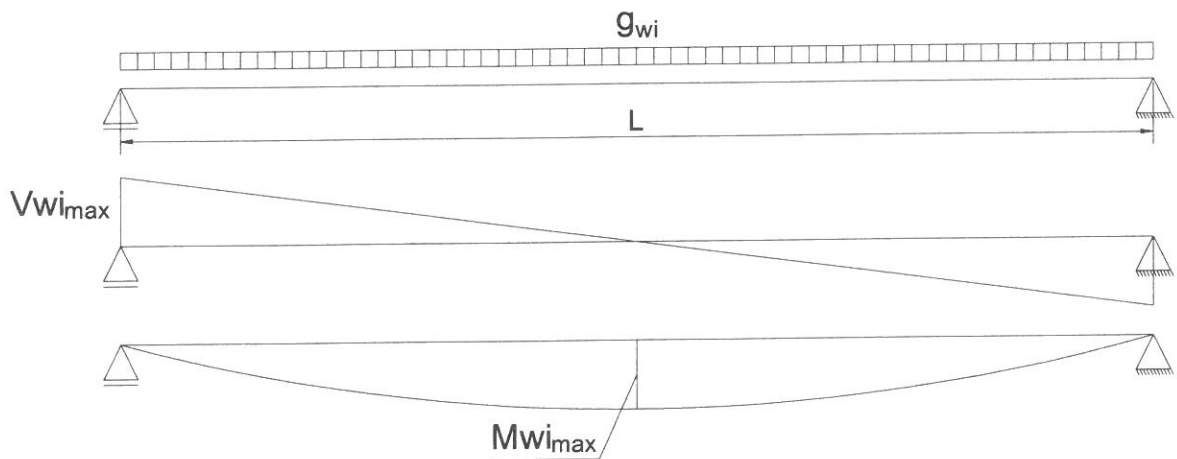
$$\eta_{3tcmm} := \frac{\eta_{1tcmm}}{0.5L} \cdot (0.5L - 2.4m) = 0.128 \quad \omega_{tcmm} := \frac{\eta_{1tcmm}}{0.5L} \cdot (0.5L - 3.2m)^2 \cdot 0.5 = 4.845 \times 10^{-5} m$$

$$V_{05L_{corespMmax}} := Q_{vk} \cdot (\eta_{2tcmm} + \eta_{3tcmm}) + q_{vk} \cdot \omega_{tcmm} = 125.973 \cdot kN$$

1.4. Diagrame de momente incovoietoare si forta taietoare din actiunea indirecta a vantului

$$h := d_{tot} = 4.54 \cdot m$$

$$q_{wi} := \frac{P_w \cdot h}{B} = 10.065 \cdot \frac{kN}{m}$$



$$M_{wimax} := \frac{q_{wi} \cdot L^2}{8} = 52.34 \cdot kN \cdot m \quad V_{wimax} := \frac{q_{wi} \cdot L}{2} = 32.459 \cdot kN$$

1.5. Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \gamma_{Qi} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0 \quad C_r := 0.5$$

$$M_{Ed} := \gamma_G \cdot M_{gmax} \cdot \frac{1}{2} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot M_{maxLM71} + \gamma_{Qi} \cdot \psi_0 \cdot M_{wimax} = 766.183 \cdot kN \cdot m$$

$$V_{Ed} := \gamma_G \cdot V_{gmax} \cdot \frac{1}{2} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot V_{05L_{corespMmax}} + \gamma_{Qi} \cdot \psi_0 \cdot V_{wimax} = 162.764 \cdot kN$$

$$V_{Ed_reazem} := \gamma_G \cdot V_{gmax} \cdot \frac{1}{2} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot V_{maxLM71} + \gamma_{Qi} \cdot \psi_0 \cdot V_{wimax} = 581.367 \cdot kN$$

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

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

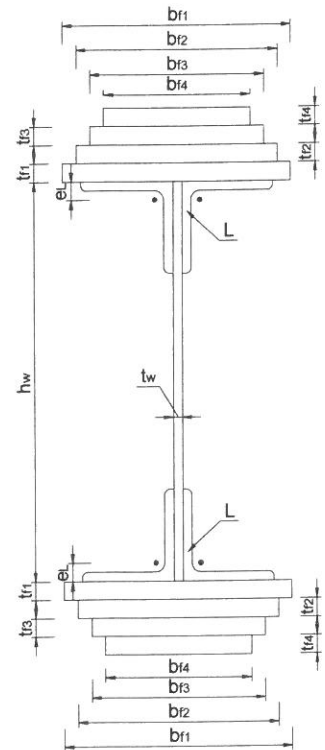
$$\epsilon := \sqrt{\frac{235 \frac{N}{mm^2}}{f_y}} = 1$$

- | | | | |
|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| $t_w := 10mm$ | -grosimea inimii | $t_{f3} := 10mm$ | -grosimea talpii 3 |
| $h_w = 570mm$ | -inaltimea inimii | $b_{f3} := 250mm$ | -laltimea talpii 3 |
| $t_{f1} := 10mm$ | -grosimea talpii 1 | $t_{f4} := 0mm$ | -grosimea talpii 4 |
| $b_{f1} := 250mm$ | -laltimea talpii 1 | $b_{f4} := 0mm$ | -laltimea talpii 4 |
| $t_{f2} := 10mm$ | -grosimea talpii 2 | | |
| $b_{f2} := 250mm$ | -laltimea talpii 2 | | |

Tipul profilului L: L90x90x9

$$t_L := 9mm \quad A_{L90x90x9} := 15.50cm^2 \quad I_L := 116cm^4 \quad A_{Lc} := A_{L90x90x9}$$

$$e_L := 2.54cm$$



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 $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{396c}{13\alpha - 1}$ unde $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{36c}{\alpha}$			
2	$c/t \leq 83\epsilon$	$c/t \leq 38\epsilon$	unde $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{456c}{13\alpha - 1}$ unde $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{41,5c}{\alpha}$			
Distribuția tensiunilor în pereți (compresiune pozitivă)						
3	$c/t \leq 124\epsilon$	$c/t \leq 42\epsilon$	unde $\psi > -1$: $c/t \leq \frac{42c}{0,67 + 0,33\psi}$ unde $\psi \leq -1$: $c/t \leq 62c(1 - \psi)\sqrt{-\psi}$			
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ϵ	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

*) $\psi \leq -1$ se aplică fie când tensiunea de compresiune $\sigma \leq f_y$ fie când deformația specifică de întindere $\epsilon_{ty} > f_y/E$

2.1. Clasa inimii:

$$c_w := h_w = 570 \cdot \text{mm} \quad t_w = 10 \cdot \text{mm}$$

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

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

Tălpi în consolă						
		Secțiuni laminate		Secțiuni sudate		
Clasă	Perețe supus la compresiune	Perețe 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	$c/t \leq 14\epsilon$	$c/t \leq 21\epsilon\sqrt{k_{\alpha}}$ pentru k_{α} a se vedea EN 1993-1-5				
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	α	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

2.2. Clasa talpii:

$$c_{ts} := \frac{b_{fl} - t_w}{2} = 120 \cdot \text{mm} \quad t_{ts} := t_{f1} + t_{f2} + t_{f3} + t_{f4} + t_L = 39 \cdot \text{mm}$$

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

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

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

$$A_{f1} := b_{f1} \cdot t_{f1} = 2500 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{f3} := b_{f3} \cdot t_{f3} = 2500 \cdot \text{mm}^2 \quad A_w := h_w \cdot t_w = 5700 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{f2} := b_{f2} \cdot t_{f2} = 2500 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{f4} := b_{f4} \cdot t_{f4} = 0 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{Lc} = 1550 \cdot \text{mm}^2$$

$$z_y := \frac{A_{f4} \cdot \frac{t_{f4}}{2} + A_{f3} \cdot \left(t_{f4} + \frac{t_{f3}}{2} \right) + A_{f2} \cdot \left(t_{f4} + t_{f3} + \frac{t_{f2}}{2} \right) + A_{f1} \cdot \left(t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + \frac{t_{f1}}{2} \right) \dots}{2 \cdot (A_{f1} + A_{f2} + A_{f3} + A_{f4} + 2A_{Lc}) + A_w}$$

$$+ 2 \cdot A_{Lc} \cdot \left(t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + e_L \right) + A_w \cdot \left(t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + \frac{h_w}{2} \right) + 2 \cdot A_{Lc} \cdot \left(t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + h_w - e_L \right) \dots$$

$$+ A_{f1} \cdot \left(t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + h_w + \frac{t_{f1}}{2} \right) + A_{f2} \cdot \left(t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + h_w + t_{f1} + \frac{t_{f2}}{2} \right) \dots$$

$$+ A_{f3} \cdot \left(t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + h_w + t_{f1} + t_{f2} + \frac{t_{f3}}{2} \right) + A_{f4} \cdot \left(t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + h_w + t_{f1} + t_{f2} + t_{f3} + \frac{t_{f4}}{2} \right)$$

$$z_y = 315 \cdot \text{mm}$$

$$e_z := \left(t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + \frac{h_w}{2} \right) - z_y = 0.000 \cdot \text{mm}$$

$$z_{hws} := \frac{\frac{h_w}{2} + e_z}{2} = 142.5 \cdot \text{mm} \quad z_{hwi} := \frac{\frac{h_w}{2} - e_z}{2} = 142.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf1s} := \frac{h_w}{2} + e_z + \frac{t_{f1}}{2} = 290 \cdot \text{mm} \quad z_{tf1i} := \frac{h_w}{2} - e_z + \frac{t_{f1}}{2} = 290 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf2s} := \frac{h_w}{2} + e_z + t_{f1} + \frac{t_{f2}}{2} = 300 \cdot \text{mm}$$

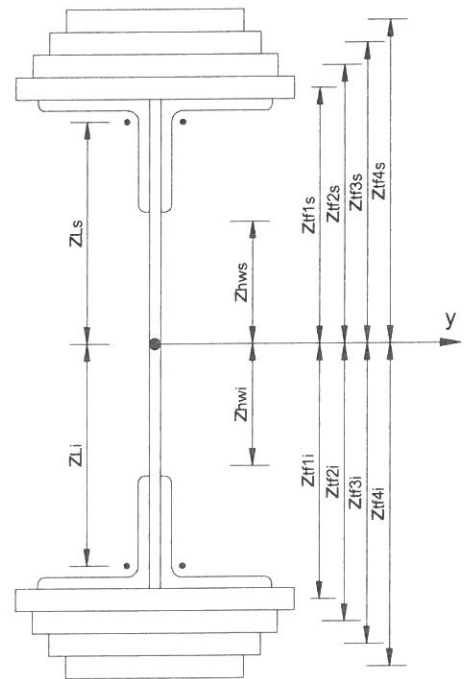
$$z_{tf2i} := \frac{h_w}{2} - e_z + t_{f1} + \frac{t_{f2}}{2} = 300 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf3s} := \frac{h_w}{2} + e_z + t_{f1} + t_{f2} + \frac{t_{f3}}{2} = 310 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf3i} := \frac{h_w}{2} - e_z + t_{f1} + t_{f2} + \frac{t_{f3}}{2} = 310 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf4s} := \frac{h_w}{2} + e_z + t_{f1} + t_{f2} + t_{f3} + \frac{t_{f4}}{2} = 315 \cdot \text{mm} \quad z_{Ls} := \left(\frac{h_w}{2} + e_z \right) - e_L = 259.6 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf4i} := \frac{h_w}{2} - e_z + t_{f1} + t_{f2} + t_{f3} + \frac{t_{f4}}{2} = 315 \cdot \text{mm} \quad z_{Li} := \left(\frac{h_w}{2} - e_z \right) - e_L = 259.6 \cdot \text{mm}$$



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

$$I_y := \frac{b_{f4} \cdot t_{f4}^3}{12} + A_{f4} \cdot z_{tf4i}^2 + \frac{b_{f3} \cdot t_{f3}^3}{12} + A_{f3} \cdot z_{tf3i}^2 + \frac{b_{f2} \cdot t_{f2}^3}{12} + A_{f2} \cdot z_{tf2i}^2 + \frac{b_{f1} \cdot t_{f1}^3}{12} + A_{f1} \cdot z_{tf1i}^2 + 2 \cdot I_L + 2 \cdot A_{Lc} \cdot z_{Li}^2$$

$$+ \frac{t_w \cdot h_w^3}{12} + A_w \cdot e_z^2 + 2 \cdot I_L + 2 \cdot A_{Lc} \cdot z_{Ls}^2 + \frac{b_{f1} \cdot t_{f1}^3}{12} + A_{f1} \cdot z_{tf1s}^2 + \frac{b_{f2} \cdot t_{f2}^3}{12} + A_{f2} \cdot z_{tf2s}^2 + \frac{b_{f3} \cdot t_{f3}^3}{12} + A_{f3} \cdot z_{tf3s}^2$$

$$+ \frac{b_{f4} \cdot t_{f4}^3}{12} + A_{f4} \cdot z_{tf4s}^2$$

$$I_y = 192792.389 \cdot \text{cm}^4$$

3. Verificarea la Starea Limita Ultima - SLU (conform SREN 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 incovoietor

Relatia de verificare: $\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$

$$M_{Ed} = 766.183 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

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

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

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

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

(4) Nu este necesar să se țină seama de găurile de prindere din talpa întinsă, cu condiția ca aceasta să satisfacă relația:

$$\frac{A_{f,net} \cdot 0,9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} \geq \frac{A_f \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad (6.16)$$

în care A_f este aria tălpii întinse.

$$f_u := 360 \text{MPa} \quad t := t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + t_L = 39 \cdot \text{mm}$$

$$n := 2 \quad d_0 := 23 \text{mm}$$

$$A_{goluri} := t \cdot n \cdot d_0 = 1794 \cdot \text{mm}^2 \quad A_f := b_{f1} \cdot t_{f1} + b_{f2} \cdot t_{f2} + b_{f3} \cdot t_{f3} + b_{f4} \cdot t_{f4} + 2 \cdot A_{Lc} = 10600 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{f_net} := A_f - A_{goluri} = 8806 \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{A_{f_net} \cdot 0,9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} \geq \frac{A_f \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_de_verificare = "Nu se Verifica"

In acest caz trebuie sa se tina seama de gaurile de prindere si astfel, se reduce aria talpilor

$$A_{f1} := b_{f1} \cdot t_{f1} - t_{f1} \cdot n \cdot d_0 = 2040 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{f3} := b_{f3} \cdot t_{f3} - t_{f3} \cdot n \cdot d_0 = 2040 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{f2} := b_{f2} \cdot t_{f2} - t_{f2} \cdot n \cdot d_0 = 2040 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{f4} := b_{f4} \cdot t_{f4} - t_{f4} \cdot n \cdot d_0 = 0 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{Lc} := A_{Lc} - t_L \cdot d_0 = 1343 \cdot \text{mm}^2$$

$$I_{y_net} := \frac{b_{f4} \cdot t_{f4}^3}{12} + A_{f4} \cdot z_{tf4i}^2 + \frac{b_{f3} \cdot t_{f3}^3}{12} + A_{f3} \cdot z_{tf3i}^2 + \frac{b_{f2} \cdot t_{f2}^3}{12} + A_{f2} \cdot z_{tf2i}^2 + \frac{b_{f1} \cdot t_{f1}^3}{12} + A_{f1} \cdot z_{tf1i}^2 \dots$$

$$+ 2 \cdot I_L + 2 \cdot A_{Lc} \cdot z_{Li}^2 + \frac{t_w \cdot h_w^3}{12} + A_w \cdot e_z^2 + 2 \cdot I_L + 2 \cdot A_{Lc} \cdot z_{Ls}^2 + \frac{b_{f1} \cdot t_{f1}^3}{12} + A_{f1} \cdot z_{tf1s}^2 + \frac{b_{f2} \cdot t_{f2}^3}{12} \dots$$

$$+ A_{f2} \cdot z_{tf2s}^2 + \frac{b_{f3} \cdot t_{f3}^3}{12} + A_{f3} \cdot z_{tf3s}^2 + \frac{b_{f4} \cdot t_{f4}^3}{12} + A_{f4} \cdot z_{tf4s}^2$$

$$I_{y_net} = 1623539183.52 \cdot \text{mm}^4$$

$$y_{\max} := \frac{h_w}{2} - e_z + t_{f1} + t_{f2} + t_{f3} + t_{f4} = 315 \cdot \text{mm}$$

$$y_{\min} := \frac{h_w}{2} + e_z + t_{f1} + t_{f2} + t_{f3} + t_{f4} = 315 \cdot \text{mm}$$

$$W_{pl} := A_{f4} \cdot z_{tf4s} + A_{f3} \cdot z_{tf3s} + A_{f2} \cdot z_{tf2s} + A_{f1} \cdot z_{tf1s} + \left(\frac{h_w}{2} + e_z \right) \cdot t_w \cdot z_{hws} + 2A_{Lc} \cdot z_{Ls} = 2939 \cdot \text{cm}^3$$

$$M_{c_Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 690.761 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_de_verificare = "Nu se Verifica"

3.2. Verificarea la forta taietoare

$$\text{Relatia de verificare: } \frac{V_{Ed}}{V_{c_Rd}} \leq 1$$

$$V_{Ed_reazem} = 581.367 \cdot \text{kN}$$

Pentru sectiunile din CLASA 1 sau 2:

$$V_{c_Rd} = V_{pl_Rd} = \frac{A_v \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}} \right)}{\gamma_{M0}}$$

A_v - aria de forfecare, care se calculeaza cu relatia

d) sectiuni sudate I, H sau cheson, efort paralel cu inima

$$\eta \sum (h_w t_w)$$

$$\eta := 1.00$$

$$A_v := \eta \cdot (h_w \cdot t_w) = 5700 \cdot \text{mm}^2$$

$$V_{pl_Rd} := \frac{A_v \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}} \right)}{\gamma_{M0}} = 773.361 \cdot \text{kN}$$

$$V_{c_Rd} := V_{pl_Rd} = 773.361 \cdot \text{kN}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{V_{Ed}}{V_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_de_verificare. = "Se Verifica"

4. Verificarea la Starea Limita de Serviciu - SLS (conform SREN 1993-2:2007, sectiunea 7.3)

4.1. Limitarea eforturilor unitare

Relatii de verificare:

$$\sigma_{Ed_serv} \leq \frac{f_y}{\gamma_{Mserv}}$$

$$\tau_{Ed_serv} \leq \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{Mserv}}$$

$$\sqrt{\sigma_{Ed_serv}^2 + 3 \cdot \tau_{Ed_serv}^2} \leq \frac{f_y}{\gamma_{Mserv}}$$

$$\gamma_{Mserv} := 1 \quad \text{conform SREN 1993-2:2007, sectiunea 7.3 - NOTA 2}$$

$$M_{\max_serv} := \frac{M_{g\max}}{2} + C_r \cdot \phi_3 \cdot M_{\max LM71} + M_{w\max} = 766.183 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$y_{\max} = 315 \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{Ed_serv} := \frac{M_{max_serv}}{I_y} \cdot y_{max} = 125.185 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Conditia}_{1_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \sigma_{Ed_serv} \leq \frac{f_y}{\gamma_{Mserv}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia_{1_verificare} = "Se Verifica"

$$V_{max_serv} := \frac{V_{gmax}}{2} + C_r \cdot \phi_3 \cdot V_{maxLM71} + V_{wimax} = 581.367 \cdot \text{kN}$$

$$\tau_{Ed_serv} := \frac{V_{max_serv}}{h_w \cdot t_w} = 101.994 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Conditia}_{2_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \tau_{Ed_serv} \leq \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{Mserv}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia_{2_verificare} = "Se Verifica"

$$V_{05L_corespMmax} = 125.973 \cdot \text{kN}$$

$$V_{max_serv.} := \frac{V_{gmax}}{2} + C_r \cdot \phi_3 \cdot V_{05L_corespMmax} + V_{wimax} = 162.764 \cdot \text{kN}$$

$$\tau_{Ed_serv.} := \frac{V_{max_serv.}}{h_w \cdot t_w} = 28.555 \cdot \text{MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{Ed_serv}^2 + 3 \cdot \tau_{Ed_serv.}^2} = 134.601 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Conditia}_{3_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \sqrt{\sigma_{Ed_serv}^2 + 3 \cdot \tau_{Ed_serv.}^2} \leq \frac{f_y}{\gamma_{Mserv}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia_{3_verificare} = "Se Verifica"

4.2. Limitarea zveltetii inimii

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{Ed_serv}}{k_\sigma \cdot \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1.1 \cdot \tau_{Ed_serv}}{k_\tau \cdot \sigma_E}\right)^2} \leq 1.1$$

$$\sigma_E := 190000 \text{MPa} \cdot \left(\frac{t_w}{h_w}\right)^2 = 58.48 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Conditia}_{4_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \sqrt{\left(\frac{\sigma_{Ed_serv}}{k_\sigma \cdot \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1.1 \cdot \tau_{Ed_serv}}{k_\tau \cdot \sigma_E}\right)^2} \leq 1.1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia_{4_verificare} = "Se Verifica"

4.3. Limitarea sagetii verticale

Relatie de verificare:

$$f = \frac{5.5 \cdot M_{LMI} \cdot L^2}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \frac{L}{500}$$

$$E := 2.1 \cdot 10^5 \text{MPa} \quad \text{modulul de elasticitate al otelului}$$

$$\text{Conditia}_5_{\text{verificare}} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{5.5 \cdot \frac{M_{\max LM71} \cdot L^2}{2}}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \frac{L}{500} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia₅_verificare = "Se Verifica"

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

Relatii de verificare:

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}}$$

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta\tau_{E2} \leq \frac{\Delta\tau_c}{\gamma_{Mf}}$$

$$\left(\frac{\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2}}{\frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}}} \right)^3 + \left(\frac{\gamma_{Ff} \cdot \Delta\tau_{E2}}{\frac{\Delta\tau_c}{\gamma_{Mf}}} \right)^5 \leq 1$$

$$\gamma_{Ff} := 1.00 \quad \gamma_{Mf} := 1.35 \quad (\text{conform SREN 1993-1-9:2006, tabelul 3.1})$$

Coeficientul dinamic (ϕ_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

$$L_\phi := \frac{L}{m} = 6.45$$

-lungimea "determinata" conform tabel 6.2

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_\phi} - 0.2} + 0.82 = 1.435$$

$$\Delta\sigma_{E2} = \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p \quad \text{-conform SREN 1993-2:2007, punctul 9.4.1}$$

λ - factorul echivalent de vatamare

ϕ_2 - coeficientul dinamic echivalent

$\Delta\sigma_p$ - ecartul de referinta

$$\Delta\sigma_p = |\sigma_{p\max} - \sigma_{p\min}|$$

9.5.3 Factori echivalenți corespunzători vătămării λ pentru poduri de cale ferată

(1) Factorul echivalent corespunzător vătămării λ 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 λ_1 este un factor care ține seama de efectul vătămării din trafic și depinde de lungimea liniei de influență;

λ_2 este un factor care ține seama de volumul traficului;

λ_3 este un factor care ține seama de durata de viață proiectată a podului;

λ_4 este un factor pentru cazul în care elementul structural este încărcat de cel puțin două linii;

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

$$\lambda_1 := 1.00 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.3}$$

Tabelul 9.5 - λ_2

Trafic anual [10^6 t/track]	5	10	15	20	25	30	35	40	50
λ_2	0,72	0,83	0,90	0,96	1,00	1,04	1,07	1,10	1,15

$$\lambda_2 := 0.83 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.5 pentru un tonaj anual de } 9 \times 10^6$$

Tabelul 9.3 - λ_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

Tabelul 9.6 - λ_3


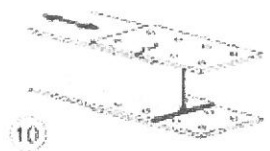



Durata de viață proiectată [ani]	50	60	70	80	90	100	120
λ_3	0,87	0,90	0,93	0,96	0,98	1,00	1,04

$\lambda_3 := 0.87$ -pentru o durata de viata de 50 ani

$\lambda_4 := 1.00$

$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.722$

Se verifica detaliul 90-11 reprezentat de elemente structurale cu gauri supuse la incovoiere si forte axiale

90		9) Îmbinări cu șuruburi calibrate cu eclise duble simetrice.	9) ... secțiunea netă.
		9) Îmbinări cu șuruburi nepretensionate injectate cu eclise suble simetrice	9) ... secțiunea netă.
		10) Îmbinări cu eclise exterioare cu șuruburi de înaltă rezistență pretensionate.	10) ... secțiunea brută.
		10) Îmbinări cu eclise exterioare cu șuruburi de pretensionate injectate.	10) ... secțiunea brută.
		11) Elemente structurale cu găuri supuse la încovoiere și forte axiale	11) ... secțiunea netă.

$$\Delta\sigma_c := 90\text{MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 51.962\text{MPa}$$

$$z_{ob} := \frac{h_w}{2} + e_z = 285\text{mm}$$

$$M_{Ed_SLUO} := C_r \cdot M_{\max LM71} = 406.262\text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\sigma_{p\max} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_{y_net}} \cdot z_{ob} = 71.316\text{MPa} \quad \sigma_{p\min} := 0$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{p\max} - \sigma_{p\min}| = 71.316\text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 73.923\text{MPa}$$

$$V_{Ed_SLUO} := C_r \cdot V_{05L_corespM\max} = 62.986\text{ kN}$$

$$S := A_{f1} \cdot z_{tf1i} + A_{f2} \cdot z_{tf2i} + A_{f3} \cdot z_{tf3i} + A_{f4} \cdot z_{tf4i} + 2A_{Lc} \cdot z_{Li} + \frac{A_w}{2} \cdot z_{hwi} = 2939410.6\text{ mm}^3$$

$$\tau_{p\max} := \frac{V_{Ed_SLUO} \cdot S}{I_{y_net} \cdot t_w} = 11.404\text{MPa} \quad \tau_{p\min} := 0$$

$$\Delta\tau_p := |\tau_{p\max} - \tau_{p\min}| = 11.404\text{MPa}$$

$$\Delta\tau_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\tau_p = 11.82\text{MPa}$$

$$\text{Relatia}_1_{\text{verificare}} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia₁_verificare = "Nu se Verifica"

$$\text{Relatia}_2_{\text{verificare}} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\tau_{E2} \leq \frac{\Delta\tau_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia₂_verificare = "Se Verifica"

$$\text{Relatia}_3_{\text{verificare}} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \left(\frac{\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2}}{\frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}}} \right)^3 + \left(\frac{\gamma_{Ff} \cdot \Delta\tau_{E2}}{\frac{\Delta\tau_c}{\gamma_{Mf}}} \right)^5 \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia₃_verificare = "Nu se Verifica"

Intocmit,
ing. Andrei RADU



Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU




**Pod km 637+770, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.I.P.C.S.N - deschidere 10.95m**

Breviar de calcul: Grinda principala L=10.95m conform EUROCOD

In cadrul notei de calcul s-au considerat coeficienti de siguranta cu valoarea 1.00 pentru constructii existente verificate la conditii de exploatare.

1. Determinarea eforturilor in Grinda principala cu inima plina

- L := 10.95m -deschiderea podului
- B := 1.80m -distanța interax între grinzile principale
- h_w := 720mm -inalțimea inimii grinzii

1.1. Evaluarea actiunilor:

1.1.a) Greutatea permanenta (conform fisei podului)

$$g_{sina} := 0.65 \frac{kN}{m} \quad g_{prindere} := 1.30 \frac{kN}{m} \quad \gamma_{lemn} := 10 \frac{kN}{m^3}$$

$$g_{traversa} := 0.24m \cdot 0.24m \cdot 2.60m \cdot \gamma_{lemn} = 1.498 \cdot kN$$

$$g_{cale} := 2g_{sina} + 2g_{prindere} + \frac{2 \cdot g_{traversa}}{1.0m} = 6.895 \cdot \frac{kN}{m}$$

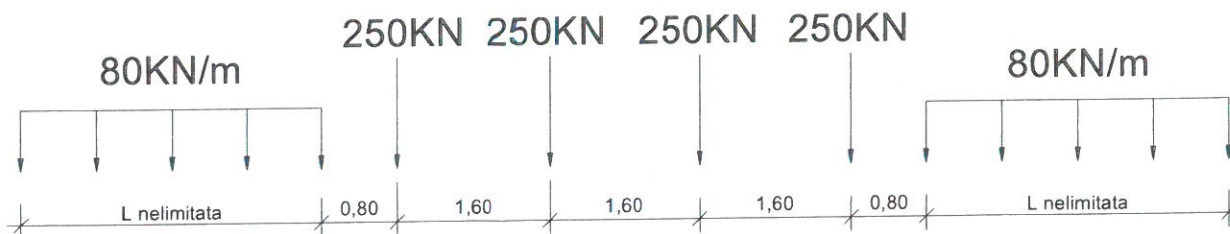
$$g_{sm_fisapod} := \frac{140kN}{11.65m} = 12.017 \cdot \frac{kN}{m}$$

$$g_p := g_{sm_fisapod} + g_{cale} = 18.912 \cdot \frac{kN}{m}$$



1.1.b) Convoiu de calcul LM71

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



Coeficientul dinamic (ϕ_3) (conform SREN 1991-2:2005 - punctul 6.4.5.2)

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

-coeficientul dinamic pentru o cale intretinuta in conditii standard

$$L_\phi := \frac{L}{m} = 10.95$$

-lungimea "determinata" conform tabel 6.2

$$\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.73 = 1.425$$

1.1.c) Actiunea vantului (SREN 1991-1-4:2006 - sectiunea 8)

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

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

Valoarea recomandata pentru densitatea aerului este de 1,25kg/m³ (Anexa Nationala - punct 4.5)

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

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

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

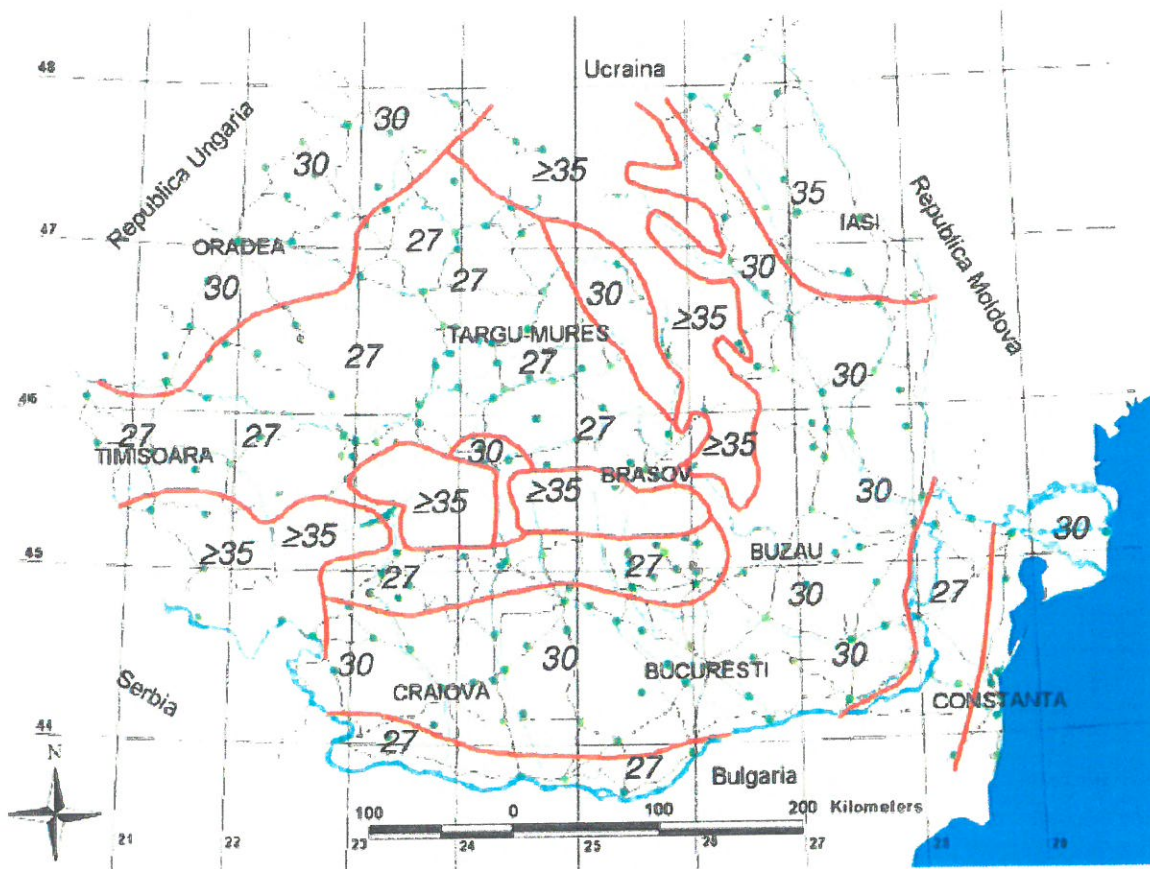
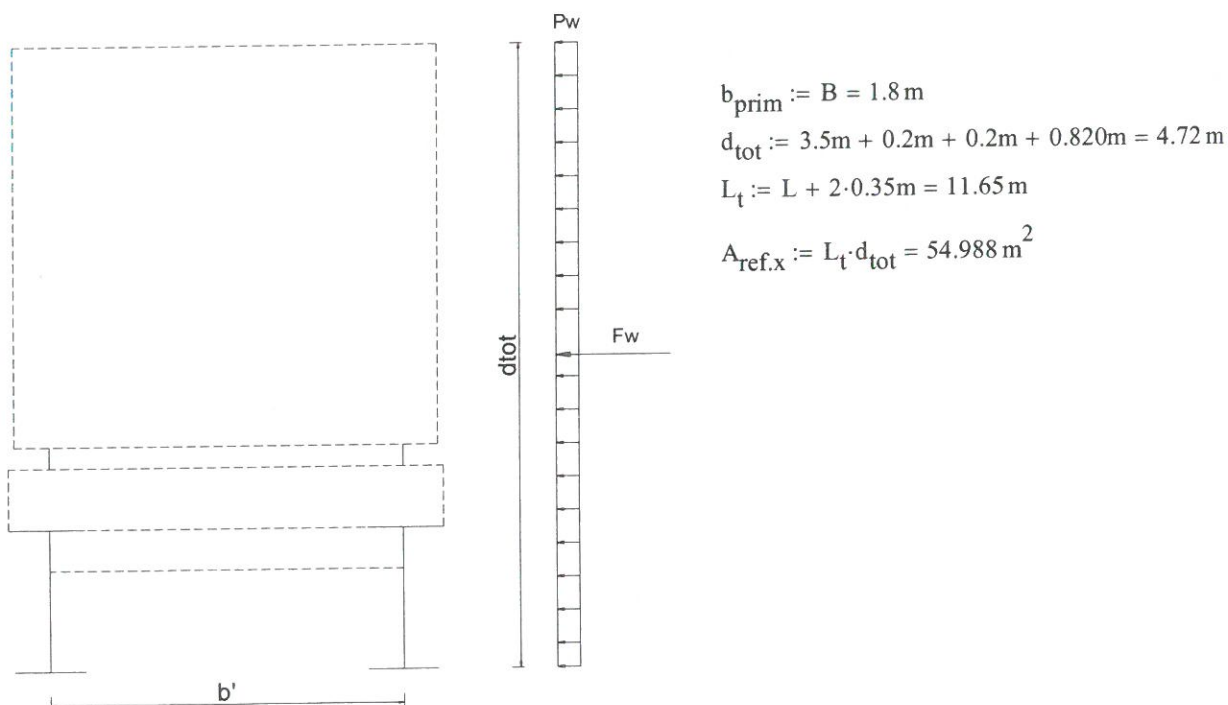


Figura 1(RO)- Harta de zonare a valorii fundamentale a vitezei de referință a vântului, $v_{b,0}$.



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

b/d_{tot}	$z_e \leq 20$ m	$z_e = 50$ 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) ;
- $c_Q = 1,0$;
- $k_f = 1,0$.

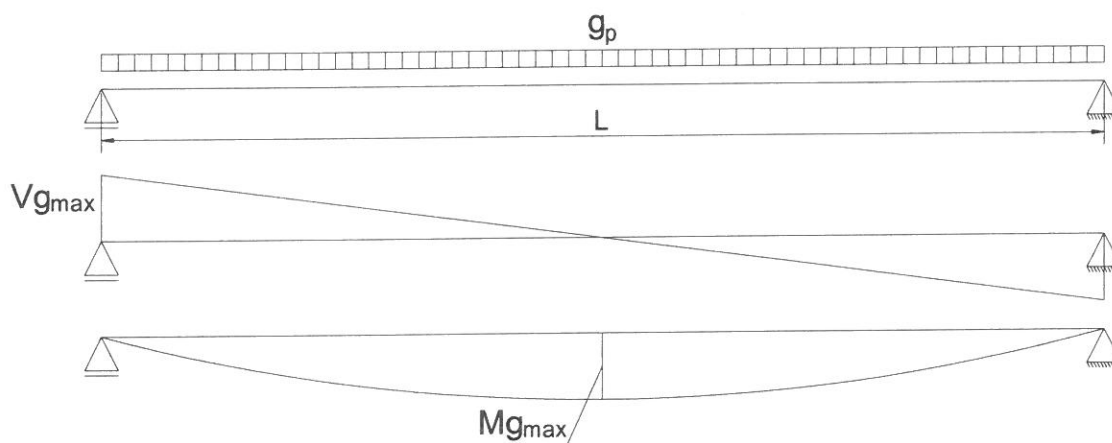
Pentru valori intermediare ale b/d_{tot} și z_e se poate folosi interpolarea liniară.

$$\frac{b_{prim}}{d_{tot}} = 0,381 \quad C := 6,7$$

$$F_w := \frac{1}{2} \cdot \rho_{aer} \cdot v_b^2 \cdot C \cdot A_{ref,x} = 207.236 \cdot \text{kN}$$

$$P_w := \frac{F_w}{A_{ref,x}} = 3,769 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

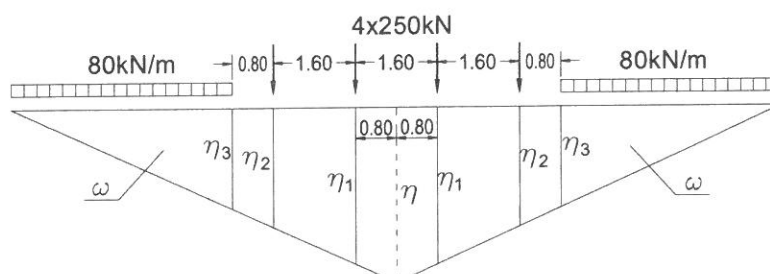
1.2. Diagrame de momente incovoietoare si forta taietoare din greutate permanenta



$$M_{gmax} := \frac{g_p \cdot L^2}{8} = 283.455 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{gmax} := \frac{g_p \cdot L}{2} = 103.545 \cdot \text{kN}$$

1.3. 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:

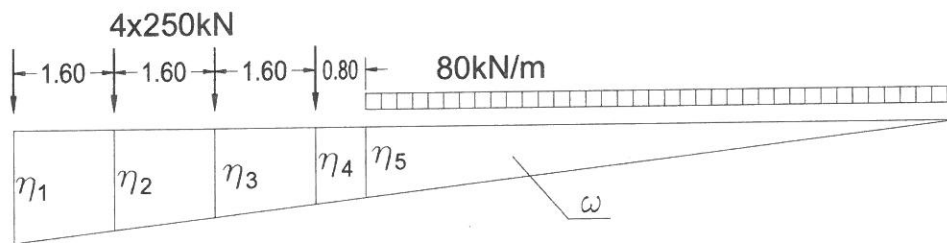
$$\eta := 0.25 \cdot L = 2.737 \text{ m}$$

$$\eta_{1m} := \frac{\eta}{0.5 \cdot L} \left(\frac{L}{2} - 0.8 \text{ m} \right) = 2.337 \text{ m} \quad \eta_{3m} := \frac{\eta}{0.5 \cdot L} \left(\frac{L}{2} - 3.2 \text{ m} \right) = 1.137 \text{ m}$$

$$\eta_{2m} := \frac{\eta}{0.5 \cdot L} \left(\frac{L}{2} - 2.4 \text{ m} \right) = 1.537 \text{ m} \quad \omega_m := \left(\frac{L}{2} - 3.2 \text{ m} \right)^2 \cdot \frac{\eta}{0.5 \cdot L} \cdot 0.5 = 1.294 \text{ m}^2$$

$$M_{\max LM71} := Q_{vk} \cdot 2 \cdot (\eta_{1m} + \eta_{2m}) + q_{vk} \cdot 2 \cdot \omega_m = 2144.525 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Linia de influenta a fortei taietoare maxime:



Ordonatele liniei de influenta a fortei taietoare maxime:

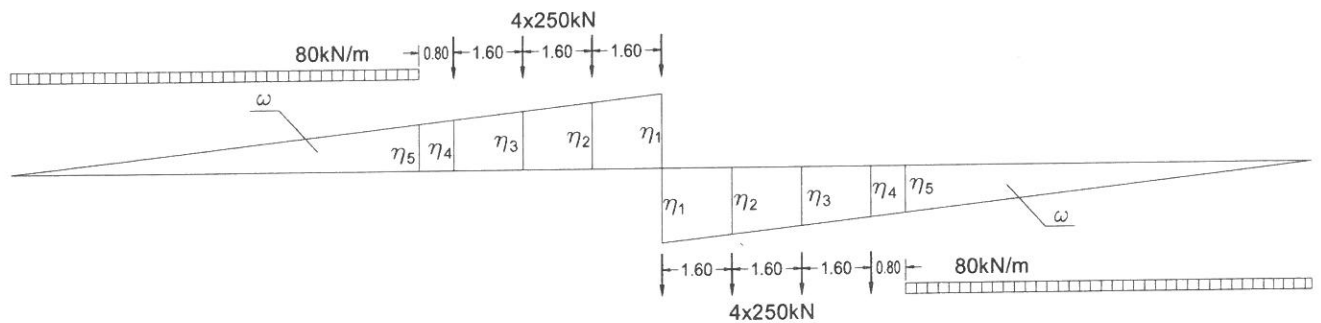
$$\eta_{1tm} := 1$$

$$\eta_{2tm} := \frac{\eta_{1tm}}{L} \cdot (L - 1.6 \text{ m}) = 0.854 \quad \eta_{4tm} := \frac{\eta_{1tm}}{L} \cdot (L - 4.8 \text{ m}) = 0.562 \quad \omega_{tm} := \frac{\eta_{1tm}}{L} \cdot (L - 5.6 \text{ m})^2 \cdot 0.5 = 1.307 \text{ m}$$

$$\eta_{3tm} := \frac{\eta_{1tm}}{L} \cdot (L - 3.2 \text{ m}) = 0.708 \quad \eta_{5tm} := \frac{\eta_{1tm}}{L} \cdot (L - 5.6 \text{ m}) = 0.489$$

$$V_{\max LM71} := Q_{vk} \cdot (\eta_{1tm} + \eta_{2tm} + \eta_{3tm} + \eta_{4tm}) + q_{vk} \cdot \omega_{tm} = 885.379 \cdot \text{kN}$$

Linia de influenta a fortei taietoare din jumatarea deschiderii:



Ordonatele liniei de influenta a fortei din jumatarea deschiderii:

$$\eta_{1t} := 0.5$$

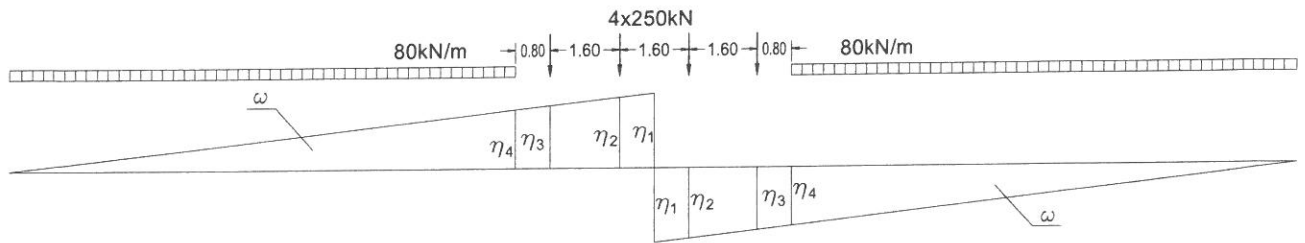
$$\eta_{2t} := \frac{\eta_{1t}}{0.5L} \cdot (0.5L - 1.6 \text{ m}) = 0.354 \quad \eta_{4t} := \frac{\eta_{1t}}{0.5L} \cdot (0.5L - 4.8 \text{ m}) = 0.062 \quad \omega_t := \frac{\eta_{1t}}{0.5L} \cdot (0.5L - 5.6 \text{ m})^2 \cdot 0.5 = 0.001 \text{ m}$$

$$\eta_{3t} := \frac{\eta_{1t}}{0.5L} \cdot (0.5L - 3.2 \text{ m}) = 0.208 \quad \eta_{5t} := \frac{\eta_{1t}}{0.5L} \cdot (0.5L - 5.6 \text{ m}) = -0.011$$

$$V_{\max 0.5L} := Q_{vk} \cdot (\eta_{1t} + \eta_{2t} + \eta_{3t} + \eta_{4t}) + q_{vk} \cdot \omega_t = 280.879 \cdot \text{kN}$$

$$V_{\min 0.5L} := Q_{vk} \cdot (-\eta_{1t} - \eta_{2t} - \eta_{3t} - \eta_{4t}) + q_{vk} \cdot -\omega_t = -280.879 \cdot \text{kN}$$

Linia de influenta a fortei taietoare corespunzatoare momentului maxim:



Ordonatele liniei de influenta a fortei taietoare corespunzatoare momentului incovoietor maxim:

$$\eta_{1tcmm} := 0.5$$

$$\eta_{2tcmm} := \frac{\eta_{1tcmm}}{0.5L} \cdot (0.5L - 0.8m) = 0.427 \quad \eta_{4tcmm} := \frac{\eta_{1tcmm}}{0.5L} \cdot (0.5L - 3.2m) = 0.208$$

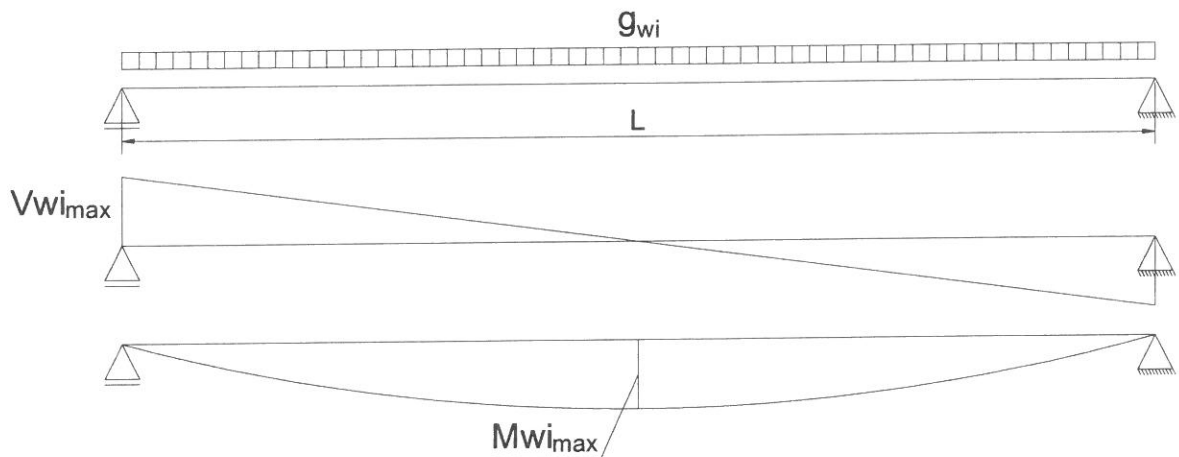
$$\eta_{3tcmm} := \frac{\eta_{1tcmm}}{0.5L} \cdot (0.5L - 2.4m) = 0.281 \quad \omega_{tcmm} := \frac{\eta_{1tcmm}}{0.5L} \cdot (0.5L - 3.2m)^2 \cdot 0.5 = 0.236m$$

$$V_{05L_corespMmax} := Q_{vk} \cdot (\eta_{2tcmm} + \eta_{3tcmm}) + q_{vk} \cdot \omega_{tcmm} = 195.847 \cdot kN$$

1.4. Diagrame de momente incovoietoare si forta taietoare din actiunea indirecta a vantului

$$h := d_{tot} = 4.72 \cdot m$$

$$q_{wi} := \frac{P_w \cdot h}{B} = 9.883 \cdot \frac{kN}{m}$$



$$M_{wimax} := \frac{q_{wi} \cdot L^2}{8} = 148.117 \cdot kN \cdot m \quad V_{wimax} := \frac{q_{wi} \cdot L}{2} = 54.107 \cdot kN$$

1.5. Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \gamma_{Qi} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0 \quad C_r := 0.5$$

$$M_{Ed} := \gamma_G \cdot M_{gmax} \cdot \frac{1}{2} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot M_{maxLM71} + \gamma_{Qi} \cdot \psi_0 \cdot M_{wimax} = 1817.539 \cdot kN \cdot m$$

$$V_{Ed} := \gamma_G \cdot V_{gmax} \cdot \frac{1}{2} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot V_{05L_corespMmax} + \gamma_{Qi} \cdot \psi_0 \cdot V_{wimax} = 245.395 \cdot kN$$

$$V_{Ed_reazem} := \gamma_G \cdot V_{gmax} \cdot \frac{1}{2} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot V_{maxLM71} + \gamma_{Qi} \cdot \psi_0 \cdot V_{wimax} = 736.597 \cdot kN$$

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

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

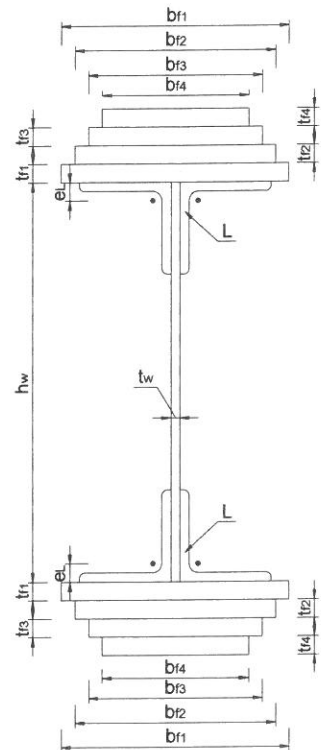
$$\epsilon := \sqrt{\frac{235 \frac{N}{mm^2}}{f_y}} = 1$$

$t_w := 10\text{mm}$	-grosimea inimii	$t_{f3} := 15\text{mm}$	-grosimea talpii 3
$h_w := 720\text{mm}$	-inaltimea inimii	$b_{f3} := 300\text{mm}$	-laltimea talpii 3
$t_{f1} := 20\text{mm}$	-grosimea talpii 1	$t_{f4} := 0\text{mm}$	-grosimea talpii 4
$b_{f1} := 300\text{mm}$	-laltimea talpii 1	$b_{f4} := 0\text{mm}$	-laltimea talpii 4
$t_{f2} := 15\text{mm}$	-grosimea talpii 2		
$b_{f2} := 300\text{mm}$	-laltimea talpii 2		

Tipul profilului L: L130x130x14

$$t_L := 14\text{mm} \quad A_{L130 \times 130 \times 14} := 34.70\text{cm}^2 \quad I_L := 540\text{cm}^4 \quad A_{Lc} := A_{L130 \times 130 \times 14}$$

$$e_L := 3.72\text{cm}$$



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 $\psi \leq -1$: $c/t \leq 62\epsilon(1 - \psi)\sqrt{-\psi}$
$c = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275
	c	1,00	0,92
			355
			420
			460
			0,81
			0,75
			0,71

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

2.1. Clasa inimii:

$c_w := h_w = 720 \cdot \text{mm}$ $t_w = 10 \cdot \text{mm}$

Clasa_{inimii} :=

- 1 if $\frac{c_w}{t_w} \leq 72 \cdot \epsilon$
- 2 if $72 \cdot \epsilon < \frac{c_w}{t_w} \leq 83 \cdot \epsilon$
- 3 if $83 \cdot \epsilon < \frac{c_w}{t_w} \leq 124 \cdot \epsilon$
- 4 otherwise

Clasa_{inimii} = 1

Tabelul 5.2 (continuare) - Rapoarte lăţime-grosime maxime pentru pereţi comprimaţi

Tălpi în consolă						
		Secţiuni laminare		Secţiuni sudate		
Clasă	Pereţe supus la compresie	Pereţe supus la încovoiere şi compresie				
		Extremitate comprimată		Extremitate întinsă		
Distribuţia tensiunilor în pereţi (compresie pozitivă)						
1	$c/t \leq 9\epsilon$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha}$		$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$		
2	$c/t \leq 10\epsilon$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha}$		$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$		
Distribuţia tensiunilor în pereţi (compresie pozitivă)						
3	$c/t \leq 14\epsilon$	$c/t \leq 2 \cdot \epsilon \cdot \sqrt{k_n}$ pentru k_n a se vedea EN 1993-1-5				
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	α	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

2.2. Clasa talpii:

$c_{ts} := \frac{b_{fl} - t_w}{2} = 145 \cdot \text{mm}$ $t_{ts} := t_{f1} + t_{f2} + t_{f3} + t_{f4} + t_L = 64 \cdot \text{mm}$

Clasa_{talpii} :=

- 1 if $\frac{c_{ts}}{t_{ts}} \leq 9 \cdot \epsilon$
- 2 if $9 \cdot \epsilon < \frac{c_{ts}}{t_{ts}} \leq 10 \cdot \epsilon$
- 3 if $10 \cdot \epsilon < \frac{c_{ts}}{t_{ts}} \leq 14 \cdot \epsilon$
- 4 otherwise

Clasa_{talpii} = 1

Clasa_{secţiunii} := max(Clasa_{inimii}, Clasa_{talpii}) = 1

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

$$A_{f1} := b_{f1} \cdot t_{f1} = 6000 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{f3} := b_{f3} \cdot t_{f3} = 4500 \cdot \text{mm}^2 \quad A_w := h_w \cdot t_w = 7200 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{f2} := b_{f2} \cdot t_{f2} = 4500 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{f4} := b_{f4} \cdot t_{f4} = 0 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{Lc} = 3470 \cdot \text{mm}^2$$

$$z_y := \frac{A_{f4} \cdot \frac{t_{f4}}{2} + A_{f3} \cdot \left(t_{f4} + \frac{t_{f3}}{2} \right) + A_{f2} \cdot \left(t_{f4} + t_{f3} + \frac{t_{f2}}{2} \right) + A_{f1} \cdot \left(t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + \frac{t_{f1}}{2} \right) \dots}{2 \cdot (A_{f1} + A_{f2} + A_{f3} + A_{f4} + 2A_{Lc}) + A_w}$$

$$+ 2 \cdot A_{Lc} \cdot (t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + e_L) + A_w \cdot \left(t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + \frac{h_w}{2} \right) + 2 \cdot A_{Lc} \cdot (t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + h_w - e_L) \dots$$

$$+ A_{f1} \cdot \left(t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + h_w + \frac{t_{f1}}{2} \right) + A_{f2} \cdot \left(t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + h_w + t_{f1} + \frac{t_{f2}}{2} \right) \dots$$

$$+ A_{f3} \cdot \left(t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + h_w + t_{f1} + t_{f2} + \frac{t_{f3}}{2} \right) + A_{f4} \cdot \left(t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + h_w + t_{f1} + t_{f2} + t_{f3} + \frac{t_{f4}}{2} \right)$$

$$z_y = 410 \cdot \text{mm}$$

$$e_z := \left(t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + \frac{h_w}{2} \right) - z_y = -0.000 \cdot \text{mm}$$

$$z_{hws} := \frac{\frac{h_w}{2} + e_z}{2} = 180 \cdot \text{mm} \quad z_{hwi} := \frac{\frac{h_w}{2} - e_z}{2} = 180 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf1s} := \frac{h_w}{2} + e_z + \frac{t_{f1}}{2} = 370 \cdot \text{mm} \quad z_{tf1i} := \frac{h_w}{2} - e_z + \frac{t_{f1}}{2} = 370 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf2s} := \frac{h_w}{2} + e_z + t_{f1} + \frac{t_{f2}}{2} = 387.5 \cdot \text{mm}$$

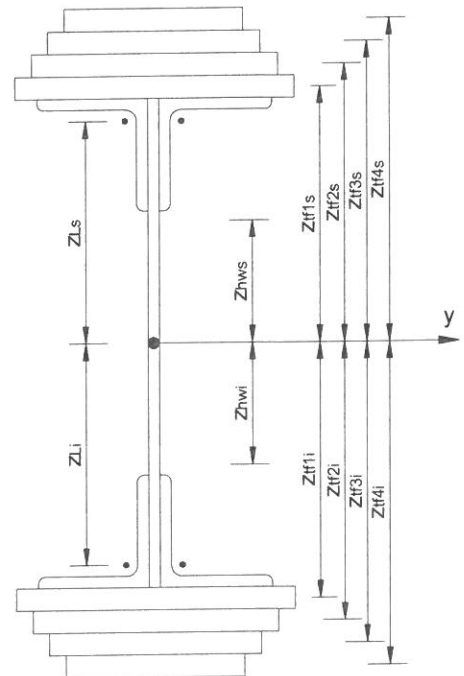
$$z_{tf2i} := \frac{h_w}{2} - e_z + t_{f1} + \frac{t_{f2}}{2} = 387.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf3s} := \frac{h_w}{2} + e_z + t_{f1} + t_{f2} + \frac{t_{f3}}{2} = 402.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf3i} := \frac{h_w}{2} - e_z + t_{f1} + t_{f2} + \frac{t_{f3}}{2} = 402.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf4s} := \frac{h_w}{2} + e_z + t_{f1} + t_{f2} + t_{f3} + \frac{t_{f4}}{2} = 410 \cdot \text{mm} \quad z_{Ls} := \left(\frac{h_w}{2} + e_z \right) - e_L = 322.8 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf4i} := \frac{h_w}{2} - e_z + t_{f1} + t_{f2} + t_{f3} + \frac{t_{f4}}{2} = 410 \cdot \text{mm} \quad z_{Li} := \left(\frac{h_w}{2} - e_z \right) - e_L = 322.8 \cdot \text{mm}$$



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

$$I_y := \frac{b_{f4} \cdot t_{f4}^3}{12} + A_{f4} \cdot z_{tf4i}^2 + \frac{b_{f3} \cdot t_{f3}^3}{12} + A_{f3} \cdot z_{tf3i}^2 + \frac{b_{f2} \cdot t_{f2}^3}{12} + A_{f2} \cdot z_{tf2i}^2 + \frac{b_{f1} \cdot t_{f1}^3}{12} + A_{f1} \cdot z_{tf1i}^2 + 2 \cdot I_L + 2 \cdot A_{Lc} \cdot z_{Li}^2$$

$$+ \frac{t_w \cdot h_w^3}{12} + A_w \cdot e_z^2 + 2 \cdot I_L + 2 \cdot A_{Lc} \cdot z_{Ls}^2 + \frac{b_{f1} \cdot t_{f1}^3}{12} + A_{f1} \cdot z_{tf1s}^2 + \frac{b_{f2} \cdot t_{f2}^3}{12} + A_{f2} \cdot z_{tf2s}^2 + \frac{b_{f3} \cdot t_{f3}^3}{12} + A_{f3} \cdot z_{tf3s}^2$$

$$+ \frac{b_{f4} \cdot t_{f4}^3}{12} + A_{f4} \cdot z_{tf4s}^2$$

$$I_y = 623193.378 \cdot \text{cm}^4$$

3. Verificarea la Starea Limita Ultima - SLU (conform SREN 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 incovoietor

Relatia de verificare:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$M_{Ed} = 1817.539 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

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

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

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

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

(4) Nu este necesar să se țină seama de găurile de prindere din talpa întinsă, cu condiția ca aceasta să satisfacă relația:

$$\frac{A_{f,net} \cdot 0.9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} \geq \frac{A_f \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad (6.16)$$

în care A_f este aria tălpii întinse.

$$f_u := 360 \text{MPa} \quad t := t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + t_L = 64 \cdot \text{mm}$$

$$n := 2 \quad d_0 := 23 \text{mm}$$

$$A_{goluri} := t \cdot n \cdot d_0 = 2944 \cdot \text{mm}^2 \quad A_f := b_{f1} \cdot t_{f1} + b_{f2} \cdot t_{f2} + b_{f3} \cdot t_{f3} + b_{f4} \cdot t_{f4} + 2 \cdot A_{Lc} = 21940 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{f_net} := A_f - A_{goluri} = 18996 \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{A_{f_net} \cdot 0.9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} \geq \frac{A_f \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_de_verificare = "Nu se Verifica"

In acest caz trebuie sa se tina seama de gaurile de prindere si astfel, se reduce aria talpilor

$$A_{f1} := b_{f1} \cdot t_{f1} - t_{f1} \cdot n \cdot d_0 = 5080 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{f3} := b_{f3} \cdot t_{f3} - t_{f3} \cdot n \cdot d_0 = 3810 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{f2} := b_{f2} \cdot t_{f2} - t_{f2} \cdot n \cdot d_0 = 3810 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{f4} := b_{f4} \cdot t_{f4} - t_{f4} \cdot n \cdot d_0 = 0 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{Lc} := A_{Lc} - t_L \cdot d_0 = 3148 \cdot \text{mm}^2$$

$$I_{y_net} := \frac{b_{f4} \cdot t_{f4}^3}{12} + A_{f4} \cdot z_{tf4i}^2 + \frac{b_{f3} \cdot t_{f3}^3}{12} + A_{f3} \cdot z_{tf3i}^2 + \frac{b_{f2} \cdot t_{f2}^3}{12} + A_{f2} \cdot z_{tf2i}^2 + \frac{b_{f1} \cdot t_{f1}^3}{12} + A_{f1} \cdot z_{tf1i}^2 \dots$$

$$+ 2 \cdot I_L + 2 \cdot A_{Lc} \cdot z_{Li}^2 + \frac{t_w \cdot h_w^3}{12} + A_w \cdot e_z^2 + 2 \cdot I_L + 2 \cdot A_{Lc} \cdot z_{Ls}^2 + \frac{b_{f1} \cdot t_{f1}^3}{12} + A_{f1} \cdot z_{tf1s}^2 + \frac{b_{f2} \cdot t_{f2}^3}{12} \dots$$

$$+ A_{f2} \cdot z_{tf2s}^2 + \frac{b_{f3} \cdot t_{f3}^3}{12} + A_{f3} \cdot z_{tf3s}^2 + \frac{b_{f4} \cdot t_{f4}^3}{12} + A_{f4} \cdot z_{tf4s}^2$$

$$I_{y_net} = 5415044135.28 \cdot \text{mm}^4$$

$$y_{\max} := \frac{h_w}{2} - e_z + t_{f1} + t_{f2} + t_{f3} + t_{f4} = 410 \cdot \text{mm}$$

$$y_{\min} := \frac{h_w}{2} + e_z + t_{f1} + t_{f2} + t_{f3} + t_{f4} = 410 \cdot \text{mm}$$

$$W_{pl} := A_{f4} \cdot z_{tf4s} + A_{f3} \cdot z_{tf3s} + A_{f2} \cdot z_{tf2s} + A_{f1} \cdot z_{tf1s} + \left(\frac{h_w}{2} + e_z \right) \cdot t_w \cdot z_{hws} + 2A_{Lc} \cdot z_{Ls} = 7570 \cdot \text{cm}^3$$

$$M_{c_Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 1778.914 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_de_verificare = "Nu se Verifica"

3.2. Verificarea la forta taietoare

$$\text{Relatia de verificare: } \frac{V_{Ed}}{V_{c_Rd}} \leq 1$$

$$V_{Ed_reazem} = 736.597 \cdot \text{kN}$$

Pentru sectiunile din CLASA 1 sau 2:

$$V_{c_Rd} = V_{pl_Rd} = \frac{A_v \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}} \right)}{\gamma_{M0}}$$

A_v - aria de forfecare, care se calculeaza cu relatia

d) sectiuni sudate I, H sau cheson, efort paralel cu inima

$$\eta \sum (h_w t_w)$$

$$\eta := 1.00$$

$$A_v := \eta \cdot (h_w \cdot t_w) = 7200 \cdot \text{mm}^2$$

$$V_{pl_Rd} := \frac{A_v \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}} \right)}{\gamma_{M0}} = 976.877 \cdot \text{kN}$$

$$V_{c_Rd} := V_{pl_Rd} = 976.877 \cdot \text{kN}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{V_{Ed}}{V_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_de_verificare. = "Se Verifica"

4. Verificarea la Starea Limita de Serviciu - SLS (conform SREN 1993-2:2007, sectiunea 7.3)

4.1. Limitarea eforturilor unitare

Relatii de verificare:

$$\sigma_{Ed_serv} \leq \frac{f_y}{\gamma_{Mserv}}$$

$$\tau_{Ed_serv} \leq \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{Mserv}}$$

$$\sqrt{\sigma_{Ed_serv}^2 + 3 \cdot \tau_{Ed_serv}^2} \leq \frac{f_y}{\gamma_{Mserv}}$$

$$\gamma_{Mserv} := 1 \quad \text{conform SREN 1993-2:2007, sectiunea 7.3 - NOTA 2}$$

$$M_{\max_serv} := \frac{M_{g\max}}{2} + C_1 \cdot \phi_3 \cdot M_{\max LM71} + M_{wimax} = 1817.539 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$y_{\max} = 410 \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{Ed_serv} := \frac{M_{max_serv}}{I_y} \cdot y_{max} = 119.576 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Conditia}_{1_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \sigma_{Ed_serv} \leq \frac{f_y}{\gamma_{Mserv}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia₁_verificare = "Se Verifica"

$$V_{max_serv} := \frac{V_{gmax}}{2} + C_r \cdot \phi_3 \cdot V_{maxLM71} + V_{wimax} = 736.597 \cdot \text{kN}$$

$$\tau_{Ed_serv} := \frac{V_{max_serv}}{h_w \cdot t_w} = 102.305 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Conditia}_{2_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \tau_{Ed_serv} \leq \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{Mserv}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia₂_verificare = "Se Verifica"

$$V_{05L_corespMmax} = 195.847 \cdot \text{kN}$$

$$V_{max_serv.} := \frac{V_{gmax}}{2} + C_r \cdot \phi_3 \cdot V_{05L_corespMmax} + V_{wimax} = 245.395 \cdot \text{kN}$$

$$\tau_{Ed_serv.} := \frac{V_{max_serv.}}{h_w \cdot t_w} = 34.083 \cdot \text{MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{Ed_serv}^2 + 3 \cdot \tau_{Ed_serv.}^2} = 133.354 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Conditia}_{3_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \sqrt{\sigma_{Ed_serv}^2 + 3 \cdot \tau_{Ed_serv.}^2} \leq \frac{f_y}{\gamma_{Mserv}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia₃_verificare = "Se Verifica"

4.2. Limitarea zveltetii inimii

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{Ed_serv}}{k_\sigma \cdot \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1.1 \cdot \tau_{Ed_serv}}{k_\tau \cdot \sigma_E}\right)^2} \leq 1.1$$

$$\sigma_E := 190000 \text{MPa} \cdot \left(\frac{t_w}{h_w}\right)^2 = 36.651 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Conditia}_{4_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \sqrt{\left(\frac{\sigma_{Ed_serv}}{k_\sigma \cdot \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1.1 \cdot \tau_{Ed_serv}}{k_\tau \cdot \sigma_E}\right)^2} \leq 1.1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia₄_verificare = "Se Verifica"

4.3. Limitarea sagetii verticale

Relatie de verificare:

$$f = \frac{5.5 \cdot M_{LM1} \cdot L^2}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \frac{L}{500}$$

$$E := 2.1 \cdot 10^5 \text{MPa} \quad \text{modulul de elasticitate al otelului}$$

$$\text{Conditia}_{5_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{5.5 \cdot \frac{M_{\max LM71} \cdot L^2}{2}}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \frac{L}{500} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia_{5_verificare} = "Se Verifica"

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

Relatii de verificare:

$$\gamma_{FF} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}}$$

$$\gamma_{FF} \cdot \Delta\tau_{E2} \leq \frac{\Delta\tau_c}{\gamma_{Mf}}$$

$$\left(\frac{\gamma_{FF} \cdot \Delta\sigma_{E2}}{\frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}}} \right)^3 + \left(\frac{\gamma_{FF} \cdot \Delta\tau_{E2}}{\frac{\Delta\tau_c}{\gamma_{Mf}}} \right)^5 \leq 1$$

$$\gamma_{FF} := 1.00$$

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

(conform SREN 1993-1-9:2006, tabelul 3.1)

Coeficientul dinamic (ϕ_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

$$L_\phi := \frac{L}{m} = 10.95$$

-lungimea "determinata" conform tabel 6.2

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.82 = 1.283$$

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

-conform SREN 1993-2:2007, punctul 9.4.1

λ - factorul echivalent de vatamare

ϕ_2 - coeficientul dinamic echivalent

$\Delta\sigma_p$ - ecartul de referinta

$$\Delta\sigma_p = |\sigma_{p\max} - \sigma_{p\min}|$$

9.5.3 Factori echivalenți corespunzători vătămării λ pentru poduri de cale ferată

(1) Factorul echivalent corespunzător vătămării λ 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: λ_1 este un factor care ține seama de efectul vătămării din trafic și depinde de lungimea liniei de influență;

λ_2 este un factor care ține seama de volumul traficului;

λ_3 este un factor care ține seama de durata de viață proiectată a podului;

λ_4 este un factor pentru cazul în care elementul structural este încărcat de cel puțin două linii;

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

$$\lambda_1 := 0.938 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.3}$$

Tabelul 9.5 - λ_2

Trafic anual [10^6 t / track]	5	10	15	20	25	30	35	40	50
λ_2	0,72	0,83	0,90	0,96	1,00	1,04	1,07	1,10	1,15

$$\lambda_2 := 0.83 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.5 pentru un tonaj anual de } 9 \times 10^6$$

Tabelul 9.3 - λ_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

Tabelul 9.6 - λ_3






Durata de viață proiectată [ani]	50	60	70	80	90	100	120
λ_3	0,87	0,90	0,93	0,96	0,98	1,00	1,04

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

$$\lambda_4 := 1.00$$

$$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.677$$

Se verifica detaliul 90-11 reprezentat de elemente structurale cu găuri supuse la încovoiere și forțe axiale

90		9) Îmbinări cu șuruburi calibrate cu eclise duble simetrice.	9) ... secțiunea netă.
		9) Îmbinări cu șuruburi nepretensionate injectate cu eclise suble simetrice	9) ... secțiunea netă.
		10) Îmbinări cu eclise exterioare cu șuruburi de înaltă rezistență pretensionate.	10) ... secțiunea brută.
		10) Îmbinări cu eclise exterioare cu șuruburi de pretensionate injectate.	10) ... secțiunea brută.
		11) Elemente structurale cu găuri supuse la încovoiere și forțe axiale	11) ... secțiunea netă.

$$\Delta\sigma_c := 90 \text{ MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 51.962 \cdot \text{MPa}$$

$$z_{ob} := \frac{h_w}{2} + e_z = 360 \cdot \text{mm}$$

$$M_{Ed_SLUO} := C_r \cdot M_{\max LM71} = 1072.263 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_{y_net}} \cdot z_{ob} = 71.286 \cdot \text{MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 71.286 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 61.956 \cdot \text{MPa}$$

$$V_{Ed_SLUO} := C_r \cdot V_{05L_coresp Mmax} = 97.924 \cdot \text{kN}$$

$$S := A_{f1} \cdot z_{tf1i} + A_{f2} \cdot z_{tf2i} + A_{f3} \cdot z_{tf3i} + A_{f4} \cdot z_{tf4i} + 2A_{Lc} \cdot z_{Li} + \frac{A_w}{2} \cdot z_{hwi} = 7569848.8 \cdot \text{mm}^3$$

$$\tau_{pmax} := \frac{V_{Ed_SLUO} \cdot S}{I_{y_net} \cdot t_w} = 13.689 \cdot \text{MPa} \quad \tau_{pmin} := 0$$

$$\Delta\tau_p := |\tau_{pmax} - \tau_{pmin}| = 13.689 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\tau_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\tau_p = 11.897 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Relatia}_{1_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_{1_verificare} = "Se Verifica"

$$\text{Relatia}_{2_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\tau_{E2} \leq \frac{\Delta\tau_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_{2_verificare} = "Se Verifica"

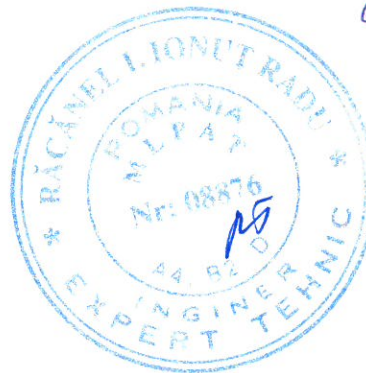
$$\text{Relatia}_{3_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \left(\frac{\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2}}{\frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}}} \right)^3 + \left(\frac{\gamma_{Ff} \cdot \Delta\tau_{E2}}{\frac{\Delta\tau_c}{\gamma_{Mf}}} \right)^5 \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"}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

Relatia_{3_verificare} = "Se Verifica"

Intocmit,
ing. Andrei RADU



Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU

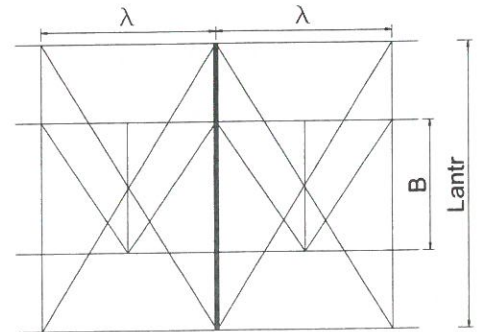
Pasaj inferior km 651+189, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.I.P.C.J.S - deschidere 21.00m

Breviar de calcul Antretoaza curenta L=4.80m conform EUROCOD

In cadrul notei de calcul s-au considerat coeficienti de siguranta cu valoarea 1.00 pentru constructii existente verificate la conditii de exploatare.

1. Determinarea eforturilor in Antretoaza curenta

- $L_a := 4.80\text{m}$ -lungimea antretoazei
- $\lambda := 3.5\text{m}$ -distanta dintre antretoaze
- $\gamma_{ot} := 78.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ -greutatea specifica a otelului
- $B := 1.80\text{m}$ -distanta dintre lonjeroni



1.1. Evaluarea actiunilor:

1.1.a) Greutatea proprie a antretoazei

- $h_{ia} := 650\text{mm}$ -inaltimea inimii antretoazei
- $t_{ia} := 20\text{mm}$ -grosimea inimii antretoazei
- $b_{tsa1} := 230\text{mm}$ -latimea talpii superioare 1
- $t_{tsa1} := 20\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 1
- $b_{tsa2} := 0\text{mm}$ -latimea talpii superioare 2
- $t_{tsa2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 2
- $b_{tia1} := 230\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 1
- $t_{tia1} := 20\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 1
- $b_{tia2} := 0\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 2
- $t_{tia2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 2

$$A_a := h_{ia} \cdot t_{ia} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} = 22200 \cdot \text{mm}^2$$

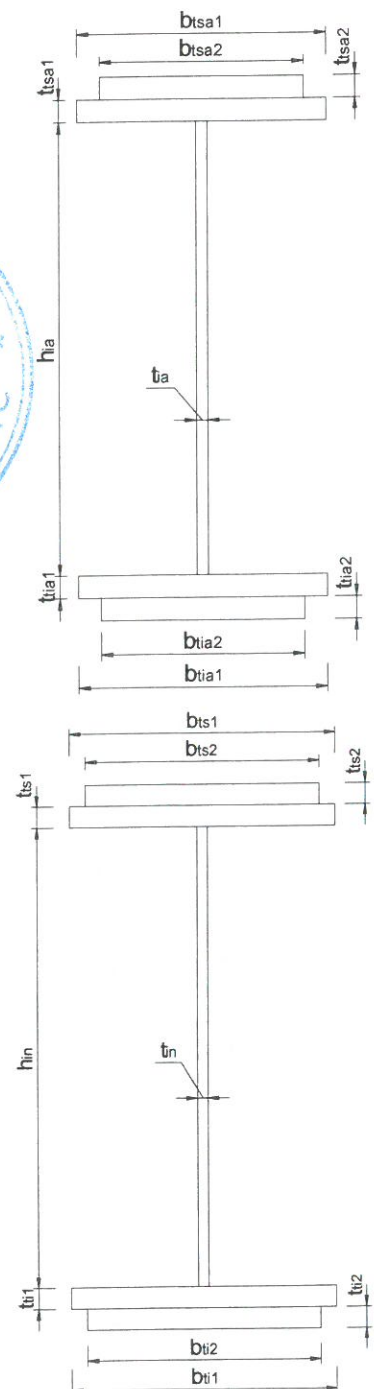
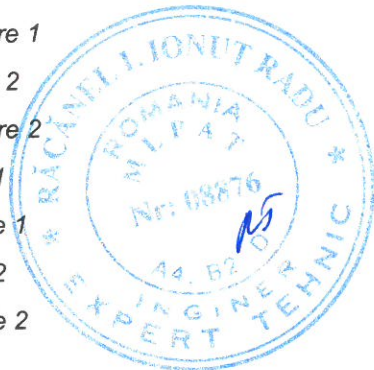
$$G_a := A_a \cdot \gamma_{ot} = 1.743 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.b) Greutatea proprie a lonjeronilor

- $h_{in} := 350\text{mm}$ -inaltimea inimii
- $t_{in} := 20\text{mm}$ -grosimea inimii
- $b_{ts1} := 220\text{mm}$ -latimea talpii superioare 1
- $t_{ts1} := 20\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 1
- $b_{ti1} := 220\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 1
- $t_{ti1} := 20\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 1
- $b_{ts2} := 0\text{mm}$ -latimea talpii superioare 2
- $t_{ts2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 2
- $b_{ti2} := 0\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 2
- $t_{ti2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 2

$$A_L := b_{ts2} \cdot t_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} + h_{in} \cdot t_{in} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} = 15800 \cdot \text{mm}^2$$

$$G_L := A_L \cdot \gamma_{ot} = 1.24 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



1.1.c) Greutatea proprie a contravanturii lonjeronilor

Rigla panou de capat

$$A_{U200} := 32.20\text{cm}^2 \quad \text{-aria unui profil U200x75}$$

$$G_r := A_{U200} \cdot \gamma_{ot} = 0.253 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Diagonala panou de capat

$$A_{L80x80x8} := 12.30\text{cm}^2 \quad \text{-aria unui profil L80x80x8}$$

$$G_d := A_{L80x80x8} \cdot \gamma_{ot} = 0.097 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.d) Greutatea proprie a tablei striate

$$G_{ts} := 0.005\text{m} \cdot 2.05\text{m} \cdot \gamma_{ot} = 0.805 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.e) Greutatea proprie a traversei de lemn

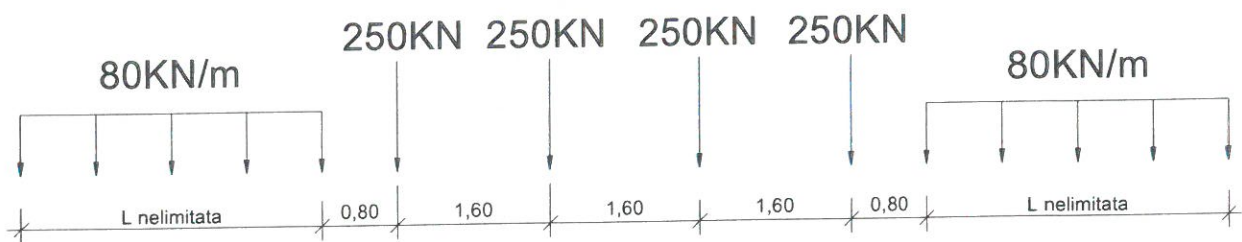
$$\gamma_1 := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{-greutatea specifica a lemnului} \quad G_{trav} := 0.24\text{m} \cdot 0.24\text{m} \cdot 2.6\text{m} \cdot \gamma_1 = 1.498 \cdot \text{kN}$$

1.1.f) Greutate sina S65 si material marunt cale

$$G_{sina_mat} := 0.7 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.g) Convoiu de calcul LM71

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



Coeficientul dinamic (ϕ_3) (conform SREN 1991-2:2005, punctul 6.4.5.2)

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

$$L_\phi := \frac{2 \cdot L_a}{m} = 9.6 \quad \text{-lungimea "determinata" conform tabel 6.2}$$

$$\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi} - 0.2} + 0.73 = 1.475$$

1.2. Determinarea reacțiunii pe antretoaza din greutatea permanenta a trotuarului

$$R_{\text{trotuar}} := G_{\text{ts}} \cdot \lambda = 2.816 \cdot \text{kN}$$

1.3. Determinarea reacțiunii pe antretoaza din greutatea permanenta a lonjeronului si a caii

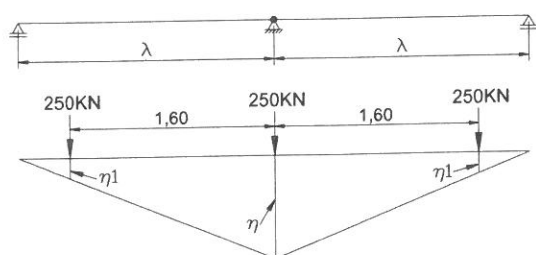
$$R_{\text{lonj}} := 2G_{\text{I}} \cdot \lambda + 2G_{\text{r}} \cdot B + 2G_{\text{d}} \cdot \left[\sqrt{B^2 + \left(\frac{\lambda}{2}\right)^2} \right] + G_{\text{trav}} \cdot 6 + G_{\text{sina_mat}} \cdot \lambda = 21.512 \cdot \text{kN}$$

1.4. Determinarea reacțiunii pe antretoaza din greutatile permanente a elementelor adiacente (lonjeroni, riglele lonjeronilor, cale, trotuar)

$$R_{\text{elem.adiacente}} := R_{\text{trotuar}} + R_{\text{lonj}} = 24.329 \cdot \text{kN}$$

1.6. Determinarea reacțiunii pe antretoaza din convoiul de calcul LM71

Li Antretoaza curenta



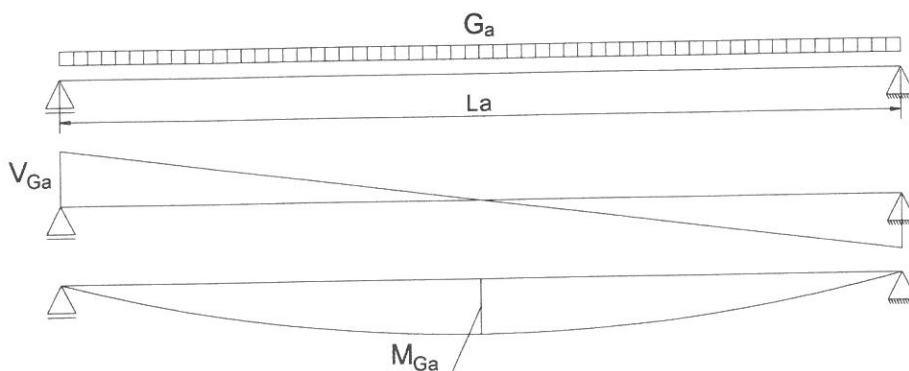
Ordonatele liniei de influenta:

$$\eta := 1.00$$

$$\eta_{1a} := \frac{\eta}{\lambda} (\lambda - 1.6\text{m}) = 0.543$$

$$R_{\text{LM71}} := \frac{Q_{\text{vk}}}{2} \cdot (\eta + 2 \cdot \eta_{1a}) = 260.714 \cdot \text{kN}$$

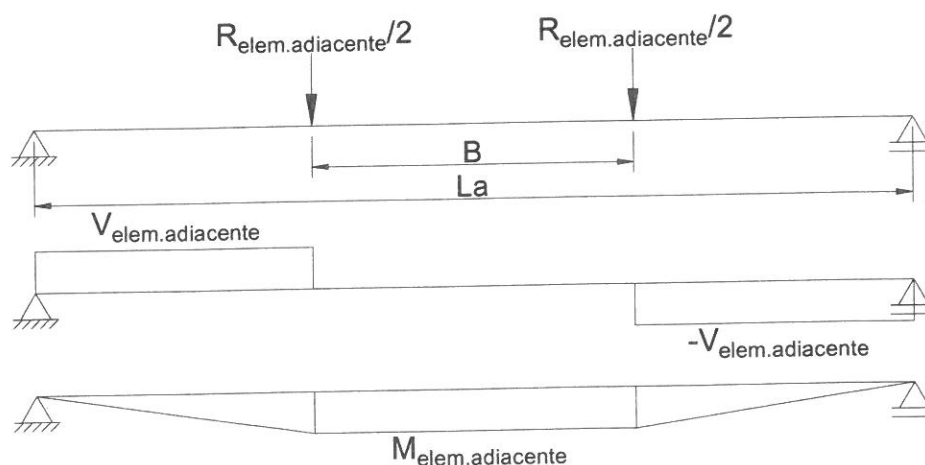
1.7. Diagrame de moment incovoietor si forta taietoare pe antretoaza din greutate proprie



$$M_{\text{Ga}} := \frac{G_a \cdot L_a^2}{8} = 5.019 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

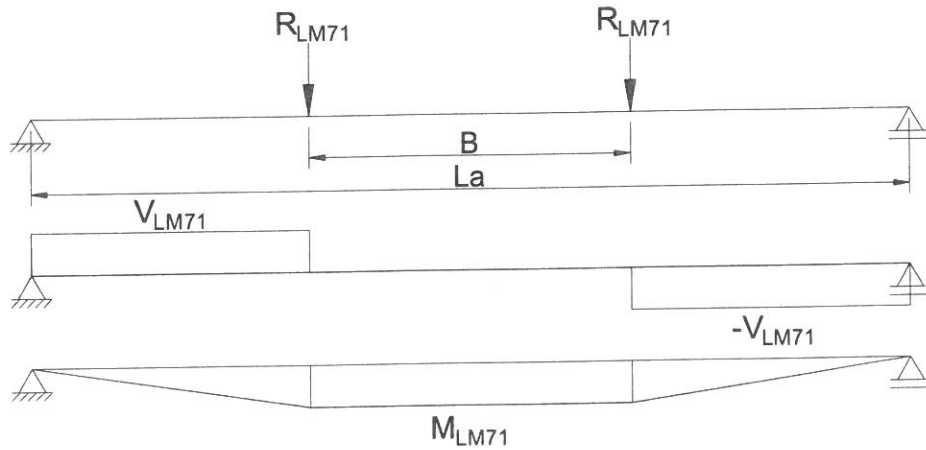
$$V_{\text{Ga}} := \frac{G_a \cdot L_a}{2} = 4.182 \cdot \text{kN}$$

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



$$M_{\text{elem.adiacente}} := \frac{R_{\text{elem.adiacente}}}{2} \cdot \frac{L_a - B}{2} = 18.246 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{\text{elem.adiacente}} := \frac{R_{\text{elem.adiacente}}}{2} = 12.164 \cdot \text{kN}$$

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



$$M_{\text{LM71}} := R_{\text{LM71}} \cdot \frac{L_a - B}{2} = 391.071 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{\text{LM71}} := R_{\text{LM71}} = 260.714 \cdot \text{kN}$$

1.10. *Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)*

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \gamma_{Qi} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0$$

$$M_{\text{Ed}} := \gamma_G \cdot (M_{\text{Ga}} + M_{\text{elem.adiacente}}) + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot M_{\text{LM71}} = 600.191 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{\text{Ed}} := \gamma_G \cdot (V_{\text{Ga}} + V_{\text{elem.adiacente}}) + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot V_{\text{LM71}} = 400.964 \cdot \text{kN}$$

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

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

-limita de curgere a oțelului S235,
echivalent cu OL37

$$\epsilon_{yk} := \sqrt{\frac{235 \frac{N}{mm^2}}{f_y}} = 1$$

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 $\psi \leq -1$: $c/t \leq 62\epsilon(1 - \psi)\sqrt{-\psi}$			
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ϵ	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

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

2.1. Clasa inimii:

$$c_i := h_{ia} = 650 \text{ mm}$$

$$t_{ia} = 20 \text{ mm}$$

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

Clasa_{inimii} = 1

Tabelul 5.2 (continuare) - Rapoarte lăţime-grosime maxime pentru pereţi comprimaţi

Tălpi în consolă						
		Secţiuni laminate		Secţiuni sudate		
Clasă	Perete supus la compresie	Perete supus la încovoire şi compresie				
		Extremitate comprimată		Extremitate întinsă		
Distribuţia tensiunilor în pereţi (compresie pozitivă)						
1	$c/t \leq 9\epsilon$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$			
2	$c/t \leq 10\epsilon$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$			
Distribuţia tensiunilor în pereţi (compresie pozitivă)						
3	$c/t \leq 14\epsilon$	$c/t \leq 21\epsilon\sqrt{k_\sigma}$ pentru k_σ a se vedea EN 1993-1-5				
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ϵ	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

2.2. Clasa talpii:

$$c_{ts} := \frac{b_{tsa1} - t_{ia}}{2} = 105 \cdot \text{mm} \quad t_{ts} := t_{tsa1} + t_{tsa2} = 20 \cdot \text{mm}$$

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

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

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

$$\text{CG}_A := \frac{b_{\text{tia2}} \cdot t_{\text{tia2}} \cdot \frac{t_{\text{tia2}}}{2} + b_{\text{tia1}} \cdot t_{\text{tia1}} \cdot \left(t_{\text{tia2}} + \frac{t_{\text{tia1}}}{2} \right) + h_{\text{ia}} \cdot t_{\text{ia}} \cdot \left(t_{\text{tia2}} + t_{\text{tia1}} + \frac{h_{\text{ia}}}{2} \right) + b_{\text{tsa1}} \cdot t_{\text{tsa1}} \cdot \left(t_{\text{tia1}} + t_{\text{tia2}} + h_{\text{ia}} + \frac{t_{\text{tsa1}}}{2} \right) + b_{\text{tsa2}} \cdot t_{\text{tsa2}} \cdot \left(t_{\text{tia1}} + t_{\text{tia2}} + h_{\text{ia}} + t_{\text{tsa1}} + \frac{t_{\text{tsa2}}}{2} \right)}{A_a} = 345 \cdot \text{mm}$$

$$e_{\text{CG}} := \left(t_{\text{tia2}} + t_{\text{tia1}} + \frac{h_{\text{ia}}}{2} \right) - \text{CG}_A = 0.000 \cdot \text{mm}$$

$$z_{\text{hias}} := \frac{\left(\frac{h_{\text{ia}}}{2} + e_{\text{CG}} \right)}{2} = 162.5 \cdot \text{mm}$$

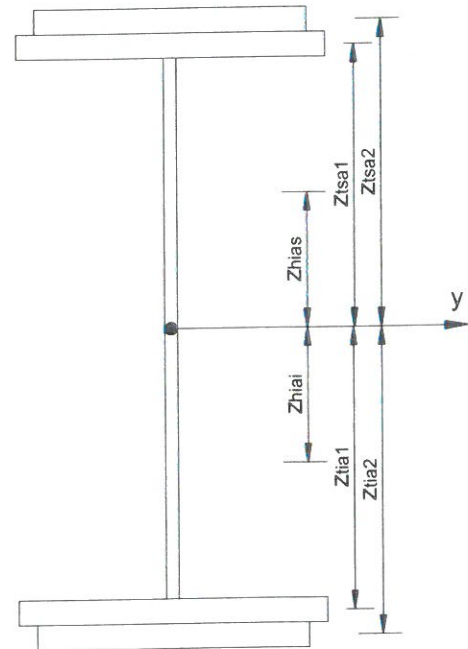
$$z_{\text{hia1}} := \frac{\left(\frac{h_{\text{ia}}}{2} - e_{\text{CG}} \right)}{2} = 162.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{\text{tsa1}} := \frac{h_{\text{ia}}}{2} + e_{\text{CG}} + \frac{t_{\text{tsa1}}}{2} = 335 \cdot \text{mm}$$

$$z_{\text{tia1}} := \frac{h_{\text{ia}}}{2} - e_{\text{CG}} + \frac{t_{\text{tia1}}}{2} = 335 \cdot \text{mm}$$

$$z_{\text{tsa2}} := \frac{h_{\text{ia}}}{2} + e_{\text{CG}} + t_{\text{tsa1}} + \frac{t_{\text{tsa2}}}{2} = 345 \cdot \text{mm}$$

$$z_{\text{tia2}} := \frac{h_{\text{ia}}}{2} - e_{\text{CG}} + t_{\text{tia1}} + \frac{t_{\text{tia2}}}{2} = 345 \cdot \text{mm}$$



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

$$I_{yA} := \frac{b_{\text{tia2}} \cdot t_{\text{tia2}}^3}{12} + b_{\text{tia2}} \cdot t_{\text{tia2}} \cdot z_{\text{tia2}}^2 + \frac{b_{\text{tia1}} \cdot t_{\text{tia1}}^3}{12} + b_{\text{tia1}} \cdot t_{\text{tia1}} \cdot z_{\text{tia1}}^2 + \frac{h_{\text{ia}}^3 \cdot t_{\text{ia}}}{12} + h_{\text{ia}} \cdot t_{\text{ia}} \cdot e_{\text{CG}}^2 + \frac{b_{\text{tsa1}} \cdot t_{\text{tsa1}}^3}{12} + b_{\text{tsa1}} \cdot t_{\text{tsa1}} \cdot z_{\text{tsa1}}^2 + \frac{b_{\text{tsa2}} \cdot t_{\text{tsa2}}^3}{12} + b_{\text{tsa2}} \cdot t_{\text{tsa2}} \cdot z_{\text{tsa2}}^2$$

$$I_{yA} = 149048.5 \cdot \text{cm}^4$$

3. Verificarea la Starea Limita Ultima - SLU (conform SREN 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:
$$\frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1$$

$$M_{Ed} = 600.191 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

(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.

$$y_{max} := CG_A = 345 \cdot \text{mm}$$

$$y_{min} := CG_A = 345 \cdot \text{mm}$$

$$W_{pl} := b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} \cdot z_{tsa2} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} \cdot z_{tsa1} + \left(\frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} \right) \cdot t_{ia} \cdot z_{hias} = 2597 \cdot \text{cm}^3 \quad M_{c_Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 610.354 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

$$\text{Relatia}_{de_verificare} = \text{"Se Verifica"}$$

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

Relatie de verificare:

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}}$$

$$\gamma_{Ff} := 1.00 \quad \gamma_{Mf} := 1.35 \quad (\text{conform SREN 1993-1-9:2006, tabelul 3.1})$$

Coeficientul dinamic (ϕ_2) (conform SREN 1991-2:2005, punctul 6.4.5.2)

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

$$L_{\phi} := \frac{2 \cdot L_a}{m} = 9.6 \quad \text{-lungimea "determinata" conform tabel 6.2}$$

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_{\phi}} - 0.2} + 0.82 = 1.317$$

$$\Delta\sigma_{E2} = \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p \quad \text{-conform SREN 1993-2:2007, punctul 9.4.1}$$

λ - factorul echivalent de vătămare

ϕ_2 - coeficientul dinamic echivalent

$\Delta\sigma_p$ - ecartul de referinta

$$\Delta\sigma_p = |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}|$$

9.5.3 Factori echivalenți corespunzători vătămării λ pentru poduri de cale ferată

(1) Factorul echivalent corespunzător vătămării λ 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: λ_1 este un factor care ține seama de efectul vătămării din trafic și depinde de lungimea liniei de influență;

λ_2 este un factor care ține seama de volumul traficului;

λ_3 este un factor care ține seama de durata de viață proiectată a podului;

λ_4 este un factor pentru cazul în care elementul structural este încărcat de cel puțin două linii;

λ_{max} este valoarea maximă a factorului λ - luându-se în considerare limita de oboseală, a se vedea (9).

$$\lambda_1 := 1.026 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.3}$$

Tabelul 9.5 - λ_2

Trafic anual [10^6 t / track]	5	10	15	20	25	30	35	40	50
λ_2	0,72	0,83	0,90	0,96	1,00	1,04	1,07	1,10	1,15

$$\lambda_2 := 0.808 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.5 pentru un tonaj anual de } 9 \times 10^6$$

Tabelul 9.6 - λ_3

Durata de viață proiectată [ani]	50	60	70	80	90	100	120
λ_3	0,87	0,90	0,93	0,96	0,98	1,00	1,04

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

$$\lambda_4 := 1.00$$


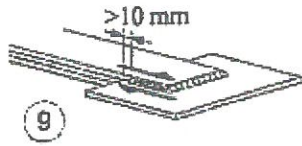
$$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.721$$

$$M_{Ed_SLUO} := M_{LM71} = 391.071 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Tabelul 9.3 - λ_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 80 reprezentat de suduri in colt dintre inima si talpi:

<p>80 m=5</p>			<p>8) Suduri în colț continue care transmit tensiuni de forfecare, cum sunt sudurile dintre inimă și tălpi la grinzile din table sudate.</p> <p>9) Îmbinări prin suprapunere cu sudură în colț.</p>
-------------------	---	--	---

$$\Delta\sigma_c := 80\text{MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 46.188\text{MPa}$$

$$z_{ob} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} = 325\text{mm}$$

$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_{yA}} \cdot z_{ob} = 85.273\text{MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 85.273\text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 80.988\text{MPa}$$

$$\text{Relatia}_1_verificare := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia₁_verificare = "Nu se Verifica"

Intocmit,
ing. Andrei RADU



Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU



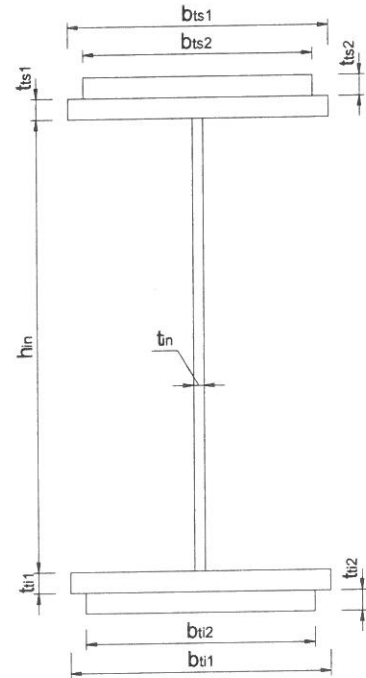

Pasaj inferior km 651+189, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.I.P.C.J.S - deschidere 21.00m

Breviar de calcul: Lonjeron curent L=3.50m conform EUROCOD

In cadrul notei de calcul s-au considerat coeficienti de siguranta cu valoarea 1.00 pentru constructii existente verificate la conditii de exploatare.

1. Caracteristicile sectiunii Lonjeronului curent

- $h_{in} := 350\text{mm}$ -inaltimea inimii
- $t_{in} := 20\text{mm}$ -grosimea inimii
- $b_{ts1} := 220\text{mm}$ -latimea talpii superioare 1
- $t_{ts1} := 20\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 1
- $b_{ti1} := 220\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 1
- $t_{ti1} := 20\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 1
- $b_{ts2} := 0\text{mm}$ -latimea talpii superioare 2
- $t_{ts2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 2
- $b_{ti2} := 0\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 2
- $t_{ti2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 2



1.1. Aria sectiunii transversale a lonjeronului curent:

$$A_L := b_{ts2} \cdot t_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} + h_{in} \cdot t_{in} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} = 158 \cdot \text{cm}^2$$

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

$$CG_L := \frac{b_{ti2} \cdot t_{ti2} \cdot \frac{t_{ti2}}{2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} \cdot \left(t_{ti2} + \frac{t_{ti1}}{2} \right) + h_{in} \cdot t_{in} \cdot \left(t_{ti2} + t_{ti1} + \frac{h_{in}}{2} \right) + b_{ts1} \cdot t_{ts1} \cdot \left(t_{ti1} + t_{ti2} + h_{in} + \frac{t_{ts1}}{2} \right) + b_{ts2} \cdot t_{ts2} \cdot \left(t_{ti1} + t_{ti2} + h_{in} + t_{ts1} + \frac{t_{ts2}}{2} \right)}{A_L} = 195 \cdot \text{mm}$$

$$e_{CG} := \left(t_{ti2} + t_{ti1} + \frac{h_{in}}{2} \right) - CG_L = 0.000 \cdot \text{mm}$$

$$z_{his} := \frac{\left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right)}{2} = 87.5 \cdot \text{mm}$$

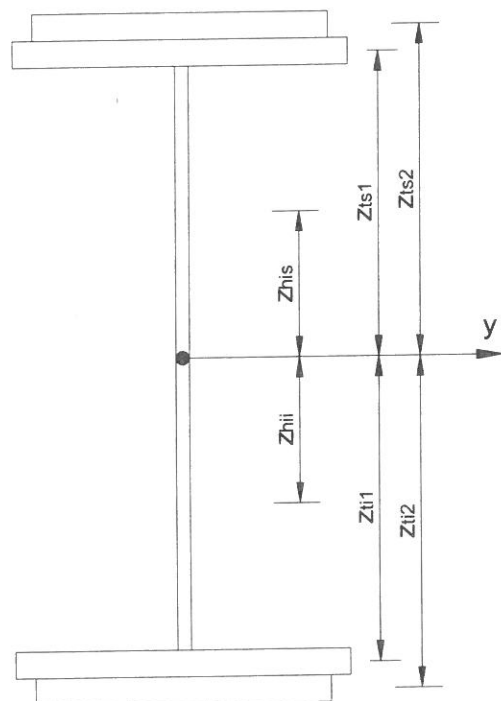
$$z_{hii} := \frac{\left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} \right)}{2} = 87.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ts1} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + \frac{t_{ts1}}{2} = 185 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ti1} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + \frac{t_{ti1}}{2} = 185 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ts2} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ts1} + \frac{t_{ts2}}{2} = 195 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ti2} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ti1} + \frac{t_{ti2}}{2} = 195 \cdot \text{mm}$$



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

$$I_{yL} := \frac{b_{ti2} \cdot t_{ti2}^3}{12} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} \cdot z_{ti2}^2 + \frac{b_{ti1} \cdot t_{ti1}^3}{12} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} \cdot z_{ti1}^2 + \frac{h_{in}^3 \cdot t_{in}}{12} + h_{in} \cdot t_{in} \cdot e_{CG}^2 \dots = 37293.167 \cdot \text{cm}^4$$

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

1.4. Determinarea modulelor de rezistenta:

$$W_{supL} := \frac{I_{yL}}{\left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ts1} + t_{ts2} \right)} = 1912 \cdot \text{cm}^3$$

$$W_{infL} := \frac{I_{yL}}{\left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ti1} + t_{ti2} \right)} = 1912 \cdot \text{cm}^3$$

2. Determinarea eforturilor in Lonjeronul curent

$L_{lonj} := 3.50\text{m}$ -lungimea lonjeronului

$B := 1.80\text{m}$ -distanța interax între lonjeroni

2.1. Evaluarea actiunilor:

2.1.a) Greutatea permanenta

$\gamma_{lemn} := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ -Greutate specifica lemn

$\gamma_s := 78.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ -Greutate specifica oțel

Greutati pe metru liniar:

$g_L := A_L \cdot \gamma_s = 1.24 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ - greutate lonjeron

$g_{sina} := 0.65 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ $g_{prindere} := 1.30 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

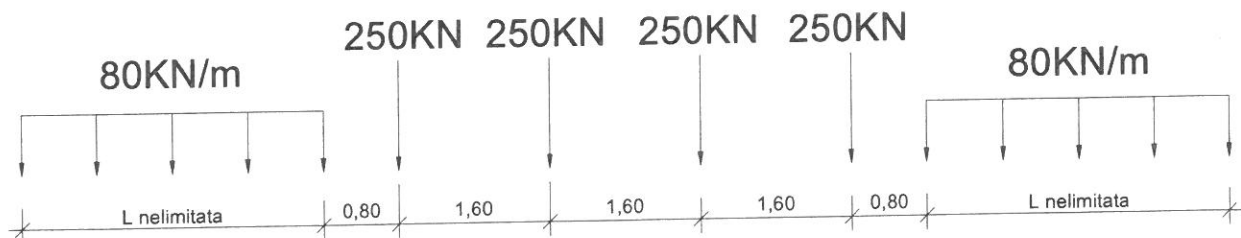
$g_{traversa} := 0.24\text{m} \cdot 0.24\text{m} \cdot 2.60\text{m} \cdot \gamma_{lemn} = 1.498 \cdot \text{kN}$

$g_{cale} := g_{sina} + 2g_{prindere} + \frac{2 \cdot g_{traversa}}{1.0\text{m}} = 4.748 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$g_p := g_L + g_{cale} = 5.988 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

2.1.b) Convoiu de calcul LM71

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



Coeficientul dinamic (ϕ_3) (conform SREN 1991-2:2005 - punctul 6.4.5.2)

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

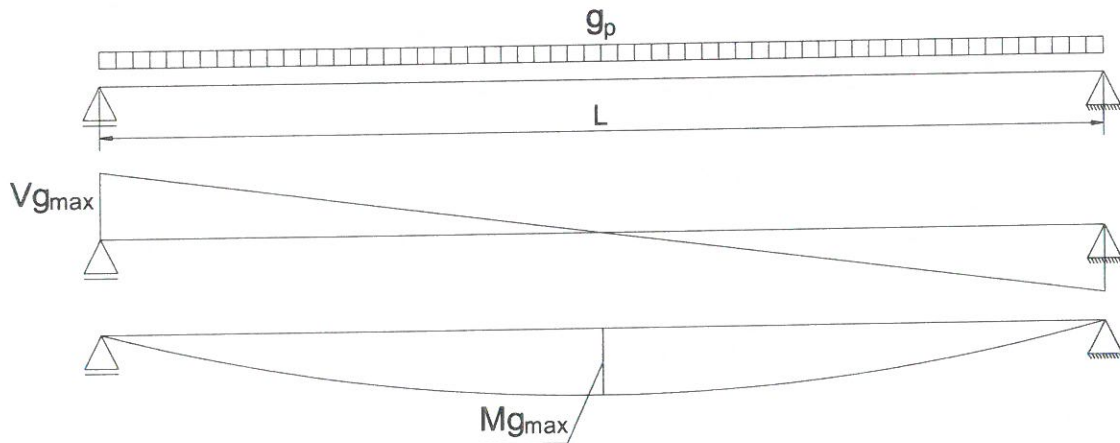
-coeficientul dinamic pentru o cale intretinuta in conditii standard

$$L_\phi := \frac{L_{lonj}}{m} + 3 = 6.5$$

-lungimea "determinata" conform tabel 6.2

$$\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.73 = 1.649$$

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

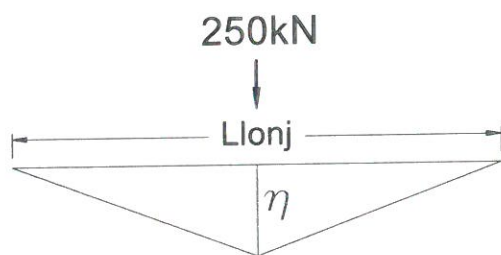


$$M_{gmax} := \frac{g_p \cdot L_{lonj}^2}{8} = 9.169 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{gmax} := \frac{g_p \cdot L_{lonj}}{2} = 10.479 \cdot \text{kN}$$

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

Linia de influenta a momentului incovoietor maxim:



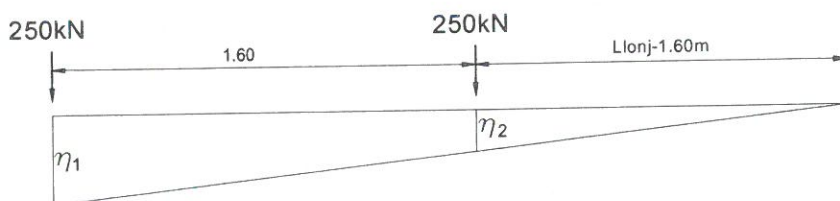
Ordonatele liniei de influenta a momentului incovoietor maxim:

$$\eta := 0.25 \cdot L_{lonj} = 0.875 \text{ m}$$

$$e_{ex} := \frac{\frac{B}{2} + 80 \text{ mm} + 50 \text{ mm}}{B} = 0.572 \quad \text{-coeficient de repartitie}$$

$$M_{\text{maxLM71}} := Q_{vk} \cdot e_{ex} \cdot \eta = 125.174 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Linia de influenta a fortei taietoare maxime:



Ordonatele liniei de influenta a fortei taietoare maxime:

$$\eta_1 := 1$$

$$\eta_2 := \frac{(L_{lonj} - 1.60 \text{ m})}{L_{lonj}} = 0.543$$

$$V_{\text{maxLM71}} := Q_{vk} \cdot e_{ex} \cdot (\eta_1 + \eta_2) = 220.714 \cdot \text{kN}$$

2.4. Combinarea acțiunilor pentru starea limită ultimă (SLU)

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0 \quad C_r := e_{ex} = 0.572$$

$$M_{Ed} := \gamma_G \cdot M_{gmax} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot M_{maxLM71} = 127.307 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

$$V_{Ed} := \gamma_G \cdot V_{gmax} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot V_{maxLM71} = 218.787 \cdot \text{kN}$$

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

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

SR EN 1993-1-1:2006

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

Tălpi în consolă						
Secțiuni laminare			Secțiuni sudate			
Clasă	Perete supus la compresie	Perete supus la încovoiere și compresie				
		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_{σ} , a se vedea EN 1993-1-5				
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ϵ	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

$$c_{in} := h_{in} = 350 \cdot \text{mm} \quad t_{in} = 20 \cdot \text{mm}$$

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

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				
1							
			<p>unde $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{396\epsilon}{13\alpha - 1}$ unde $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{36\epsilon}{\alpha}$</p>				
2							
			<p>unde $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{456\epsilon}{13\alpha - 1}$ unde $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{41,5\epsilon}{\alpha}$</p>				
3							
			<p>unde $\psi > -1$: $c/t \leq \frac{42\epsilon}{0,67 + 0,33\psi}$ unde $\psi \leq -1$: $c/t \leq 62\epsilon(1 - \psi)\sqrt{-\psi}$</p>				
$v = \sqrt{235/\sigma_y}$	f_y	235	275	355	420	460	
	ϵ	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71	

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

$$c_{ts} := \frac{b_{ts1} - t_{in}}{2} = 100\text{-mm} \quad t_{ts} := t_{ts1} + t_{ts2} = 20\text{-mm}$$

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

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

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

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

Verificarea la moment încovoietor

Relatia de verificare: $\frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1$

$$M_{Ed} = 127.307 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

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

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

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

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

$$y_{max} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{t1} + t_{t2} = 195 \cdot \text{mm}$$

$$y_{min} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ts1} + t_{ts2} = 195 \cdot \text{mm}$$

$$W_{pl} := b_{ts2} \cdot t_{ts2} \cdot z_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} \cdot z_{ts1} + \left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right) \cdot t_{in} \cdot z_{his} = 1120 \cdot \text{cm}^3 \quad M_{c_Rd} := \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}} = 263.259 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} = \text{"Se Verifica"}$$

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

Relatie de verificare:

$$\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E2} \leq \frac{\Delta \sigma_c}{\gamma_{Mf}}$$

$$\gamma_{Ff} := 1.00 \quad \gamma_{Mf} := 1.35 \quad (\text{conform SREN 1993-1-9:2006, tabelul 3.1})$$

Coeficientul dinamic (ϕ_2) (conform SREN 1991-2:2005, punctul 6.4.5.2)

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

$$L_{\phi} := \frac{L_{lonj}}{m} + 3 = 6.5 \quad \text{-lungimea "determinata" conform tabel 6.2}$$

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.82 = 1.433$$

$$\Delta \sigma_{E2} = \lambda \phi_2 \Delta \sigma_p \quad \text{-conform SREN 1993-2:2007, punctul 9.4.1}$$

λ - factorul echivalent de vatamare

ϕ_2 - coeficientul dinamic echivalent

$\Delta \sigma_p$ - ecartul de referinta

$$\Delta \sigma_p = |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}|$$

9.5.3 Factori echivalenți corespunzători vătămării λ pentru poduri de cale ferată

(1) Factorul echivalent corespunzător vătămării λ 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: λ_1 este un factor care ține seama de efectul vătămării din trafic și depinde de lungimea liniei de influență;

λ_2 este un factor care ține seama de volumul traficului;

λ_3 este un factor care ține seama de durata de viață proiectată a podului;

λ_4 este un factor pentru cazul în care elementul structural este încărcat de cel puțin două linii;

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

$$\lambda_1 := 1.17 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.3}$$

Tabelul 9.5 - λ_2

Trafic anual [10^6 t/track]	5	10	15	20	25	30	35	40	50
λ_2	0,72	0,83	0,90	0,96	1,00	1,04	1,07	1,10	1,15

$$\lambda_2 := 0.808 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.5 pentru un tonaj anual de } 9 \times 10^6$$

Tabelul 9.6 - λ_3

Durata de viață proiectată [ani]	50	60	70	80	90	100	120
λ_3	0,87	0,90	0,93	0,96	0,98	1,00	1,04

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

$$\lambda_4 := 1.00$$

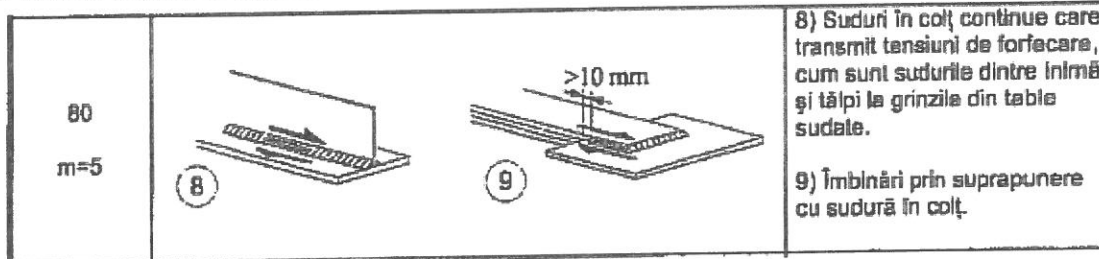
$$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.822$$

$$M_{Ed_SLUO} := M_{\max LM71} = 125.174 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Tabelul 9.3 - λ_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 80 reprezentat de suduri în colț dintre inima și tălpi:



$$\Delta\sigma_c := 80 \text{ MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 46.188 \cdot \text{MPa}$$

$$z_{ob} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} = 175 \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_{yL}} \cdot z_{ob} = 58.738 \cdot \text{MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 58.738 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 69.223 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Relatia}_1_{verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia₁_verificare = "Nu se Verifica"

Intocmit,
ing. Andrei RADU



Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU



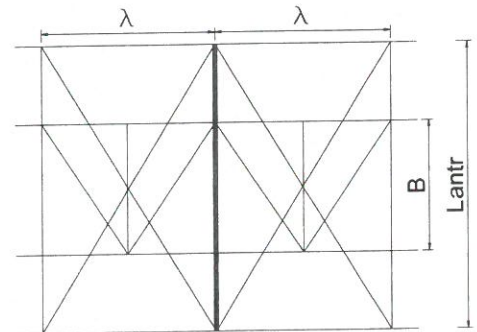
Pasaj inferior km 651+191, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.I.P.C.J.S - deschidere 24.50m fir 2

Breviar de calcul Antretoaza curenta L=4.80m conform EUROCOD

In cadrul notei de calcul s-au considerat coeficienti de siguranta cu valoarea 1.00 pentru constructii existente verificate la conditii de exploatare.

1. Determinarea eforturilor in Antretoaza curenta

- $L_a := 4.80\text{m}$ -lungimea antretoazei
- $\lambda := 3.5\text{m}$ -distanta dintre antretoaze
- $\gamma_{ot} := 78.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ -greutatea specifica a otelului
- $B := 1.80\text{m}$ -distanta dintre lonjeroni



1.1. Evaluarea actiunilor:

1.1.a) Greutatea proprie a antretoazei

- $h_{ia} := 650\text{mm}$ -inaltimea inimii antretoazei
- $t_{ia} := 10\text{mm}$ -grosimea inimii antretoazei
- $b_{tsa1} := 250\text{mm}$ -latimea talpii superioare 1
- $t_{tsa1} := 20\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 1
- $b_{tsa2} := 0\text{mm}$ -latimea talpii superioare 2
- $t_{tsa2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 2
- $b_{tia1} := 250\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 1
- $t_{tia1} := 20\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 1
- $b_{tia2} := 0\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 2
- $t_{tia2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 2

$$A_a := h_{ia} \cdot t_{ia} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} = 16500 \cdot \text{mm}^2$$

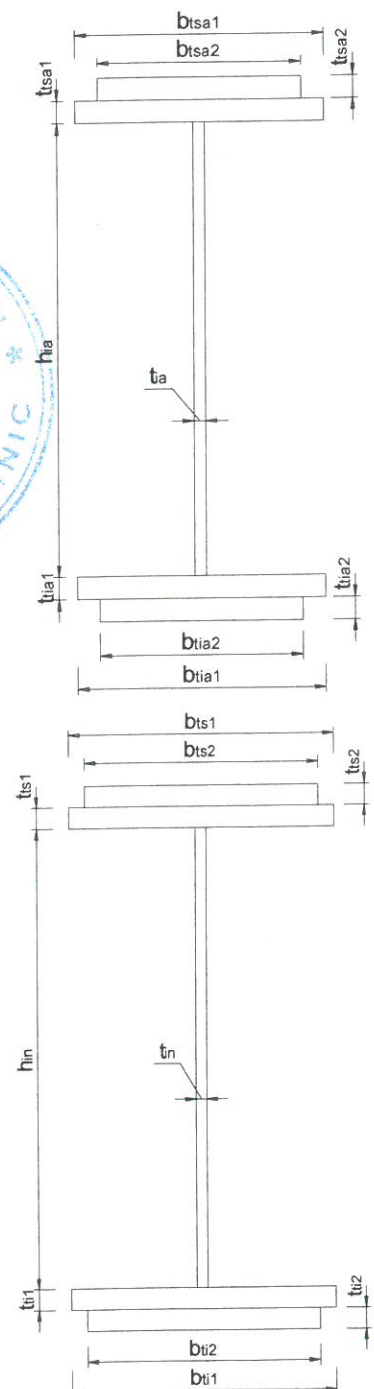
$$G_a := A_a \cdot \gamma_{ot} = 1.295 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.b) Greutatea proprie a lonjeronilor

- $h_{in} := 350\text{mm}$ -inaltimea inimii
- $t_{in} := 10\text{mm}$ -grosimea inimii
- $b_{ts1} := 230\text{mm}$ -latimea talpii superioare 1
- $t_{ts1} := 20\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 1
- $b_{ti1} := 230\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 1
- $t_{ti1} := 20\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 1
- $b_{ts2} := 0\text{mm}$ -latimea talpii superioare 2
- $t_{ts2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 2
- $b_{ti2} := 0\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 2
- $t_{ti2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 2

$$A_L := b_{ts2} \cdot t_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} + h_{in} \cdot t_{in} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} = 12700 \cdot \text{mm}^2$$

$$G_L := A_L \cdot \gamma_{ot} = 0.997 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



1.1.c) Greutatea proprie a contravanturii lonjeronilor

Rigla panou de capat

$$A_{U200} := 32.20\text{cm}^2 \quad \text{-aria unui profil U200x75}$$

$$G_r := A_{U200} \cdot \gamma_{ot} = 0.253 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Diagonala panou de capat

$$A_{L90x90x10} := 17.10\text{cm}^2 \quad \text{-aria unui profil L90x90x10}$$

$$G_d := A_{L90x90x10} \cdot \gamma_{ot} = 0.134 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.d) Greutatea proprie a tablei striate

$$G_{ts} := 0.005\text{m} \cdot 2.05\text{m} \cdot \gamma_{ot} = 0.805 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.e) Greutatea proprie a traversei de lemn

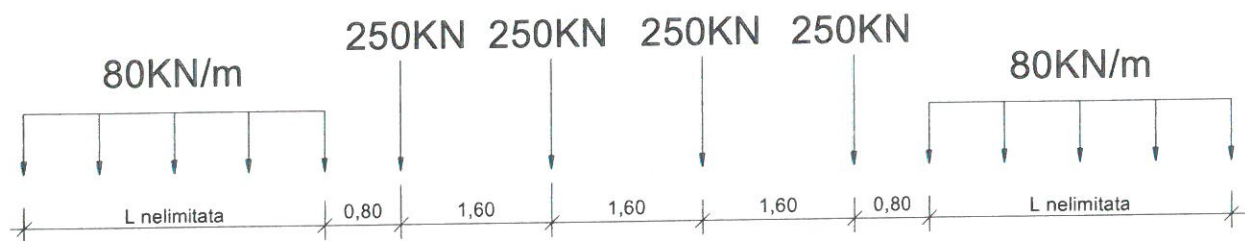
$$\gamma_l := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{-greutatea specifica a lemnului} \quad G_{trav} := 0.24\text{m} \cdot 0.24\text{m} \cdot 2.6\text{m} \cdot \gamma_l = 1.498 \cdot \text{kN}$$

1.1.f) Greutate sina S65 si material marunt cale

$$G_{sina_mat} := 0.7 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.g) Convoiu de calcul LM71

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



Coeficientul dinamic (ϕ_3) (conform SREN 1991-2:2005, punctul 6.4.5.2)

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

$$L_\phi := \frac{2 \cdot L_a}{m} = 9.6 \quad \text{-lungimea "determinata" conform tabel 6.2}$$

$$\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi} - 0.2} + 0.73 = 1.475$$

1.2. Determinarea reactiunii pe anteretoaza din greutatea permanenta a trotuarului

$$R_{\text{trotuar}} := G_{\text{ts}} \cdot \lambda = 2.816 \cdot \text{kN}$$

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

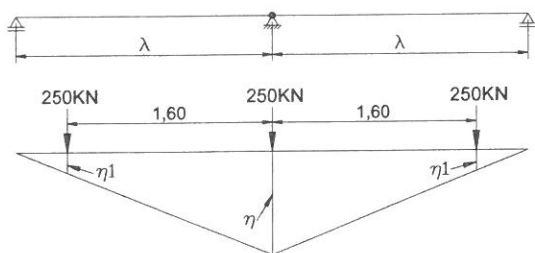
$$R_{\text{lonj}} := 2G_{\text{I}} \cdot \lambda + 2G_{\text{I}} \cdot B + 2G_{\text{d}} \cdot \left[\sqrt{B^2 + \left(\frac{\lambda}{2} \right)^2} \right] + G_{\text{trav}} \cdot 6 + G_{\text{sina_mat}} \cdot \lambda = 19.998 \cdot \text{kN}$$

1.4. Determinarea reactiunii pe antretoaza din greutatile permanente a elementelor adiacente (lonjeroni, rigle lonjeronilor, cale, trotuar)

$$R_{\text{elem.adiacente}} := R_{\text{trotuar}} + R_{\text{lonj}} = 22.814 \cdot \text{kN}$$

1.6. Determinarea reactiunii pe antretoaza din convoiul de calcul LM71

Li Antretoaza curenta



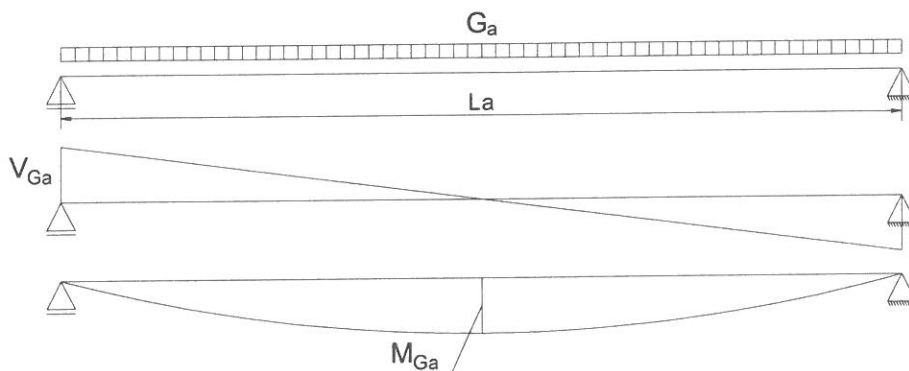
Ordonatele liniei de influenta:

$$\eta := 1.00$$

$$\eta_{1a} := \frac{\eta}{\lambda} (\lambda - 1.6\text{m}) = 0.543$$

$$R_{\text{LM71}} := \frac{Q_{\text{vk}}}{2} \cdot (\eta + 2 \cdot \eta_{1a}) = 260.714 \cdot \text{kN}$$

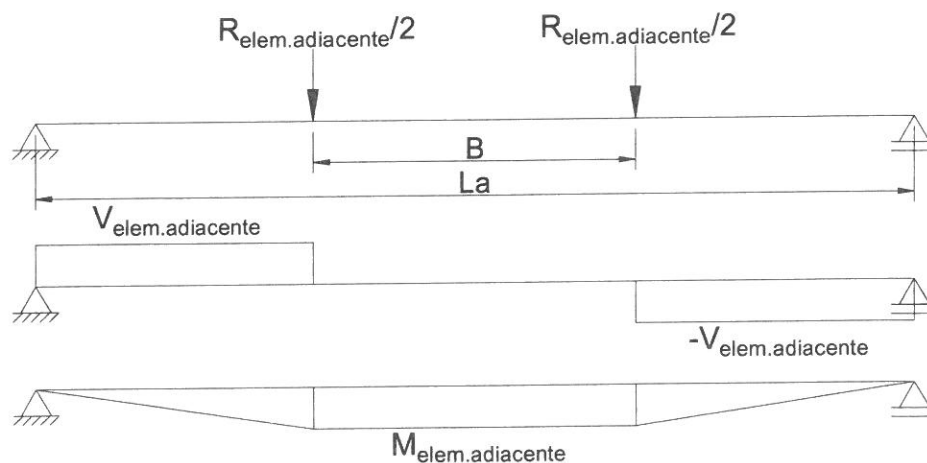
1.7. Diagrame de moment incovoietor si forta taietoare pe antretoaza din greutate proprie



$$M_{\text{Ga}} := \frac{G_a \cdot L_a^2}{8} = 3.73 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

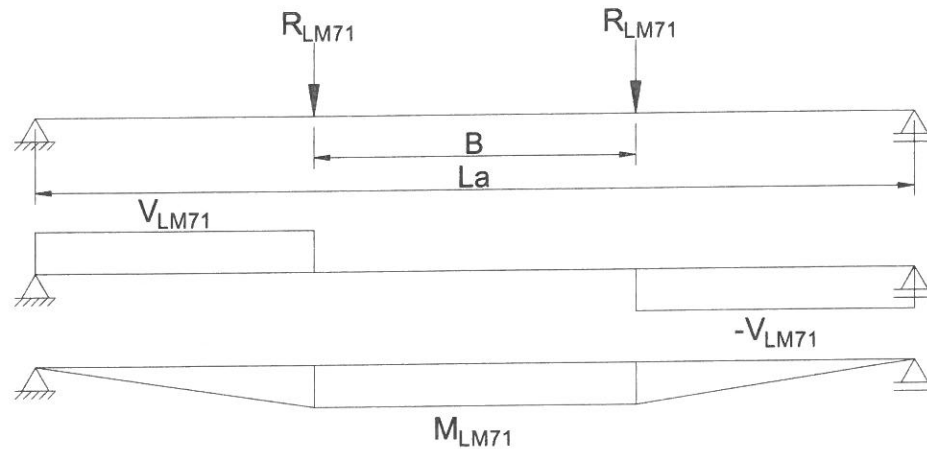
$$V_{\text{Ga}} := \frac{G_a \cdot L_a}{2} = 3.109 \cdot \text{kN}$$

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



$$M_{\text{elem.adiacente}} := \frac{R_{\text{elem.adiacente}}}{2} \cdot \frac{L_a - B}{2} = 17.111 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{\text{elem.adiacente}} := \frac{R_{\text{elem.adiacente}}}{2} = 11.407 \cdot \text{kN}$$

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



$$M_{LM71} := R_{LM71} \cdot \frac{L_a - B}{2} = 391.071 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{LM71} := R_{LM71} = 260.714 \cdot \text{kN}$$

1.10. *Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)*

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \gamma_{Qi} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0$$

$$M_{Ed} := \gamma_G \cdot (M_{Ga} + M_{\text{elem.adiacente}}) + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot M_{LM71} = 597.766 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed} := \gamma_G \cdot (V_{Ga} + V_{\text{elem.adiacente}}) + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot V_{LM71} = 399.133 \cdot \text{kN}$$

2. *Stabilirea clasei sectiunii transversale (conform SREN 1991-1-1:2006 - Tabel 5.2)*

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

-limita de curgere a oțelului S235,
echivalent cu OL37

$$\varepsilon_{yk} := \sqrt{\frac{235 \frac{N}{mm^2}}{f_y}} = 1$$

Tabelul 5.2- Rapoarte lățime-grosime maxime pentru pereții comprimați

Pereți comprimați interiori						
Clasă	Perete supus la încovoiere	Perete supus la compresiune	Perete supus la încovoiere și compresiune			
Distribuția tensiunilor în pereți (compresiune pozitivă)						
1	$c/t \leq 72\varepsilon$	$c/t \leq 33\varepsilon$	$unde \alpha > 0,5: c/t \leq \frac{396\varepsilon}{13\alpha - 1}$ $unde \alpha \leq 0,5: c/t \leq \frac{36\varepsilon}{\alpha}$			
2	$c/t \leq 83\varepsilon$	$c/t \leq 38\varepsilon$	$unde \alpha > 0,5: c/t \leq \frac{456\varepsilon}{13\alpha - 1}$ $unde \alpha \leq 0,5: c/t \leq \frac{41,5\varepsilon}{\alpha}$			
Distribuția tensiunilor în pereți (compresiune pozitivă)						
3	$c/t \leq 124\varepsilon$	$c/t \leq 42\varepsilon$	$unde \psi > -1: c/t \leq \frac{42\varepsilon}{0,67 + 0,33\psi}$ $unde \psi \leq -1: c/t \leq 62\varepsilon(1 - \psi)\sqrt{-\psi}$			
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

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

2.1. Clasa inimii:

$$c_i := h_{ia} = 650 \cdot \text{mm}$$

$$t_{ia} = 10 \cdot \text{mm}$$

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

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

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

Tălpi în consolă						
Secțiuni laminare			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_σ , a se vedea EN 1993-1-5				
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ϵ	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

2.2. Clasa talpii:

$$c_{ts} := \frac{b_{tsa1} - t_{ia}}{2} = 120 \cdot \text{mm} \quad t_{ts} := t_{tsa1} + t_{tsa2} = 20 \cdot \text{mm}$$

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

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

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

$$CG_A := \frac{b_{tia2} \cdot t_{tia2} \cdot \frac{t_{tia2}}{2} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} \cdot \left(t_{tia2} + \frac{t_{tia1}}{2} \right) + h_{ia} \cdot t_{ia} \cdot \left(t_{tia2} + t_{tia1} + \frac{h_{ia}}{2} \right) \dots + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} \cdot \left(t_{tia1} + t_{tia2} + h_{ia} + \frac{t_{tsa1}}{2} \right) + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} \cdot \left(t_{tia1} + t_{tia2} + h_{ia} + t_{tsa1} + \frac{t_{tsa2}}{2} \right)}{A_a} = 345 \cdot \text{mm}$$

$$e_{CG} := \left(t_{tia2} + t_{tia1} + \frac{h_{ia}}{2} \right) - CG_A = -0.000 \cdot \text{mm}$$

$$z_{hias} := \frac{\left(\frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} \right)}{2} = 162.5 \cdot \text{mm}$$

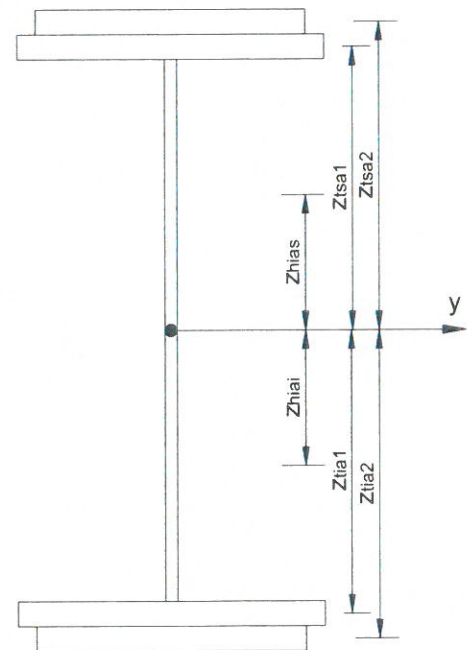
$$z_{hia1} := \frac{\left(\frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} \right)}{2} = 162.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tsa1} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + \frac{t_{tsa1}}{2} = 335 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tia1} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + \frac{t_{tia1}}{2} = 335 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tsa2} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + t_{tsa1} + \frac{t_{tsa2}}{2} = 345 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tia2} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + t_{tia1} + \frac{t_{tia2}}{2} = 345 \cdot \text{mm}$$



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

$$I_{yA} := \frac{b_{tia2} \cdot t_{tia2}^3}{12} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} \cdot z_{tia2}^2 + \frac{b_{tia1} \cdot t_{tia1}^3}{12} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} \cdot z_{tia1}^2 + \frac{h_{ia}^3 \cdot t_{ia}}{12} + h_{ia} \cdot t_{ia} \cdot e_{CG}^2 \dots = 135143.75 \cdot \text{cm}^4$$

$$+ \frac{b_{tsa1} \cdot t_{tsa1}^3}{12} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} \cdot z_{tsa1}^2 + \frac{b_{tsa2} \cdot t_{tsa2}^3}{12} + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} \cdot z_{tsa2}^2$$

$$I_{yA} = 135143.75 \cdot \text{cm}^4$$

3. Verificarea la Starea Limita Ultima - SLU (conform SREN 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:
$$\frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1$$

$$M_{Ed} = 597.766 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

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

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

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

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

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

$$y_{max} := CG_A = 345 \cdot \text{mm}$$

$$y_{min} := CG_A = 345 \cdot \text{mm}$$

$$W_{pl} := b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} \cdot z_{tsa2} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} \cdot z_{tsa1} + \left(\frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} \right) \cdot t_{ia} \cdot z_{hias} = 2203 \cdot \text{cm}^3 \quad M_{c_Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 517.734 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_de_verificare = "Nu se Verifica"

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

Relatie de verificare:

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta \sigma_{E2} \leq \frac{\Delta \sigma_c}{\gamma_{Mf}}$$

$$\gamma_{Ff} := 1.00$$

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

(conform SREN 1993-1-9:2006, tabelul 3.1)

Coefficientul dinamic (ϕ_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

$$L_\phi := \frac{2 \cdot L_a}{m} = 9.6$$

-lungimea "determinata" conform tabel 6.2

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.82 = 1.317$$

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

-conform SREN 1993-2:2007, punctul 9.4.1

λ - factorul echivalent de vătămare

ϕ_2 - coeficientul dinamic echivalent

$\Delta\sigma_p$ - ecartul de referinta

$$\Delta\sigma_p = |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}|$$

9.5.3 Factori echivalenți corespunzători vătămării λ pentru poduri de cale ferată

(1) Factorul echivalent corespunzător vătămării λ 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: λ_1 este un factor care ține seama de efectul vătămării din trafic și depinde de lungimea liniei de influență;

λ_2 este un factor care ține seama de volumul traficului;

λ_3 este un factor care ține seama de durata de viață proiectată a podului;

λ_4 este un factor pentru cazul în care elementul structural este încărcat de cel puțin două linii;

λ_{max} este valoarea maximă a factorului λ - luându-se în considerare limita de oboseală, a se vedea (9).

$$\lambda_1 := 1.026 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.3}$$

Tabelul 9.5 - λ_2

Trafic anual [10^6 t/track]	5	10	15	20	25	30	35	40	50
λ_2	0,72	0,83	0,90	0,96	1,00	1,04	1,07	1,10	1,15

$$\lambda_2 := 0.808 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.5 pentru un tonaj anual de } 9 \times 10^6$$

Tabelul 9.6 - λ_3

Durata de viață proiectată [ani]	50	60	70	80	90	100	120
λ_3	0,87	0,90	0,93	0,96	0,98	1,00	1,04

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

$$\lambda_4 := 1.00$$

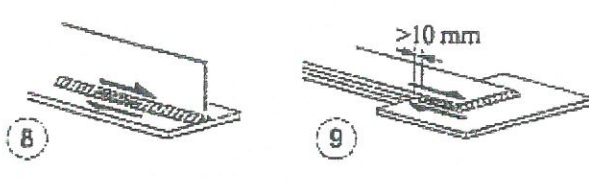
$$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.721$$

$$M_{Ed_SLUO} := M_{LM71} = 391.071 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Tabelul 9.3 - λ_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 80 reprezentat de suduri in colt dintre inima si talpi:

<p>80 m=5</p>		<p>8) Suduri în colț continue care transmit tensiuni de forfecare, cum sunt sudurile dintre inimă și tălpi la grinzile din table sudate.</p> <p>9) Îmbinări prin suprapunere cu sudură în colț.</p>
-------------------	--	---

$$\Delta\sigma_c := 80\text{MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 46.188\text{MPa}$$

$$z_{ob} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} = 325\text{mm}$$

$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_{yA}} \cdot z_{ob} = 94.047\text{MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 94.047\text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 89.32\text{MPa}$$

$$\text{Relatia}_{1_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

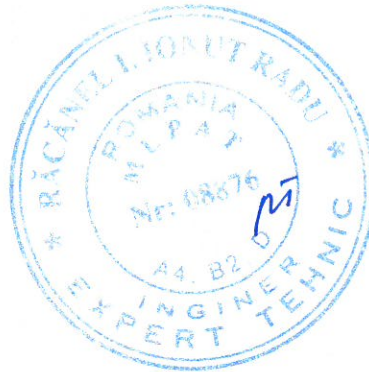
Relatia_{1_verificare} = "Nu se Verifica"

Intocmit,
ing. Andrei RADU

Radu

Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU

Q



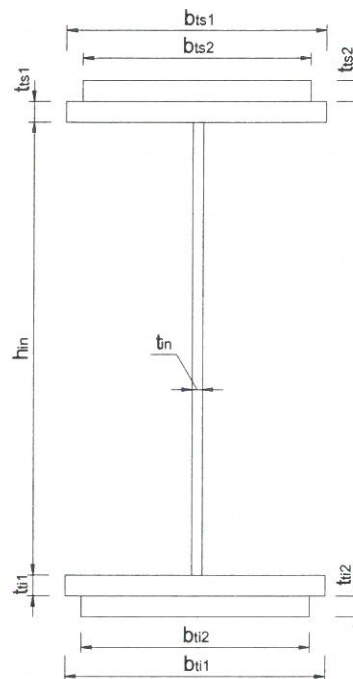
**Pasaj inferior km 651+191, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.I.P.C.J.S - deschidere 24.50m fir 2**

Breviar de calcul: Lonjeron curent L=3.50m conform EUROCOD

In cadrul notei de calcul s-au considerat coeficienti de siguranta cu valoarea 1.00 pentru constructii existente verificate la conditii de exploatare.

1. Caracteristicile sectiunii Lonjeronului curent

- $h_{in} := 350\text{mm}$ -inaltimea inimii
- $t_{in} := 10\text{mm}$ -grosimea inimii
- $b_{ts1} := 230\text{mm}$ -latimea talpii superioare 1
- $t_{ts1} := 20\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 1
- $b_{ti1} := 230\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 1
- $t_{ti1} := 20\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 1
- $b_{ts2} := 0\text{mm}$ -latimea talpii superioare 2
- $t_{ts2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 2
- $b_{ti2} := 0\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 2
- $t_{ti2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 2



1.1. Aria sectiunii transversale a lonjeronului curent:

$$A_L := b_{ts2} \cdot t_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} + h_{in} \cdot t_{in} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} = 127 \cdot \text{cm}^2$$

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

$$CG_L := \frac{b_{ti2} \cdot t_{ti2} \cdot \frac{t_{ti2}}{2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} \cdot \left(t_{ti2} + \frac{t_{ti1}}{2} \right) + h_{in} \cdot t_{in} \cdot \left(t_{ti2} + t_{ti1} + \frac{h_{in}}{2} \right) + b_{ts1} \cdot t_{ts1} \cdot \left(t_{ti1} + t_{ti2} + h_{in} + \frac{t_{ts1}}{2} \right) + b_{ts2} \cdot t_{ts2} \cdot \left(t_{ti1} + t_{ti2} + h_{in} + t_{ts1} + \frac{t_{ts2}}{2} \right)}{A_L} = 195 \cdot \text{mm}$$

$$e_{CG} := \left(t_{ti2} + t_{ti1} + \frac{h_{in}}{2} \right) - CG_L = -0.000 \cdot \text{mm}$$

$$z_{his} := \frac{\left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right)}{2} = 87.5 \cdot \text{mm}$$

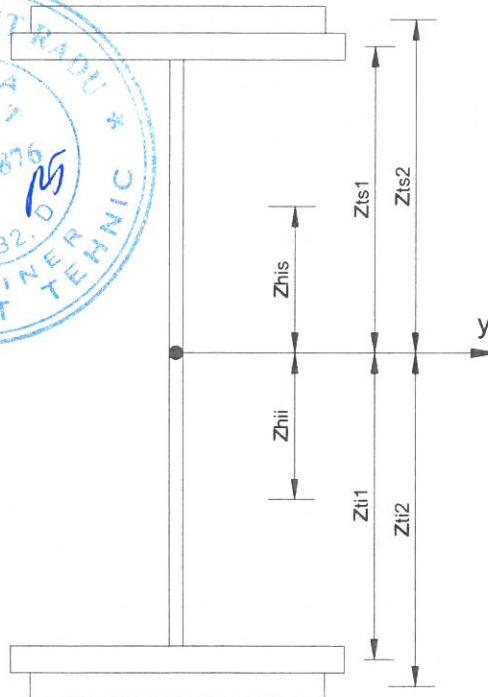
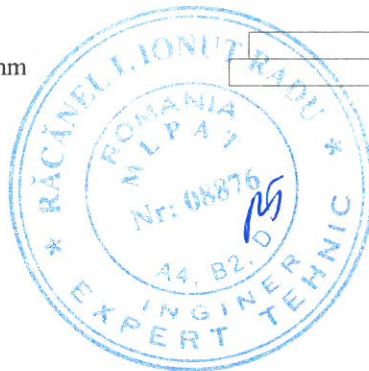
$$z_{hii} := \frac{\left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} \right)}{2} = 87.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ts1} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + \frac{t_{ts1}}{2} = 185 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ti1} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + \frac{t_{ti1}}{2} = 185 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ts2} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ts1} + \frac{t_{ts2}}{2} = 195 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ti2} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ti1} + \frac{t_{ti2}}{2} = 195 \cdot \text{mm}$$



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

$$I_{yL} := \frac{b_{ti2} \cdot t_{ti2}^3}{12} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} \cdot z_{ti2}^2 + \frac{b_{ti1} \cdot t_{ti1}^3}{12} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} \cdot z_{ti1}^2 + \frac{h_{in}^3 \cdot t_{in}}{12} + h_{in} \cdot t_{in} \cdot e_{CG}^2 \dots = 35090.583 \cdot \text{cm}^4$$

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

1.4. Determinarea modulelor de rezistenta:

$$W_{supL} := \frac{I_{yL}}{\left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ts1} + t_{ts2}\right)} = 1800 \cdot \text{cm}^3$$

$$W_{inflL} := \frac{I_{yL}}{\left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ti1} + t_{ti2}\right)} = 1800 \cdot \text{cm}^3$$

2. Determinarea eforturilor in Lonjeronul curent

$L_{lonj} := 3.50\text{m}$ -lungimea lonjeronului

$B := 1.80\text{m}$ -distanța interax între lonjeroni

2.1. Evaluarea actiunilor:

2.1.a) Greutatea permanenta

$\gamma_{lemn} := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ -Greutate specifica lemn

$\gamma_s := 78.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ -Greutate specifica otel

Greutati pe metru liniar:

$g_L := A_L \cdot \gamma_s = 0.997 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ - greutate lonjeron

$g_{sina} := 0.65 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ $g_{prindere} := 1.30 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

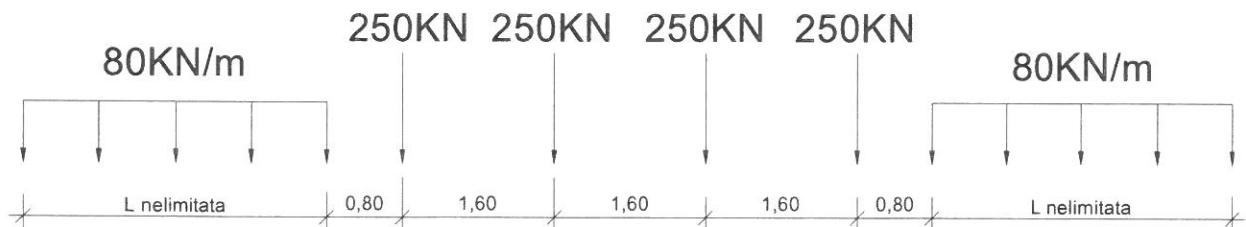
$g_{traversa} := 0.24\text{m} \cdot 0.24\text{m} \cdot 2.60\text{m} \cdot \gamma_{lemn} = 1.498 \cdot \text{kN}$

$g_{cale} := g_{sina} + 2g_{prindere} + \frac{2 \cdot g_{traversa}}{2} = 4.748 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$g_p := g_L + g_{cale} = 5.745 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

2.1.b) Convoiul de calcul LM71

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



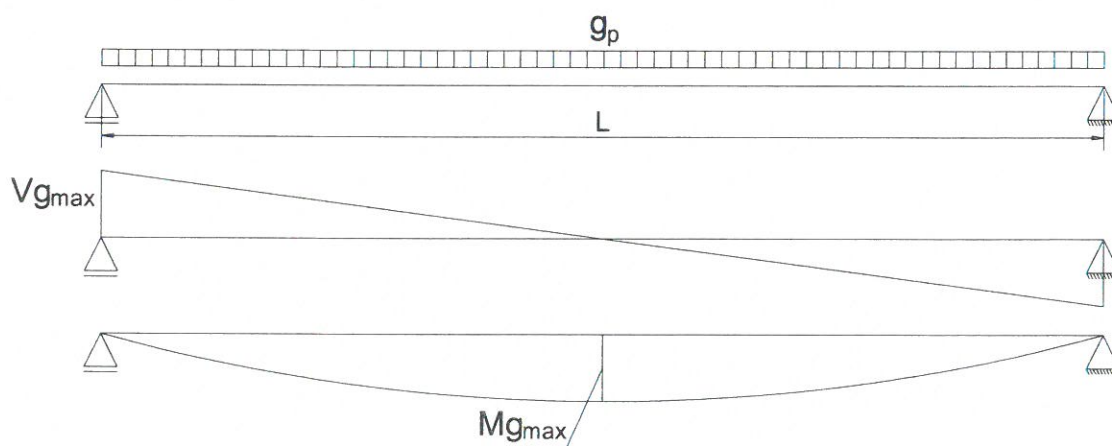
Coeficientul dinamic (ϕ_3) (conform SREN 1991-2:2005 - punctul 6.4.5.2)

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

$$L_\phi := \frac{L_{lonj}}{m} + 3 = 6.5 \quad \text{-lungimea "determinata" conform tabel 6.2}$$

$$\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.73 = 1.649$$

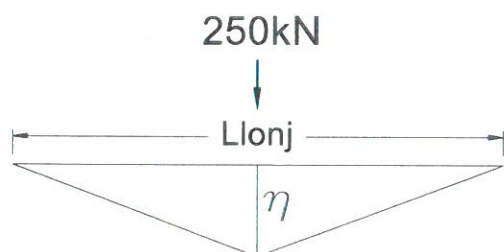
2.2. Diagrame de momente incovoietoare si forta taietoare din greutate permanenta



$$M_{g_{max}} := \frac{g_p \cdot L_{lonj}^2}{8} = 8.796 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{g_{max}} := \frac{g_p \cdot L_{lonj}}{2} = 10.053 \cdot \text{kN}$$

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

Linia de influenta a momentului incovoietor maxim:



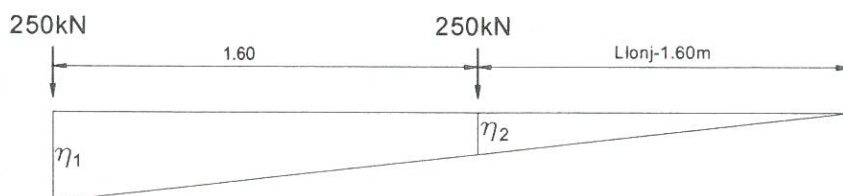
Ordonatele liniei de influenta a momentului incovoietor maxim:

$$\eta := 0.25 \cdot L_{lonj} = 0.875 \text{ m}$$

$$e_{ex} := \frac{\frac{B}{2} + 80 \text{ mm} + 50 \text{ mm}}{B} = 0.572 \quad \text{-coeficient de repartitie}$$

$$M_{\text{maxLM71}} := Q_{vk} \cdot e_{ex} \cdot \eta = 125.174 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Linia de influenta a fortei taietoare maxime:



Ordonatele liniei de influenta a fortei taietoare maxime:

$$\eta_1 := 1$$

$$\eta_2 := \frac{(L_{lonj} - 1.60 \text{ m})}{L_{lonj}} = 0.543$$

$$V_{\text{maxLM71}} := Q_{vk} \cdot e_{ex} \cdot (\eta_1 + \eta_2) = 220.714 \cdot \text{kN}$$

2.4. Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0 \quad C_r := e_{ex} = 0.572$$

$$M_{Ed} := \gamma_G \cdot M_{gmax} + \gamma_{Q1} \cdot \psi_0 \cdot C_r \cdot M_{maxLM71} = 126.934 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed} := \gamma_G \cdot V_{gmax} + \gamma_{Q1} \cdot \psi_0 \cdot C_r \cdot V_{maxLM71} = 218.361 \cdot \text{kN}$$

3. Stabilirea clasei sectiunii transversale (conform SREN 1991-1-1:2006 - Tabel 5.2)

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

SR EN 1993-1-1:2006

Tabelul 5.2 (continuare) - Rapoarte lătime-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	$c/t \leq 9\epsilon$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$
2	$c/t \leq 10\epsilon$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$
Distribuția tensiunilor în pereți (compresiune pozitivă)						
3	$c/t \leq 14\epsilon$	$c/t \leq 21\epsilon\sqrt{k_{\sigma}}$ pentru k_{σ} , a se vedea EN 1993-1-5				
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	α	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

$$c_{in} := h_{in} = 350 \cdot \text{mm} \quad t_{in} = 10 \cdot \text{mm}$$

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

Tabelul 5.2– Rapoarte lăţime-grosime maxime pentru pereţii comprimaţi

Pereţi comprimaţi 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	$c/t \leq 124\epsilon$	$c/t \leq 42\epsilon$	$unde \psi > -1: c/t \leq \frac{42\epsilon}{0,67 - 0,33\psi}$ $unde \psi \leq -1: c/t \leq 62\epsilon(1 - \psi)\sqrt{1 - \psi}$			
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ϵ	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

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

$$c_{ts} := \frac{b_{ts1} - t_{in}}{2} = 110 \cdot \text{mm} \quad t_{ts} := t_{ts1} + t_{ts2} = 20 \cdot \text{mm}$$

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

$$Clasa_{secțiunii} := \max(Clasa_{inimii}, Clasa_{talpii}) = 1$$

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

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

Verificarea la moment incovoiator

Relatia de verificare: $\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$

$$M_{Ed} = 126.934 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

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

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

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

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

$$y_{max} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{t1} + t_{t2} = 195 \cdot \text{mm}$$

$$y_{min} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ts1} + t_{ts2} = 195 \cdot \text{mm}$$

$$W_{pl} := b_{ts2} \cdot t_{ts2} \cdot z_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} \cdot z_{ts1} + \left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right) \cdot t_{in} \cdot z_{his} = 1004 \cdot \text{cm}^3 \quad M_{c,Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 235.969 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

$$\text{Relatia}_{de_verificare} = \text{"Se Verifica"}$$

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

Relatie de verificare:

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}}$$

$$\gamma_{Ff} := 1.00 \quad \gamma_{Mf} := 1.35 \quad (\text{conform SREN 1993-1-9:2006, tabelul 3.1})$$

Coefficientul dinamic (ϕ_2) (conform SREN 1991-2:2005, punctul 6.4.5.2)

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

$$L_\phi := \frac{L_{lonj}}{m} + 3 = 6.5 \quad \text{-lungimea "determinata" conform tabel 6.2}$$

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.82 = 1.433$$

$$\Delta\sigma_{E2} = \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p \quad \text{-conform SREN 1993-2:2007, punctul 9.4.1}$$

λ - factorul echivalent de vatamare

ϕ_2 - coeficientul dinamic echivalent

$\Delta\sigma_p$ - ecartul de referinta

$$\Delta\sigma_p = |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}|$$

9.5.3 Factori echivalenți corespunzători vătămării λ pentru poduri de cale ferată

(1) Factorul echivalent corespunzător vătămării λ 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: λ_1 este un factor care ține seama de efectul vătămării din trafic și depinde de lungimea liniei de influență;

λ_2 este un factor care ține seama de volumul traficului;

λ_3 este un factor care ține seama de durata de viață proiectată a podului;

λ_4 este un factor pentru cazul în care elementul structural este încărcat de cel puțin două linii;

λ_{max} este valoarea maximă a factorului λ - luându-se în considerare limita de oboseală, a se vedea (9).

$$\lambda_1 := 1.17 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.3}$$

Tabelul 9.5 - λ_2

Trafic anual [10^6 t/track]	5	10	15	20	25	30	35	40	50
λ_2	0,72	0,83	0,90	0,96	1,00	1,04	1,07	1,10	1,15

$$\lambda_2 := 0.808 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.5 pentru un tonaj anual de } 9 \times 10^6$$

Tabelul 9.6 - λ_3

Durata de viață proiectată [ani]	50	60	70	80	90	100	120
λ_3	0,87	0,90	0,93	0,96	0,98	1,00	1,04

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

$$\lambda_4 := 1.00$$

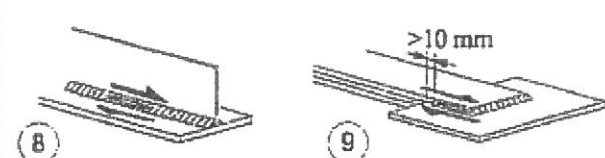
$$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.822$$

$$M_{Ed_SLUO} := M_{maxLM71} = 125.174 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Tabelul 9.3 - λ_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 80 reprezentat de suduri în colț dintre inima și talpi:

80 m=5		<p>8) Suduri în colț continue care transmit tensiuni de forfecare, cum sunt sudurile dintre inimă și tălpi la grinzile din table sudate.</p> <p>9) Îmbinări prin suprapunere cu sudură în colț.</p>
-----------	--	---

$$\Delta\sigma_c := 80 \text{ MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 46.188 \text{ MPa}$$

$$z_{ob} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} = 175 \text{ mm}$$

$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_{yL}} \cdot z_{ob} = 62.425 \text{ MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 62.425 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 73.568 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Relatia}_{1_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_{1_verificare} = "Nu se Verifica"

Intocmit,
ing. Andrei RADU



Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU



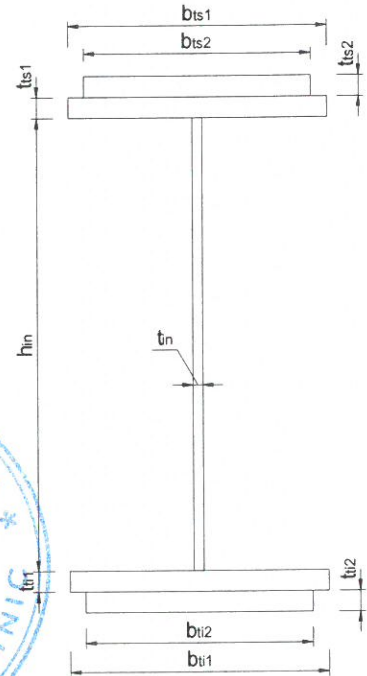
**Pod km 651+253, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.Z.C.J.N - deschidere 49.00m, Fir 1**

Breviar de calcul: Lonjeron curent L=4.90m conform EUROCOD

In cadrul notei de calcul s-au considerat coeficienti de siguranta cu valoarea 1.00 pentru constructiile existente verificate la conditii de exploatare.

1. Caracteristicile sectiunii Lonjeronului curent

- $h_{in} := 545\text{mm}$ - grosimea inimii
- $t_{in} := 10\text{mm}$ - inaltimea inimii
- $b_{ts1} := 250\text{mm}$ - grosimea talpii superioare 1
- $t_{ts1} := 20\text{mm}$ - laltimea talpii superioare 1
- $b_{ti1} := 250\text{mm}$ - grosimea talpii inferioare 1
- $t_{ti1} := 20\text{mm}$ - laltimea talpii inferioare 1
- $b_{ts2} := 0\text{mm}$ - grosimea talpii superioare 2
- $t_{ts2} := 0\text{mm}$ - laltimea talpii superioare 2
- $b_{ti2} := 0\text{mm}$ - grosimea talpii inferioare 2
- $t_{ti2} := 0\text{mm}$ - laltimea talpii inferioare 2



1.1. Aria sectiunii transversale a lonjeronului curent:

$$A_L := b_{ts2} \cdot t_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} + h_{in} \cdot t_{in} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} = 154.5 \text{ cm}^2$$

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

$$CG_L := \frac{b_{ti2} \cdot t_{ti2} \cdot \frac{t_{ti2}}{2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} \cdot \left(t_{ti2} + \frac{t_{ti1}}{2} \right) + h_{in} \cdot t_{in} \cdot \left(t_{ti2} + t_{ti1} + \frac{h_{in}}{2} \right) + b_{ts1} \cdot t_{ts1} \cdot \left(t_{ti1} + t_{ti2} + h_{in} + \frac{t_{ts1}}{2} \right) + b_{ts2} \cdot t_{ts2} \cdot \left(t_{ti1} + t_{ti2} + h_{in} + t_{ts1} + \frac{t_{ts2}}{2} \right)}{A_L} = 293 \cdot \text{mm}$$

$$e_{CG} := \left(t_{ti2} + t_{ti1} + \frac{h_{in}}{2} \right) - CG_L = 0.000 \cdot \text{mm}$$

$$z_{his} := \frac{\left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right)}{2} = 136.25 \cdot \text{mm}$$

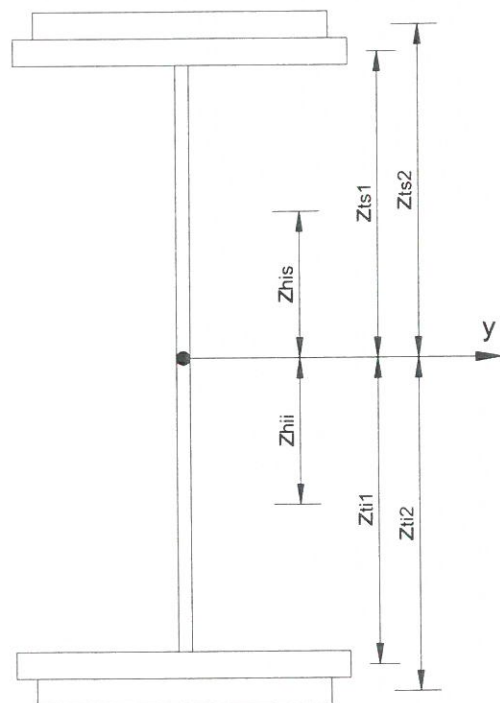
$$z_{hii} := \frac{\left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} \right)}{2} = 136.25 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ts1} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + \frac{t_{ts1}}{2} = 282.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ti1} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + \frac{t_{ti1}}{2} = 282.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ts2} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ts1} + \frac{t_{ts2}}{2} = 292.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ti2} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ti1} + \frac{t_{ti2}}{2} = 292.5 \cdot \text{mm}$$



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

$$I_{yL} := \frac{b_{ti2} \cdot t_{ti2}^3}{12} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} \cdot z_{ti2}^2 + \frac{b_{ti1} \cdot t_{ti1}^3}{12} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} \cdot z_{ti1}^2 + \frac{h_{in}^3 \cdot t_{in}}{12} + h_{in} \cdot t_{in} \cdot e_{CG}^2 \dots = 93329.469 \cdot \text{cm}^4$$

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

1.4. Determinarea modulelor de rezistenta:

$$W_{supL} := \frac{I_{yL}}{\left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ts1} + t_{ts2}\right)} = 3191 \cdot \text{cm}^3$$

$$W_{infl} := \frac{I_{yL}}{\left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ti1} + t_{ti2}\right)} = 3191 \cdot \text{cm}^3$$

2. Determinarea eforturilor in Lonjeronul curent

$L_{lonj} := 4.9\text{m}$ -lungimea lonjeronului

$B := 1.80\text{m}$ -distanta interax intre lonjeroni

2.1. Evaluarea actiunilor:

2.1.a) Greutatea permanenta

$\gamma_{lemn} := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ -Greutate specifica lemn

$\gamma_s := 78.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ -Greutate specifica otel

Greutati pe metru liniar:

$g_L := A_L \cdot \gamma_s = 1.213 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ - greutate lonjeron

$g_{sina} := 0.60 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ $g_{prindere} := 1.30 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

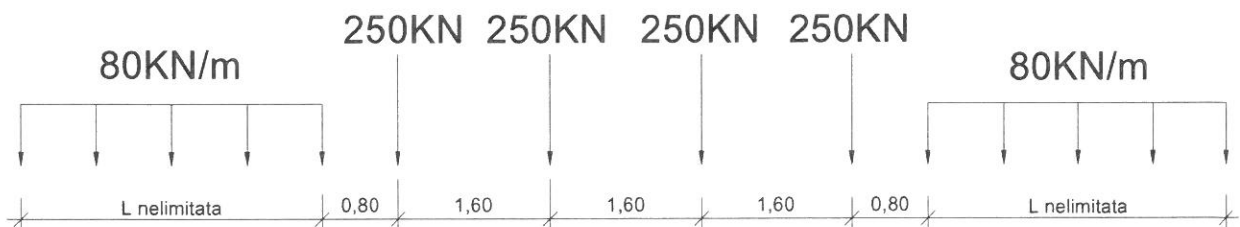
$g_{traversa} := 0.24\text{m} \cdot 0.24\text{m} \cdot 2.60\text{m} \cdot \gamma_{lemn} = 1.498 \cdot \text{kN}$

$g_{cale} := g_{sina} + 2g_{prindere} + \frac{2 \cdot g_{traversa} \cdot 1.0\text{m}}{2} = 4.698 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$g_p := g_L + g_{cale} = 5.91 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

2.1.b) Convoiu de calcul LM71

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



Coeficientul dinamic (ϕ_3) (conform SREN 1991-2:2005 - punctul 6.4.5.2)

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

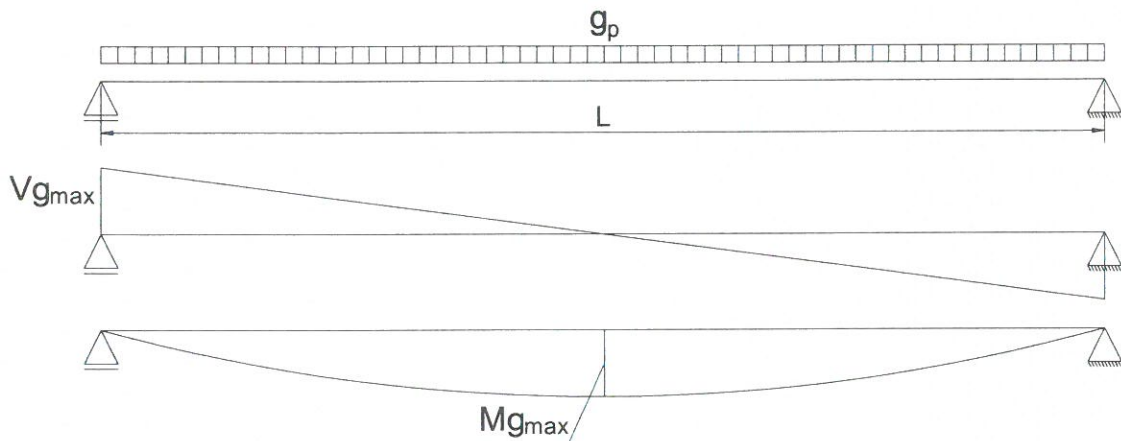
-coeficientul dinamic pentru o cale intretinuta in conditii standard

$$L_\phi := \frac{L_{lonj}}{m} + 3 = 7.9$$

-lungimea "determinata" conform tabel 6.2

$$\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.73 = 1.557$$

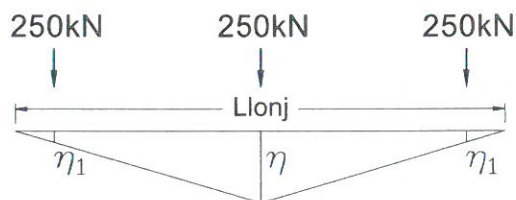
2.2. Diagrame de momente incovoietoare si forta taietoare din greutate permanenta



$$M_{gmax} := \frac{g_p \cdot L_{lonj}^2}{8} = 17.739 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{gmax} := \frac{g_p \cdot L_{lonj}}{2} = 14.481 \cdot \text{kN}$$

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:

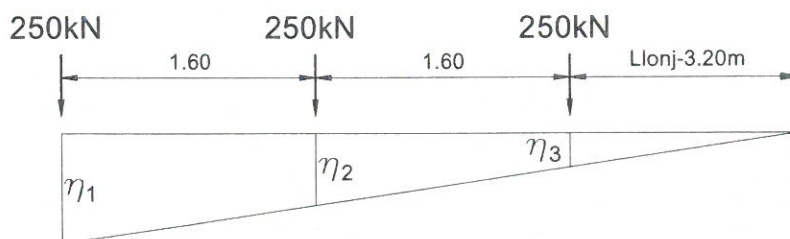
$$\eta := 0.25 \cdot L_{lonj} = 1.225 \text{ m}$$

$$\eta_1 := \frac{\eta}{0.5 \cdot L_{lonj}} \cdot \left(\frac{L_{lonj}}{2} - 1.60 \text{ m} \right) = 0.425 \text{ m}$$

$$e_{ex} := \frac{\frac{B}{2} + 80 \text{ mm} + 50 \text{ mm}}{B} = 0.572 \quad \text{-coeficient de repartitie}$$

$$M_{\max LM71} := Q_{vk} \cdot e_{ex} \cdot (\eta + 2 \cdot \eta_1) = 296.84 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Linia de influenta a fortei taietoare maxime:



Ordonatele liniei de influenta a fortei taietoare maxime:

$$\eta_1 := 1$$

$$\eta_2 := \frac{(L_{lonj} - 1.60 \text{ m})}{L_{lonj}} = 0.673$$

$$\eta_3 := \frac{(L_{lonj} - 3.20 \text{ m})}{L_{lonj}} = 0.347$$

$$V_{\max LM71} := Q_{vk} \cdot e_{ex} \cdot (\eta_1 + \eta_2 + \eta_3) = 289.031 \cdot \text{kN}$$

2.4. Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0 \quad C_r := e_{ex} = 0.572$$

$$M_{Ed} := \gamma_G \cdot M_{gmax} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot M_{maxLM71} = 282.271 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed} := \gamma_G \cdot V_{gmax} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot V_{maxLM71} = 272.053 \cdot \text{kN}$$

3. Stabilirea clasei sectiunii transversale (conform SREN 1991-1-1:2006 - Tabel 5.2)

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

SR EN 1993-1-1:2006

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	$c/t \leq 9\epsilon$		$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha}$		$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	
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_{σ} , a se vedea EN 1993-1-5			
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	α	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

$$c_{in} := h_{in} = 545 \cdot \text{mm} \quad t_{in} = 10 \cdot \text{mm}$$

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

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	$c/t \leq 72\varepsilon$	$c/t \leq 33\varepsilon$	$unde \alpha > 0,5 : c/t \leq \frac{396\varepsilon}{13\alpha - 1}$ $unde \alpha \leq 0,5 : c/t \leq \frac{36\varepsilon}{\alpha}$			
2	$c/t \leq 83\varepsilon$	$c/t \leq 38\varepsilon$	$unde \alpha > 0,5 : c/t \leq \frac{456\varepsilon}{13\alpha - 1}$ $unde \alpha \leq 0,5 : c/t \leq \frac{41,5\varepsilon}{\alpha}$			
Distribuția tensiunilor în pereți (compresiune pozitivă)						
3	$c/t \leq 124\varepsilon$	$c/t \leq 42\varepsilon$	$unde \psi > -1 : c/t \leq \frac{42\varepsilon}{0,67 + 0,33\psi}$ $unde \psi \leq -1 : c/t \leq 62\varepsilon(1 - \psi)\sqrt{(-\psi)}$			
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

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

$$c_{ts} := \frac{b_{ts1} - t_{in}}{2} = 120 \cdot \text{mm} \quad t_{ts} := t_{ts1} + t_{ts2} = 20 \cdot \text{mm}$$

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

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

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

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

Verificarea la moment incovoiator

Relatia de verificare: $\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$

$$M_{Ed} = 282.271 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

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

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

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

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{e1,min} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{pentru secțiunile Clasa 4} \quad (6.15)$$

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

$$y_{max} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{t1} + t_{t2} = 292.5 \cdot \text{mm}$$

$$y_{min} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ts1} + t_{ts2} = 292.5 \cdot \text{mm}$$

$$W_{pl} := b_{ts2} \cdot t_{ts2} \cdot z_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} \cdot z_{ts1} + \left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right) \cdot t_{in} \cdot z_{his} = 1784 \cdot \text{cm}^3 \quad M_{c,Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 419.189 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

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

Relatia_{de_verificare} = "Se Verifica"

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

Relatie de verificare:

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}}$$

$$\gamma_{Ff} := 1.00 \quad \gamma_{Mf} := 1.35 \quad (\text{conform } \text{SREN 1993-1-9:2006, tabelul 3.1})$$

Coeficientul dinamic (ϕ_2) (conform SREN 1991-2:2005, punctul 6.4.5.2)

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

$$L_\phi := \frac{L_{lonj}}{m} + 3 = 7.9 \quad \text{-lungimea "determinata" conform tabel 6.2}$$

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.82 = 1.372$$

$$\Delta\sigma_{E2} = \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p \quad \text{-conform } \text{SREN 1993-2:2007, punctul 9.4.1}$$

λ - factorul echivalent de vatamare

ϕ_2 - coeficientul dinamic echivalent

$\Delta\sigma_p$ - ecartul de referinta

$$\Delta\sigma_p = |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}|$$

9.5.3 Factori echivalenți corespunzători vătămării λ pentru poduri de cale ferată

(1) Factorul echivalent corespunzător vătămării λ 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: λ_1 este un factor care ține seama de efectul vătămării din trafic și depinde de lungimea liniei de influență;

λ_2 este un factor care ține seama de volumul traficului;

λ_3 este un factor care ține seama de durata de viață proiectată a podului;

λ_4 este un factor pentru cazul în care elementul structural este încărcat de cel puțin două linii;

λ_{max} este valoarea maximă a factorului λ - luându-se în considerare limita de oboseală, a se vedea (9).

$$\lambda_1 := 1.028 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.3}$$

Tabelul 9.5 - λ_2

Trafic anual [10^6 t / track]	5	10	15	20	25	30	35	40	50
λ_2	0,72	0,83	0,90	0,96	1,00	1,04	1,07	1,10	1,15

$$\lambda_2 := 0.808 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.5 pentru un tonaj anual de } 9 \times 10^6$$

Tabelul 9.6 - λ_3

Durata de viață proiectată [ani]	50	60	70	80	90	100	120
λ_3	0,87	0,90	0,93	0,96	0,98	1,00	1,04

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

$$\lambda_4 := 1.00$$

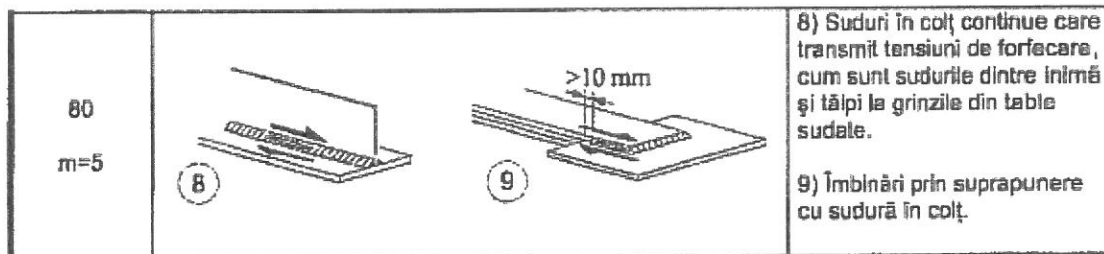
$$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.723$$

$$M_{Ed_SLUO} := M_{maxLM71} = 296.84 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Tabelul 9.3 - λ_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 80 reprezentat de suduri in colt dintre inima si talpi:



$$\Delta\sigma_c := 80 \text{ MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 46.188 \cdot \text{MPa}$$

$$z_{ob} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} = 272.5 \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_{yL}} \cdot z_{ob} = 86.67 \cdot \text{MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 86.67 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 85.904 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Relatia}_{1_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_{1_verificare} = "Nu se Verifica"

Intocmit,
ing. Andrei RADU



Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU



Pod km 651+253, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.Z.C.J.N - deschidere 49.00m, Fir 2

Breviar de calcul: Lonjeron curent L=4.90m conform EUROCOD

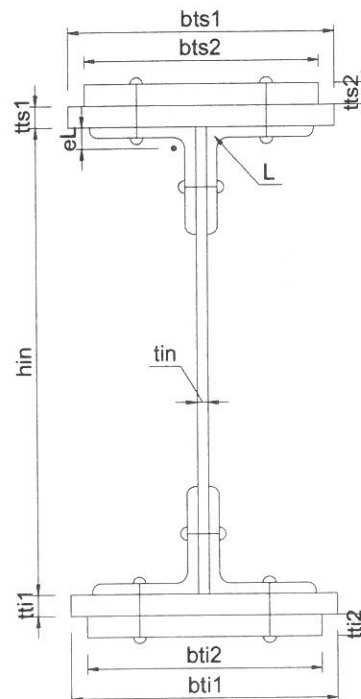
In cadrul notei de calcul s-au considerat coeficientii de siguranta cu valoarea 1.00 pentru constructii existente verificate la conditii de exploatare.

1. Caracteristicile sectiunii Lonjeronului curent

$h_{in} := 540\text{mm}$	-latimea inimii
$t_{in} := 20\text{mm}$	-grosimea inimii
$b_{ts1} := 240\text{mm}$	-latimea talpii superioare 1
$t_{ts1} := 12\text{mm}$	-grosimea talpii superioare 1
$b_{ti1} := 240\text{mm}$	-latimea talpii inferioare 1
$t_{ti1} := 12\text{mm}$	-grosimea talpii inferioare 1
$b_{ts2} := 0\text{mm}$	-latimea talpii superioare 2
$t_{ts2} := 0\text{mm}$	-grosimea talpii superioare 2
$b_{ti2} := 0\text{mm}$	-latimea talpii inferioare 2
$t_{ti2} := 0\text{mm}$	-grosimea talpii inferioare 2

Tipul profilului L: L80x80x8

$t_L := 8\text{mm}$ $A_{L80x80x8} := 12.3\text{cm}^2$ $I_L := 72.2\text{cm}^4$ $A_{Lc} := A_{L80x80x8}$
 $e_L := 2.26\text{cm}$



1.1. Aria sectiunii transversale a lonjeronului curent:

$A_L := b_{ts2} \cdot t_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} + h_{in} \cdot t_{in} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} + 4 \cdot A_{Lc} = 214.8 \cdot \text{cm}^2$

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

$$CG_L := \frac{b_{ti2} \cdot t_{ti2} \cdot \frac{t_{ti2}}{2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} \cdot \left(t_{ti2} + \frac{t_{ti1}}{2} \right) + 2 \cdot A_{Lc} \cdot (t_{ti2} + t_{ti1} + e_L) + h_{in} \cdot t_{in} \cdot \left(t_{ti2} + t_{ti1} + \frac{h_{in}}{2} \right) + 2 \cdot A_{Lc} \cdot (t_{ti2} + t_{ti1} + h_{in} - e_L) + b_{ts1} \cdot t_{ts1} \cdot \left(t_{ti1} + t_{ti2} + h_{in} + \frac{t_{ts1}}{2} \right) + b_{ts2} \cdot t_{ts2} \cdot \left(t_{ti1} + t_{ti2} + h_{in} + t_{ts1} + \frac{t_{ts2}}{2} \right)}{A_L} = 282 \cdot \text{mm}$$

$e_{CG} := \left(t_{ti2} + t_{ti1} + \frac{h_{in}}{2} \right) - CG_L = 0.000 \cdot \text{mm}$

$z_{his} := \frac{\left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right)}{2} = 135 \cdot \text{mm}$

$z_{hii} := \frac{\left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} \right)}{2} = 135 \cdot \text{mm}$

$z_{ts1} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + \frac{t_{ts1}}{2} = 276 \cdot \text{mm}$

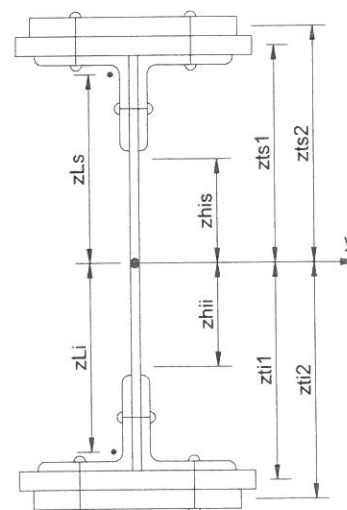
$z_{ti1} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + \frac{t_{ti1}}{2} = 276 \cdot \text{mm}$

$z_{ts2} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ts1} + \frac{t_{ts2}}{2} = 282 \cdot \text{mm}$

$z_{ti2} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ti1} + \frac{t_{ti2}}{2} = 282 \cdot \text{mm}$

$z_{Ls} := \left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right) - e_L = 247.4 \cdot \text{mm}$

$z_{Li} := \left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} \right) - e_L = 247.4 \cdot \text{mm}$



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

$$I_{y_brut} := \frac{b_{ti2} \cdot t_{ti2}^3}{12} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} \cdot z_{ti2}^2 + \frac{b_{ti1} \cdot t_{ti1}^3}{12} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} \cdot z_{ti1}^2 + 2I_L + 2A_{Lc} \cdot z_{Li}^2 \dots$$

$$+ \frac{h_{in}^3 \cdot t_{in}}{12} + h_{in} \cdot t_{in} \cdot e_{CG}^2 + 2I_L + 2A_{Lc} \cdot z_{Ls}^2 + \frac{b_{ts1} \cdot t_{ts1}^3}{12} \dots$$

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

$$I_{y_brut} = 100530.814 \cdot \text{cm}^4$$

1.4. Determinarea modulelor de rezistenta:

$$W_{supL} := \frac{I_{y_brut}}{\left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ts1} + t_{ts2}\right)} = 3565 \cdot \text{cm}^3$$

$$W_{infL} := \frac{I_{y_brut}}{\left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ti1} + t_{ti2}\right)} = 3565 \cdot \text{cm}^3$$

2. Determinarea eforturilor in Lonjeronul curent

$L_{lonj} := 4.90\text{m}$ -lungimea lonjeronului

$B := 1.80\text{m}$ -distanța interax între lonjeroni

2.1. Evaluarea actiunilor:

2.1.a) Greutatea permanenta

$\gamma_{lemn} := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ -Greutate specifica lemn

$\gamma_s := 78.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ -Greutate specifica otel

Greutati pe metru liniar:

$g_L := A_L \cdot \gamma_s = 1.686 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ - greutate lonjeron

$g_{sina} := 0.60 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ $g_{prindere} := 1.30 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

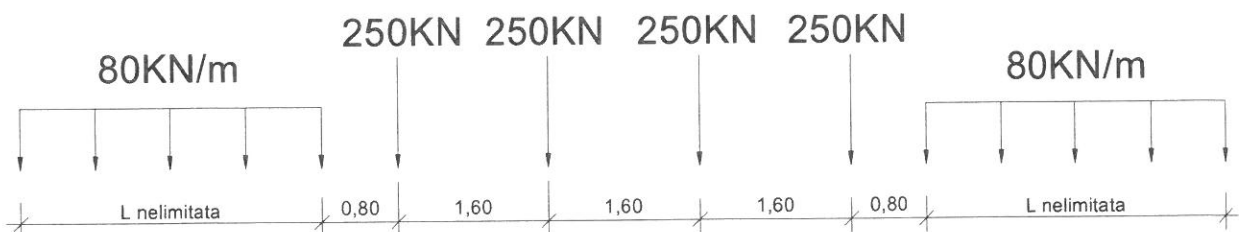
$g_{traversa} := 0.24\text{m} \cdot 0.24\text{m} \cdot 2.60\text{m} \cdot \gamma_{lemn} = 1.498 \cdot \text{kN}$

$g_{cale} := g_{sina} + 2g_{prindere} + \frac{2 \cdot g_{traversa}}{1.0\text{m}} = 4.698 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$g_p := g_L + g_{cale} = 6.384 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

2.1.b) Convoiu de calcul LM71

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



Coeficientul dinamic (ϕ_3) (conform SREN 1991-2:2005 - punctul 6.4.5.2)

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

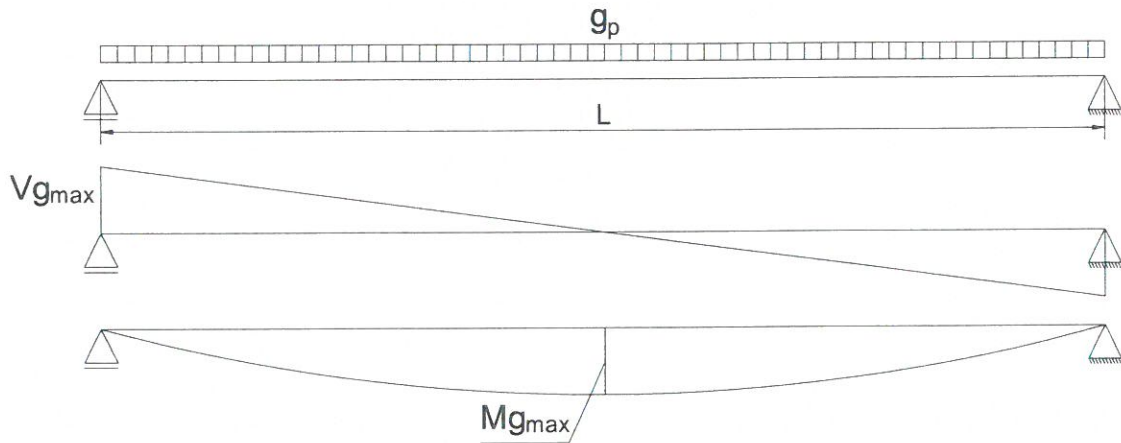
-coeficientul dinamic pentru o cale intretinuta in conditii standard

$$L_\phi := \frac{L_{lonj}}{m} + 3 = 7.9$$

-lungimea "determinata" conform tabel 6.2

$$\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.73 = 1.557$$

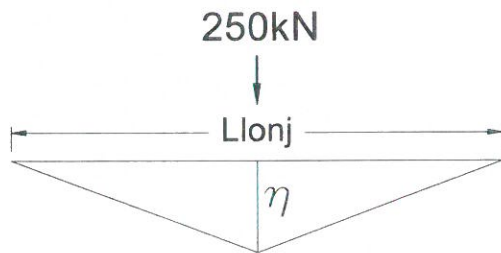
2.2. Diagrame de momente incovoietoare si forta taietoare din greutate permanenta



$$M_{gmax} := \frac{g_p \cdot L_{lonj}^2}{8} = 19.159 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{gmax} := \frac{g_p \cdot L_{lonj}}{2} = 15.64 \cdot \text{kN}$$

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

Linia de influenta a momentului incovoietor maxim:



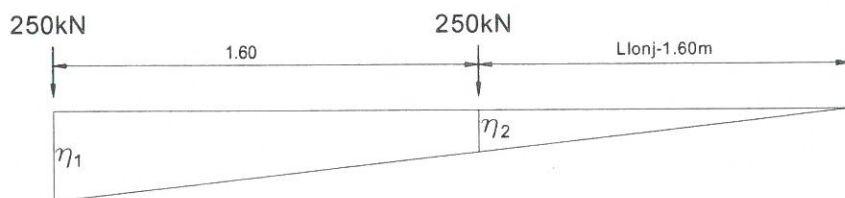
Ordonatele liniei de influenta a momentului incovoietor maxim:

$$\eta := 0.25 \cdot L_{lonj} = 1.225 \text{ m}$$

$$e_{ex} := \frac{\frac{B}{2} + 80\text{mm} + 50\text{mm}}{B} = 0.572 \quad \text{-coeficient de repartitie}$$

$$M_{\text{maxLM71}} := Q_{vk} \cdot e_{ex} \cdot \eta = 175.243 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Linia de influenta a fortei taietoare maxime:



Ordonatele liniei de influenta a fortei taietoare maxime:

$$\eta_1 := 1$$

$$\eta_2 := \frac{(L_{lonj} - 1.60\text{m})}{L_{lonj}} = 0.673$$

$$V_{\text{maxLM71}} := Q_{vk} \cdot e_{ex} \cdot (\eta_1 + \eta_2) = 239.399 \cdot \text{kN}$$

2.4. Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0 \quad C_T := e_{ex} = 0.572$$

$$M_{Ed} := \gamma_G \cdot M_{gmax} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_T \cdot M_{maxLM71} = 175.329 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed} := \gamma_G \cdot V_{gmax} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_T \cdot V_{maxLM71} = 228.983 \cdot \text{kN}$$

3. Stabilirea clasei sectiunii transversale (conform SREN 1991-1-1:2006 - Tabel 5.2)

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

SR EN 1993-1-1:2006

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	$c/t \leq 9\varepsilon$	$c/t \leq \frac{9\varepsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{9\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$			
2	$c/t \leq 10\varepsilon$	$c/t \leq \frac{10\varepsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{10\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$			
Distribuția tensiunilor în pereți (compresiune pozitivă)						
3	$c/t \leq 14\varepsilon$	$c/t \leq 21\varepsilon\sqrt{k_n}$ pentru k_n a se vedea EN 1993-1-5				
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	α	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

$$c_{in} := h_{in} = 540 \cdot \text{mm} \quad t_{in} = 20 \cdot \text{mm}$$

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

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

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			
1	$c/t \leq 72\varepsilon$	$c/t \leq 33\varepsilon$	unde $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{396\varepsilon}{13\alpha - 1}$ unde $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{36\varepsilon}{\alpha}$			
2	$c/t \leq 83\varepsilon$	$c/t \leq 38\varepsilon$	unde $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{456\varepsilon}{13\alpha - 1}$ unde $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{41,5\varepsilon}{\alpha}$			
3	$c/t \leq 124\varepsilon$	$c/t \leq 42\varepsilon$	unde $\psi > -1$: $c/t \leq \frac{42\varepsilon}{0,67 + 0,33\psi}$ unde $\psi \leq -1$: $c/t \leq 62\varepsilon(1 - \psi)\sqrt{-\psi}$			
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

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

$$c_{ts} := \frac{b_{ts1} - t_{in}}{2} = 110 \cdot \text{mm} \quad t_{ts} := t_{ts1} + t_{ts2} = 12 \cdot \text{mm}$$

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

$$\text{Clasa}_{\text{secțiunii}} := \max(\text{Clasa}_{\text{inimii}}, \text{Clasa}_{\text{talpii}}) = 2$$

4. Verificarea la Starea Limita Ultima - SLU (conform SREN 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 incovoietor

Relatia de verificare:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$M_{Ed} = 175.329 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

(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.

(4) Nu este necesar să se țină seama de găurile de prindere din talpa întinsă, cu condiția ca aceasta să satisfacă relația:

$$\frac{A_{f,net} \cdot 0.9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} \geq \frac{A_t \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad (6.16)$$

în care A_t este aria tâpii întinse.

$$f_u := 360 \text{MPa} \quad t := t_{ts2} + t_{ts1} + t_L = 20 \cdot \text{mm}$$

$$n := 2 \quad d_0 := 23 \text{mm}$$

$$A_{goluri} := t \cdot n \cdot d_0 = 920 \cdot \text{mm}^2 \quad A_f := b_{ti1} \cdot t_{ti1} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} + 2 \cdot A_{Lc} = 5340 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{f_net} := A_f - A_{goluri} = 4420 \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{A_{f_net} \cdot 0.9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} \geq \frac{A_t \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_de_verificare = "Nu se Verifica"

In acest caz trebuie sa se tina seama de gaurile de prindere si astfel, se reduce aria talpilor

$$A_{ts1} := b_{ts1} \cdot t_{ts1} - t_{ts1} \cdot n \cdot d_0 = 2328 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{ti1} := b_{ti1} \cdot t_{ti1} - t_{ti1} \cdot n \cdot d_0 = 2328 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{ts2} := b_{ts2} \cdot t_{ts2} - t_{ts2} \cdot n \cdot d_0 = 0 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{ti2} := b_{ti2} \cdot t_{ti2} - t_{ti2} \cdot n \cdot d_0 = 0 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{Lc} := A_{Lc} - t_L \cdot d_0 = 1046 \cdot \text{mm}^2$$

$$I_{y_net} := \frac{b_{ti2} \cdot t_{ti2}^3}{12} + A_{ti2} \cdot z_{ti2}^2 + \frac{b_{ti1} \cdot t_{ti1}^3}{12} + A_{ti1} \cdot z_{ti1}^2 + 2I_L + 2A_{Lc} \cdot z_{Li}^2 + \frac{h_{in}^3 \cdot t_{in}}{12} \dots$$

$$+ h_{in} \cdot t_{in} \cdot e_{CG}^2 + 2I_L + 2A_{Lc} \cdot z_{Ls}^2 + \frac{b_{ts1} \cdot t_{ts1}^3}{12} + A_{ts1} \cdot z_{ts1}^2 + \frac{b_{ts2} \cdot t_{ts2}^3}{12} + A_{ts2} \cdot z_{ts2}^2$$

$$I_{y_net} = 876161659.84 \cdot \text{mm}^4$$

$$y_{\max} := \frac{h_{\text{in}}}{2} - e_{\text{CG}} + t_{\text{ti1}} + t_{\text{ti2}} = 282 \cdot \text{mm}$$

$$y_{\min} := \frac{h_{\text{in}}}{2} + e_{\text{CG}} + t_{\text{ts1}} + t_{\text{ts2}} = 282 \cdot \text{mm}$$

$$W_{\text{pl}} := A_{\text{ts2}} \cdot z_{\text{ts2}} + A_{\text{ts1}} \cdot z_{\text{ts1}} + \left(\frac{h_{\text{in}}}{2} + e_{\text{CG}} \right) \cdot t_{\text{in}} \cdot z_{\text{his}} + 2A_{\text{Lc}} \cdot z_{\text{Ls}} = 1889 \cdot \text{cm}^3 \quad M_{\text{c_Rd}} := \frac{W_{\text{pl}} \cdot f_y}{\gamma_{\text{M0}}} = 443.936 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{M_{\text{Ed}}}{M_{\text{c_Rd}}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_de_verificare = "Se Verifica"

4.2. Verificarea la forta taietoare

$$\text{Relatia de verificare: } \frac{V_{\text{Ed}}}{V_{\text{c_Rd}}} \leq 1$$

$$V_{\text{Ed}} = 228.983 \cdot \text{kN}$$

Pentru sectiunile din CLASA 1 si 2:

$$V_{\text{c_Rd}} = V_{\text{pl_Rd}} = \frac{A_v \cdot (f_y \cdot \sqrt{3})}{\gamma_{\text{M0}}}$$

A_v - aria de forfecare

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

$r := 0$ - raza de racordare intre inima si talpa

$\eta := 1.20$ conform **SREN 1993-1-5:2007, sectiunea 5.1**

$$A_v := A_L - 2 \cdot b_{\text{ts1}} \cdot (t_{\text{ts2}} + t_{\text{ts1}} + t_L) + (t_{\text{in}} + 2 \cdot r) \cdot (t_{\text{ts2}} + t_{\text{ts1}} + t_L) = 11 \cdot \text{mm}^2$$

$$\eta \cdot h_{\text{in}} \cdot t_{\text{in}} = 12960 \cdot \text{mm}^2$$

$$V_{\text{c_Rd}} := \frac{A_v \cdot (f_y \cdot \sqrt{3})}{\gamma_{\text{M0}}} = 4998.352 \cdot \text{kN}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{V_{\text{Ed}}}{V_{\text{c_Rd}}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_de_verificare = "Se Verifica"

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

Relatie de verificare:

$$\gamma_{\text{Ff}} \cdot \Delta \sigma_{\text{E2}} \leq \frac{\Delta \sigma_{\text{c}}}{\gamma_{\text{Mf}}}$$

$$\gamma_{\text{Ff}} := 1.00$$

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

(conform **SREN 1993-1-9:2006, tabelul 3.1**)

Coeficientul dinamic (ϕ_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

$$L_{\phi} := \frac{L_{\text{lonj}}}{m} + 3 = 7.9$$

-lungimea "determinata" conform **tabel 6.2**

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_{\phi} - 0.2}} + 0.82 = 1.372$$

$$\Delta \sigma_{\text{E2}} = \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta \sigma_{\text{p}}$$

-conform **SREN 1993-2:2007, punctul 9.4.1**

λ - factorul echivalent de vatamare

ϕ_2 - coeficientul dinamic echivalent

$\Delta \sigma_{\text{p}}$ - ecartul de referinta

$$\Delta\sigma_p = |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}|$$

9.5.3 Factori echivalenți corespunzători vătămării λ pentru poduri de cale ferată

(1) Factorul echivalent corespunzător vătămării λ 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: λ_1 este un factor care ține seama de efectul vătămării din trafic și depinde de lungimea liniei de influență;

λ_2 este un factor care ține seama de volumul traficului;

λ_3 este un factor care ține seama de durata de viață proiectată a podului;

λ_4 este un factor pentru cazul în care elementul structural este încărcat de cel puțin două linii;

λ_{max} este valoarea maximă a factorului λ - luându-se în considerare limita de oboseală, a se vedea (9).

$\lambda_1 := 1.028$ -prin interpolare din **tabelul 9.3**

Tabelul 9.3 - λ_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

Tabelul 9.5 - λ_2

Trafic anual (10^9 t / track)	5	10	15	20	25	30	35	40	50
λ_2	0,72	0,83	0,90	0,96	1,00	1,04	1,07	1,10	1,15

$\lambda_2 := 0.808$ -prin interpolare din **tabelul 9.5** pentru un tonaj anual de 9×10^6

Tabelul 9.6 - λ_3

Durata de viață proiectată [ani]	50	60	70	80	90	100	120
λ_3	0,87	0,90	0,93	0,96	0,98	1,00	1,04

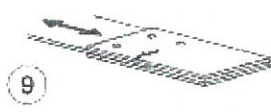



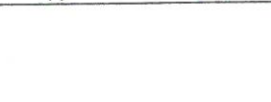
$\lambda_3 := 0.87$ -pentru o durata de viata de 50 ani

$\lambda_4 := 1.00$

$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.723$

$M_{Ed_SLUO} := M_{maxLM71} = 175.243 \cdot kN \cdot m$

Se verifica detaliul 90-11 reprezentat de elemente structurale cu gauri supuse la incovoiere si forte axiale

90		9) Îmbinări cu șuruburi calibrate cu eclise duble simetrice.	9) ... secțiunea netă.
		9) Îmbinări cu șuruburi nepretensionate injectate cu eclise suble simetrice	9) ... secțiunea netă.
		10) Îmbinări cu eclise exterioare cu șuruburi de înaltă rezistență pretensionate.	10) ... secțiunea brută.
		10) Îmbinări cu eclise exterioare cu șuruburi de pretensionate injectate.	10) ... secțiunea brută.
		11) Elemente structurale cu găuri supuse la încovoiere și forțe axiale	11) ... secțiunea netă.

$$\Delta\sigma_c := 90\text{MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 51.962\cdot\text{MPa}$$

$$z_{ob} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} = 270\cdot\text{mm}$$

$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_{y_net}} \cdot z_{ob} = 54.003\cdot\text{MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 54.003\cdot\text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 53.526\cdot\text{MPa}$$

$$\text{Relatia}_{1_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_{1_verificare} = "Se Verifica"

Intocmit,
ing. Andrei RADU



Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU



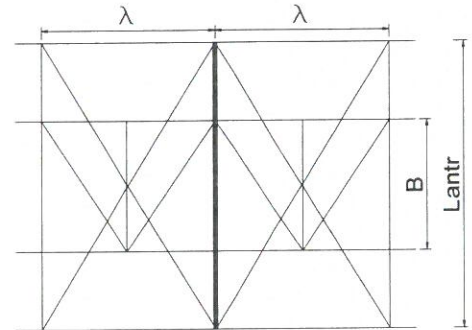
Pod km 651+253, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.Z.C.J.N - deschidere 49.00m, Fir 1

Breviar de calcul: Antretoaza curenta L=4.80m conform EUROCOD

In cadrul notei de calcul s-au considerat coeficienti de siguranta cu valoarea 1.00 pentru constructii existente verificate la conditii de exploatare.

1. Determinarea eforturilor in Antretoaza curenta

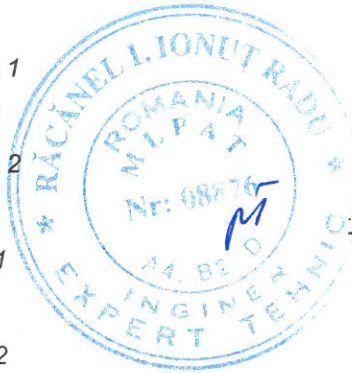
- $L_a := 4.80\text{m}$ -lungimea antretoazei
- $\lambda := 4.90\text{m}$ -distanta dintre antretoaze
- $\gamma_{ot} := 78.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ -greutatea specifica a otelului
- $B := 1.80\text{m}$ -distanta dintre lonjeroni



1.1. Evaluarea actiunilor:

1.1.a) Greutatea proprie a antretoazei

- $h_{ia} := 850\text{mm}$ -inaltimea inimii antretoazei
- $t_{ia} := 10\text{mm}$ -grosimea inimii antretoazei
- $b_{tsa1} := 250\text{mm}$ -latimea talpii superioare 1
- $t_{tsa1} := 30\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 1
- $b_{tsa2} := 0\text{mm}$ -latimea talpii superioare 2
- $t_{tsa2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 2
- $b_{tia1} := 250\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 1
- $t_{tia1} := 30\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 1
- $b_{tia2} := 0\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 2
- $t_{tia2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 2



$$A_a := h_{ia} \cdot t_{ia} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} = 23500 \cdot \text{mm}^2$$

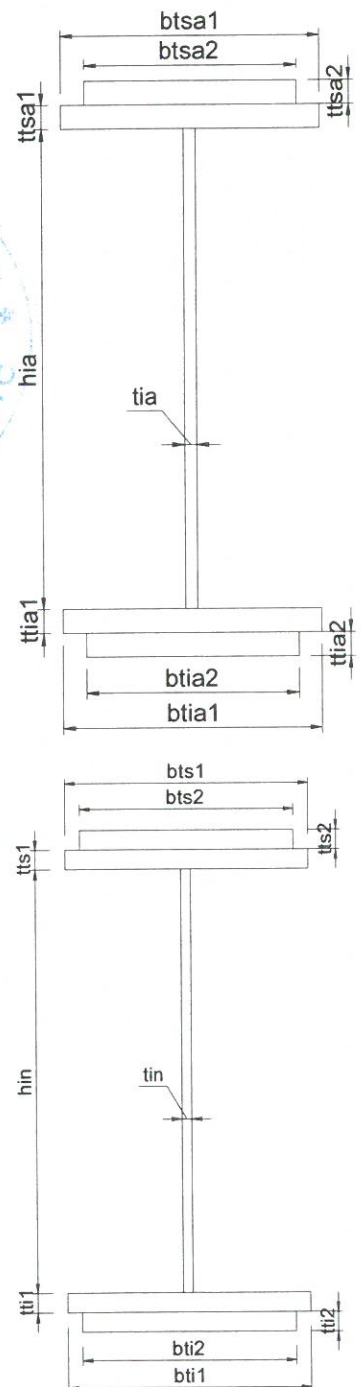
$$G_a := A_a \cdot \gamma_{ot} = 1.845 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.b) Greutatea proprie a lonjeronilor

- $h_{in} := 545\text{mm}$ -grosimea inimii
- $t_{in} := 10\text{mm}$ -inaltimea inimii
- $b_{ts1} := 250\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 1
- $t_{ts1} := 20\text{mm}$ -laltimea talpii superioare 1
- $b_{ti1} := 250\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 1
- $t_{ti1} := 20\text{mm}$ -laltimea talpii inferioare 1
- $b_{ts2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 2
- $t_{ts2} := 0\text{mm}$ -laltimea talpii superioare 2
- $b_{ti2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 2
- $t_{ti2} := 0\text{mm}$ -laltimea talpii inferioare 2

$$A_L := b_{ts2} \cdot t_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} + h_{in} \cdot t_{in} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} = 15450 \cdot \text{mm}^2$$

$$G_L := A_L \cdot \gamma_{ot} = 1.213 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



1.1.c) Greutatea proprie a contravanturii lonjeronilor

Rigla

$$A_{L100 \times 100 \times 10} := 19.20 \text{ cm}^2 \quad \text{-aria unui profil L100x100x10}$$

$$G_r := A_{L100 \times 100 \times 10} \cdot \gamma_{ot} = 0.151 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Diagonala

$$A_{L100 \times 100 \times 10} := 19.20 \text{ cm}^2 \quad \text{-aria unui profil L100x100x10}$$

$$G_d := A_{L100 \times 100 \times 10} \cdot \gamma_{ot} = 0.151 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.d) Greutatea proprie a tablei striate

$$G_{ts} := 0.005 \text{ m} \cdot 1.35 \text{ m} \cdot \gamma_{ot} = 0.53 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.e) Greutatea proprie a traversei de lemn

$$\gamma_l := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{-greutatea specifica a lemnului}$$

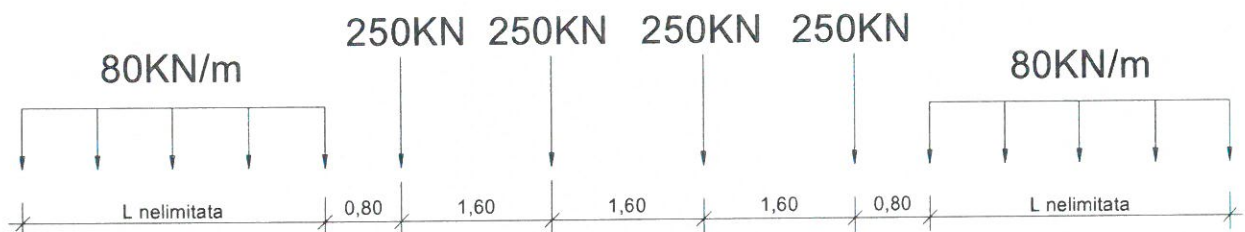
$$G_{trav} := 0.24 \text{ m} \cdot 0.24 \text{ m} \cdot 2.6 \text{ m} \cdot \gamma_l = 1.498 \cdot \text{kN}$$

1.1.f) Greutate sina S65 si prindere

$$G_{sina_mat} := 2.0 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.g) Convoiul de calcul LM71

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



Coeficientul dinamic (ϕ_3) (conform SREN 1991-2:2005, punctul 6.4.5.2)

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

-coeficientul dinamic pentru o cale intretinuta in conditii standard

$$L_\phi := \frac{2 \cdot L_a}{m} = 9.6$$

-lungimea "determinata" conform tabel 6.2

$$\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi} - 0.2} + 0.73 = 1.475$$

1.2. Determinarea reactiunii pe anteretoaza din greutatea permanenta a trotuarului

$$R_{\text{trotuar}} := G_{\text{ts}} \cdot \lambda = 2.596 \cdot \text{kN}$$

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

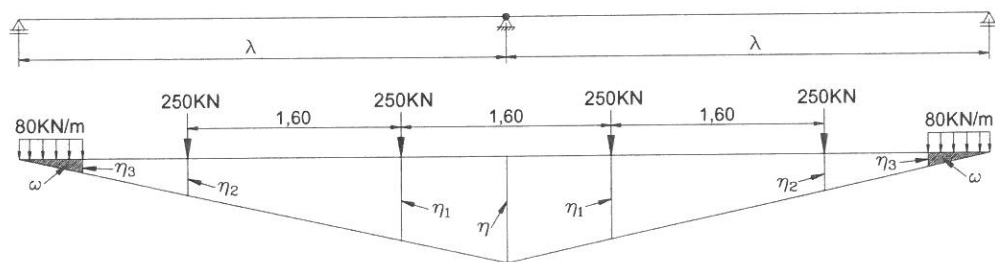
$$R_{\text{lonj}} := 2G_1 \cdot \lambda + 2G_I \cdot B + 2G_d \cdot \left[\sqrt{B^2 + \left(\frac{\lambda}{2}\right)^2} \right] + G_{\text{trav}} \cdot 7 + G_{\text{sina_mat}} \cdot \lambda = 33.628 \cdot \text{kN}$$

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

$$R_{\text{elem.adiacente}} := R_{\text{trotuar}} + R_{\text{lonj}} = 36.224 \cdot \text{kN}$$

1.5. Determinarea reactiunii pe antretoaza din convoiul de calcul LM71

Li Antretoaza curenta



Ordonatele liniei de influenta:

$$\eta := 1.00$$

$$\eta_{1a} := \frac{\eta}{\lambda} (\lambda - 0.8\text{m}) = 0.837$$

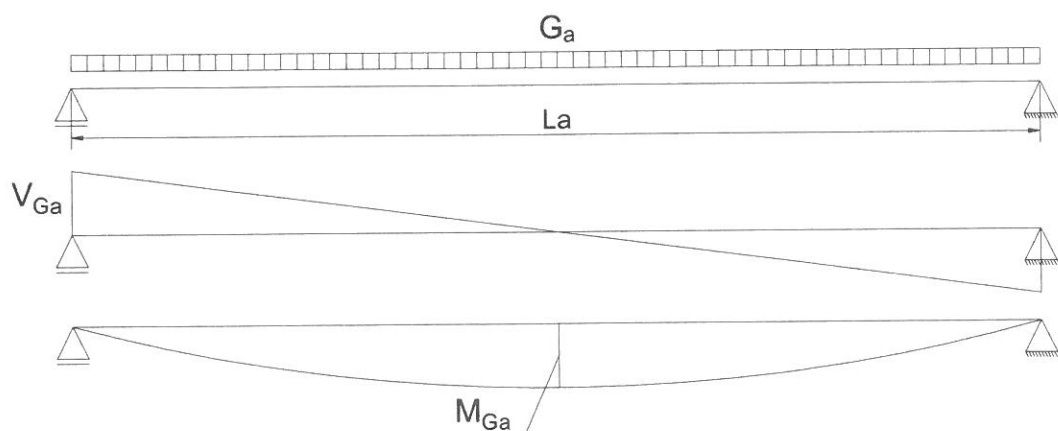
$$\eta_{3a} := \frac{\eta}{\lambda} (\lambda - 3.2\text{m}) = 0.347$$

$$\eta_{2a} := \frac{\eta}{\lambda} (\lambda - 2.4\text{m}) = 0.51$$

$$\omega_a := (\lambda - 3.2\text{m})^2 \cdot \frac{\eta}{\lambda} \cdot 0.5 = 0.295 \text{ m}$$

$$R_{\text{LM71}} := \frac{Q_{vk}}{2} (2\eta_{1a} + 2 \cdot \eta_{2a}) + \frac{q_{vk}}{2} (2 \cdot \omega_a) = 360.327 \cdot \text{kN}$$

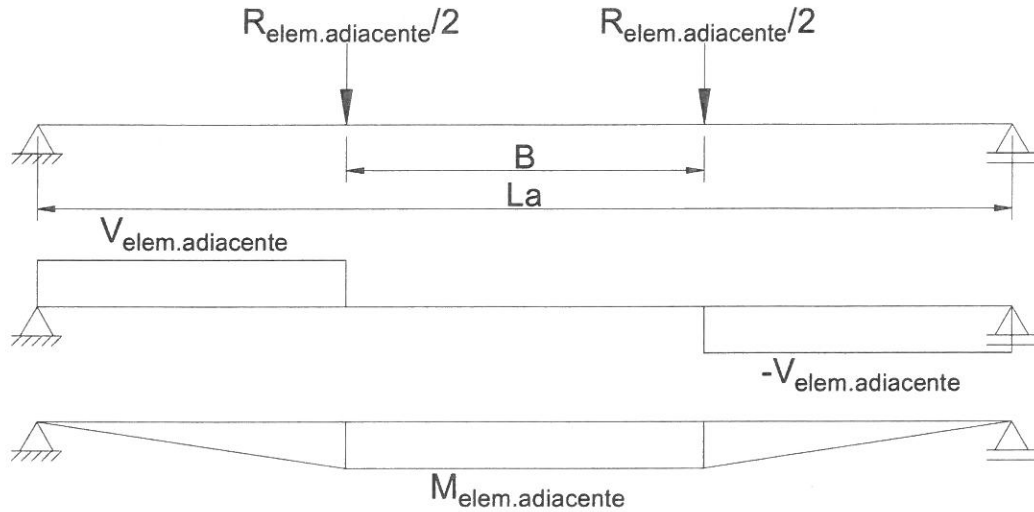
1.6. Diagrame de moment incovoietor si forta taietoare pe antretoaza din greutate proprie



$$M_{G_a} := \frac{G_a \cdot L_a^2}{8} = 5.313 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

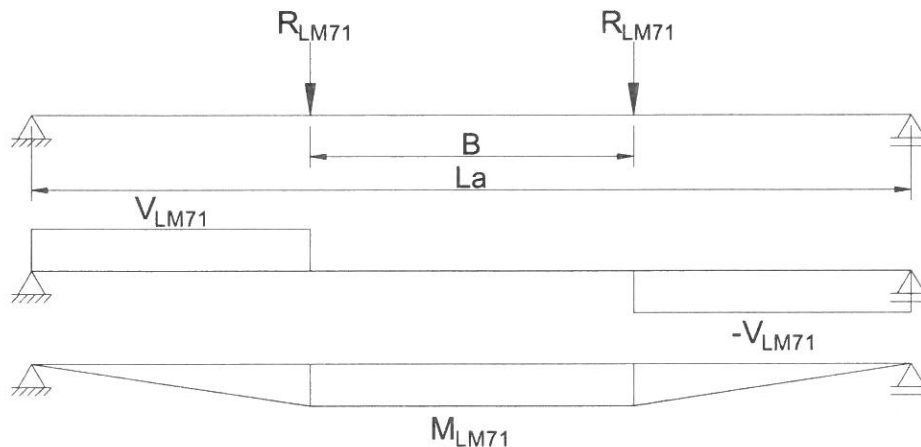
$$V_{G_a} := \frac{G_a \cdot L_a}{2} = 4.427 \cdot \text{kN}$$

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



$$M_{\text{elem.adiacente}} := \frac{R_{\text{elem.adiacente}}}{2} \cdot \frac{L_a - B}{2} = 27.168 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{\text{elem.adiacente}} := \frac{R_{\text{elem.adiacente}}}{2} = 18.112 \cdot \text{kN}$$

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



$$M_{\text{LM71}} := R_{\text{LM71}} \cdot \frac{L_a - B}{2} = 540.49 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{\text{LM71}} := R_{\text{LM71}} = 360.327 \cdot \text{kN}$$

1.9. Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \gamma_{Qi} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0$$

$$M_{\text{Ed}} := \gamma_G \cdot (M_{\text{Ga}} + M_{\text{elem.adiacente}}) + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot M_{\text{LM71}} = 829.834 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{\text{Ed}} := \gamma_G \cdot (V_{\text{Ga}} + V_{\text{elem.adiacente}}) + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot V_{\text{LM71}} = 554.108 \cdot \text{kN}$$

2. Stabilirea clasei sectiunii transversale (conform SREN 1991-1-1:2006 - Tabel 5.2)

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

-limita de curgere a oțelului S235,
echivalent cu OL37

$$\epsilon_{\text{max}} := \sqrt{\frac{235 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{f_y}} = 1$$

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 $\psi \leq -1$: $c/t \leq 62\epsilon(1 - \psi)\sqrt{-\psi}$			
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ϵ	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

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

2.1. Clasa inimii:

$$c_i := h_{ia} = 850 \text{ mm}$$

$$t_{ia} = 10 \text{ mm}$$

Clasa _{inimii} :=	1 if $\frac{c_i}{t_{ia}} \leq 72 \cdot \epsilon$	Clasa _{inimii} = 3
	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	

Tabelul 5.2 (continuare) - Rapoarte lătime-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	$c/t \leq 9\epsilon$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$			
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)		$c/t \leq 21\epsilon\sqrt{k_c}$				
3	$c/t \leq 14\epsilon$	pentru k_c a se vedea EN 1993-1-5				
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ϵ	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

2.2. Clasa talpii:

$$c_{ts} := \frac{b_{tsa1} - t_{ia}}{2} = 120 \cdot \text{mm} \quad t_{ts} := t_{tsa1} + t_{tsa2} = 30 \cdot \text{mm}$$

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

$$\text{Clasa}_{\text{sectiunii}} := \max(\text{Clasa}_{\text{mimij}}, \text{Clasa}_{\text{talpii}}) = 3$$

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

$$\text{CG}_A := \frac{b_{\text{tia2}} \cdot t_{\text{tia2}} \cdot \frac{t_{\text{tia2}}}{2} + b_{\text{tia1}} \cdot t_{\text{tia1}} \cdot \left(t_{\text{tia2}} + \frac{t_{\text{tia1}}}{2} \right) + h_{\text{ia}} \cdot t_{\text{ia}} \cdot \left(t_{\text{tia2}} + t_{\text{tia1}} + \frac{h_{\text{ia}}}{2} \right) + b_{\text{tsa1}} \cdot t_{\text{tsa1}} \cdot \left(t_{\text{tia1}} + t_{\text{tia2}} + h_{\text{ia}} + \frac{t_{\text{tsa1}}}{2} \right) + b_{\text{tsa2}} \cdot t_{\text{tsa2}} \cdot \left(t_{\text{tia1}} + t_{\text{tia2}} + h_{\text{ia}} + t_{\text{tsa1}} + \frac{t_{\text{tsa2}}}{2} \right)}{A_a} = 455 \cdot \text{mm}$$

$$e_{\text{CG}} := \left(t_{\text{tia2}} + t_{\text{tia1}} + \frac{h_{\text{ia}}}{2} \right) - \text{CG}_A = -0.000 \cdot \text{mm}$$

$$z_{\text{hias}} := \frac{\left(\frac{h_{\text{ia}}}{2} + e_{\text{CG}} \right)}{2} = 212.5 \cdot \text{mm}$$

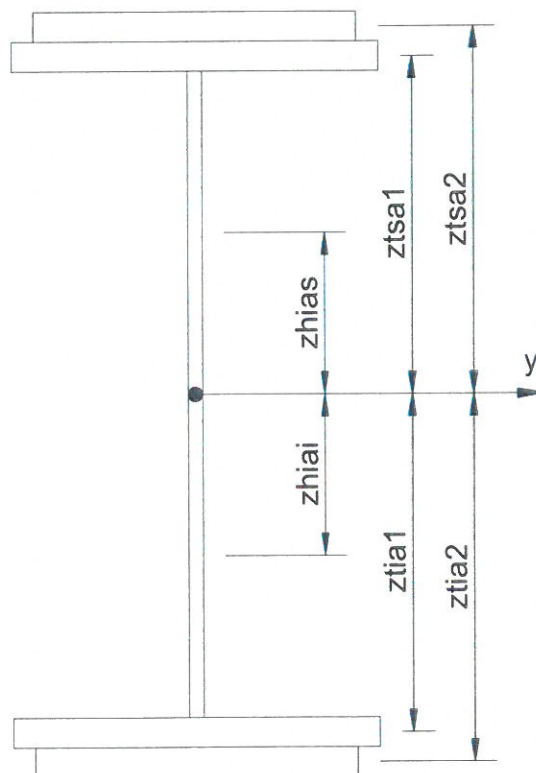
$$z_{\text{hiai}} := \frac{\left(\frac{h_{\text{ia}}}{2} - e_{\text{CG}} \right)}{2} = 212.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{\text{tsa1}} := \frac{h_{\text{ia}}}{2} + e_{\text{CG}} + \frac{t_{\text{tsa1}}}{2} = 440 \cdot \text{mm}$$

$$z_{\text{tia1}} := \frac{h_{\text{ia}}}{2} - e_{\text{CG}} + \frac{t_{\text{tia1}}}{2} = 440 \cdot \text{mm}$$

$$z_{\text{tsa2}} := \frac{h_{\text{ia}}}{2} + e_{\text{CG}} + t_{\text{tsa1}} + \frac{t_{\text{tsa2}}}{2} = 455 \cdot \text{mm}$$

$$z_{\text{tia2}} := \frac{h_{\text{ia}}}{2} - e_{\text{CG}} + t_{\text{tia1}} + \frac{t_{\text{tia2}}}{2} = 455 \cdot \text{mm}$$



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

$$I_{yA} := \frac{b_{\text{tia2}} \cdot t_{\text{tia2}}^3}{12} + b_{\text{tia2}} \cdot t_{\text{tia2}} \cdot z_{\text{tia2}}^2 + \frac{b_{\text{tia1}} \cdot t_{\text{tia1}}^3}{12} + b_{\text{tia1}} \cdot t_{\text{tia1}} \cdot z_{\text{tia1}}^2 + \frac{h_{\text{ia}}^3 \cdot t_{\text{ia}}}{12} + h_{\text{ia}} \cdot t_{\text{ia}} \cdot e_{\text{CG}}^2 + \frac{b_{\text{tsa1}} \cdot t_{\text{tsa1}}^3}{12} + b_{\text{tsa1}} \cdot t_{\text{tsa1}} \cdot z_{\text{tsa1}}^2 + \frac{b_{\text{tsa2}} \cdot t_{\text{tsa2}}^3}{12} + b_{\text{tsa2}} \cdot t_{\text{tsa2}} \cdot z_{\text{tsa2}}^2 \dots = 341689.583 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{yA} = 341689.583 \cdot \text{cm}^4$$

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

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

3.1. Verificarea la moment încovoietor

Relatia de verificare:
$$\frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1$$

$M_{Ed} = 829.834 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$

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

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

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

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

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

$y_{max} := CG_A = 455 \cdot \text{mm}$

$y_{min} := CG_A = 455 \cdot \text{mm}$

$W_{el} := \frac{I_{yA}}{CG_A} = 7510 \cdot \text{cm}^3$

$M_{c_Rd} := \frac{W_{el} f_y}{\gamma_{M0}} = 1764.77 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$

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

Relatia de verificare = "Se Verifica"

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

Relatie de verificare:

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}}$$

$\gamma_{Ff} := 1.00$

$\gamma_{Mf} := 1.35$

(conform **SREN 1993-1-9:2006, tabelul 3.1**)

Coeficientul dinamic (ϕ_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

$L_{\phi} := \frac{2 \cdot L_a}{m} = 9.6$

-lungimea "determinata" conform **tabel 6.2**

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.82 = 1.317$$

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

-conform SREN 1993-2:2007, punctul 9.4.1

λ - factorul echivalent de vătămare
 ϕ_2 - coeficientul dinamic echivalent
 $\Delta\sigma_p$ - ecartul de referinta

$$\Delta\sigma_p = |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}|$$

9.5.3 Factori echivalenți corespunzători vătămării λ pentru poduri de cale ferată

(1) Factorul echivalent corespunzător vătămării λ 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: λ_1 este un factor care ține seama de efectul vătămării din trafic și depinde de lungimea liniei de influență;

λ_2 este un factor care ține seama de volumul traficului;

λ_3 este un factor care ține seama de durata de viață proiectată a podului;

λ_4 este un factor pentru cazul în care elementul structural este încărcat de cel puțin două linii;

λ_{max} este valoarea maximă a factorului λ - luându-se în considerare limita de oboseală, a se vedea (9).

$$\lambda_1 := 1.028 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.3}$$

Tabelul 9.5 - λ_2

Trafic anual [10^6 t / track]	5	10	15	20	25	30	35	40	50
λ_2	0,72	0,83	0,90	0,96	1,00	1,04	1,07	1,10	1,15

$$\lambda_2 := 0.808 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.5 pentru un tonaj anual de } 9 \times 10^6$$

Tabelul 9.6 - λ_3

Durata de viață proiectată [ani]	50	60	70	80	90	100	120
λ_3	0,87	0,90	0,93	0,96	0,98	1,00	1,04

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

$$\lambda_4 := 1.00$$

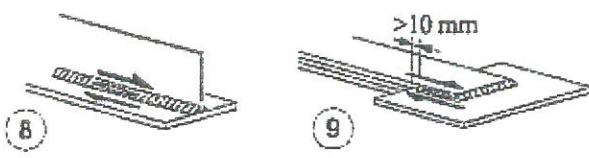
$$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.723$$

$$M_{Ed_SLUO} := M_{LM71} = 540.49 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Tabelul 9.3 - λ_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 80 reprezentat de suduri in colt dintre inima si talpi:

<p>80 m=5</p>		<p>8) Suduri în colț continue care transmit tensiuni de forfecare, cum sunt sudurile dintre inimă și tăpi la grinzile din table sudate.</p> <p>9) Îmbinări prin suprapunere cu sudură în colț.</p>
-------------------	--	--

$$\Delta\sigma_c := 80\text{MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 46.188\text{MPa}$$

$$z_{ob} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} = 425\text{mm}$$

$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_{yA}} \cdot z_{ob} = 67.227\text{MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 67.227\text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 63.973\text{MPa}$$

$$\text{Relatia}_{1_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia₁_verificare = "Nu se Verifica"

Intocmit,
ing. Andrei RADU



Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU



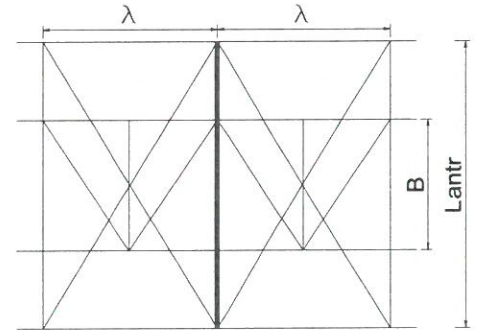

**Pod km 651+253, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.Z.C.J.N - deschidere 49.00m, Fir 2**

Breviar de calcul: Antretoaza curenta L=5.20m conform EUROCOD

In cadrul notei de calcul s-au considerat coeficienti de siguranta cu valoarea 1.00 pentru constructii existente verificate la conditii de exploatare.

1. Determinarea eforturilor in Antretoaza curenta

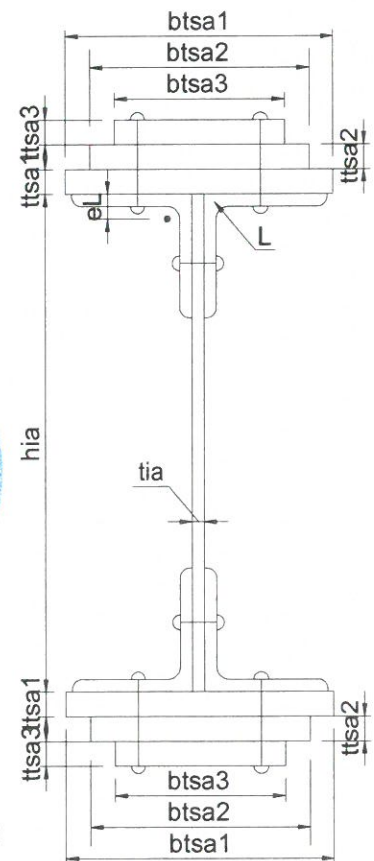
- $L_a := 5.20\text{m}$ -lungimea antretoazei
- $\lambda := 4.90\text{m}$ -distanța dintre antretoaze
- $\gamma_{ot} := 78.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ -greutatea specifica a otelului
- $B := 1.80\text{m}$ -distanța dintre lonjeroni



1.1. Evaluarea actiunilor:

1.1.a) Greutatea proprie a antretoazei

- $h_{ia} := 750\text{mm}$ -inaltimea inimii antretoazei
- $t_{ia} := 10\text{mm}$ -grosimea inimii antretoazei
- $b_{tsa1} := 270\text{mm}$ -latimea talpii superioare 1
- $t_{tsa1} := 15\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 1
- $b_{tsa2} := 270\text{mm}$ -latimea talpii superioare 2
- $t_{tsa2} := 15\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 2
- $b_{tsa3} := 0\text{mm}$ -latimea talpii superioare 3
- $t_{tsa3} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 3
- $b_{tia1} := 270\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 1
- $t_{tia1} := 15\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 1
- $b_{tia2} := 270\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 2
- $t_{tia2} := 15\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 2
- $b_{tia3} := 0\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 3
- $t_{tia3} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 3



Tipul profilului L: L100x100x10

$t_L := 10\text{mm}$ $A_{L100x100x10} := 19.2\text{cm}^2$ $I_L := 177\text{cm}^4$ $A_{Lc} := A_{L100x100x10}$
 $e_L := 2.82\text{cm}$

$A_a := h_{ia} \cdot t_{ia} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} + b_{tsa3} \cdot t_{tsa3} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} + b_{tia3} \cdot t_{tia3} + 4 \cdot A_{Lc} = 31380 \cdot \text{mm}^2$

$G_a := A_a \cdot \gamma_{ot} = 2.463 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

1.1.b) Greutatea proprie a lonjeronilor

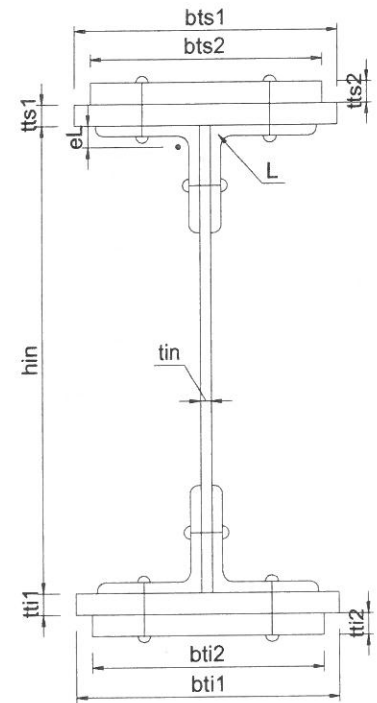
$h_{in} := 540\text{mm}$	-grosimea inimii
$t_{in} := 20\text{mm}$	-inaltimea inimii
$b_{ts1} := 240\text{mm}$	-grosimea talpii superioare 1
$t_{ts1} := 12\text{mm}$	-laltimea talpii superioare 1
$b_{ti1} := 240\text{mm}$	-grosimea talpii inferioare 1
$t_{ti1} := 12\text{mm}$	-laltimea talpii inferioare 1
$b_{ts2} := 0\text{mm}$	-grosimea talpii superioare 2
$t_{ts2} := 0\text{mm}$	-laltimea talpii superioare 2
$b_{ti2} := 0\text{mm}$	-grosimea talpii inferioare 2
$t_{ti2} := 0\text{mm}$	-laltimea talpii inferioare 2

Tipul profilului L: L80x80x8

$$t_L := 8\text{mm} \quad A_{L80x80x8} := 12.3\text{cm}^2 \quad A_{Lc.} := A_{L80x80x8}$$

$$A_L := b_{ts2} \cdot t_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} + h_{in} \cdot t_{in} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} + 4 \cdot A_{Lc.} = 214.8 \cdot \text{cm}^2$$

$$G_l := A_L \cdot \gamma_{ot} = 1.686 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



1.1.c) Greutatea proprie a contravantuirii lonjeronilor

Rigla panou de capat

$$A_{U200} := 32.20\text{cm}^2 \quad \text{-aria unui profil U200x75}$$

$$G_r := A_{U200} \cdot \gamma_{ot} = 0.253 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.d) Greutatea proprie a tablei striate

$$G_{ts} := 0.005\text{m} \cdot 1.35\text{m} \cdot \gamma_{ot} = 0.53 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.e) Greutatea proprie a traversei de lemn

$$\gamma_l := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{-greutatea specifica a lemnului}$$

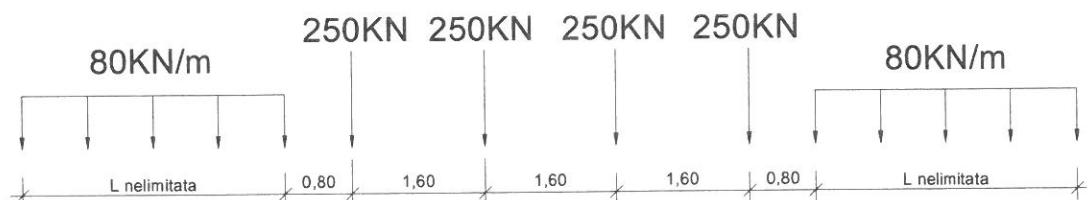
$$G_{trav} := 0.24\text{m} \cdot 0.24\text{m} \cdot 2.6\text{m} \cdot \gamma_l = 1.498 \cdot \text{kN}$$

1.1.f) Greutate sina S65 si prindere

$$G_{sina_mat} := 2.0 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.g) Convoiu de calcul LM71

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



Coeficientul dinamic (ϕ_3) (conform **SREN 1991-2:2005, punctul 6.4.5.2**)

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

-coeficientul dinamic pentru o cale intretinuta in conditii standard

$$L_\phi := \frac{2 \cdot L_a}{m} = 10.4$$

-lungimea "determinata" conform **tabel 6.2**

$$\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.73 = 1.444$$

1.2. Determinarea reactiunii pe antretoaza din greutatea permanenta a trotuarului

$$R_{\text{trotuar}} := G_{ts} \cdot \lambda = 2.596 \cdot \text{kN}$$

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

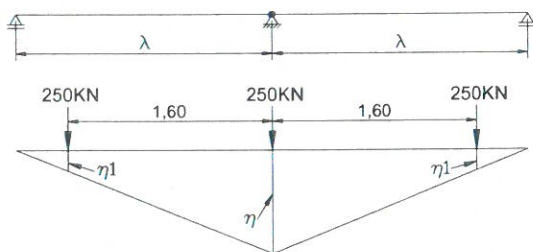
$$R_{\text{lonj}} := 2G_1 \cdot \lambda + 2G_r \cdot B + G_{\text{trav}} \cdot 6 + G_{\text{sin}_a \text{ mat}} \cdot \lambda = 36.22 \cdot \text{kN}$$

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

$$R_{\text{elem.adiacente}} := R_{\text{trotuar}} + R_{\text{lonj}} = 38.817 \cdot \text{kN}$$

1.5. Determinarea reactiunii pe antretoaza din convoiul de calcul LM71

L_i Antretoaza curenta



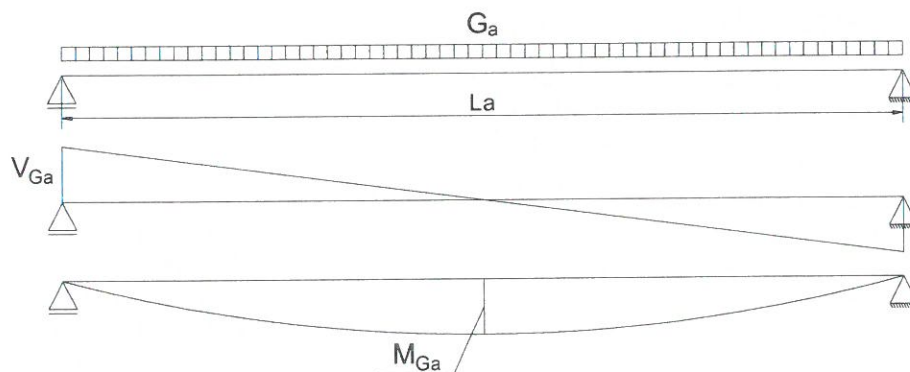
Ordonatele liniei de influenta:

$$\eta := 1.00$$

$$\eta_{1a} := \frac{\eta}{\lambda} (\lambda - 1.6\text{m}) = 0.673$$

$$R_{\text{LM71}} := \frac{Q_{vk}}{2} \cdot (\eta + 2 \cdot \eta_{1a}) = 293.367 \cdot \text{kN}$$

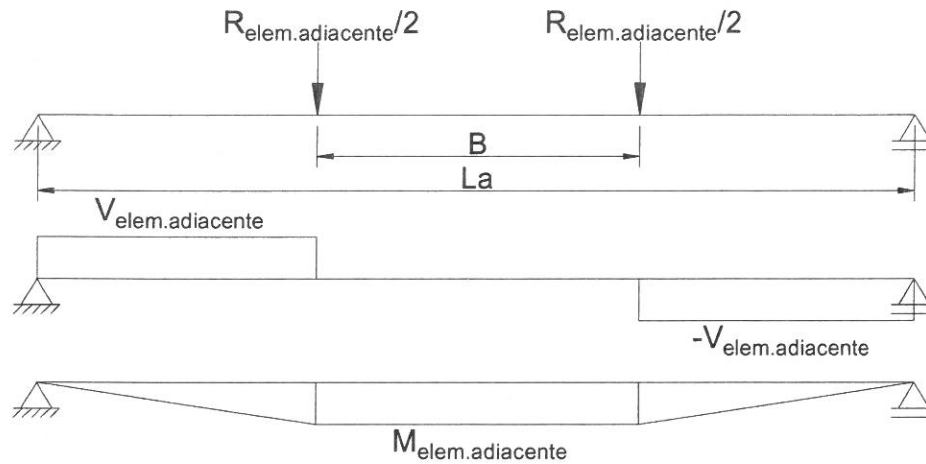
1.6. Diagrame de moment incovoiator si forta taietoare pe antretoaza din greutate proprie



$$M_{G_a} := \frac{G_a \cdot L_a^2}{8} = 8.326 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

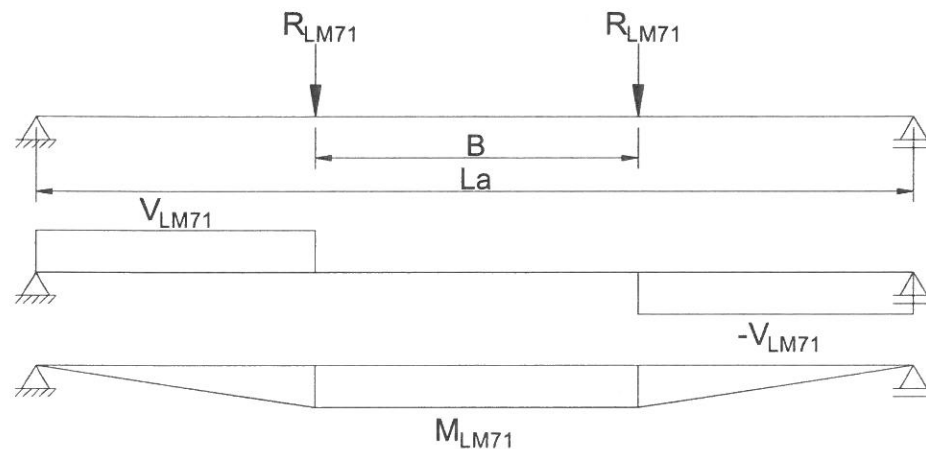
$$V_{G_a} := \frac{G_a \cdot L_a}{2} = 6.405 \cdot \text{kN}$$

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



$$M_{\text{elem.adiacente}} := \frac{R_{\text{elem.adiacente}}}{2} \cdot \frac{L_a - B}{2} = 32.994 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{\text{elem.adiacente}} := \frac{R_{\text{elem.adiacente}}}{2} = 19.408 \cdot \text{kN}$$

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



$$M_{\text{LM71}} := R_{\text{LM71}} \cdot \frac{L_a - B}{2} = 498.724 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{\text{LM71}} := R_{\text{LM71}} = 293.367 \cdot \text{kN}$$

1.9. *Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)*

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \gamma_{Qi} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0$$

$$M_{\text{Ed}} := \gamma_G \cdot (M_{\text{Ga}} + M_{\text{elem.adiacente}}) + \gamma_{Q1} \cdot \psi_0 \cdot M_{\text{LM71}} = 761.514 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{\text{Ed}} := \gamma_G \cdot (V_{\text{Ga}} + V_{\text{elem.adiacente}}) + \gamma_{Q1} \cdot \psi_0 \cdot V_{\text{LM71}} = 449.457 \cdot \text{kN}$$

2. *Stabilirea clasei sectiunii transversale (conform SREN 1991-1-1:2006 - Tabel 5.2)*

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

-limita de curgere a otelului S235,
echivalent cu OL37

$$\xi_{\text{M}} := \sqrt{\frac{235 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{f_y}} = 1$$

Tabelul 5.2- Rapoarte lătime-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	$c/t \leq 72\varepsilon$	$c/t \leq 33\varepsilon$	unde $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{396\varepsilon}{13\alpha - 1}$ unde $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{36\varepsilon}{\alpha}$	
2	$c/t \leq 83\varepsilon$	$c/t \leq 38\varepsilon$	unde $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{456\varepsilon}{13\alpha - 1}$ unde $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{41,5\varepsilon}{\alpha}$	
Distribuția tensiunilor în pereți (compresiune pozitivă)				
3	$c/t \leq 124\varepsilon$	$c/t \leq 42\varepsilon$	unde $\psi > -1$: $c/t \leq \frac{42\varepsilon}{0,67 + 0,33\psi}$ unde $\psi \leq -1$: $c/t \leq 62\varepsilon(1 - \psi)\sqrt{(-\psi)}$	
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355
	ε	1,00	0,92	0,81
				420
				0,75
				460
				0,71

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

2.1. Clasa inimii:

$c_i := h_{ia} = 750 \cdot \text{mm}$ $t_{ia} = 10 \cdot \text{mm}$

Clasa_{inimii} :=

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

Clasa_{inimii} = 2

$\lambda_1 := 1.028$ -prin interpolare din **tabelul 9.3**

Tabelul 9.5 - λ_2

Trafic anual [10^6 t/track]	5	10	15	20	25	30	35	40	50
λ_2	0,72	0,83	0,90	0,96	1,00	1,04	1,07	1,10	1,15

$\lambda_2 := 0.808$ -prin interpolare din **tabelul 9.5** pentru un tonaj anual de 9×10^6

Tabelul 9.6 - λ_3

Durata de viață proiectată [ani]	50	60	70	80	90	100	120
λ_3	0,87	0,90	0,93	0,96	0,98	1,00	1,04

$\lambda_3 := 0.87$ -pentru o durata de viata de 50 ani

$\lambda_4 := 1.00$


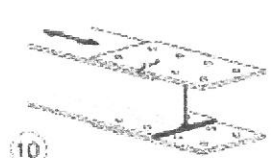

$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.723$

$M_{Ed_SLUO} := M_{LM71} = 498.724 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$

Tabelul 9.3 - λ_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 90-11 reprezentat de elemente structurale cu găuri supuse la încovoiere și forțe axiale

90		9) Îmbinări cu șuruburi calibrate cu eclise duble simetrice.	9) ... secțiunea netă.
		9) Îmbinări cu șuruburi nepretensionate injectate cu eclise suble simetrice	9) ... secțiunea netă.
		10) Îmbinări cu eclise exterioare cu șuruburi de înaltă rezistență pretensionate.	10) ... secțiunea brută.
		10) Îmbinări cu eclise exterioare cu șuruburi de pretensionate injectate.	10) ... secțiunea brută.
		11) Elemente structurale cu găuri supuse la încovoiere și forțe axiale	11) ... secțiunea netă.

$\Delta\sigma_c := 90 \text{ MPa}$

$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 51.962 \cdot \text{MPa}$

$$z_{ob} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} = 375 \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_{yA_net}} \cdot z_{ob} = 58.136 \cdot \text{MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 58.136 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 54.449 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Relatia}_{1_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_{1_verificare} = "Se Verifica"

Intocmit,
ing. Andrei RADU

Radu

Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU

Q



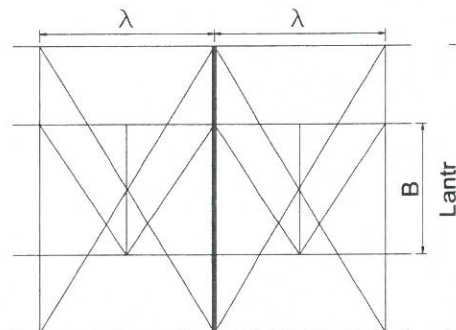
Pasaj inferior km 651+522, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.I.P.C.J.S - deschidere 15.10m

Breviar de calcul Antretoaza curenta L=4.80m conform EUROCOD

In cadrul notei de calcul s-au considerat coeficienti de siguranta cu valoarea 1.00 pentru constructii existente verificate la conditii de exploatare.

1. Determinarea eforturilor in Antretoaza curenta

- $L_a := 4.80m$ -lungimea antretoazei
- $\lambda := 3.85m$ -distanta dintre antretoaze
- $\gamma_{ot} := 78.5 \frac{kN}{m^3}$ -greutatea specifica a otelului
- $B := 1.50m$ -distanta dintre lonjeroni



1.1. Evaluarea actiunilor:

1.1.a) Greutatea proprie a antretoazei

- $h_{ia} := 580mm$ -inaltimea inimii antretoazei
- $t_{ia} := 10mm$ -grosimea inimii antretoazei
- $b_{tsa1} := 250mm$ -latimea talpii superioare 1
- $t_{tsa1} := 30mm$ -grosimea talpii superioare 1
- $b_{tsa2} := 0mm$ -latimea talpii superioare 2
- $t_{tsa2} := 0mm$ -grosimea talpii superioare 2
- $b_{tia1} := 250mm$ -latimea talpii inferioare 1
- $t_{tia1} := 30mm$ -grosimea talpii inferioare 1
- $b_{tia2} := 0mm$ -latimea talpii inferioare 2
- $t_{tia2} := 0mm$ -grosimea talpii inferioare 2

$$A_a := h_{ia} \cdot t_{ia} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} = 20800 \cdot mm^2$$

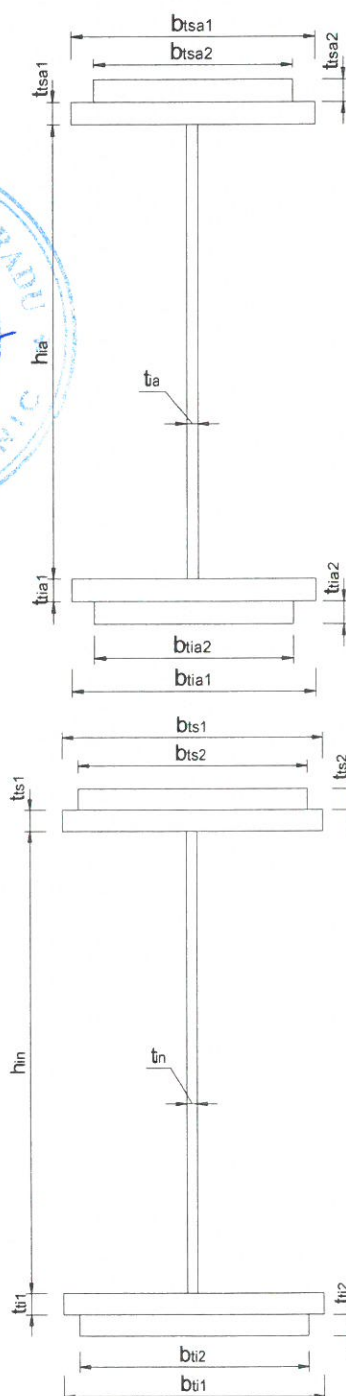
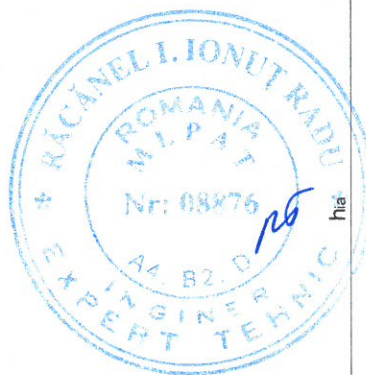
$$G_a := A_a \cdot \gamma_{ot} = 1.633 \cdot \frac{kN}{m}$$

1.1.b) Greutatea proprie a lonjeronilor

- $h_{in} := 380mm$ -inaltimea inimii
- $t_{in} := 10mm$ -grosimea inimii
- $b_{ts1} := 220mm$ -latimea talpii superioare 1
- $t_{ts1} := 20mm$ -grosimea talpii superioare 1
- $b_{ti1} := 220mm$ -latimea talpii inferioare 1
- $t_{ti1} := 20mm$ -grosimea talpii inferioare 1
- $b_{ts2} := 0mm$ -latimea talpii superioare 2
- $t_{ts2} := 0mm$ -grosimea talpii superioare 2
- $b_{ti2} := 0mm$ -latimea talpii inferioare 2
- $t_{ti2} := 0mm$ -grosimea talpii inferioare 2

$$A_L := b_{ts2} \cdot t_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} + h_{in} \cdot t_{in} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} = 12600 \cdot mm^2$$

$$G_L := A_L \cdot \gamma_{ot} = 0.989 \cdot \frac{kN}{m}$$



1.1.c) Greutatea proprie a contravanturii lonjeronilor

Rigla panou de capat

$$A_{U200} := 32.20 \text{ cm}^2 \quad \text{-aria unui profil U200x75}$$

$$G_r := A_{U200} \cdot \gamma_{ot} = 0.253 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Diagonala panou de capat

$$A_{L90x90x10} := 12.30 \text{ cm}^2 \quad \text{-aria unui profil L90x90x10}$$

$$G_d := A_{L90x90x10} \cdot \gamma_{ot} = 0.097 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.d) Greutatea proprie a tablei striate

$$G_{ts} := 0.005 \text{ m} \cdot 2.05 \text{ m} \cdot \gamma_{ot} = 0.805 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.e) Greutatea proprie a traversei de lemn

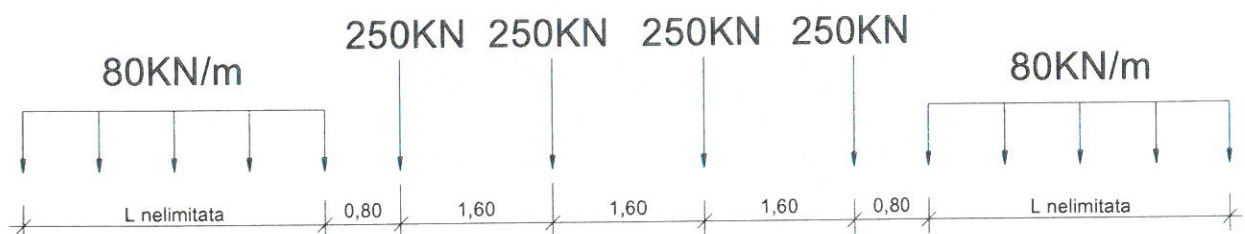
$$\gamma_l := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{-greutatea specifica a lemnului} \quad G_{trav} := 0.24 \text{ m} \cdot 0.24 \text{ m} \cdot 2.6 \text{ m} \cdot \gamma_l = 1.498 \cdot \text{kN}$$

1.1.f) Greutate sina S65 si material marunt cale

$$G_{sina_mat} := 0.7 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.g) Convoiul de calcul LM71

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



Coeficientul dinamic (ϕ_3) (conform SREN 1991-2:2005, punctul 6.4.5.2)

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

-coeficientul dinamic pentru o cale intretinuta in conditii standard

$$L_\phi := \frac{2 \cdot L_a}{m} = 9.6$$

-lungimea "determinata" conform tabel 6.2

$$\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi} - 0.2} + 0.73 = 1.475$$

1.2. Determinarea reacțiunii pe anteretoaza din greutatea permanenta a trotuarului

$$R_{\text{trotuar}} := G_{\text{ts}} \cdot \lambda = 3.098 \cdot \text{kN}$$

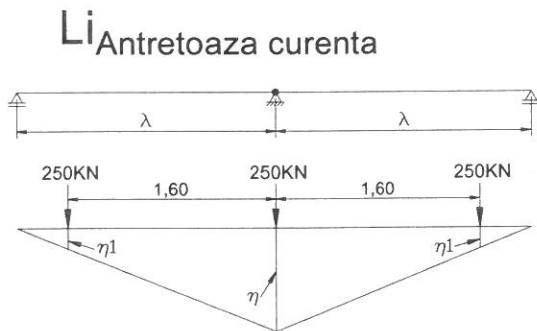
1.3. Determinarea reacțiunii pe antretoaza din greutatea permanenta a lonjeronului si a caili

$$R_{\text{lonj}} := 2G_1 \cdot \lambda + 2G_r \cdot B + 2G_d \cdot \left[\sqrt{B^2 + \left(\frac{\lambda}{2}\right)^2} \right] + G_{\text{trav}} \cdot 6 + G_{\text{sina_mat}} \cdot \lambda = 20.526 \cdot \text{kN}$$

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

$$R_{\text{elem.adiacente}} := R_{\text{trotuar}} + R_{\text{lonj}} = 23.624 \cdot \text{kN}$$

1.5. Determinarea reacțiunii pe antretoaza din convoiul de calcul LM71



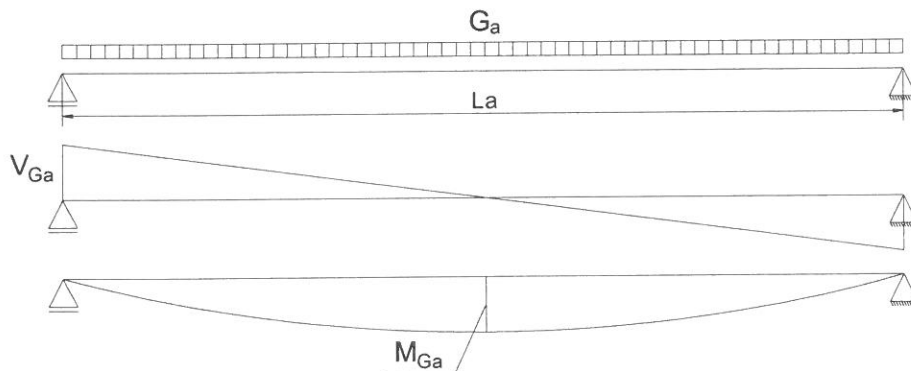
Ordonatele liniei de influenta:

$$\eta := 1.00$$

$$\eta_{1a} := \frac{\eta}{\lambda} (\lambda - 1.6\text{m}) = 0.584$$

$$R_{\text{LM71}} := \frac{Q_{\text{vk}}}{2} \cdot (\eta + 2 \cdot \eta_{1a}) = 271.104 \cdot \text{kN}$$

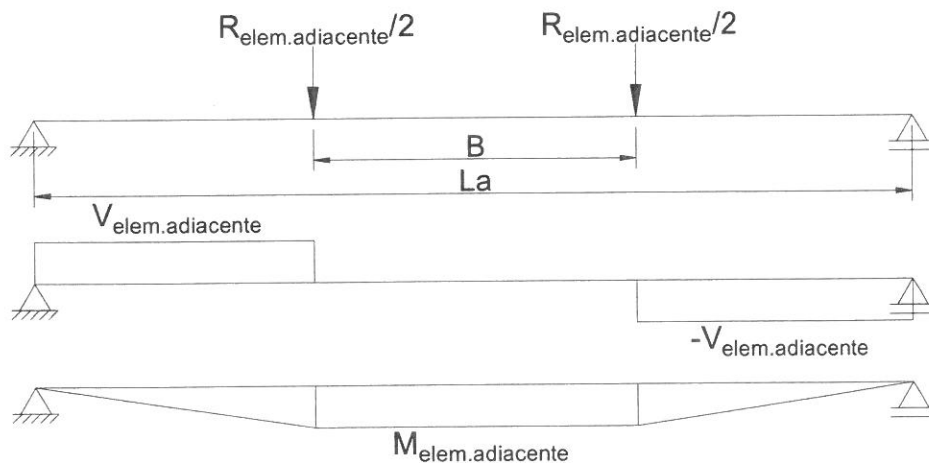
1.6. Diagrame de moment incovoietor si forta taietoare pe antretoaza din greutate proprie



$$M_{\text{Ga}} := \frac{G_a \cdot L_a^2}{8} = 4.702 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

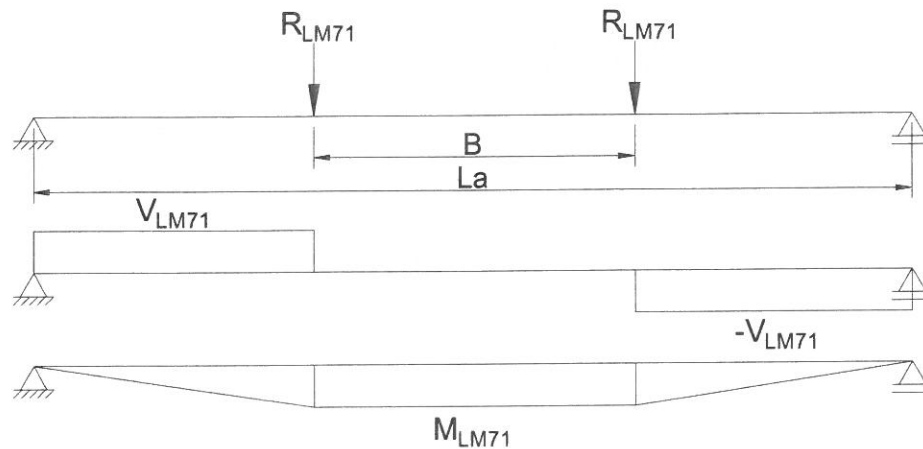
$$V_{\text{Ga}} := \frac{G_a \cdot L_a}{2} = 3.919 \cdot \text{kN}$$

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



$$M_{\text{elem.adiacente}} := \frac{R_{\text{elem.adiacente}}}{2} \cdot \frac{L_a - B}{2} = 19.49 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{\text{elem.adiacente}} := \frac{R_{\text{elem.adiacente}}}{2} = 11.812 \cdot \text{kN}$$

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



$$M_{LM71} := R_{LM71} \cdot \frac{L_a - B}{2} = 447.321 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{LM71} := R_{LM71} = 271.104 \cdot \text{kN}$$

1.9. *Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)*

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \gamma_{Qi} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0$$

$$M_{Ed} := \gamma_G \cdot (M_{Ga} + M_{\text{elem.adiacente}}) + \gamma_{Q1} \cdot \psi_0 \cdot M_{LM71} = 684.1 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed} := \gamma_G \cdot (V_{Ga} + V_{\text{elem.adiacente}}) + \gamma_{Q1} \cdot \psi_0 \cdot V_{LM71} = 415.675 \cdot \text{kN}$$

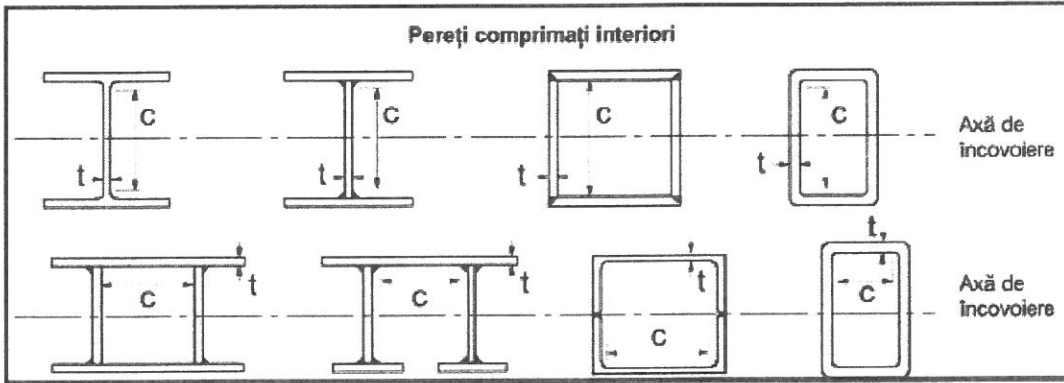
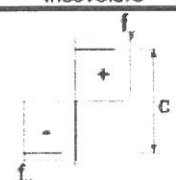
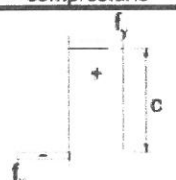
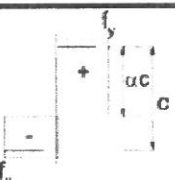
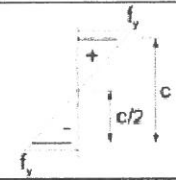
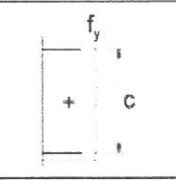
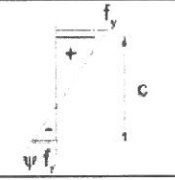
2. Stabilirea clasei secțiunii transversale (conform SREN 1991-1-1:2006 - Tabel 5.2)

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

-limita de curgere a oțelului S235,
echivalent cu OL37

$$\varepsilon_s := \sqrt{\frac{235 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{f_y}} = 1$$

Tabelul 5.2– Rapoarte lățime-grosime maxime pentru pereții comprimați

Pereți comprimați interiori						
						
Clasă	Perete supus la încovoiere	Perete supus la compresiune	Perete supus la încovoiere și compresiune			
Distribuția tensiunilor în pereți (compresiune pozitivă)						
1	$c/t \leq 72\varepsilon$	$c/t \leq 33\varepsilon$	unde $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{396c}{13\alpha - 1}$ unde $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{36c}{\alpha}$			
2	$c/t \leq 83\varepsilon$	$c/t \leq 38\varepsilon$	unde $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{456c}{13\alpha - 1}$ unde $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{41,5c}{\alpha}$			
Distribuția tensiunilor în pereți (compresiune pozitivă)						
3	$c/t \leq 124\varepsilon$	$c/t \leq 42\varepsilon$	unde $\psi > -1$: $c/t \leq \frac{42c}{0,67 + 0,33\psi}$ unde $\psi \leq -1$: $c/t \leq 62c(1 - \psi)\sqrt{-\psi}$			
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ε	1.00	0.92	0.81	0.75	0.71

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

2.1. Clasa inimii:

$$c_i := h_{ia} = 580 \cdot \text{mm} \quad t_{ia} = 10 \cdot \text{mm}$$

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

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

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	$c/t \leq 9\epsilon$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$			
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_σ a se vedea EN 1993-1-5				
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ϵ	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

2.2. Clasa talpii:

$$c_{ts} := \frac{b_{tsa1} - t_{ia}}{2} = 120 \cdot \text{mm} \quad t_{ts} := t_{tsa1} + t_{tsa2} = 30 \cdot \text{mm}$$

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

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

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

$$CG_A := \frac{b_{tia2} \cdot t_{tia2} \cdot \frac{t_{tia2}}{2} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} \cdot \left(t_{tia2} + \frac{t_{tia1}}{2} \right) + h_{ia} \cdot t_{ia} \cdot \left(t_{tia2} + t_{tia1} + \frac{h_{ia}}{2} \right) + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} \cdot \left(t_{tia1} + t_{tia2} + h_{ia} + \frac{t_{tsa1}}{2} \right) + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} \cdot \left(t_{tia1} + t_{tia2} + h_{ia} + t_{tsa1} + \frac{t_{tsa2}}{2} \right)}{A_a} = 320 \cdot \text{mm}$$

$$e_{CG} := \left(t_{tia2} + t_{tia1} + \frac{h_{ia}}{2} \right) - CG_A = -0.000 \cdot \text{mm}$$

$$z_{hias} := \frac{\left(\frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} \right)}{2} = 145 \cdot \text{mm}$$

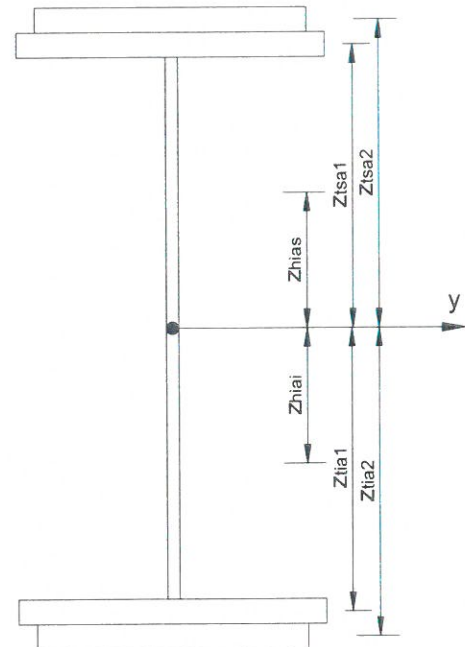
$$z_{hia1} := \frac{\left(\frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} \right)}{2} = 145 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tsa1} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + \frac{t_{tsa1}}{2} = 305 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tia1} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + \frac{t_{tia1}}{2} = 305 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tsa2} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + t_{tsa1} + \frac{t_{tsa2}}{2} = 320 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tia2} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + t_{tia1} + \frac{t_{tia2}}{2} = 320 \cdot \text{mm}$$



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

$$I_{yA} := \frac{b_{tia2} \cdot t_{tia2}^3}{12} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} \cdot z_{tia2}^2 + \frac{b_{tia1} \cdot t_{tia1}^3}{12} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} \cdot z_{tia1}^2 + \frac{h_{ia}^3 \cdot t_{ia}}{12} + h_{ia} \cdot t_{ia} \cdot e_{CG}^2 \dots = 155909.333 \cdot \text{cm}^4$$

$$+ \frac{b_{tsa1} \cdot t_{tsa1}^3}{12} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} \cdot z_{tsa1}^2 + \frac{b_{tsa2} \cdot t_{tsa2}^3}{12} + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} \cdot z_{tsa2}^2$$

$$I_{yA} = 155909.333 \cdot \text{cm}^4$$

3. Verificarea la Starea Limita Ultima - SLU (conform SREN 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:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1$$

$$M_{Ed} = 684.1 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

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

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

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

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

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

$$y_{max} := CG_A = 320 \cdot \text{mm}$$

$$y_{min} := CG_A = 320 \cdot \text{mm}$$

$$W_{pl} := b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} \cdot z_{tsa2} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} \cdot z_{tsa1} + \left(\frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} \right) \cdot t_{ia} \cdot z_{hia} = 2708 \cdot \text{cm}^3 \quad M_{c_Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 636.38 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Relatia de verificare :=

$$\begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia de verificare = "Nu se Verifica"

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

Relatie de verificare:

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta \sigma_{E2} \leq \frac{\Delta \sigma_c}{\gamma_{Mf}}$$

$$\gamma_{Ff} := 1.00$$

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

(conform SREN 1993-1-9:2006, tabelul 3.1)

Coeficientul dinamic (ϕ_2) (conform SREN 1991-2:2005, punctul 6.4.5.2)

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

-coeficientul dinamic pentru o cale intretinuta in conditii foarte bune

$$L_{\phi} := \frac{2 \cdot L_a}{m} = 9.6$$

-lungimea "determinata" conform tabel 6.2

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.82 = 1.317$$

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

-conform SREN 1993-2:2007, punctul 9.4.1

λ - factorul echivalent de vătămare

ϕ_2 - coeficientul dinamic echivalent

$\Delta\sigma_p$ - ecartul de referinta

$$\Delta\sigma_p = |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}|$$

9.5.3 Factori echivalenți corespunzători vătămării λ pentru poduri de cale ferată

(1) Factorul echivalent corespunzător vătămării λ 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: λ_1 este un factor care ține seama de efectul vătămării din trafic și depinde de lungimea liniei de influență;

λ_2 este un factor care ține seama de volumul traficului;

λ_3 este un factor care ține seama de durata de viață proiectată a podului;

λ_4 este un factor pentru cazul în care elementul structural este încărcat de cel puțin două linii;

λ_{max} este valoarea maximă a factorului λ - luându-se în considerare limita de oboseală, a se vedea (9).

$$\lambda_1 := 1.026 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.3}$$

Tabelul 9.5 - λ_2

Trafic anual [10^6 t / track]	5	10	15	20	25	30	35	40	50
λ_2	0,72	0,83	0,90	0,96	1,00	1,04	1,07	1,10	1,15

$$\lambda_2 := 0.808 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.5 pentru un tonaj anual de } 9 \times 10^6$$

Tabelul 9.6 - λ_3

Durata de viață proiectată [ani]	50	60	70	80	90	100	120
λ_3	0,87	0,90	0,93	0,96	0,98	1,00	1,04

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

$$\lambda_4 := 1.00$$

$$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.721$$

$$M_{Ed_SLUO} := M_{LM71} = 447.321 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Tabelul 9.3 - λ_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 80 reprezentat de suduri in colt dintre inima si talpi:

80 m=5		<p>8) Suduri în colț continue care transmit tensiuni de forfecare, cum sunt sudurile dintre inimă și tălpi la grinzile din table sudate.</p> <p>9) Îmbinări prin suprapunere cu sudură în colț.</p>
-----------	--	---

$$\Delta\sigma_c := 80\text{MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 46.188\text{MPa}$$

$$z_{ob} := \frac{h_{ja}}{2} + e_{CG} = 290\text{mm}$$

$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_{yA}} \cdot z_{ob} = 83.204\text{MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 83.204\text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 79.023\text{MPa}$$

$$\text{Relatia}_1_verificare := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia₁_verificare = "Nu se Verifica"

Intocmit,
ing. Andrei RADU

Radu

Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU

Q



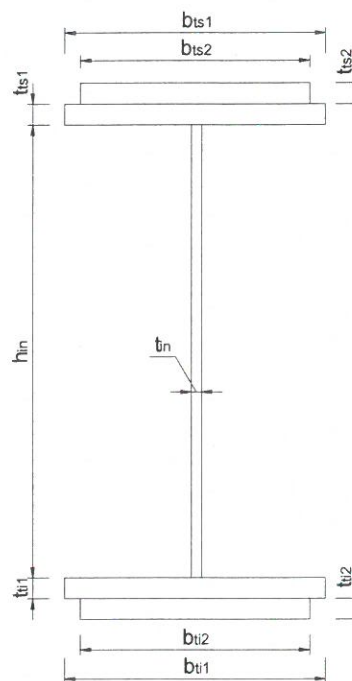
**Pasaj inferior km 651+522, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.I.P.C.J.S - deschidere 15.10m**

Breviar de calcul: Lonjeron curent L=3.85m conform EUROCOD

In cadrul notei de calcul s-au considerat coeficienti de siguranta cu valoarea 1.00 pentru constructii existente verificate la conditii de exploatare.

1. Caracteristicile sectiunii Lonjeronului curent

- $h_{in} := 380\text{mm}$ -inaltimea inimii
- $t_{in} := 10\text{mm}$ -grosimea inimii
- $b_{ts1} := 220\text{mm}$ -latimea talpii superioare 1
- $t_{ts1} := 20\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 1
- $b_{ti1} := 220\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 1
- $t_{ti1} := 20\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 1
- $b_{ts2} := 0\text{mm}$ -latimea talpii superioare 2
- $t_{ts2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 2
- $b_{ti2} := 0\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 2
- $t_{ti2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 2



1.1. Aria sectiunii transversale a lonjeronului curent:

$$A_L := b_{ts2} \cdot t_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} + h_{in} \cdot t_{in} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} = 126 \cdot \text{cm}^2$$

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

$$CG_L := \frac{b_{ti2} \cdot t_{ti2} \cdot \frac{t_{ti2}}{2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} \cdot \left(t_{ti2} + \frac{t_{ti1}}{2} \right) + h_{in} \cdot t_{in} \cdot \left(t_{ti2} + t_{ti1} + \frac{h_{in}}{2} \right) + b_{ts1} \cdot t_{ts1} \cdot \left(t_{ti1} + t_{ti2} + h_{in} + \frac{t_{ts1}}{2} \right) + b_{ts2} \cdot t_{ts2} \cdot \left(t_{ti1} + t_{ti2} + h_{in} + t_{ts1} + \frac{t_{ts2}}{2} \right)}{A_L} = 210 \cdot \text{mm}$$

$$e_{CG} := \left(t_{ti2} + t_{ti1} + \frac{h_{in}}{2} \right) - CG_L = -0.000 \cdot \text{mm}$$

$$z_{his} := \frac{\left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right)}{2} = 95 \cdot \text{mm}$$

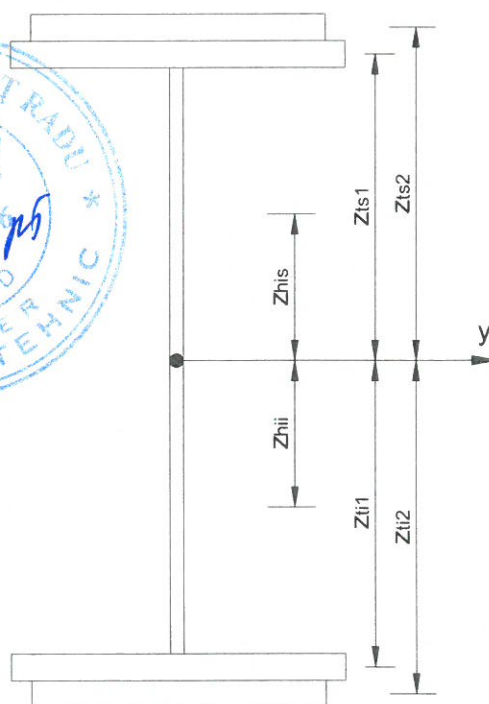
$$z_{hii} := \frac{\left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} \right)}{2} = 95 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ts1} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + \frac{t_{ts1}}{2} = 200 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ti1} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + \frac{t_{ti1}}{2} = 200 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ts2} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ts1} + \frac{t_{ts2}}{2} = 210 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ti2} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ti1} + \frac{t_{ti2}}{2} = 210 \cdot \text{mm}$$



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

$$I_{yL} := \frac{b_{ti2} \cdot t_{ti2}^3}{12} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} \cdot z_{ti2}^2 + \frac{b_{ti1} \cdot t_{ti1}^3}{12} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} \cdot z_{ti1}^2 + \frac{h_{in}^3 \cdot t_{in}}{12} + h_{in} \cdot t_{in} \cdot e_{CG}^2 \dots = 39802 \cdot \text{cm}^4$$

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

1.4. Determinarea modulelor de rezistenta:

$$W_{supL} := \frac{I_{yL}}{\left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ts1} + t_{ts2}\right)} = 1895 \cdot \text{cm}^3$$

$$W_{infL} := \frac{I_{yL}}{\left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ti1} + t_{ti2}\right)} = 1895 \cdot \text{cm}^3$$

2. Determinarea eforturilor in Lonjeronul curent

$L_{lonj} := 3.85\text{m}$ -lungimea lonjeronului

$B := 1.50\text{m}$ -distanta interax intre lonjeroni

2.1. Evaluarea actiunilor:

2.1.a) Greutatea permanenta

$\gamma_{lemn} := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ -Greutate specifica lemn

$\gamma_s := 78.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ -Greutate specifica otel

Greutati pe metru liniar:

$g_L := A_L \cdot \gamma_s = 0.989 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ - greutate lonjeron

$g_{sina} := 0.65 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ $g_{prindere} := 1.30 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

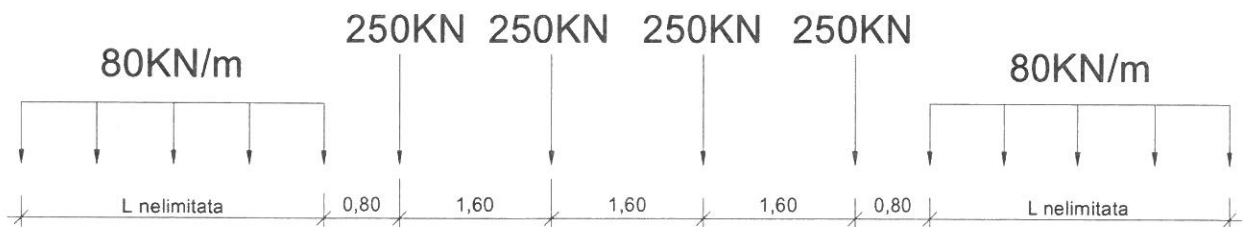
$g_{traversa} := 0.24\text{m} \cdot 0.24\text{m} \cdot 2.60\text{m} \cdot \gamma_{lemn} = 1.498 \cdot \text{kN}$

$g_{cale} := g_{sina} + 2g_{prindere} + \frac{2 \cdot g_{traversa}}{2} = 4.748 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$g_p := g_L + g_{cale} = 5.737 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

2.1.b) Convoiuil de calcul LM71

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



Coeficientul dinamic (ϕ_3) (conform SREN 1991-2:2005 - punctul 6.4.5.2)

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

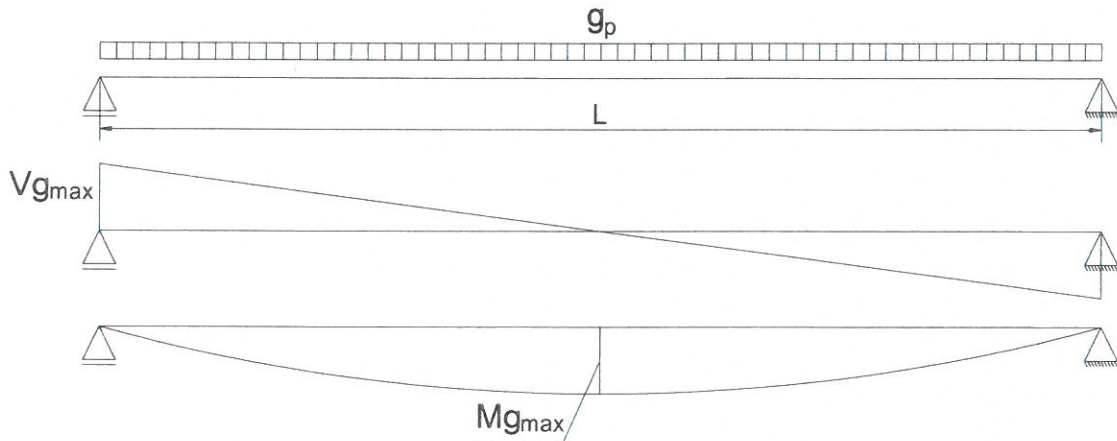
-coeficientul dinamic pentru o cale intretinuta in conditii standard

$$L_\phi := \frac{L_{lonj}}{m} + 3 = 6.85$$

-lungimea "determinata" conform tabel 6.2

$$\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.73 = 1.624$$

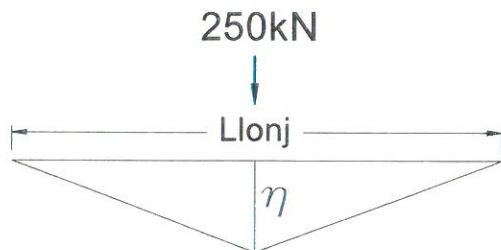
2.2. Diagrame de momente incovoietoare si forta taietoare din greutate permanenta



$$M_{gmax} := \frac{g_p \cdot L_{lonj}^2}{8} = 10.629 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{gmax} := \frac{g_p \cdot L_{lonj}}{2} = 11.043 \cdot \text{kN}$$

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

Linia de influenta a momentului incovoietor maxim:



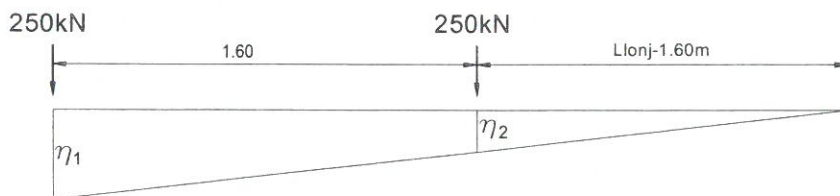
Ordonatele liniei de influenta a momentului incovoietor maxim:

$$\eta := 0.25 \cdot L_{lonj} = 0.963 \text{ m}$$

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

$$M_{maxLM71} := Q_{vk} \cdot e_{ex} \cdot \eta = 141.167 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Linia de influenta a fortei taietoare maxime:



Ordonatele liniei de influenta a fortei taietoare maxime:

$$\eta_1 := 1$$

$$\eta_2 := \frac{(L_{lonj} - 1.60\text{m})}{L_{lonj}} = 0.584$$

$$V_{maxLM71} := Q_{vk} \cdot e_{ex} \cdot (\eta_1 + \eta_2) = 232.381 \cdot \text{kN}$$

2.4. Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)

$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0 \quad C_T := e_{ex} = 0.587$

$M_{Ed} := \gamma_G \cdot M_{gmax} + \gamma_{Q1} \cdot \psi_0 \cdot C_T \cdot M_{maxLM71} = 145.09 \cdot kN \cdot m$

$V_{Ed} := \gamma_G \cdot V_{gmax} + \gamma_{Q1} \cdot \psi_0 \cdot C_T \cdot V_{maxLM71} = 232.386 \cdot kN$

3. Stabilitatea clasei sectiunii transversale (conform SREN 1991-1-1:2006 - Tabel 5.2)

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

SR EN 1993-1-1:2006

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

Tălpi în consolă						
		Secțiuni laminare		Secțiuni sudate		
Clasă	Perete supus la compresiune	Perete supus la încovilire și compresiune				
		Extremitate comprimată		Extremitate întinsă		
Distribuția tensiunilor în pereți (compresiune pozitivă)						
1	$c/t \leq 9\epsilon$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$
2	$c/t \leq 10\epsilon$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$
Distribuția tensiunilor în pereți (compresiune pozitivă)						
3	$c/t \leq 14\epsilon$	$c/t \leq 21\epsilon\sqrt{k_r}$ pentru k_r , a se vedea EN 1993-1-5				
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	α	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

$c_{in} := h_{in} = 380 \cdot mm \quad t_{in} = 10 \cdot mm$

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

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	$c/t \leq 124\epsilon$	$c/t \leq 42\epsilon$	$unde \psi > -1: c/t \leq \frac{42\epsilon}{0,67 + 0,33\psi}$ $unde \psi \leq -1^2: c/t \leq 62\epsilon(1 - \psi)\sqrt{-\psi}$			
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ϵ	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

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

$$c_{ts} := \frac{b_{ts1} - t_{in}}{2} = 105 \text{ mm} \quad t_{ts} := t_{ts1} + t_{ts2} = 20 \text{ mm}$$

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

$$Clasa_{secțiunii} := \max(Clasa_{inimii}, Clasa_{talpii}) = 1$$

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

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

Verificarea la moment incovoietor

Relatia de verificare:
$$\frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1$$

$$M_{Ed} = 145.09 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

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

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

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

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

$$y_{max} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{t1} + t_{t2} = 210 \cdot \text{mm} \quad y_{min} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{t1} + t_{t2} = 210 \cdot \text{mm}$$

$$W_{pl} := b_{ts2} \cdot t_{ts2} \cdot z_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} \cdot z_{ts1} + \left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right) \cdot t_{in} \cdot z_{his} = 1060 \cdot \text{cm}^3 \quad M_{c_Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 249.218 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} = \text{"Se Verifica"}$$

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

Relatie de verificare:

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}}$$

$$\gamma_{Ff} := 1.00 \quad \gamma_{Mf} := 1.35 \quad (\text{conform SREN 1993-1-9:2006, tabelul 3.1})$$

Coeficientul dinamic (ϕ_2) (conform SREN 1991-2:2005, punctul 6.4.5.2)

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

$$L_\phi := \frac{L_{lonj}}{m} + 3 = 6.85 \quad \text{-lungimea "determinata" conform tabel 6.2}$$

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_\phi} - 0.2} + 0.82 = 1.416$$

$$\Delta\sigma_{E2} = \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p \quad \text{-conform SREN 1993-2:2007, punctul 9.4.1}$$

λ - factorul echivalent de vatamare

ϕ_2 - coeficientul dinamic echivalent

$\Delta\sigma_p$ - ecartul de referinta

$$\Delta\sigma_p = |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}|$$

9.5.3 Factori echivalenți corespunzători vătămării λ pentru poduri de cale ferată

(1) Factorul echivalent corespunzător vătămării λ 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: λ_1 este un factor care ține seama de efectul vătămării din trafic și depinde de lungimea liniei de influență;

λ_2 este un factor care ține seama de volumul traficului;

λ_3 este un factor care ține seama de durata de viață proiectată a podului;

λ_4 este un factor pentru cazul în care elementul structural este încărcat de cel puțin două linii;

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

$$\lambda_1 := 0.76 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.3}$$

Tabelul 9.5 - λ_2

Trafic anual [10^6 t / track]	5	10	15	20	25	30	35	40	50
λ_2	0,72	0,83	0,90	0,96	1,00	1,04	1,07	1,10	1,15

$$\lambda_2 := 0.808 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.5 pentru un tonaj anual de } 9 \times 10^6$$

Tabelul 9.6 - λ_3

Durata de viață proiectată [ani]	50	60	70	80	90	100	120
λ_3	0,87	0,90	0,93	0,96	0,98	1,00	1,04

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

$$\lambda_4 := 1.00$$

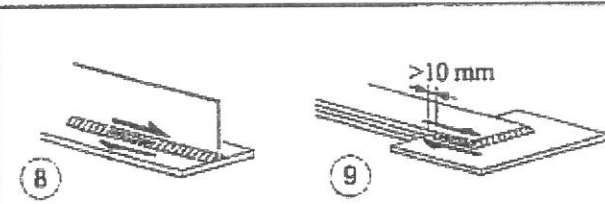
$$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.534$$

$$M_{Ed_SLUO} := M_{\max LM71} = 141.167 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Tabelul 9.3 - λ_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 80 reprezentat de suduri în colț dintre inima și talpi:

80 m=5		<p>8) Suduri în colț continue care transmit tensiuni de forfecare, cum sunt sudurile dintre inimă și tălpi la grinzile din table sudate.</p> <p>9) Îmbinări prin suprapunere cu sudură în colț.</p>
-----------	--	---

$$\Delta\sigma_c := 80 \text{ MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 46.188 \cdot \text{MPa}$$

$$z_{ob} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} = 190 \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_{yL}} \cdot z_{ob} = 67.388 \cdot \text{MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 67.388 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 50.969 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Relatia}_{1_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_{1_verificare} = "Se Verifica"

Intocmit,
ing. Andrei RADU



Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU



**Pasaj inferior km 652+980, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.I.P.C.J.S - deschidere 20.00m Fir 1**

Breviar de calcul: Grinda principala L=20.00m conform EUROCOD

In cadrul notei de calcul s-au considerat coeficienti de siguranta cu valoarea 1.00 pentru constructii existente verificate la conditii de exploatare.

1. Determinarea eforturilor in Grinda principala cu inima plina

- L := 20.00m -deschiderea podului
- B := 4.80m -distanța interax între grinzile principale
- h_w := 1890mm -înălțimea inimii grinzii

1.1. Evaluarea actiunilor:

1.1.a) Greutatea permanenta (conform fisei podului)

$$g_{sina} := 0.65 \frac{kN}{m} \quad g_{prindere} := 1.30 \frac{kN}{m} \quad \gamma_{lemn} := 10 \frac{kN}{m^3}$$

$$g_{traversa} := 0.24m \cdot 0.24m \cdot 2.60m \cdot \gamma_{lemn} = 1.498 \cdot kN$$

$$g_{cale} := 2g_{sina} + 2g_{prindere} + \frac{2 \cdot g_{traversa}}{1.0m} = 6.895 \cdot \frac{kN}{m}$$

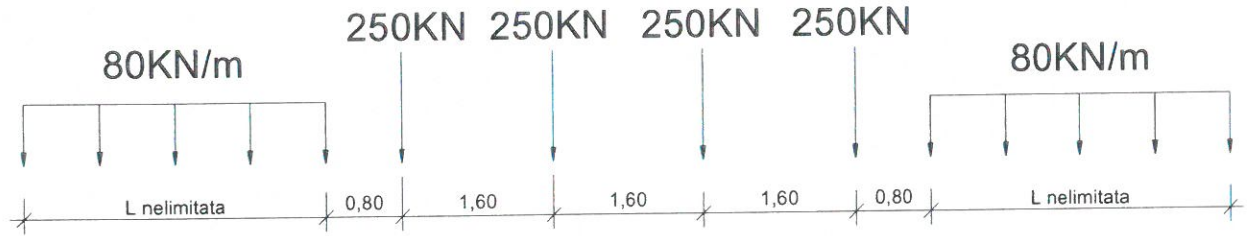
$$g_{sm_fisapod} := \frac{415 \cdot kN}{20.00m} = 20.75 \cdot \frac{kN}{m}$$

$$g_p := g_{sm_fisapod} + g_{cale} = 27.645 \cdot \frac{kN}{m}$$



1.1.b) Convoiu de calcul LM71

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



Coeficientul dinamic (φ₃) (conform SREN 1991-2:2005 - punctul 6.4.5.2)

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

$$L_\phi := \frac{L}{m} = 20 \quad \text{-lungimea "determinata" conform tabel 6.2}$$

$$\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.73 = 1.236$$

1.1.c) Actiunea vantului (SREN 1991-1-4:2006 - sectiunea 8)

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

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

Valoarea recomandata pentru densitatea aerului este de 1,25kg/m³ (Anexa Nationala - punct 4.5)

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

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

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

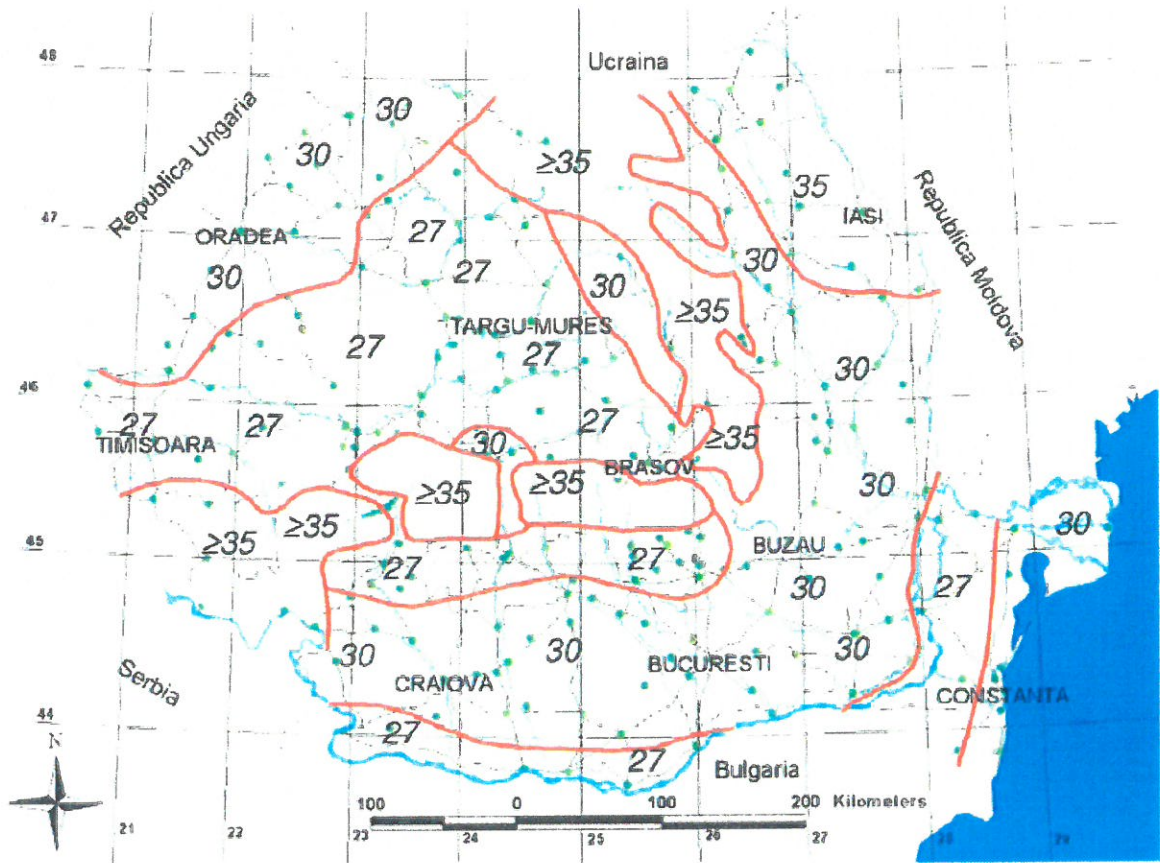
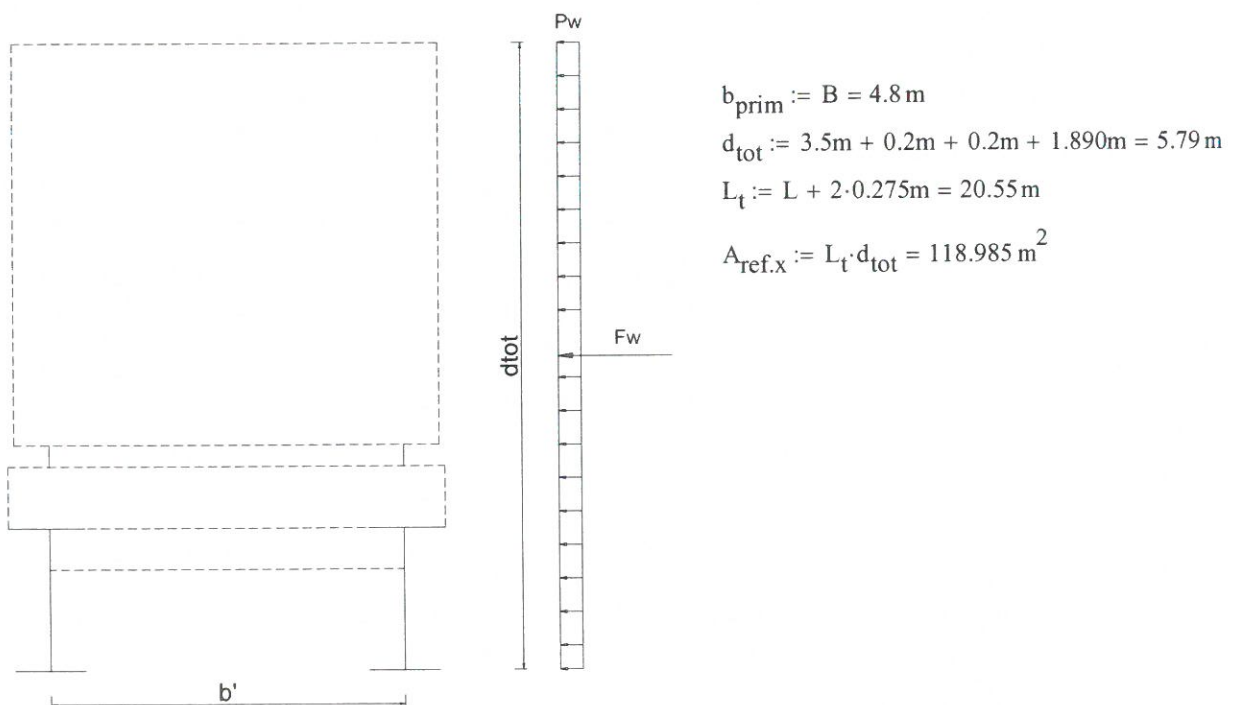


Figura 1(RO)- Harta de zonare a valorii fundamentale a vitezei de referință a vântului, $v_{b,0}$.



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

b/d_{tot}	$z_e \leq 20$ m	$z_e = 50$ 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 $c_{1,x}$ conform 8.3.1 (1) ;
- $c_0 = 1,0$;
- $k_1 = 1,0$.

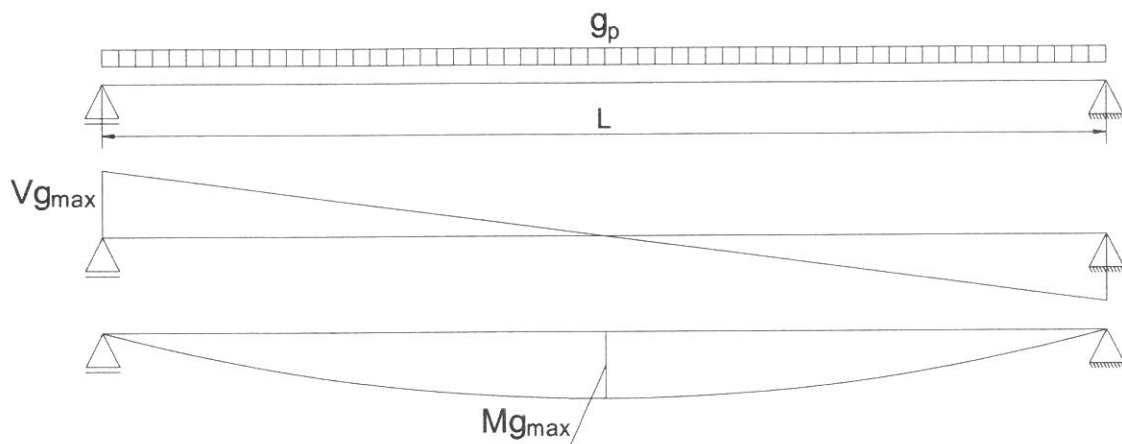
Pentru valori intermediare ale b/d_{tot} , și z_e se poate folosi interpolarea liniară.

$$\frac{b_{prim}}{d_{tot}} = 0.829 \quad C := 6.4086$$

$$F_w := \frac{1}{2} \cdot \rho_{aer} \cdot v_b^2 \cdot C \cdot A_{ref,x} = 428.92 \cdot \text{kN}$$

$$P_w := \frac{F_w}{A_{ref,x}} = 3.605 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

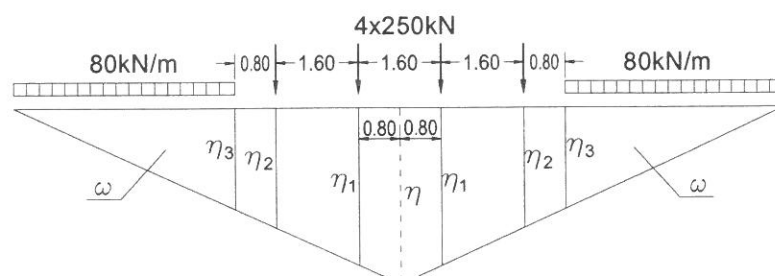
1.2. *Diagrame de momente incovoietoare si forta taietoare din greutate permanenta*



$$M_{gmax} := \frac{g_p \cdot L^2}{8} = 1382.26 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{gmax} := \frac{g_p \cdot L}{2} = 276.452 \cdot \text{kN}$$

1.3. *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:

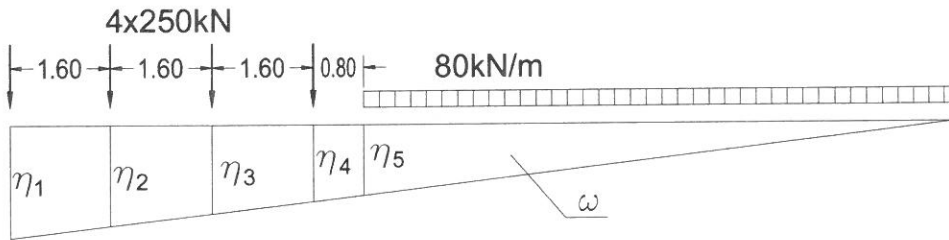
$$\eta := 0.25 \cdot L = 5 \text{ m}$$

$$\eta_{1m} := \frac{\eta}{0.5 \cdot L} \left(\frac{L}{2} - 0.8 \text{ m} \right) = 4.6 \text{ m} \quad \eta_{3m} := \frac{\eta}{0.5 \cdot L} \left(\frac{L}{2} - 3.2 \text{ m} \right) = 3.4 \text{ m}$$

$$\eta_{2m} := \frac{\eta}{0.5 \cdot L} \left(\frac{L}{2} - 2.4 \text{ m} \right) = 3.8 \text{ m} \quad \omega_m := \left(\frac{L}{2} - 3.2 \text{ m} \right)^2 \cdot \frac{\eta}{0.5 \cdot L} \cdot 0.5 = 11.56 \text{ m}^2$$

$$M_{\max LM71} := Q_{vk} \cdot 2 \cdot (\eta_{1m} + \eta_{2m}) + q_{vk} \cdot 2 \cdot \omega_m = 6049.6 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Linia de influenta a fortei taietoare maxime:



Ordonatele liniei de influenta a fortei taietoare maxime:

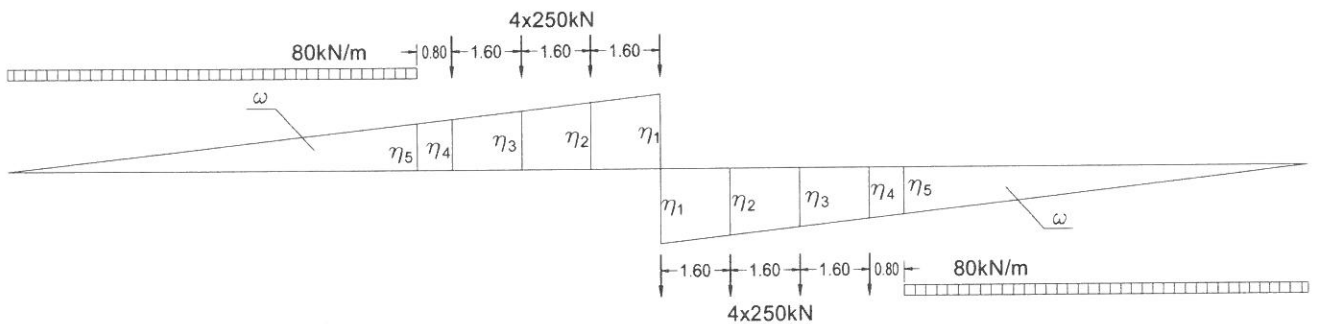
$$\eta_{1tm} := 1$$

$$\eta_{2tm} := \frac{\eta_{1tm}}{L} \cdot (L - 1.6 \text{ m}) = 0.92 \quad \eta_{4tm} := \frac{\eta_{1tm}}{L} \cdot (L - 4.8 \text{ m}) = 0.76 \quad \omega_{tm} := \frac{\eta_{1tm}}{L} \cdot (L - 5.6 \text{ m})^2 \cdot 0.5 = 5.184 \text{ m}$$

$$\eta_{3tm} := \frac{\eta_{1tm}}{L} \cdot (L - 3.2 \text{ m}) = 0.84 \quad \eta_{5tm} := \frac{\eta_{1tm}}{L} \cdot (L - 5.6 \text{ m}) = 0.72$$

$$V_{\max LM71} := Q_{vk} \cdot (\eta_{1tm} + \eta_{2tm} + \eta_{3tm} + \eta_{4tm}) + q_{vk} \cdot \omega_{tm} = 1.295 \times 10^3 \cdot \text{kN}$$

Linia de influenta a fortei taietoare din jumatarea deschiderii:



Ordonatele liniei de influenta a fortei din jumatarea deschiderii:

$$\eta_{1t} := 0.5$$

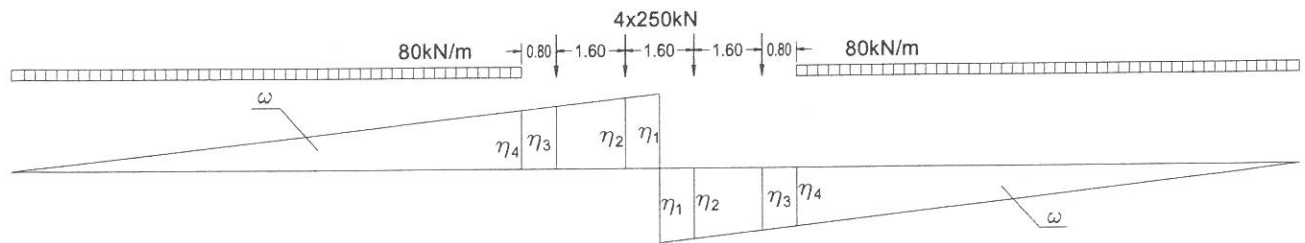
$$\eta_{2t} := \frac{\eta_{1t}}{0.5L} \cdot (0.5L - 1.6 \text{ m}) = 0.42 \quad \eta_{4t} := \frac{\eta_{1t}}{0.5L} \cdot (0.5L - 4.8 \text{ m}) = 0.26 \quad \omega_t := \frac{\eta_{1t}}{0.5L} \cdot (0.5L - 5.6 \text{ m})^2 \cdot 0.5 = 0.484 \text{ m}$$

$$\eta_{3t} := \frac{\eta_{1t}}{0.5L} \cdot (0.5L - 3.2 \text{ m}) = 0.34 \quad \eta_{5t} := \frac{\eta_{1t}}{0.5L} \cdot (0.5L - 5.6 \text{ m}) = 0.22$$

$$V_{\max 0.5L} := Q_{vk} \cdot (\eta_{1t} + \eta_{2t} + \eta_{3t} + \eta_{4t}) + q_{vk} \cdot \omega_t = 418.72 \cdot \text{kN}$$

$$V_{\min 0.5L} := Q_{vk} \cdot (-\eta_{1t} - \eta_{2t} - \eta_{3t} - \eta_{4t}) + q_{vk} \cdot -\omega_t = -418.72 \cdot \text{kN}$$

Linia de influenta a fortei taietoare corespunzatoare momentului maxim:



Ordonatele liniei de influenta a fortei taietoare corespunzatoare momentului incovoietor maxim:

$$\eta_{1tcmm} := 0.5$$

$$\eta_{2tcmm} := \frac{\eta_{1tcmm}}{0.5L} \cdot (0.5L - 0.8m) = 0.46 \quad \eta_{4tcmm} := \frac{\eta_{1tcmm}}{0.5L} \cdot (0.5L - 3.2m) = 0.34$$

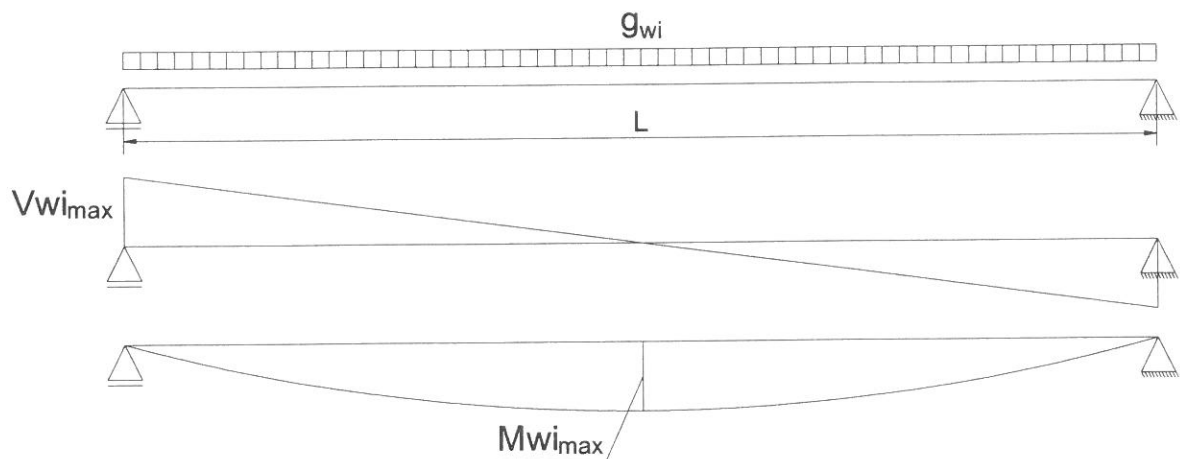
$$\eta_{3tcmm} := \frac{\eta_{1tcmm}}{0.5L} \cdot (0.5L - 2.4m) = 0.38 \quad \omega_{tcmm} := \frac{\eta_{1tcmm}}{0.5L} \cdot (0.5L - 3.2m)^2 \cdot 0.5 = 1.156m$$

$$V_{05L_{corespMmax}} := Q_{vk} \cdot (\eta_{2tcmm} + \eta_{3tcmm}) + q_{vk} \cdot \omega_{tcmm} = 302.48 \cdot kN$$

1.4. Diagrame de momente incovoietoare si forta taietoare din actiunea indirecta a vantului

$$h := d_{tot} = 5.79 \cdot m$$

$$q_{wi} := \frac{P_w \cdot h}{B} = 4.348 \cdot \frac{kN}{m}$$



$$M_{wimax} := \frac{q_{wi} \cdot L^2}{8} = 217.417 \cdot kN \cdot m \quad V_{wimax} := \frac{q_{wi} \cdot L}{2} = 43.483 \cdot kN$$

1.5. Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \gamma_{Qi} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0 \quad C_r := 0.5$$

$$M_{Ed} := \gamma_G \cdot M_{gmax} \cdot \frac{1}{2} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot M_{maxLM71} + \gamma_{Qi} \cdot \psi_0 \cdot M_{wimax} = 4645.995 \cdot kN \cdot m$$

$$V_{Ed} := \gamma_G \cdot V_{gmax} \cdot \frac{1}{2} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot V_{05L_{corespMmax}} + \gamma_{Qi} \cdot \psi_0 \cdot V_{wimax} = 368.582 \cdot kN$$

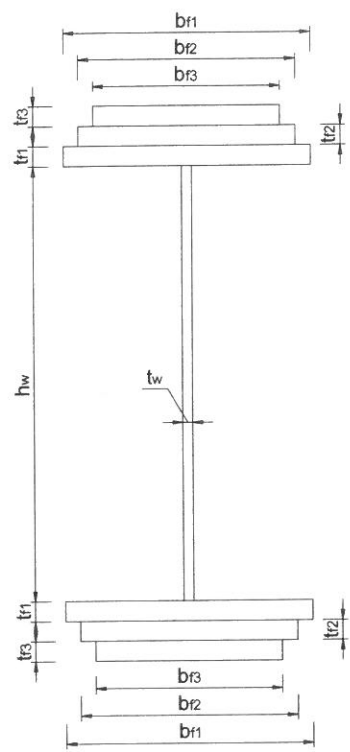
$$V_{Ed_reazem} := \gamma_G \cdot V_{gmax} \cdot \frac{1}{2} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot V_{maxLM71} + \gamma_{Qi} \cdot \psi_0 \cdot V_{wimax} = 981.589 \cdot kN$$

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

$f_y := 235 \frac{N}{mm^2}$ -limita de curgere a otelului S235, echivalent cu OL37

$\bar{\lambda} := \sqrt{\frac{235 \frac{N}{mm^2}}{f_y}} = 1$

- $t_w := 25mm$ -grosimea inimii
- $h_w = 1890mm$ -inaltimea inimii
- $t_{f1} := 25mm$ -grosimea talpii 1
- $b_{f1} := 320mm$ -laltimea talpii 1
- $t_{f2} := 25mm$ -grosimea talpii 2
- $b_{f2} := 280mm$ -laltimea talpii 2
- $t_{f3} := 0mm$ -grosimea talpii 3
- $b_{f3} := 0mm$ -laltimea talpii 3



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 compresie	Perete supus la încovoiere și compresie			
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 $\psi \leq -1$: $c/t \leq 62\epsilon(1 - \psi)\sqrt{-\psi}$			
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y ϵ	235 1,00	275 0,92	355 0,81	420 0,75	460 0,71

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

2.1. Clasa inimii:

$c_w := h_w = 1890 \cdot \text{mm}$ $t_w = 25 \cdot \text{mm}$

Clasa_{inimii} :=

- 1 if $\frac{c_w}{t_w} \leq 72 \cdot \epsilon$
- 2 if $72 \cdot \epsilon < \frac{c_w}{t_w} \leq 83 \cdot \epsilon$
- 3 if $83 \cdot \epsilon < \frac{c_w}{t_w} \leq 124 \cdot \epsilon$
- 4 otherwise

Clasa_{inimii} = 2

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

Tălpi în consolă						
		Secțiuni laminare		Secțiuni sudate		
Clasă	Perete supus la compresiune	Perete supus la încovoiere și compresiune				
		Extremitate comprimată		Extremitate întinsă		
Distribuția tensiunilor în pereți (compresiune pozitivă)						
1	$c/t \leq 9\epsilon$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{a}}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{a}}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{a}}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{a}}$
2	$c/t \leq 10\epsilon$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{a}}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{a}}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{a}}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{a}}$
Distribuția tensiunilor în pereți (compresiune pozitivă)						
3	$c/t \leq 14\epsilon$	$c/t \leq 21\epsilon\sqrt{k_{\sigma}}$ pentru k_{σ} , a se vedea EN 1993-1-5				
$\alpha = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	α	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

2.2. Clasa talpii:

$c_{ts} := \frac{b_{f1} - t_w}{2} = 147.5 \cdot \text{mm}$ $t_{ts} := t_{f1} + t_{f2} + t_{f3} = 50 \cdot \text{mm}$

Clasa_{talpii} :=

- 1 if $\frac{c_{ts}}{t_{ts}} \leq 9 \cdot \epsilon$
- 2 if $9 \cdot \epsilon < \frac{c_{ts}}{t_{ts}} \leq 10 \cdot \epsilon$
- 3 if $10 \cdot \epsilon < \frac{c_{ts}}{t_{ts}} \leq 14 \cdot \epsilon$
- 4 otherwise

Clasa_{talpii} = 1

Clasa_{secțiunii} := max(Clasa_{inimii}, Clasa_{talpii}) = 2

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

$$A_{f1} := b_{f1} \cdot t_{f1} = 8000 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{f2} := b_{f2} \cdot t_{f2} = 7000 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{f3} := b_{f3} \cdot t_{f3} = 0 \cdot \text{mm}^2 \quad A_w := h_w \cdot t_w = 47250 \cdot \text{mm}^2$$

$$z_y := \frac{A_{f3} \cdot \frac{t_{f3}}{2} + A_{f2} \cdot \left(t_{f3} + \frac{t_{f2}}{2} \right) + A_{f1} \cdot \left(t_{f3} + t_{f2} + \frac{t_{f1}}{2} \right) + A_w \cdot \left(t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + \frac{h_w}{2} \right) \dots}{2 \cdot (A_{f1} + A_{f2} + A_{f3}) + A_w} = 995 \cdot \text{mm}$$

$$z_{hws} := \frac{h_w}{4} = 472.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{hwi} := \frac{h_w}{4} = 472.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf1s} := \frac{h_w + t_{f1}}{2} = 957.5 \cdot \text{mm}$$

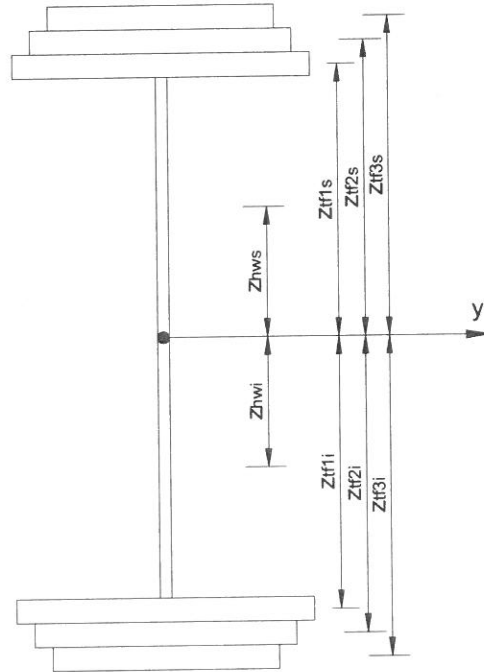
$$z_{tf1i} := \frac{h_w + t_{f1}}{2} = 957.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf2s} := \frac{h_w}{2} + t_{f1} + \frac{t_{f2}}{2} = 982.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf2i} := \frac{h_w}{2} + t_{f1} + \frac{t_{f2}}{2} = 982.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf3s} := \frac{h_w}{2} + t_{f1} + t_{f2} + \frac{t_{f3}}{2} = 995 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf3i} := \frac{h_w}{2} + t_{f1} + t_{f2} + \frac{t_{f3}}{2} = 995 \cdot \text{mm}$$



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

$$I_y := \frac{b_{f3} \cdot t_{f3}^3}{12} + A_{f3} \cdot z_{tf3i}^2 + \frac{b_{f2} \cdot t_{f2}^3}{12} + A_{f2} \cdot z_{tf2i}^2 + \frac{b_{f1} \cdot t_{f1}^3}{12} + A_{f1} \cdot z_{tf1i}^2 + \frac{t_w \cdot \left(\frac{h_w}{2} \right)^3}{12} + \frac{A_w}{2} \cdot z_{hwi}^2 \dots$$

$$+ \frac{t_w \cdot \left(\frac{h_w}{2} \right)^3}{12} + \frac{A_w}{2} \cdot z_{hws}^2 + \frac{b_{f1} \cdot t_{f1}^3}{12} + A_{f1} \cdot z_{tf1s}^2 + \frac{b_{f2} \cdot t_{f2}^3}{12} + A_{f2} \cdot z_{tf2s}^2 + \frac{b_{f3} \cdot t_{f3}^3}{12} + A_{f3} \cdot z_{tf3s}^2$$

$$I_y = 4224989.375 \cdot \text{cm}^4$$

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

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

3.1. Verificarea la moment încovoietor

Relatia de verificare: $\frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1$

$$M_{Ed} = 4651.235 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

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

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

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

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

$$y_{max} := z_y = 995 \cdot \text{mm}$$

$$y_{min} := z_y = 995 \cdot \text{mm}$$

$$W_{pl} := 2 \cdot \left(A_{f3} \cdot z_{tf3i} + A_{f2} \cdot z_{tf2i} + A_{f1} \cdot z_{tf1i} + \frac{A_w}{2} \cdot z_{hwi} \right) = 51400625 \cdot \text{mm}^3 \quad M_{c_Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 12079.147 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} = \text{"Se Verifica"}$$

3.2. Verificarea la forta taietoare

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

$$V_{Ed_reazem} = 982.637 \cdot \text{kN}$$

Pentru secțiunile din CLASA 1 sau 2:

$$V_{c_Rd} = V_{pl_Rd} = \frac{A_v \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}} \right)}{\gamma_{M0}}$$

A_v - aria de forfecare, care se calculeaza cu relatia

d) secțiuni sudate I, H sau cheson, efort paralel cu inima

$$\eta \sum (h_w t_w)$$

$$\eta := 1.00$$

$$A_v := \eta \cdot (h_w t_w) = 47250 \cdot \text{mm}^2$$

$$V_{pl_Rd} := \frac{A_v \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}} \right)}{\gamma_{M0}} = 6410.753 \cdot \text{kN}$$

$$V_{c_Rd} := V_{pl_Rd} = 6410.753 \cdot \text{kN}$$

$$\text{Relatia_de_verificare.} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{V_{Ed}}{V_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_de_verificare. = "Se Verifica"

4. Verificarea la Starea Limita de Serviciu - SLS (conform SREN 1993-2:2007, sectiunea 7.3)

4.1. Limitarea eforturilor unitare

Relatii de verificare:

$$\sigma_{Ed_serv} \leq \frac{f_y}{\gamma_{Mserv}}$$

$$\tau_{Ed_serv} \leq \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{Mserv}}$$

$$\sqrt{\sigma_{Ed_serv}^2 + 3 \cdot \tau_{Ed_serv}^2} \leq \frac{f_y}{\gamma_{Mserv}}$$

$\gamma_{Mserv} := 1$ conform SREN 1993-2:2007, sectiunea 7.3 - NOTA 2

$$M_{max_serv} := \frac{M_{gmax}}{2} + C_r \cdot \phi_3 \cdot M_{maxLM71} + M_{wimax} = 4645.995 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$y_{max} = 995 \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{Ed_serv} := \frac{M_{max_serv}}{I_y} \cdot y_{max} = 109.415 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Conditia1_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \sigma_{Ed_serv} \leq \frac{f_y}{\gamma_{Mserv}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia1_verificare = "Se Verifica"

$$V_{max_serv} := \frac{V_{gmax}}{2} + C_r \cdot \phi_3 \cdot V_{maxLM71} + V_{wimax} = 981.589 \cdot \text{kN}$$

$$\tau_{Ed_serv} := \frac{V_{max_serv}}{h_w \cdot t_w} = 20.774 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Conditia2_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \tau_{Ed_serv} \leq \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{Mserv}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia2_verificare = "Se Verifica"

$$V_{05L_corespMmax} = 302.48 \cdot \text{kN}$$

$$V_{max_serv.} := \frac{V_{gmax}}{2} + C_r \cdot \phi_3 \cdot V_{05L_corespMmax} + V_{wimax} = 368.582 \cdot \text{kN}$$

$$\tau_{Ed_serv.} := \frac{V_{max_serv.}}{h_w \cdot t_w} = 7.801 \cdot \text{MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{Ed_serv}^2 + 3 \cdot \tau_{Ed_serv.}^2} = 110.246 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Conditia3_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \sqrt{\sigma_{Ed_serv}^2 + 3 \cdot \tau_{Ed_serv.}^2} \leq \frac{f_y}{\gamma_{Mserv}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia3_verificare = "Se Verifica"

4.2. Limitarea zveltetii inimii

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{Ed_serv}}{k_{\sigma} \cdot \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1.1 \cdot \tau_{Ed_serv}}{k_{\tau} \cdot \sigma_E}\right)^2} \leq 1.1$$

$$\sigma_E := 190000 \text{ MPa} \cdot \left(\frac{t_w}{h_w}\right)^2 = 33.244 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Conditia}_4_verificare := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \sqrt{\left(\frac{\sigma_{Ed_serv}}{k_{\sigma} \cdot \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1.1 \cdot \tau_{Ed_serv}}{k_{\tau} \cdot \sigma_E}\right)^2} \leq 1.1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia₄_verificare = "Se Verifica"

4.3. Limitarea sagetii verticale

Relatie de verificare:

$$f = \frac{5.5 \cdot M_{LM1} \cdot L^2}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \frac{L}{500}$$

$E := 2.1 \cdot 10^5 \text{ MPa}$ modulul de elasticitate al otelului

$$\text{Conditia}_5_verificare := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{5.5 \cdot \frac{M_{\max LM71}}{2} \cdot L^2}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \frac{L}{500} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia₅_verificare = "Se Verifica"

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

Relatii de verificare:

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}}$$

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta\tau_{E2} \leq \frac{\Delta\tau_c}{\gamma_{Mf}}$$

$$\left(\frac{\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2}}{\frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}}}\right)^3 + \left(\frac{\gamma_{Ff} \cdot \Delta\tau_{E2}}{\frac{\Delta\tau_c}{\gamma_{Mf}}}\right)^5 \leq 1$$

$$\gamma_{Ff} := 1.00$$

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

(conform SREN 1993-1-9:2006, tabelul 3.1)

Coefficientul dinamic (ϕ_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

$$L_{\phi} := \frac{L}{m} = 20$$

-lungimea "determinata" conform tabel 6.2

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_{\phi} - 0.2}} + 0.82 = 1.157$$

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

-conform SREN 1993-2:2007, punctul 9.4.1

λ - factorul echivalent de vatamare

ϕ_2 - coeficientul dinamic echivalent

$\Delta\sigma_p$ - ecartul de referinta

$$\Delta\sigma_p = |\sigma_{p\max} - \sigma_{p\min}|$$

9.5.3 Factori echivalenți corespunzători vătămării λ pentru poduri de cale ferată

(1) Factorul echivalent corespunzător vătămării λ 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: λ_1 este un factor care ține seama de efectul vătămării din trafic și depinde de lungimea liniei de influență;

λ_2 este un factor care ține seama de volumul traficului;

λ_3 este un factor care ține seama de durata de viață proiectată a podului;

λ_4 este un factor pentru cazul în care elementul structural este încărcat de cel puțin două linii;

λ_{max} este valoarea maximă a factorului λ - luându-se în considerare limita de oboseală, a se vedea (9).

$$\lambda_1 := 0.67 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.3}$$

Tabelul 9.5 - λ_2

Trafic anual [10^6 t/track]	5	10	15	20	25	30	35	40	50
λ_2	0,72	0,83	0,90	0,96	1,00	1,04	1,07	1,10	1,15

$$\lambda_2 := 0.808 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.5 pentru un tonaj anual de } 9 \times 10^6$$

Tabelul 9.6 - λ_3

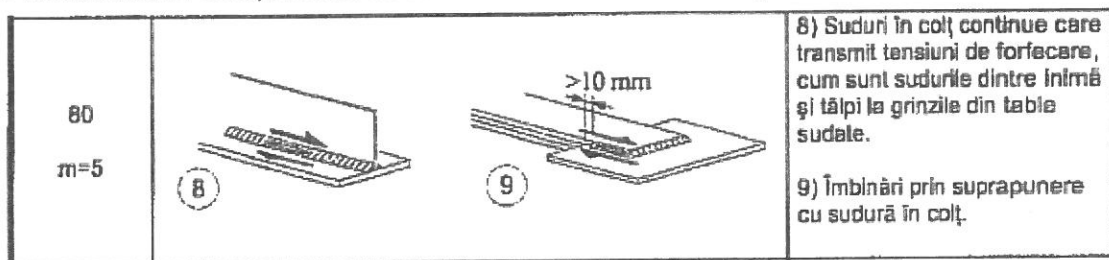
Durata de viață proiectată [ani]	50	60	70	80	90	100	120
λ_3	0,87	0,90	0,93	0,96	0,98	1,00	1,04

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

$$\lambda_4 := 1.00$$

$$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.471$$

Se verifica detaliul 80 reprezentat de suduri în colț dintre inima și talpi:



$$\Delta\sigma_c := 80 \text{ MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 46.188 \text{ MPa}$$

$$z_{ob} := \frac{h_w}{2} = 945 \text{ mm}$$

$$M_{Ed_SLUO} := C_r \cdot M_{maxLM71} = 3024.8 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_y} \cdot z_{ob} = 67.655 \text{ MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 67.655 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 36.869 \text{ MPa}$$

$$V_{Ed_SLUO} := C_r \cdot V_{05L_corespMmax} = 151.24 \cdot kN$$

$$S := A_{f1} \cdot z_{tf1i} + A_{f2} \cdot z_{tf2i} + A_{f3} \cdot z_{tf3i} + \frac{A_w}{2} \cdot z_{hwi} = 25700312.5 \cdot mm^3$$

$$\tau_{pmax} := \frac{V_{Ed_SLUO} \cdot S}{I_y \cdot t_w} = 3.68 \cdot MPa \quad \tau_{pmin} := 0$$

$$\Delta\tau_p := |\tau_{pmax} - \tau_{pmin}| = 3.68 \cdot MPa$$

$$\Delta\tau_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\tau_p = 2.005 \cdot MPa$$

$$\text{Relatia}_{1_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_{1_verificare} = "Se Verifica"

$$\text{Relatia}_{2_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\tau_{E2} \leq \frac{\Delta\tau_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

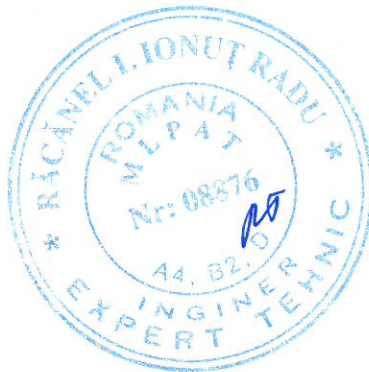
Relatia_{2_verificare} = "Se Verifica"

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

Relatia_{3_verificare} = "Se Verifica"

Intocmit,
ing. Andrei RADU

Andrei Radu



Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU

Claudiu Nedeanu

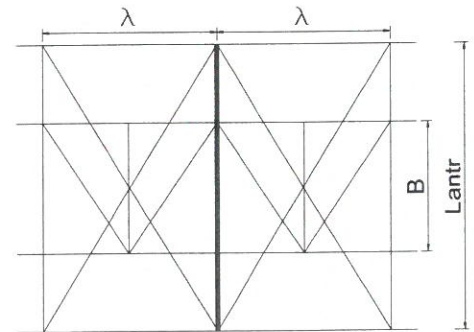
**Pasaj inferior km 652+980, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.I.P.C.J.S - deschidere 20.00m Fir 1**

Breviar de calcul Antretoaza curenta L=4.80m conform EUROCOD

In cadrul notei de calcul s-au considerat coeficientii de siguranta cu valoarea 1.00 pentru constructii existente verificate la conditii de exploatare.

1. Determinarea eforturilor in Antretoaza curenta

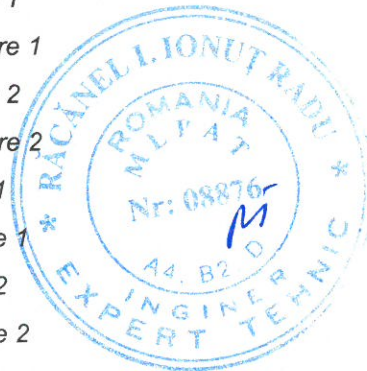
- $L_a := 4.80\text{m}$ -lungimea antretoazei
- $\lambda := 3.70\text{m}$ -distanta dintre antretoaze
- $\gamma_{ot} := 78.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ -greutatea specifica a otelului
- $B := 1.80\text{m}$ -distanta dintre lonjeroni



1.1. Evaluarea actiunilor:

1.1.a) Greutatea proprie a antretoazei

- $h_{ia} := 700\text{mm}$ -inaltimea inimii antretoazei
- $t_{ia} := 10\text{mm}$ -grosimea inimii antretoazei
- $b_{tsa1} := 250\text{mm}$ -latimea talpii superioare 1
- $t_{tsa1} := 25\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 1
- $b_{tsa2} := 0\text{mm}$ -latimea talpii superioare 2
- $t_{tsa2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 2
- $b_{tia1} := 250\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 1
- $t_{tia1} := 25\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 1
- $b_{tia2} := 0\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 2
- $t_{tia2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 2



$$A_a := h_{ia} \cdot t_{ia} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} = 19500 \cdot \text{mm}^2$$

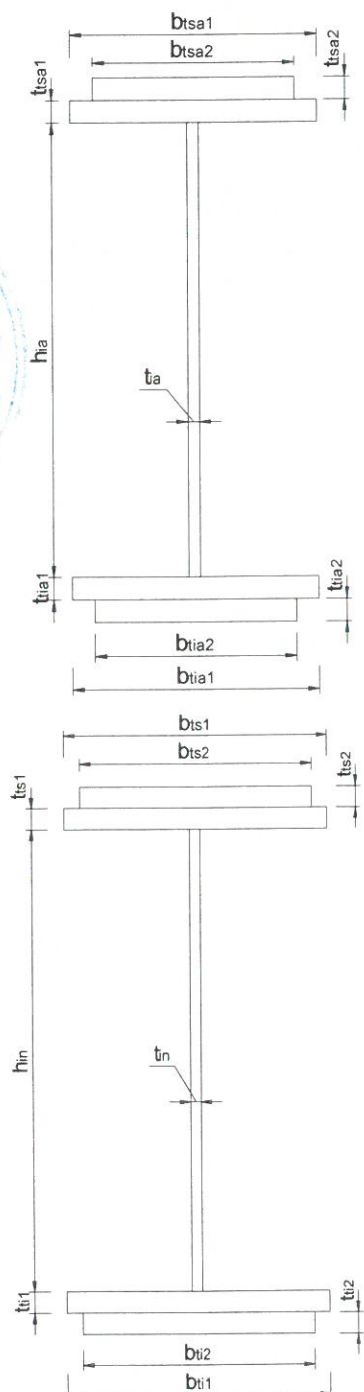
$$G_a := A_a \cdot \gamma_{ot} = 1.531 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.b) Greutatea proprie a lonjeronilor

- $h_{in} := 360\text{mm}$ -inaltimea inimii
- $t_{in} := 10\text{mm}$ -grosimea inimii
- $b_{ts1} := 220\text{mm}$ -latimea talpii superioare 1
- $t_{ts1} := 20\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 1
- $b_{ti1} := 220\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 1
- $t_{ti1} := 20\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 1
- $b_{ts2} := 0\text{mm}$ -latimea talpii superioare 2
- $t_{ts2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 2
- $b_{ti2} := 0\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 2
- $t_{ti2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 2

$$A_L := b_{ts2} \cdot t_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} + h_{in} \cdot t_{in} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} = 12400 \cdot \text{mm}^2$$

$$G_L := A_L \cdot \gamma_{ot} = 0.973 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



1.1.c) Greutatea proprie a contravanturii lonjeronilor

Rigla panou de capat

$$A_{U200} := 32.20\text{cm}^2 \quad \text{-aria unui profil U200x75}$$

$$G_r := A_{U200} \cdot \gamma_{ot} = 0.253 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Diagonala panou de capat

$$A_{L90x90x10} := 17.10\text{cm}^2 \quad \text{-aria unui profil L90x90x10}$$

$$G_d := A_{L90x90x10} \cdot \gamma_{ot} = 0.134 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.d) Greutatea proprie a tablei striate

$$G_{ts} := 0.005\text{m} \cdot 2.06\text{m} \cdot \gamma_{ot} = 0.809 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.e) Greutatea proprie a traversei de lemn

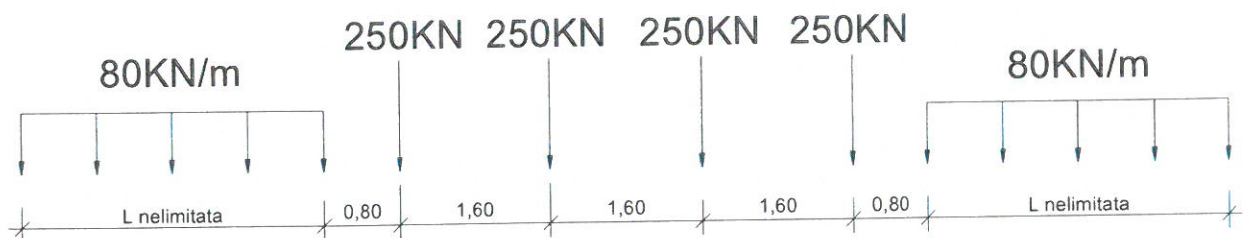
$$\gamma_l := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{-greutatea specifica a lemnului} \quad G_{trav} := 0.24\text{m} \cdot 0.24\text{m} \cdot 2.6\text{m} \cdot \gamma_l = 1.498 \cdot \text{kN}$$

1.1.f) Greutate sina S65 si material marunt cale

$$G_{sina_mat} := 0.7 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.g) Convoiul de calcul LM71

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



Coeficientul dinamic (ϕ_3) (conform SREN 1991-2:2005, punctul 6.4.5.2)

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

$$L_\phi := \frac{2 \cdot L_a}{m} = 9.6 \quad \text{-lungimea "determinata" conform tabel 6.2}$$

$$\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi} - 0.2} + 0.73 = 1.475$$

1.2. Determinarea reactiunii pe anteretoaza din greutatea permanenta a trotuarului

$$R_{trotuar} := G_{ts} \cdot \lambda = 2.992 \cdot \text{kN}$$

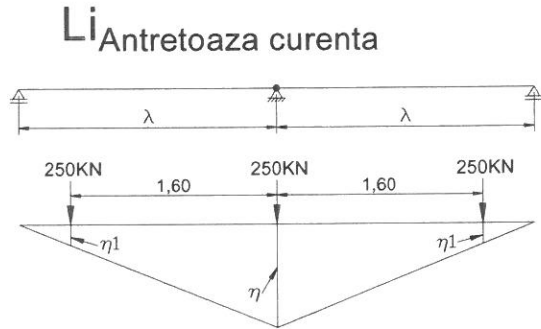
1.3. Determinarea reactiunii pe antretoaza din greutatea permanenta a lonjeronului si a caili

$$R_{lonj} := 2G_I \cdot \lambda + 2G_I \cdot B + 2G_d \cdot \left[\sqrt{B^2 + \left(\frac{\lambda}{2}\right)^2} \right] + G_{trav} \cdot 6 + G_{sina_mat} \cdot \lambda = 20.382 \cdot kN$$

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

$$R_{elem.adiacente} := R_{trotuar} + R_{lonj} = 23.373 \cdot kN$$

1.5. Determinarea reactiunii pe antretoaza din convoiul de calcul LM71



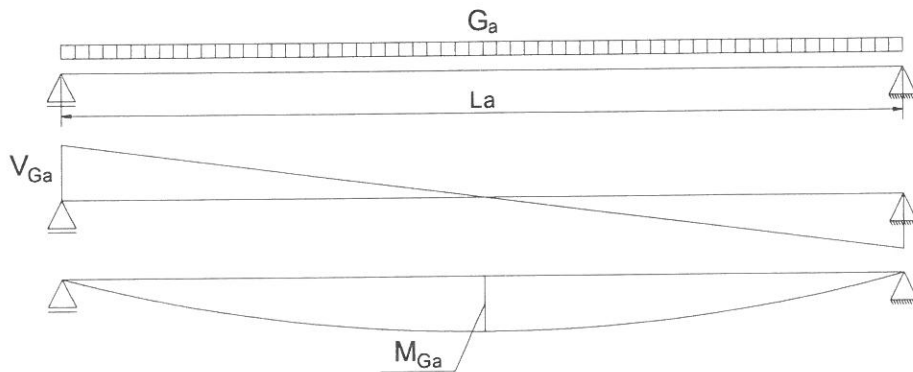
Ordonatele liniei de influenta:

$$\eta := 1.00$$

$$\eta_{1a} := \frac{\eta}{\lambda} (\lambda - 1.6m) = 0.568$$

$$R_{LM71} := \frac{Q_{vk}}{2} \cdot (\eta + 2 \cdot \eta_{1a}) = 266.892 \cdot kN$$

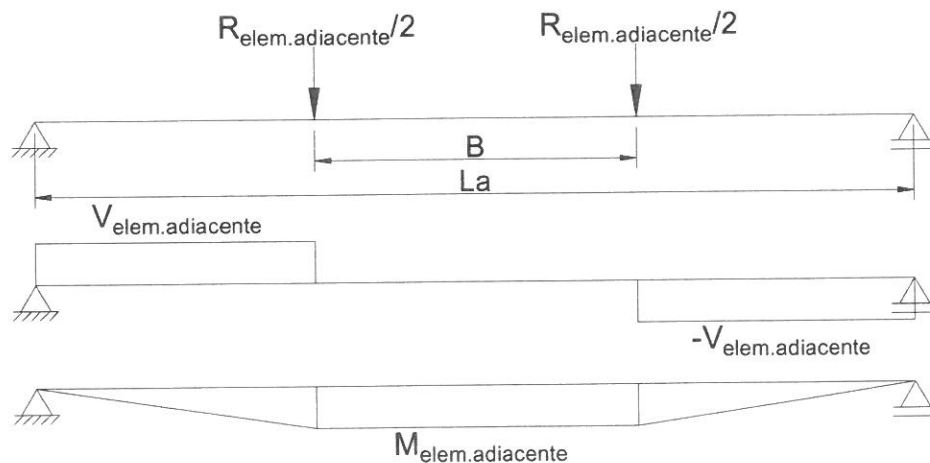
1.6. Diagrame de moment incovoietor si forta taietoare pe antretoaza din greutate proprie



$$M_{Ga} := \frac{G_a \cdot L_a^2}{8} = 4.409 \cdot kN \cdot m$$

$$V_{Ga} := \frac{G_a \cdot L_a}{2} = 3.674 \cdot kN$$

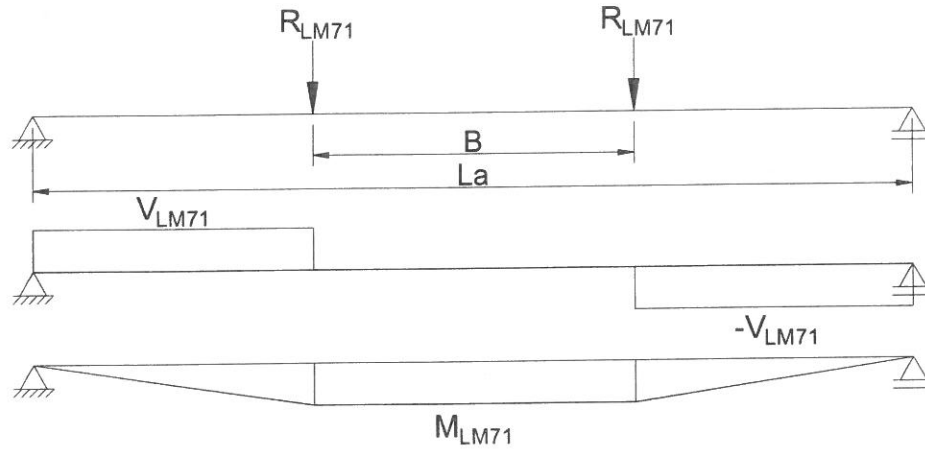
1.7. Diagrame de moment incovoietor si forta taietoare pe antretoaza din greutatea elementelor adiacente



$$M_{elem.adiacente} := \frac{R_{elem.adiacente}}{2} \cdot \frac{L_a - B}{2} = 17.53 \cdot kN \cdot m$$

$$V_{elem.adiacente} := \frac{R_{elem.adiacente}}{2} = 11.687 \cdot kN$$

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



$$M_{LM71} := R_{LM71} \cdot \frac{L_a - B}{2} = 400.338 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{LM71} := R_{LM71} = 266.892 \cdot \text{kN}$$

1.9. Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \gamma_{Qi} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0$$

$$M_{Ed} := \gamma_G \cdot (M_{Ga} + M_{\text{elem.adiacente}}) + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot M_{LM71} = 612.534 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed} := \gamma_G \cdot (V_{Ga} + V_{\text{elem.adiacente}}) + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot V_{LM71} = 409.091 \cdot \text{kN}$$

2. Stabilirea clasei sectiunii transversale (conform SREN 1991-1-1:2006 - Tabel 5.2)

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

$$\epsilon_{\text{cl}} := \sqrt{\frac{235 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{f_y}} = 1$$

Tabelul 5.2- Rapoarte lățime-grosime maxime pentru pereții comprimați

Pereți comprimați interiori						
Clasă	Perete supus la încovoiere	Perete supus la compresiune	Perete supus la încovoiere și compresiune			
Distribuția tensiunilor în pereți (compresiune pozitivă)						
1	$c/t \leq 72\varepsilon$	$c/t \leq 33\varepsilon$	$unde \alpha > 0,5: c/t \leq \frac{396\varepsilon}{13\alpha - 1}$ $unde \alpha \leq 0,5: c/t \leq \frac{36\varepsilon}{\alpha}$			
2	$c/t \leq 83\varepsilon$	$c/t \leq 38\varepsilon$	$unde \alpha > 0,5: c/t \leq \frac{456\varepsilon}{13\alpha - 1}$ $unde \alpha \leq 0,5: c/t \leq \frac{41,5\varepsilon}{\alpha}$			
Distribuția tensiunilor în pereți (compresiune pozitivă)						
3	$c/t \leq 124\varepsilon$	$c/t \leq 42\varepsilon$	$unde \psi > -1: c/t \leq \frac{42\varepsilon}{0,67 + 0,33\psi}$ $unde \psi \leq -1: c/t \leq 62\varepsilon(1 - \psi)\sqrt{-\psi}$			
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

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

2.1. Clasa inimii:

$c_i := h_{ia} = 700 \cdot \text{mm}$ $t_{ia} = 10 \cdot \text{mm}$

Clasa_{inimii} :=

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

Clasa_{inimii} = 1

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

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	$c/t \leq 9\varepsilon$	$c/t \leq \frac{9\varepsilon}{\alpha}$		$c/t \leq \frac{9\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$		
2	$c/t \leq 10\varepsilon$	$c/t \leq \frac{10\varepsilon}{\alpha}$		$c/t \leq \frac{10\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$		
Distribuția tensiunilor în pereți (compresiune pozitivă)						
3	$c/t \leq 14\varepsilon$	$c/t \leq 21\varepsilon\sqrt{k_{\sigma}}$ pentru k_{σ} , a se vedea EN 1993-1-5				
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	α	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

2.2. Clasa talpii:

$$c_{ts} := \frac{b_{tsa1} - t_{ia}}{2} = 120 \cdot \text{mm} \quad t_{ts} := t_{tsa1} + t_{tsa2} = 25 \cdot \text{mm}$$

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

$$\text{Clasa}_{\text{secțiunii}} := \max(\text{Clasa}_{\text{minii}}, \text{Clasa}_{\text{talpii}}) = 1$$

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

$$CG_A := \frac{b_{tia2} \cdot t_{tia2} \cdot \frac{t_{tia2}}{2} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} \cdot \left(t_{tia2} + \frac{t_{tia1}}{2} \right) + h_{ia} \cdot t_{ia} \cdot \left(t_{tia2} + t_{tia1} + \frac{h_{ia}}{2} \right) \dots}{A_a} + \frac{b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} \cdot \left(t_{tia1} + t_{tia2} + h_{ia} + \frac{t_{tsa1}}{2} \right) + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} \cdot \left(t_{tia1} + t_{tia2} + h_{ia} + t_{tsa1} + \frac{t_{tsa2}}{2} \right)}{A_a} = 375 \cdot \text{mm}$$

$$e_{CG} := \left(t_{tia2} + t_{tia1} + \frac{h_{ia}}{2} \right) - CG_A = 0.000 \cdot \text{mm}$$

$$z_{hias} := \frac{\left(\frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} \right)}{2} = 175 \cdot \text{mm}$$

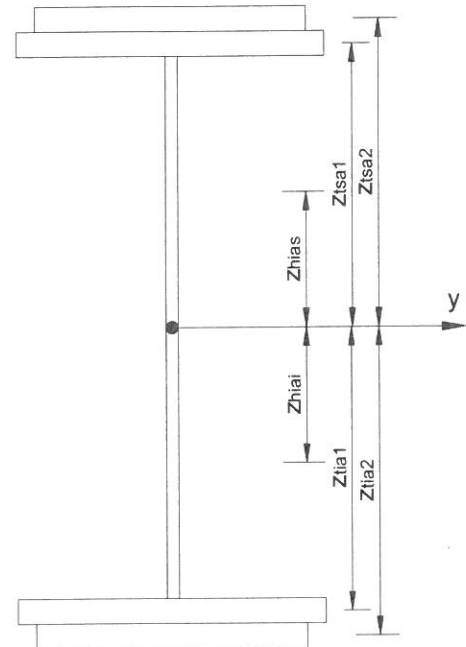
$$z_{hia1} := \frac{\left(\frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} \right)}{2} = 175 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tsa1} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + \frac{t_{tsa1}}{2} = 362.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tia1} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + \frac{t_{tia1}}{2} = 362.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tsa2} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + t_{tsa1} + \frac{t_{tsa2}}{2} = 375 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tia2} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + t_{tia1} + \frac{t_{tia2}}{2} = 375 \cdot \text{mm}$$



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

$$I_{yA} := \frac{b_{tia2} \cdot t_{tia2}^3}{12} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} \cdot z_{tia2}^2 + \frac{b_{tia1} \cdot t_{tia1}^3}{12} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} \cdot z_{tia1}^2 + \frac{h_{ia}^3 \cdot t_{ia}}{12} + h_{ia} \cdot t_{ia} \cdot e_{CG}^2 \dots = 192906.25 \cdot \text{cm}^4$$

$$+ \frac{b_{tsa1} \cdot t_{tsa1}^3}{12} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} \cdot z_{tsa1}^2 + \frac{b_{tsa2} \cdot t_{tsa2}^3}{12} + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} \cdot z_{tsa2}^2$$

$$I_{yA} = 192906.25 \cdot \text{cm}^4$$

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

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

3.1. Verificarea la moment încovoietor

Relatia de verificare: $\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$

$$M_{Ed} = 612.534 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

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

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

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

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

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

$$y_{max} := CG_A = 375 \cdot \text{mm}$$

$$y_{min} := CG_A = 375 \cdot \text{mm}$$

$$W_{pl} := b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} \cdot z_{tsa2} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} \cdot z_{tsa1} + \left(\frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} \right) \cdot t_{ia} \cdot z_{hias} = 2878 \cdot \text{cm}^3 \quad M_{c,Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 676.359 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

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

$$\text{Relatia de verificare} = \text{"Se Verifica"}$$

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

Relatie de verificare:

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}}$$

$$\gamma_{Ff} := 1.00$$

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

(conform SREN 1993-1-9:2006, tabelul 3.1)

Coeficientul dinamic (ϕ_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

$$L_\phi := \frac{2 \cdot L_a}{m} = 9.6$$

-lungimea "determinata" conform tabel 6.2

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_\phi} - 0.2} + 0.82 = 1.317$$

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

-conform SREN 1993-2:2007, punctul 9.4.1

λ - factorul echivalent de vatamare

ϕ_2 - coeficientul dinamic echivalent

$\Delta\sigma_p$ - ecartul de referinta

$$\Delta\sigma_p = |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}|$$

9.5.3 Factori echivalenți corespunzători vătămării λ pentru poduri de cale ferată

(1) Factorul echivalent corespunzător vătămării λ 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: λ_1 este un factor care ține seama de efectul vătămării din trafic și depinde de lungimea liniei de influență;

λ_2 este un factor care ține seama de volumul traficului;

λ_3 este un factor care ține seama de durata de viață proiectată a podului;

λ_4 este un factor pentru cazul în care elementul structural este încărcat de cel puțin două linii;

λ_{max} este valoarea maximă a factorului λ - luându-se în considerare limita de oboseală, a se vedea (9).

$$\lambda_1 := 1.026 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.3}$$

Tabelul 9.5 - λ_2

Trafic anual [10^6 t / track]	5	10	15	20	25	30	35	40	50
λ_2	0,72	0,83	0,90	0,96	1,00	1,04	1,07	1,10	1,15

$$\lambda_2 := 0.808 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.5 pentru un tonaj anual de } 9 \times 10^6$$

Tabelul 9.6 - λ_3

Durata de viață proiectată [ani]	50	60	70	80	90	100	120
λ_3	0,87	0,90	0,93	0,96	0,98	1,00	1,04

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

$$\lambda_4 := 1.00$$

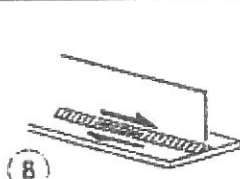
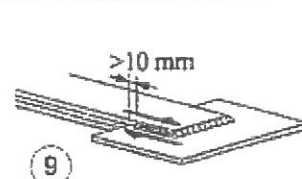
$$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.721$$

$$M_{Ed_SLUO} := M_{LM71} = 400.338 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Tabelul 9.3 - λ , 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 80 reprezentat de suduri în colț dintre inimă și talpi:

80 m=5			<p>8) Suduri în colț continue care transmit tensiuni de forfecare, cum sunt sudurile dintre inimă și tălpi la grinzile din table sudate.</p> <p>9) Îmbinări prin suprapunere cu sudură în colț.</p>
-----------	---	--	---

$$\Delta\sigma_c := 80 \text{ MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 46.188 \cdot \text{MPa}$$

$$z_{ob} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} = 350 \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_{yA}} \cdot z_{ob} = 72.635 \cdot \text{MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 72.635 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 68.985 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Relatia}_1_{\text{verificare}} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia₁_verificare = "Nu se Verifica"

Intocmit,
ing. Andrei RADU



Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU



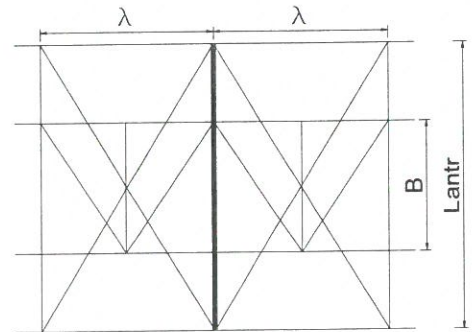
**Pasaj inferior km 652+980, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.Z.C.J.N - deschidere 20.00m, Fir 2**

Breviar de calcul: Antretoaza curenta L=5.00m conform EUROCOD

In cadrul notei de calcul s-au considerat coeficienti de siguranta cu valoarea 1.00 pentru constructii existente verificate la conditii de exploatare.

1. Determinarea eforturilor in Antretoaza curenta

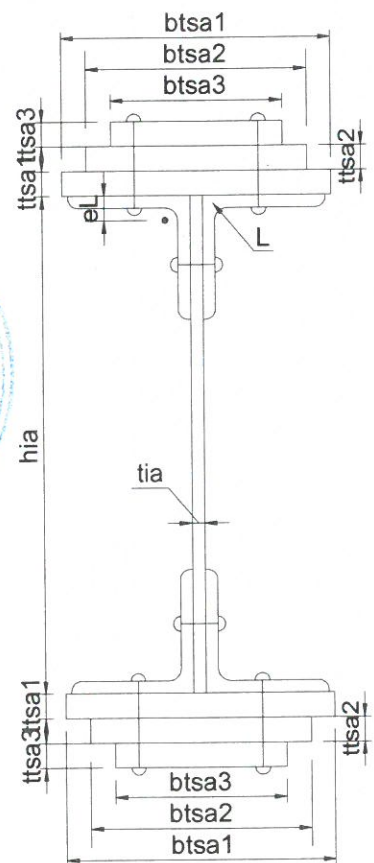
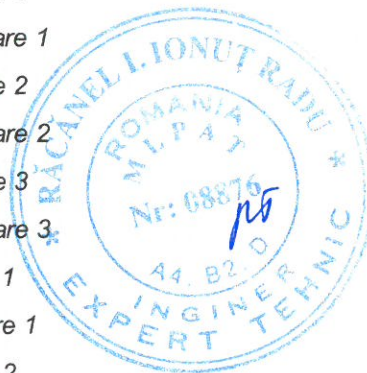
- $L_a := 5.00\text{m}$ -lungimea antretoazei
- $\lambda := 3.70\text{m}$ -distanta dintre antretoaze
- $\gamma_{ot} := 78.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ -greutatea specifica a otelului
- $B := 1.80\text{m}$ -distanta dintre lonjeroni



1.1. Evaluarea actiunilor:

1.1.a) Greutatea proprie a antretoazei

- $h_{ia} := 710\text{mm}$ -inaltimea inimii antretoazei
- $t_{ia} := 20\text{mm}$ -grosimea inimii antretoazei
- $b_{tsa1} := 260\text{mm}$ -latimea talpii superioare 1
- $t_{tsa1} := 10\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 1
- $b_{tsa2} := 260\text{mm}$ -latimea talpii superioare 2
- $t_{tsa2} := 10\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 2
- $b_{tsa3} := 0\text{mm}$ -latimea talpii superioare 3
- $t_{tsa3} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 3
- $b_{tia1} := 260\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 1
- $t_{tia1} := 10\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 1
- $b_{tia2} := 260\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 2
- $t_{tia2} := 10\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 2
- $b_{tia3} := 0\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 3
- $t_{tia3} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 3



Tipul profilului L: L90x90x10

$t_L := 10\text{mm}$ $A_{L90x90x10} := 17.10\text{cm}^2$ $I_L := 129\text{cm}^4$ $A_{Lc} := A_{L90x90x10}$
 $e_L := 2.58\text{cm}$

$A_a := h_{ia} \cdot t_{ia} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} + b_{tsa3} \cdot t_{tsa3} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} + b_{tia3} \cdot t_{tia3} + 4 \cdot A_{Lc} = 31440 \cdot \text{mm}^2$

$G_a := A_a \cdot \gamma_{ot} = 2.468 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

1.1.b) Greutatea proprie a lonjeronilor

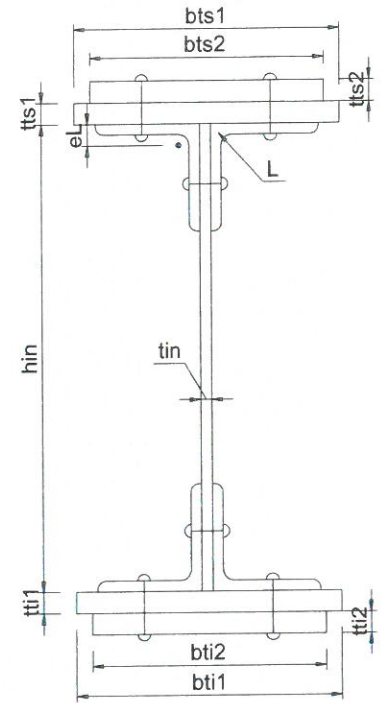
- $h_{in} := 600\text{mm}$ - grosimea inimii
 $t_{in} := 20\text{mm}$ - inaltimea inimii
 $b_{ts1} := 240\text{mm}$ - grosimea talpii superioare 1
 $t_{ts1} := 20\text{mm}$ - laltimea talpii superioare 1
 $b_{ti1} := 240\text{mm}$ - grosimea talpii inferioare 1
 $t_{ti1} := 20\text{mm}$ - laltimea talpii inferioare 1
 $b_{ts2} := 0\text{mm}$ - grosimea talpii superioare 2
 $t_{ts2} := 0\text{mm}$ - laltimea talpii superioare 2
 $b_{ti2} := 0\text{mm}$ - grosimea talpii inferioare 2
 $t_{ti2} := 0\text{mm}$ - laltimea talpii inferioare 2

Tipul profilului L: L90x90x10

$$t_L := 10\text{mm} \quad A_{L90 \times 90 \times 10} := 17.10\text{cm}^2 \quad A_{Lc.} := A_{L90 \times 90 \times 10}$$

$$A_L := b_{ts2} \cdot t_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} + h_{in} \cdot t_{in} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} + 4 \cdot A_{Lc.} = 284.4 \cdot \text{cm}^2$$

$$G_l := A_L \cdot \gamma_{ot} = 2.233 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



1.1.c) Greutatea proprie a contravanturii lonjeronilor

Rigla panou de capat

$$A_{U200} := 32.20\text{cm}^2 \quad \text{-aria unui profil U200x75}$$

$$G_r := A_{U200} \cdot \gamma_{ot} = 0.253 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.d) Greutatea proprie a tablei striate

$$G_{ts} := 0.005\text{m} \cdot 2.06\text{m} \cdot \gamma_{ot} = 0.809 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.e) Greutatea proprie a traversei de lemn

$$\gamma_l := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{-greutatea specifica a lemnului}$$

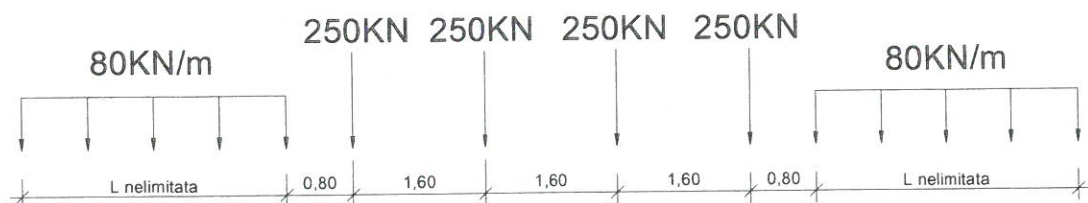
$$G_{trav} := 0.24\text{m} \cdot 0.24\text{m} \cdot 2.6\text{m} \cdot \gamma_l = 1.498 \cdot \text{kN}$$

1.1.f) Greutate sina S60 si prindere

$$G_{sina_mat} := 2.0 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.g) Convoiu de calcul LM71

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



Coefficientul dinamic (ϕ_3) (conform SREN 1991-2:2005, punctul 6.4.5.2)

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

-coeficientul dinamic pentru o cale intretinuta in conditii standard

$$L_\phi := \frac{2 \cdot L_a}{m} = 10$$

-lungimea "determinata" conform tabel 6.2

$$\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.73 = 1.459$$

1.2. Determinarea reactiunii pe antertoaza din greutatea permanenta a trotuarului

$$R_{\text{trotuar}} := G_{\text{ts}} \cdot \lambda = 2.992 \cdot \text{kN}$$

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

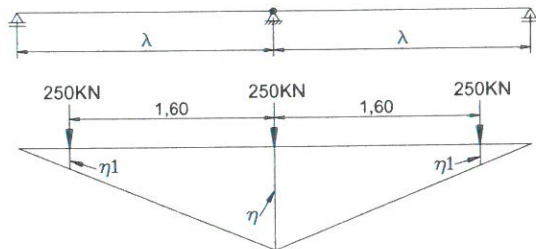
$$R_{\text{lonj}} := 2G_1 \cdot \lambda + 2G_r \cdot B + G_{\text{trav}} \cdot 6 + G_{\text{cina_mat}} \cdot \lambda = 33.816 \cdot \text{kN}$$

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

$$R_{\text{elem.adiacente}} := R_{\text{trotuar}} + R_{\text{lonj}} = 36.808 \cdot \text{kN}$$

1.5. Determinarea reactiunii pe antretoaza din convoiul de calcul LM71

Li Antretoaza curenta



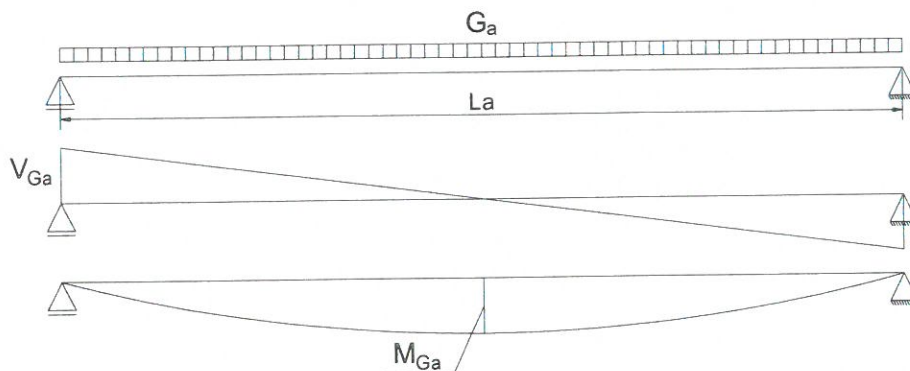
Ordonatele liniei de influenta:

$$\eta := 1.00$$

$$\eta_{1a} := \frac{\eta}{\lambda} (\lambda - 1.6\text{m}) = 0.568$$

$$R_{\text{LM71}} := \frac{Q_{\text{vk}}}{2} \cdot (\eta + 2 \cdot \eta_{1a}) = 266.892 \cdot \text{kN}$$

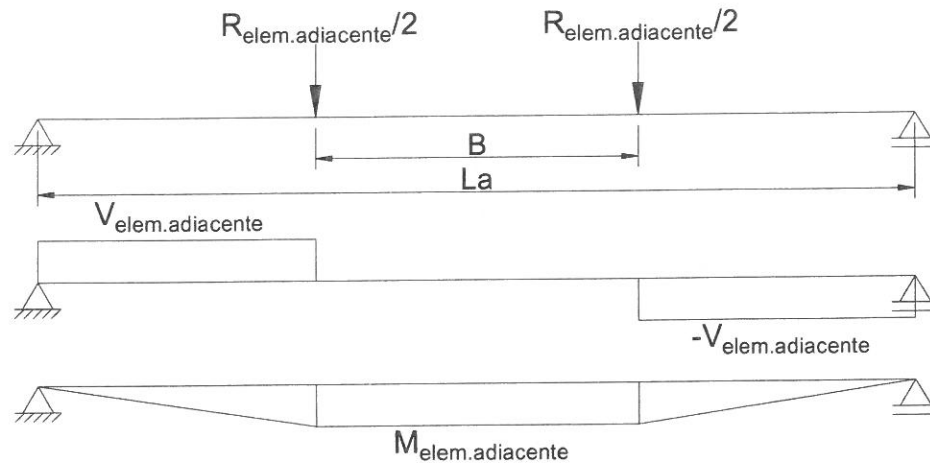
1.6. Diagrame de moment incovoietor si forta taietoare pe antretoaza din greutate proprie



$$M_{\text{Ga}} := \frac{G_a \cdot L_a^2}{8} = 7.713 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

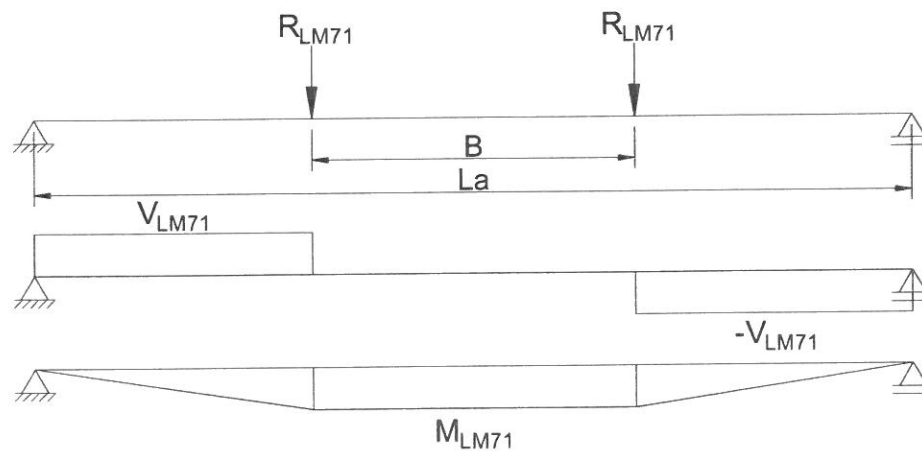
$$V_{\text{Ga}} := \frac{G_a \cdot L_a}{2} = 6.17 \cdot \text{kN}$$

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



$$M_{\text{elem.adiacente}} := \frac{R_{\text{elem.adiacente}}}{2} \cdot \frac{L_a - B}{2} = 29.446 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{\text{elem.adiacente}} := \frac{R_{\text{elem.adiacente}}}{2} = 18.404 \cdot \text{kN}$$

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



$$M_{\text{LM71}} := R_{\text{LM71}} \cdot \frac{L_a - B}{2} = 427.027 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{\text{LM71}} := R_{\text{LM71}} = 266.892 \cdot \text{kN}$$

1.9. *Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)*

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \gamma_{Qi} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0$$

$$M_{\text{Ed}} := \gamma_G \cdot (M_{\text{Ga}} + M_{\text{elem.adiacente}}) + \gamma_{Q1} \cdot \psi_3 \cdot M_{\text{LM71}} = 660.263 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{\text{Ed}} := \gamma_G \cdot (V_{\text{Ga}} + V_{\text{elem.adiacente}}) + \gamma_{Q1} \cdot \psi_3 \cdot V_{\text{LM71}} = 414.014 \cdot \text{kN}$$

2. *Stabilirea clasei sectiunii transversale (conform SREN 1991-1-1:2006 - Tabel 5.2)*

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

$$\varepsilon := \sqrt{\frac{235 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{f_y}} = 1$$

Tabelul 5.2- Rapoarte lăţime-grosime maxime pentru pereţii comprimaţi

Pereţi comprimaţi interiori						
						Axă de încovoiere
						Axă de încovoiere
Clasă	Perete supus la încovoiere	Perete supus la compresiune		Perete supus la încovoiere şi compresiune		
1	$c/t \leq 72\varepsilon$	$c/t \leq 33\varepsilon$		unde $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{396\varepsilon}{13\alpha - 1}$ unde $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{36\varepsilon}{\alpha}$		
2	$c/t \leq 83\varepsilon$	$c/t \leq 38\varepsilon$		unde $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{456\varepsilon}{13\alpha - 1}$ unde $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{41,5\varepsilon}{\alpha}$		
3	$c/t \leq 124\varepsilon$	$c/t \leq 42\varepsilon$		unde $\psi > -1$: $c/t \leq \frac{42\varepsilon}{0,67 + 0,33\psi}$ unde $\psi \leq -1$: $c/t \leq 62\varepsilon(1 - \psi)\sqrt{-\psi}$		
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

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

2.1. Clasa inimii:

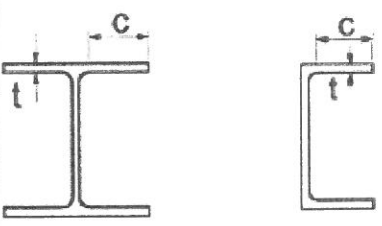
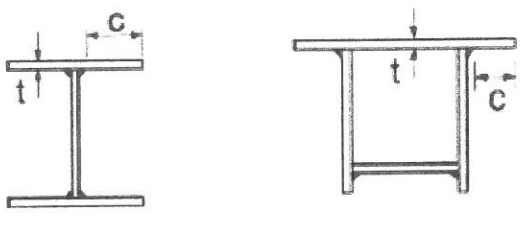
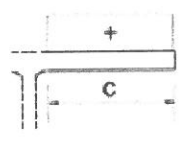
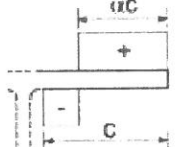
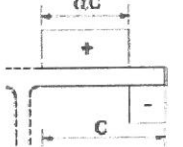
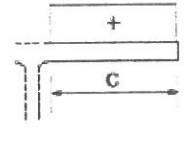
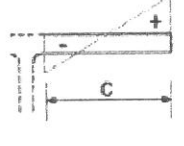
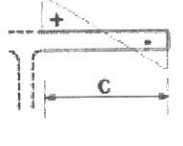
$c_i := h_{ia} = 710 \text{ mm}$

$t_{ia} = 20 \text{ mm}$

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

Clasa_{inimii} = 1

Tabelul 5.2 (continuare) - Rapoarte lăţime-groşime maxime pentru pereţi comprimaţi

Tălpi în consolă						
						
		Secţiuni laminare		Secţiuni sudate		
Clasă	Perete supus la compresiune	Perete supus la încovoiere şi compresiune				
		Extremitate comprimată		Extremitate întinsă		
Distribuţia tensiunilor în pereţi (compresiune pozitivă)						
1	$c/t \leq 9\varepsilon$	$c/t \leq \frac{9\varepsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{9\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$			
2	$c/t \leq 10\varepsilon$	$c/t \leq \frac{10\varepsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{10\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$			
Distribuţia tensiunilor în pereţi (compresiune pozitivă)						
3	$c/t \leq 14\varepsilon$	$c/t \leq 21\varepsilon\sqrt{k_\sigma}$ pentru k_σ a se vedea EN 1993-1-5				
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

2.2. Clasa talpii:

$$c_{ts} := \frac{b_{tsa1} - t_{ia}}{2} = 120 \cdot \text{mm} \quad t_{ts} := t_{tsa1} + t_{tsa2} + t_{tsa3} + t_L = 30 \cdot \text{mm}$$

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

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

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

$$\begin{aligned} & b_{tia3} \cdot t_{tia3} \cdot \frac{t_{tia3}}{2} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} \cdot \left(t_{tia3} + \frac{t_{tia2}}{2} \right) + b_{tia1} \cdot t_{tia1} \cdot \left(t_{tia3} + t_{tia2} + \frac{t_{tia1}}{2} \right) \dots \\ & + 2A_{Lc} \cdot (t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + e_L) + h_{ia} \cdot t_{ia} \cdot \left(t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + \frac{h_{ia}}{2} \right) + 2A_{Lc} \cdot (t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + h_{ia} - e_L) \\ & + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} \cdot \left(t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + h_{ia} + \frac{t_{tsa1}}{2} \right) + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} \cdot \left(t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + h_{ia} + t_{tsa1} + \frac{t_{tsa2}}{2} \right) \dots \\ & + b_{tsa3} \cdot t_{tsa3} \cdot \left(t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + h_{ia} + t_{tsa1} + t_{tsa2} + \frac{t_{tsa3}}{2} \right) \end{aligned}$$

$$CG_A := \frac{\dots}{A_a}$$

$$CG_A = 375 \cdot \text{mm}$$

$$e_{CG} := \left(t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + \frac{h_{ia}}{2} \right) - CG_A = 0.000 \cdot \text{mm}$$

$$z_{hias} := \frac{\left(\frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} \right)}{2} = 177.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{hiai} := \frac{\left(\frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} \right)}{2} = 177.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tsa1} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + \frac{t_{tsa1}}{2} = 360 \cdot \text{mm}$$

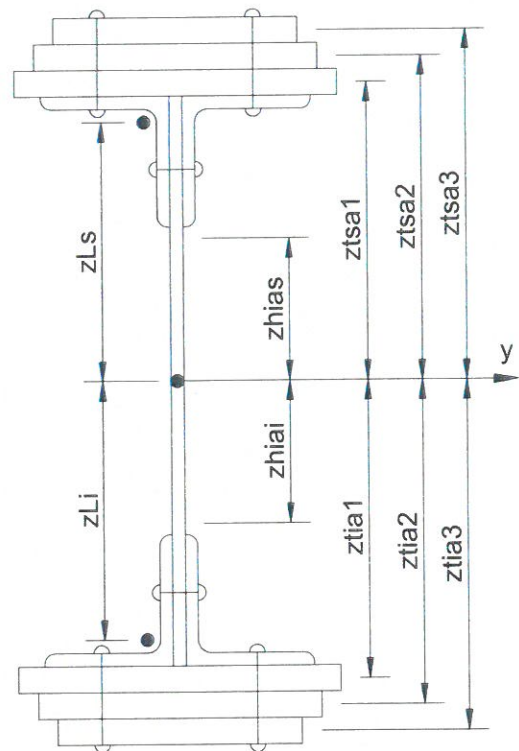
$$z_{tia1} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + \frac{t_{tia1}}{2} = 360 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tsa2} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + t_{tsa1} + \frac{t_{tsa2}}{2} = 370 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tia2} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + t_{tia1} + \frac{t_{tia2}}{2} = 370 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tsa3} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + t_{tsa1} + t_{tsa2} + \frac{t_{tsa3}}{2} = 375 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tia3} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + t_{tia1} + t_{tia2} + \frac{t_{tsa3}}{2} = 375 \cdot \text{mm}$$



$$z_{Ls} := \left(\frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} \right) - e_L = 329.2 \cdot \text{mm}$$

$$z_{Li} := \left(\frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} \right) - e_L = 329.2 \cdot \text{mm}$$

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

$$I_{yA_brut} := \frac{b_{tia3} \cdot t_{tia3}^3}{12} + b_{tia3} \cdot t_{tia3} \cdot z_{tia3}^2 + \frac{b_{tia2} \cdot t_{tia2}^3}{12} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} \cdot z_{tia2}^2 + \frac{b_{tia1} \cdot t_{tia1}^3}{12} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} \cdot z_{tia1}^2 + 2I_L \dots$$

$$+ 2A_{Lc} \cdot z_{Li}^2 + \frac{h_{ia}^3 \cdot t_{ia}}{12} + h_{ia} \cdot t_{ia} \cdot e_{CG}^2 + 2I_L + 2A_{Lc} \cdot z_{Ls}^2 + \frac{b_{tsa1} \cdot t_{tsa1}^3}{12} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} \cdot z_{tsa1}^2 \dots$$

$$+ \frac{b_{tsa2} \cdot t_{tsa2}^3}{12} + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} \cdot z_{tsa2}^2 + \frac{b_{tsa3} \cdot t_{tsa3}^3}{12} + b_{tsa3} \cdot t_{tsa3} \cdot z_{tsa3}^2$$

$$I_{yA_brut} = 272883.386 \cdot \text{cm}^4$$

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

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

3.1. Verificarea la moment incovoietor

Relatia de verificare: $\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$

$M_{Ed} = 660.263 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$

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

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

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

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

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

(4) Nu este necesar să se țină seama de găurile de prindere din talpa întinsă, cu condiția ca aceasta să satisfacă relația:

$\frac{A_{f,net} \cdot 0.9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} \geq \frac{A_f \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$ (6.16)

în care A_f este aria tălpii întinse.

$f_u := 360 \text{MPa} \quad t := t_{tsa3} + t_{tsa2} + t_{tsa1} + t_L = 30 \cdot \text{mm}$

$n := 2 \quad d_0 := 23 \text{mm}$

$A_{goluri} := t \cdot n \cdot d_0 = 1380 \cdot \text{mm}^2 \quad A_f := b_{tia1} \cdot t_{tia1} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} + b_{tia3} \cdot t_{tia3} + 2 \cdot A_{Lc} = 8620 \cdot \text{mm}^2$

$A_{f_net} := A_f - A_{goluri} = 7240 \cdot \text{mm}^2$

Relatia de verificare := $\begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{A_{f_net} \cdot 0.9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} \geq \frac{A_f \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$

Relatia de verificare = "Nu se Verifica"

In acest caz trebuie sa se tina seama de gaurile de prindere si astfel, se reduce aria talpilor

$A_{tsa1} := b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} - t_{tsa1} \cdot n \cdot d_0 = 2140 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{tia1} := b_{tia1} \cdot t_{tia1} - t_{tia1} \cdot n \cdot d_0 = 2140 \cdot \text{mm}^2$

$$A_{tsa2} := b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} - t_{tsa2} \cdot n \cdot d_0 = 2140 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{tia2} := b_{tia2} \cdot t_{tia2} - t_{tia2} \cdot n \cdot d_0 = 2140 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{tsa3} := b_{tsa3} \cdot t_{tsa3} - t_{tsa3} \cdot n \cdot d_0 = 0 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{tia3} := b_{tia3} \cdot t_{tia3} - t_{tia3} \cdot n \cdot d_0 = 0 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{Lc} := A_{Lc} - t_L \cdot d_0 = 1480 \cdot \text{mm}^2$$

$$I_{yA_net} := \frac{b_{tia3} \cdot t_{tia3}^3}{12} + A_{tia3} \cdot z_{tia3}^2 + \frac{b_{tia2} \cdot t_{tia2}^3}{12} + A_{tia2} \cdot z_{tia2}^2 + \frac{b_{tia1} \cdot t_{tia1}^3}{12} + A_{tia1} \cdot z_{tia1}^2 + 2I_L \dots$$

$$+ 2A_{Lc} \cdot z_{Li}^2 + \frac{h_{ia}^3 \cdot t_{ia}}{12} + h_{ia} \cdot t_{ia} \cdot e_{CG}^2 + 2I_L + 2A_{Lc} \cdot z_{Ls}^2 + \frac{b_{tsa1} \cdot t_{tsa1}^3}{12} + A_{tsa1} \cdot z_{tsa1}^2 \dots$$

$$+ \frac{b_{tsa2} \cdot t_{tsa2}^3}{12} + A_{tsa2} \cdot z_{tsa2}^2 + \frac{b_{tsa3} \cdot t_{tsa3}^3}{12} + A_{tsa3} \cdot z_{tsa3}^2$$

$$I_{yA_net} = 238395.103 \cdot \text{cm}^4$$

$$y_{max} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + t_{tia1} + t_{tia2} + t_{tia3} = 375 \cdot \text{mm}$$

$$y_{min} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + t_{tsa1} + t_{tsa2} + t_{tsa3} = 375 \cdot \text{mm}$$

$$W_{pl} := A_{tsa3} \cdot z_{tsa3} + A_{tsa2} \cdot z_{tsa2} + A_{tsa1} \cdot z_{tsa1} + \left(\frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} \right) \cdot t_{ia} \cdot z_{hias} + 2A_{Lc} \cdot z_{Ls} = 3797 \cdot \text{cm}^3$$

$$M_{c_Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 892.267 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_de_verificare = "Se Verifica"

4.2. Verificarea la forta taietoare

$$\text{Relatia de verificare: } \frac{V_{Ed}}{V_{c_Rd}} \leq 1$$

$$V_{Ed} = 414.014 \cdot \text{kN}$$

Pentru sectiunile din CLASA 1 si 2:

$$V_{c_Rd} = V_{pl_Rd} = \frac{A_v \cdot (f_y \cdot \sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$$

A_v - aria de forfecare

$$A_v = A_a - 2 \cdot b_{tsa1} \cdot (t_{tsa3} + t_{tsa2} + t_{tsa1} + t_L) + (t_{ia} + 2 \cdot r) \cdot (t_{tsa3} + t_{tsa2} + t_{tsa1} + t_L) \geq \eta \cdot h_{ia} \cdot t_{ia}$$

$r := 0$ - raza de racordare intre inima si talpa

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

$$A_v := A_a - 2 \cdot b_{tsa1} \cdot (t_{tsa3} + t_{tsa2} + t_{tsa1} + t_L) + (t_{ia} + 2 \cdot r) \cdot (t_{tsa3} + t_{tsa2} + t_{tsa1} + t_L) = 16440 \cdot \text{mm}^2$$

$$\eta \cdot h_{ia} \cdot t_{ia} = 17040 \cdot \text{mm}^2$$

$$V_{c_Rd} := \frac{A_v \cdot (f_y \cdot \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = 6691.605 \cdot \text{kN}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{V_{Ed}}{V_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_de_verificare = "Se Verifica"

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

Relatie de verificare:

$$\gamma_{FF} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}}$$

$$\gamma_{FF} := 1.00 \quad \gamma_{Mf} := 1.35 \quad (\text{conform SREN 1993-1-9:2006, tabelul 3.1})$$

Coeficientul dinamic (ϕ_2) (conform SREN 1991-2:2005, punctul 6.4.5.2)

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

$$L_{\phi} := \frac{2 \cdot L_a}{m} = 10 \quad \text{-lungimea "determinata" conform tabel 6.2}$$

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.82 = 1.306$$

$$\Delta\sigma_{E2} = \lambda \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p \quad \text{-conform SREN 1993-2:2007, punctul 9.4.1}$$

λ - factorul echivalent de vatamare

ϕ_2 - coeficientul dinamic echivalent

$\Delta\sigma_p$ - ecartul de referinta

$$\Delta\sigma_p = |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}|$$

9.5.3 Factori echivalenți corespunzători vătămării λ pentru poduri de cale ferată

(1) Factorul echivalent corespunzător vătămării λ 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: λ_1 este un factor care ține seama de efectul vătămării din trafic și depinde de lungimea liniei de influență;

λ_2 este un factor care ține seama de volumul traficului;

λ_3 este un factor care ține seama de durata de viață proiectată a podului;

λ_4 este un factor pentru cazul în care elementul structural este încărcat de cel puțin două linii;

λ_{max} este valoarea maximă a factorului λ - luându-se în considerare limita de oboseală, a se vedea (9).

$$\lambda_1 := 1.03 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.3}$$

Tabelul 9.5 - λ_2

Trafic anual [10^6 t / track]	5	10	15	20	25	30	35	40	50
λ_2	0,72	0,83	0,90	0,96	1,00	1,04	1,07	1,10	1,15

$$\lambda_2 := 0.808 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.5 pentru un tonaj anual de } 9 \times 10^6$$

Tabelul 9.6 - λ_3

Durata de viață proiectată [ani]	50	60	70	80	90	100	120
λ_3	0,87	0,90	0,93	0,96	0,98	1,00	1,04

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

$$\lambda_4 := 1.00$$


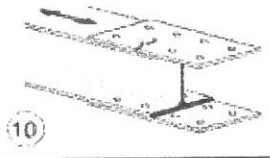

$$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.724$$

$$M_{Ed_SLUO} := M_{LM71} = 427.027 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Tabelul 9.3 - λ_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 90-11 reprezentat de elemente structurale cu gauri supuse la incovoiere si forte axiale

90	 <p>9)</p>	9) Îmbinări cu șuruburi calibrate cu eclise duble simetrice.	9) ... secțiunea netă.
	 <p>10)</p>	9) Îmbinări cu șuruburi nepretensionate injectate cu eclise suble simetrice	9) ... secțiunea netă.
	 <p>11)</p>	10) Îmbinări cu eclise exterioare cu șuruburi de înaltă rezistență pretensionate.	10) ... secțiunea brută.
		10) Îmbinări cu eclise exterioare cu șuruburi de pretensionate injectate.	10) ... secțiunea brută.
		11) Elemente structurale cu găuri supuse la încovoiere și forțe axiale	11) ... secțiunea netă.

$$\Delta\sigma_c := 90 \text{ MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 51.962 \cdot \text{MPa}$$

$$z_{ob} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} = 355 \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_{yA_net}} \cdot z_{ob} = 63.59 \cdot \text{MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 63.59 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 60.136 \cdot \text{MPa}$$

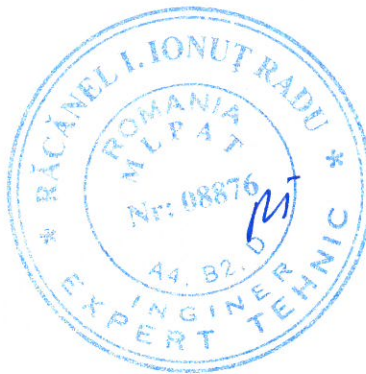
$$\text{Relatia}_{1_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_{1_verificare} = "Se Verifica"

Intocmit,
ing. Andrei RADU



Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU



**Pasaj inferior km 652+980, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.I.P.C.J.S - deschidere 20.00m Fir 1**

Breviar de calcul: Lonjeron curent L=3.70m conform EUROCOD

In cadrul notei de calcul s-au considerat coeficienti de siguranta cu valoarea 1.00 pentru constructii existente verificate la conditii de exploatare.

1. Caracteristicile sectiunii Lonjeronului curent

- $h_{in} := 360\text{mm}$ -inaltimea inimii
- $t_{in} := 10\text{mm}$ -grosimea inimii
- $b_{ts1} := 220\text{mm}$ -latimea talpii superioare 1
- $t_{ts1} := 20\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 1
- $b_{ti1} := 220\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 1
- $t_{ti1} := 20\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 1
- $b_{ts2} := 0\text{mm}$ -latimea talpii superioare 2
- $t_{ts2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 2
- $b_{ti2} := 0\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 2
- $t_{ti2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 2



1.1. Aria sectiunii transversale a lonjeronului curent:

$$A_L := b_{ts2} \cdot t_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} + h_{in} \cdot t_{in} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} = 124 \cdot \text{cm}^2$$

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

$$CG_L := \frac{b_{ti2} \cdot t_{ti2} \cdot \frac{t_{ti2}}{2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} \cdot \left(t_{ti2} + \frac{t_{ti1}}{2} \right) + h_{in} \cdot t_{in} \cdot \left(t_{ti2} + t_{ti1} + \frac{h_{in}}{2} \right) + b_{ts1} \cdot t_{ts1} \cdot \left(t_{ti1} + t_{ti2} + h_{in} + \frac{t_{ts1}}{2} \right) + b_{ts2} \cdot t_{ts2} \cdot \left(t_{ti1} + t_{ti2} + h_{in} + t_{ts1} + \frac{t_{ts2}}{2} \right)}{A_L} = 200 \cdot \text{mm}$$

$$e_{CG} := \left(t_{ti2} + t_{ti1} + \frac{h_{in}}{2} \right) - CG_L = 0.000 \cdot \text{mm}$$

$$z_{his} := \frac{\left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right)}{2} = 90 \cdot \text{mm}$$

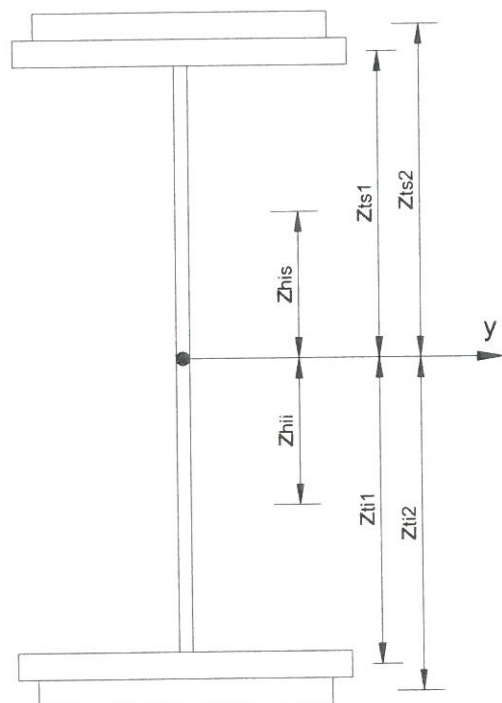
$$z_{hii} := \frac{\left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} \right)}{2} = 90 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ts1} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + \frac{t_{ts1}}{2} = 190 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ti1} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + \frac{t_{ti1}}{2} = 190 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ts2} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ts1} + \frac{t_{ts2}}{2} = 200 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ti2} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ti1} + \frac{t_{ti2}}{2} = 200 \cdot \text{mm}$$



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

$$I_{yL} := \frac{b_{ti2} \cdot t_{ti2}^3}{12} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} \cdot z_{ti2}^2 + \frac{b_{ti1} \cdot t_{ti1}^3}{12} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} \cdot z_{ti1}^2 + \frac{h_{in} \cdot t_{in}^3}{12} + h_{in} \cdot t_{in} \cdot e_{CG}^2 \dots = 35685.333 \cdot \text{cm}^4$$

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

1.4. Determinarea modulelor de rezistenta:

$$W_{supL} := \frac{I_{yL}}{\left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ts1} + t_{ts2}\right)} = 1784 \cdot \text{cm}^3$$

$$W_{infL} := \frac{I_{yL}}{\left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ti1} + t_{ti2}\right)} = 1784 \cdot \text{cm}^3$$

2. Determinarea eforturilor in Lonjeronul curent

$L_{lonj} := 3.70\text{m}$ -lungimea lonjeronului
 $B := 1.80\text{m}$ -distanța interax între lonjeroni

2.1. Evaluarea actiunilor:

2.1.a) Greutatea permanenta

$\gamma_{lemn} := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ -Greutate specifica lemn $\gamma_s := 78.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ -Greutate specifica otel

Greutati pe metru liniar:

$g_L := A_L \cdot \gamma_s = 0.973 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ - greutate lonjeron

$g_{sina} := 0.65 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ $g_{prindere} := 1.30 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

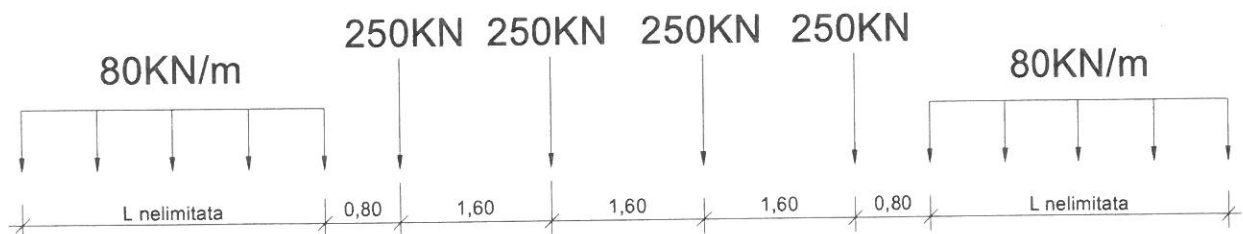
$g_{traversa} := 0.24\text{m} \cdot 0.24\text{m} \cdot 2.60\text{m} \cdot \gamma_{lemn} = 1.498 \cdot \text{kN}$

$g_{cale} := g_{sina} + 2g_{prindere} + \frac{2 \cdot g_{traversa} \cdot 1.0\text{m}}{2} = 4.748 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$g_p := g_L + g_{cale} = 5.721 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

2.1.b) Convoiul de calcul LM71

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



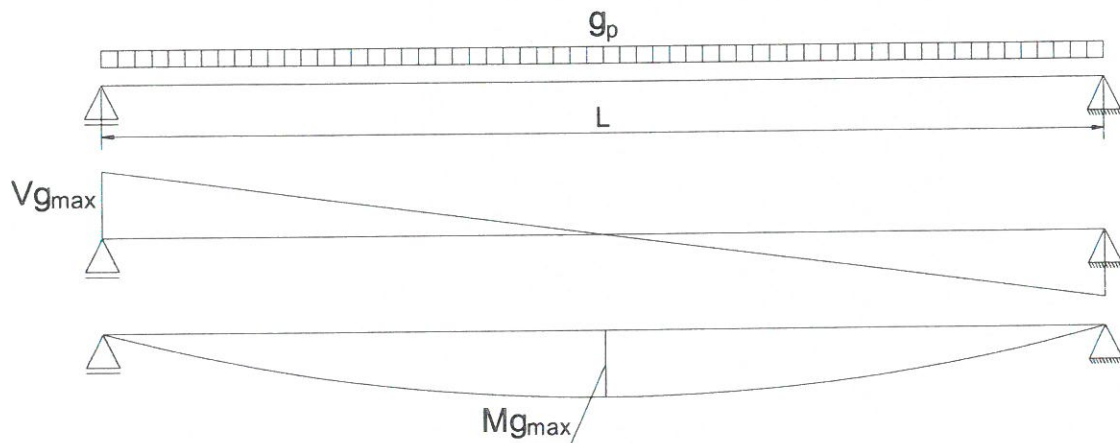
Coeficientul dinamic (ϕ_3) (conform **SREN 1991-2:2005 - punctul 6.4.5.2**)

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

$$L_\phi := \frac{L_{lonj}}{m} + 3 = 6.7 \quad \text{-lungimea "determinata" conform tabel 6.2}$$

$$\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi} - 0.2} + 0.73 = 1.634$$

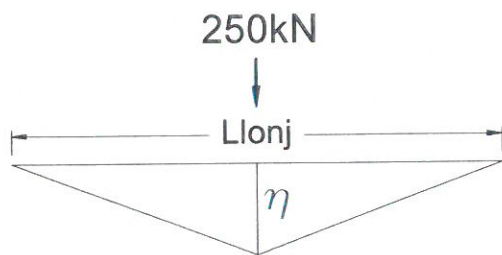
2.2. *Diagrame de momente incovoietoare si forta taietoare din greutate permanenta*



$$M_{gmax} := \frac{g_p \cdot L_{lonj}^2}{8} = 9.79 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{gmax} := \frac{g_p \cdot L_{lonj}}{2} = 10.584 \cdot \text{kN}$$

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

Linia de influenta a momentului incovoietor maxim:



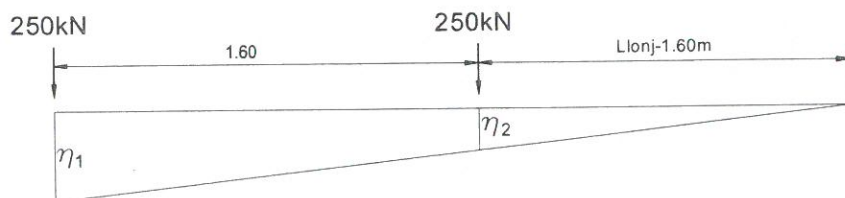
Ordonatele liniei de influenta a momentului incovoietor maxim:

$$\eta := 0.25 \cdot L_{lonj} = 0.925 \text{ m}$$

$$e_{ex} := \frac{\frac{B}{2} + 80\text{mm} + 50\text{mm}}{B} = 0.572 \quad \text{-coeficient de repartitie}$$

$$M_{maxLM71} := Q_{vk} \cdot e_{ex} \cdot \eta = 132.326 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Linia de influenta a fortei taietoare maxime:



Ordonatele liniei de influenta a fortei taietoare maxime:

$$\eta_1 := 1$$

$$\eta_2 := \frac{(L_{lonj} - 1.60\text{m})}{L_{lonj}} = 0.568$$

$$V_{maxLM71} := Q_{vk} \cdot e_{ex} \cdot (\eta_1 + \eta_2) = 224.249 \cdot \text{kN}$$

2.4. Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0 \quad C_r := e_{ex} = 0.572$$

$$M_{Ed} := \gamma_G \cdot M_{gmax} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot M_{maxLM71} = 133.544 \cdot kN \cdot m$$

$$V_{Ed} := \gamma_G \cdot V_{gmax} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot V_{maxLM71} = 220.305 \cdot kN$$

3. Stabilirea clasei sectiunii transversale (conform SREN 1991-1-1:2006 - Tabel 5.2)

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

SR EN 1993-1-1:2006

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

Tălpi în consolă						
		Secțiuni laminare		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_σ a se vedea EN 1993-1-5			
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	α	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

$$c_{in} := h_{in} = 360 \cdot mm \quad t_{in} = 10 \cdot mm$$

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

Tabelul 5.2– Rapoarte lătime-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			
1	$c/t \leq 72\varepsilon$	$c/t \leq 33\varepsilon$	unde $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{396\varepsilon}{13\alpha - 1}$ unde $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{36\varepsilon}{\alpha}$			
2	$c/t \leq 83\varepsilon$	$c/t \leq 38\varepsilon$	unde $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{456\varepsilon}{13\alpha - 1}$ unde $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{41,5\varepsilon}{\alpha}$			
3	$c/t \leq 124\varepsilon$	$c/t \leq 42\varepsilon$	unde $\psi > -1$: $c/t \leq \frac{42\varepsilon}{0,67 + 0,33\psi}$ unde $\psi \leq -1$: $c/t \leq 62\varepsilon(1 - \psi)\sqrt{-\psi}$			
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ε	1.00	0.92	0.81	0.75	0.71

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

$$c_{ts} := \frac{b_{ts1} - t_{in}}{2} = 105 \cdot \text{mm} \quad t_{ts} := t_{ts1} + t_{ts2} = 20 \cdot \text{mm}$$

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

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

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

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

Verificarea la moment încovoietor

Relatia de verificare: $\frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1$

$$M_{Ed} = 133.544 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

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

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

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

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

$$y_{max} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ti1} + t_{ti2} = 200 \cdot \text{mm}$$

$$y_{min} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ts1} + t_{ts2} = 200 \cdot \text{mm}$$

$$W_{pl} := b_{ts2} \cdot t_{ts2} \cdot z_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} \cdot z_{ts1} + \left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right) \cdot t_{in} \cdot z_{his} = 998 \cdot \text{cm}^3$$

$$M_{c_Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 234.53 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

$$\text{Relatia}_{de_verificare} = \text{"Se Verifica"}$$

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

Relatie de verificare:

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}}$$

$$\gamma_{Ff} := 1.00 \quad \gamma_{Mf} := 1.35 \quad (\text{conform SREN 1993-1-9:2006, tabelul 3.1})$$

Coeficientul dinamic (ϕ_2) (conform SREN 1991-2:2005, punctul 6.4.5.2)

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

$$L_\phi := \frac{L_{lonj}}{m} + 3 = 6.7 \quad \text{-lungimea "determinata" conform tabel 6.2}$$

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_\phi} - 0.2} + 0.82 = 1.423$$

$$\Delta\sigma_{E2} = \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p \quad \text{-conform SREN 1993-2:2007, punctul 9.4.1}$$

λ - factorul echivalent de vatamare

ϕ_2 - coeficientul dinamic echivalent

$\Delta\sigma_p$ - ecartul de referinta

$$\Delta\sigma_p = |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}|$$

9.5.3 Factori echivalenți corespunzători vătămării λ pentru poduri de cale ferată

(1) Factorul echivalent corespunzător vătămării λ 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: λ_1 este un factor care ține seama de efectul vătămării din trafic și depinde de lungimea liniei de influență;

λ_2 este un factor care ține seama de volumul traficului;

λ_3 este un factor care ține seama de durata de viață proiectată a podului;

λ_4 este un factor pentru cazul în care elementul structural este încărcat de cel puțin două linii;

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

$$\lambda_1 := 1.13 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.3}$$

Tabelul 9.5 - λ_2

Trafic anual [10^6 t / track]	5	10	15	20	25	30	35	40	50
λ_2	0,72	0,83	0,90	0,96	1,00	1,04	1,07	1,10	1,15

$$\lambda_2 := 0.808 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.5 pentru un tonaj anual de } 9 \times 10^6$$

Tabelul 9.6 - λ_3

Durata de viață proiectată [ani]	50	60	70	80	90	100	120
λ_3	0,87	0,90	0,93	0,96	0,98	1,00	1,04

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

$$\lambda_4 := 1.00$$

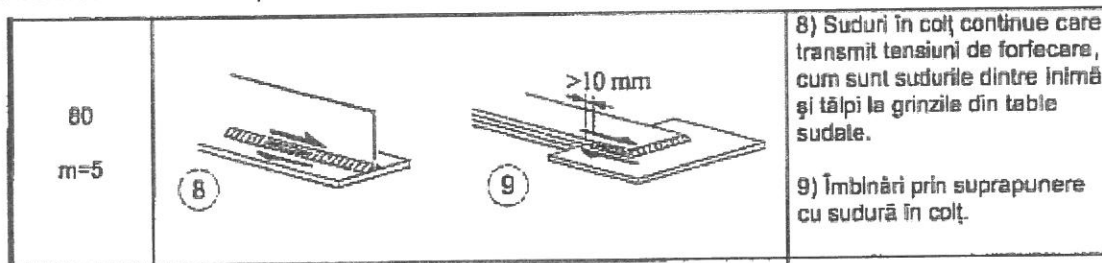
$$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.794$$

$$M_{Ed_SLUO} := M_{\max LM71} = 132.326 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Tabelul 9.3 - λ_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 80 reprezentat de suduri în colț dintre inimă și talpi:



$$\Delta\sigma_c := 80 \text{ MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 46.188 \cdot \text{MPa}$$

$$z_{ob} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} = 180 \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_{yL}} \cdot z_{ob} = 66.747 \cdot \text{MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 66.747 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 75.442 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Relatia}_{1_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_{1_verificare} = "Nu se Verifica"

Intocmit,
ing. Andrei RADU



Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU



**Pasaj inferior km 652+980, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.Z.C.J.N - deschidere 20.00m, Fir 2**

Breviar de calcul: Lonjeron curent L=3.70m conform EUROCOD

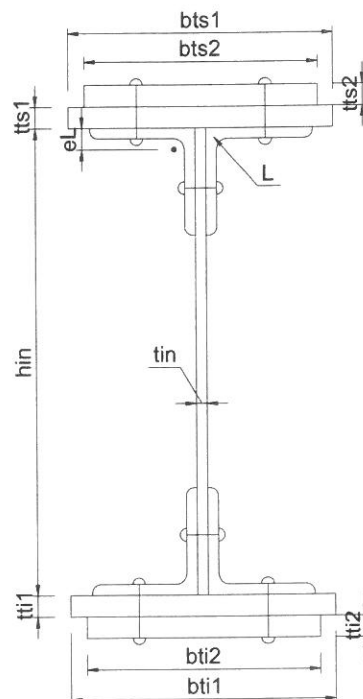
In cadrul notei de calcul s-au considerat coeficienti de siguranta cu valoarea 1.00 pentru constructii existente verificate la conditii de exploatare.

1. Caracteristicile sectiunii Lonjeronului curent

- $h_{in} := 600\text{mm}$ - grosimea inimii
- $t_{in} := 20\text{mm}$ - inaltimea inimii
- $b_{ts1} := 240\text{mm}$ - grosimea talpii superioare 1
- $t_{ts1} := 20\text{mm}$ - laltimea talpii superioare 1
- $b_{ti1} := 240\text{mm}$ - grosimea talpii inferioare 1
- $t_{ti1} := 20\text{mm}$ - laltimea talpii inferioare 1
- $b_{ts2} := 0\text{mm}$ - grosimea talpii superioare 2
- $t_{ts2} := 0\text{mm}$ - laltimea talpii superioare 2
- $b_{ti2} := 0\text{mm}$ - grosimea talpii inferioare 2
- $t_{ti2} := 0\text{mm}$ - laltimea talpii inferioare 2

Tipul profilului L: L90x90x10

$t_L := 10\text{mm}$ $A_{L90x90x10} := 17.10\text{cm}^2$ $I_L := 129\text{cm}^4$ $A_{Lc} := A_{L90x90x10}$
 $e_L := 2.58\text{cm}$



1.1. Aria sectiunii transversale a lonjeronului curent:

$$A_L := b_{ts2} \cdot t_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} + h_{in} \cdot t_{in} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} + 4 \cdot A_{Lc} = 284.4 \cdot \text{cm}^2$$

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

$$CG_L := \frac{b_{ti2} \cdot t_{ti2} \cdot \frac{t_{ti2}}{2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} \cdot \left(t_{ti2} + \frac{t_{ti1}}{2} \right) + 2 \cdot A_{Lc} \cdot (t_{ti2} + t_{ti1} + e_L) + h_{in} \cdot t_{in} \cdot \left(t_{ti2} + t_{ti1} + \frac{h_{in}}{2} \right) \dots}{A_L} = 320 \cdot \text{mm}$$

$$+ 2 \cdot A_{Lc} \cdot (t_{ti2} + t_{ti1} + h_{in} - e_L) + b_{ts1} \cdot t_{ts1} \cdot \left(t_{ti1} + t_{ti2} + h_{in} + \frac{t_{ts1}}{2} \right) \dots$$

$$+ b_{ts2} \cdot t_{ts2} \cdot \left(t_{ti1} + t_{ti2} + h_{in} + t_{ts1} + \frac{t_{ts2}}{2} \right)$$

$$e_{CG} := \left(t_{ti2} + t_{ti1} + \frac{h_{in}}{2} \right) - CG_L = 0.000 \cdot \text{mm}$$

$$z_{his} := \frac{\left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right)}{2} = 150 \cdot \text{mm}$$

$$z_{hii} := \frac{\left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} \right)}{2} = 150 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ts1} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + \frac{t_{ts1}}{2} = 310 \cdot \text{mm}$$

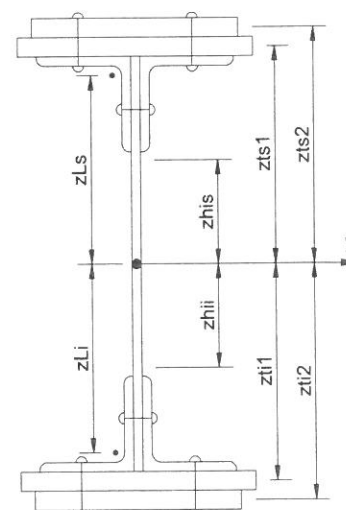
$$z_{ti1} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + \frac{t_{ti1}}{2} = 310 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ts2} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ts1} + \frac{t_{ts2}}{2} = 320 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ti2} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ti1} + \frac{t_{ti2}}{2} = 320 \cdot \text{mm}$$

$$z_{Ls} := \left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right) - e_L = 274.2 \cdot \text{mm}$$

$$z_{Li} := \left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} \right) - e_L = 274.2 \cdot \text{mm}$$



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

$$I_{y_brut} := \frac{b_{ti2} \cdot t_{ti2}^3}{12} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} \cdot z_{ti2}^2 + \frac{b_{ti1} \cdot t_{ti1}^3}{12} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} \cdot z_{ti1}^2 + 2I_L + 2A_{Lc} \cdot z_{Li}^2 \dots$$

$$+ \frac{h_{in}^3 \cdot t_{in}}{12} + h_{in} \cdot t_{in} \cdot e_{CG}^2 + 2I_L + 2A_{Lc} \cdot z_{Ls}^2 + \frac{b_{ts1} \cdot t_{ts1}^3}{12} \dots$$

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

$$I_{y_brut} = 180230.978 \cdot \text{cm}^4$$

1.4. Determinarea modulelor de rezistență:

$$W_{supL} := \frac{I_{y_brut}}{\left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ts1} + t_{ts2}\right)} = 5632 \cdot \text{cm}^3$$

$$W_{infL} := \frac{I_{y_brut}}{\left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ti1} + t_{ti2}\right)} = 5632 \cdot \text{cm}^3$$

2. Determinarea eforturilor in Lonjeronul curent

$$L_{lonj} := 3.70\text{m} \quad \text{-lungimea lonjeronului}$$

$$B := 1.80\text{m} \quad \text{-distanța interax între lonjeroni}$$

2.1. Evaluarea acțiunilor:

2.1.a) Greutatea permanentă

$$\gamma_{lemn} := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{-Greutate specifică lemn}$$

$$\gamma_s := 78.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{-Greutate specifică oțel}$$

Greutăți pe metru liniar:

$$g_L := A_L \cdot \gamma_s = 2.233 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{- greutate lonjeron}$$

$$g_{sina} := 0.60 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad g_{prindere} := 1.30 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

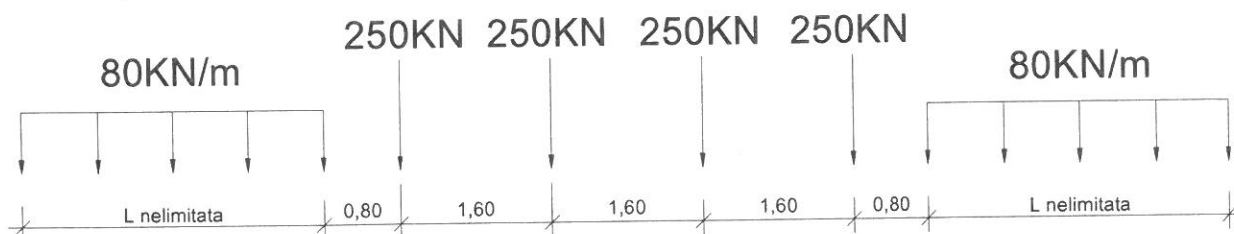
$$g_{traversa} := 0.24\text{m} \cdot 0.24\text{m} \cdot 2.60\text{m} \cdot \gamma_{lemn} = 1.498 \cdot \text{kN}$$

$$g_{scale} := g_{sina} + 2g_{prindere} + \frac{2 \cdot g_{traversa}}{1.0\text{m}} = 4.698 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$g_p := g_L + g_{scale} = 6.93 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

2.1.b) Convoiu de calcul LM71

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



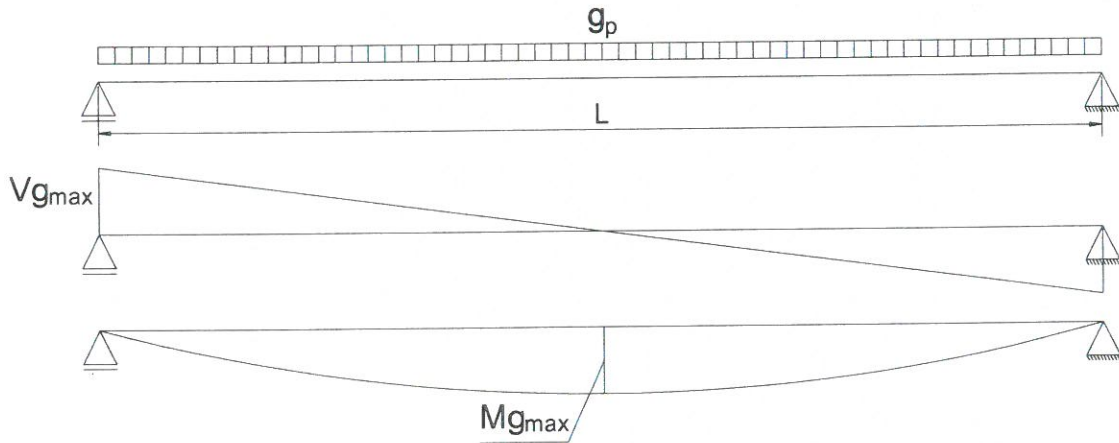
Coeficientul dinamic (ϕ_3) (conform SREN 1991-2:2005 - punctul 6.4.5.2)

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

$$L_\phi := \frac{L_{lonj}}{m} + 3 = 6.7 \quad \text{-lungimea "determinata" conform tabel 6.2}$$

$$\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.73 = 1.634$$

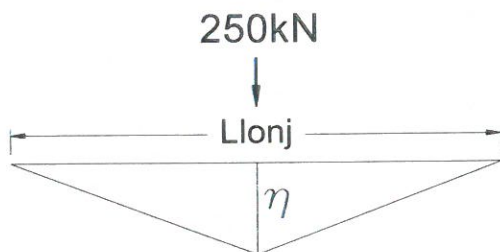
2.2. Diagrame de momente incovoietoare si forta taietoare din greutate permanenta



$$M_{g_{max}} := \frac{g_p \cdot L_{lonj}^2}{8} = 11.859 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{g_{max}} := \frac{g_p \cdot L_{lonj}}{2} = 12.821 \cdot \text{kN}$$

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

Linia de influenta a momentului incovoietor maxim:



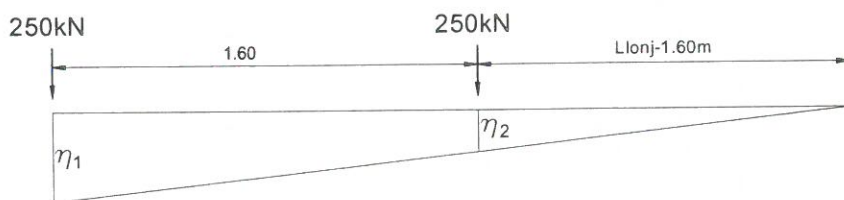
Ordonatele liniei de influenta a momentului incovoietor maxim:

$$\eta := 0.25 \cdot L_{lonj} = 0.925 \text{ m}$$

$$e_{ex} := \frac{\frac{B}{2} + 80 \text{ mm} + 50 \text{ mm}}{B} = 0.572 \quad \text{-coeficient de repartitie}$$

$$M_{\text{maxLM71}} := Q_{vk} \cdot e_{ex} \cdot \eta = 132.326 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Linia de influenta a fortei taietoare maxime:



Ordonatele liniei de influenta a fortei taietoare maxime:

$$\eta_1 := 1$$

$$\eta_2 := \frac{(L_{lonj} - 1.60 \text{ m})}{L_{lonj}} = 0.568$$

$$V_{\text{maxLM71}} := Q_{vk} \cdot e_{ex} \cdot (\eta_1 + \eta_2) = 224.249 \cdot \text{kN}$$

2.4. Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0 \quad C_r := e_{ex} = 0.572$$

$$M_{Ed} := \gamma_G \cdot M_{gmax} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot M_{maxLM71} = 135.613 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

$$V_{Ed} := \gamma_G \cdot V_{gmax} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot V_{maxLM71} = 222.542 \cdot \text{kN}$$

3. Stabilirea clasei sectiunii transversale (conform SREN 1991-1-1:2006 - Tabel 5.2)

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

SR EN 1993-1-1:2006

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	$c/t \leq 9\epsilon$		$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha}$		$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	
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	$c/t \leq 14\epsilon$		$c/t \leq 21\epsilon\sqrt{k_n}$ pentru k_n , a se vedea EN 1993-1-5			
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	α	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

$$c_{in} := h_{in} = 600 \cdot \text{mm} \quad t_{in} = 20 \cdot \text{mm}$$

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

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	$c/t \leq 72\varepsilon$	$c/t \leq 33\varepsilon$	$unde \alpha > 0,5: c/t \leq \frac{396\varepsilon}{13\alpha - 1}$ $unde \alpha \leq 0,5: c/t \leq \frac{36\varepsilon}{\alpha}$			
2	$c/t \leq 83\varepsilon$	$c/t \leq 38\varepsilon$	$unde \alpha > 0,5: c/t \leq \frac{456\varepsilon}{13\alpha - 1}$ $unde \alpha \leq 0,5: c/t \leq \frac{41,5\varepsilon}{\alpha}$			
Distribuția tensiunilor în pereți (compresiune pozitivă)						
3	$c/t \leq 124\varepsilon$	$c/t \leq 42\varepsilon$	$unde \psi > -1: c/t \leq \frac{42\varepsilon}{0,67 + 0,33\psi}$ $unde \psi \leq -1^{*): c/t \leq 62\varepsilon(1 - \psi)\sqrt{-\psi}$			
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

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

$$c_{ts} := \frac{b_{ts1} - t_{in}}{2} = 110 \cdot \text{mm} \quad t_{ts} := t_{ts1} + t_{ts2} = 20 \cdot \text{mm}$$

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

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

4. Verificarea la Starea Limita Ultima - SLU (conform SREN 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 incovoietor

Relatia de verificare:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$M_{Ed} = 135.613 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

(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.

(4) Nu este necesar să se țină seama de găurile de prindere din talpa întinsă, cu condiția ca aceasta să satisfacă relația:

$$\frac{A_{f,net} \cdot 0.9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} \geq \frac{A_f \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad (6.16)$$

în care A_f este aria tălpii întinse.

$$f_u := 360 \text{MPa} \quad t := t_{ts2} + t_{ts1} + t_L = 30 \cdot \text{mm}$$

$$n := 2 \quad d_0 := 23 \text{mm}$$

$$A_{goluri} := t \cdot n \cdot d_0 = 1380 \cdot \text{mm}^2 \quad A_f := b_{ti1} \cdot t_{ti1} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} + 2 \cdot A_{Lc} = 8220 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{f_net} := A_f - A_{goluri} = 6840 \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{A_{f_net} \cdot 0.9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} \geq \frac{A_f \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_de_verificare = "Nu se Verifica"

In acest caz trebuie sa se tina seama de gaurile de prindere si astfel, se reduce aria talpilor

$$A_{ts1} := b_{ts1} \cdot t_{ts1} - t_{ts1} \cdot n \cdot d_0 = 3880 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{ti1} := b_{ti1} \cdot t_{ti1} - t_{ti1} \cdot n \cdot d_0 = 3880 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{ts2} := b_{ts2} \cdot t_{ts2} - t_{ts2} \cdot n \cdot d_0 = 0 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{ti2} := b_{ti2} \cdot t_{ti2} - t_{ti2} \cdot n \cdot d_0 = 0 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{Lc} := A_{Lc} - t_L \cdot d_0 = 1480 \cdot \text{mm}^2$$

$$I_{y_net} := \frac{b_{ti2} \cdot t_{ti2}^3}{12} + A_{ti2} \cdot z_{ti2}^2 + \frac{b_{ti1} \cdot t_{ti1}^3}{12} + A_{ti1} \cdot z_{ti1}^2 + 2I_L + 2A_{Lc} \cdot z_{Li}^2 + \frac{h_{in}^3 \cdot t_{in}}{12} \dots$$

$$+ h_{in} \cdot t_{in} \cdot e_{CG}^2 + 2I_L + 2A_{Lc} \cdot z_{Ls}^2 + \frac{b_{ts1} \cdot t_{ts1}^3}{12} + A_{ts1} \cdot z_{ts1}^2 + \frac{b_{ts2} \cdot t_{ts2}^3}{12} + A_{ts2} \cdot z_{ts2}^2$$

$$I_{y_net} = 1556314988.8 \cdot \text{mm}^4$$

$$y_{\max} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ti1} + t_{ti2} = 320 \cdot \text{mm}$$

$$y_{\min} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ts1} + t_{ts2} = 320 \cdot \text{mm}$$

$$W_{pl} := A_{ts2} \cdot z_{ts2} + A_{ts1} \cdot z_{ts1} + \left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right) \cdot t_{in} \cdot z_{his} + 2A_{Lc} \cdot z_{Ls} = 2914 \cdot \text{cm}^3 \quad M_{c_Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 684.892 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_de_verificare = "Se Verifica"

4.2. Verificarea la forta taietoare

$$\text{Relatia de verificare: } \frac{V_{Ed}}{V_{c_Rd}} \leq 1$$

$$V_{Ed} = 222.542 \cdot \text{kN}$$

Pentru sectiunile din CLASA 1 si 2:

$$V_{c_Rd} = V_{pl_Rd} = \frac{A_v \cdot (f_y \cdot \sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$$

A_v - aria de forfecare

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

$r := 0$ - raza de racordare intre inima si talpa

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

$$A_v := A_L - 2 \cdot b_{ts1} \cdot (t_{ts2} + t_{ts1} + t_L) + (t_{in} + 2 \cdot r) \cdot (t_{ts2} + t_{ts1} + t_L) = 14640 \cdot \text{mm}^2$$

$$\eta \cdot h_{in} \cdot t_{in} = 14400 \cdot \text{mm}^2$$

$$V_{c_Rd} := \frac{A_v \cdot (f_y \cdot \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = 5958.948 \cdot \text{kN}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{V_{Ed}}{V_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_de_verificare = "Se Verifica"

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

Relatie de verificare:

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta \sigma_{E2} \leq \frac{\Delta \sigma_c}{\gamma_{Mf}}$$

$$\gamma_{Ff} := 1.00$$

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

(conform **SREN 1993-1-9:2006, tabelul 3.1**)

Coeficientul dinamic (ϕ_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

$$L_{\phi} := \frac{L_{lonj}}{m} + 3 = 6.7$$

-lungimea "determinata" conform **tabel 6.2**

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_\phi} - 0.2} + 0.82 = 1.423$$

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

-conform **SREN 1993-2:2007, punctul 9.4.1**

λ - factorul echivalent de vatamare

ϕ_2 - coeficientul dinamic echivalent

$\Delta \sigma_p$ - ecartul de referinta

$$\Delta\sigma_p = |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}|$$

9.5.3 Factori echivalenți corespunzători vătămării λ pentru poduri de cale ferată

(1) Factorul echivalent corespunzător vătămării λ 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: λ_1 este un factor care ține seama de efectul vătămării din trafic și depinde de lungimea liniei de influență;

λ_2 este un factor care ține seama de volumul traficului;

λ_3 este un factor care ține seama de durata de viață proiectată a podului;

λ_4 este un factor pentru cazul în care elementul structural este încărcat de cel puțin două linii;

λ_{max} este valoarea maximă a factorului λ - luându-se în considerare limita de oboseală, a se vedea (9).

$$\lambda_1 := 1.13 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.3}$$

Tabelul 9.3 - λ_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

Tabelul 9.5 - λ_2

Trafic anual [10^6 t/track]	5	10	15	20	25	30	35	40	50
λ_2	0,72	0,83	0,90	0,96	1,00	1,04	1,07	1,10	1,15

$$\lambda_2 := 0.808 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.5 pentru un tonaj anual de } 9 \times 10^6$$

Tabelul 9.6 - λ_3

Durata de viață proiectată [ani]	50	60	70	80	90	100	120
λ_3	0,87	0,90	0,93	0,96	0,98	1,00	1,04





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

$$\lambda_4 := 1.00$$

$$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.794$$

$$M_{Ed_SLUO} := M_{maxLM71} = 132.326 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Se verifica detaliul 90-11 reprezentat de elemente structurale cu găuri supuse la încovoiere și forțe axiale

90		9) Îmbinări cu șuruburi calibrate cu eclise duble simetrice.	9) ... secțiunea netă.
		9) Îmbinări cu șuruburi nepretensionate injectate cu eclise suble simetrice	9) ... secțiunea netă.
		10) Îmbinări cu eclise exterioare cu șuruburi de înaltă rezistență pretensionate.	10) ... secțiunea brută.
		10) Îmbinări cu eclise exterioare cu șuruburi de pretensionate injectate.	10) ... secțiunea brută.
		11) Elemente structurale cu găuri supuse la încovoiere și forțe axiale	11) ... secțiunea netă.

$$\Delta\sigma_c := 90\text{MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 51.962\cdot\text{MPa}$$

$$z_{ob} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} = 300\cdot\text{mm}$$

$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_{y_net}} \cdot z_{ob} = 25.508\cdot\text{MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 25.508\cdot\text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 28.831\cdot\text{MPa}$$

$$\text{Relatia}_1_verificare := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia₁_verificare = "Se Verifica"

Intocmit,
ing. Andrei RADU



Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU



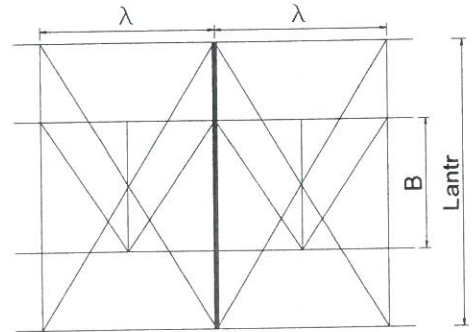
**Pasaj inferior km 656+256, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.I.P.C.J.S - deschidere 27.10m**

Breviar de calcul Antretoaza curenta L=4.90m conform EUROCOD

In cadrul notei de calcul s-au considerat coeficienti de siguranta cu valoarea 1.00 pentru constructii existente verificate la conditii de exploatare.

1. Determinarea eforturilor in Antretoaza curenta

- $L_a := 4.90\text{m}$ -lungimea antretoazei
- $\lambda := 3.95\text{m}$ -distanta dintre antretoaze
- $\gamma_{ot} := 78.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ -greutatea specifica a otelului
- $B := 1.50\text{m}$ -distanta dintre lonjeroni



1.1. Evaluarea actiunilor:

1.1.a) Greutatea proprie a antretoazei

- $h_{ia} := 775\text{mm}$ -inaltimea inimii antretoazei
- $t_{ia} := 20\text{mm}$ -grosimea inimii antretoazei
- $b_{tsa1} := 220\text{mm}$ -latimea talpii superioare 1
- $t_{tsa1} := 30\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 1
- $b_{tsa2} := 0\text{mm}$ -latimea talpii superioare 2
- $t_{tsa2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 2
- $b_{tia1} := 220\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 1
- $t_{tia1} := 30\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 1
- $b_{tia2} := 0\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 2
- $t_{tia2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 2

$$A_a := h_{ia} \cdot t_{ia} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} = 28700 \cdot \text{mm}^2$$

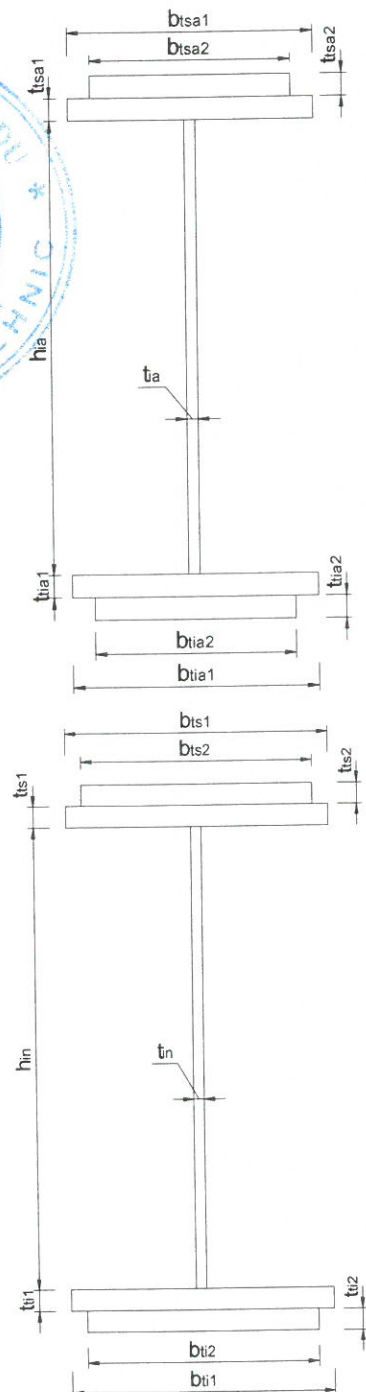
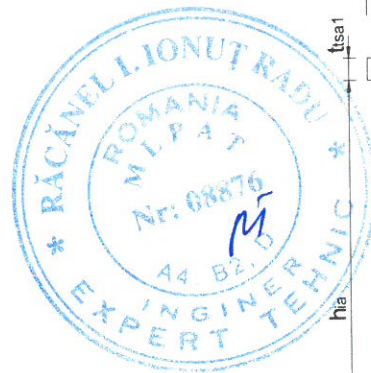
$$G_a := A_a \cdot \gamma_{ot} = 2.253 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.b) Greutatea proprie a lonjeronilor

- $h_{in} := 485\text{mm}$ -inaltimea inimii
- $t_{in} := 12\text{mm}$ -grosimea inimii
- $b_{ts1} := 225\text{mm}$ -latimea talpii superioare 1
- $t_{ts1} := 20\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 1
- $b_{ti1} := 225\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 1
- $t_{ti1} := 20\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 1
- $b_{ts2} := 0\text{mm}$ -latimea talpii superioare 2
- $t_{ts2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 2
- $b_{ti2} := 0\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 2
- $t_{ti2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 2

$$A_L := b_{ts2} \cdot t_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} + h_{in} \cdot t_{in} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} = 14820 \cdot \text{mm}^2$$

$$G_l := A_L \cdot \gamma_{ot} = 1.163 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



1.1.c) Greutatea proprie a contravanturii lonjeronilor

Rigla panou de capat

$$A_{U200} := 32.20 \text{ cm}^2 \quad \text{-aria unui profil U200x75}$$

$$G_r := A_{U200} \cdot \gamma_{ot} = 0.253 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Diagonala panou de capat

$$A_{L80x80x8} := 12.30 \text{ cm}^2 \quad \text{-aria unui profil L80x80x8}$$

$$G_d := A_{L80x80x8} \cdot \gamma_{ot} = 0.097 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.d) Greutatea proprie a tablei striate

$$G_{ts} := 0.005 \text{ m} \cdot 2.04 \text{ m} \cdot \gamma_{ot} = 0.801 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.e) Greutatea proprie a traversei de lemn

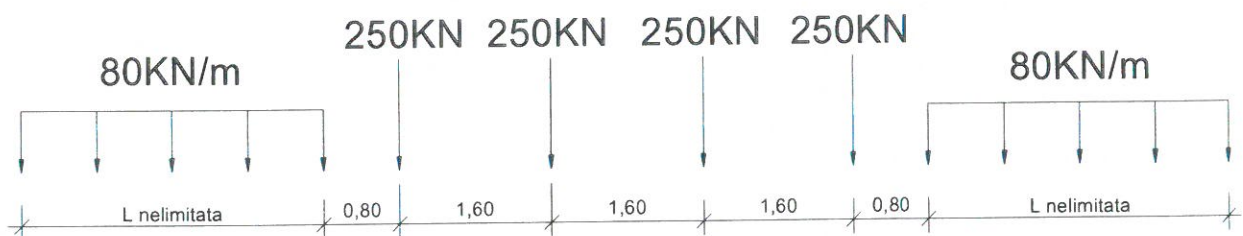
$$\gamma_l := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{-greutatea specifica a lemnului} \quad G_{trav} := 0.24 \text{ m} \cdot 0.24 \text{ m} \cdot 2.6 \text{ m} \cdot \gamma_l = 1.498 \cdot \text{kN}$$

1.1.f) Greutate sina S65 si material marunt cale

$$G_{sina_mat} := 0.7 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.g) Convoiul de calcul LM71

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



Coeficientul dinamic (ϕ_3) (conform SREN 1991-2:2005, punctul 6.4.5.2)

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

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

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

1.2. Determinarea reactiunii pe antretoaza din greutatea permanenta a trotuarului

$$R_{\text{trotuar}} := G_{\text{ts}} \cdot \lambda = 3.163 \cdot \text{kN}$$

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

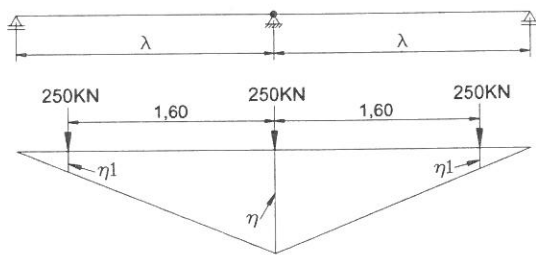
$$R_{\text{lonj}} := 2G_{\text{I}} \cdot \lambda + 2G_{\text{r}} \cdot B + 2G_{\text{d}} \cdot \left[\sqrt{B^2 + \left(\frac{\lambda}{2} \right)^2} \right] + G_{\text{trav}} \cdot 6 + G_{\text{sina_mat}} \cdot \lambda = 22.178 \cdot \text{kN}$$

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

$$R_{\text{elem.adiacente}} := R_{\text{trotuar}} + R_{\text{lonj}} = 25.341 \cdot \text{kN}$$

1.5. Determinarea reactiunii pe antretoaza din convoiul de calcul LM71

Li Antretoaza curenta



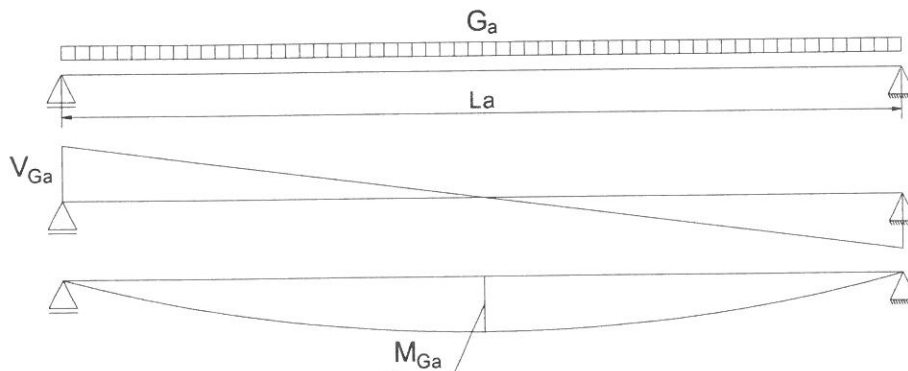
Ordonatele liniei de influenta:

$$\eta := 1.00$$

$$\eta_{1a} := \frac{\eta}{\lambda} (\lambda - 1.6\text{m}) = 0.595$$

$$R_{\text{LM71}} := \frac{Q_{\text{vk}}}{2} \cdot (\eta + 2 \cdot \eta_{1a}) = 273.734 \cdot \text{kN}$$

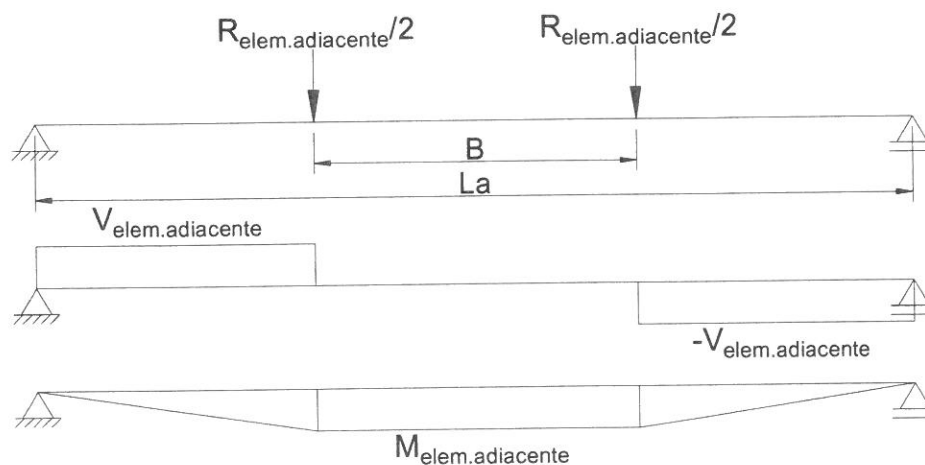
1.6. Diagrame de moment incovoiator si forta taietoare pe antretoaza din greutate proprie



$$M_{\text{Ga}} := \frac{G_a \cdot L_a^2}{8} = 6.762 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

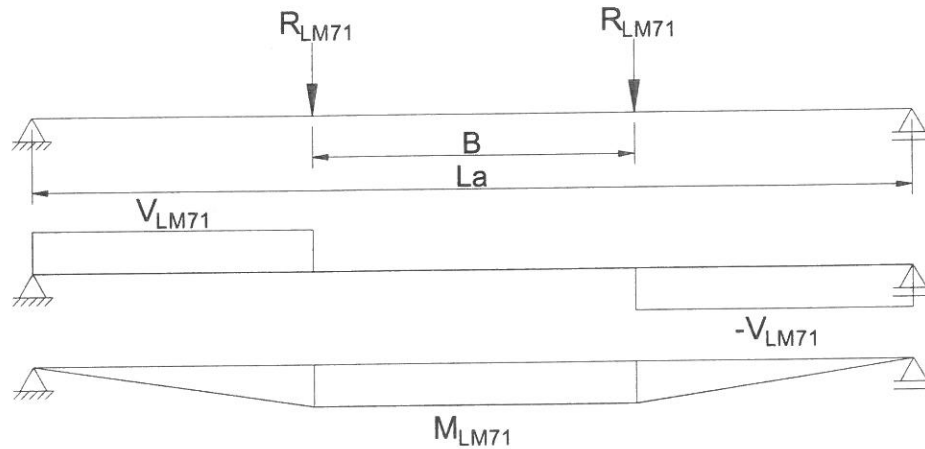
$$V_{\text{Ga}} := \frac{G_a \cdot L_a}{2} = 5.52 \cdot \text{kN}$$

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



$$M_{\text{elem.adiacente}} := \frac{R_{\text{elem.adiacente}} \cdot L_a - B}{2} = 21.54 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{\text{elem.adiacente}} := \frac{R_{\text{elem.adiacente}}}{2} = 12.671 \cdot \text{kN}$$

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



$$M_{\text{LM71}} := R_{\text{LM71}} \cdot \frac{L_a - B}{2} = 465.348 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{\text{LM71}} := R_{\text{LM71}} = 273.734 \cdot \text{kN}$$

1.9. Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \gamma_{Qi} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0$$

$$M_{\text{Ed}} := \gamma_G \cdot (M_{\text{Ga}} + M_{\text{elem.adiacente}}) + \gamma_{Q1} \cdot \psi_3 \cdot M_{\text{LM71}} = 711.003 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{\text{Ed}} := \gamma_G \cdot (V_{\text{Ga}} + V_{\text{elem.adiacente}}) + \gamma_{Q1} \cdot \psi_3 \cdot V_{\text{LM71}} = 419.779 \cdot \text{kN}$$

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

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

-limita de curgere a oțelului S235,
echivalent cu OL37

$$\varepsilon := \sqrt{\frac{235 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{f_y}} = 1$$

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
1	$c/t \leq 72\varepsilon$	$c/t \leq 33\varepsilon$	unde $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{396\varepsilon}{13\alpha - 1}$ unde $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{36\varepsilon}{\alpha}$
2	$c/t \leq 83\varepsilon$	$c/t \leq 38\varepsilon$	unde $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{456\varepsilon}{13\alpha - 1}$ unde $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{41,5\varepsilon}{\alpha}$
3	$c/t \leq 124\varepsilon$	$c/t \leq 42\varepsilon$	unde $\psi > -1$: $c/t \leq \frac{42\varepsilon}{0,67 + 0,33\psi}$ unde $\psi \leq -1$: $c/t \leq 62\varepsilon(1 - \psi)\sqrt{(-\psi)}$
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275
	c	1,00	0,92
			355
			420
			460
			0,81
			0,75
			0,71

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

2.1. Clasa inimii:

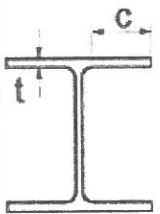
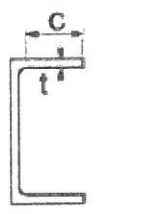
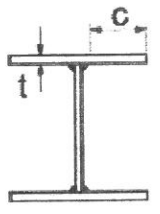
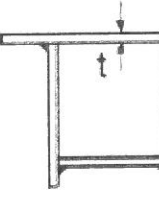
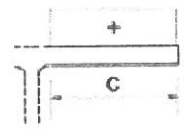
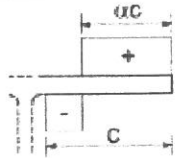
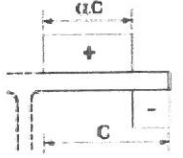
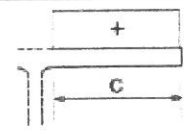
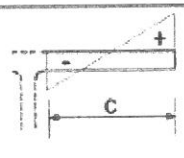
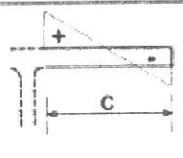
$$c_i := h_{ia} = 775 \cdot \text{mm}$$

$$t_{ia} = 20 \cdot \text{mm}$$

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

Clasa_{inimii} = 1

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

Tălpi în consolă							
							
							
		Secțiuni laminare		Secțiuni sudate			
Clasă	Perete supus la compresiune	Perete supus la încovoiere și compresiune					
		Extremitate comprimată		Extremitate întinsă			
1							
		$c/t \leq 9\epsilon$		$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha}$		$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	
2		$c/t \leq 10\epsilon$		$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha}$		$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	
3							
		$c/t \leq 14\epsilon$		$c/t \leq 21\epsilon\sqrt{k_\sigma}$ pentru k_σ a se vedea EN 1993-1-5			
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460	
	ϵ	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71	

$$c_{ts} := \frac{b_{tsa1} - t_{ia}}{2} = 100 \cdot \text{mm} \quad t_{ts} := t_{tsa1} + t_{tsa2} = 30 \cdot \text{mm}$$

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

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

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

$$CG_A := \frac{b_{tia2} \cdot t_{tia2} \cdot \frac{t_{tia2}}{2} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} \cdot \left(t_{tia2} + \frac{t_{tia1}}{2} \right) + h_{ia} \cdot t_{ia} \cdot \left(t_{tia2} + t_{tia1} + \frac{h_{ia}}{2} \right) + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} \cdot \left(t_{tia1} + t_{tia2} + h_{ia} + \frac{t_{tsa1}}{2} \right) + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} \cdot \left(t_{tia1} + t_{tia2} + h_{ia} + t_{tsa1} + \frac{t_{tsa2}}{2} \right)}{A_a} = 417 \cdot \text{mm}$$

$$e_{CG} := \left(t_{tia2} + t_{tia1} + \frac{h_{ia}}{2} \right) - CG_A = 0.000 \cdot \text{mm}$$

$$z_{hias} := \frac{\left(\frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} \right)}{2} = 193.75 \cdot \text{mm}$$

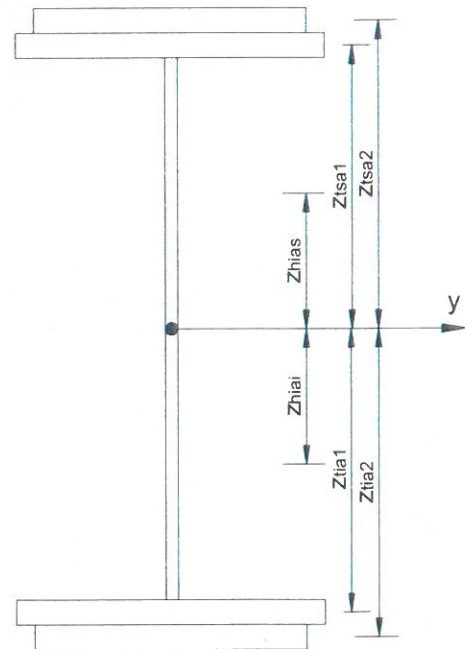
$$z_{hia1} := \frac{\left(\frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} \right)}{2} = 193.75 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tsa1} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + \frac{t_{tsa1}}{2} = 402.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tia1} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + \frac{t_{tia1}}{2} = 402.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tsa2} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + t_{tsa1} + \frac{t_{tsa2}}{2} = 417.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tia2} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + t_{tia1} + \frac{t_{tia2}}{2} = 417.5 \cdot \text{mm}$$



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

$$I_{yA} := \frac{b_{tia2} \cdot t_{tia2}^3}{12} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} \cdot z_{tia2}^2 + \frac{b_{tia1} \cdot t_{tia1}^3}{12} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} \cdot z_{tia1}^2 + \frac{h_{ia}^3 \cdot t_{ia}}{12} + h_{ia} \cdot t_{ia} \cdot e_{CG}^2 + \frac{b_{tsa1} \cdot t_{tsa1}^3}{12} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} \cdot z_{tsa1}^2 + \frac{b_{tsa2} \cdot t_{tsa2}^3}{12} + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} \cdot z_{tsa2}^2$$

$$I_{yA} = 291527.979 \cdot \text{cm}^4$$

3. Verificarea la Starea Limita Ultima - SLU (conform SREN 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:
$$\frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1$$

$$M_{Ed} = 711.003 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

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

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

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

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

$$y_{max} := CG_A = 417.5 \cdot \text{mm}$$

$$y_{min} := CG_A = 417.5 \cdot \text{mm}$$

$$W_{pl} := b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} \cdot z_{tsa2} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} \cdot z_{tsa1} + \left(\frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} \right) \cdot t_{ia} \cdot z_{hias} = 4158 \cdot \text{cm}^3 \quad M_{c_Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 977.145 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} = \text{"Se Verifica"}$$

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

Relatie de verificare:

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}}$$

$$\gamma_{Ff} := 1.00 \quad \gamma_{Mf} := 1.35 \quad (\text{conform SREN 1993-1-9:2006, tabelul 3.1})$$

Coeficientul dinamic (ϕ_2) (conform SREN 1991-2:2005, punctul 6.4.5.2)

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

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

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

$$\Delta\sigma_{E2} = \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p \quad \text{-conform SREN 1993-2:2007, punctul 9.4.1}$$

λ - factorul echivalent de vatamare

ϕ_2 - coeficientul dinamic echivalent

$\Delta\sigma_p$ - ecartul de referinta

$$\Delta\sigma_p = |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}|$$

9.5.3 Factori echivalenți corespunzători vătămării λ pentru poduri de cale ferată

(1) Factorul echivalent corespunzător vătămării λ 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: λ_1 este un factor care ține seama de efectul vătămării din trafic și depinde de lungimea liniei de influență;

λ_2 este un factor care ține seama de volumul traficului;

λ_3 este un factor care ține seama de durata de viață proiectată a podului;

λ_4 este un factor pentru cazul în care elementul structural este încărcat de cel puțin două linii;

λ_{max} este valoarea maximă a factorului λ - luându-se în considerare limita de oboseală, a se vedea (9).

$$\lambda_1 := 1.028 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.3}$$

Tabelul 9.5 - λ_2

Trafic anual [10^6 t / track]	5	10	15	20	25	30	35	40	50
λ_2	0,72	0,83	0,90	0,96	1,00	1,04	1,07	1,10	1,15

$$\lambda_2 := 0.808 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.5 pentru un tonaj anual de } 9 \times 10^6$$

Tabelul 9.6 - λ_3

Durata de viață proiectată [ani]	50	60	70	80	90	100	120
λ_3	0,87	0,90	0,93	0,96	0,98	1,00	1,04

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

$$\lambda_4 := 1.00$$

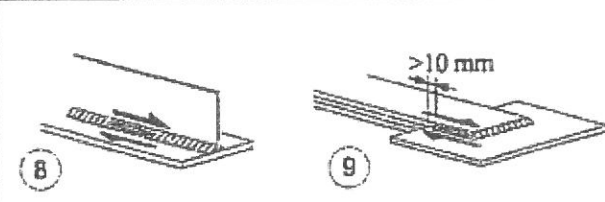
$$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.723$$

$$M_{Ed_SLUO} := M_{LM71} = 465.348 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Tabelul 9.3 - λ_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 80 reprezentat de suduri in colt dintre inima si talpi:

80 $m=5$		<p>8) Suduri în colț continue care transmit tensiuni de forfecare, cum sunt sudurile dintre inimă și tălpi la grinzile din table sudate.</p> <p>9) Îmbinări prin suprapunere cu sudură în colț.</p>
-------------	--	---

$$\Delta\sigma_c := 80 \text{ MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 46.188 \cdot \text{MPa}$$

$$z_{ob} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} = 387.5 \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_{yA}} \cdot z_{ob} = 61.854 \cdot \text{MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 61.854 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 58.617 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Relatia1_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia1_verificare = "Se Verifica"

Intocmit,
ing. Andrei RADU

Rady

Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU

Q



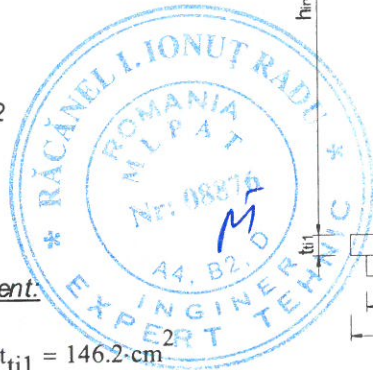
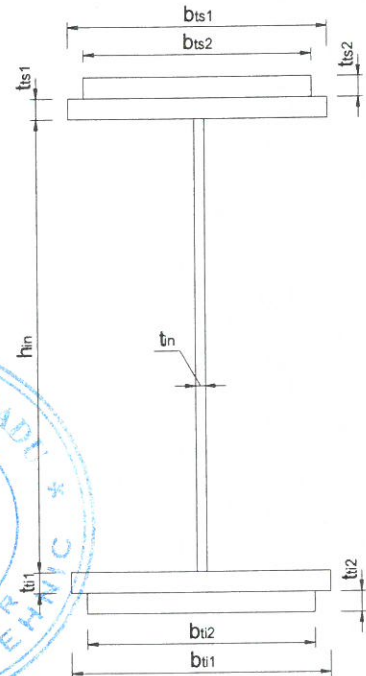
**Pasaj inferior km 656+256, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.I.P.C.J.S - deschidere 27.10m**

Breviar de calcul: Lonjeron curent L=3.95m conform EUROCOD

In cadrul notei de calcul s-au considerat coeficienti de siguranta cu valoarea 1.00 pentru constructii existente verificate la conditii de exploatare.

1. Caracteristicile sectiunii Lonjeronului curent

- $h_{in} := 485\text{mm}$ -inaltimea inimii
- $t_{in} := 12\text{mm}$ -grosimea inimii
- $b_{ts1} := 220\text{mm}$ -latimea talpii superioare 1
- $t_{ts1} := 20\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 1
- $b_{ti1} := 220\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 1
- $t_{ti1} := 20\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 1
- $b_{ts2} := 0\text{mm}$ -latimea talpii superioare 2
- $t_{ts2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 2
- $b_{ti2} := 0\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 2
- $t_{ti2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 2



1.1. Aria sectiunii transversale a lonjeronului curent:

$$A_L := b_{ts2} \cdot t_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} + h_{in} \cdot t_{in} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} = 146.2 \cdot \text{cm}^2$$

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

$$CG_L := \frac{b_{ti2} \cdot t_{ti2} \cdot \frac{t_{ti2}}{2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} \cdot \left(t_{ti2} + \frac{t_{ti1}}{2} \right) + h_{in} \cdot t_{in} \cdot \left(t_{ti2} + t_{ti1} + \frac{h_{in}}{2} \right) + b_{ts1} \cdot t_{ts1} \cdot \left(t_{ti1} + t_{ti2} + h_{in} + \frac{t_{ts1}}{2} \right) + b_{ts2} \cdot t_{ts2} \cdot \left(t_{ti1} + t_{ti2} + h_{in} + t_{ts1} + \frac{t_{ts2}}{2} \right)}{A_L} = 262 \cdot \text{mm}$$

$$e_{CG} := \left(t_{ti2} + t_{ti1} + \frac{h_{in}}{2} \right) - CG_L = 0.000 \cdot \text{mm}$$

$$z_{his} := \frac{\left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right)}{2} = 121.25 \cdot \text{mm}$$

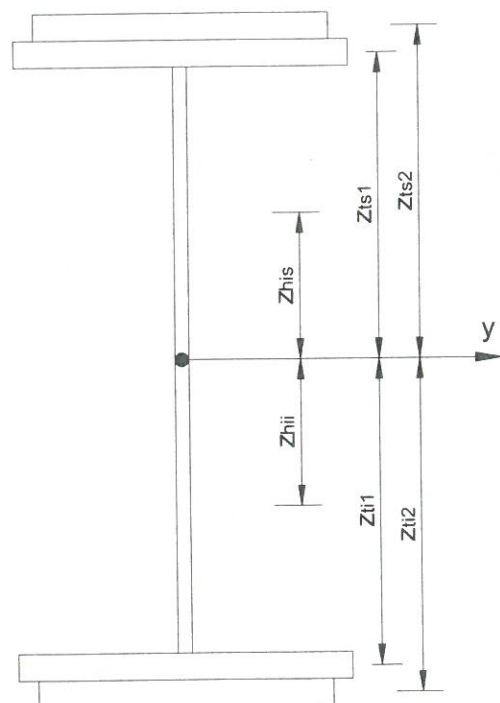
$$z_{hii} := \frac{\left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} \right)}{2} = 121.25 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ts1} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + \frac{t_{ts1}}{2} = 252.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ti1} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + \frac{t_{ti1}}{2} = 252.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ts2} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ts1} + \frac{t_{ts2}}{2} = 262.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ti2} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ti1} + \frac{t_{ti2}}{2} = 262.5 \cdot \text{mm}$$



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

$$I_{yL} := \frac{b_{ti2} \cdot t_{ti2}^3}{12} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} \cdot z_{ti2}^2 + \frac{b_{ti1} \cdot t_{ti1}^3}{12} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} \cdot z_{ti1}^2 + \frac{h_{in}^3 \cdot t_{in}}{12} + h_{in} \cdot t_{in} \cdot e_{CG}^2 \dots = 67543.246 \cdot \text{cm}^4$$

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

1.4. Determinarea modulelor de rezistenta:

$$W_{supL} := \frac{I_{yL}}{\left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ts1} + t_{ts2}\right)} = 2573 \cdot \text{cm}^3$$

$$W_{infL} := \frac{I_{yL}}{\left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ti1} + t_{ti2}\right)} = 2573 \cdot \text{cm}^3$$

2. Determinarea eforturilor in Lonjeronul curent

$L_{lonj} := 3.95\text{m}$ -lungimea lonjeronului
 $B := 1.50\text{m}$ -distanta interax intre lonjeroni

2.1. Evaluarea actiunilor:

2.1.a) Greutatea permanenta

$$\gamma_{lemn} := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \text{ -Greutate specifica lemn}$$

$$\gamma_s := 78.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \text{ -Greutate specifica otel}$$

Greutati pe metru liniar:

$$g_L := A_L \cdot \gamma_s = 1.148 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \text{ - greutate lonjeron}$$

$$g_{sina} := 0.65 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad g_{prindere} := 1.30 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$g_{traversa} := 0.24\text{m} \cdot 0.24\text{m} \cdot 2.60\text{m} \cdot \gamma_{lemn} = 1.498 \cdot \text{kN}$$

$$g_{cale} := g_{sina} + 2g_{prindere} + \frac{2 \cdot g_{traversa} \cdot 1.0\text{m}}{2} = 4.748 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$g_p := g_L + g_{cale} = 5.895 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

2.1.b) Convoiul de calcul LM71

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



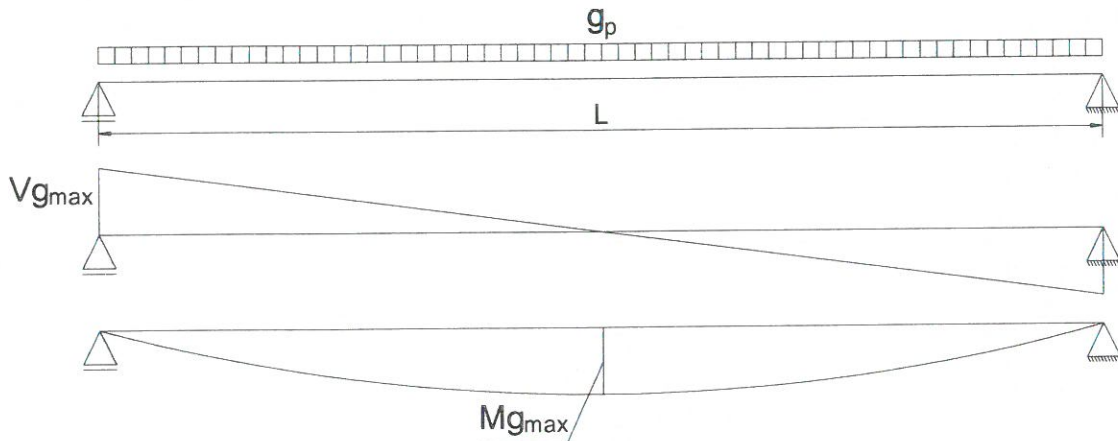
Coeficientul dinamic (ϕ_3) (conform **SREN 1991-2:2005 - punctul 6.4.5.2**)

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

$$L_\phi := \frac{L_{lonj}}{m} + 3 = 6.95 \quad \text{-lungimea "determinata" conform tabel 6.2}$$

$$\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.73 = 1.617$$

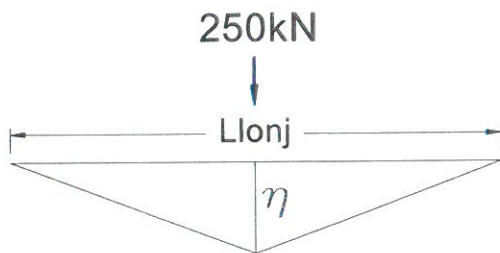
2.2. *Diagrame de momente incovoietoare si forta taietoare din greutate permanenta*



$$M_{gmax} := \frac{g_p \cdot L_{lonj}^2}{8} = 11.498 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{gmax} := \frac{g_p \cdot L_{lonj}}{2} = 11.643 \cdot \text{kN}$$

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

Linia de influenta a momentului incovoietor maxim:



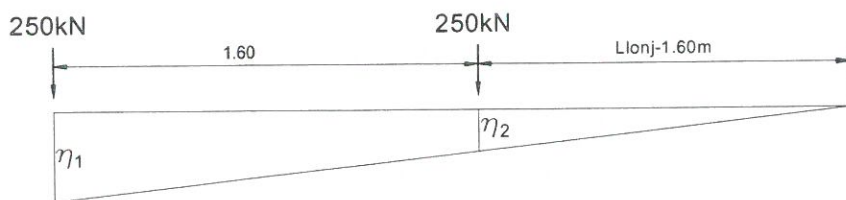
Ordonatele liniei de influenta a momentului incovoietor maxim:

$$\eta := 0.25 \cdot L_{lonj} = 0.988 \text{ m}$$

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

$$M_{maxLM71} := Q_{vk} \cdot e_{ex} \cdot \eta = 144.833 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Linia de influenta a fortei taietoare maxime:



Ordonatele liniei de influenta a fortei taietoare maxime:

$$\eta_1 := 1$$

$$\eta_2 := \frac{(L_{lonj} - 1.60 \text{ m})}{L_{lonj}} = 0.595$$

$$V_{maxLM71} := Q_{vk} \cdot e_{ex} \cdot (\eta_1 + \eta_2) = 233.924 \cdot \text{kN}$$

2.4. Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0 \quad C_r := e_{ex} = 0.587$$

$$M_{Ed} := \gamma_G \cdot M_{gmax} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot M_{maxLM71} = 148.858 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

$$V_{Ed} := \gamma_G \cdot V_{gmax} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot V_{maxLM71} = 233.497 \cdot \text{kN}$$

3. Stabilirea clasei sectiunii transversale (conform SREN 1991-1-1:2006 - Tabel 5.2)

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

SR EN 1993-1-1:2006

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	$c/t \leq 9\varepsilon$	$c/t \leq \frac{9\varepsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{9\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{9\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{9\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{9\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$
2	$c/t \leq 10\varepsilon$	$c/t \leq \frac{10\varepsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{10\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{10\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{10\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{10\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$
Distribuția tensiunilor în pereți (compresiune pozitivă)						
3	$c/t \leq 14\varepsilon$	$c/t \leq 21\varepsilon\sqrt{k_{\sigma}}$ pentru k_{σ} a se vedea EN 1993-1-5				
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

$$c_{in} := h_{in} = 485 \cdot \text{mm} \quad t_{in} = 12 \cdot \text{mm}$$

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

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	$c/t \leq 72\varepsilon$	$c/t \leq 33\varepsilon$	unde $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{396\varepsilon}{13\alpha - 1}$ unde $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{36\varepsilon}{\alpha}$			
2	$c/t \leq 83\varepsilon$	$c/t \leq 38\varepsilon$	unde $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{456\varepsilon}{13\alpha - 1}$ unde $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{41,5\varepsilon}{\alpha}$			
Distribuția tensiunilor în pereți (compresiune pozitivă)						
3	$c/t \leq 124\varepsilon$	$c/t \leq 42\varepsilon$	unde $\psi > -1$: $c/t \leq \frac{42\varepsilon}{0,67 + 0,33\psi}$ unde $\psi \leq -1$: $c/t \leq 62\varepsilon(1 - \psi)\sqrt{-\psi}$			
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

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

$$c_{ts} := \frac{b_{ts1} - t_{in}}{2} = 104 \cdot \text{mm} \quad t_{ts} := t_{ts1} + t_{ts2} = 20 \cdot \text{mm}$$

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

$$\text{Clasa}_{\text{secțiunii}} := \max(\text{Clasa}_{\text{mimii}}, \text{Clasa}_{\text{talpii}}) = 1$$

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

$$\gamma_{M0} := 1.00 \quad \gamma_{M1} := 1.10 \quad \text{conform SREN 1993-2:2007, secțiunea 6.1}$$

Verificarea la moment încovoietor

Relatia de verificare: $\frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1$

$$M_{Ed} = 148.858 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

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

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

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

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

$$y_{max} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ti1} + t_{ti2} = 262.5 \cdot \text{mm}$$

$$y_{min} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ts1} + t_{ts2} = 262.5 \cdot \text{mm}$$

$$W_{pl} := b_{ts2} \cdot t_{ts2} \cdot z_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} \cdot z_{ts1} + \left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right) \cdot t_{in} \cdot z_{his} = 1464 \cdot \text{cm}^3 \quad M_{c_Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 344.002 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

$$\text{Relatia de verificare} = \text{"Se Verifica"}$$

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

Relatie de verificare:

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}}$$

$$\gamma_{Ff} := 1.00 \quad \gamma_{Mf} := 1.35 \quad (\text{conform SREN 1993-1-9:2006, tabelul 3.1})$$

Coeficientul dinamic (ϕ_2) (conform SREN 1991-2:2005, punctul 6.4.5.2)

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

$$L_\phi := \frac{L_{lonj}}{m} + 3 = 6.95 \quad \text{-lungimea "determinata" conform tabel 6.2}$$

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_\phi} - 0.2} + 0.82 = 1.411$$

$$\Delta\sigma_{E2} = \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p \quad \text{-conform SREN 1993-2:2007, punctul 9.4.1}$$

λ - factorul echivalent de vatamare

ϕ_2 - coeficientul dinamic echivalent

$\Delta\sigma_p$ - ecartul de referinta

$$\Delta\sigma_p = |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}|$$

9.5.3 Factori echivalenți corespunzători vătămării λ pentru poduri de cale ferată

(1) Factorul echivalent corespunzător vătămării λ 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: λ_1 este un factor care ține seama de efectul vătămării din trafic și depinde de lungimea liniei de influență;

λ_2 este un factor care ține seama de volumul traficului;

λ_3 este un factor care ține seama de durata de viață proiectată a podului;

λ_4 este un factor pentru cazul în care elementul structural este încărcat de cel puțin două linii;

λ_{max} este valoarea maximă a factorului λ - luându-se în considerare limita de oboseală, a se vedea (9).

$$\lambda_1 := 1.02 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.3}$$

Tabelul 9.5 - λ_2

Trafic anual [10^6 t / track]	5	10	15	20	25	30	35	40	50
λ_2	0,72	0,83	0,90	0,96	1,00	1,04	1,07	1,10	1,15

$$\lambda_2 := 0.808 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.5 pentru un tonaj anual de } 9 \times 10^6$$

Tabelul 9.6 - λ_3

Durata de viață proiectată [ani]	50	60	70	80	90	100	120
λ_3	0,87	0,90	0,93	0,96	0,98	1,00	1,04

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

$$\lambda_4 := 1.00$$

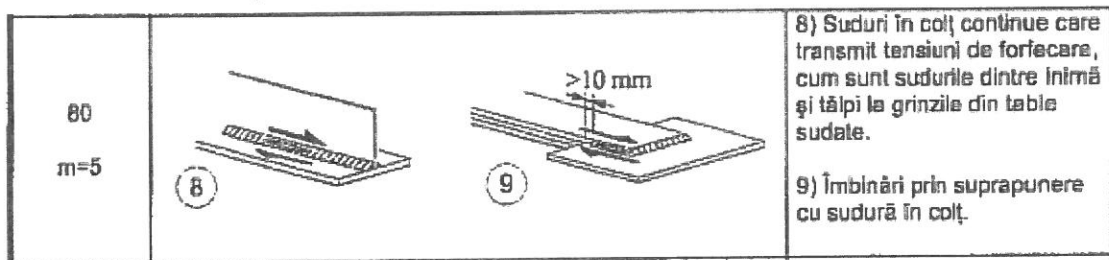
$$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.717$$

$$M_{Ed_SLUO} := M_{maxLM71} = 144.833 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Tabelul 9.3 - λ_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 80 reprezentat de suduri în colț dintre inima și talpi:



$$\Delta\sigma_c := 80 \text{ MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 46.188 \cdot \text{MPa}$$

$$z_{ob} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} = 242.5 \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_{yL}} \cdot z_{ob} = 51.999 \cdot \text{MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 51.999 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 52.611 \cdot \text{MPa}$$

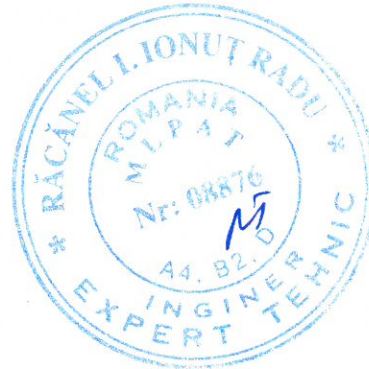
$$\text{Relatia}_{1_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_{1_verificare} = "Se Verifica"

Intocmit,
ing. Andrei RADU



Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU



**Pasaj inferior km 657+656, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.I.P.C.S - deschidere 15.00m**

Breviar de calcul: Grinda principala L=15.00m conform EUROCOD

In cadrul notei de calcul s-au considerat coeficienti de siguranta cu valoarea 1.00 pentru constructii existente verificate la conditii de exploatare.

1. Determinarea eforturilor in Grinda principala cu inima plina

- L := 15.00m -deschiderea podului
- B := 1.80m -distanța interax între grinzile principale
- h_w := 995mm -inalțimea inimii grinzii

1.1. Evaluarea acțiunilor:

1.1.a) Greutatea permanenta (conform fisei podului)

$$g_{sina} := 0.65 \frac{kN}{m} \quad g_{prindere} := 1.30 \frac{kN}{m} \quad \gamma_{lemn} := 10 \frac{kN}{m^3}$$

$$g_{traversa} := 0.24m \cdot 0.24m \cdot 2.60m \cdot \gamma_{lemn} = 1.498 \cdot kN$$

$$g_{cale} := 2g_{sina} + 2g_{prindere} + \frac{2 \cdot g_{traversa}}{1.0m} = 6.895 \cdot \frac{kN}{m}$$

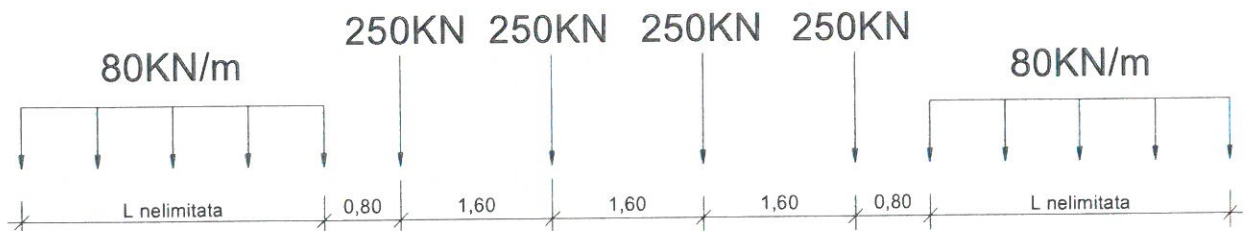
$$g_{sm_fisapod} := \frac{200 \cdot kN}{15.00m} = 13.333 \cdot \frac{kN}{m}$$

$$g_p := g_{sm_fisapod} + g_{cale} = 20.229 \cdot \frac{kN}{m}$$



1.1.b) Convoiu de calcul LM71

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



Coeficientul dinamic (ϕ_3) (conform SREN 1991-2:2005 - punctul 6.4.5.2)

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

$$L_\phi := \frac{L}{m} = 15 \quad \text{-lungimea "determinata" conform tabel 6.2}$$

$$\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.73 = 1.318$$

1.1.c) Acțiunea vântului (SREN 1991-1-4:2006 - secțiunea 8)

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

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

Valoarea recomandata pentru densitatea aerului este de 1,25kg/m³ (Anexa Nationala - punct 4.5)

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

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

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

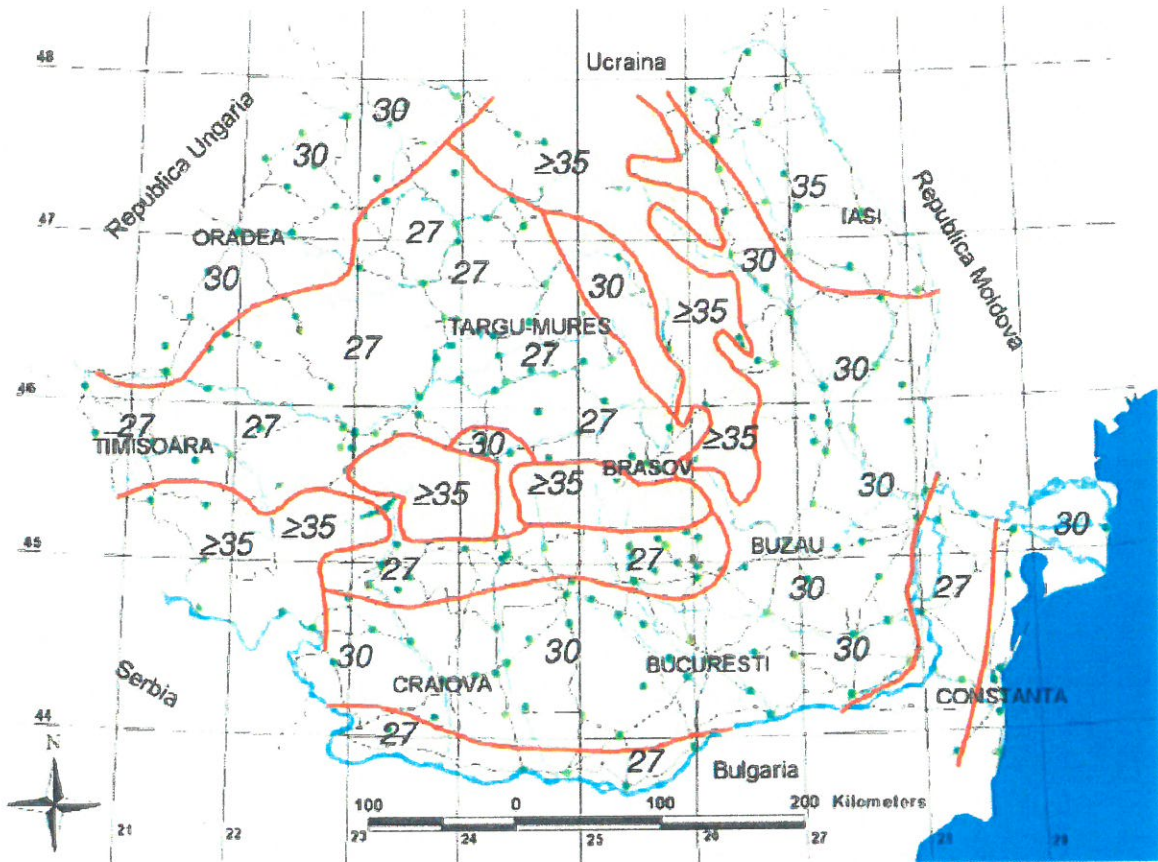
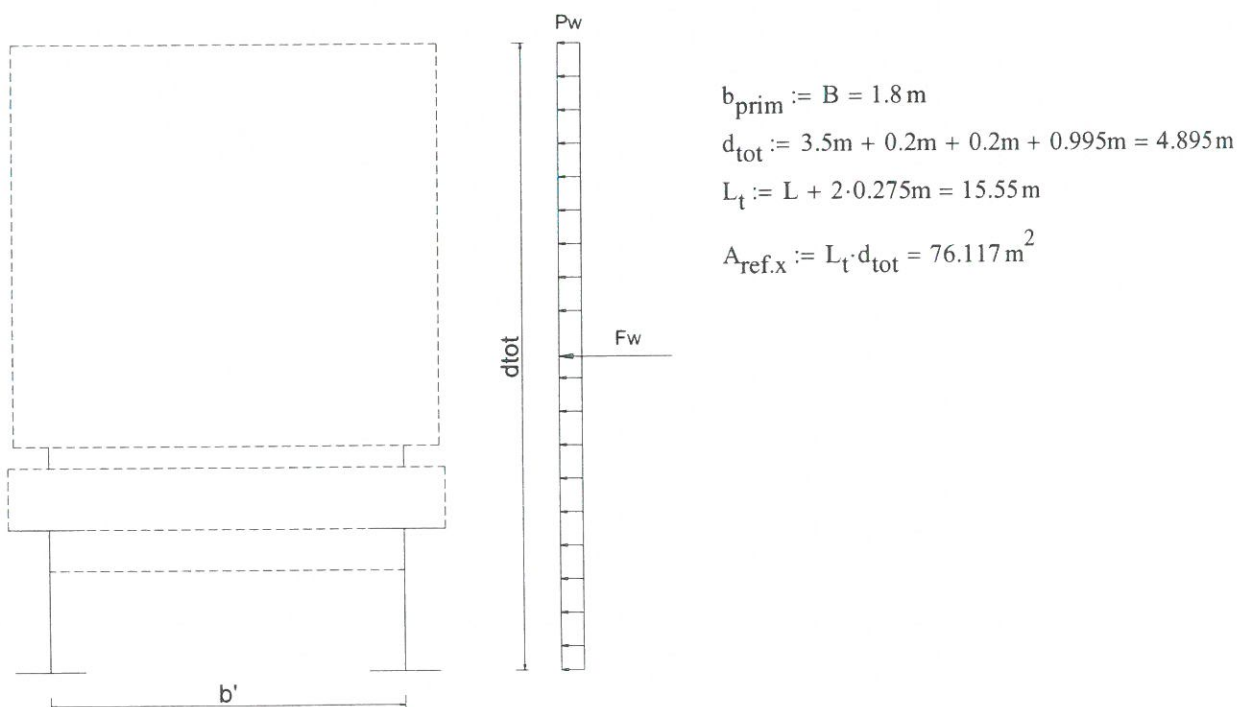


Figura 1(RO)- Harta de zonare a valorii fundamentale a vitezei de referință a vântului, $v_{b,0}$.



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

b/d_{tot}	$z_e \leq 20$ m	$z_e = 50$ 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) ;
- $c_0 = 1,0$;
- $k_1 = 1,0$.

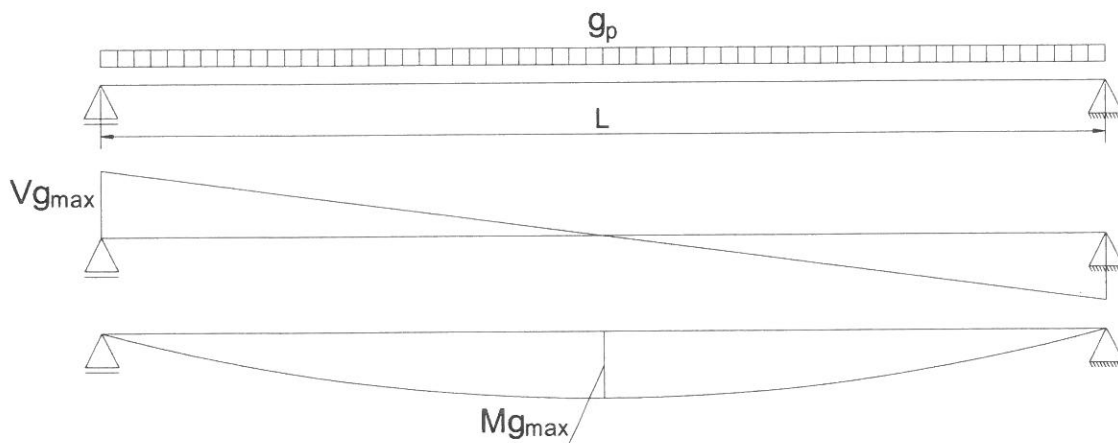
Pentru valori intermediare ale b/d_{tot} și z_e se poate folosi interpolarea liniară.

$$\frac{b_{prim}}{d_{tot}} = 0.368 \quad C := 6.7$$

$$F_w := \frac{1}{2} \cdot \rho_{aer} \cdot v_b^2 \cdot C \cdot A_{ref,x} = 286.867 \cdot \text{kN}$$

$$P_w := \frac{F_w}{A_{ref,x}} = 3.769 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

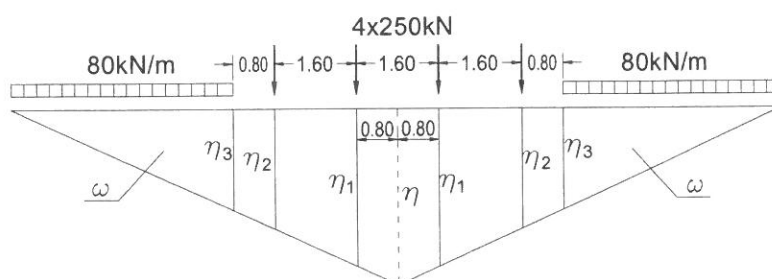
1.2. Diagrame de momente incovoietoare si forta taietoare din greutate permanenta



$$M_{gmax} := \frac{g_p \cdot L^2}{8} = 568.928 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{gmax} := \frac{g_p \cdot L}{2} = 151.714 \cdot \text{kN}$$

1.3. 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:

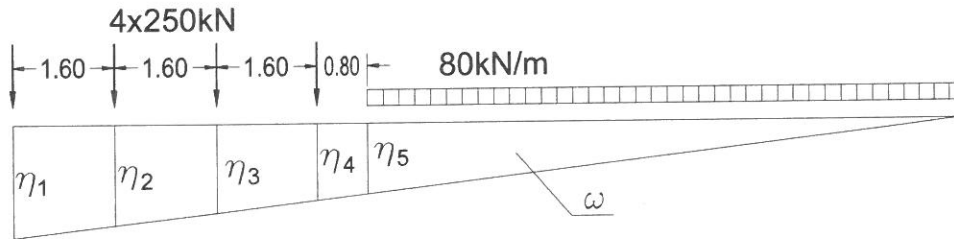
$$\eta := 0.25 \cdot L = 3.75 \text{ m}$$

$$\eta_{1m} := \frac{\eta}{0.5 \cdot L} \left(\frac{L}{2} - 0.8 \text{ m} \right) = 3.35 \text{ m} \quad \eta_{3m} := \frac{\eta}{0.5 \cdot L} \left(\frac{L}{2} - 3.2 \text{ m} \right) = 2.15 \text{ m}$$

$$\eta_{2m} := \frac{\eta}{0.5 \cdot L} \left(\frac{L}{2} - 2.4 \text{ m} \right) = 2.55 \text{ m} \quad \omega_m := \left(\frac{L}{2} - 3.2 \text{ m} \right)^2 \cdot \frac{\eta}{0.5 \cdot L} \cdot 0.5 = 4.622 \text{ m}^2$$

$$M_{\max LM71} := Q_{vk} \cdot 2 \cdot (\eta_{1m} + \eta_{2m}) + q_{vk} \cdot 2 \cdot \omega_m = 3689.6 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Linia de influenta a fortei taietoare maxime:



Ordonatele liniei de influenta a fortei taietoare maxime:

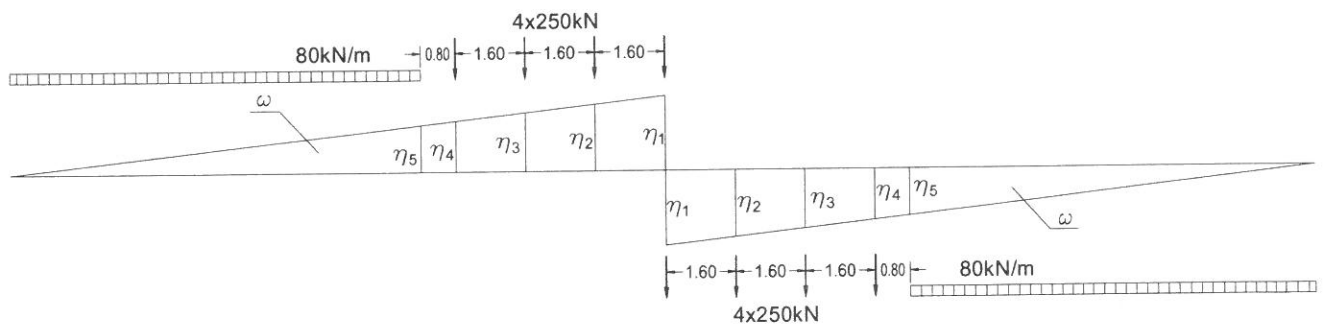
$$\eta_{1tm} := 1$$

$$\eta_{2tm} := \frac{\eta_{1tm}}{L} \cdot (L - 1.6 \text{ m}) = 0.893 \quad \eta_{4tm} := \frac{\eta_{1tm}}{L} \cdot (L - 4.8 \text{ m}) = 0.68 \quad \omega_{tm} := \frac{\eta_{1tm}}{L} \cdot (L - 5.6 \text{ m})^2 \cdot 0.5 = 2.945 \text{ m}$$

$$\eta_{3tm} := \frac{\eta_{1tm}}{L} \cdot (L - 3.2 \text{ m}) = 0.787 \quad \eta_{5tm} := \frac{\eta_{1tm}}{L} \cdot (L - 5.6 \text{ m}) = 0.627$$

$$V_{\max LM71} := Q_{vk} \cdot (\eta_{1tm} + \eta_{2tm} + \eta_{3tm} + \eta_{4tm}) + q_{vk} \cdot \omega_{tm} = 1.076 \times 10^3 \cdot \text{kN}$$

Linia de influenta a fortei taietoare din jumatarea deschiderii:



Ordonatele liniei de influenta a fortei din jumatarea deschiderii:

$$\eta_{1t} := 0.5$$

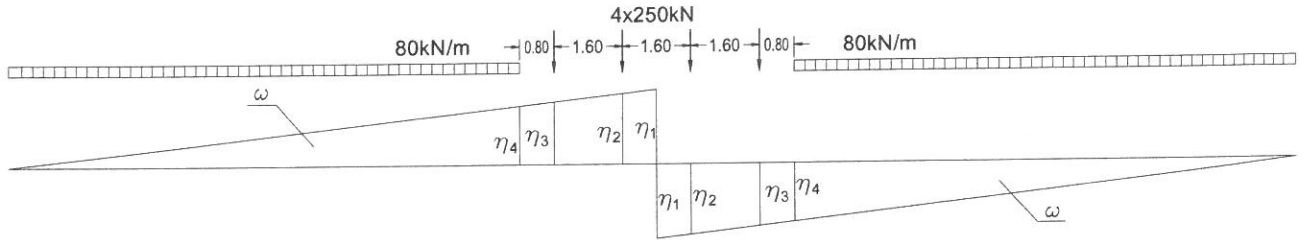
$$\eta_{2t} := \frac{\eta_{1t}}{0.5L} \cdot (0.5L - 1.6 \text{ m}) = 0.393 \quad \eta_{4t} := \frac{\eta_{1t}}{0.5L} \cdot (0.5L - 4.8 \text{ m}) = 0.18 \quad \omega_t := \frac{\eta_{1t}}{0.5L} \cdot (0.5L - 5.6 \text{ m})^2 \cdot 0.5 = 0.12 \text{ m}$$

$$\eta_{3t} := \frac{\eta_{1t}}{0.5L} \cdot (0.5L - 3.2 \text{ m}) = 0.287 \quad \eta_{5t} := \frac{\eta_{1t}}{0.5L} \cdot (0.5L - 5.6 \text{ m}) = 0.127$$

$$V_{\max 0.5L} := Q_{vk} \cdot (\eta_{1t} + \eta_{2t} + \eta_{3t} + \eta_{4t}) + q_{vk} \cdot \omega_t = 349.627 \cdot \text{kN}$$

$$V_{\min 0.5L} := Q_{vk} \cdot (-\eta_{1t} - \eta_{2t} - \eta_{3t} - \eta_{4t}) + q_{vk} \cdot -\omega_t = -349.627 \cdot \text{kN}$$

Linia de influenta a fortei taietoare corespunzatoare momentului maxim:



Ordonatele liniei de influenta a fortei taietoare corespunzatoare momentului incovoietor maxim:

$$\eta_{1tcmm} := 0.5$$

$$\eta_{2tcmm} := \frac{\eta_{1tcmm}}{0.5L} \cdot (0.5L - 0.8m) = 0.447 \quad \eta_{4tcmm} := \frac{\eta_{1tcmm}}{0.5L} \cdot (0.5L - 3.2m) = 0.287$$

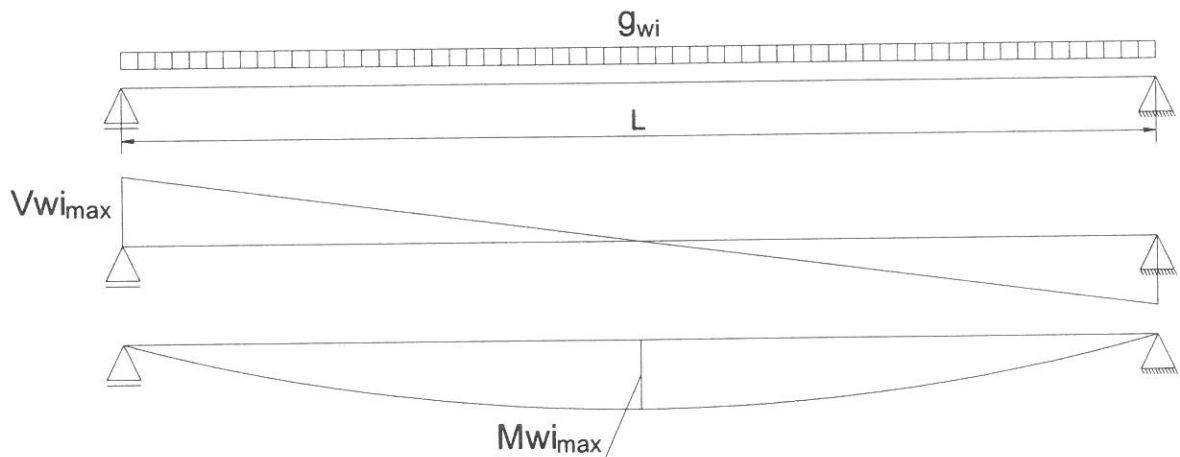
$$\eta_{3tcmm} := \frac{\eta_{1tcmm}}{0.5L} \cdot (0.5L - 2.4m) = 0.34 \quad \omega_{tcmm} := \frac{\eta_{1tcmm}}{0.5L} \cdot (0.5L - 3.2m)^2 \cdot 0.5 = 0.616m$$

$$V_{05L_corespMmax} := Q_{vk} \cdot (\eta_{2tcmm} + \eta_{3tcmm}) + q_{vk} \cdot \omega_{tcmm} = 245.973 \cdot kN$$

1.4. Diagrame de momente incovoietoare si forta taietoare din actiunea indirecta a vantului

$$h := d_{tot} = 4.895 \cdot m$$

$$q_{wi} := \frac{P_w \cdot h}{B} = 10.249 \cdot \frac{kN}{m}$$



$$M_{wimax} := \frac{q_{wi} \cdot L^2}{8} = 288.25 \cdot kN \cdot m \quad V_{wimax} := \frac{q_{wi} \cdot L}{2} = 76.867 \cdot kN$$

1.5. Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \gamma_{Qi} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0 \quad C_r := 0.5$$

$$M_{Ed} := \gamma_G \cdot M_{gmax} \cdot \frac{1}{2} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot M_{maxLM71} + \gamma_{Qi} \cdot \psi_0 \cdot M_{wimax} = 3004.304 \cdot kN \cdot m$$

$$V_{Ed} := \gamma_G \cdot V_{gmax} \cdot \frac{1}{2} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot V_{05L_corespMmax} + \gamma_{Qi} \cdot \psi_0 \cdot V_{wimax} = 314.83 \cdot kN$$

$$V_{Ed_reazem} := \gamma_G \cdot V_{gmax} \cdot \frac{1}{2} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot V_{maxLM71} + \gamma_{Qi} \cdot \psi_0 \cdot V_{wimax} = 861.604 \cdot kN$$

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

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

$$\varepsilon_w := \sqrt{\frac{235 \frac{N}{mm^2}}{f_y}} = 1$$

$$t_w := 20mm \quad \text{-grosimea inimii}$$

$$h_w := 995mm \quad \text{-inaltimea inimii}$$

$$t_{f1} := 25mm \quad \text{-grosimea talpii 1}$$

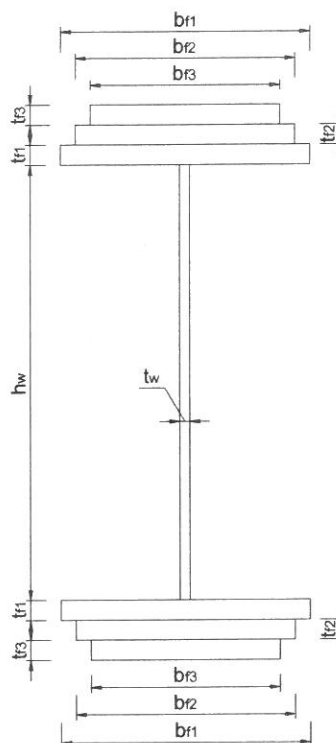
$$b_{f1} := 330mm \quad \text{-lățimea talpii 1}$$

$$t_{f2} := 25mm \quad \text{-grosimea talpii 2}$$

$$b_{f2} := 280mm \quad \text{-lățimea talpii 2}$$

$$t_{f3} := 30mm \quad \text{-grosimea talpii 3}$$

$$b_{f3} := 165mm \quad \text{-lățimea talpii 3}$$



Tabelul 5.2- Rapoarte lățime-grosime maxime pentru pereții comprimați

Pereți comprimați interiori						
Clasă	Perete supus la încovoiere	Perete supus la compresiune	Perete supus la încovoiere și compresiune			
1	$c/t \leq 72\varepsilon$	$c/t \leq 33\varepsilon$	unde $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{396\varepsilon}{13\alpha - 1}$ unde $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{36\varepsilon}{\alpha}$			
2	$c/t \leq 83\varepsilon$	$c/t \leq 38\varepsilon$	unde $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{456\varepsilon}{13\alpha - 1}$ unde $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{41,5\varepsilon}{\alpha}$			
3	$c/t \leq 124\varepsilon$	$c/t \leq 42\varepsilon$	unde $\psi > -1$: $c/t \leq \frac{42\varepsilon}{0,67 + 0,33\psi}$ unde $\psi \leq -1$: $c/t \leq 62\varepsilon(1 - \psi)\sqrt{(-\psi)}$			
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

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

2.1. Clasa inimii:

$c_w := h_w = 995 \cdot \text{mm}$ $t_w = 20 \cdot \text{mm}$

Clasa_{inimii} :=

- 1 if $\frac{c_w}{t_w} \leq 72 \cdot \epsilon$
- 2 if $72 \cdot \epsilon < \frac{c_w}{t_w} \leq 83 \cdot \epsilon$
- 3 if $83 \cdot \epsilon < \frac{c_w}{t_w} \leq 124 \cdot \epsilon$
- 4 otherwise

Clasa_{inimii} = 1

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

Tălpi în consolă						
		Secțiuni laminare		Secțiuni sudate		
Clasă	Perete supus la compresie	Perete supus la încovoiere și compresie				
		Extremitate comprimată		Extremitate întinsă		
Distribuția tensiunilor în pereți (compresie 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 (compresie pozitivă)						
3	$c/t \leq 14\epsilon$	$c/t \leq 2 \cdot l \cdot \sqrt{k_\sigma}$ pentru k_σ , a se vedea EN 1993-1-5				
$\alpha = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	α	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

2.2. Clasa talpii:

$c_{ts} := \frac{b_{f1} - t_w}{2} = 155 \cdot \text{mm}$ $t_{ts} := t_{f1} + t_{f2} + t_{f3} = 80 \cdot \text{mm}$

Clasa_{talpii} :=

- 1 if $\frac{c_{ts}}{t_{ts}} \leq 9 \cdot \epsilon$
- 2 if $9 \cdot \epsilon < \frac{c_{ts}}{t_{ts}} \leq 10 \cdot \epsilon$
- 3 if $10 \cdot \epsilon < \frac{c_{ts}}{t_{ts}} \leq 14 \cdot \epsilon$
- 4 otherwise

Clasa_{talpii} = 1

Clasa_{secțiunii} := max(Clasa_{inimii}, Clasa_{talpii}) = 1

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

$$A_{f1} := b_{f1} \cdot t_{f1} = 8250 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{f2} := b_{f2} \cdot t_{f2} = 7000 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{f3} := b_{f3} \cdot t_{f3} = 4950 \cdot \text{mm}^2 \quad A_w := h_w \cdot t_w = 19900 \cdot \text{mm}^2$$

$$z_y := \frac{A_{f3} \cdot \frac{t_{f3}}{2} + A_{f2} \cdot \left(t_{f3} + \frac{t_{f2}}{2} \right) + A_{f1} \cdot \left(t_{f3} + t_{f2} + \frac{t_{f1}}{2} \right) + A_w \cdot \left(t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + \frac{h_w}{2} \right) \dots}{2 \cdot (A_{f1} + A_{f2} + A_{f3}) + A_w} = 577.295 \cdot \text{mm}$$

$$z_{hws} := \frac{h_w}{4} = 248.75 \cdot \text{mm}$$

$$z_{hwi} := \frac{h_w}{4} = 248.75 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf1s} := \frac{h_w + t_{f1}}{2} = 510 \cdot \text{mm}$$

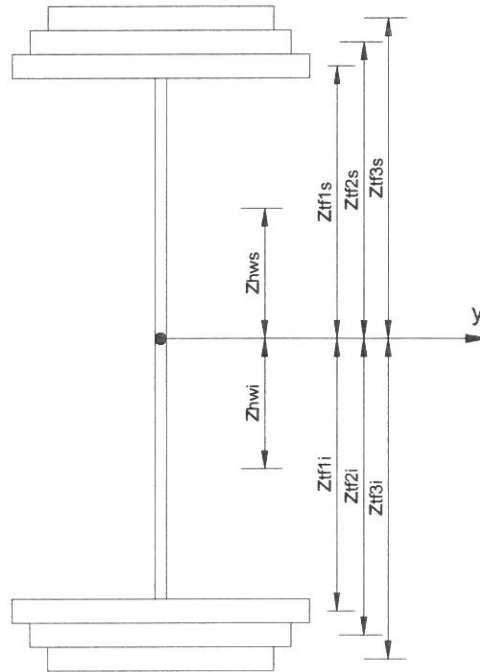
$$z_{tf1i} := \frac{h_w + t_{f1}}{2} = 510 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf2s} := \frac{h_w}{2} + t_{f1} + \frac{t_{f2}}{2} = 535 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf2i} := \frac{h_w}{2} + t_{f1} + \frac{t_{f2}}{2} = 535 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf3s} := \frac{h_w}{2} + t_{f1} + t_{f2} + \frac{t_{f3}}{2} = 562.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf3i} := \frac{h_w}{2} + t_{f1} + t_{f2} + \frac{t_{f3}}{2} = 562.5 \cdot \text{mm}$$



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

$$I_y := \frac{b_{f3} \cdot t_{f3}^3}{12} + A_{f3} \cdot z_{tf3i}^2 + \frac{b_{f2} \cdot t_{f2}^3}{12} + A_{f2} \cdot z_{tf2i}^2 + \frac{b_{f1} \cdot t_{f1}^3}{12} + A_{f1} \cdot z_{tf1i}^2 + \frac{t_w \cdot \left(\frac{h_w}{2} \right)^3}{12} + \frac{A_w}{2} \cdot z_{hwi}^2 \dots$$

$$+ \frac{t_w \cdot \left(\frac{h_w}{2} \right)^3}{12} + \frac{A_w}{2} \cdot z_{hws}^2 + \frac{b_{f1} \cdot t_{f1}^3}{12} + A_{f1} \cdot z_{tf1s}^2 + \frac{b_{f2} \cdot t_{f2}^3}{12} + A_{f2} \cdot z_{tf2s}^2 + \frac{b_{f3} \cdot t_{f3}^3}{12} + A_{f3} \cdot z_{tf3s}^2$$

$$I_y = 1307534.437 \cdot \text{cm}^4$$

3. Verificarea la Starea Limită Ultima - SLU (conform SREN 1993-1-1:2006)

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

3.1. Verificarea la moment încovoietor

Relatia de verificare:
$$\frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1$$

$$M_{Ed} = 3004.304 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

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

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

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

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

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

$$y_{max} := z_y = 577.295 \cdot \text{mm}$$

$$y_{min} := z_y = 577.295 \cdot \text{mm}$$

$$W_{pl} := 2 \cdot \left(A_{f3} \cdot z_{tf3i} + A_{f2} \cdot z_{tf2i} + A_{f1} \cdot z_{tf1i} + \frac{A_w}{2} \cdot z_{hwi} \right) = 26423875 \cdot \text{mm}^3 \quad M_{c_Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 6209.611 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} = \text{"Se Verifica"}$$

3.2. Verificarea la forta taietoare

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

$$V_{Ed_reazem} = 861.604 \cdot \text{kN}$$

Pentru secțiunile din CLASA 1 sau 2:

$$V_{c_Rd} = V_{pl_Rd} = \frac{A_v \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}} \right)}{\gamma_{M0}}$$

A_v - aria de forfecare, care se calculeaza cu relatia

d) secțiuni sudate I, H sau cheson, efort paralel cu inima

$$\eta \sum (h_w t_w)$$

$$\eta := 1.00$$

$$A_v := \eta \cdot (h_w \cdot t_w) = 19900 \cdot \text{mm}^2$$

$$V_{pl_Rd} := \frac{A_v \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}} \right)}{\gamma_{M0}} = 2699.979 \cdot \text{kN}$$

$$V_{c_Rd} := V_{pl_Rd} = 2699.979 \cdot \text{kN}$$

$$\text{Relatia}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{V_{\text{Ed}}}{V_{\text{c_Rd}}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases} \quad \text{Relatia}_{\text{de_verificare}} = \text{"Se Verifica"}$$

4. Verificarea la Starea Limita de Serviciu - SLS (conform SREN 1993-2:2007, sectiunea 7.3)

4.1. Limitarea eforturilor unitare

Relatii de verificare:

$$\sigma_{\text{Ed_serv}} \leq \frac{f_y}{\gamma_{\text{Mserv}}}$$

$$\tau_{\text{Ed_serv}} \leq \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{\text{Mserv}}}$$

$$\sqrt{\sigma_{\text{Ed_serv}}^2 + 3 \cdot \tau_{\text{Ed_serv}}^2} \leq \frac{f_y}{\gamma_{\text{Mserv}}}$$

$\gamma_{\text{Mserv}} := 1$ conform SREN 1993-2:2007, sectiunea 7.3 - NOTA 2

$$M_{\text{max_serv}} := \frac{M_{\text{gmax}}}{2} + C_r \cdot \phi_3 \cdot M_{\text{maxLM71}} + M_{\text{wimax}} = 3004.304 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$y_{\text{max}} = 577.295 \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{\text{Ed_serv}} := \frac{M_{\text{max_serv}}}{I_y} \cdot y_{\text{max}} = 132.644 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Conditia1_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \sigma_{\text{Ed_serv}} \leq \frac{f_y}{\gamma_{\text{Mserv}}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia1_verificare = "Se Verifica"

$$V_{\text{max_serv}} := \frac{V_{\text{gmax}}}{2} + C_r \cdot \phi_3 \cdot V_{\text{maxLM71}} + V_{\text{wimax}} = 861.604 \cdot \text{kN}$$

$$\tau_{\text{Ed_serv}} := \frac{V_{\text{max_serv}}}{h_w \cdot t_w} = 43.297 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Conditia2_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \tau_{\text{Ed_serv}} \leq \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{\text{Mserv}}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia2_verificare = "Se Verifica"

$$V_{05L_{\text{corespMmax}}} = 245.973 \cdot \text{kN}$$

$$V_{\text{max_serv}} := \frac{V_{\text{gmax}}}{2} + C_r \cdot \phi_3 \cdot V_{05L_{\text{corespMmax}}} + V_{\text{wimax}} = 314.83 \cdot \text{kN}$$

$$\tau_{\text{Ed_serv}} := \frac{V_{\text{max_serv}}}{h_w \cdot t_w} = 15.821 \cdot \text{MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\text{Ed_serv}}^2 + 3 \cdot \tau_{\text{Ed_serv}}^2} = 135.445 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Conditia3_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \sqrt{\sigma_{\text{Ed_serv}}^2 + 3 \cdot \tau_{\text{Ed_serv}}^2} \leq \frac{f_y}{\gamma_{\text{Mserv}}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia3_verificare = "Se Verifica"

4.2. Limitarea zveltetii inimii

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{Ed_serv}}{k_{\sigma} \cdot \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1.1 \cdot \tau_{Ed_serv}}{k_{\tau} \cdot \sigma_E}\right)^2} \leq 1.1$$

$$\sigma_E := 190000 \text{MPa} \cdot \left(\frac{t_w}{h_w}\right)^2 = 76.766 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Conditia}_4_verificare := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \sqrt{\left(\frac{\sigma_{Ed_serv}}{k_{\sigma} \cdot \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1.1 \cdot \tau_{Ed_serv}}{k_{\tau} \cdot \sigma_E}\right)^2} \leq 1.1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Conditia}_4_verificare = \text{"Se Verifica"}$$

4.3. Limitarea sagetii verticale

Relatie de verificare:

$$f = \frac{5.5 \cdot M_{LM1} \cdot L^2}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \frac{L}{500}$$

$$E := 2.1 \cdot 10^5 \text{MPa} \quad \text{modulul de elasticitate al otelului}$$

$$\text{Conditia}_5_verificare := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{5.5 \cdot \frac{M_{\max LM71}}{2} \cdot L^2}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \frac{L}{500} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Conditia}_5_verificare = \text{"Se Verifica"}$$

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

Relatii de verificare:

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta \sigma_{E2} \leq \frac{\Delta \sigma_c}{\gamma_{Mf}}$$

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta \tau_{E2} \leq \frac{\Delta \tau_c}{\gamma_{Mf}}$$

$$\left(\frac{\gamma_{Ff} \cdot \Delta \sigma_{E2}}{\frac{\Delta \sigma_c}{\gamma_{Mf}}}\right)^3 + \left(\frac{\gamma_{Ff} \cdot \Delta \tau_{E2}}{\frac{\Delta \tau_c}{\gamma_{Mf}}}\right)^5 \leq 1$$

$$\gamma_{Ff} := 1.00$$

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

(conform SREN 1993-1-9:2006, tabelul 3.1)

Coefficientul dinamic (ϕ_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

$$L_{\phi} := \frac{L}{m} = 15$$

-lungimea "determinata" conform tabel 6.2

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_{\phi} - 0.2}} + 0.82 = 1.212$$

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

-conform SREN 1993-2:2007, punctul 9.4.1

λ - factorul echivalent de vatamare

ϕ_2 - coeficientul dinamic echivalent

$\Delta \sigma_p$ - ecartul de referinta

$$\Delta \sigma_p = |\sigma_{p\max} - \sigma_{p\min}|$$

9.5.3 Factori echivalenți corespunzători vătămării λ pentru poduri de cale ferată

(1) Factorul echivalent corespunzător vătămării λ 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: λ_1 este un factor care ține seama de efectul vătămării din trafic și depinde de lungimea liniei de influență;

λ_2 este un factor care ține seama de volumul traficului;

λ_3 este un factor care ține seama de durata de viață proiectată a podului;

λ_4 este un factor pentru cazul în care elementul structural este încărcat de oel puțin două linii;

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

$$\lambda_1 := 0.65 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.3}$$

Tabelul 9.5 - λ_2

Trafic anual [10^6 t / track]	5	10	15	20	25	30	35	40	50
λ_2	0,72	0,83	0,90	0,96	1,00	1,04	1,07	1,10	1,15

$$\lambda_2 := 0.808 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.5 pentru un tonaj anual de } 9 \times 10^6$$

Tabelul 9.6 - λ_3

Durata de viață proiectată [ani]	50	60	70	80	90	100	120
λ_3	0,87	0,90	0,93	0,96	0,98	1,00	1,04

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

$$\lambda_4 := 1.00$$

$$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.457$$

Se verifica detaliul 80 reprezentat de suduri in colt dintre inima si talpi:

<p>80 $m=5$</p>		<p>8) Suduri în colț continue care transmit tensiuni de forfecare, cum sunt sudurile dintre inimă și tălpi la grinzile din table sudale.</p> <p>9) Îmbinări prin suprapunere cu sudură în colț.</p>
--------------------------------	--	---

$$\Delta\sigma_c := 80\text{MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 46.188\text{MPa}$$

$$z_{ob} := \frac{h_w}{2} = 497.5\text{mm}$$

$$M_{Ed_SLUO} := C_r \cdot M_{\max LM71} = 1844.8\text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_y} \cdot z_{ob} = 70.192\text{MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 70.192\text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 38.874\text{MPa}$$

$$V_{Ed_SLUO} := C_r \cdot V_{05L_corespMmax} = 122.987 \cdot kN$$

$$S := A_{f1} \cdot z_{tf1i} + A_{f2} \cdot z_{tf2i} + A_{f3} \cdot z_{tf3i} + \frac{A_w}{2} \cdot z_{hwi} = 13211937.5 \cdot mm^3$$

$$\tau_{pmax} := \frac{V_{Ed_SLUO} \cdot S}{I_y \cdot t_w} = 6.214 \cdot MPa \quad \tau_{pmin} := 0$$

$$\Delta\tau_p := |\tau_{pmax} - \tau_{pmin}| = 6.214 \cdot MPa$$

$$\Delta\tau_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\tau_p = 3.441 \cdot MPa$$

$$\text{Relatia}_{1_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_{1_verificare} = "Se Verifica"

$$\text{Relatia}_{2_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\tau_{E2} \leq \frac{\Delta\tau_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_{2_verificare} = "Se Verifica"

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

Relatia_{3_verificare} = "Se Verifica"

Intocmit,
ing. Andrei RADU

Radu

Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU

Nedeianu

