

Ex. 1

EXPERTIZE TEHNICE PODURI JUDEȚUL CLUJ

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



CONTRACT NR. 36/26.04.2017

PROIECT Nr. 36

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



PRESTATOR: Asocierea ACCIONA Ingineria SA – BAICONS Impex SRL



ACCIONA INGINERIA

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 Ingineria 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

ET36PdR0



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”

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 CLUJ

REVIZIA: 0

NOIEMBRIE 2017

Acest raport conține un număr de 79 (șaptezeci și nouă) de pagini părți scrise,
40 (patruzeci) de părți desenate și Anexele 364 (trei sute șaptezeci și patru) pagini

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



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”

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 PODEȚE JUDEȚUL CLUJ

ÎNTOCMIT / SEMNĂTURA

Expert secundar –
Expert Tehnic Podețe:

Dr. Ing. 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 Podețe Județul Cluj	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)



UNIUNEA EUROPEANĂ



COMPANIA NAȚIONALĂ
DE CĂI FERATE
CNCF „CFR” SA

EXPERTIZE TEHNICE PODEȚE JUDEȚUL CLUJ 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

ET36PdR0

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

Nr.10.3, Data: Octombrie 2017

RAPORT DE EXPERTIZĂ TEHNICĂ PODURI JUDEȚUL CLUJ

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 pe raza județului Cluj. Expertizele lucrărilor situate în județul Bihor 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 Secția L3 Cluj;
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.
4. Studiu hidrologic, cu furnizarea debitelor cu asigurare de 1% și 10%, elaborat de către Administrația Bazinală de Apă SOMEȘ-TISA, CLUJ, de către Administrația

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

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 Cluj.

În acest scop Expertiza Tehnică se referă, în special, la analizarea 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 constatrilor 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.

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 inspectării 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 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.

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.



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”

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 SOMEȘ-TISA, CLUJ, 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 pe raza județului Cluj, pentru fiecare poziție kilometrică în parte.





UNIUNEA EUROPEANĂ

Instrumente Structurale
2014-2020COMPANIA 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. **10.3/001**, Data: **Octombrie 2017**

Pod km 501+095 (P001)

Amplasamentul obiectivului expertizat

Acest pod traversează Râul Someșul Mic cu deschiderile II, III și IV, iar deschiderile I, V și VI sunt pasaje superioare. Podul se află în Stația CF Cluj Napoca.

Pe acest sector de linie circula un număr de 26 perechi de trenuri de călători pe zi și un număr de 16 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, expertiza tehnică realizată în anul 2014 și proiectul tehnic realizat de C.F.R. Direcția de Studii și Proiectare în anul 1949, precum și pe baza măsurătorilor efectuate cu ocazia vizitei în teren.

Suprastructura podului este alcătuită din șase deschideri de 14,30m. Pe toate deschiderile, suprastructura este realizată din tablere metalice, de tip G.G.I.P.C.S. – nituite.

Cabluri pozate pe trotuarele tablierelor metalice de pe Firul I și II.

Lungimea totală a podului este de $14,30m \times 6 + 0,70m \times 5 + 0,40 \times 2 = 90,10m$ (între fețele zidurilor de gardă), lumina (măsurată între fețele culeelor) este de 88,70m, iar înălțimea liberă (măsurată de la intradosul grinzilor metalice până la radier/ fundul văii) este de 6,50m (în deschiderea III).

Culeele sunt realizate din beton îmbrăcat în moloane de piatră, cu ziduri de gardă și ziduri întoarse, cu înălțimea elevației de circa 4,50m și bancheta cuzineților cu înălțimea de 0,60m. Lungimea totală a culeelor este de circa 10,70m (pentru ambele fire).

Pilele sunt realizate din beton îmbrăcat în moloane de piatră, cu înălțimea elevației de circa 4,75m pentru pila 5, 9,20m pentru pilele 2, 3 și 4, respectiv 8,40m pentru pila 1 și bancheta cuzineților cu înălțimea de 0,40m. Lungimea totală a pilelor 1, 4 și 5 este de 10,00m (pentru ambele fire), iar a pilelor 2 și 3 este de 12,00m (pentru ambele fire).

Poziția căii față de grinzile principale și declivitate: în aliniament, declivitate 1,40‰.

Poziția axei podului față de axul râului: normală.

Poziția axei podului, în plan: în aliniament.

Felul și lungimea contrașinelor: din profil L100x100x10 pe toată lungimea podului, la capătul Apahida șină pe lungimea de 10,0m, la capătul Cluj șină pe lungimea de 20,0m și contrașini exterioare de circa 4,0m.

Numărul și tipul traverselor pe pod: nu are traverse, șina fiind prinsă pe longrine de stejar așezate între grinzile gemene.

Anul de construcție: 1950 fir II și 1961 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

Calea este realizată din șină tip 49 cu joante, fixată pe longrine de stejar așezate între grinzile gemene pe zona podului și pe traverse speciale de lemn pe terasament.



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

Pe terasament sunt montate contrașine și capete de contrașină, realizate din șină tip 49 și contrașine din profile metalice tip „L”(cornier), cu latura de 100mm pe zona tablierelor metalice.

Trotuarele sunt realizate din tablă striată.

Parapeții pietonali sunt realizați din profile L.

Suprastructura podului

Suprastructura podului, este alcătuită din șase tabliere metalice, de tip G.G.I.P.C.S. - nituit, cu deschiderile de 14,30m.

O grindă geamănă este alcătuită din două grinzi cu inima plină nituite, cu legături transversale și contravânturi la partea inferioară; distanța între grinziile cu inimă plină este de 0,57m. Grinzile gemene sunt solidarizate între ele prin intermediul unor cadre transversale.

La data vizitării obiectivului s-a constatat că pe suprastructura metalică a podului (pe ambele fire) sistemul de protecție anticoroziv este pe zone restrânse exfoliat și degradat, în special în dreptul aparatelor de reazem. În același timp credităm completările făcute în Fișa podului, de către personalul de întreținere, completări ce semnaleză identificarea unor longrine ce erau pe cale să devină necorespunzătoare, în anul 2015.

- **Grinzile principale (GP)**

Grinzile principale ale tablierelor G.G.I.P.C.S – nituite, sunt realizate din grinzi gemene alcătuite din grinzi cu inimă plină solidarizate cu nituri. Grinzile gemene de pe firul I au contravântuirile inferioare mai rare, precum și cadrele transversale de solidarizare a grinzilor gemene. Cele de pe firul II au contravântuirile inferioare și cadrele transversale de solidarizare mai dese. Lungimea totală a grinzilor principale este: $L = 14,30 + 2 \times 0,30 = 14,00\text{m}$. Acestea prezintă anumite zone unde stratul de protecție anticorozivă este exfoliat, inclusiv apariția ruginii pe zonele respective, în mod special în zonele de rezemare.

Grinda principală exterioră de pe firul II, deschiderea IV, este deformată în zona de capăt de rezemare pe pila 4.

Aparatele de reazem existente sunt metalice turnate, cu următoarea distribuție: alternativ începând cu aparat de reazem fix pe culeea Cluj Napoca și terminând cu aparat de reazem mobil pe culeea Cluj Napoca Est, pentru tablierele de pe firul II și alternativ începând cu aparat de reazem mobil pe culeea Cluj Napoca și terminând cu aparat de reazem fix pe culeea Cluj Napoca Est, pentru tablierele de pe firul I.

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

- **Antretoazele (A)**

Antretoazele se pot considera ca fiind cadrele transversale de solidarizare a grinzilor gemene. Acestea sunt realizate din profile L.

Prinderea antretoazelor de grinzile principale este realizată cu nituri, prin intermediul guseelor amplasate în dreptul rigidizărilor verticale ale inimii.

Distribuția acestora este diferită pentru tablierele celor două fire, fiind mai rare pentru tablierele amplasate pe firul I și mai dese pentru cele amplasate pe firul II.

Antretoazele de la tablierele ambelor fire prezintă pete izolate de rugină, găsindu-se într-o stare general bună.

- **Lonjeronii (L)**

Nu este cazul.



Infrastructura podului

Suprastructura (tablierele) podului este așezată pe o infrastructură formată din două culee și cinci pile din beton simplu, îmbrăcate în moloane de piatră.

Lumina între fețele cuzineților este de 13,35m, pentru deschiderile I și VI, respectiv 13,40m, pentru deschiderile II, III, IV și V (ordinea deschiderilor fiind în sensul creșterii kilometrajului).

Pilele din albia Râului Someșul Mic (2 și 3) au avantbec.

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

Îmbrăcămintea de moloane de piatră a culeelor și pilelor podului se prezintă într-o stare general bună, având zone izolate ale betonului din rosturi degradat și muchii ciobite. Suprafața acestora prezintă pete verzui-maronii, semn al scurgerii apei pe fețele văzute.

Banchetele cuzineților prezintă ciobituri ale muchiilor vii și fisuri.

În conformitate cu Studiul Geotehnic și datele puse la dispoziție de Beneficiar, culeea Cluj Napoca Est este fundată direct la cota – 8,81m, culeea Cluj Napoca la cota – 9,00m, pila 1 la cota – 13,17m, pila 5 la cota – 9,50m și pilele 2, 3 și 4 la cota – 13,98m, măsurate față de cota 0,00, reper-nivel NST, în stratul portant conform DPH59 și DPH60.

Racordarea cu terasamentul este realizată cu ziduri de în sprijin aval și sferturi de con pereiate cu piatră în amonte, atât la culeea Cluj Napoca, cât și la culeea Cluj Napoca Est. Sferturile de con și zidurile de sprijin se prezintă într-o stare general bună. Mâna curentă, a scârilor de acces pe taluz, lipsește parțial.

Albia râului pe zona podului

Pe zona podului de la km 501+095, albia râului Someșul Mic are un traseu drept cu o lățime relativ mare, podul având trei deschideri peste cursul acestuia.

În amonte, în albie există prag de fund, iar în aval există un baraj și o amenajare a albiei specifică cursurilor de apă cu viteză mare.

În dreptul pilei 3, în stânga acesteia s-a format o groapă la baza elevației, lucru ce ar putea duce la sub spălarea fundației și apariției de probleme mai grave care ar putea afecta stabilitatea generală a podului.

Conform datelor transmise de Administrația Bazinală de Apă SOMEȘ-TISA, Cluj, debitul cu asigurarea de 1% pentru această secțiune este de $Q_{1\%}=415,00\text{mc/sec}$, iar pentru asigurarea de 10% debitul este de $Q_{10\%}=201,00\text{mc/sec}$.

Constatări la culegerea datelor de pe teren

- degradarea protecției anticorozive, în special în dreptul reazemelor și corodarea elementelor metalice;
- deformarea capătului grinzii principale exterioare de sub firul II din deschiderea IV;
- ciobituri ale muchiilor vii la banchetele cuzineților, fisuri în banchetele cuzineților și la interfața dintre banchetă și elevație;
- lipsa parțială a mâinii curente pe scările de acces de pe sferturile de con.

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.

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 și este într-o stare în general bună.

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

- Suprastructura existentă, este compromisă, din cauza coroziunii și a detaliilor constructive.
- Din punct de vedere hidraulic, podul 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 durabilitate și oboseală, iar consolidarea elementelor de rezistență ale tablierulelor 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 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 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



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

Nr.10.3/002, Data: Octombrie 2017

Pod km 510+921 (P002)

Amplasamentul obiectivului expertizat

Acest pod traversează un pârâu, între Haltele CF Baciu Triaj și Mera.

Pe acest sector de linie circula un număr de 26 perechi de trenuri de călători pe zi și un număr de 16 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 și proiectul tehnic de dublare realizat de I.P.C.F. – Atelierul Poduri I în anul 1972, 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 tablier de beton, de tip dală, iar pe firul II, dintr-un tablier metalic, tip G.G.I.P.C.S. – sudat. Pe tablierul de beton calea este prinsă pe traverse de beton pe prism de piatră spartă, iar pe tablierul metalic calea este prinsă pe longrine de stejar așezate între grinzile gemene pe zona podului, și pe traverse de lemn pe terasament, în zona aferentă contrașinelor și capetelor de contrașină.

Cabluri pozate pe trotuarul tablierului metalic de pe Firul II și pe trotuarul tablierului de beton de pe Firul I.

Lungimea totală a podului de pe firul I este de 7,50m, lumina (măsurată între fețele culeelor) este de 5,20m, iar înălțimea liberă (măsurată de la intradosul dalei de beton până la radier/ fundul văii) este de 1,50m.

Lungimea totală a podului de pe firul II este de 17,00m, lumina (măsurată între fețele culeelor) este de 11,00m, iar înălțimea liberă (măsurată de la intradosul grinzilor metalice până la radier/ fundul văii) este de 1,70m.

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 culeelor este de 4,65m.

Culeele de pe firul II sunt realizate din beton armat, cu ziduri de gardă și ziduri întoarse, cu înălțimea elevației de circa 2,05m și bancheta cuzineților cu înălțimea de 0,70m. Lungimea totală a culeelor este de 5,00m.

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

Poziția axei podului față de axul râului: normală.

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

Felul și lungimea contrașinelor: Firul II: pe lungimea podului nu are nevoie, pe terasament în ambele capete, șină și contrașini exterioare; Firul I: nu are nevoie.

Numărul și tipul traverselor pe pod: pe Firul II nu are traverse, șina fiind prinsă pe longrine de stejar așezate între grinzile gemene, iar pe Firul I are traverse normale.

Anul de construcție: 1966 fir I și 1973 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.



Calea pe pod

Pe firul I, calea este realizată din șină tip 49 sudată, fixată pe traverse de beton, atât în linie curentă, cât și pe pod.

Pe firul II, calea este realizată din șină tip 65 sudată, fixată pe longrine de stejar așezate între grinzile gemene, pe zona podului și pe traverse speciale de lemn pe terasament. Pe pod nu sunt montate contrașine, iar pe terasament sunt montate contrașine și contrașine exterioare realizate din șină.

Trotuarul tablierului de pe firul I este realizat din consola dalei de beton, iar trotuarul tablierului de pe firul II este realizat din tablă striată.

Parapetul pietonal pe firul I este realizat din beton armat și parapetul pietonal pe firul II este realizat din profile L.

Suprastructura podului

Suprastructura podului, pe Firul I, este alcătuită dintr-un tablier de beton, de tip dală de beton, pe deschiderea de 5,50m.

Lățimea dalei de beton la intrados este de 4,60m, iar la partea superioară are două console de trotuar de 0,60m. Dala de beton are 3 guri de scurgere la distanța de 2,10m interax.

La data vizitării obiectivului s-a constatat că dala de beton prezintă, la intrados, semne ale infiltrației apei, fisuri și degradări ale betonului în apropierea rezemării și ușoare segregări ale betonului sesizate pe elevația dalei. 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.

Suprastructura podului, pe Firul II, este alcătuită dintr-un tablier metalic, de tip G.G.I.P.C.S. – sudat, cu deschiderea de 12,00m.

O grindă geamănă este alcătuită din două grinzi cu inimă plină sudate, cu diafragme transversale; distanța între grinzile cu inimă plină este de 0,75m. Grinzile gemene sunt solidarizate între ele prin intermediul unor antretoaze și contravântuiri inferioare. Distanța interax între grinzile gemene este de 1,50m.

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 diafragmelor 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 credităm completările făcute în Fișa podului, de către personalul de întreținere, completări ce semnaleză identificarea unor găuri prin corodare în antretoaza de capăt la culeea Cluj Napoca, fisuri la cornierul de la scaunul de reazem din panoul 3, cutia 3, în anul 2014.

• 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 1,20m distanță. Lungimea totală a grinzilor principale este: $L = 1,20m \times 10 + 0,15m \times 2 = 12,30m$. Acestea prezintă anumite zone unde stratul de protecție anticorozivă este exfoliat, inclusiv apariția ruginii pe zonele respective, în mod special la partea inferioară a diafragmelor transversale. În zona de rezemare pe culeea Cluj Napoca, inima grinzilor cu inimă plină și a antretoazei de pe reazem este puternic corodată, fiind găurită total pe anumite părți.

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 pe zone restrânse pete de rugină.

• Antretoazele (A)

Antretoazele sunt realizate din elemente compuse de tip inimă plină, cu tălpile sudate, având lungimea de 0,75m, dispuse la 1,20m. Prinderea antretoazelor de grinzile principale este realizată cu nituri, pentru ambele tabliere.

Antretoazele prezintă pete de rugină, în special pe partea inferioară a inimii și pe talpa inferioară a acestora.

• Lonjeronii (L)

Nu este cazul.

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 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.

Elevația culeei Oradea, de pe firul I prezintă fisuri ale betonului, exfolieri ale armăturii, zone izolate de segregări ale betonului, o degradare a betonului de aproximativ 0,15mc la baza elevației în amonte (conform semnalării făcute de către personalul de întreținere în fișa podului în anul 2014) și pete verzui – maronii, semn al infiltrației apei și scurgerii acesteia pe fața elevațiilor.

Banchetele cuzineților ale culeelor de pe firul II, 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 conformitate cu Studiul Geotehnic și datele puse la dispoziție de Beneficiar, culeele de pe firul I sunt fundate direct la cota – 5,20m și culeele de pe firul II la cota – 5,50m, măsurate față de cota 0,00, reper-nivel NST, în stratul portant de argilă nisipoasă cafenie plastic vătoasă.

În amonte, racordarea cu terasamentul este realizată cu sferturi de con din pământ, în aval (în zona de continuizare cu podul de șosea), racordarea este realizată cu scările de acces pe malul drept și cu elevația prelungită a culeei Oradea a podului de șosea pe malul stâng, iar în zona mediană (între culeele de pe firul I și cele de pe firul II) racordarea este realizată cu sferturi de con din zidărie de piatră cu mortar de ciment.

Albia râului pe zona podului

Pe zona podului de la km 510+921, albia pârâului are un traseu accentuat la baza culeei Oradea de pe firul I, fapt ce a determinat degradarea acesteia.

Conform datelor transmise de Administrația Națională Apele Române – I.N.H.G.A., debitul cu asigurarea de 1% pentru această secțiune este de $Q_{1\%}=0,775\text{mc/sec}$, iar pentru asigurarea de 10% debitul este de $Q_{10\%}=0,284\text{mc/sec}$.

Constatări la culegerea datelor de pe teren

- ușoare segregări ale betonului la elevațiile culeelor, fisuri și armături la vedere;
- degradare pronunțată a betonului din elevația culeei Oradea de pe firul I;
- ciobituri ale muchiilor vii la banchetele cuzineților;
- fisuri și degradări majore prin corodare la inima grinzilor principale și antretoazelor de capăt, în partea inferioară.

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

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. La baza infrastructurii, cauza principală a degradării betonului este efectul eroziv al apei.

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 bună în general.
- Suprastructura existentă, este compromisă, din cauza coroziunii și a detaliilor constructive.
- Din punct de vedere hidraulic, podul asigură debuseul 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, deci nu mai corespunde din punct de vedere al condițiilor de exploatare, iar consolidarea elementelor de rezistență nu se poate face pentru a corespunde convoiului de calcul actual, aceste tablriere sunt practic neconsolidabile. De asemenea, ținând seama și de valoarea debitului cu asigurare de 1% comunicat de INHGA care are valoarea de 0,775mc/s, se propune ca soluție realizarea unui podeț nou.

Soluția recomandată constă în dezafectarea tablierelor existente de pe firul I și II și realizarea unui podeț 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. 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 și traversele necorespunzătoare;
- Se va curăța albia, pentru asigurarea scurgerii apelor în regim normal și evitarea bălțirii/stagnării apelor în zona podului;
- Se vor remedia defectele de structură ale tablierului de beton de pe firul I.

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”

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. La baza infrastructurii, cauza principală a degradării betonului este efectul eroziv al apei.

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 bună în general.
- Suprastructura existentă, este compromisă, din cauza coroziunii și a detaliilor constructive.
- Din punct de vedere hidraulic, podul asigură debiteul 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, deci nu mai corespunde din punct de vedere al condițiilor de exploatare, iar consolidarea elementelor de rezistență nu se poate face pentru a corespunde convoiului de calcul actual, aceste tablriere sunt practic neconsolidabile. De asemenea, ținând seama și de valoarea debitului cu asigurare de 1% comunicat de INHGA care are valoarea de 0,775mc/s, se propune ca soluție realizarea unui pod nou.

Soluția recomandată constă în dezafectarea tablierelor existente de pe firul I și II și realizarea unui pod 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. 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 și traversele necorespunzătoare;
- Se va curăța albia, pentru asigurarea scurgerii apelor în regim normal și evitarea bălțirii/stagnării apelor în zona podului;
- Se vor remedia defectele de structură ale tablierului de beton de pe firul I.

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.10.3/003, Data: Octombrie 2017

Pod km 517+148 (P003)

Amplasamentul obiectivului expertizat

Acest pod traversează pârâul Viștea, între Halta CF Mera și Stația CF Gârbău.

Pe acest sector de linie circula un număr de 26 perechi de trenuri de călători pe zi și un număr de 16 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 și proiectul tehnic de dublare realizat de I.P.C.F. – Atelierul Poduri I în anul 1972, precum și pe baza măsurătorilor efectuate cu ocazia vizitei în teren.

Suprastructura podului este alcătuită din două tabliere: tablă metalică, tip G.G.I.P.C.S. – sudat atât pe firul I, cât și pe firul II. Calea este prinsă pe longrine de stejar așezate între grinzile gemene pe zona podului, și pe traverse de lemn pe terasament, în zona aferentă contrașinelor și capetelor de contrașină.

Cabluri pozate pe trotuarul tablierului de pe Firul II.

Lungimea totală a podului este de 16,00m, lumina (măsurată între fețele culeelor) este de 10,00m, iar înălțimea liberă (măsurată de la intradosul grinzilor metalice până la radier/fundul văii) este de 3,03m.

Culeele sunt realizate din beton armat, cu ziduri de gardă și ziduri întoarse, cu înălțimea elevației de circa 2,80m și bancheta cuzineților cu înălțimea de 0,60m. Lungimea totală a culeelor este de 11,00m (pentru ambele fire).

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

Poziția axei podului față de axul râului: normală.

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

Felul și lungimea contrașinelor: pe lungimea podului nu are nevoie, pe terasament în ambele capete, șină și contrașini exterioare.

Numărul și tipul traverselor pe pod: nu are traverse, șina fiind prinsă pe longrine de stejar așezate între grinzile gemene.

Anul de construcție conform fișei podețului este 1975.

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 sudată, fixată pe longrine de stejar așezate între grinzile gemene, pe zona podului și pe traverse speciale de lemn pe terasament. Pe pod nu sunt montate contrașine, iar pe terasament sunt montate contrașine și contrașine exterioare realizate din șină.

Trotuarele tablierului de pe firul I sunt realizate din chesoane prefabricate din beton, rezemate pe bancheta cuzineților, iar trotuarul tablierului de pe firul II este realizat din console metalice pe care sunt montate tronsoane de tablă striată.

Parapetul pietonal pe firul I este realizat din beton armat și parapetul pietonal pe firul II este realizat din profile L.



Suprastructura podului

Suprastructura podului este alcătuită din două tabliere metalice, de tip G.G.I.P.C.S. – sudat, cu deschiderea de 11,00m.

O grindă geamănă este alcătuită din două grinzi cu inima plină sudate, cu diafragme transversale; distanța între grinzile cu inimă plină este de 0,75m. Grinzile gemene sunt solidarizate între ele prin intermediul unor antretoaze și contravânturi inferioare. Distanța interax între grinzile gemene este de 1,50m.

Trotuarele din chesoane prefabricate din beton prezintă fisuri, muchii ciobite și beton degradat la partea inferioară a pereților verticali, inclusiv armătură la vedere, ruginită.

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 diafragmelor transversale. În același timp credităm completările făcute în Fișa podului, de către personalul de întreținere, completări ce semnaleză identificarea coroziunii pe tălpile grinzilor și antretoazelor, în anul 2014.

• 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 0,62m distanță în panourile de capăt și 0,61m în panourile curente. Lungimea totală a grinzilor principale este: $L = 0,62m \times 2 + 0,61m \times 16 + 0,20m \times 2 = 11,40m$. Acestea prezintă anumite zone unde stratul de protecție anticorozivă este exfoliat, inclusiv apariția ruginii pe zonele respective, în mod special la partea inferioară a diafragmelor transversale.

Aparatele de reazem existente sunt metalice turnate, cu următoarea distribuție: aparat de reazem mobil pe culeea Cluj Napoca și aparat de reazem fix pe culeea Oradea (fir I), respectiv aparat de reazem fix pe culeea Cluj Napoca și aparat de reazem mobil pe culeea Oradea (fir II).

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

• Antretoazele (A)

Antretoazele sunt realizate din elemente compuse de tip inimă plină, cu tălpile sudate, având lungimea de 0,75m, dispuse la 1,22m. Prinderea antretoazelor de grinzile principale este realizată cu nituri, pentru ambele tabliere.

Antretoazele prezintă pete de rugină, în special pe partea inferioară a inimii și pe talpa inferioară a acestora.

• Lonjeronii (L)

Nu este cazul.

Infrastructura podului

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

Culeele podului de pe firul I (executate cu ocazia dublării liniei) sunt executate adiacent de culeele de pe firul II, având fundații separate. Între culeele celor două fire este un rost betonat de 1,00m lățime.

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

Banchetele cuzineților, prezintă ciobituri ale muchiilor vii, pete verzui - maronii de scurgeri de apă și fisuri.

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

Zidurile întoarse prezintă zone izolate cu segregări ale betonului și fisuri.

În conformitate cu Studiul Geotehnic și datele puse la dispoziție de Beneficiar, culeele sunt fondate indirect, prin intermediul a 15 piloți de beton armat cu dimensiunile de 0,30x0,30m la cota - 14,00m, măsurată față de cota 0,00, reper-nivel NST, în stratul portant de nisip argilos saturat îndesat, cenușiu.

Pentru preluarea eforturilor orizontale, între fundațiile culeelor s-au prevăzut două grinzi orizontale de beton cu secțiunea transversală de 0,80x0,60.

Racordarea cu terasamentul este realizată cu ziduri de în sprijin amonte și sferturi de con pereiate cu beton în aval, atât la culeea Cluj Napoca, cât și la culeea Oradea. Sferturile de con și zidurile de sprijin sunt parțial acoperite de vegetație.

Albia râului pe zona podului

Pe zona podului c.f., de la km 517+148, albia pârâului Viștea are un traseu meandrat, intrând drept și centrat pe deschiderea podului. În aval, albia are o treaptă la baza căreia este formată o baltă.

Conform datelor transmise de Administrația Bazinală de Apă SOMEȘ-TISA, Cluj, debitul cu asigurarea de 1% pentru această secțiune este de $Q_{1\%}=49,80\text{mc/sec}$, iar pentru asigurarea de 10% debitul este de $Q_{10\%}=22,00\text{mc/sec}$.

Constatări la culegerea datelor de pe teren

- ușoare segregări ale betonului la elevațiile culeelor și fisuri;
- degradare pronunțată a betonului la intradosul totuarelor chesonate și armături la vedere;
- ciobituri ale muchiilor vii la banchetele cuzineților;
- pete de rugină la diafragmele transversale și la antretoaze, în special la partea inferioară.

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 trotuarul de beton 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 general bună.
- Suprastructura existentă, este compromisă, din cauza coroziunii și a detaliilor constructive.
- Podul asigură debușeul debitului $Q_{1\%}$, dar nu asigură gabaritul de liberă trecere sub pod, deci, în consecință, 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 durabilitate și oboseală, iar consolidarea elementelor de rezistență ale tablierului metalic nu se

poate face pentru a corespunde convoiului de calcul actual, aceste tabliere sunt practic neconsolidabile, se propune ca soluție, realizarea unui pod nou.

Soluția recomandată constă în dezafectarea podului existent și realizarea unui pod nou 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 tablîerului 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;
- 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. 10.3/004, Data: Octombrie 2017

Pod km 519+752 (P004)

Amplasamentul obiectivului expertizat

Acest pod traversează un pârâu, între Halta CF Mera și Stația CF Gârbău.

Pe acest sector de linie circula un număr de 26 perechi de trenuri de călători pe zi și un număr de 16 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 și proiectul tehnic de dublare realizat de I.P.C.F. – Atelierul Poduri I în anul 1972, precum și pe baza măsurărilor efectuate cu ocazia vizitei în teren.

Suprastructura podului este alcătuită din două tabliere: tablîer metalic, tip G.G.I.P.C.S. – sudat atât pe firul I, cât și pe firul II. Calea este prinsă pe longrine de stejar așezate între grinzile gemene pe zona podului, și pe traverse de lemn pe terasament, în zona aferentă contrașinelor și capetelor de contrașină.

Lungimea totală a podului este de 15,60m, lumina (măsurată între fețele culeelor) este de 10,00m, iar înălțimea liberă (măsurată de la intradosul grinzilor metalice până la radier/fundul văii) este de 2,50m.

Culeele sunt realizate din beton armat, cu ziduri de gardă și ziduri întoarse, cu înălțimea elevației de circa 2,12m și bancheta cuzineților cu înălțimea de 0,70m. Lungimea totală a culeelor este de 9,50m (pentru ambele fire).

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

Poziția axei podului față de axul râului: normală.

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

Felul și lungimea contrașinelor: pe lungimea podului nu are nevoie, pe terasament în ambele capete, șină și contrașini exterioare.

Numărul și tipul traverselor pe pod: nu are traverse, șina fiind prinsă pe longrine de stejar așezate între grinzile gemene.

Anul de construcție: 1975.

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 sudată, fixată pe longrine de stejar așezate între grinzile gemene, pe zona podului și pe traverse speciale de lemn pe terasament. Pe pod nu sunt montate contrașine, iar pe terasament sunt montate contrașine și contrașine exterioare realizate din șină. La capătul Cluj Napoca, pe terasamentul firului II, un capăt de contrașină este rupt.

Trotuarul tablîerului de pe firul I este realizat din cheson prefabricat din beton, rezemat pe bancheta cuzineților, iar trotuarele tablîerului de pe firul II sunt realizate din console metalice pe care sunt montate tronsoane de tablă striată.

Parapetul pietonal pe firul I este realizat din beton armat și parapetul pietonal pe firul II este realizat din profile L.



Suprastructura podului

Suprastructura podului este alcătuită din două tabliere metalice, de tip G.G.I.P.C.S. – sudat, cu deschiderea de 11,00m.

O grindă geamănă este alcătuită din două grinzi cu inimă plină sudate, cu diafragme transversale; distanța între grinzile cu inimă plină este de 0,75m. Grinzile gemene sunt solidarizate între ele prin intermediul unor antretoaze și contravânturi inferioare. Distanța interax între grinzile gemene este de 1,50m.

Trotuarele din chesoane prefabricate din beton prezintă fisuri, muchii ciobite și beton degradat la partea inferioară a pereților verticali.

La data vizitării obiectivului s-a constatat că pe suprastructura metalică a podului, sistemul de protecție anticoroziv este pe zone restrânse exfoliat și degradat, în special la partea inferioară a diafragmelor transversale.

- **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 0,62m distanță în panourile de capăt și 0,61m în panourile curente. Lungimea totală a grinzilor principale este: $L = 0,62m \times 2 + 0,61m \times 16 + 0,20m \times 2 = 11,40m$. Acestea prezintă anumite zone unde stratul de protecție anticorozivă este exfoliat, inclusiv apariția ruginii pe zonele respective, în mod special la partea inferioară a diafragmelor transversale.

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

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

- **Antretoazele (A)**

Antretoazele sunt realizate din elemente compuse de tip inimă plină, cu tălpile sudate, având lungimea de 0,75m, dispuse la 1,22m. Prinderea antretoazelor de grinzile principale este realizată cu nituri, pentru ambele tabliere.

Antretoazele prezintă pete de rugină, în special pe partea inferioară a inimii și pe talpa inferioară a acestora.

- **Lonjeronii (L)**

Nu este cazul.

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) sunt executate adiacent, joantiv de culeele de pe firul I, având fundații separate.

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 acestora pe fața elevațiilor și sunt evidențiate rosturile de betonare și decofrare.

Bancheta cuzineților a culeei Oradea de pe firul II, prezintă o stare avansată de degradare a betonului, segregări și fisuri.

Bancheta cuzineților a culeei Cluj Napoca, prezintă ciobituri ale muchiilor vii, segregări ale betonului și fisuri.

În conformitate cu Studiul Geotehnic și datele puse la dispoziție de Beneficiar, culeele sunt fondate indirect, prin intermediul a 15 piloți de beton armat cu dimensiunile de 0,30x0,30m

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

la cota - 12,00m, măsurată față de cota 0,00, reper-nivel NST, în stratul portant de argilă fin nisipoasă, prăfoasă cenușie tare.

Pentru preluarea eforturilor orizontale, între fundațiile culeelor s-au prevăzut două grinzi orizontale de beton cu secțiunea transversală de 0,80x0,60.

Racordarea cu terasamentul este realizată cu sferturi de con pereiate cu piatră atât în aval, cât și în amonte. Sferturile de con sunt degradate parțial acoperite de vegetație.

Albia râului pe zona podului

Pe zona podului c.f., de la km 519+752, albia pârâului are un traseu meandrat, intrând cu o curbă la stânga pe zona podului. Amenajarea albiei cu pereu din piatră de sub pod este degradată și erodată, în special la baza culeei Cluj Napoca, pe zona unde cursul apei lovește în amenajare.

Conform datelor transmise de Administrația Națională Apele Române – I.N.H.G.A., debitul cu asigurarea de 1% pentru această secțiune este de $Q_{1\%}=36,70\text{mc/sec}$, iar pentru asigurarea de 10% debitul este de $Q_{10\%}=13,50\text{mc/sec}$.

Constatări la culegerea datelor de pe teren

- segregări ale betonului la elevațiile culeelor și fisuri;
- degradare pronunțată a betonului la bancheta cuzinetilor a culeei Oradea;
- fisuri și degradare a betonului la parapetul de beton de pe firul I;
- lipsa capetelor de contrașină;
- pete de rugină la diafragmele transversale și la antretoaze, în special la partea inferioară.

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 trotuarul de beton 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 general bună.
- Suprastructura existentă, este compromisă, din cauza coroziunii și a detaliilor constructive.
- Podul asigură debușeul debitului $Q_{1\%}$, dar nu asigură gabaritul de liberă trecere sub pod, deci, în consecință, 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 durabilitate și oboseală, iar pentru consolidarea elementelor de rezistență ale tablierului metalic nu se poate face pentru a corespunde convoiului de calcul actual, aceste tabliere 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 pe balast, soluția de realizare și dimensiunile fiind stabilite de către proiectant, în

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

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.

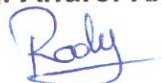
PUNEREA ÎN SIGURANȚĂ A STRUCTURII

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;
- Se vor completa capetele de contrașină acolo unde lipsesc;
- 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



Numele și prenumele **Expertului Tehnic**

Dr. Ing. Ionuț Radu Răcănel

Conform registrului de evidență

Expert Tehnic Atestat A4, B2, D

Nr.10.3/005, Data: **Octombrie 2017**

Pod km 521+014 (P005)

Amplasamentul obiectivului expertizat

Acest pod traversează un pârâu, în Stația CF Gârbău.

Pe acest sector de linie circula un număr de 26 perechi de trenuri de călători pe zi și un număr de 16 trenuri de marfă pe zi. Fereastra disponibilă, pe ambele fire, este de 6 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 și proiectul tehnic de dublare realizat de I.P.C.F. – Atelierul Poduri I în anul 1972, precum și pe baza măsurărilor efectuate cu ocazia vizitei în teren.

Suprastructura podului este alcătuită din două tabliere: tablier metalic, tip G.G.I.P.C.S. – sudat atât pe firul I, cât și pe firul II. Calea este prinsă pe longrine de stejar așezate între grinzile gemene pe zona podului, și pe traverse de lemn pe terasament, în zona aferentă contrașinelor și capetelor de contrașină.

Lungimea totală a podului este de 15,70m, lumina (măsurată între fețele culeelor) este de 11,00m, iar înălțimea liberă (măsurată de la intradosul grinzilor metalice până la radier/fundul văii) este de 1,75m.

Culeele 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 0,70m. Lungimea totală a culeelor este de 9,50m (pentru ambele fire).

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

Poziția axei podului față de axul râului: normală.

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

Felul și lungimea contrașinelor: pe lungimea podului nu are nevoie, pe terasament în ambele capete, șină și contrașini exterioare.

Numărul și tipul traverselor pe pod: nu are traverse, șina fiind prinsă pe longrine de stejar așezate între grinzile gemene.

Anul de construcție conform fișei podului este 1974.

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 longrine de stejar așezate între grinzile gemene, pe zona podului și pe traverse speciale de lemn pe terasament. Pe pod nu sunt montate contrașine, 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 două tabliere metalice, de tip G.G.I.P.C.S. – sudat, cu deschiderea de 12,00m.

O grindă geamănă este alcătuită din două grinzi cu inima plină sudate, cu diafragme transversale; distanța între grinzi cu inimă plină este de 0,75m. Grinzile gemene sunt solidarizate între ele prin intermediul unor antretoaze și contravântuiri inferioare. Distanța interax între grinzi gemene este de 1,50m.

La data vizitării obiectivului s-a constatat că pe suprastructura metalică a podului, sistemul de protecție anticoroziv este pe zone restrânse exfoliat și degradat, în special la partea inferioară a diaframelor transversale. În același timp credităm completările făcute în Fișa podului, de către personalul de întreținere, completări ce semnaleză identificarea corozionii pe tălpile grinzilor și antretoazelor, în special la firul I, în anul 2014.

- **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 0,60m distanță. Lungimea totală a grinzilor principale este: $L = 0,60m \times 20 + 0,15m \times 2 = 12,30m$. Acestea prezintă anumite zone unde stratul de protecție anticorozivă este exfoliat, inclusiv apariția ruginii pe zonele respective, în mod special la partea inferioară a diaframelor transversale.

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

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

- **Antretoazele (A)**

Antretoazele sunt realizate din elemente compuse de tip inimă plină, cu tălpile sudate, având lungimea de 0,75m, dispuse la 1,20m. Prinderea antretoazelor de grinzi principale este realizată cu nituri.

Inima antretoazelor de pe firul II este într-o stare avansată de degradare, în special pe partea inferioară a acestora.

- **Lonjeronii (L)**

Nu este cazul.

Infrastructura podului

Suprastructura (tablierele) podului este așezată pe o infrastructură formată din 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, prezintă fisuri ale betonului, ciobituri ale muchiilor vii, zone izolate de segregări ale betonului, pete verzui – maronii, semn al infiltrației apei și scurgerii acestora pe fața elevațiilor și sunt evidențiate rosturile de betonare și decofrare.

Banchetele cuzineților prezintă ciobituri ale muchiilor vii, segregări ale betonului și fisuri.

În conformitate cu Studiul Geotehnic și datele puse la dispoziție de Beneficiar, culeele sunt fondate indirect, prin intermediul a 15 piloți de beton armat cu dimensiunile de 0,25x0,25m la cota - 11,20m, măsurată față de cota 0,00, reper-nivel NST, în stratul portant de argilă slab prăfoasă puțin nisipoasă roșcată tare.

Pentru preluarea eforturilor orizontale, între fundațiile culeelor s-au prevăzut două grinzi orizontale de beton cu secțiunea transversală de 0,80x0,60.

Racordarea cu terasamentul este realizată cu sferturi de con pereiate cu piatră în aval, respectiv cu ziduri de sprijin în amonte. Sferturile de con sunt acoperite de vegetație.

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 521+014, albia pârâului are un traseu meandrat. În amonte, amenajarea precedentă până la podețul de sub linia c.f. învecinată, este degradată și cu vegetație de baltă. Albia, în aval de pod este colmatată și plină de vegetație de baltă.

Conform datelor transmise de Administrația Bazinală de Apă, SOMEȘ-TISA, Cluj, debitul cu asigurarea de 1% pentru această secțiune este de $Q_{1\%}=38,80\text{mc/sec}$, iar pentru asigurarea de 10% debitul este de $Q_{10\%}=17,00\text{mc/sec}$.

Constatări la culegerea datelor de pe teren

- segregări ale betonului la elevațiile culeelor și fisuri;
- muchii vii ciobite la banchetele cuzinetilor;
- fisuri în zidurile de gardă ale culeelor;
- degradare avansată la antretoaze, în special la partea inferioară a inimilor.

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 trotuarul de beton 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 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 durabilitate și oboseală, iar pentru consolidarea elementelor de rezistență ale tablierului metalic 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 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.

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

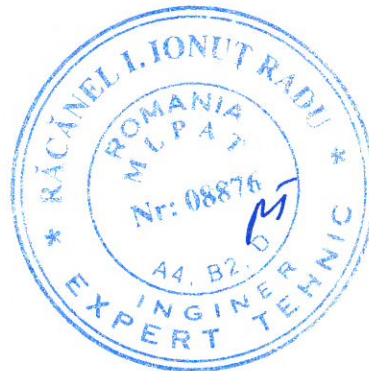
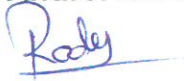
Până la aplicarea soluției recomandate, este necesară punerea în siguranță a structurii. În acest scop se propun următoarele:

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

- 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;
- 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



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

Nr.10.3/006, Data: Octombrie 2017

Pod km 521+627 (P006)

Amplasamentul obiectivului expertizat

Acest pod traversează un pârâu, în Stația CF Gârbău.

Pe acest sector de linie circula un număr de 26 perechi de trenuri de călători pe zi și un număr de 16 trenuri de marfă pe zi. Fereastra disponibilă, pe ambele fire, este de 6 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 și proiectul tehnic de dublare realizat de I.P.C.F. – Atelierul Poduri I în anul 1972, precum și pe baza măsurătorilor efectuate cu ocazia vizitei în teren.

Suprastructura podului este alcătuită din patru tabliere. Toate tablierele sunt, de tip dală de beton. Pe firele I și II (directe), calea este prinsă pe traverse de beton pe prism de piatră spartă, iar pe celelalte 4 fire calea este prinsă pe traverse speciale de lemn.

Cabluri pozate pe trotuarul și elevația dalei din aval. Conductă prinsă de lateralul aceluiași trotuar.

Lungimea totală a podului este de 10,64m în aval, respectiv 9,75m în amonte, lumina (măsurată între fețele culeelor) este de 5,40m, iar înălțimea liberă (măsurată de la intradosul dalei de beton până la radier/ fundul văii) este de 1,40m sub firul 1, 1,22m sub firul 2, 0,96m sub firele I și II, respectiv 1,00m sub firele 3 și 4.

Culeele sunt realizate din beton armat, cu ziduri de gardă și ziduri întoarse, cu înălțimea elevației de circa 1,75m. Lungimea totală a culeelor este de 28,00m.

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

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: pe Firele I și II traverse normale cu dimensiunile 0,20m x 0,18m x 2,60m, iar pe Firele 1, 2, 3 și 4 are traverse speciale de lemn.

Anul de construcție: 1974.

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

Pe firele I și II (directe), calea este realizată din șină tip 60 sudată, fixată pe traverse de beton, atât în linie curentă, cât și pe pod;

Pe firele 1, 2, 3 și 4 calea este realizată din șină tip 60 sudată, fixată pe traverse speciale de lemn pe terasament. Pe pod nu sunt montate contrașine.

Trotuarul tablierului din amonte este realizat din consola dalei de beton, și prezintă degradări ale betonului.

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

Suprastructura podului

Suprastructura podului, este alcătuită din patru tabliere de beton, de tip dală de beton, cu deschiderea de 5,40m, împărțite în felul următor: o dală de beton sub firul 1, o dală de beton sub firul 2, o dală de beton sub firele I și II, respectiv o dală de beton sub firele 3 și 4.

Lățimea dalei de beton de sub firul 1 este de 4,60m, a dalei de sub firul 2 de 5,95m, a dalei de sub firele I și II de 9,05m, respectiv a dalei de sub firele 3 și 4 de 8,45m. Dala de sub firele 3 și 4 are și o consolă de trotuar.

La data vizitării obiectivului s-a constatat că dalele de beton 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 dalei. 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 (tablierele) podului este așezată pe o infrastructură formată din două culei.

Culeele podului pentru cele patru tabliere 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 acestora pe fața elevațiilor.

În conformitate cu Studiul Geotehnic și datele puse la dispoziție de Beneficiar, culeele de pe firul 1 sunt fondate indirect, prin intermediul a 10 piloți de beton armat cu dimensiunile de 0,30x0,30m la cota - 13,35m, culeele de pe firul 2 sunt fondate indirect, prin intermediul a 12 piloți de beton armat cu dimensiunile de 0,30x0,30m la cota - 13,35m, culeele de pe firele I și II sunt fondate direct la cota - 3,49m, respectiv culeele de pe firele 3 și 4 sunt fondate direct la cota - 3,80m (Oradea), - 4,00m (Cluj Napoca), măsurate față de cota 0,00, reper-nivel NST, în stratul portant de nisip fin, prăfos, cenușiu, în amestec cu rare elemente de pietriș mărunț fundațiile indirecte, respectiv argilă nisipoasă-prăfoasă, cafenie, plastic vârtoasă pentru fundațiile directe.

Racordarea cu terasamentul este realizată cu sferuri de con pereiate cu piatră, în amonte la culeea Oradea și în aval la ambele culei și zid de sprijin în amonte la culeea Cluj Napoca.

Albia râului pe zona podului

Pe zona podului de la km 521+627, albia pârâului are un traseu meandrat, intrând pe zona podului cu o curbă la stânga. Pereul din piatră de sub pod este degradat pe zona mediană pe toată lățimea podului. 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., debitul cu asigurarea de 1% pentru această secțiune este de $Q_{1\%}=5,55\text{mc/sec}$, iar pentru asigurarea de 10% debitul este de $Q_{10\%}=2,04\text{mc/sec}$.

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;

Degradările betonului din infrastructură și tablîerul 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 general bună.
- Suprastructura existentă, este compromisă, din cauza degradărilor betonului, în special la intrados, cu armături la vedere.
- 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 durabilitate, 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, console de trotuar, 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

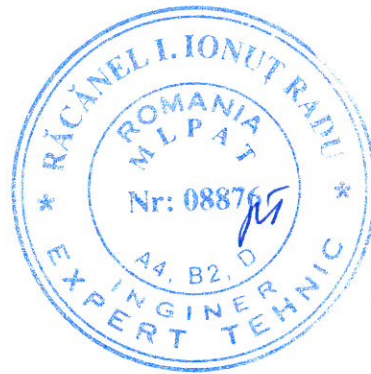
Până la aplicarea soluției recomandate, este necesară punerea în siguranță a structurii. În acest scop se propun următoarele:

- 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.

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

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. **10.3/007**, Data: **Octombrie 2017**

Pod km 522+537 (P007)

Amplasamentul obiectivului expertizat

Acest pod traversează pârâul Gârboel, în Stația C.F. Gârboel.

Pe acest sector de linie circula un număr de 26 perechi de trenuri de călători pe zi și un număr de 16 trenuri de marfă pe zi. Fereastra disponibilă, pe ambele fire, este de 6 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 și proiectul tehnic de dublare realizat de I.P.C.F. – Atelierul Poduri I în anul 1974, precum și pe baza măsurărilor efectuate cu ocazia vizitei în teren.

Suprastructura podului este alcătuită din două tabliere metalice, tip G.I.P.C.J. – sudat atât pe firul I, cât și pe firul II. 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 17,00m, lumina (măsurată între fețele culeelor) este de 11,00m, iar înălțimea liberă (măsurată de la intradosul grinzilor metalice până la radier/fundul văii) este de 1,70m.

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 11,30m (pentru ambele fire).

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

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 toată lungimea podului, respectiv șină pe terasament.

Numărul și tipul traverselor pe pod: 22 traverse speciale de lemn cu dimensiunile 0,24m x 0,24m x 2,60m.

Anul de construcție: 1974.

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 49 sudată, 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 două tabliere metalice, de tip G.I.P.C.J. – sudat, cu deschiderea de 12,00m.

La data vizitării obiectivului s-a constatat că pe suprastructura metalică a podului, sistemul de protecție anticoroziv este într-o stare general bună, acesta fiind refăcut în anul 2007. 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 tasări în cuzinet în jurul aparatelor de reazem la ambele culei, în anul 2014, și identificarea a 12 traverse necorespunzătoare pe firul I, în anul 2015.

- **Grinzile principale (GP)**

Grinzile principale ale tablierului G.I.P.C.J. – sudat, sunt realizate din elemente compuse de tip inimă plină cu tălpile sudate. Distanța între grinzile principale este de 2,80m. Lungimea totală a grinzilor principale este: $L = 3,00m \times 4 + 0,275m \times 2 = 12,55m$. 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: 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 sunt realizate din elemente compuse de tip inimă plină, cu tălpile sudate, având lungimea de 2,80m, dispuse la 3,00m. Prinderea antretoazelor de grinzile principale este realizată cu nituri.

Antretoazele sunt într-o stare general bună.

- **Lonjeronii (L)**

Lonjeronii sunt realizați din elemente compuse de tip inimă plină, cu tălpile sudate, având lungimea de 3,00m. Distanța dintre lonjeroni este de 1,50m. Prinderea lonjeronilor de grinzile principale este realizată cu nituri.

Lonjeronii sunt într-o stare general bună.

- **Contravântuiri (CV)**

Contravântuirea superioară a lonjeronilor este alcătuită din 8 panouri de 1,50m. Riglele transversale dintre panourile 1 și 2, respectiv 7 și 8 sunt realizate din profile laminate tip U14, iar restul riglelor și diagonalele, din profile laminate tip L70x70x9.

Contravântuirea inferioară a grinzilor principale este alcătuită din 4 panouri de 3,00m. Diagonalele din panourile de capăt sunt realizate din două profile laminate tip L90x90x9, iar cele din panourile centrale, din două profile laminate tip L70x70x9.

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

Infrastructura podului

Suprastructura (tablierele) 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, 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 și decofrare.

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

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

evidențiate rosturile de betonare și decofrare. În jurul aparatelor de reazem, banchetele sunt degradate, fapt ce conduce la acumularea apei în zonele respective.

În conformitate cu Studiul Geotehnic și datele puse la dispoziție de Beneficiar, culeele sunt fundate direct la cota – 5,50m, măsurate față de cota 0,00, reper-nivel NST, în stratul portant de argilă prăfos-nisipoasă, cafenie la cenușie, plastic vârtoasă la plastic moale.

Racordarea cu terasamentul este realizată cu maluri de pământ acoperite de vegetație.

Albia râului pe zona podului

Pe zona podului c.f., de la km 522+537, albia pârâului Gârboel are un traseu meandrat. Albia este colmatată și plină de vegetație.

Conform datelor transmise de Administrația Națională Apele Române – I.N.H.G.A., debitul cu asigurarea de 1% pentru această secțiune este de $Q_{1\%}=45,20\text{mc/sec}$, iar pentru asigurarea de 10% debitul este de $Q_{10\%}=16,60\text{mc/sec}$.

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 cuzinetilor;
- traverse putrezite și degradate;
- parapet de beton de pe zidul întors al culeei Cluj Napoca, firul II, degradat.

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 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.
- Podul asigură debușeul debitului $Q_{1\%}$, dar nu asigură gabaritul de liberă trecere sub pod, deci, în consecință, 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 durabilitate, 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;
 - 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;
- 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



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

Nr.10.3/008, Data: Octombrie 2017

Pod km 523+497 (P008)

Amplasamentul obiectivului expertizat

Acest pod traversează râul Nadăș, între Stația CF Gârbău și Stația CF Aghireș.
Pe acest sector de linie circula un număr de 26 perechi de trenuri de călători pe zi și un număr de 16 trenuri de marfă pe zi. Fereastra disponibilă, pe ambele fire, este de 6 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 și proiectul tehnic de dublare realizat de I.P.C.F. – Secția L.A.D.E. în anul 1974, precum și pe baza măsurărilor efectuate cu ocazia vizitei în teren.

Suprastructura podului este alcătuită din două tabliere metalice, tip G.Z.C.J. – nituit pe firul I și G.Z.C.J. – parțial sudat pe firul II. Calea este prinsă pe traverse speciale de lemn pe pe pod și pe terasament, în zona aferentă contrașinelor și capetelor de contrașină.

Cabluri pozate pe trotuarul exterior al tablierului de pe firul II și pe exteriorul tablierului de pe firul I.

Lungimea totală a podului de pe firul I este de 35,80m, lumina (măsurată între fețele culeelor) este de 29,70m, iar înălțimea liberă (măsurată de la intradosul grinzilor metalice până la radier/ fundul văii) este de 3,90m.

Lungimea totală a podului de pe firul II este de 33,80m, lumina (măsurată între fețele culeelor) este de 27,70m, iar înălțimea liberă (măsurată de la intradosul grinzilor metalice până la radier/ fundul văii) este de 3,90m.

Culeele de pe firul I sunt realizate din beton armat, cu ziduri de gardă și ziduri întoarse, cu înălțimea elevației de circa 1,50m și bancheta cuzineților cu înălțimea de 0,70m. Lungimea culeelor este de 6,50m.

Culeele de pe firul II sunt realizate din beton armat, cu ziduri de gardă și ziduri întoarse, cu înălțimea elevației de circa 1,50m și bancheta cuzineților cu înălțimea de 0,85m. Lungimea culeelor este de 5,75m.

Poziția căii față de grinzile principale și declivitate: în aliniament, declivitate 5%.

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

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

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

Numărul și tipul traverselor pe pod: 62 traverse speciale de lemn cu dimensiunile 0,24m x 0,24m x 2,60m pe firul I și 60 traverse speciale de lemn cu dimensiunile 0,24m x 0,24m x 2,60m pe firul II.

Anul de construcție: 1955 Fir I, 1976 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.

Calea pe pod

Calea este realizată din șină tip 60 sudată, 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 tablă striată.

Parapetul pietonal pe tablier este realizat din profile L, respectiv din beton armat pe zidurile întoarse ale culeelor.

Suprastructura podului

Suprastructura podului este alcătuită din două tabliere metalice, de tip G.Z.C.J. – nituit, cu deschiderea de 31,00m, pe firul I, respectiv de tip G.Z.C.J. – parțial sudat, cu deschiderea de 29,00m, pe firul II.

La data vizitării obiectivului s-a constatat că pe suprastructura metalică a podului, sistemul de protecție anticoroziv este exfoliat și degradat, în special la partea inferioară a grinzilor principale, a antretoazelor, a lonjeronilor și a contravântuirii grinzilor principale. În același timp credităm completările făcute în Fișa podului, de către personalul de întreținere, completări ce nu semnalează identificarea unor defecte majore la tablierul de pe firul I, în timp ce la tablierul de pe firul II, în anul 2014, sunt semnalate următoarele defecte: 4 nituri slăbite la guseul de prindere a antretoazei de capăt (cap X – amonte) cu grinda principală; în panoul 7 (sens de mers spre Cluj), sub traversa 6, 1 nit slăbit la prinderea cornierei de guseu; în panoul 8 (sens de mers spre Cluj), sub traversele 1 și 3 câte 1 nit slăbit.

• Grinzile principale (GP)

Grinzile principale ale tablierului G.Z.C.J – nituit de pe firul I, sunt realizate din elemente compuse solidarizate cu nituri și sunt alcătuite din 10 panouri de 3,10m la care se adaugă consolele de pe reazem de 0,25m. Grinda principală cu zăbrele are montanți atât între diagonalele descendente, cât și între diagonalele ascendente. Distanța între grinzile principale este de 5,00m. Lungimea totală a grinzilor principale este: $L = 3,10m \times 10 + 0,25m \times 2 = 31,50m$. Acestea prezintă zone restrânse unde stratul de protecție anticorozivă este exfoliat, favorizând apariția ruginii pe zonele respective, în mod special la talpa inferioară.

Grinzile principale ale tablierului G.Z.C.J – parțial sudat de pe firul II sunt oblice, realizate din elemente compuse solidarizate cu nituri și sunt alcătuite din 1 panou de 3,17m, 6 panouri de 3,675m și 1 panou de 3,78m la care se adaugă consolele de pe reazem de 0,25m, respectiv 0,36m. Grinda principală cu zăbrele are montanți doar între diagonalele descendente. Distanța între grinzile principale este de 5,00m. Lungimea totală a grinzilor principale este: $L = 3,17m \times 1 + 3,675m \times 6 + 3,78m \times 1 + 0,25m + 0,36m = 29,61m$. 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: aparate de reazem fix pe culeea Cluj Napoca (fir I și II) și aparate de reazem mobil pe culeea Oradea (fir I și II).

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

• Antretoazele (A)

Antretoazele tablierului de pe firul I sunt realizate din elemente compuse de tip inimă plină, cu tălpile nituite, având lungimea de 5,00m, dispuse la 3,10m. Prinderea antretoazelor de grinzile principale este realizată cu nituri.

Antretoazele tablierului de pe firul II sunt realizate din elemente compuse de tip inimă plină, cu tălpile sudate, având lungimea de 5,00m, dispuse la 3,17m, respectiv 3,78m, în

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

panourile de capăt și la 3,675m în panourile curente. Prinderea antretoazelor de grinzile principale este realizată cu nituri.

Antretoazele prezintă zone restrânse de rugină, în special la talpa inferioară și la partea inferioară a inimii. Acestea sunt într-o stare general bună.

- **Lonjeronii (L)**

Lonjeronii tablierului de pe firul I sunt realizați din elemente compuse de tip inimă plină, cu tălpile nituite, având lungimea de 3,10m. Distanța dintre lonjeroni este de 1,80m. Prinderea lonjeronilor de grinzile principale este realizată cu nituri.

Lonjeronii tablierului de pe firul II sunt realizați din elemente compuse de tip inimă plină, cu tălpile sudate, având lungimea de 3,17m, respectiv 3,87m, în panourile de capăt și 3,675m în panourile curente. Distanța dintre lonjeroni este de 1,80m. Prinderea lonjeronilor de grinzile principale este realizată cu nituri.

Lonjeronii prezintă zone restrânse de rugină, în special la talpa inferioară și la partea inferioară a inimii. Aceștia sunt într-o stare general bună.

- **Contravântuiri (CV)**

Contravântuirea superioară a lonjeronilor tablierului de pe firul I este alcătuită din 20 panouri de 1,55m. Rigele transversale sunt realizate din profile laminate tip U14.

Contravântuirea inferioară a grinzilor principale ale tablierului de pe firul I este alcătuită din 10 panouri de 3,10m. Diagonalele din panourile de capăt sunt realizate din două profile laminate tip L90x90x9, iar cele din panourile centrale, din două profile laminate tip L80x80x8.

Contravântuirea superioară a lonjeronilor tablierului de pe firul II este alcătuită din 1 panou de 2,25m și 1 panou de 0,92m, respectiv 1 panou de 2,86m și 1 panou de 0,92m, la capete și 12 panouri de 1,837.5m, în câmp. Rigele transversale sunt realizate din profile laminate tip L90x90x9, diagonalele din panourile de capăt și primele două panouri curente adiacente celor de capăt, sunt realizate din profile laminate tip L100x100x10, iar restul diagonalelor din panourile curente sunt realizate din profile laminate tip L90x90x9.

Contravântuirea inferioară a grinzilor principale ale tablierului de pe firul II este alcătuită din 6 panouri de 3,675m. Diagonalele din panourile de capăt sunt realizate din două profile laminate tip L100x100x10, cele din panourile adiacente panourilor de capăt din două profile laminate tip L90x90x9, iar cele din panourile centrale, din două profile laminate tip L80x80x8.

Atât contravântuirea superioară a lonjeronilor, cât și contravântuirea inferioară a grinzilor principale nu prezintă defecte (fisuri, nituri slăbite etc.), acestea găsindu-se într-o stare general bună.

Infrastructura podului

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

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

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. În jurul aparatelor de reazem, banchetele sunt degradate, fapt ce conduce la acumularea apei în zonele respective.

În conformitate cu Studiul Geotehnic și datele puse la dispoziție de Beneficiar, culeele de pe firul I sunt fondate direct la cota – 11,65m, măsurată față de cota 0,00, reper-nivel NST, în stratul portant de argilă tare, iar culeele de pe firul II sunt fondate prin intermediul a 24 piloți de beton armat cu dimensiunile de 0,35x0,35m la cota - 15,10m, măsurată față de cota 0,00,

reper-nivel NST, în stratul portant de argilă parțial prăfoasă, cenușie, cafeniu-roșcată, tare, cu lentile de nisip prăfos.

Racordarea cu terasamentul este realizată cu sferturi de con atât în amonte, cât și în aval la ambele culei. Sfertul de con din amonte, culeea Oradea este burdușit și desprins de elevația culeei, iar sferturile de con de la culeea Cluj Napoca sunt acoperite de vegetație.

Albia râului pe zona podului

Pe zona podului c.f., de la km 523+497, albia râului Nadăș are un traseu meandrat, intrând sub pod cu o curbă la stânga. Pereul din piatră de pe taluzurile amenajării albiei sub pod, este degradat și în mare parte antrenat de apă.

Conform datelor transmise de Administrația Bazinală de Apă SOMEȘ-TISA, Cluj, debitul cu asigurarea de 1% pentru această secțiune este de $Q_{1\%}=137,00\text{mc/sec}$, iar pentru asigurarea de 10% debitul este de $Q_{10\%}=56,00\text{mc/sec}$.

Constatări la culegerea datelor de pe teren

- muchii vii ciobite și degradări ale betonului la banchetele cuzinetelor;
- deformări ale banchetei cuzinetelor în zonele aparatelor de reazem;
- traverse necorespunzătoare;
- zone restrânse de rugină la elementele tablierelor metalice;
- parapetii de beton de pe zidurile întoarse ale culeelor, degradați.

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, 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 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 durabilitate, 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;
- 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;
- 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



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

Nr.10.3/009, Data: **Octombrie 2017**

Pod km 525+369 (P009)

Amplasamentul obiectivului expertizat

Acest pod traversează râul Nadăș, între Stația CF Gârbău și Stația CF Aghireș.
Pe acest sector de linie circula un număr de 26 perechi de trenuri de călători pe zi și un număr de 16 trenuri de marfă pe zi. Fereastra disponibilă, pe ambele fire, este de 6 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 și proiectul tehnic de dublare realizat de I.P.C.F. – Secția L.A.D.E. în anul 1974, precum și pe baza măsurărilor efectuate cu ocazia vizitei în teren.

Suprastructura podului este alcătuită din două tabliere metalice, tip G.Z.C.J. – nituit pe firul I și G.Z.C.J. – parțial sudat pe firul II. Calea este prinsă pe traverse speciale de lemn pe pod și pe terasament, în zona aferentă contrașinelor și capetelor de contrașină.

Cabluri pozate pe exteriorul tablierului de pe firul I.

Lungimea totală a podului de pe firul I este de 38,40m, lumina (măsurată între fețele culeelor) este de 30,70m, iar înălțimea liberă (măsurată de la intradosul grinzilor metalice până la radier/ fundul văii) este de 6,40m.

Lungimea totală a podului de pe firul II este de 36,60m, lumina (măsurată între fețele culeelor) este de 27,70m, iar înălțimea liberă (măsurată de la intradosul grinzilor metalice până la radier/ fundul văii) este de 6,40m.

Culeele de pe firul I sunt realizate din beton armat, cu ziduri de gardă și ziduri întoarse, cu înălțimea elevației de circa 3,05m și bancheta cuzineților cu înălțimea de 1,20m. Lungimea culeelor este de 6,10m.

Culeele de pe firul II sunt realizate din beton armat, cu ziduri de gardă și ziduri întoarse, cu înălțimea elevației de circa 5,50m și bancheta cuzineților cu înălțimea de 0,85m. Lungimea culeelor este de 6,30m.

Poziția căii față de grinzile principale și declivitate: în curbă de racordare cu $R=300m$.

Poziția axei podului față de axul râului: oblică 60° .

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

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

Numărul și tipul traverselor pe pod: 64 traverse speciale de lemn cu dimensiunile 0,24m x 0,24m x 2,60m pe firul I și 57 traverse speciale de lemn cu dimensiunile 0,24m x 0,24m x 2,60m pe firul II.

Anul de construcție: 1950 Fir I, 1976 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.

Calea pe pod

Calea este realizată din șină tip 60 sudată, 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 tablă striată.

Parapetul pietonal pe tablier este realizat din profile L, respectiv din beton armat pe zidurile întoarse ale culeelor.

Suprastructura podului

Suprastructura podului este alcătuită din două tabliere metalice, de tip G.Z.C.J. – nituit cu contravântuire superioară, cu deschiderea de 32,00m, pe firul I, respectiv de tip G.Z.C.J. – parțial sudat, cu deschiderea de 29,00m, pe firul II.

La data vizitării obiectivului s-a constatat că pe suprastructura metalică a podului, sistemul de protecție anticoroziv este exfoliat și degradat, în special la partea inferioară a grinzilor principale, a antretoazelor, a lonjeronilor și a contravântuirii grinzilor principale. În același timp credităm completările făcute în Fișa podului, de către personalul de întreținere, completări ce semnaleză, în anul 2014, identificarea unor fisuri la cuzinetul culeei Cluj Napoca de pe firul I, în timp ce la tablierul de pe firul II, în anul 2014, sunt semnalate următoarele defecte: 14 nituri slăbite la guseul de prindere a contravântuirii de lonjeron; Lipsa platelajelor din tablă striată la trotuare.

• Grinzile principale (GP)

Grinzile principale ale tablierului G.Z.C.J – nituit de pe firul I, sunt realizate din elemente compuse solidarizate cu nituri și sunt alcătuite din 2 panouri de capăt de 5,30m, respectiv 4 panouri curente de 5,35m la care se adaugă consolele de pe reazem de 0,25m. Distanța între grinzile principale este de 5,00m. Lungimea totală a grinzilor principale este: $L = 5,30m \times 2 + 5,35m \times 4 + 0,25m \times 2 = 32,50m$. Acestea prezintă zone restrânse unde stratul de protecție anticorozivă este exfoliat, favorizând apariția ruginii pe zonele respective, în mod special la talpa inferioară.

Grinzile principale ale tablierului G.Z.C.J – parțial sudat de pe firul II sunt oblice, realizate din elemente compuse solidarizate cu nituri și sunt alcătuite din 1 panou de 3,17m, 6 panouri de 3,675m și 1 panou de 3,78m la care se adaugă consolele de pe reazem de 0,25m, respectiv 0,36m. Distanța între grinzile principale este de 5,24m. Lungimea totală a grinzilor principale este: $L = 3,17m \times 1 + 3,675m \times 6 + 3,78m \times 1 + 0,25m + 0,36m = 29,61m$. 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: aparate de reazem fix pe culeea Oradea (fir I și II) și aparate de reazem mobil pe culeea Cluj Napoca (fir I și II).

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

• Antretoazele (A)

Antretoazele tablierului de pe firul I sunt realizate din elemente compuse de tip inimă plină, cu tălpile nituite, având lungimea de 5,00m, dispuse la 5,30m în panourile de capăt și la 5,35m în panourile curente. Prinderea antretoazelor de grinzile principale este realizată cu nituri.

Antretoazele tablierului de pe firul II sunt realizate din elemente compuse de tip inimă plină, cu tălpile sudate, având lungimea de 5,24m, dispuse la 3,17m, respectiv 3,78m, în panourile de capăt și la 3,675m în panourile curente. Prinderea antretoazelor de grinzile principale este realizată cu nituri.

Antretoazele prezintă zone restrânse de rugină, în special la talpa inferioară și la partea inferioară a inimii. Acestea sunt într-o stare general bună.

• Lonjeronii (L)

Lonjeronii tablierului de pe firul I sunt realizați din elemente compuse de tip inimă plină, cu tălpile nituite, având lungimea 5,30m în panourile de capăt și la 5,35m în panourile curente. Distanța dintre lonjeroni este de 1,80m. Prinderea lonjeronilor de grinzile principale este realizată cu nituri.

Lonjeronii tablierului de pe firul II sunt realizați din elemente compuse de tip inimă plină, cu tălpile sudate, având lungimea de 3,17m, respectiv 3,87m, în panourile de capăt și 3,675m în panourile curente. Distanța dintre lonjeroni este de 1,80m. Prinderea lonjeronilor de grinzile principale este realizată cu nituri.

Lonjeronii prezintă zone restrânse de rugină, în special la talpa inferioară și la partea inferioară a inimii. Aceștia sunt într-o stare general bună.

• Contravântuiri (CV)

Contravântuirea inferioară a grinzilor principale ale tablierului de pe firul I este alcătuită din 2 panouri de capăt de 5,30m, respectiv 4 panouri curente de 5,35m. Diagonalele din panourile de capăt sunt realizate din două profile laminate tip L90x90x9, iar cele din panourile centrale, din două profile laminate tip L70x70x9.

Contravântuirea superioară a grinzilor principale ale tablierului de pe firul I este alcătuită din 4 panouri de 5,35m. Rigele transversale sunt realizate din profile laminate tip U18, iar diagonalele sunt realizate din două profile laminate tip L100x100x10.

Contravântuirea superioară a lonjeronilor tablierului de pe firul II este alcătuită din 1 panou de 2,25m și 1 panou de 0,92m, respectiv 1 panou de 2,86m și 1 panou de 0,92m, la capete și 12 panouri de 1,837.5m, în câmp. Rigele transversale sunt realizate din profile laminate tip L90x90x9, diagonalele din panourile de capăt și primele două panouri curente adiacente celor de capăt, sunt realizate din profile laminate tip L100x100x10, iar restul diagonalelor din panourile curente sunt realizate din profile laminate tip L90x90x9.

Contravântuirea inferioară a grinzilor principale ale tablierului de pe firul II este alcătuită din 6 panouri de 3,675m. Diagonalele din panourile de capăt sunt realizate din două profile laminate tip L100x100x10, cele din panourile adiacente panourilor de capăt din două profile laminate tip L90x90x9, iar cele din panourile centrale, din două profile laminate tip L80x80x8.

Infrastructura podului

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

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

Elevațiile 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 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.

În conformitate cu Studiul Geotehnic și datele puse la dispoziție de Beneficiar, culeea Oradea este fundată direct la cota – 11,75m, iar culeea Cluj Napoca este fundată direct la cota – 11,95m, măsurate față de cota 0,00, reper-nivel NST, în stratul portant de nisip cu liant argilos, cafeniu, saturat, îndesare medie la bună în alternanță cu pietriș.

Racordarea cu terasamentul este realizată cu sferturi de con atât în amonte, cât și în aval la ambele culei. La culeea Oradea mai există o racordare cu piatră între elevația culeei de

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

pe firul I și cea de pe firul II. Sferturile de con de la culeea Oradea și cel de pe firul II de la culeea Cluj Napoca sunt acoperite de vegetație.

Albia râului pe zona podului

Pe zona podului c.f., de la km 525+369, albia râului Nadăș are un traseu oblic cu vegetație. Pe sub pod trece și un drum de pământ, iar taluzurile albiei sunt degradate și erodate de apă.

Conform datelor transmise de Administrația Bazinală de Apă SOMEȘ-TISA, Cluj, debitul cu asigurarea de 1% pentru această secțiune este de $Q_{1\%}=133,00\text{mc/sec}$, iar pentru asigurarea de 10% debitul este de $Q_{10\%}=54,00\text{mc/sec}$.

Constatări la culegerea datelor de pe teren

- muchii vii ciobite, fisuri și degradări ale betonului la elevații;
- muchii vii ciobite, fisuri și degradări ale betonului la banchetele cuzinetilor;
- traverse necorespunzătoare;
- zone restrânse de rugină la elementele tablierelor metalice;
- lipsa platelajelor de tablă striată pe trotuare;
- parapetii de beton de pe zidurile întoarse ale culeelor, degradați.

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, 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 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 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 durabilitate, 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.

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



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

Nr.10.3/010, Data: Octombrie 2017

Pod km 526+361 (P010)

Amplasamentul obiectivului expertizat

Acest pod traversează un pârâu, între Stația CF Gârbău și Stația CF Aghireș.
Pe acest sector de linie circula un număr de 26 perechi de trenuri de călători pe zi și un număr de 16 trenuri de marfă pe zi. Fereastra disponibilă, pe ambele fire, este de 6 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 și proiectul tehnic de dublare realizat de I.P.C.F. – Atelierul Poduri I în anul 1974, precum și pe baza măsurărilor efectuate cu ocazia vizitei în teren.

Suprastructura podului este alcătuită din două tabliere. Ambele tablierele sunt, de tip dală de beton. Calea este prinsă pe traverse de beton pe prism de piatră spartă.

Cabluri pozate pe timpanul tablierului de pe firul I.

Lungimea totală a podului de pe firul I este de 10,00m, 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 1,75m.

Lungimea totală a podului de pe firul II este de 5,75m, lumina (măsurată între fețele culeelor) este de 3,00m, iar înălțimea liberă (măsurată de la intradosul dalei de beton până la radier/ fundul văii) este de 1,50m.

Culeele de pe firul I sunt realizate din beton armat, cu ziduri de gardă și ziduri întoarse, cu înălțimea elevației de circa 1,90m. Lungimea culeelor este de 4,70m.

Culeele de pe firul II sunt realizate din beton armat, cu înălțimea elevației de circa 2,00m. Lungimea culeelor este de 6,50m.

Poziția căii față de grinzile principale și declivitate: în curbă cu $R=775m$, declivitate 1%.

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: 1976 Fir I, 1962 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.

Calea pe pod

Calea este realizată din șină tip 65 sudată pe firul I și lină tip 60 pe firul II, 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 beton armat și sunt degradați, cu armătură la vedere.

Suprastructura podului

Suprastructura podului, este alcătuită din două tabliere de beton, de tip dală de beton, cu deschiderile de 5,70m pe firul I, respectiv 3,70m pe firul II.



Lățimea dalei de beton de sub firul I este de 4,70m și sub firul II de 6,50m.

La data vizitării obiectivului s-a constatat că dala de beton de pe firul I prezintă, la intrados, semne ale infiltrației apei cu formări de stalactite, fisuri și degradări ale betonului, cu armături la vedere și ușoare segregări ale betonului, fisuri degradări ale betonului și armături la vedere sesizate pe elevația dalei. Dala de beton de pe firul II prezintă, la intrados, segregări ale betonului, ciobituri ale muchiilor vii și evidențieri ale formelor de cofrare. În același timp credităm completările făcute în Fișa podului, de către personalul de întreținere, completări ce nu semnalează apariția unor defecte majore la suprastructura podului.

Infrastructura podului

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

Culeele podului de pe firul I (executate cu ocazia dublării liniei) sunt executate adiacent culeelor de pe firul II, 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 firul I au radier comun fundat direct, la cota – 4,30m, măsurată față de cota 0,00, reper-nivel NST, în stratul portant de argilă prăfoasă cenușiu-cafenie puțin negricioasă, plastic-moale, cu infiltrații de apă, iar culeele de pe firul II au radier comun fundat indirect prin intermediul a 12 piloți de beton armat centrifugat cu diametrul $\varnothing 30$ la cota – 16,00m, măsurată față de cota 0,00, reper-nivel NST, în stratul portant de nisip cu liant argilos cenușiu, saturat, îndesat, cu pietriș.

Racordarea cu terasamentul este realizată cu sferturi de con pereiate cu piatră, în aval și aripi de beton în amonte.

Albia râului pe zona podului

Pe zona podului de la km 526+361, albia pârâului este colmatată și cu vegetație în amonte și aval, iar sub pod pereul din piatră este degradat.

Conform datelor transmise de Administrația Națională Apele Române – I.N.H.G.A., debitul cu asigurarea de 1% pentru această secțiune este de $Q_{1\%}=47,00\text{mc/sec}$, iar pentru asigurarea de 10% debitul este de $Q_{10\%}=17,20\text{mc/sec}$.

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;

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 general bună.
- Suprastructura existentă, este compromisă, din cauza degradărilor betonului, în special la intrados, cu armături 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 durabilitate, 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, console de trotuar, 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.

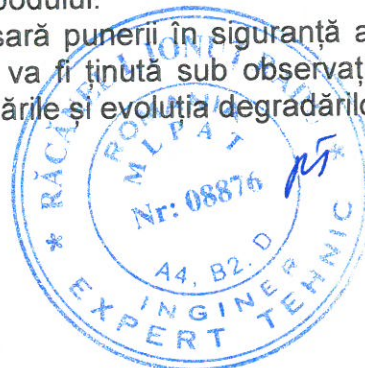
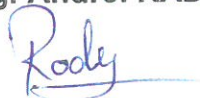
PUNEREA ÎN SIGURANȚĂ A STRUCTURII

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



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

Nr.10.3/011, Data: Octombrie 2017

Pod km 527+335 (P011)

Amplasamentul obiectivului expertizat

Podul este amplasat la km 527+335, pe linia Cluj - Oradea, între Stația C.F. Gârbău și Aghireș și asigură supratraversarea căii ferate peste valea Inucului, un afluent al râului Nadăș, vale cu debit permanent.

La această poziție kilometrică linia este de cale ferată dublă, traversarea văii se face pe câte un pod independent pentru fiecare linie, podurile sunt cu suprastructură metalică grindă cu inimă plină calea jos, sudat pe linia I și nituit pe linia a-II-a.

Pe acest sector de linie circulă un număr de 26 de perechi de trenuri de călători pe zi și un număr de 16 perechi de trenuri de marfă pe zi. Fereastra disponibilă este de 6 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 și proiectul tehnic realizat de I.P.C.F. în anul 1974, precum și pe baza măsurătorilor efectuate cu ocazia vizitei în teren.

Podurile existente au ca suprastructură câte un tablier metalic din grinzi inimă plină calea jos nituit, pe linia II-a și sudat pe linia I, cu deschiderea de 12,00m, pe ambele linii.

Pe trotuarele tablierului metalic sunt pozate cabluri de TTR și SCB.

Lungimea totală a podului este de 17,20m, lumina măsurată între fețele culeelor este de 11,0m, iar înălțimea liberă (măsurată de la intradosul grinzilor metalice până la radier/ fundul văii) este de 2,27m.

Culeele sunt realizate din beton simplu, cu zidurile de gardă, zidurile întoarse și bancheta cuzineților din beton armat. Lungimea totală a culeelor este de 6,50m (pentru fiecare culee).

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

Poziția axei podului față de axa râului: normală.

Poziția axei podului, în plan: ax C.F. identic ax pod.

Felul și lungimea contrașinelor: Contrașina pe pod este din corniere, iar pe terasament din șină tip 49 și capete de contrașină tot din șină tip 49.

Numărul și tipul traverselor pe pod: traversele pe pod sunt speciale (0,24x0,24-2,60).

Anul de construcție: 1953 tablierul de pe linia II-a și 1976 pe linia 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

Pe zona podului calea este realizată din șină tip 60 pe traverse de lemn și din traverse speciale de lemn pe terasament. Calea este fără joante, traversele fiind prinse de lonjeroni cu corniere urechi.

Suprastructura podului

Suprastructura podului de pe linia I, este alcătuită dintr-un tablier din grinzi inimă plină cale jos, sudat, iar suprastructura podului de pe linia a-II-a, este un tablier din grinzi inimă plină cale jos nituit, ambele tabliere au deschiderea de 12,00m și sunt pentru linie simplă.

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

Tablierul de pe linia I are distanța între grinzile principale de 2,80m, iar între lonjeronii de 1,50m. Antretoazele sunt amplasate la distanța de 3,00m.

Tablierul de pe linia a-II-a are distanța între grinzile principale de 4,40m, iar între lonjeronii de 1,80m. Antretoazele sunt amplasate tot la distanța de 3,00m.

La data vizitării obiectivului s-a constatat că suprastructura metalică de la ambele poduri au sistemul de protecție anticoroziv exfoliat și degradat. De asemenea sunt nituri corodate și tole corodate pe zone întinse, cuiburi de rugină în zonele unde umezeala stagnează, etc.

Podurile au trotuare exterioare, cu dulapi din tablă striată în stare bună.

Aparatele de reazem existente sunt metalice turnate, tip II. La linia I cu aparate de reazem mobile pe culeea Cluj Napoca și aparate de reazem fixe pe culeea Oradea, iar la linia a-II-a cu aparate de reazem fixe pe culeea Cluj Napoca și aparate de reazem mobile pe culeea Oradea.

Starea aparatelor de reazem este corespunzătoare, din analiza vizuală sunt în stare bună, dar prezintă pete de rugină pe zone restrânse.

- **Grinzile principale (GP)**

Grinzile principale la linia I sunt elemente metalice sudate, alcătuite din inima și tole sudate. Acestea sunt corodate în special în zona prinderi de antretoaze.

Guseele orizontale ale contravântuirilor în zona de capete prezintă pete izolate de rugină și exfolieri ale protecției anticorozive.

Grinzile principale la linia a-II-a sunt elemente metalice nituite, alcătuite din inima și tole solidarizate cu corniere nituite. Acestea sunt corodate în special în zona prinderi de antretoaze și a rostului de montaj. Au nituri corodate, unele cu joc, compromise ca elemente de asamblare. Guseele orizontale ale contravântuirilor în zona de capete prezintă pete izolate de rugină, și exfolieri ale protecției anticorozive.

- **Antretoazele (A)**

Antretoazele la tablierul de pe linia I sunt din piese metalice sudate prinse de grinzile principale cu nituri. Unele piese sunt într-un stadiu avansat de coroziune.

Antretoazele la tablierul de pe linia a-II-a sunt din piese metalice asamblate cu nituri și prinse de grinzile principale cu nituri.

- **Lonjeronii (L)**

Lonjeronii la tablierul de pe linia I sunt dispuși la 1500mm distanță între ei, sunt executați din piese metalice sudate și prinse cu nituri de antretoaze

Lonjeronii la tablierul de pe linia a-II-a sunt dispuși la 1800mm distanță între ei, sunt executați din piese metalice solidarizate cu nituri.

Infrastructura podului

Este formată din două culee din beton simplu, pentru fiecare linie, cu ziduri de gardă, ziduri întoarse și bancheta cuzineților din beton armat.

Lumina între fețele zidurilor de gardă este de 11,00m. Culeele podului sunt în general în stare bună, având zone izolate ale betonului degradate cu muchii ciobite, prezintă infiltrații în elevații, scurgeri de calcită.

În conformitate cu Studiul Geotehnic din 07.07.2017 și a datelor puse la dispoziție de Beneficiar, culeele sunt fondate indirect la cota – 16,70m, pe piloți de lemn, în stratul argilă prăfoasă, tare, cu concrețiuni calcaroase.

Racordările cu terasamentele sunt realizate cu sferturi de con din pământ.

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

Albia râului pe zona podului

Pe zona podului de la km 527+335, albia pârâului are un traseu ușor sinuos fără tendința de afuiere. În aval, la mică distanță de podul de cale ferată este confluența cu râul Nadăș.

Conform datelor transmise de Administrația Bazinală de Apă SOMEȘ -TISA, CLUJ, debitul cu asigurare de 1% pentru această secțiune este de $Q_{1\%}=56,00\text{mc/sec}$, iar pentru asigurarea de 10% debitul este $Q_{10\%}=22,00\text{mc/sec}$.

Constatări la culegerea datelor de pe teren

Tablierul de pe linia I

- Grinzile principale au vopsea exfoliată pe zone restrânse;
- Antretoazele sunt din piese metalice sudate prinse de grinzile principale cu nituri. Unele piese sunt într-un stadiu avansat de coroziune;
- Lonjeronii sunt executați din piese metalice sudate și prinse cu nituri de antretoaze;
- Beton degradat, friabil la infrastructură cu opritorii degradați;

Tablierul de pe lini a-II-a

- Grinzile principale sunt elemente metalice nituite, acestea au nituri corodate, unele cu joc, compromise ca elemente de asamblare. Guseele orizontale ale contravânturilor în zona de capete prezintă pete izolate de rugină, și exfolieri ale protecției anticoroziive.
- Antretoazele sunt din piese metalice asamblate cu nituri și prinse de grinzile principale cu nituri.
- Lonjeronii sunt executați din piese metalice solidarizate cu nituri. Niturile de solidarizare a pieselor metalice sunt puternic corodate, mai ales la prinderea contravânturii de grindă.
- Corodarea elementelor metalice, mai ales spațiile neaerisite;
- Nituri corodate, cuiburi de rugină, coroziune pe zone extinse, piese metalice cu secțiunea redusă;
- Beton degradat, friabil la infrastructură cu opritorii degradați ;

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

- Infrastructura existentă (culeele), a podului s-a comportat satisfăcător în exploatare, și este în stare relativ bună.
- În cazul introducerii unor structuri cu calea pe balast sunt necesare lucrări de consolidare ale acesteia.
- Suprastructura podului existent este compromisă, din cauza coroziunii și a detaliilor constructive;
- Grinzile căii (lonjeronii și antretoazele) nu se verifică la oboseală;
- Din punct de vedere hidraulic, podul nu poate prelua debitul de $Q_{1\%}=56\text{mc/sec}$, motiv pentru care se impune înlocuirea lui cu un pod nou, de cale ferată dublă cu deschiderea stabilită pe bază de calcule, iar albia trebuie regularizată.

CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

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

Având în vedere că structura existentă a fost proiectată și executată în baza normelor vechi corespunzătoare perioadei respective, deci nu mai corespunde din punct de vedere al condițiilor de durabilitate, și oboseală, iar consolidarea elementelor de rezistență ale tablierului

metalic nu se poate face pentru a corespunde convoiului de calcul actual, aceste tabliere sunt practic neconsolidabile, se propune ca soluție realizarea unui pod nou.

Soluția recomandată constă în dezafectarea podului existent și realizarea unui pod nou pentru cale dublă, 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 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 fundamentate.

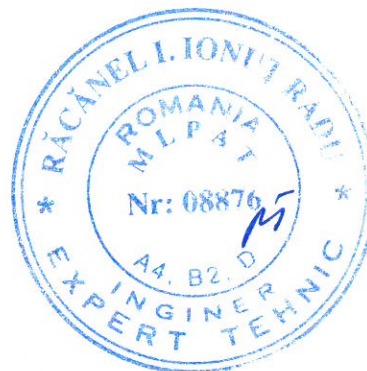
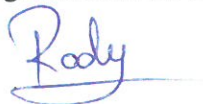
PUNEREA ÎN SIGURANȚĂ A STRUCTURII

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, 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



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

Nr.10.3/012, Data: **Octombrie 2017**

Pod km 529+275 (P012)

Amplasamentul obiectivului expertizat

Podul este amplasat la km 529+275, pe linia Cluj- Oradea, în Stația C.F. Aghireș și este un pod de descărcare ce asigură descărcarea apelor pluviale din amonte de calea ferată.

Pe acest sector de linie circulă un număr de 25 de perechi de trenuri de călători pe zi și un număr de 15 perechi de trenuri de marfă pe zi. Fereastra disponibilă este de 6 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 și pe baza măsurătorilor efectuate cu ocazia vizitei în teren.

Podul existent are ca suprastructură o dală din beton armat cu deschiderea de 5,50m care reazemă pe culei din beton simplu.

Pe lateralele podului sunt pozate cabluri de TTR și SCB.

Lungimea totală a podului este de 5,95m, lumina măsurată între fețele culeelor este de 5,00m, iar înălțimea liberă (măsurată de la intradosul grinzilor metalice până la radier/ fundul văii) este de 0,95m.

Culeele sunt realizate din beton simplu, cu lungimea totală a culeelor de 37,56m.

Poziția căii față de grinzile principale și declivitate: drept, în aliniament și declivitate 2%.

Poziția axei podului față de axa râului: normală.

Felul și lungimea contrașinelor: nu are.

Numărul și tipul traverselor pe pod: traversele pe pod din beton armat.

Anul de construcție: 1976.

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

Pe zona podului calea este realizată din șină tip 60 pe traverse de beton la liniile directe și traverse de lemn pe liniile abătute și schimbători. Calea este fără joante.

Suprastructura podului

Suprastructura podului este alcătuită din grinzi de beton armat rezemate pe culee din beton simplu. Podul este pentru 7 linii cf.

La data vizitării obiectivului s-a constatat că suprastructura podului are infiltrații cu scurgeri de calcită.

Rezemarea dalelor pe culee se face pe un strat de mortar.

Infrastructura podului

Este formată din două culee din beton simplu.

Culeele podului sunt pe alocuri degradate, având zone izolate ale betonului degradate cu muchii ciobite, prezintă infiltrații în elevații, scurgeri de calcită.

În conformitate cu Studiul Geotehnic și datele puse la dispoziție de Beneficiar, culeele sunt fondate direct, în stratul portant de pietriș îndesat slab spre mediu, în alternanță cu lentile de argilă.

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

Racordările cu terasamentele sunt realizate cu sferturi de con din pământ.

Albia râului pe zona podului.

Podul de la km 529+275, descarcă apele acumulate în amonte pe sub liniile de cale ferată din stație.

Conform datelor transmise de Administrația Națională “Apele Române” – I.N.H.G.A., debitul cu asigurare de 1% pentru această secțiune este de $Q_{1\%}=2,99\text{mc/sec}$, iar pentru asigurarea de 10% debitul este $Q_{10\%}=1,10\text{mc/sec}$.

Constatări la culegerea datelor de pe teren

Suprastructura

- beton degradat, cu armatură la vedere corodată;
- beton faianțat la elevație;
- hidroizolația podului existent este degradată.

Infrastructura

- beton desprins la timpane și aripi;
- beton degradat, friabil la infrastructură cu opritorii degradați;
- beton faianțat la elevație.



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

- Infrastructura existentă (culeele), a podului este în stare relativ bună;
- Sunt necesare lucrări de reparații la prefabricate.
- Suprastructura podului existent este afectată de degradarea hidroizolației;
- Din punct de vedere hidraulic podul nu preia debitul de $Q_{1\%}=2,99\text{mc/sec}$.

CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

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

Având în vedere 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 durabilitate, 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 tratarea cu mortar a suprafețelor degradate de la grinzi, infrastructură, console de trotuar;
- 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 albia sub pod;

Soluția 2

Această soluție presupune dezafectarea podului existent și înlocuirea acestuia cu un pod nou. Tipul, alcătuirea și dimensiunile podului 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 structura podului, cât și la terasamente și albie, prin urmare aplicarea acestei soluții va conduce la costuri mai mari.

În consecință se recomandă adoptarea soluției 2.

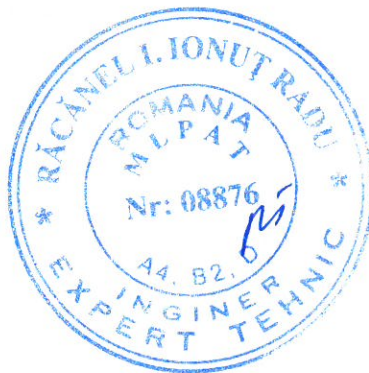
PUNEREA ÎN SIGURANȚĂ A STRUCTURII

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.10.3/013, Data: **Octombrie 2017**

Pod km 530+777 (P013)

Amplasamentul obiectivului expertizat

Podul este amplasat la km 530+777, pe linia Cluj – Oradea, între Stația C.F. Aghireș și Halta Stana și asigură descărcarea apei din zona căii ferate.

La această poziție kilometrică linia este de cale ferată dublă, traversarea văii se face pe un pod cu suprastructură din beton, pod dalat prefabricat (D5).

Pe acest sector de linie circulă un număr de 26 de perechi de trenuri de călători pe zi și un număr de 16 perechi de trenuri de marfă pe zi. Fereastra disponibilă este de 6 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 realizat de I.P.C.F. în anul 1974, precum și pe baza măsurărilor efectuate cu ocazia vizitei în teren.

Podul existent este un pod dalat din beton, are ca suprastructură o dala din beton armat prefabricată, pretensionată, cu deschiderea de 5,30m, pentru cale ferată dublă. Pe pod sunt pozate cabluri de TTR și SCB.

Lungimea totală a podului este de 8,00m, lumina măsurată între fețele culeelor este de 5,00m, iar înălțimea liberă (măsurată de la intradosul dalelor din beton până la radier/ fundul văii) este de 1,80m.

Culeele sunt realizate din beton armat, elemente tip L1, lungimea totală a culeelor este de 12,90m (pentru ambele culee).

Poziția căii față de axa podului și declivitate: curbă și palier.

Poziția axei podului față de axa râului: dreaptă.

Felul și lungimea contrașinelor: Nu are contrașine

Numărul și tipul traverselor pe pod: traversele pe pod sunt din beton.

Anul de construcție: 1976.

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 zona podului și pe terasament calea este realizată din șină tip 60 pe traverse de beton. Calea este fără joante.

Suprastructura podului

Suprastructura podului, este alcătuită din dale din beton armat prefabricate, pretensionate, cu deschiderea de 5,30m, pentru cale ferată dublă, distanța între axele C.F. este de 6,55m.

La data vizitării obiectivului s-a constatat că suprastructura podului are sistemul de hidroizolație degradat. De asemenea sunt zone cu segregări și armătură la vedere corodată. Grinzile reazemă pe culee prin intermediul unui strat de mortar. Podul are parapet în stare relativ bună.

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

Infrastructura podului

Este formată din două culee din beton armat din elemente prefabricate tip L1, lungimea totală a culeelor este de 12,90m (pentru ambele culee).

Lumina între fețele zidurilor de gardă este de 5,00m. Culeele podului, având zone izolate ale betonului degradate și muchii ciobite.

În conformitate cu forajul geotehnic din 10.07.2017 și a datelor puse la dispoziție de Beneficiar (proiectul inițial), culeele sunt fundate direct la cota – 5,25m, în stratul portant de argilă cafeniu negricioasă, plastic vârtoasă cu concrețiuni calcaroase.

Racordările cu terasamentele se fac cu o cameră din beton în amonte, iar în aval cu aripi monolite. Amenajările sunt degradate, prezintă crăpături în profunzime și segregări ale betonului.

Albia râului pe zona podului

Podul de la km 530+777, colectează apele din amonte prin intermediul unui șanț racordat la pod, după care este descărcată în aval.

Conform datelor transmise de Administrația Națională “Apele Române” – I.N.H.G.A., debitul cu asigurare de 1% pentru această secțiune este de $Q_{1\%}=0.713\text{mc/sec}$, iar pentru asigurarea de 10% debitul este $Q_{10\%}=0.262\text{mc/sec}$.

Constatări la culegerea datelor de pe teren

- Armătură corodată la vedere la dalele suprastructurii;
- Rosturi între dale cu denivelări;
- Infiltrații și scurgeri de calcă la suprastructură;
- Elementele L1 cu segregări;
- Tendințe de afuiere ale fundațiilor.



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

- Infrastructura existentă (culeele), a podului este în stare relativ bună;
- Sunt necesare lucrări de reparații la prefabricate.
- Suprastructura podului existent este afectată de degradarea hidroizolației;
- Din punct de vedere hidraulic podul preia debitul de $Q_{1\%}=0.713\text{mc/sec}$.

CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

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

Având în vedere 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 durabilitate, 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 cu mortar ale suprafețelor degradate de la grinzi, console de trotuar, iar infrastructura se va consolida (prin cămășuire sau reparații locale);
- Se va reface hidroizolația podului;
- Se vor repara rosturile afectate de infiltrații de la suprastructură;
- Se vor reface racordările cu terasamentul;
- Se va curăța și decolmata albia de sub pod.

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

Soluția 2

Această soluție presupune dezafectarea podului existent și înlocuirea acestuia cu un pod nou. 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 și albie, 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.10.3/014, Data: Octombrie 2017

Pod km 531+145 (P014)

Amplasamentul obiectivului expertizat

Podul este amplasat la km 531+145, pe linia Cluj – Oradea, între Stația C.F. Aghireș și Halta Stana și asigură supratraversarea căii ferate peste valea râului Nadăș, vale cu debit permanent.

Pe acest sector de linie circulă un număr de 26 de perechi de trenuri de călători pe zi și un număr de 16 perechi de trenuri de marfă pe zi. Fereastra disponibilă este de 6 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.

Podurile existente au ca suprastructura câte un tablier metalic din grinzi inimă plină calea jos nituit, pe linia I, cu deschiderea de 11,00m și un tablier metalic din grinzi inimă plină calea jos sudat pe linia a-II-a, cu deschiderea de 10,34m.

Pe trotuarele tablierelor metalice sunt pozate cabluri de TTR și SCB.

Lungimea totală a podului este de 15,00m, pe linia I și 14,82m, pe linia a-II-a, lumina măsurată între fețele culeelor este de 9,92m pe linia I și 9,12m pe linia a-II-a. Înălțimea liberă (măsurată de la intradosul grinzilor metalice până la fundul văii) este de 3,60m.

Culeele sunt independente, realizate din beton simplu, cu zidurile de gardă, zidurile întoarse și bancheta cuzineților din beton armat. Lungimea culeelor de pe linia I este de 5,20m, iar a celor de pe linia a-II-a este de 4,97m.

Poziția căii față de grinzile principale și declivitate: drept, în curba și declivitate 10%.

Poziția axei podului față de axa râului: normală.

Poziția axei podului, în plan: ax C.F. simetric la f/2 de ax pod.

Felul și lungimea contrașinelor: Contrașina pe pod este din corniere, iar pe terasament din șină tip 60 și capete de contrașină tot din șină tip 60.

Numărul și tipul traverselor pe pod: traversele sunt speciale 20 buc. (0,24x0,24-2,60).

Anul de construcție: 1953 tablierul de pe linia II-a și 1976 cel de pe linia I.

Pe parcursul lunilor 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 zona podului calea este realizată din șină tip 60 pe traverse speciale de lemn, iar pe terasament traverse speciale de curba. Calea este fără joante, traversele fiind prinse de lonjeroni cu corniere urechi.

Suprastructura podului

Suprastructura podului de pe linia I, este alcătuită dintr-un un tablier din grinzi inimă plină cale jos nituit, iar suprastructura podului de pe linia a-II-a, este un un tablier din grinzi inimă plină cale jos sudat. Deschiderea tablierelor este de 12,00m pe linia I și 10,34m pe linia a-II-a, ambele pentru cale simplă.

Tablierul de pe linia I are distanța între grinzile principale de 4100mm, iar între lonjeronii de 1800mm. Antretoazele sunt amplasate la distanța de 2750mm.

Tablierul de pe linia a-II-a are distanța între grinzile principale tot de 4100mm, iar între lonjeronii de 1800mm. Antretoazele sunt amplasate tot la distanța de 2585mm.

La data vizitării obiectivului s-a constatat că suprastructura metalică de la ambele poduri are sistemul de protecție anticoroziv exfoliat și degradat. De asemenea sunt nituri și tole corodate pe zone întinse, cuiburi de rugină în zonele unde umezeala stagnează, etc.

Podurile au trotuare exterioare, cu dulapi din tablă striată în stare bună.

Aparatele de reazem existente sunt metalice turnate, tip II. La linia I cu aparate de reazem mobile pe culeea Cluj Napoca și aparate de reazem fixe pe culeea Oradea, iar la linia a-II-a cu aparate de reazem fixe pe culeea Cluj Napoca și aparate de reazem mobile pe culeea Oradea.

Starea aparatelor de reazem este necorespunzătoare, din analiza vizuală se observă ca prezintă pete de rugină pe zone întinse, iar rezemarea pe cuzineți este defectuoasă.

- **Grinzile principale (GP)**

Grinzile principale ale liniei I sunt elemente metalice sudate, alcătuite din inimă și tole sudate. Acestea sunt parțial afectate de coroziune în special în zona prinderi de antretoaze și în zonele care nu sunt expuse curenților de aer.

Grinzile principale ale liniei a-II-a sunt elemente metalice nituite, alcătuite din inimă și tole solidarizate cu corniere nituite. Acestea sunt corodate în special în zona prinderii de antretoaze și a cornierelor de prindere. Au capete de nit afectate de coroziune. Guseele orizontale ale contravântuirilor în zona de capete prezintă pete izolate de rugină, și exfolieri ale protecției anticorozive.

- **Antretoazele (A)**

Antretoazele tablierului de pe linia I sunt din piese metalice sudate prinse de grinzile principale, cu nituri. Unele piese în special cornierele de prindere sunt într-un stadiu avansat de coroziune.

Antretoazele tablierului de pe linia a-II-a sunt din piese metalice asamblate cu nituri și prinse de grinzile principale cu nituri.

- **Lonjeronii (L)**

Lonjeronii tablierului de pe linia I sunt dispuși la 1800mm distanță, sunt executați din piese metalice sudate și prinși cu nituri de antretoaze.

Lonjeronii tablierului de pe linia a-II-a sunt dispuși la 1800mm distanță, sunt executați din piese metalice solidarizate cu nituri.

Infrastructura podului

Este formată din două culee din beton simplu, pentru fiecare linie, cu ziduri de gardă, ziduri întoarse și bancheta cuzineților din beton armat.

Lumina între fețele zidurilor de gardă este de 9,92m. Culeele podului sunt au o stare generală bună, având zone izolate ale betonului degradate cu muchii ciobite, prezintă infiltrații în elevații, scurgeri de calcită.

În conformitate cu Studiul Geotehnic din 10.07.2017 și datele puse la dispoziție de Beneficiar, culeele sunt fundate direct la cota – 6,50m, în stratul portant de argilă prăfoasă cafenie, plastic vârtoasă, tare.

Racordările cu terasamentele sunt realizate cu sferturi de con din pământ.

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

Albia râului pe zona podului

Pe zona podului de la km 531+145, albia pârâului are un traseu ușor sinuos fără tendința de afuiere. În aval, la mică distanță de podul de cale ferată este confluența cu râul Nadăș.

Conform datelor transmise de Administrația Bazinală de Apă SOMEȘ-TISA, CLUJ, debitul cu asigurare de 1% pentru această secțiune este de $Q_{1\%}=106,00\text{mc/sec}$, iar pentru asigurarea de 10% debitul este $Q_{10\%}=43,00\text{mc/sec}$.

Deși podul a avut până în prezent o comportare bună în exploatare din punct de vedere hidraulic, nu poate prelua debitul $Q_{1\%}$, motiv pentru care albia trebuie regularizată.

Constatări la culegerea datelor de pe teren

Tablierul de pe linia I

- Grinzile principale au vopsea exfoliată pe zone restrânse;
- Antretoazele sunt din piese metalice sudate prinse de grinzile principale cu nituri;
- Lonjeronii sunt executați din piese metalice sudate și prinse cu nituri de antretoaze;
- Beton degradat, friabil la infrastructură;
- Aparatele de reazem sunt poziționate impropriu pe cuzineți.

Tablierul de pe lini a-II-a

- Grinzile principale sunt elemente metalice nituite, acestea au nituri corodate, cu capete de nit corodate. Guseele orizontale ale contravânturilor în zona de capete prezintă pete izolate de rugină, și exfolieri ale protecției anticorozive;
- Antretoazele sunt din piese metalice asamblate cu nituri și prinse de grinzile principale cu nituri;
- Lonjeronii sunt executați din piese metalice solidarizate cu nituri. Niturile de solidarizare ale pieselor metalice sunt puternic corodate, mai ales la prinderea contravânturii de grindă;
- Corodarea elementelor metalice, mai ales spațiile neaerisite;
- nituri corodate, cuiburi de rugină, coroziune pe zone extinse, piese metalice cu secțiunea redusă;
- Beton degradat, friabil la infrastructură;
- Aparatele de reazem sunt poziționate impropriu pe cuzineți.

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

- Infrastructura existentă (culeele), a podului s-a comportat satisfăcător în exploatare și este în stare relativ bună; În cazul introducerii unor structuri cu calea pe balast sunt necesare lucrări de consolidare ale acesteia.
- Suprastructura podului existent atât la linia 1, cât și la linia 2 necesită consolidări costisitoare din cauza coroziunii și a detaliilor constructive necorespunzătoare;
- Grinzile căii (lonjeronii și antretoazele) nu se verifică la oboseală;
- Din punct de vedere hidraulic podul nu poate prelua debitul de $Q_{1\%}=106,00\text{mc/sec}$.

CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

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

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

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

Soluția 1

În această soluție, podul consolidat ar putea funcționa pe o durată limitată de timp dacă s-ar consolida 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 schimba niturile corodate și care au joc;
- 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 vor reface terasamentele de la capetele podului și prisma 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, 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 posibile 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”

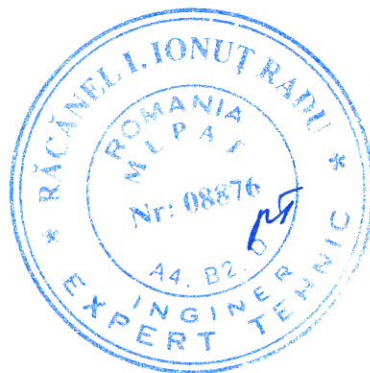
PUNEREA ÎN SIGURANȚĂ A STRUCTURII

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 toata 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

Instrumente Structurale
2014-2020COMPANIA 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.10.3/015, Data: Octombrie 2017

Pod km 561+888 (P015)

Amplasamentul obiectivului expertizat

Podul este amplasat la km 561+888, pe linia Cluj – Oradea, între Stațiile C.F. Brăișoru și Poieni și asigură supratraversarea căii ferate peste valea Hodis, vale cu debit permanent.

La această poziție kilometrică linia este de cale ferată dublă, traversarea văii se face pe un pod cu suprastructura din beton, pod dalat prefabricat (D5).

Pe acest sector de linie circulă un număr de 20 de perechi de trenuri de călători pe zi și un număr de 12 perechi de trenuri de marfă pe zi. Fereastra disponibilă este de 6 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.

Podul existent este un pod dalat din beton ce are ca suprastructură o dala din beton armat prefabricată, pretensionată, cu deschiderea de 5,30m, pentru cale ferată dublă. Pe pod sunt pozate cabluri de TTR și SCB.

Lungimea totală a podului este de 5,90m, lumina măsurată între fețele culeelor este de 5,00m, iar înălțimea liberă (măsurată de la intradosul grinzilor metalice până la radier/ fundul văii) este de 1,86m.

Culeele sunt realizate din beton armat, elemente tip L3, lungimea totală a culeelor este de 11,26m (pentru ambele culee).

Poziția căii față de grinzile principale și declivitate: curbă cu $R=275m$ și rampă de 8,8‰.

Poziția axei podului față de axa râului: oblică.

Poziția axei podului, în plan: ax C.F. dezaxat cu $f/2$.

Felul și lungimea contrașinelor: Contrașina pe pod este din corniere, iar pe terasament din șină tip 49 și capete de contrașină tot din șină tip 49.

Numărul și tipul traverselor pe pod: traversele pe pod sunt speciale (0,24x0,24-2,60), în număr de 30buc.

Anul de construcție este 1979, conform fișei podului.

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

Pe zona podului și pe terasament calea este realizată din șină tip 60 pe traverse de lemn. Calea este cu joante.

Suprastructura podului

Suprastructura podului, este alcătuită din dale din beton armat prefabricate, pretensionate, cu deschiderea de 5,30m, pentru cale ferată dublă, distanța între axele C.F. este de 4,43m.

La data vizitării obiectivului s-a constatat că suprastructura podului are sistemul de hidroizolație degradat. De asemenea sunt scurgeri de calcită pe zone întinse, zone cu



segregări și armatură la vedere corodată. Grinzile reazemă pe culee prin intermediul unui strat de mortar.

Podul are parapet pe o singura parte în stare relativ bună.

Infrastructura podului

Este formată din două culee din beton armat. Culeele sunt elemente prefabricate tip L3, lungimea totală a culeelor este de 11,26m (pentru ambele culee).

Lumina între fețele culeelor este de 5,00m. Culeele podului, având zone izolate ale betonului degradate și muchii ciobite.

În conformitate cu Studiul Geotehnic și datele puse la dispoziție de Beneficiar, culeele sunt fundate direct, în stratul portant de praf nisipos slab argilos plastic consistent.

Racordările cu terasamentele sunt realizate cu aripi prefabricate ce se prezintă într-o stare generală bună.

Albia râului pe zona podului

Pe zona podului de la km 561+888, albia pârâului are un traseu sinuos cu tendință de a spăla amonte culeei Oradea.

Conform datelor transmise de Administrația Bazinală de Apă CRIȘURI, ORADEA, debitul cu asigurare de 1% pentru această secțiune este de $Q_{1\%}=5,50\text{mc/sec}$, iar pentru asigurarea de 10% debitul este $Q_{10\%}=2,50\text{mc/sec}$.

Constatări la culegerea datelor de pe teren

- Armătură corodată la dalele suprastructurii;
- Infiltrații și scurgeri de calcită la suprastructură;
- Elemente L3 cu segregări;
- Tendințe de afuiere ale fundațiilor.

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

- Infrastructura existentă (culeele), a podului este în stare relativ bună.
- Suprastructura podului existent este compromisă, din cauza coroziunii și a detaliilor constructive;
- Din punct de vedere hidraulic podul poate prelua debitul de $Q_{1\%}$, dar albia trebuie regularizată;

CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

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

Prin 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 durabilitate, 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 grinzi, infrastructură, console de trotuar;
- Se va reface hidroizolația podului;
- Se vor repara rosturile afectate de infiltrații de la suprastructură;
- Se vor curăța și repara racordările cu terasamentul;

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

- Se va curăța și decolmata canalul de sub pod și regulariza albia.

Soluția 2

Această soluție presupune dezafectarea podului existent și înlocuirea acestuia cu un pod nou. 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 și albie, prin urmare aplicarea acestei soluții va conduce la costuri mai mari.

În consecință se recomandă adoptarea soluției 2.

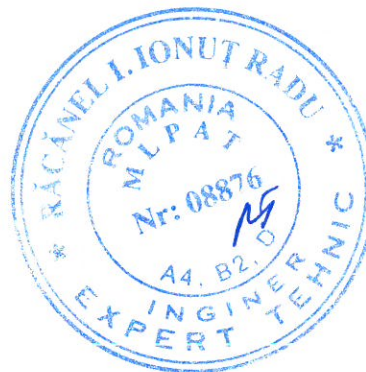
PUNEREA ÎN SIGURANȚĂ A STRUCTURII

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.10.3/016, Data: **Octombrie 2017**

Pod km 565+552 (P016)

Amplasamentul obiectivului expertizat

Podul este amplasat la km 565+552, pe linia Cluj – Oradea, în Stația C.F. Poieni și asigură traversarea căii ferate peste valea Hornișului, vale cu debit permanent. La această poziție kilometrică linia este de cale ferată triplă, fiecare linie traversează valea pe câte un pod independent, de cale ferată simplă.

Pe acest sector de linie circulă un număr de 20 de perechi de trenuri de călători pe zi și un număr de 12 perechi de trenuri de marfă pe zi. Fereastra disponibilă, pe ambele linii, este de 6 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 realizat de I.P.C.F. București în anul 1976, precum și pe baza măsurătorilor efectuate cu ocazia vizitei în teren.

Podurile existente pe cele două linii C.F. au fost executate în anul 1979, acestea au suprastructura alcătuită din câte un tablier metalic din grinzi gemene, cu deschiderea de 8,50m. Suprastructura de pe linia de racord este un tablier metalic, de același tip, dar care reazemă pe stive din lemn.

Pe trotuarele tablierelor metalice de pe Firul I și II sunt pozate cabluri de TTR și SCB, iar sub pod este pozat de asemenea un cablu pe lângă culeea Cluj. În aval de pod există o conductă metalică ce traversează la înălțime pârâul, iar în amonte sunt pozate pe lângă podul de șosea cabluri și o conductă protejată.

Lungimea totală a podului este de 12,43m, distanța măsurată între fețele zidurilor de gardă este de 9,130m, lumina măsurată între fețele culeelor este de 7,60m, iar înălțimea liberă (măsurată de la intradosul grinzilor metalice până la radier/ fundul văii) este de 1,10m (la linia II), în condiții de albie colmatată.

Culeele sunt realizate din beton simplu, cu ziduri de gardă, ziduri întoarse și bancheta cuzineților din beton armat. Lungimea totală a culeelor este de circa 10,45m (pentru culeele de pe ambele linii).

Poziția căii față de grinzile principale și declivitate: curbă și palier.

Poziția axei podului față de axul râului: normală.

Poziția axei podului, în plan: dezaxată cu săgeata f/2.

Felul și lungimea contrașinelor: Rolul de contrașină este preluat de tălpile superioare ale grinzilor gemene, iar capetele de contrașină sunt din șina tip 49.

Numărul și tipul traverselor pe pod: nu are traverse, șina fiind prinsă pe chituci de lemn așezați între grinzile gemene.

Anul de construcție: 1979 fir I și 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 65 cu joante, fixată pe chituci din traverse de lemn așezați între grinzi gemene pe zona podului și pe traverse speciale de lemn pe terasament.

Pe terasament sunt montate contrașine din șină tip 60 și capete de contrașină, realizate din șină tip 49.

Podul nu are trotuare, dar are tablă striată între grinzi.

Suprastructura podului

Suprastructura podului, este alcătuită din câte un tablier din grinzi gemene sudate, cu deschiderea de 8,50m, pentru fiecare linie.

Fiecare tablier are câte două grinzi gemene, alcătuite din câte două grinzi cu inima plină sudate, fără contravântuiri, cu legături transversale și o tola la partea inferioară cu decupări circulare. Distanța între grinzi este de 800mm, la cele marginale și 700mm între grinzi centrale.

La data vizitării obiectivului s-a constatat că pe suprastructura metalică a podului (pe ambele fire) sistemul de protecție anticoroziv este exfoliat și degradat.

Aparatele de reazem existente sunt metalice turnate, de tip I, cu următoarea distribuție: aparat de reazem fix pe culeea Cluj Napoca și aparat de reazem mobil pe culeea Oradea, la linia I, iar la linia a-II-a, mobil pe culeea Cluj și fix pe culeea Oradea.

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

• Cadrele transversale

Cadrele transversale de solidarizare a grinzilor gemene sunt realizate din tole metalice prinse de rigidizările grinzilor cu nituri.

Legătura în sens transversal între grinzi se face prin cadre transversale care se leagă de grinzi principale cu nituri, prin intermediul unor tole metalice amplasate în dreptul rigidizărilor verticale ale inimii.

Amplasarea cadrelor transversale și a rigidizărilor este la distanța de 500mm în lungul grinzilor și este identică pentru tablurile celor două linii.

Cadrele transversale de la tablurile ambelor fire prezintă pete izolate de rugină și exfolieri ale protecției anticorozive.

Infrastructura podului

Suprastructura podului este susținută de o infrastructură formată din câte două culee din beton simplu, culeele sunt comune pentru cele două tabluri de pe liniile directe.

Lumina între fețele cuzineților este de 7,60m.

Culeele podului se prezintă într-o stare generală bună, având zone izolate ale betonului din rosturi degradat și muchii ciobite. Banchetele cuzineților prezintă ciobituri ale muchiilor vii și fisuri. Culeea Cluj are elevația fracturată în zona centrală, ceea ce conduce la ideea unor tasări neuniforme.

În conformitate cu Studiul Geotehnic din 13.07.2017 și datele puse la dispoziție de Beneficiar, culeele sunt fundate direct la cota – 5,35m, de la NST, în stratul de nisip cu liant argilos, cafeniu-puțin cenușiu, mediu la bine îndesat, cu pietriș și urme ruginii (Fe(OH)₂).

Racordările cu terasamentul sunt executate din ziduri de în sprijin spre podul de șosea (amonte) și sferturi de con nepereiate și fără formă în aval, atât la culeea Cluj Napoca, cât și la culeea Oradea. Sferturile de con și zidurile de sprijin se prezintă într-o stare degradată.

Albia râului pe zona podului

Pe zona podului de la km 565+552, albia pârâului are un traseu sinuos cu o lățime relativ mică, dar la ploi abundente are caracter torențial.

În amonte, la mică distanță de podul de cale ferată este un podeț de șosea, dalat de 6,00m lămină. Podul de șosea are albia colmatată și nu asigură secțiune liberă pentru scurgerea apei.

Conform datelor transmise de Administrația Bazinală de Apă CRIȘURI, ORADEA, debitul cu asigurare de 1% pentru această secțiune este de $Q_{1\%}=14,00\text{mc/sec}$, iar pentru asigurarea de 10% debitul este $Q_{10\%}=6,00\text{mc/sec}$.

Constatări la culegerea datelor de pe teren

- Degradarea protecției anticorozive pe zone întinse și corodarea elementelor metalice, mai ales la interior în spațiile neaerisite;
- Ciobituri ale muchiilor vii la banchetele cuzineților, fisuri în bancheta cuzineților în zona centrală;
- Fractură în elevația culeei Cluj, în zona rostului dintre fundațiile culeelor inițiale;
- Lipsa trotuarelor, a scărilor de acces pe pod;
- Lipsa elementelor de racordare.

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

- Infrastructura existentă (culeele), a podului este afectată de fenomenul de eroziune, în special culeea Cluj;
- Suprastructura celor două poduri existente este compromisă, din cauza coroziunii, a detaliilor constructive și a imposibilității de a controla interiorul grinzilor;
- Din punct de vedere hidraulic podul asigură preluarea debitului $Q_{1\%}=14,00\text{mc/sec}$;

CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

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

Având în vedere că structura existentă a fost proiectată și executată în baza normelor vechi corespunzătoare perioadei respective, deci nu mai corespunde din punct de vedere al condițiilor de durabilitate, și oboseală, iar consolidarea elementelor de rezistență ale tablierului metalic nu se poate face pentru a corespunde convoiului de calcul actual, aceste tablriere sunt practic neconsolidabile, se propune ca soluție realizarea unui pod nou.

Aplicarea unei soluții de consolidare ar presupune lucrări complexe de reparații, și atât la infrastructura podului, cât și la albie și se apreciază că acestea ar depăși 40% din valoarea unui pod nou, fapt pentru care nu se poate recomanda o soluție de consolidare.

Soluția recomandată 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.

Pentru noua soluție adoptată, suprastructură cu calea pe balast, în cazul în care 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 fundamentate.

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 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 va curăța albia, pentru asigurarea scurgerii apelor în regim normal și evitarea bălțirii/stagnării apelor în zona podului;
- Se vor înlocui chitucii de lemn necorespunzători de pe pod și traversele necorespunzătoare de pe terasament pe zona aferentă contrașinelor și capetelor de contrașină.

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. 10.3/017, Data: Octombrie 2017

Pod km 573+461 (P017)

Amplasamentul obiectivului expertizat

Podul este amplasat la km 573+461, pe linia Cluj - Oradea, la intrarea în Stația C.F. Ciucea și asigură supratraversarea căii ferate peste pârâul Poicului, pârâu cu debit permanent. La această poziție kilometrică linia este de cale ferată simplă, traversarea văii se face pe un pod metalic grindă cu inimă plină calea jos, nituit.

Pe acest sector de linie circulă un număr de 20 de perechi de trenuri de călători pe zi și un număr de 12 perechi de trenuri de marfă pe zi. Fereastra disponibilă este de 6 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 pe baza măsurătorilor efectuate cu ocazia vizitei în teren.

Podul existent are ca suprastructură un tablier metalic din grinzi inimă plină calea jos nituit, cu deschiderea de 12,80m, pentru cale simplă. Pe trotuarele tablierului metalic sunt pozate cabluri de TTR și SCB.

Lungimea totală a podului este de 16,0m, lumina măsurată între fețele culeelor este de 13,80m, iar înălțimea liberă (măsurată de la intradosul grinzilor metalice până la radier/ fundul văii) este de 2,76m.

Culeele sunt realizate din beton simplu, cu zidurile de gardă, zidurile întoarse și bancheta cuzineților din beton armat. Lungimea totală a culeelor este de 5,90m.

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

Poziția axei podului față de axa râului: normală.

Poziția axei podului, în plan: ax C.F. identic ax pod.

Felul și lungimea contrașinelor: Contrașina pe pod este din corniere, iar pe terasament și capetele de contrașină sunt din șină tip 49.

Numărul și tipul traverselor pe pod: traversele pe pod sunt speciale (0,27x0,27-2,60), în număr de 26buc.

Anul de construcție este 1947, conform fișei podului.

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 zona podului calea este realizată din șină tip 60 pe traverse de lemn și din traverse speciale de lemn pe terasament. Calea este cu joante, traversele fiind prinse de lonjeroni cu corniere urechi.

Suprastructura podului

Suprastructura podului este alcătuită dintr-un tablier din grinzi inimă plină cale jos, nituit, cu deschiderea de 12,80m, pentru linie simplă.

Distanța între grinzile principale este de 3800mm, iar între lonjeroni de 1800mm. Antretoazele curente sunt amplasate la distanța de 2130mm, iar cele de capăt la 2140mm.

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

La data vizitării obiectivului s-a constatat că suprastructura metalică a podului are sistemul de protecție anticoroziv exfoliat și degradat. De asemenea sunt nituri corodate, chiar lipsă și zone întinse corodate, cuiburi de rugină în zonele neaerisite, etc.

Podul are trotuare exterioare, cu dulapi din tablă striată, de asemenea are tablă striată prinsă de traverse pe pod.

Aparatele de reazem existente sunt metalice turnate, cu aparatele de reazem fixe pe culeea Cluj Napoca și aparate de reazem mobile pe culeea Oradea.

Starea aparatelor de reazem este corespunzătoare, din analiză vizuală, cu mențiunea că acestea au fost înălțate pentru asigurarea niveleței. Aducerea tablării la nivel s-a făcut prin introducerea unor tole metalice pe balancierul superior la culeea Oradea, aparat amonte.

Aparatele sunt în stare bună, dar prezintă pete de rugină pe zone restrânse.

- **Grinzile principale (GP)**

Grinzile principale sunt corodate în special în zona prinderii de antretoaze. Au nituri corodate, unele cu joc și zone cu protecția anticorozivă compromisă.

- **Antretoazele (A)**

Antretoazele sunt din piese metalice (tola și corniere), solidarizate cu nituri. Sunt într-un stadiu avansat de coroziune, au tole deformate de la transport sau execuție și nituri care nu mai lucrează.

- **Lonjeronii (L)**

Lonjeronii sunt dispuși la 1800mm distanță, sunt executați din piese metalice solidarizate cu nituri. Lonjeronii sunt impropriei circulației feroviare în siguranță.

Guselele orizontale ale contravânturilor în zona de capete sunt fisurate, prezintă pete izolate de rugină și exfolieri ale protecției anticorozive. Niturile de solidarizare a pieselor metalice sunt puternic corodate, iar la tola superioară sunt și nituri lipsă.

Infrastructura podului

Este formată din două culee din beton simplu, cu ziduri de gardă, ziduri întoarse și bancheta cuzineților din beton armat.

Lumina între fețele cuzineților este de 13,80m.

Culeele podului se prezintă într-o stare general bună, având zone izolate ale betonului degradate și muchii ciobite. Banchetele cuzineților sunt în stare bună.

În conformitate cu Studiul Geotehnic și datele puse la dispoziție de Beneficiar, culeele sunt fondate direct, în stratul portant de elemente metamorfice (cuartit, gresie cu rare urme de fisuri).

Racordările cu terasamentele sunt făcute pe partea stângă (aval) cu sferturi de con pereiate cu piatră, iar în amonte cu ziduri de în sprijin de apărare. Sferturile de con și zidurile de sprijin sunt pe alocuri degradate.

Albia râului pe zona podului

Pe zona podului de la km 573+461, albia pârâului are un traseu drept, fiind aproape de confluența cu râul Crișul Repede.

În amonte, la mică distanță, amonte de podul de cale ferată este un pod de șosea a cărei albie este colmatată.

Conform datelor transmise de Administrația Bazinală de Apă CRIȘURI, ORADEA, debitul cu asigurare de 1% pentru această secțiune este de $Q_{1\%}=124,00\text{mc/sec}$, iar pentru asigurarea de 10% debitul este $Q_{10\%}=52,00\text{mc/sec}$.

Constatări la culegerea datelor de pe teren

- Degradarea protecției anticorozive pe zone întinse;

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

- Corodarea elementelor metalice, mai ales spațiile neaerisite;
- Nituri corodate, nituri lipsă, cuiburi de rugină, coroziune pe zone extinse, piese metalice cu secțiunea redusă, în special la lonjeroni;
- Bancheta cuzineților a fost refăcută.

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

- Infrastructura existentă (culeele), a podului este în stare relativ satisfăcătoare;
- Suprastructura podului existent este compromisă, din cauza lipsei de întreținere, a coroziunii și a detaliilor constructive;
- Podul are prinderile afectate de coroziune periclitând siguranța circulației;
- Sub aparatele de reazem au fost pozate tole metalice pentru a aduce niveleta la nivelul din linia curentă;
- Grinzile căii nu se verifică la oboseală;
- Podul nu asigură preluarea debitului $Q_{1\%}=124,00\text{mc/sec}$, motiv pentru care trebuie înlocuit cu un pod de cale ferată dimensionat corespunzător.

CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

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

Având în vedere 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 durabilitate și că podul nu asigură trecerea debitului $Q_{1\%}$, acesta trebuie înlocuit.

Soluția propusă constă în dezafectarea podului existent și realizarea unui tablier nou, 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.

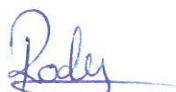
PUNEREA ÎN SIGURANȚĂ A STRUCTURII

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 de pe pod și de pe terasament cele corespunzătoare contrașinelor și capetelor de contrașină.

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.10.3/018, Data: **Octombrie 2017**

Pod km 576+517 (P018)

Amplasamentul obiectivului expertizat*

Podul este amplasat la km 576+517, pe linia Cluj - Oradea, între Stația C.F. Ciucea și Halta Lacul Crișului și asigură supratraversarea căii ferate peste valea Gheminului, vale cu debit permanent.

La această poziție kilometrică linia este de cale ferată simplă, traversarea văii se face pe un pod cu suprastructura metalică grindă cu inimă plină calea jos, nituit.

Pe acest sector de linie circulă un număr de 20 de perechi de trenuri de călători pe zi și un număr de 12 perechi de trenuri de marfă pe zi. Fereastra disponibilă este de 6 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 pe baza măsurătorilor efectuate cu ocazia vizitei în teren.

Podul existent are ca suprastructură un tablier metalic din grinzi inimă plină calea jos nituit, cu deschiderea de 14,00m, pentru cale ferată simplă. Pe trotuarele tablierului metalic sunt pozate cabluri de TTR și SCB.

Lumina între fetele culeelor este de 12,50m, lungimea totală a podului este de 16,25m, iar înălțimea liberă (măsurată de la intradosul grinzilor metalice până la radier/ fundul văii) este de 3,07m.

Culeele sunt realizate din beton simplu, cu zidurile de gardă, zidurile întoarse și bancheta cuzineților din beton armat. Lungimea totală a culeelor este de 6,10m (pentru ambele culee).

Poziția căii față de grinzile principale și declivitate: curbă cu $R=750m$ și rampă de 9,08‰.

Poziția axei podului față de axa râului: normală.

Poziția axei podului, în plan: ax C.F. dezaxat cu $f/2$.

Felul și lungimea contrașinelor: Contrașina pe pod este din corniere, iar pe terasament din șină tip 49 și capete de contrașină tot din șină tip 49.

Numărul și tipul traverselor pe pod: traversele pe pod sunt speciale (0,24x0,24-2,60), în număr de 30buc.

Anul de construcție nu a putut fi identificat, dar se poate estima ca fiind 1950.

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 zona podului calea este realizată din șină tip 60 pe traverse de lemn și din traverse speciale de lemn pe terasament. Calea este cu joante, traversele fiind prinse de lonjeroni cu corniere urechi.

Suprastructura podului

Suprastructura podului, este alcătuită dintr-un un tablier din grinzi inimă plină cale jos, nituit, cu deschiderea de 14,00m, pentru linie simplă.

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

Distanța între grinzile principale este de 4000mm, iar între lonjeroni de 1800mm. Antretoazele sunt amplasate la distanța de 3500mm.

La data vizitării obiectivului s-a constatat că suprastructura metalică a podului are sistemul de protecție anticoroziv exfoliat și degradat. De asemenea sunt nituri corodate și tole corodate pe zone întinse, cuiburi de rugină în zonele unde umezeala stagnează, etc.

Podul are trotuare exterioare, cu dulapi din tablă striată în stare bună.

Aparatele de reazem existente sunt metalice turnate, tip II, cu aparate de reazem fixe pe culeea Cluj Napoca și aparate de reazem mobile pe culeea Oradea.

Starea aparatelor de reazem este corespunzătoare, din analiza vizuală sunt în stare bună, dar prezintă pete de rugină pe zone restrânse.

- **Grinzile principale (GP)**

Grinzile principale sunt elemente metalice nituite, alcătuite din inimă și tole solidarizate cu corniere nituite. Acestea sunt corodate în special în zona prinderii de antretoaze și a rostului de montaj. Au nituri corodate, unele cu joc, compromise ca elemente de asamblare. Guseele orizontale ale contravânturilor în zona de capete sunt fisurate, prezintă pete izolate de rugină, și exfolieri ale protecției anticorozive.

- **Antretoazele (A)**

Antretoazele sunt din piese metalice (tole și corniere), solidarizate cu nituri. Unele piese sunt într-un stadiu avansat de coroziune. Podul este în curbă, antretoazele au înălțime variabilă.

- **Lonjeronii (L)**

Lonjeronii sunt dispuși la 1800mm distanță și sunt executați din piese metalice solidarizate cu nituri. Lonjeronii sunt legați între ei cu cadre transversale, acestea sunt alcătuite din inimă și tălpi din câte o cornieră la partea superioară și una la partea inferioară, orientate în același sens.

Infrastructura podului

Este formată din două culee din beton simplu, cu ziduri de gardă, ziduri întoarse și bancheta cuzineților din beton armat.

Lumina între fețele zidurilor de gardă este de 16,00m. Culeele podului, având zone izolate ale betonului degradate și muchii ciobite, prezintă infiltrații în elevații. În amonte la culeea Oradea, din cauza traseului sinuos al apei există tendința de afuiere.

În conformitate cu Studiul Geotehnic și datele puse la dispoziție de Beneficiar, culeele sunt fondate direct, în stratul portant de praf nisipos slab argilos, plastic consistent.

Racordările cu terasamentele pe partea stângă (aval) sunt realizate cu sferturi de con pereiate cu piatră, iar în amonte cu ziduri de sprijin pe alocuri afuiate. Sferturile de con și zidurile de sprijin se prezintă într-o stare general bună.

Albia râului pe zona podului

Pe zona podului de la km 576+517, albia pârâului are un traseu sinuos cu tendința de a spăla amonte culeea Oradea.

În amonte, la mică distanță de podul de cale ferată este un pod de șosea a cărei albie are depuneri de materiale.

Conform datelor transmise de Administrația Bazinală de Apă CRIȘURI, ORADEA, debitul cu asigurare de 1% pentru această secțiune este de $Q_{1\%}=102,00\text{mc/sec}$, iar pentru asigurarea de 10% debitul este $Q_{10\%}=42.50\text{mc/sec}$. Din punct de vedere hidraulic podul nu se verifică, motiv pentru care trebuie înlocuit cu un pod de cale ferată dublă cu deschiderea de 25,0m.

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

Constatări la culegerea datelor de pe teren

- Degradarea protecției anticorozive pe zone întinse;
- Corodarea elementelor metalice, mai ales spațiile neaerisite;
- Nituri corodate, cuiburi de rugină, coroziune pe zone extinse, piese metalice cu secțiunea redusă;
- Zidul de gardă la culeea Oradea este degradat, friabil cu opritorii degradați.

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

- Infrastructura existentă (culeele), a podului este în stare relativ satisfăcătoare;
- Există tendințe de afuiere a culeelor;
- Suprastructura podului existent este compromisă, din cauza coroziunii;
- Podul nu asigură preluarea debitului $Q_{1\%}=102,00\text{mc/sec}$, motiv pentru care trebuie înlocuit cu un pod de cale ferată dimensionat corespunzător.

CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

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

Având în vedere 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 durabilitate și faptul că debitul de 1% nu poate fi preluat, se recomandă înlocuirea podului existent cu unul nou.

Soluția aleasă constă în dezafectarea podului existent și realizarea unui tablier nou, 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 soluției recomandate se va face în baza unor studii topografice și geotehnice efectuate în amplasament, pe baza unei analize cost-beneficiu bine fundamentate.

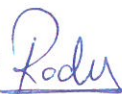
PUNEREA ÎN SIGURANȚĂ A STRUCTURII

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 (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 de pe pod și pe terasament, cele corespunzătoare contrașinelor și capetelor de contrașină.

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.10.3/019, Data: Octombrie 2017

Pod km 580+593 (P019)

Amplasamentul obiectivului expertizat

Podul este amplasat la km 580+593, pe linia Cluj - Oradea, în Halta C.F. Lacul Crișului și asigură supratraversarea căii ferate peste valea Neagră, vale cu debit permanent. La această poziție kilometrică linia este de cale ferată simplă și traversează valea pe un pod de cale ferată simplă.

Pe acest sector de linie circulă un număr de 20 de perechi de trenuri de călători pe/zi și un număr de 12 perechi de trenuri de marfă pe/zi. Fereastra disponibilă, pe ambele linii, este de 6 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 și pe baza măsurătorilor efectuate cu ocazia vizitei în teren.

Podul existent are suprastructura alcătuită dintr-un tablier metalic din grinzi gemene, cu deschiderea de 8,40m.

Pe trotuarele tablierelor metalice sunt pozate cabluri de TTR și SCB. În amonte de pod exista o punte pietonală din lemn și un pod de șosea (DN1).

Lungimea totală a podului este de 11,90m, lumina măsurată între fețele culeelor este de 8,90m, iar înălțimea liberă (măsurată de la intradosul grinzilor metalice până la radier/fundul văii) este de 1,70m.

Culeele sunt realizate din cărămidă tencuită, cu ziduri de gardă, ziduri întoarse și bancheta cuzineților din beton armat. Lungimea totală a culeelor este de circa 5,90m.

Poziția căii față de grinzile principale și declivitate: curbă cu R=400m și declivitate 2.6‰;

Poziția axei podului față de axul râului: oblică.

Poziția axei podului, în plan: dezaxată cu săgeata f/2.

Felul și lungimea contrașinelor: Rolul de contrașină este preluat de tălpile superioare ale grinzilor gemene, iar capetele de contrașină lipsesc.

Numărul și tipul traverselor pe pod: nu are traverse, șina fiind prinsă pe chituci din traverse de lemn așezați între grinzile gemene.

Anul de construcție: 1979

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 de lemn așezate în lung între grinzile gemene, pe zona podului și pe traverse speciale de lemn pe terasament.

Pe terasament nu sunt montate contrașine.

Suprastructura podului

Suprastructura podului, este alcătuită dintr-un tablier din grinzi gemene nituite, cu deschiderea de 8,40m.

Tablierul are câte două grinzi gemene, alcătuite fiecare din câte două grinzi cu inimă plină nituite, legate prin rigle cu rol de cadre transversale, iar grinzile gemene contravântuite la partea inferioară. Distanța între grinzi este de 590mm, la grinzile marginale și 910mm între grinzile centrale.

Podul are trotuare cu dulapi din tablă striată și tabla striată între grinzi.

La data vizitării obiectivului s-a constatat că suprastructura metalică a podului are sistemul de protecție anticoroziv în stare bună.

Aparatele de reazem existente sunt metalice turnate, de tip I, 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 sunt acoperite cu mortar.

• Cadrele transversale

Cadrele transversale de solidarizare a grinzilor gemene sunt realizate din corniere metalice, contravântuite la partea inferioară.

Legătura în sens transversal între grinzi se face prin cadre transversale care se leagă de grinzile principale cu nituri, prin intermediul unor corniere metalice L90x90x9, amplasate în dreptul rigidizărilor verticale ale inimii. Grinzile marginale sunt legate între ele prin tola comună de la partea inferioară.

Amplasarea cadrelor transversale și a rigidizărilor este la distanța de 1050mm în lungul grinzilor.

Infrastructura podului

Suprastructura podului este susținută de o infrastructură formată din două culee din cărămidă, cămășuite, cu ziduri de gardă, ziduri întoarse și bancheta cuzineților din beton armat.

Lumina între fețele cuzineților este de 6,90m.

Culeele podului au muchii ciobite până la cărămidă, banchetele cuzineților prezintă ciobituri ale muchiilor vii și fisuri în zona centrală a elevațiilor;

Elevațiile culeelor au infiltrații, prezintă segregări și desprinderi de material la colțuri.

În conformitate cu Studiul Geotehnic și datele puse la dispoziție de Beneficiar, culeele sunt fondate direct, în stratul de pietriș cu bolovăniș îndesat în amestec cu nisip.

Racordările cu terasamentul sunt executate din ziduri de sprijin amonte și aval, ziduri care au și rol de apărare a albiei; Acestea sunt în stare relativ bună.

Albia râului pe zona podului

Pe zona podului de la km 580+593, albia pârâului are un traseu drept, intersectează oblic calea ferată, are o lățime relativ mică, la ploi abundente are caracter torențial.

În amonte, la mică distanță de podul de cale ferată este o punte de lemn și un pod de șosea, dalat din beton.

Conform datelor transmise de Administrația Bazinală de Apă CRIȘURI, ORADEA, debitul cu asigurare de 1% pentru această secțiune este de $Q_{1\%}=69,00\text{mc/sec}$, iar pentru asigurarea de 10% debitul este $Q_{10\%}=29,00\text{mc/sec}$.

Constatări la culegerea datelor de pe teren

- Ciobituri ale muchiilor vii la banchetele cuzineților, fisuri în bancheta cuzineților în zona centrală;
- Elevațiile culeelor au infiltrații, prezintă segregări și desprinderi de material la colțurile banchetei, inclusiv cărămizi căzute, desprinse.

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 breviarele anexate, se observă următoarele:

- Infrastructura existentă (culeele), a podului este relativ în stare bună;
- Suprastructura podului existent de tip grinzi gemene nu este consolidabilă, este compromisă din cauza coroziunii și a detaliilor constructive;
- Din punct de vedere hidraulic podul nu asigură trecerea debitului de $Q_{1\%}=69,00\text{mc/sec}$, motiv pentru care trebuie înlocuit cu un pod dimensionat corespunzător.

CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

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

Având în vedere 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 durabilitate și faptul că debitul de 1% nu poate fi preluat, se recomandă înlocuirea podului existent cu unul nou.

Soluția aleasă constă în dezafectarea podului existent și realizarea unui tablier nou, 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 soluției recomandate se va face în baza unor studii topografice și geotehnice efectuate în amplasament, pe baza unei analize cost-beneficiu bine fundamentate.

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 de înlocuire a podului.

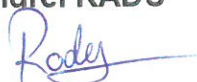
PUNEREA ÎN SIGURANȚĂ A STRUCTURII

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 (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 chitucii de lemn necorespunzători de pe pod și traversele necorespunzătoare de pe terasament pe zona aferentă contrașinelor și capetelor de contrașină.

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.10.3/020, Data: **Octombrie 2017**

Pod km 584+956 (P020)

Amplasamentul obiectivului expertizat

Podul este amplasat la km 584+956, pe linia Cluj – Oradea, în Stația C.F. Piatra Craiului și asigură supratraversarea căii ferate peste valea Făgădău, vale cu debit permanent.

La această poziție kilometrică linia este de cale ferată simplă, traversarea văii se face pe un pod cu suprastructura metalică grindă cu inimă plină calea sus, nituit.

Pe acest sector de linie circulă un număr de 20 de perechi de trenuri de călători pe zi și un număr de 12 perechi de 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 și pe baza măsurătorilor efectuate cu ocazia vizitei în teren.

Podul existent are ca suprastructură un tablier metalic din grinzi inimă plină calea sus nituit, cu deschiderea de 5,15m.

Pe trotuarele tablierului metalic sunt pozate cabluri de TTR și SCB, iar în lateral trece o conductă pe o parte, iar pe cealaltă parte este un pod de lemn improvizat pentru drumul de acces local.

Lungimea totală a podului este de 6,85m, lumina măsurată între fețele culeelor este de 4,00m, iar înălțimea liberă (măsurată de la intradosul grinzilor metalice până la radier/ fundul văii) este de 0,50m.

Culeele sunt realizate din beton simplu, prelungite cu ziduri de sprijin, amonte și aval. Lungimea totală a culeelor este de 5.70m (pentru fiecare culee).

Poziția căii față de grinzile principale și declivitate: în curbă și declivitate 5‰.

Poziția axei podului față de axa râului: normală.

Poziția axei podului, în plan: dezaxată cu săgeata f/2.

Felul și lungimea contrașinelor: Nu are.

Numărul și tipul traverselor pe pod: traversele pe pod sunt speciale 10 bucăți (0,24x0,24-2,50).

Anul de construcție: 1953 tablierul de pe linia II-a și 1976 pe linia 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

Pe zona podului calea este realizată din șină tip 60 pe traverse de lemn și din traverse speciale de lemn pe terasament. Calea este fără joante, traversele fiind prinse de lonjeroni cu corniere urechi.

Suprastructura podului

Suprastructura podului este alcătuită dintr-un un tablier din grinzi inimă plină cale sus, nituit cu deschiderea de 5,15m, pentru linie simplă.

Tablrierul are distanța între grinzile principale de 1800mm și sunt împărțite în trei panouri.

La data vizitării obiectivului s-a constatat că suprastructura metalică are sistemul de protecție anticoroziv parțial degradat. De asemenea sunt nituri și tole corodate pe zone întinse, cuiburi de rugină în zonele unde umezeala stagnează, etc. Panourile transversale sunt alcătuite din corniere nituite, iar la partea inferioară are contravântuiri de asemenea din corniere.

Podul nu are trotuare exterioare.

Aparatele de reazem existente sunt metalice netipizate, fixe pe culeea Cluj Napoca și mobile pe culeea Oradea.

- **Grinzile principale (GP)**

Grinzile principale sunt elemente metalice nituite, alcătuite din inimă și tole solidarizate cu corniere nituite. Acestea sunt corodate în special în zona prinderii de antretoaze și a rostului de montaj. Au nituri corodate, majoritatea în stare bună. Guseele orizontale ale contravântuirilor în zona de capete prezintă pete izolate de rugină și exfolieri ale protecției anticorozive.

Infrastructura podului

Este formată din două culee din beton simplu, cu ziduri de gardă, ziduri întoarse și bancheta cuzineților din beton armat.

Lumina între fețele zidurilor de gardă este de 4,00m. Culeele podului sunt în general în stare bună, având zone izolate ale betonului degradate cu muchii ciobite, prezintă infiltrații în elevații, scurgeri de calcită.

În conformitate cu Studiul Geotehnic și datele puse la dispoziție de Beneficiar, culeele sunt fundate direct în stratul portant de pietriș mic la mare cu bolovăniș în amestec cu nisip îndesat.

Racordările cu terasamentele sunt realizate din ziduri de sprijin în continuarea culeelor.

Albia râului pe zona podului

Pe zona podului de la km 584+956, albia pârâului are un traseu relativ drept, fără tendința de afuiere.

În amonte, la mică distanță de podul de cale ferată este o punte pentru drumul de acces din zonă.

Conform datelor transmise de Administrația Bazinală de Apă CRIȘURI, ORADEA, debitul cu asigurare de 1% pentru această secțiune este de $Q_{1\%}=29,00\text{mc/sec}$, iar pentru asigurarea de 10% debitul este $Q_{10\%}=12,00\text{mc/sec}$.

Constatări la culegerea datelor de pe teren

- Grinzile principale au vopsea exfoliată pe zone extinse;
- Beton degradat, friabil la infrastructură.

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

- Infrastructura existentă (culeele), a podului este în stare relativ satisfăcătoare;
- Înălțimea liberă sub pod insuficientă;
- Suprastructura podului existent este compromisă, din cauza coroziunii;
- Suprastructura podului nu se verifică la oboseală;
- Din punct de vedere hidraulic podul nu asigură trecerea debitului de $Q_{1\%}=29,00\text{mc/sec}$, motiv pentru care trebuie înlocuit cu un pod dimensionat corespunzător.



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”

CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

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

Având în vedere 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 durabilitate și faptul că debitul de 1% nu poate fi preluat, se recomandă înlocuirea podului existent cu unul nou.

Soluția aleasă constă în dezafectarea podului existent și realizarea unui tablier nou, 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 soluției recomandate se va face în baza unor studii topografice și geotehnice efectuate în amplasament, pe baza unei analize cost-beneficiu bine fundamentate.

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 de înlocuire a podului.

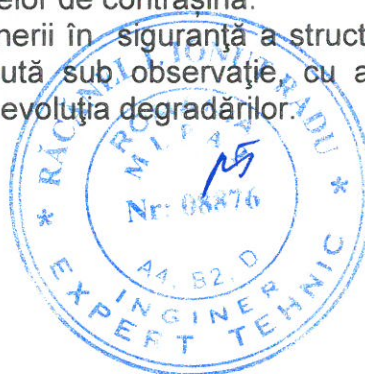
PUNEREA ÎN SIGURANȚĂ A STRUCTURII

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 (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 de pe pod și pe terasament, cele corespunzătoare contrașinelor și capetelor de contrașină.

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

EXPERTIZE TEHNICE PODURI JUDEȚUL CLUJ 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 Ingeniería 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

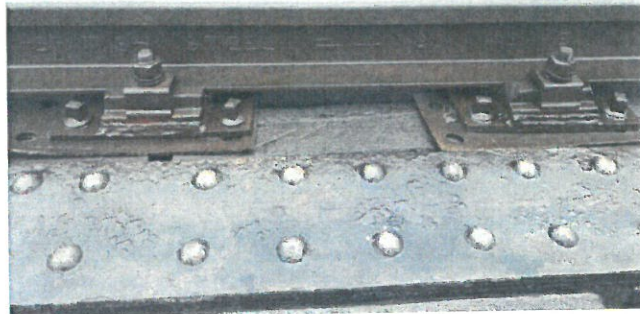
ET36PR0

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

Pod km 501+095 (P001)



1.Calea și tipul contrașinei pe pod



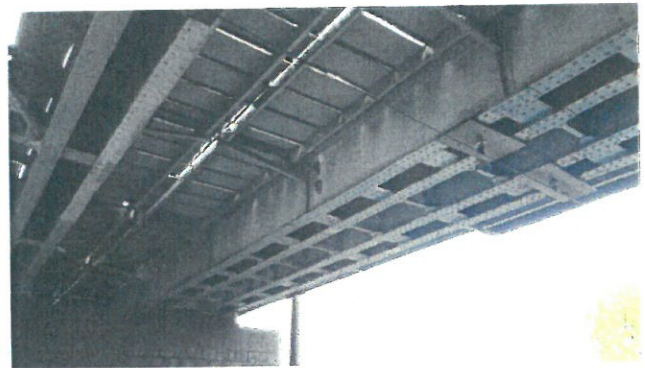
3.Tipur șinei și prinderii acesteia pe pod



5.Vedere intrados tablier G.G.I.P.C.S.–nituit, Firul II (Pasaj Inferior)



2.Calea și tipul contrașinei pe terasament

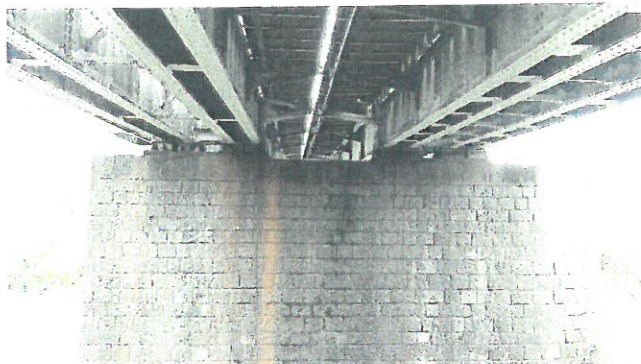


4.Vedere intrados tablier G.G.I.P.C.S.–nituit, Firul II (Pasaj Inferior)



6. Vedere intrados tablier G.G.I.P.C.S. – nituit, Firul I (Pasaj Inferior)

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. – nituit, (Peste Someș)



8.Scări de acces la Culeea Cluj Napoca, pe Firul II



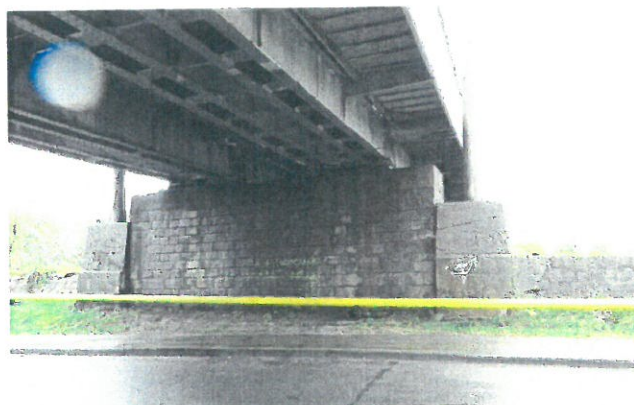
9.Sfert de con din piatră, Culee Cluj Napoca



10.Vedere Elevație Culee Cluj Napoca

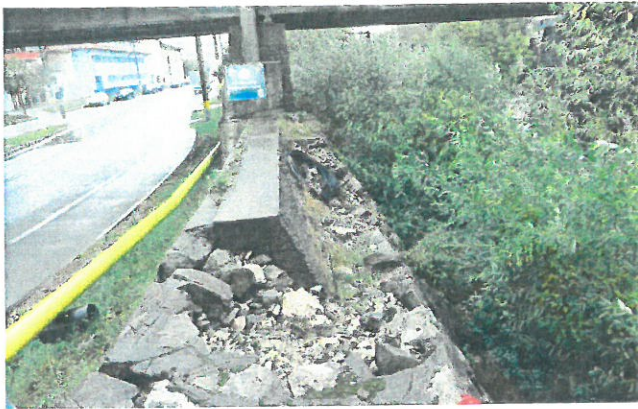


11.Vedere Elevație Pila 5



12. Vedere Elevație Pila 4

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



13. Dig zidit în lungul Pilei 4



14. Vedere Elevație Pila 3



15. Albie în dreptul Pilei 3



16. Scări de acces la Culeea Cluj Napoca Est, pe Firul II



17. Sfert de con din piatră, Culee Cluj Napoca Est, Firul II



18. Elevație tablier G.G.I.P.C.S. – nituit

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



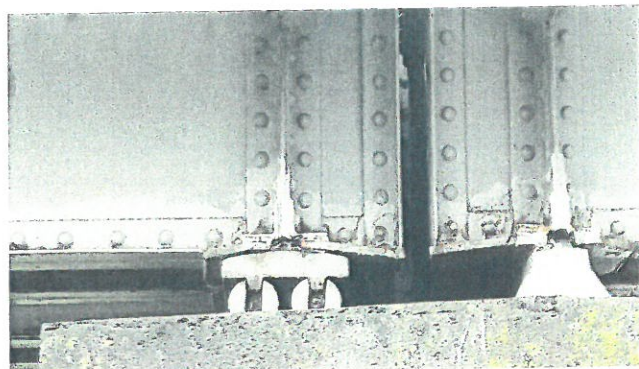
19. Bancheta cuzineților și opritor antiseismic Culeea Cluj Napoca



21. Aparat de reazem fix ruginit



23. Elevație Culee Cluj Napoca Est



20. Aparat de reazem mobil și fix pe Pila 4



22. Aparat de reazem fix și grindă principală pe Pila 4



24. Bancheta cuzineților degradată la Pila 4

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



25.Vedere albie Amonte



26.Vedere albie Aval

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

Pod km 510+921 (P002)



1.Calea și tipul traverselor pe Firul I



2.Calea și tipul traverselor pe Firul I



3.Calea, prinderea ei și tipul contrașinei pe terasament, pe Firul II



4.Calea, prinderea ei și tipul contrașinei pe terasament, pe Firul II



5.Lipsa traverselor pe pod, pe Firul I



6. Vedere intrados tablier de beton, pe Firul I

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



7.Vedere intrados tablier metalic G.G.I.P.C.S. – sudat, pe Firul II



8.Scări de acces la Culeea Cluj Napoca, în aval



9.Vedere Elevație dală de beton



10.Vedere Elevație Culee Cluj Napoca, pe Firul I



11.Vedere Elevație 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.Degradare culee Oradea, pe Firul I



14.Vedere bancheta cuzineților culeea Cluj Napoca, pe Firul II



15.Zid de gardă și bancheta cuzineților culeea Cluj Napoca, pe Firul II



16.aparat de reazem fix Culeea Cluj Napoca, pe Firul II



17.Sfert de con, Culee Cluj Napoca, Firul I



18.Vedere bancheta cuzineților 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 mobil culeea Oradea, pe Firul I



20. Sfert de con culee Oradea, pe Firul I



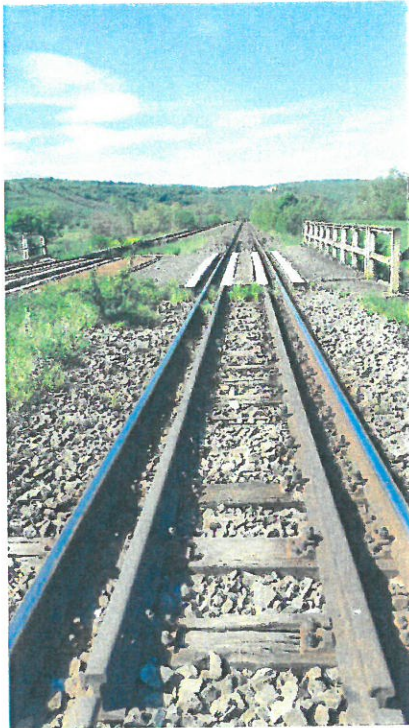
21. Vedere albie sub pod



22. Vedere Amonte

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

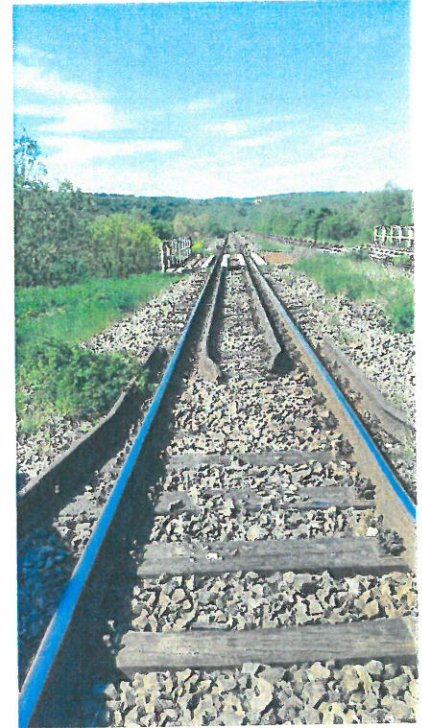
Pod km 517+148 (P003)



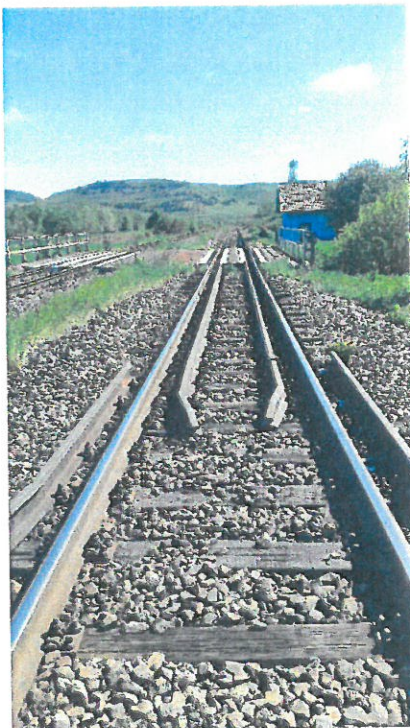
1. Calea prinderea ei și tipul contrașinei pe terasament, pe Firul I



2. Calea prinderea ei și tipul contrașinei pe terasament, pe Firul I



3. Calea prinderea ei și tipul contrașinei pe terasament, pe Firul II



4. Calea, prinderea ei și tipul contrașinei pe terasament, pe Firul II



5. Vedere intrados tablier metalic G.G.I.P.C.S. – sudat, pe Firul II



6. Vedere intrados tablier metalic G.G.I.P.C.S. – sudat, pe Firul I

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



7.Vedere Culee Oradea



8.Vedere Elevație Culee Oradea



9.Aparat de reazem mobil Culeea Oradea, Fir II



10.Sfert de con Culee Cluj Napoca, Fir I



11.Vedere Culee Cluj Napoca



12. Aparat de reazem mobil Culeea Cluj Napoca, Fir I

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



13. Bancheta cuzineților și traseu cabluri Culee Cluj Napoca, pe Firul II



14. Zid de sprijin Amonte, mal stâng



15. Zid de sprijin Amonte, mal drept



16. Vedere albie sub pod



17. Vedere albie aval



18. Vedere albie amonte

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

Pod km 519+752 (P004)



1. Calea prinderea ei și tipul contrașinei pe terasament, pe Firul I



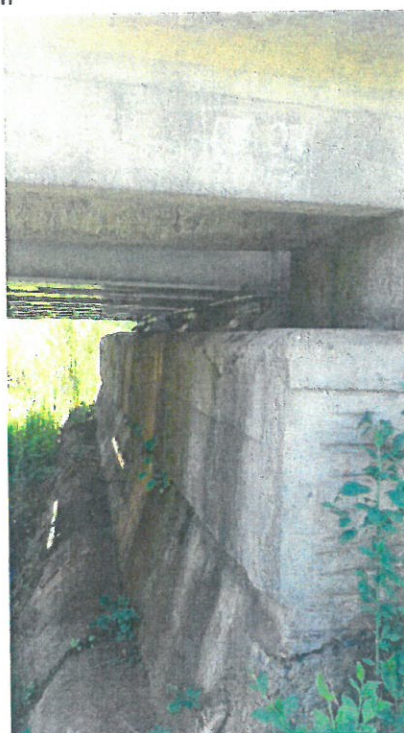
2. Calea prinderea ei și tipul contrașinei pe terasament, pe Firul II



3. Vedere intrados trotuar chesonat, pe Firul I



4. Vedere intrados tablă metalică G.G.I.P.C.S. – sudat, pe Firul I



5. Vedere culee Oradea



6. Vedere culee Oradea

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



7.Elevație culee Cluj Napoca



8.Elevație culee oradea, pe Firul I



9.Elevație culee Oradea, pe Firul II



10.Sfert de con culee Oradea, amonte

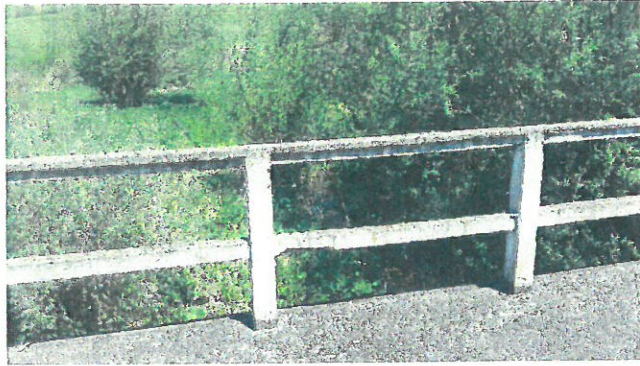


11.Sfert de con culee Cluj Napoca, amonte



12. Sfert de con culee Oradea, aval

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



13.Vedere Aval



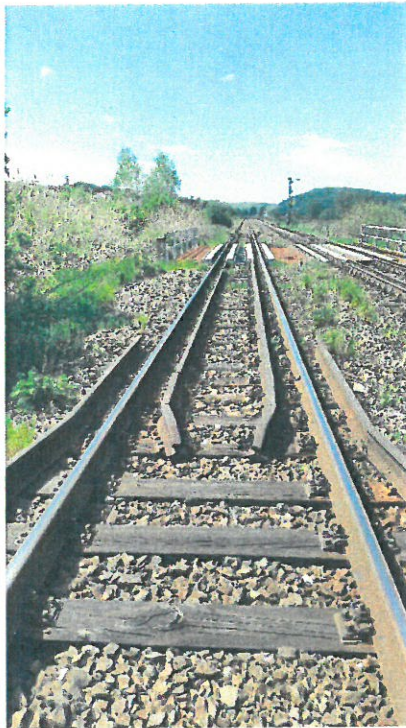
14.Vedere Amonte

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

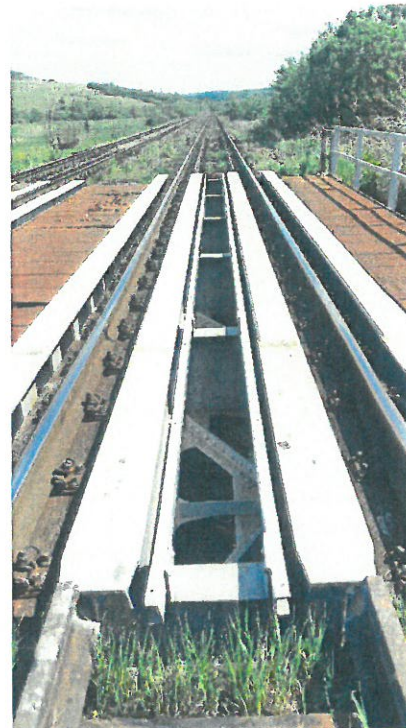
Pod km 521+014 (P005)



1. Calea prinderea ei și tipul
contrașinei pe terasament, pe Firul I



2. Calea prinderea ei și tipul
contrașinei pe terasament, pe Firul II



3. Vedere tablier metalic, pe Firul II



5. Elevație pod



6. Vedere culee Cluj Napoca



7. Vedere culee Oradea



8. Vedere Amonte

Pod km 521+627 (P006)



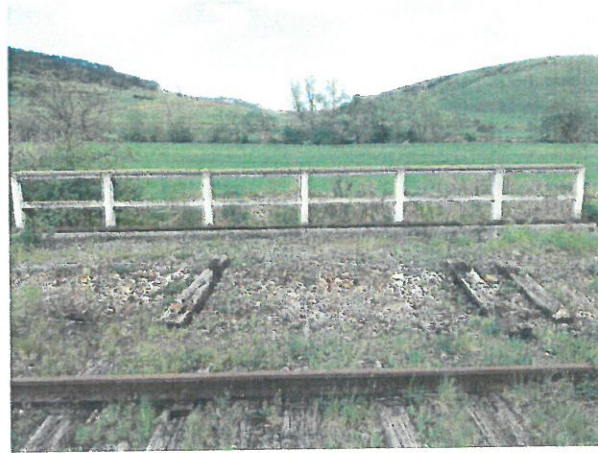
1. Calea și tipul traverselor pe Firul I



2. Calea și tipul traverselor pe Firul II



3. Trotuar și parapet, în Amonte



4. Trotuar și parapet, în Aval



5. Elevație pod, în Aval



6. Elevație pod, în Aval

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



7.Elevație pod, în Amonte



8.Elevație pod, în Amonte



9.Vedere intrados dală beton



10.Vedere intrados dală beton



11.Sfert de con Culee Oradea, în Aval



12. Sfert de con Culee Oradea, în Amonte

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

Pod km 522+537 (P007)



1.Calea, prinderea ei și tipul traverselor pe pod



2.Elevație pod Firul I



3.Elevație pod Firul II



4.Vedere culee Cluj Napoca



5.Vedere culee Oradea



6. Elevație culee Cluj Napoca

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



7.Elevație culee Oradea



8.Aparat de reazem fix culee Cluj Napoca



9.Aparat de reazem mobil culee Oradea



10.Vedere albie Aval



11.Vedere albie sub pod



12. Vedere albie Amonte

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

Pod km 523+497 (P008)



1. Calea, tipul traverselor și contrașinei pe Firul I



2. Calea, tipul traverselor și contrașinei pe Firul I



3. Calea, tipul traverselor și contrașinei pe Firul II



4. Calea, tipul traverselor și contrașinei pe Firul II



5. Vedere intrados tablier metalic G.Z.C.J - nituit, pe Firul I



6. Vedere intrados tablier metalic G.Z.C.J – parțial sudat, pe Firul II

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



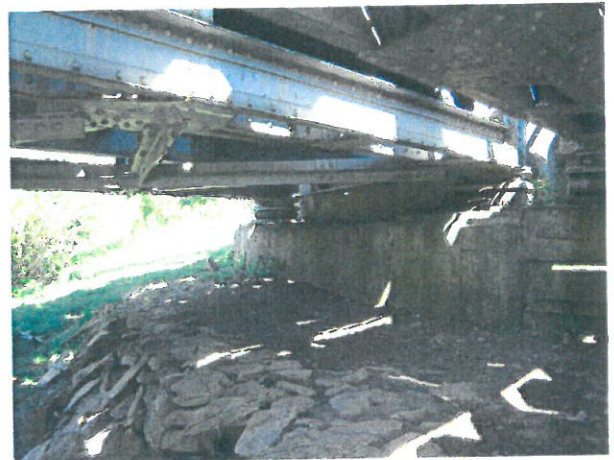
7.Elevație culee Cluj Napoca, Firul I



8.Elevație culee Cluj Napoca, Firul II



9.Elevație culee Oradea, Firul I



10. Elevație culee Oradea, Firul II

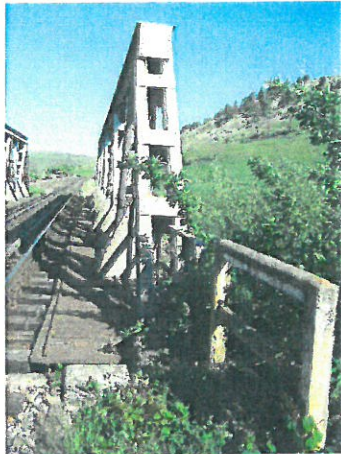


11.Sfert de con și aparat de reazem mobil culeea Oradea, Firul II



12. Vedere culee Cluj Napoca și aparat de reazem fix, pe Firul II

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



13. Parapet de beton de pe culee Cluj Napoca, pe Firul I



14. Parapet de beton de pe culee Oradea, pe Firul II



15. Parapet de beton de pe culee Cluj Napoca, între Fire



16. Vedere albie, Amonte



17. Vedere albie sub pod



18. Vedere albie Aval

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

Pod km 525+369 (P009)



1. Calea, tipul traverselor și contrașinei pe Firul I



2. Calea, tipul traverselor și contrașinei pe Firul I



3. Calea, tipul traverselor și contrașinei pe Firul II



4. Calea, tipul traverselor și contrașinei pe Firul II



5. Vedere intrados tablier metalic G.Z.C.J - nituit, pe Firul I



6. Vedere intrados tablier metalic G.Z.C.J – parțial sudat, pe Firul II

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



7.Elevație culee Cluj Napoca, Firul I



8.Elevație culee Cluj Napoca, Firul I și II



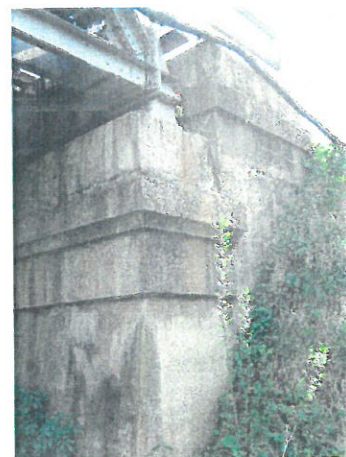
9.Elevație culee Oradea, Firul I



10. Elevație culee Oradea, Firul II



11.Sfert de con și aparat de reazem fix culeea Oradea, Firul II



12. Vedere culee Oradea și aparat de reazem fix, pe Firul I

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



13. Sfert de con culeea Oradea, Firele I și II



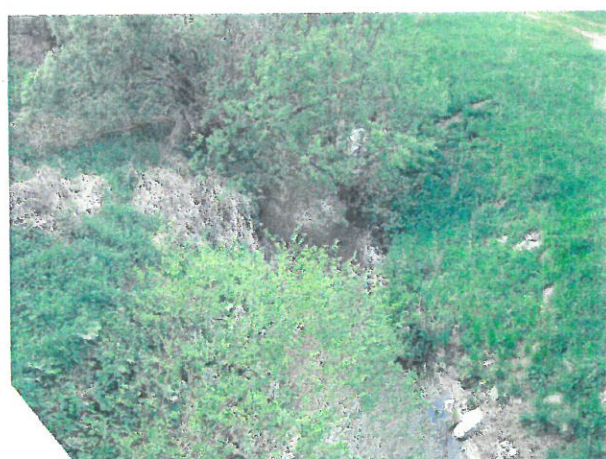
14. Sfert de con culeea Cluj Napoca, Firul I



15. Sfert de con culeea Cluj Napoca, Firul II



16. Lipsă tablă striată pe trotuarul tablierului de pe Firul II



17. Vedere albie Aval



18. Vedere albie Amonte

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

Pod km 526+361 (P010)



1.Calea și tipul traverselor pe Firul I



2.Calea și tipul traverselor pe Firul II



3.Vedere intrados dală de beton de pe Firul I



4. Vedere intrados dală de beton de pe Firul II



5.Elevație culee Oradea, pe Firul I



6. Elevație culee Cluj Napoca, pe Firul I

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



7. Elevație culee Cluj Napoca, pe Firul II



8. Elevație culee Oradea, pe Firul II



9. Elevație dală de beton, pe Firul II



10. Sfert de con culee Cluj Napoca, pe Firul I

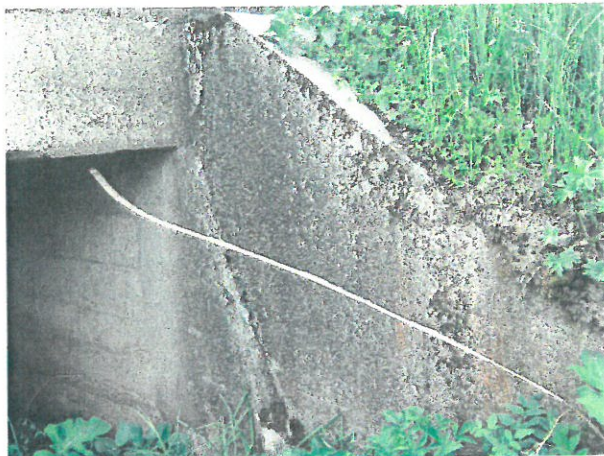


11. Sfert de con culee Oradea, pe Firul I



12. Aripă de beton culee Oradea, pe Firul II

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



13. Aripă de beton culee Oradea, pe Firul II



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 527+335 (P011)



1. Vedere spre Oradea a liniei 2



2. Vedere spre Oradea a liniei 1



3. Vedere culee Cluj



4. Vedere culee Oradea



5. Vedere contravântuiri tablier linia I



6. Vedere contravântuiri linia a-II-a

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



7. Elevație tablier nituit și aparat de reazem mobil pe culeea Cluj.



8. Elevație Culee Cluj



9. Vedere albie aval



10. Elevație grindă cu protecția anticorozivă degradată



11. Zid întors, cuzinet și zid de gardă cu segregări



12. Vegetație în albia podului

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



13. Vedere aparat de reazem mobil pod nituit



14. Contravântuirea inferioară pod linia II



15. Vedere albie amonte.



16. Racordare cu terasamentul ravinată



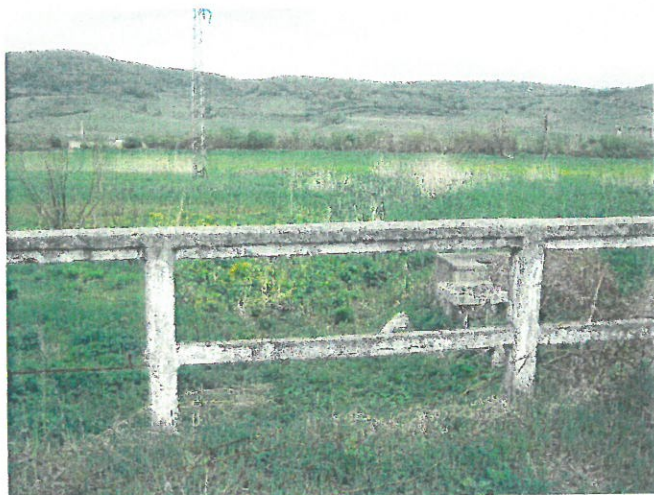
17. Vederea albiei sub pod



18. Elevație culee Cluj

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

Pod km 529+275 (P012)



1. Vedere parapet amonte



2. Liniile abătute cu traverse de lemn



3. Racordări cu aripi aval



4. Vedere timpan și parapet aval



5. Albia aval cu vegetație



6. Albia în pod înierbată

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



7. Albia în pod colmatată



8. Puț de dren amonte



9. Linia directă 1



10. Linia directă 2



11. Liniile abătute în zona schimbătorului



12. Beton degradat în zona zidului de gardă al culeei

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



13. Vedere zid de sprijin (aripă)



14. Teren ravinat în zona racordării cu terasamentele



15. Liniile abătute înierbate



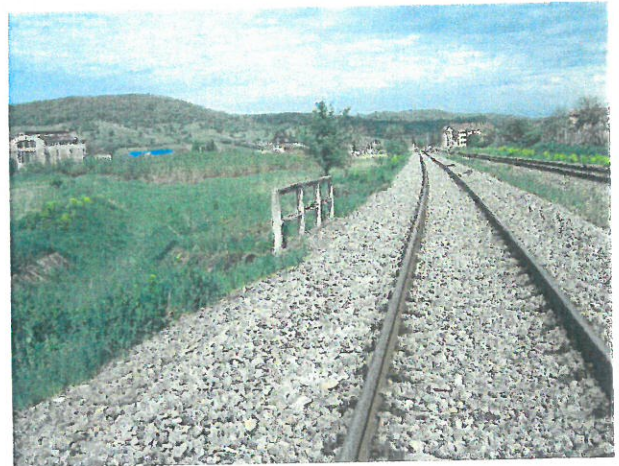
16. Parapet pe culeea amonte

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

Pod km 530+777 (P013)



1. Vedere spre Oradea linia I



2. Vedere spre Cluj linia I



3. Vedere spre Oradea linia II



4. Vedere spre aval linia I



5. Vedere parapet amonte, linia II



6. Elevație pod amonte

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



7. Amenajare albie amonte



8. Vedere Culee Cluj cu elevație zid sprijin



9. Vedere interior pod



10. Vedere albie spre aval



11. Elevatii prefabricate, culee Oradea



12. Amenajare amonte pod

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



13. Vedere prefabricate în pod



14. Suprastructura din dale D5 cu armatură la vedere corodată



15. Rosturile între prefabricatele L decalate



16. Infiltrații la suprastructură



17. Zidul de sprijin amonte fracturat



18. Beton degradat la zidul de sprijin

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

Pod km 531+145 (P014)



1. Vedere spre Oradea a liniei 1



2. Vedere spre Oradea a liniei 2



3. Vedere spre Cluj linia 2



4. Vedere spre Cluj linia 1



5. Elevație pod aval, linia 2, spre culeea Cluj



6. Elevație pod aval, linia 1, culeea Oradea

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



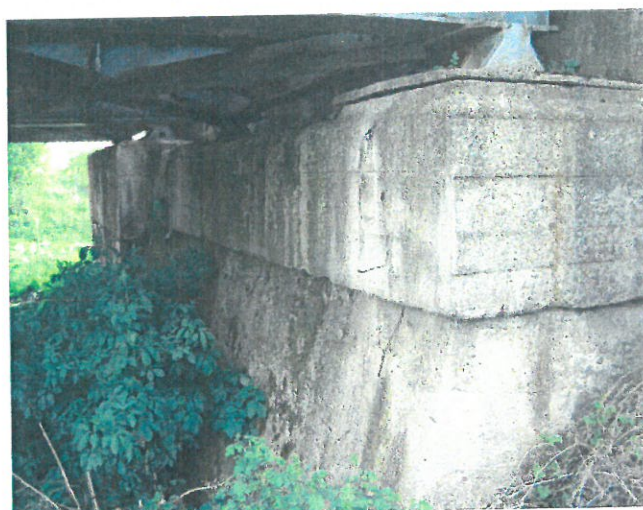
7. Parapet culee linia 2



8. Contravânturi pod, linia 1



9. Rezemare cu despicarea orizontală a cuzinetului



10. Elevații culee Oradea, se observă pe zona de reazem o desprindere a părții superioare a cuzinetului



11. Contravânturi pod linia 1



12. Calea pe pod linia I

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



13. Trotuar și parapet linia II



Contravântuiri pod linia 2, în planul al doilea



15. Talpa inferioară tablier sudat, contravântuiri și talpă inferioară tablier nituit



16. Ziduri de sprijin între cele două culee (culeea Cluj)



17. Vedere Culee Oradea, pod linia II



18. Elevație culee Cluj

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



17. Vedere albie aval

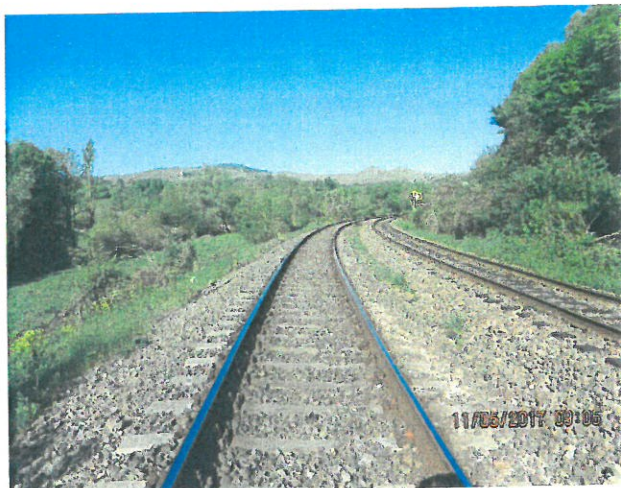


18. Talpă superioară grindă, pod linia II

Pod km 561+888 (P015)



1. Vedere linia I spre Oradea



2. Vedere linia a-II-a spre Oradea



3. Vedere spre parapet linia I, calea pe traverse de lemn



4. Vedere spre linia a-II-a, calea pe traverse de beton

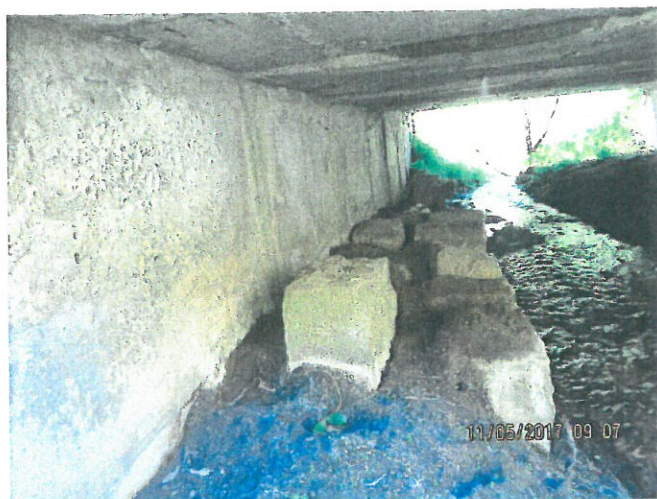


2. Vedere linia a-II-a spre Cluj



6. Elevație pod amonte, linia a-II-a

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



7. Albia sub pod cu moloane de protecție a culeei



8. Vedere intrados dală cu infiltrații



9. Vedere parte inferioară tablier spre culeea Cluj



10. Vedere albie spre aval



11. Albie cu tendințe de afuiere spre culeea Oradea



12. Infiltrații puternice la dale

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



13. Parapet linia I



14. Albia aval



15. Armătură la vedere și scurgeri de calcită



16. Material din colmatări în albie



17. Dale cu denivelări între linia I și II



18. Scurgeri de calcită la rosturile dintre dale

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

Pod km 565+552 (P016)



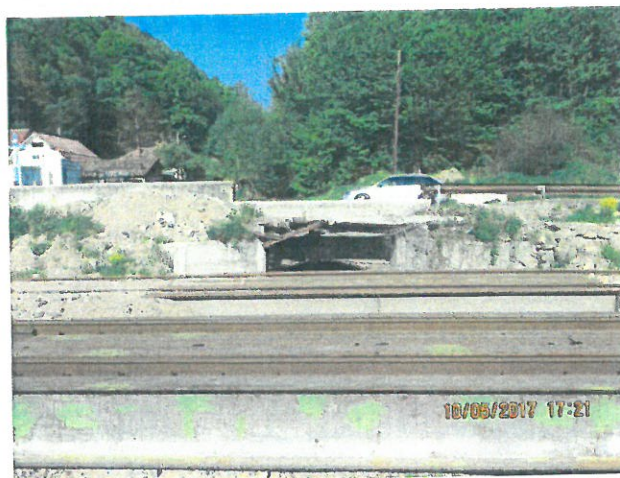
1. Vedere amonte spre podul de șosea, colmatat



2. Vedere spre Cluj a celor trei linii cf



3. Vedere albie aval cu o conductă metalică ce supratraversează albia.



4. Vedere spre amonte



5. Vedere pod de pe linia de racord și pod de șosea amonte



6. Elevație tablier, linia I

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



7. Pozarea cablului care trece pe sub pod (în albie)



8. Vedere Culee Cluj cu elevație fracturată



9. Vedere parte inferioară tablier spre culeea Cluj



10. Vedere albie cu plutitori aduși de apă

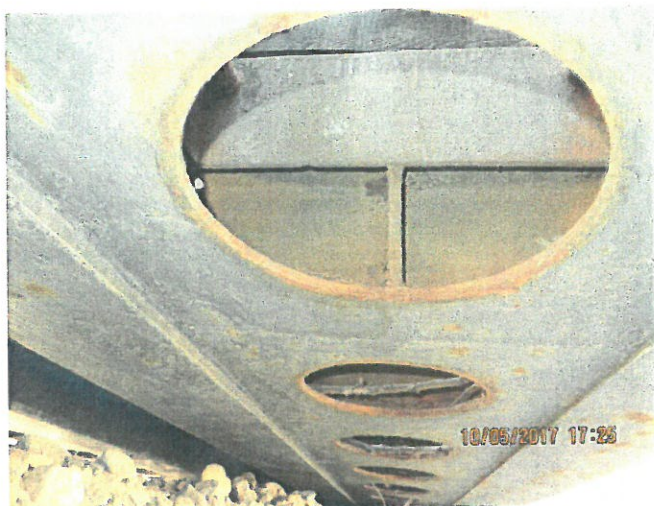


11. Cadru transversal ce leagă grinzile gemene



12. Lipsa trotuare și parapet la pod

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



13. Vedere interior grinzi gemene



14. Prinderea căii pe pod



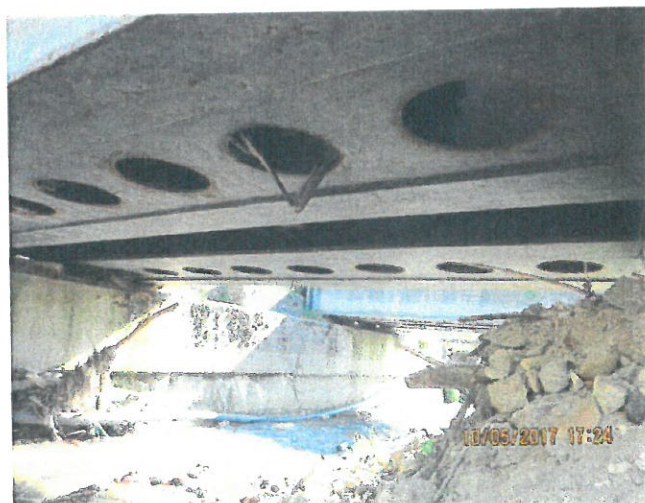
15. Vedere Contrașină și capete de contrașină.



16. Albie aval de pod



17. Traverse speciale la capătul podului



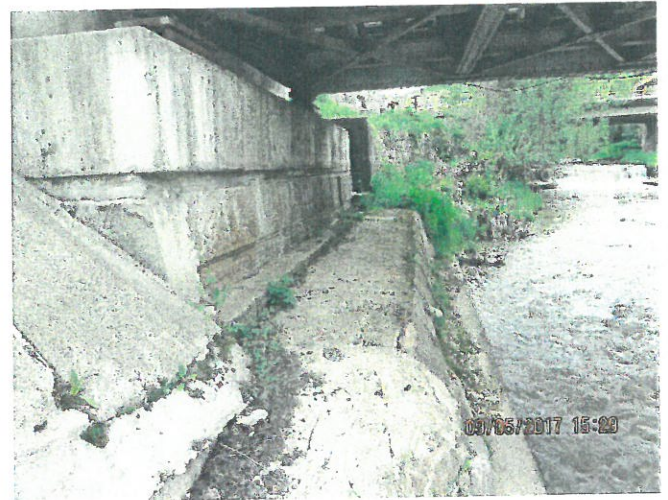
18. Materiale rămase de la viituri în interiorul grinzilor gemene

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

Pod km 573+461 (P017)



1. Vedere spre Stația Ciucea cu schimbători de cale



2. Vedere albie spre amonte de pod



3. Coroziune în zona prinderii antretoazei de talpa grinzii principale



4. Nituri puternic corodate la lonjeron



5. Aparate de reazem mobile pe culeea Oradea



6. Prinderea antretoazei de grinda principală, zonă corodată cu reducerea secțiunii inimii

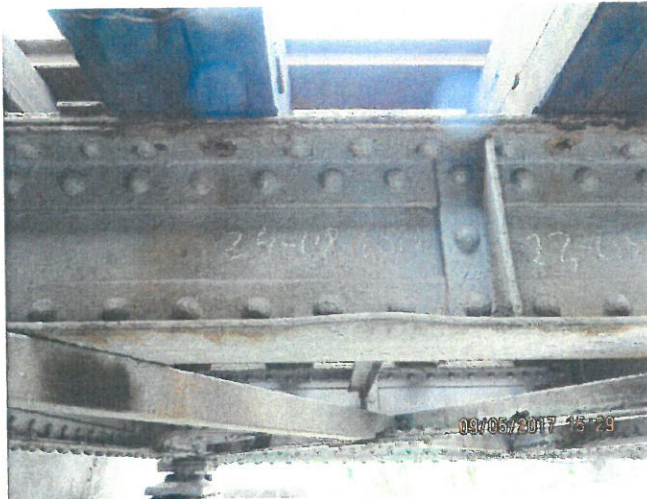
REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



7. Culeea Oradea cu sfertul de con aval



8. Vedere contrașine spre Cluj



9. Platbanda inferioară a lonjeronului îndoită și nituri lipsă (căzute) la prinderea tolei superioare



10. Scari de acces în albie la culeea Oradea



11. Apărare cu zid de dirijare amonte

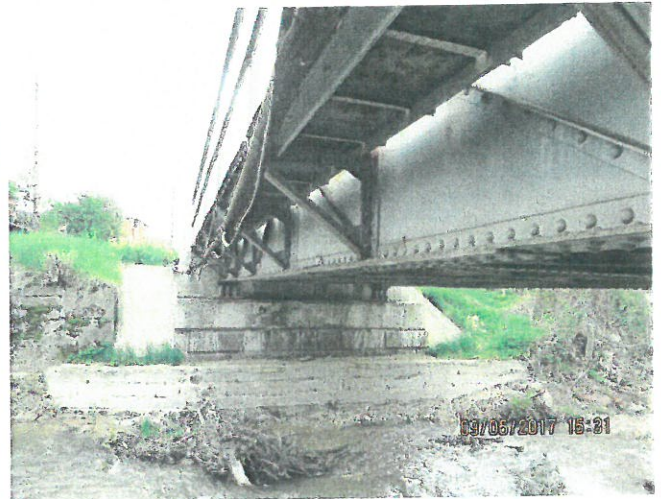


12. Consola lonjeronului cu nituri corodate

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



13. Albia aval în zona racordării



14. Apărări din traverse de beton



15. Lucrări de apărări degradate la culeea Cluj



16. Contravântuirea principală a podului



17. Contrașina pe zona podului



18. Aparat de reazem fix pe culeea Cluj

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

Pod km 576+517 (P018)



1. Vedere spre Stația Lacul Crisului



2. Vedere spre trecerea la nivel (Cluj)



3. Vedere din aval, în amonte se poate vedea podul de șosea



4. Vedere din amonte, spre aval albia sinuoasă cu tendința de afuiere a culeei



5. Sfert de con aval la culeea Cluj



6. Contrașina pe pod și în afara podului

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



7. Aparat de reazem fix pe Culeea Cluj



8. Zonă corodată la tola inferioară a lonjeronului



9. Vedere la partea inferioară, piesele metalice parțial ruginite.



10. Antretoază de capăt pe culeea Cluj



11. Contravântuire și guseu orizontal afectat de rugină



12. Aparatul de reazem mobil pe culeea Oradea

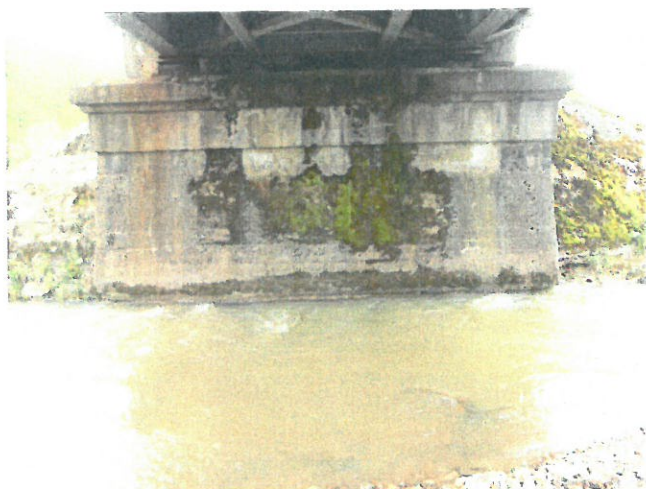
REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU: „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



13. Guseu orizontal corodat în panoul de capăt



14. Elevație grindă principală afectată de rugină



15. Culeea Oradea



16. Culeea Cluj



17. Rostul de montaj afectat de rugină



18. Panou de capăt afectat de coroziune

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

Pod km 580+593 (P019)



1. Vedere spre Oradea



2. Vedere spre Cluj



3. Vedere din amonte, valea oblică în raport cu podul



4. Elevație culeea Cluj



5. Elevație culeea Oradea



6. Afuierea culeii Oradea

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



7. Scări de acces



8. Aparatul de reazem mobil



9. Apărarea amonte la culeea Oradea



10. Elevații cu infiltrații la culeea Oradea



11. Contravântuire și rigle la grinzile gemene



12. Aparatul de reazem fix pe culeea Cluj

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



13. Elevația culeei Cluj



14. Zidul întors degradat



15. Vedere spre amonte



16. Culeea Oradea cu aparatul de rezem mobil



17. Culeea Oradea cu ciobitură la banchetă



18. Vedere din aval spre culeea Oradea

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

Pod km 584+956 (P020)



1. Vedere spre Oradea



2. Vedere spre Cluj



3. Vedere albie amonte



4. Vedere albie aval

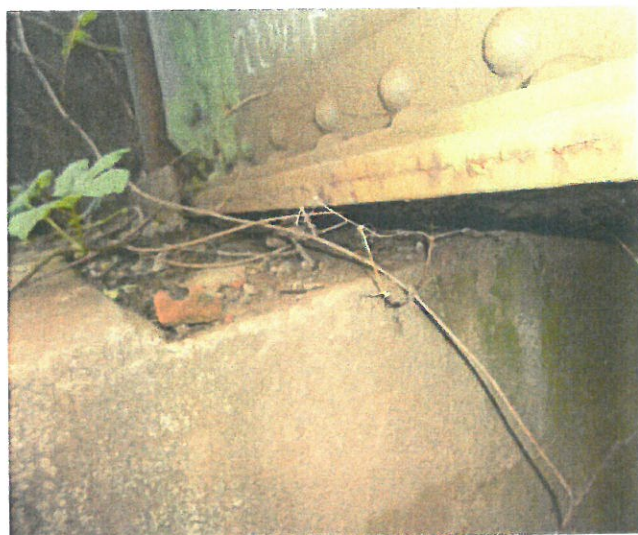


5. Elevație pod și conductă amonte.



6. Vedere culee Oradea

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



7. Elevație tablier nituit corodat pe zona rezemării.



8. Vedere tolă inferioară grindă



9. Vedere albie amonte



10. Elevație grindă aval



11. Contravantuire inferioară pod

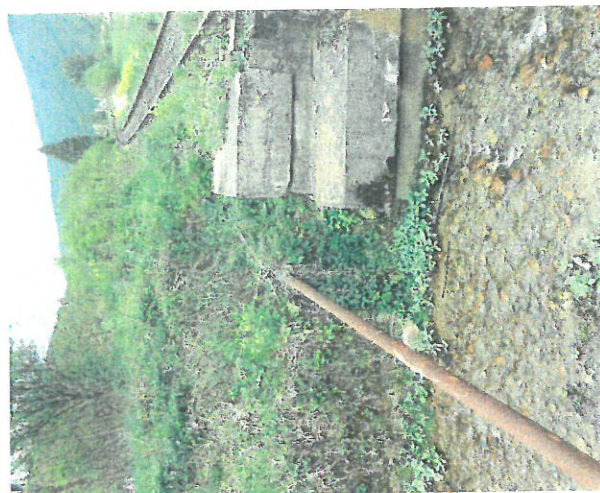


12. Scurgeri de calcită prin bancheta cuzinetilor.

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



13. Vedere culeea Cluj



14. Elevație zid de sprijin amonte



15. Contravântuire și panouri intermediare pod



16. Reazemul și consola grinzii



UNIUNEA EUROPEANĂ



Instrumente Structurale
2014-2020



COMPANIA NAȚIONALĂ
DE CĂI FERATE
CNCF „CFR” SA

EXPERTIZE TEHNICE PODURI

JUDEȚUL CLUJ

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 Ingeniería 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

ET36PRO

BREVIAR DE CALCUL HIDRAULIC pentru situația existentă

Pod km 501+095, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor

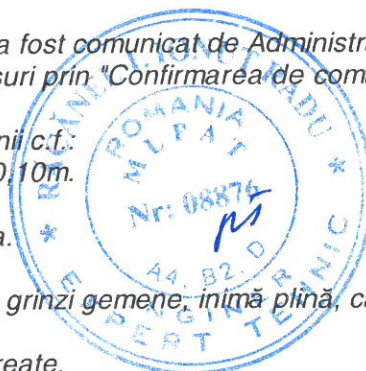
1. Date generale:

Calculul hidraulic a fost efectuat pentru verificarea capacității de scurgere a apelor în zona podului și pentru a determina adâncimea apei și înălțimea liberă, la curgerea pe sub pod. Pentru efectuarea calculului s-au utilizat datele obținute din teren, din fișa podului, precum și rezultatele ridicărilor topografice efectuate pentru întocmirea proiectului. S-a urmarit ca în cazul existenței mai multor linii c.f., cu structuri constructive diferite, elementele geometrice și hidraulice luate în calcul să fie cele mai defavorabile.

Debitul de calcul cu probabilitatea de depășire de 1%, a fost comunicat de Administrația Națională "Apele Române" - Administrația Bazinală de Apă Crisuri prin "Confirmarea de comandă nr. 6476/19.06.2017".

Podurile au următoarele caracteristici, pentru ambele linii c.f.:

- Lungimea totală între fețele zidurilor de gardă ale culeelor: 90,10m.
- Lumina între fețele culeelor: 88,70m.
- Înălțimea maximă liberă sub pod: 6,50m în deschiderea a III-a.
- Infrastructurile alcătuite din: beton.
- Suprastructura alcătuită din câte șase tabliere metalice de tip grinzi gemene, inimă plină, cale sus, nituite, având deschiderea de 14,30m fiecare.
- Racordările cu terasamentele realizate cu: sferturi de con pereate.
- Traversează râul Someșul Mic, doar prin deschiderile 3, 4 și 5, deschiderile 1 și 2 având rol de pasaj inferior, iar ultima deschidere de viaduct.
- Albia formează un "S" în zona podurilor, poziția podurilor este normală față de albia râului, care este relativ curată și are malurile protejate cu ziduri de sprijin din zidărie de piatră, rostuită cu mortar de ciment.



2. Date de intrare

NSS := 336.07	m	- Cota absolută a nivelului superior al șinei în ax pod (conf. studiu topo)
$h_c := 1.05$	m	- Înălțimea de construcție a podului (conf. releveu)
$Q_{1\%} := 415$	m^3/s	- Debitul de calcul
$C_{t_{am}} := 328.15$	m	- Cota absolută a talvegului în secțiunea amonte
$C_{t_{av}} := 324.77$	m	- Cota absolută a talvegului în secțiunea aval
$C_{t_p} := 326.47$	m	- Cota absolută a talvegului în ax pod
$D_{am_{av}} := 328.26$	m	- Distanța dintre secțiunile amonte și aval
$D_{av_p} := 87.65$	m	- Distanța dintre secțiunea aval și secțiunea din ax pod
$y := \frac{1}{6}$		- Exponent pentru cursuri de apă la șes
$\epsilon_p := 0.80$		- Coeficientul de contractie în zona podului
$NST := NSS - 0.2 = 335.87$	m	- Cota absolută a nivelului superior al traversei în ax pod
$i := \frac{C_{t_{am}} - C_{t_{av}}}{D_{am_{av}}} = 1.03 \cdot \%$		- Panta generală a talvegului albiei

3. Calculul hidraulic în albia aval

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$A_{av} := 75.77 \text{ m}^2$	- Aria secțiunii de scurgere în aval
$P_{av} := 31.64 \text{ m}$	- Perimetrul udat în aval
$h_{av} := 3.60 \text{ m}$	- Adâncimea apei în secțiunea aval
$n_{av} := 0.033$	- Coeficientul de rugozitate al albiei în aval

$$R_{av} - \text{Raza hidraulică} \quad R_{av} := \frac{A_{av}}{P_{av}} = 2.39 \text{ m}$$

$$C_{av} - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C_{av} := \frac{1}{n_{av}} \cdot R_{av}^y = 35.05$$

$$v_{av} - \text{Viteza medie a apei în aval} \quad v_{av} := C_{av} \cdot \sqrt{(R_{av} \cdot i)} = 5.5 \text{ m/s}$$

$$Q_{cap}^{av} - \text{Debitul capabil al albiei aval} \quad Q_{capav} := v_{av} \cdot A_{av} = 417.04 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$NA_{av} - \text{Cota absolută a nivelului apei în secțiunea aval} \quad NA_{av} := Ct_{av} + h_{av} = 328.37 \text{ m}$$

$$\text{Condiția}_{de_verificare_av} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{capav} \geq Q_1\% \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{capav} < Q_1\% \end{cases} = \text{"DA, se Verifică"}$$

4. Calculul hidraulic în albia amonte

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$A_{am} := 84.13 \text{ m}^2$	- Aria secțiunii de scurgere în amonte
$P_{am} := 41.13 \text{ m}$	- Perimetrul udat în amonte
$h_{am} := 3.25 \text{ m}$	- Adâncimea apei în secțiunea amonte
$n_{am} := 0.033$	- Coeficientul de rugozitate al albiei în amonte

$$R_{am} - \text{Raza hidraulică} \quad R_{am} := \frac{A_{am}}{P_{am}} = 2.0455 \text{ m}$$

$$C_{am} - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C_{am} := \frac{1}{n_{am}} \cdot R_{am}^y = 34.14$$

$$v_{am} - \text{Viteza medie a apei în amonte} \quad v_{am} := C_{am} \cdot \sqrt{(R_{am} \cdot i)} = 4.95 \text{ m/s}$$

$$Q_{cap}^{am} - \text{Debitul capabil al albiei amonte} \quad Q_{capam} := v_{am} \cdot A_{am} = 416.85 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$NA_{am} - \text{Cota absolută a nivelului apei în secțiunea amonte} \quad NA_{am} := Ct_{am} + h_{am} = 331.40 \text{ m}$$

$$\text{Condiția}_{de_verificare_am} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{capam} \geq Q_1\% \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{capam} < Q_1\% \end{cases} = \text{"DA, se Verifică"}$$

5. Calculul hidraulic în secțiunea podului

5.1. Verificarea capacității de curgere

5.1.1. Verificarea capacității de curgere cu panta hidraulică generală

$$A_p := 55.81 \quad \text{m}^2$$

- Aria secțiunii de scurgere în ax pod

$$P_p := 38.78 \quad \text{m}$$

- Perimetrul udat în ax pod

$$n_p := 0.033$$

- Coeficientul de rugozitate al albiei în zona podului

i_w - Panta hidraulică

$$i_w := \frac{NA_{am} - NA_{av}}{D_{am_{av}}} = 0.92\%$$

NA_p - Cota absolută a nivelului apei în secțiunea podului

$$NA_p := NA_{av} + \frac{NA_{am} - NA_{av}}{D_{am_{av}}} \cdot D_{av_p} = 329.18 \quad \text{m}$$

h_p - Adâncimea apei în ax pod

$$h_p := NA_p - Ct_p = 2.71 \quad \text{m}$$

R_p - Raza hidraulică în secțiunea podului

$$R_p := \frac{A_p}{P_p} = 1.44 \quad \text{m}$$

C_p - Coeficientul lui Chezy

$$C_p := \frac{1}{n_p} \cdot R_p^y = 32.2$$

v_p - Viteza medie a apei în zona podului

$$v_p := C_p \cdot \sqrt{(R_p \cdot i_w)} = 3.71 \quad \text{m/s}$$

Q_{cap}^p - Debitul capabil al podului

$$Q_{capp} := \epsilon_p \cdot v_p \cdot A_p = 165.69 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

Condiția_{de_verificare_p_Q} := $\begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{capp} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{capp} < Q_{1\%} \end{cases} = \text{"NU se Verifică!!!"}$

5.1.2. Verificarea capacității de curgere prin modificarea pantei hidraulice între secțiunea aval și cea din axa podului

$$NA_{pm} := 329.87 \quad \text{m}$$

NA_{pm} - Cota absolută a nivelului apei în secțiunea podului modificată

$$A_{pm} := 82.34 \quad \text{m}^2$$

- Aria secțiunii de scurgere în ax pod

$$P_{pm} := 40.58 \quad \text{m}$$

- Perimetrul udat în ax pod

$$n_{pm} := 0.033$$

- Coeficientul de rugozitate al albiei în zona podului

i_{wm} - Panta hidraulică modificată

$$i_{wm} := \frac{NA_{pm} - NA_{av}}{D_{av_p}} = 1.71\%$$

h_{pm} - Adâncimea apei în ax pod modificată

$$h_{pm} := NA_{pm} - Ct_p = 3.40 \quad \text{m}$$

R_{pm} - Raza hidraulică în secțiunea podului modificată

$$R_{pm} := \frac{A_{pm}}{P_{pm}} = 2.03 \quad \text{m}$$

C_{pm} - Coeficientul lui Chezy modificat

$$C_{pm} := \frac{1}{n_p} \cdot R_{pm}^y = 34.1$$

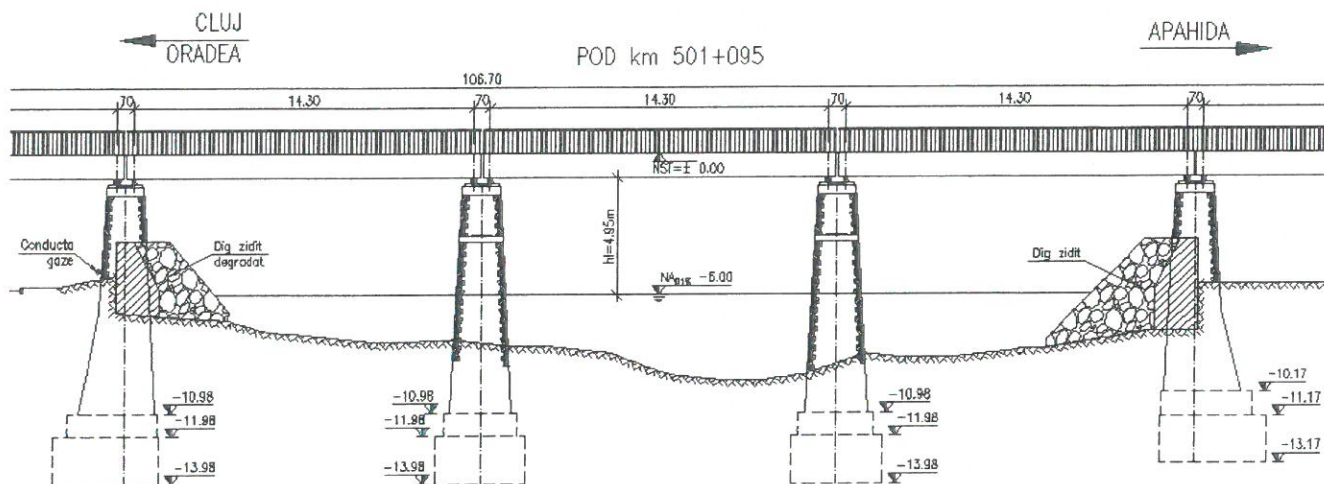
v_{pm} - Viteza medie a apei în zona podului modificată

$$v_{pm} := C_{pm} \cdot \sqrt{(R_{pm} \cdot i_{wm})} = 6.35 \quad \text{m/s}$$

Q_{cappm}^p - Debitul capabil al podului modificat

$$Q_{cappm} := \epsilon_p \cdot v_{pm} \cdot A_{pm} = 418.53 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

$$\text{Condiția}_{de_verificare_p_Q} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{cappm} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{cappm} < Q_{1\%} \end{cases} = \text{"DA, se Verifică"}$$



5.2. Verificarea înălțimii de liberă trecere sub pod

$$\Delta_h := 1.00 \quad \text{m}$$

- Înălțimea de liberă trecere sub pod necesară (Pentru poduri peste cursuri de apă cu debite $Q_c < 1000 \text{m}^3$ - cu plutitori)

C_{t_intr} - Cota intradosului podului

$$C_{t_intr} := NST - h_c = 334.82 \quad \text{m}$$

Δ_{hlm} - Înălțimea de liberă trecere sub pod modificată

$$\Delta_{hlm} := C_{t_intr} - NA_{pm} = 4.95 \quad \text{m}$$

$$\text{Condiția}_{de_verificare_p_Delta_h} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } \Delta_{hlm} \geq \Delta_h \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } \Delta_{hlm} < \Delta_h \end{cases} = \text{"DA, se Verifică"}$$

Concluzie: Podul asigură debușeul debitului cu asigurare de 1%.

Întocmit,
ing. Andrei RADU

Radu

Verificat,
ing. Cristina VARĂ-OROS

Vară-Oros



BREVIAR DE CALCUL HIDRAULIC pentru situația existentă

Pod km 510+921, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor

1. Date generale:

Calculul hidraulic a fost efectuat pentru verificarea capacității de scurgere a apelor în zona podului și pentru a determina adâncimea apei și înălțimea liberă, la curgerea pe sub pod. Pentru efectuarea calculului s-au utilizat datele obținute din teren, din fișa podului, precum și rezultatele ridicărilor topografice efectuate pentru întocmirea proiectului. S-a urmarit ca în cazul existenței mai multor linii cu structuri constructive diferite, elementele geometrice și hidraulice luate în calcul să fie cele mai defavorabile.

Debitul de calcul cu probabilitatea de depășire de 1%, a fost comunicat de INHGA prin "Confirmarea de comandă nr. 619/2017".

Podul are următoarele caracteristici:

Pe fir I

- Lungimea totală între fețele zidurilor de gardă ale culeelor: 7,50m.
- Lumina între fețele culeelor: 5,20m.
- Înălțimea maximă liberă sub pod: 1,50m.
- Infrastructurile alcătuite din: beton.
- Suprastructura alcătuită din: dală de beton armat.
- Racordările cu terasamentele realizate cu: ziduri de sprijin din zidărie de piatră rostuită cu mortar de ciment.

Pe fir II

- Lungimea totală între fețele zidurilor de gardă ale culeelor: 12,50m.
- Lumina între fețele culeelor: 11,00m.
- Înălțimea maximă liberă sub pod: 1,70m.
- Infrastructurile alcătuite din: beton.
- Suprastructura alcătuită din: grinzi gemene, inimă plină, sudate, cu cale sus.
- Racordările cu terasamentele realizate cu: ziduri de sprijin din beton.
- Podurile au rol de descărcare pentru apele acumulate în amonte și pentru cele colectate de șanturile din lungul căii ferate.
- Poziția podurilor este normală față de albie.
- Albia este scurtă și colmatată.



2. Date de intrare

NSS := 371.84	m	- Cota absolută a nivelului superior al șinei în ax pod (conf. studiu topo)
$h_c := 0.95$	m	- Înălțimea de construcție a podului (conf. releveu)
$Q_{1\%} := 0.775$	m^3/s	- Debitul de calcul
$C_{t_{am}} := 369.32$	m	- Cota absolută a talvegului în secțiunea amonte
$C_{t_{av}} := 369.12$	m	- Cota absolută a talvegului în secțiunea aval
$C_{t_p} := 369.11$	m	- Cota absolută a talvegului în ax pod
$D_{am_{av}} := 19.55$	m	- Distanța dintre secțiunile amonte și aval
$D_{av_p} := 14.90$	m	- Distanța dintre secțiunea aval și secțiunea din ax pod
$y := \frac{1}{6}$		- Exponent pentru cursuri de apă la șes
$\epsilon_p := 0.95$		- Coeficientul de contractie în zona podului
$NST := NSS - 0.2 = 371.64$	m	- Cota absolută a nivelului superior al traversei în ax pod
$i := \frac{C_{t_{am}} - C_{t_{av}}}{D_{am_{av}}} = 1.02\%$		- Panta generală a talvegului albiei

3. Calculul hidraulic în albia aval

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$A_{av} := 0.81 \text{ m}^2$	- Aria secțiunii de scurgere în aval
$P_{av} := 3.97 \text{ m}$	- Perimetrul udat în aval
$h_{av} := 0.35 \text{ m}$	- Adâncimea apei în secțiunea aval
$n_{av} := 0.033$	- Coeficientul de rugozitate al albiei în aval

$$R_{av} - \text{Raza hidraulică} \quad R_{av} := \frac{A_{av}}{P_{av}} = 0.204 \quad \text{m}$$

$$C_{av} - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C_{av} := \frac{1}{n_{av}} \cdot R_{av}^y = 23.25$$

$$v_{av} - \text{Viteza medie a apei în aval} \quad v_{av} := C_{av} \cdot \sqrt{(R_{av} \cdot i)} = 1.06 \quad \text{m/s}$$

$$Q_{cap}^{av} - \text{Debitul capabil al albiei aval} \quad Q_{capav} := v_{av} \cdot A_{av} = 0.86 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

$$NA_{av} - \text{Cota absolută a nivelului apei în secțiunea aval} \quad NA_{av} := Ct_{av} + h_{av} = 369.47 \quad \text{m}$$

$$\text{Condiția}_{de_verificare_av} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{capav} \geq Q_1\% \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{capav} < Q_1\% \end{cases} = \text{"DA, se Verifică"}$$

4. Calculul hidraulic în albia amonte

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$A_{am} := 0.73 \text{ m}^2$	- Aria secțiunii de scurgere în amonte
$P_{am} := 2.65 \text{ m}$	- Perimetrul udat în amonte
$h_{am} := 0.55 \text{ m}$	- Adâncimea apei în secțiunea amonte
$n_{am} := 0.033$	- Coeficientul de rugozitate al albiei în amonte

$$R_{am} - \text{Raza hidraulică} \quad R_{am} := \frac{A_{am}}{P_{am}} = 0.28 \quad \text{m}$$

$$C_{am} - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C_{am} := \frac{1}{n_{am}} \cdot R_{am}^y = 24.44$$

$$v_{am} - \text{Viteza medie a apei în amonte} \quad v_{am} := C_{am} \cdot \sqrt{(R_{am} \cdot i)} = 1.30 \quad \text{m/s}$$

$$Q_{cap}^{am} - \text{Debitul capabil al albiei amonte} \quad Q_{capam} := v_{am} \cdot A_{am} = 0.95 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

$$NA_{am} - \text{Cota absolută a nivelului apei în secțiunea amonte} \quad NA_{am} := Ct_{am} + h_{am} = 369.87 \quad \text{m}$$

$$\text{Condiția}_{de_verificare_am} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{capam} \geq Q_1\% \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{capam} < Q_1\% \end{cases} = \text{"DA, se Verifică"}$$

5. Calculul hidraulic în secțiunea podului

5.1. Verificarea capacității de curgere

$A_p := 1.99 \text{ m}^2$ - Aria secțiunii de scurgere în ax pod
 $P_p := 6.28 \text{ m}$ - Perimetrul udat în ax pod
 $n_p := 0.033$ - Coeficientul de rugozitate al albiei în zona podului

i_w - Panta hidraulică $i_w := \frac{NA_{am} - NA_{av}}{D_{am_{av}}} = 2.05\%$

NA_p - Cota absolută a nivelului apei în secțiunea podului $NA_p := NA_{av} + \frac{NA_{am} - NA_{av}}{D_{am_{av}}} \cdot D_{av_p} = 369.77 \text{ m}$

h_p - Adâncimea apei în ax pod $h_p := NA_p - Ct_p = 0.66 \text{ m}$

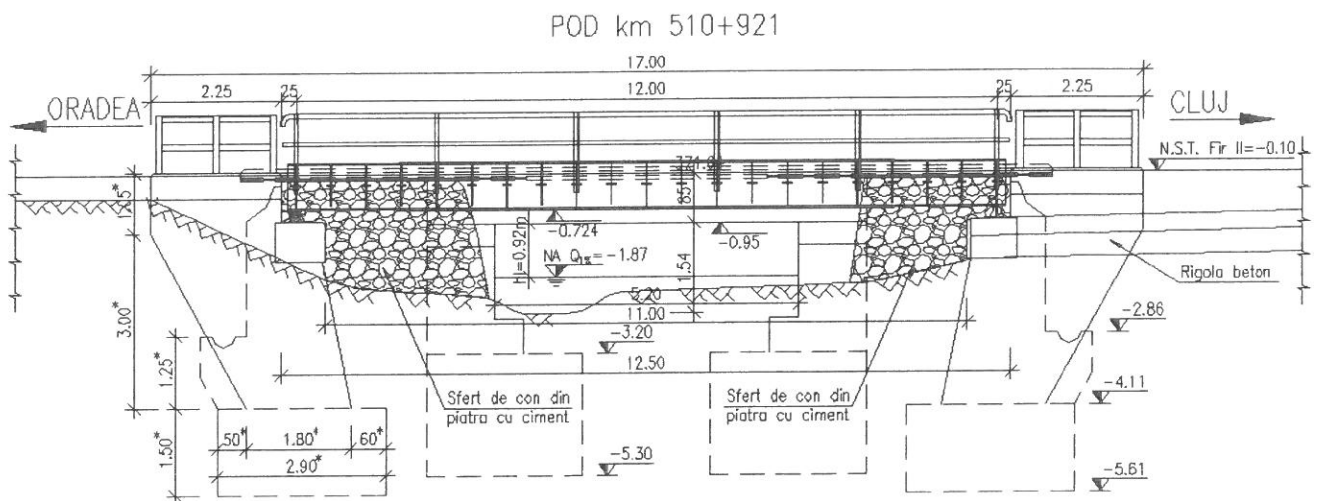
R_p - Raza hidraulică în secțiunea podului $R_p := \frac{A_p}{P_p} = 0.32 \text{ m}$

C_p - Coeficientul lui Chezy $C_p := \frac{1}{n_p} \cdot R_p^y = 25.02$

v_p - Viteza medie a apei în zona podului $v_p := C_p \cdot \sqrt{(R_p \cdot i_w)} = 2.01 \text{ m/s}$

Q_{capp}^p - Debitul capabil al podului $Q_{capp} := \epsilon_p \cdot v_p \cdot A_p = 3.81 \text{ m}^3/\text{s}$

Condiția de verificare p-Q := "DA, se Verifică" if $Q_{capp} \geq Q_{1\%}$ = "DA, se Verifică"
 "NU se Verifică!!!" if $Q_{capp} < Q_{1\%}$



5.2. Verificarea înălțimii de liberă trecere sub pod

$\Delta_h := 0.75$ m - Înălțimea de liberă trecere sub pod necesară (Pentru poduri peste cursuri de apă cu debite $Q_c < 1000 \text{ m}^3$ - fără plutitori)

$C_{t_{intr}}$ - Cota intradosului podului $C_{t_{intr}} := NST - h_c = 370.69$ m

Δ_{hl} - Înălțimea de liberă trecere sub pod $\Delta_{hl} := C_{t_{intr}} - NA_p = 0.92$ m

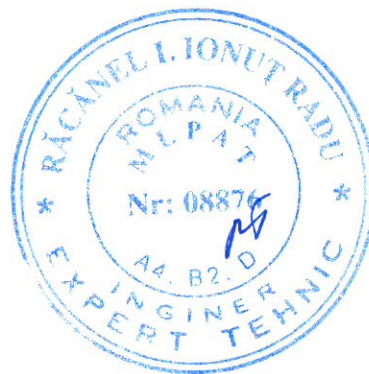
Condiția de verificare $p_{\Delta h} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } \Delta_{hl} \geq \Delta_h \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } \Delta_{hl} < \Delta_h \end{cases} = \text{"DA, se Verifică"}$

Concluzie: Podul asigură deșeu debitului cu asigurare de 1%.

Întocmit,
ing. Andrei RADU



Verificat,
ing. Cristina VARĂ-OROS



BREVIAR DE CALCUL HIDRAULIC pentru situația existentă

Pod km 517+148, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor

1. Date generale:

Calculul hidraulic a fost efectuat pentru verificarea capacității de scurgere a apelor în zona podului și pentru a determina adâncimea apei și înălțimea liberă, la curgerea pe sub pod. Pentru efectuarea calculului s-au utilizat datele obținute din teren, din fișa podului, precum și rezultatele ridicărilor topografice efectuate pentru întocmirea proiectului. S-a urmarit ca în cazul existenței mai multor linii c.f., cu structuri constructive diferite, elementele geometrice și hidraulice luate în calcul să fie cele mai defavorabile.

Debitul de calcul cu probabilitatea de depășire de 1%, a fost comunicat de Administrația Bazinală de Apă Someș-Tisa, Cluj prin "Confirmarea de comandă nr. 6476/2017".

Podul are următoarele caracteristici pentru ambele fire c.f.:

- Lungimea totală între fețele zidurilor de gardă ale culeelor: 11,60m.
- Lumina între fețele culeelor: 10,00m.
- Înălțimea maximă liberă sub pod: 3,02m.
- Infrastructurile alcătuite din: beton.
- Suprastructura alcătuită din două tabliere tip grinzi gemene inimă plină, cale sus, sudate, pe fiecare fir.
- Racordările cu terasamentele sunt realizate cu aripi în partea amonte, fir I și sferturi de con pereate în aval (fir II).
- Podul traversează valea Viștea.
- Poziția podului față de albie: normală.
- Albia este pereată în zona podului, dar în amonte și aval este colmatată și acoperită cu vegetație abundentă.

2. Date de intrare

NSS := 390.87	m	- Cota absolută a nivelului superior al șinei în ax pod (conf. studiu topo)
$h_c := 0.58$	m	- Înălțimea de construcție a podului (conf. releveu)
$Q_{1\%} := 49.80$	m ³ /s	- Debitul de calcul
$C_{t_{am}} := 387.54$	m	- Cota absolută a talvegului în secțiunea amonte
$C_{t_{av}} := 386.12$	m	- Cota absolută a talvegului în secțiunea aval
$C_{t_p} := 387.41$	m	- Cota absolută a talvegului în ax pod
$D_{am_{av}} := 71.91$	m	- Distanța dintre secțiunile amonte și aval
$D_{av_p} := 51.36$	m	- Distanța dintre secțiunea aval și secțiunea din ax pod
$y := \frac{1}{6}$		- Exponent pentru cursuri de apă la șes
$\epsilon_p := 0.95$		- Coeficientul de contractie în zona podului
NST := NSS - 0.2 = 390.67	m	- Cota absolută a nivelului superior al traversei în ax pod
$i := \frac{C_{t_{am}} - C_{t_{av}}}{D_{am_{av}}} = 1.97\%$		- Panta generala a talvegului albiei



3. Calculul hidraulic în albia aval

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$A_{av} := 23.37 \text{ m}^2$	- Aria secțiunii de scurgere în aval
$P_{av} := 34.56 \text{ m}$	- Perimetrul udat în aval
$h_{av} := 2.75 \text{ m}$	- Adâncimea apei în secțiunea aval
$n_{av} := 0.050$	- Coeficientul de rugozitate al albiei în aval

R_{av} - Raza hidraulică	$R_{av} := \frac{A_{av}}{P_{av}} = 0.6762 \text{ m}$
----------------------------	--

C_{av} - Coeficientul lui Chezy	$C_{av} := \frac{1}{n_{av}} \cdot R_{av}^y = 18.74$
-----------------------------------	---

v_{av} - Viteza medie a apei în aval	$v_{av} := C_{av} \cdot \sqrt{(R_{av} \cdot i)} = 2.17 \text{ m/s}$
--	---

Q_{cap}^{av} - Debitul capabil al albiei aval	$Q_{capav} := v_{av} \cdot A_{av} = 50.60 \text{ m}^3/\text{s}$
---	---

NA_{av} - Cota absolută a nivelului apei în secțiunea aval	$NA_{av} := Ct_{av} + h_{av} = 388.87 \text{ m}$
--	--

Condiția _{de_verificare_av} :=	$\begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{capav} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{capav} < Q_{1\%} \end{cases} = \text{"DA, se Verifică"}$
---	--

4. Calculul hidraulic în albia amonte

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$A_{am} := 21.22 \text{ m}^2$	- Aria secțiunii de scurgere în amonte
$P_{am} := 27.53 \text{ m}$	- Perimetrul udat în amonte
$h_{am} := 2.49 \text{ m}$	- Adâncimea apei în secțiunea amonte
$n_{am} := 0.050$	- Coeficientul de rugozitate al albiei în amonte

R_{am} - Raza hidraulică	$R_{am} := \frac{A_{am}}{P_{am}} = 0.7708 \text{ m}$
----------------------------	--

C_{am} - Coeficientul lui Chezy	$C_{am} := \frac{1}{n_{am}} \cdot R_{am}^y = 19.15$
-----------------------------------	---

v_{am} - Viteza medie a apei în amonte	$v_{am} := C_{am} \cdot \sqrt{(R_{am} \cdot i)} = 2.36 \text{ m/s}$
--	---

Q_{cap}^{am} - Debitul capabil al albiei amonte	$Q_{capam} := v_{am} \cdot A_{am} = 50.14 \text{ m}^3/\text{s}$
---	---

NA_{am} - Cota absolută a nivelului apei în secțiunea amonte	$NA_{am} := Ct_{am} + h_{am} = 390.03 \text{ m}$
--	--

Condiția _{de_verificare_am} :=	$\begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{capam} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{capam} < Q_{1\%} \end{cases} = \text{"DA, se Verifică"}$
---	--

5. Calculul hidraulic în secțiunea podului

5.1. Verificarea capacității de curgere

$$A_p := 12.13 \text{ m}^2$$

- Aria secțiunii de scurgere în ax pod

$$P_p := 9.66 \text{ m}$$

- Perimetrul udat în ax pod

$$n_p := 0.033$$

- Coeficientul de rugozitate al albiei în zona podului

i_w - Panta hidraulică

$$i_w := \frac{NA_{am} - NA_{av}}{D_{am_{av}}} = 1.61\%$$

NA_p - Cota absolută a nivelului apei în secțiunea podului

$$NA_p := NA_{av} + \frac{NA_{am} - NA_{av}}{D_{am_{av}}} \cdot D_{av_p} = 389.70 \text{ m}$$

h_p - Adâncimea apei în ax pod

$$h_p := NA_p - Ct_p = 2.29 \text{ m}$$

R_p - Raza hidraulică în secțiunea podului

$$R_p := \frac{A_p}{P_p} = 1.26 \text{ m}$$

C_p - Coeficientul lui Chezy

$$C_p := \frac{1}{n_p} \cdot R_p^y = 31.48$$

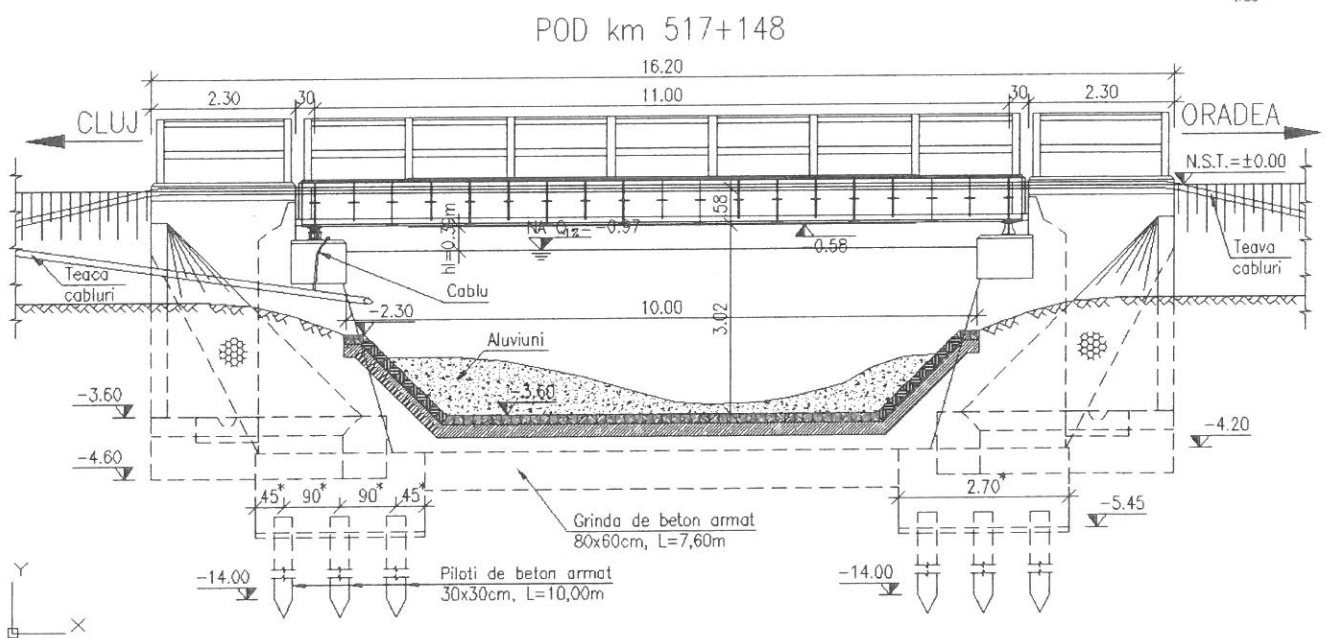
v_p - Viteza medie a apei în zona podului

$$v_p := C_p \cdot \sqrt{(R_p \cdot i_w)} = 4.48 \text{ m/s}$$

Q_{capp}^p - Debitul capabil al podului

$$Q_{capp} := \epsilon_p \cdot v_p \cdot A_p = 51.62 \text{ m}^3/\text{s}$$

Condiția_{de_verificare_p_Q} := $\begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{capp} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{capp} < Q_{1\%} \end{cases} = \text{"DA, se Verifică"}$



5.2. Verificarea înălțimii de liberă trecere sub pod

$\Delta_h := 1.00$ m - Înălțimea de liberă trecere sub pod necesară (Pentru poduri peste cursuri de apă cu debite $Q_c < 1000 \text{ m}^3$ - cu plutitori)

$C_{t_{intr}}$ - Cota intradosului podului $C_{t_{intr}} := NST - h_c = 390.09$ m

Δ_{hl} - Înălțimea de liberă trecere sub pod $\Delta_{hl} := C_{t_{intr}} - NA_p = 0.39$ m

Condiția de verificare $p_{\Delta h} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } \Delta_{hl} \geq \Delta_h \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } \Delta_{hl} < \Delta_h \end{cases} = \text{"NU se Verifică!!!"}"$

Concluzie: Podul asigură deșeu debitului cu asigurare de 1%, dar nu asigură gabaritul de liberă trecere, deci, în consecință, nu corespunde din punct de vedere hidraulic.

Întocmit,
ing. Andrei RADU



Verificat,
ing. Cristina VARĂ-OROS



BREVIAR DE CALCUL HIDRAULIC pentru situația existentă

Pod km 519+752, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor

1. Date generale:

Calculul hidraulic a fost efectuat pentru verificarea capacității de scurgere a apelor în zona podului și pentru a determina adâncimea apei și înălțimea liberă, la curgerea pe sub pod. Pentru efectuarea calculului s-au utilizat datele obținute din teren, din fișa podului, precum și rezultatele ridicărilor topografice efectuate pentru întocmirea proiectului. S-a urmarit ca în cazul existenței mai multor linii c.f., cu structuri constructive diferite, elementele geometrice și hidraulice luate în calcul să fie cele mai defavorabile.

Debitul de calcul cu probabilitatea de depășire de 1%, a fost comunicat de INHGA prin "Confirmarea de comandă nr. 619/2017".

Podul are următoarele caracteristici pentru ambele fire c.f.:

- Lungimea totală între fețele zidurilor de gardă ale culeelor: 11,60m.
- Lumina între fețele culeelor: 10,10m.
- Înălțimea maximă liberă sub pod: 2,60m.
- Infrastructurile alcătuite din: beton.
- Suprastructura alcătuită din două tabliere tip grinzi gemene inimă plină, cale sus, sudate, pe fiecare fir.
- Racordările cu terasamentele sunt realizate cu sferturi de con pereate.
- Podul are rol de descărcare a apelor dintr-o parte în alta a c.f.
- Poziția podului față de albie: normală.
- Albia are un traseu în formă de "S" în zona podului, este pereată în zona podului, dar în amonte și aval este colmatată și acoperită cu vegetație abundentă.

2. Date de intrare

NSS := 400.22	m	- Cota absolută a nivelului superior al șinei în ax pod (conf. studiu topo)
$h_c := 0.58$	m	- Înălțimea de construcție a podului (conf. releveu)
$Q_{1\%} := 36.70$	m ³ /s	- Debitul de calcul
$C_{t_{am}} := 397.85$	m	- Cota absolută a talvegului în secțiunea amonte
$C_{t_{av}} := 395.69$	m	- Cota absolută a talvegului în secțiunea aval
$C_{t_p} := 397.23$	m	- Cota absolută a talvegului în ax pod
$D_{am_{av}} := 92.42$	m	- Distanța dintre secțiunile amonte și aval
$D_{av_p} := 49.88$	m	- Distanța dintre secțiunea aval și secțiunea din ax pod
$y := \frac{1}{6}$		- Exponent pentru cursuri de apă la șes
$\epsilon_p := 0.95$		- Coeficientul de contractie în zona podului
NST := NSS - 0.2 = 400.02	m	- Cota absolută a nivelului superior al traversei în ax pod
$i := \frac{C_{t_{am}} - C_{t_{av}}}{D_{am_{av}}} = 2.34\%$		- Panta generală a talvegului albiei



3. Calculul hidraulic în albia aval

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$A_{av} := 16.37 \text{ m}^2$	- Aria secțiunii de scurgere în aval
$P_{av} := 25.57 \text{ m}$	- Perimetrul udat în aval
$h_{av} := 2.66 \text{ m}$	- Adâncimea apei în secțiunea aval
$n_{av} := 0.050$	- Coeficientul de rugozitate al albiei în aval

R_{av} - Raza hidraulică	$R_{av} := \frac{A_{av}}{P_{av}} = 0.6402 \text{ m}$
----------------------------	--

C_{av} - Coeficientul lui Chezy	$C_{av} := \frac{1}{n_{av}} \cdot R_{av}^y = 18.57$
-----------------------------------	---

v_{av} - Viteza medie a apei în aval	$v_{av} := C_{av} \cdot \sqrt{(R_{av} \cdot i)} = 2.27 \text{ m/s}$
--	---

Q_{cap}^{av} - Debitul capabil al albiei aval	$Q_{capav} := v_{av} \cdot A_{av} = 37.18 \text{ m}^3/\text{s}$
---	---

NA_{av} - Cota absolută a nivelului apei în secțiunea aval	$NA_{av} := Ct_{av} + h_{av} = 398.35 \text{ m}$
--	--

Condiția _{de_verificare_av} :=	$\begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{capav} \geq Q_1\% \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{capav} < Q_1\% \end{cases} = \text{"DA, se Verifică"}$
---	--

4. Calculul hidraulic în albia amonte

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$A_{am} := 11.57 \text{ m}^2$	- Aria secțiunii de scurgere în amonte
$P_{am} := 10.93 \text{ m}$	- Perimetrul udat în amonte
$h_{am} := 1.68 \text{ m}$	- Adâncimea apei în secțiunea amonte
$n_{am} := 0.050$	- Coeficientul de rugozitate al albiei în amonte

R_{am} - Raza hidraulică	$R_{am} := \frac{A_{am}}{P_{am}} = 1.0586 \text{ m}$
----------------------------	--

C_{am} - Coeficientul lui Chezy	$C_{am} := \frac{1}{n_{am}} \cdot R_{am}^y = 20.19$
-----------------------------------	---

v_{am} - Viteza medie a apei în amonte	$v_{am} := C_{am} \cdot \sqrt{(R_{am} \cdot i)} = 3.18 \text{ m/s}$
--	---

Q_{cap}^{am} - Debitul capabil al albiei amonte	$Q_{capam} := v_{am} \cdot A_{am} = 36.74 \text{ m}^3/\text{s}$
---	---

NA_{am} - Cota absolută a nivelului apei în secțiunea amonte	$NA_{am} := Ct_{am} + h_{am} = 399.53 \text{ m}$
--	--

Condiția _{de_verificare_am} :=	$\begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{capam} \geq Q_1\% \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{capam} < Q_1\% \end{cases} = \text{"DA, se Verifică"}$
---	--

5. Calculul hidraulic în secțiunea podului

5.1. Verificarea capacității de curgere

$$A_p := 13.36 \text{ m}^2$$

- Aria secțiunii de scurgere în ax pod

$$P_p := 11.31 \text{ m}$$

- Perimetrul udat în ax pod

$$n_p := 0.033$$

- Coeficientul de rugozitate al albiei în zona podului

i_w - Panta hidraulică

$$i_w := \frac{NA_{am} - NA_{av}}{D_{am_{av}}} = 1.28\%$$

NA_p - Cota absolută a nivelului apei în secțiunea podului

$$NA_p := NA_{av} + \frac{NA_{am} - NA_{av}}{D_{am_{av}}} \cdot D_{av_p} = 398.99 \text{ m}$$

h_p - Adâncimea apei în ax pod

$$h_p := NA_p - Ct_p = 1.76 \text{ m}$$

R_p - Raza hidraulică în secțiunea podului

$$R_p := \frac{A_p}{P_p} = 1.18 \text{ m}$$

C_p - Coeficientul lui Chezy

$$C_p := \frac{1}{n_p} \cdot R_p^y = 31.16$$

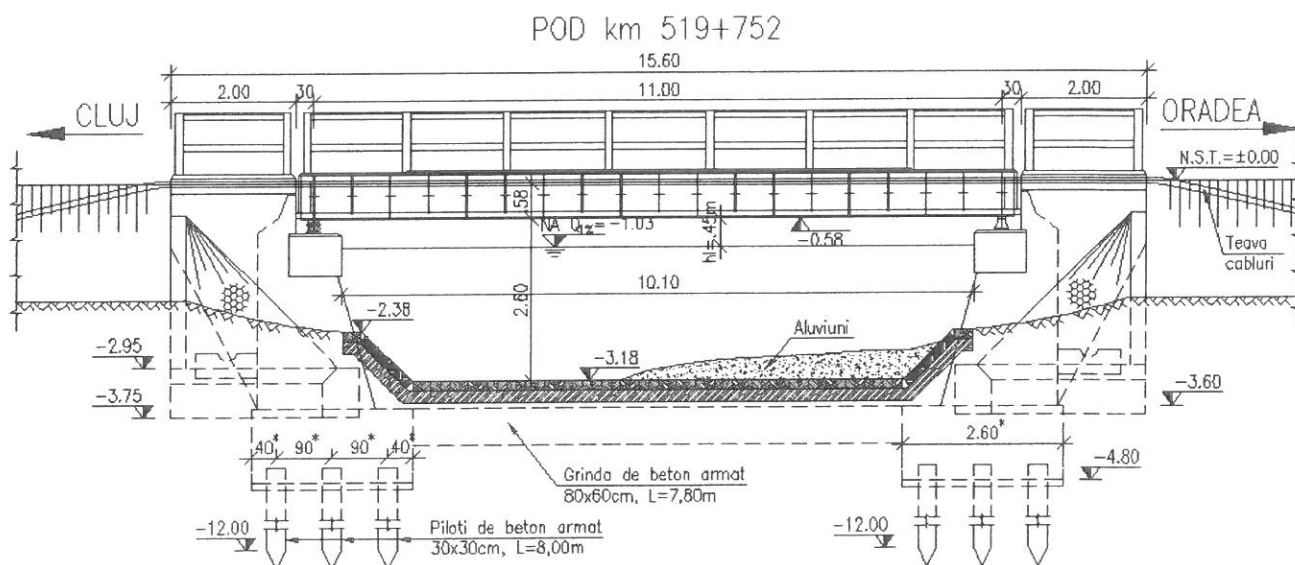
v_p - Viteza medie a apei în zona podului

$$v_p := C_p \cdot \sqrt{(R_p \cdot i_w)} = 3.83 \text{ m/s}$$

Q_{capp}^p - Debitul capabil al podului

$$Q_{capp} := \epsilon_p \cdot v_p \cdot A_p = 48.56 \text{ m}^3/\text{s}$$

Condiția_{de_verificare_p_Q} := $\begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{capp} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{capp} < Q_{1\%} \end{cases} = \text{"DA, se Verifică"}$



5.2. Verificarea înălțimii de liberă trecere sub pod

$\Delta_h := 1.00$ m - Înălțimea de liberă trecere sub pod necesară (Pentru poduri peste cursuri de apă cu debite $Q_c < 1000 \text{ m}^3$ - cu plutitori)

$C_{i_{intr}}$ - Cota intradosului podului $C_{i_{intr}} := NST - h_c = 399.44$ m

Δ_{hl} - Înălțimea de liberă trecere sub pod $\Delta_{hl} := C_{i_{intr}} - NA_p = 0.45$ m

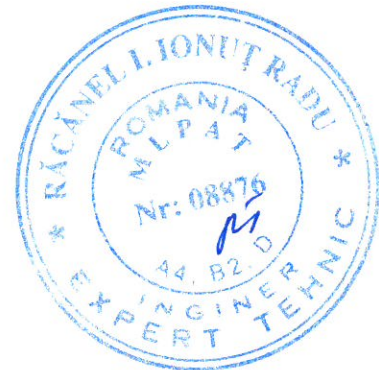
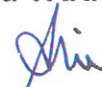
Condiția_{de_verificare_p_Δh} := $\begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } \Delta_{hl} \geq \Delta_h \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } \Delta_{hl} < \Delta_h \end{cases} = \text{"NU se Verifică!!!"}$

Concluzie: Podul asigură deșeușul debitului cu asigurare de 1%, dar nu respectă gabaritul de liberă trecere sub pod, deci, în consecință, nu corespunde din punct de vedere hidraulic.

Întocmit,
ing. Andrei RADU



Verificat,
ing. Cristina VARĂ-OROS



BREVIAR DE CALCUL HIDRAULIC pentru situația existentă

Pod km 521+014, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor

1. Date generale:

Calculul hidraulic a fost efectuat pentru verificarea capacității de scurgere a apelor în zona podului și pentru a determina adâncimea apei și înălțimea liberă, la curgerea pe sub pod. Pentru efectuarea calculului s-au utilizat datele obținute din teren, din fișa podului, precum și rezultatele ridicărilor topografice efectuate pentru întocmirea proiectului. S-a urmarit ca în cazul existenței mai multor linii c.f., cu structuri constructive diferite, elementele geometrice și hidraulice luate în calcul să fie cele mai defavorabile.

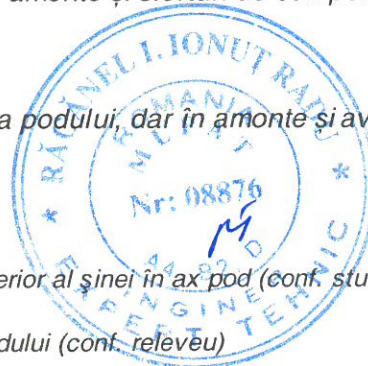
Debitul de calcul cu probabilitatea de depășire de 1%, a fost comunicat de Administrația Bazinală de Apă Someș-Tisa, Cluj prin "Confirmarea de comandă nr. 6476/2017".

Podul are următoarele caracteristici pentru ambele fire c.f.:

- Lungimea totală între fețele zidurilor de gardă ale culeelor: 12,50m.
- Lumina între fețele culeelor: 11,00m.
- Înălțimea maximă liberă sub pod: 1,74m.
- Infrastructurile alcătuite din: beton.
- Suprastructura alcătuită din două tabliere tip grinzi gemene inimă plină, cale sus, sudate, pe fiecare fir.
- Racordările cu terasamentele sunt realizate cu ziduri de sprijin în amonte și sferturi de con pereate în aval.
- Podul traversează pârâul Nădășel.
- Poziția podului față de albie: normală.
- Albia are un traseu rectiliniu în zona podului, este pereată în zona podului, dar în amonte și aval este colmatată și acoperită cu vegetație abundentă de baltă.

2. Date de intrare

NSS := 406.97	m	- Cota absolută a nivelului superior al șinei în ax pod (conf. studiu topo)
$h_c := 0.62$	m	- Înălțimea de construcție a podului (conf. relevu)
$Q_{1\%} := 38.80$	m ³ /s	- Debitul de calcul
$C_{t_{am}} := 405.23$	m	- Cota absolută a talvegului în secțiunea amonte
$C_{t_{av}} := 403.78$	m	- Cota absolută a talvegului în secțiunea aval
$C_{t_p} := 404.46$	m	- Cota absolută a talvegului în ax pod
$D_{am_{av}} := 37.18$	m	- Distanța dintre secțiunile amonte și aval
$D_{av_p} := 25.20$	m	- Distanța dintre secțiunea aval și secțiunea din ax pod
$y := \frac{1}{6}$		- Exponent pentru cursuri de apă la șes
$\epsilon_p := 0.95$		- Coeficientul de contractie în zona podului
NST := NSS - 0.2 = 406.77	m	- Cota absolută a nivelului superior al traversei în ax pod
$i := \frac{C_{t_{am}} - C_{t_{av}}}{D_{am_{av}}} = 3.9\%$		- Panta generala a talvegului albiei



3. Calculul hidraulic în albia aval

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$A_{av} := 11.12 \text{ m}^2$	- Aria secțiunii de scurgere în aval
$P_{av} := 13.15 \text{ m}$	- Perimetrul udat în aval
$h_{av} := 1.79 \text{ m}$	- Adâncimea apei în secțiunea aval
$n_{av} := 0.050$	- Coeficientul de rugozitate al albiei în aval

R_{av} - Raza hidraulică	$R_{av} := \frac{A_{av}}{P_{av}} = 0.8456$	m
----------------------------	--	---

C_{av} - Coeficientul lui Chezy	$C_{av} := \frac{1}{n_{av}} \cdot R_{av}^y = 19.45$
-----------------------------------	---

v_{av} - Viteza medie a apei în aval	$v_{av} := C_{av} \cdot \sqrt{(R_{av} \cdot i)} = 3.53$	m/s
--	---	-----

Q_{cap}^{av} - Debitul capabil al albiei aval	$Q_{capav} := v_{av} \cdot A_{av} = 39.28$	m ³ /s
---	--	-------------------

NA_{av} - Cota absolută a nivelului apei în secțiunea aval	$NA_{av} := Ct_{av} + h_{av} = 405.57$	m
--	--	---

Condiția _{de_verificare_av} :=	$\begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{capav} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{capav} < Q_{1\%} \end{cases}$	= "DA, se Verifică"
---	---	---------------------

4. Calculul hidraulic în albia amonte

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$A_{am} := 8.99 \text{ m}^2$	- Aria secțiunii de scurgere în amonte
$P_{am} := 7.83 \text{ m}$	- Perimetrul udat în amonte
$h_{am} := 2.46 \text{ m}$	- Adâncimea apei în secțiunea amonte
$n_{am} := 0.050$	- Coeficientul de rugozitate al albiei în amonte

R_{am} - Raza hidraulică	$R_{am} := \frac{A_{am}}{P_{am}} = 1.15$	m
----------------------------	--	---

C_{am} - Coeficientul lui Chezy	$C_{am} := \frac{1}{n_{am}} \cdot R_{am}^y = 20.47$
-----------------------------------	---

v_{am} - Viteza medie a apei în amonte	$v_{am} := C_{am} \cdot \sqrt{(R_{am} \cdot i)} = 4.33$	m/s
--	---	-----

Q_{cap}^{am} - Debitul capabil al albiei amonte	$Q_{capam} := v_{am} \cdot A_{am} = 38.93$	m ³ /s
---	--	-------------------

NA_{am} - Cota absolută a nivelului apei în secțiunea amonte	$NA_{am} := Ct_{am} + h_{am} = 407.69$	m
--	--	---

Condiția _{de_verificare_am} :=	$\begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{capam} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{capam} < Q_{1\%} \end{cases}$	= "DA, se Verifică"
---	---	---------------------

5. Calculul hidraulic în secțiunea podului

5.1. Verificarea capacității de curgere

$$A_p := 23.01 \text{ m}^2$$

- Aria secțiunii de scurgere în ax pod

$$P_p := 14.27 \text{ m}$$

- Perimetrul udat în ax pod

$$n_p := 0.033$$

- Coeficientul de rugozitate al albiei în zona podului

i_w - Panta hidraulică

$$i_w := \frac{NA_{am} - NA_{av}}{D_{am_av}} = 5.70\%$$

NA_p - Cota absolută a nivelului apei în secțiunea podului

$$NA_p := NA_{av} + \frac{NA_{am} - NA_{av}}{D_{am_av}} \cdot D_{av_p} = 407.01 \text{ m}$$

h_p - Adâncimea apei în ax pod

$$h_p := NA_p - Ct_p = 2.55 \text{ m}$$

R_p - Raza hidraulică în secțiunea podului

$$R_p := \frac{A_p}{P_p} = 1.61 \text{ m}$$

C_p - Coeficientul lui Chezy

$$C_p := \frac{1}{n_p} \cdot R_p^y = 32.81$$

v_p - Viteza medie a apei în zona podului

$$v_p := C_p \cdot \sqrt{(R_p \cdot i_w)} = 9.95 \text{ m/s}$$

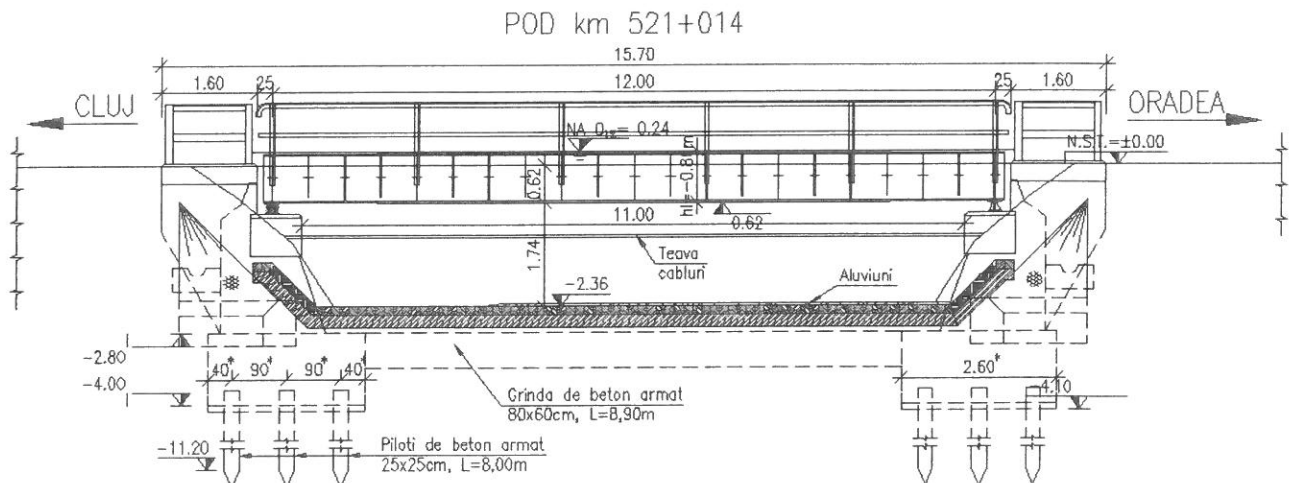
Q_{capp}^p - Debitul capabil al podului

$$Q_{capp} := \epsilon_p \cdot v_p \cdot A_p = 217.5 \text{ m}^3/\text{s}$$

NA_p - Cota absolută a nivelului apei în secțiunea podului

$$NA_p := Ct_p + h_p = 407.01 \text{ m}$$

$$\text{Condiția}_{de_verificare_p_Q} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{capp} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{capp} < Q_{1\%} \end{cases} = \text{"DA, se Verifică"}$$



5.2. Verificarea înălțimii de liberă trecere sub pod

$\Delta_h := 1.00$ m - Înălțimea de liberă trecere sub pod necesară (Pentru poduri peste cursuri de apă cu debite $Q_c < 1000 \text{m}^3$ - cu plutitori)

Ct_{intr} - Cota intradosului podului $Ct_{intr} := NST - h_c = 406.15$ m

Δ_{hl} - Înălțimea de liberă trecere sub pod $\Delta_{hl} := Ct_{intr} - NA_p = -0.86$ m

Condiția_{de_verificare_p_Δh} := $\begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } \Delta_{hl} \geq \Delta_h \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } \Delta_{hl} < \Delta_h \end{cases} = \text{"NU se Verifică!!!"}$

Concluzie: Podul nu asigură debușul debitului cu asigurare de 1%.

Întocmit,
ing. Andrei RADU



Verificat,
ing. Cristina VARĂ-OROS



BREVIAR DE CALCUL HIDRAULIC pentru situația existentă

Pod km 521+627, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor

1. Date generale:

Calculul hidraulic a fost efectuat pentru verificarea capacității de scurgere a apelor în zona podului și pentru a determina adâncimea apei și înălțimea liberă, la curgerea pe sub pod. Pentru efectuarea calculului s-au utilizat datele obținute din teren, din fișa podului, precum și rezultatele ridicărilor topografice efectuate pentru întocmirea proiectului. S-a urmarit ca în cazul existenței mai multor linii c.f., cu structuri constructive diferite, elementele geometrice și hidraulice luate în calcul să fie cele mai defavorabile.

Debitul de calcul cu probabilitatea de depășire de 1%, a fost comunicat de INHGA prin "Confirmarea de comandă nr. 619/2017".

Podul are următoarele caracteristici:

- Este construit pentru 6 linii c.f., dar una este dezafectată
- Lungimea totală a podului: 9,75m.
- Lumina între fețele culeelor: 5,40m.
- Înălțimea maximă liberă sub pod: 1,00m, în amonte.
- Infrastructurile alcătuite din: beton.
- Suprastructura alcătuită din dale din beton armat.
- Racordările cu terasamentele sunt realizate cu sferturi de con pereate.
- Podul are rol de descărcare a apelor dintr-o parte în alta a c.f.
- Poziția podului față de albie: normală.
- Albia are un traseu în formă de "S" în zona podului, este pereată în zona podului, dar în amonte și aval este colmatată și acoperită cu vegetație abundentă.



2. Date de intrare

$NSS := 408.95$ m	- Cota absolută a nivelului superior al șinei în ax pod (conf. studiu topo)
$h_c := 1.38$ m	- Înălțimea de construcție a podului (conf. releveu)
$Q_{1\%} := 5.55$ m ³ /s	- Debitul de calcul
$C_{t_{am}} := 406.15$ m	- Cota absolută a talvegului în secțiunea amonte
$C_{t_{av}} := 405.22$ m	- Cota absolută a talvegului în secțiunea aval
$C_{t_p} := 406.27$ m	- Cota absolută a talvegului în ax pod
$D_{am_{av}} := 60.04$ m	- Distanța dintre secțiunile amonte și aval
$D_{av_p} := 34.94$ m	- Distanța dintre secțiunea aval și secțiunea din ax pod
$y := \frac{1}{6}$	- Exponent pentru cursuri de apă la șes
$\epsilon_p := 0.95$	- Coeficientul de contractie în zona podului
$NST := NSS - 0.2 = 408.75$ m	- Cota absolută a nivelului superior al traversei în ax pod
$i := \frac{C_{t_{am}} - C_{t_{av}}}{D_{am_{av}}} = 1.55\%$	- Panta generală a talvegului albiei

3. Calculul hidraulic în albia aval

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$A_{av} := 3.21 \text{ m}^2$	- Aria secțiunii de scurgere în aval
$P_{av} := 5.53 \text{ m}$	- Perimetrul udat în aval
$h_{av} := 1.01 \text{ m}$	- Adâncimea apei în secțiunea aval
$n_{av} := 0.050$	- Coeficientul de rugozitate al albiei în aval

$$R_{av} - \text{Raza hidraulică} \quad R_{av} := \frac{A_{av}}{P_{av}} = 0.5805 \quad \text{m}$$

$$C_{av} - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C_{av} := \frac{1}{n_{av}} \cdot R_{av}^y = 18.27$$

$$v_{av} - \text{Viteza medie a apei în aval} \quad v_{av} := C_{av} \cdot \sqrt{(R_{av} \cdot i)} = 1.73 \quad \text{m/s}$$

$$Q_{capav} - \text{Debitul capabil al albiei aval} \quad Q_{capav} := v_{av} \cdot A_{av} = 5.56 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

$$NA_{av} - \text{Cota absolută a nivelului apei în secțiunea aval} \quad NA_{av} := Ct_{av} + h_{av} = 406.23 \quad \text{m}$$

$$\text{Condiția}_{de_verificare_av} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{capav} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{capav} < Q_{1\%} \end{cases} = \text{"DA, se Verifică"}$$

4. Calculul hidraulic în albia amonte

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$A_{am} := 3.26 \text{ m}^2$	- Aria secțiunii de scurgere în amonte
$P_{am} := 5.63 \text{ m}$	- Perimetrul udat în amonte
$h_{am} := 1.12 \text{ m}$	- Adâncimea apei în secțiunea amonte
$n_{am} := 0.050$	- Coeficientul de rugozitate al albiei în amonte

$$R_{am} - \text{Raza hidraulică} \quad R_{am} := \frac{A_{am}}{P_{am}} = 0.579 \quad \text{m}$$

$$C_{am} - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C_{am} := \frac{1}{n_{am}} \cdot R_{am}^y = 18.26$$

$$v_{am} - \text{Viteza medie a apei în amonte} \quad v_{am} := C_{am} \cdot \sqrt{(R_{am} \cdot i)} = 1.73 \quad \text{m/s}$$

$$Q_{capam} - \text{Debitul capabil al albiei amonte} \quad Q_{capam} := v_{am} \cdot A_{am} = 5.64 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

$$NA_{am} - \text{Cota absolută a nivelului apei în secțiunea amonte} \quad NA_{am} := Ct_{am} + h_{am} = 407.27 \quad \text{m}$$

$$\text{Condiția}_{de_verificare_am} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{capam} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{capam} < Q_{1\%} \end{cases} = \text{"DA, se Verifică"}$$

5. Calculul hidraulic în secțiunea podului

5.1. Verificarea capacității de curgere

$$A_p := 2.10 \quad \text{m}^2$$

- Aria secțiunii de scurgere în ax pod

$$P_p := 5.93 \quad \text{m}$$

- Perimetrul udat în ax pod

$$n_p := 0.033$$

- Coeficientul de rugozitate al albiei în zona podului

i_w - Panta hidrolică

$$i_w := \frac{NA_{am} - NA_{av}}{D_{am_av}} = 1.73\%$$

NA_p - Cota absolută a nivelului apei în secțiunea podului

$$NA_p := NA_{av} + \frac{NA_{am} - NA_{av}}{D_{am_av}} \cdot D_{av_p} = 406.84 \quad \text{m}$$

h_p - Adâncimea apei în ax pod

$$h_p := NA_p - Ct_p = 0.57 \quad \text{m}$$

R_p - Raza hidrolică în secțiunea podului

$$R_p := \frac{A_p}{P_p} = 0.35 \quad \text{m}$$

C_p - Coeficientul lui Chezy

$$C_p := \frac{1}{n_p} \cdot R_p^y = 25.49$$

v_p - Viteza medie a apei în zona podului

$$v_p := C_p \cdot \sqrt{(R_p \cdot i_w)} = 2 \quad \text{m/s}$$

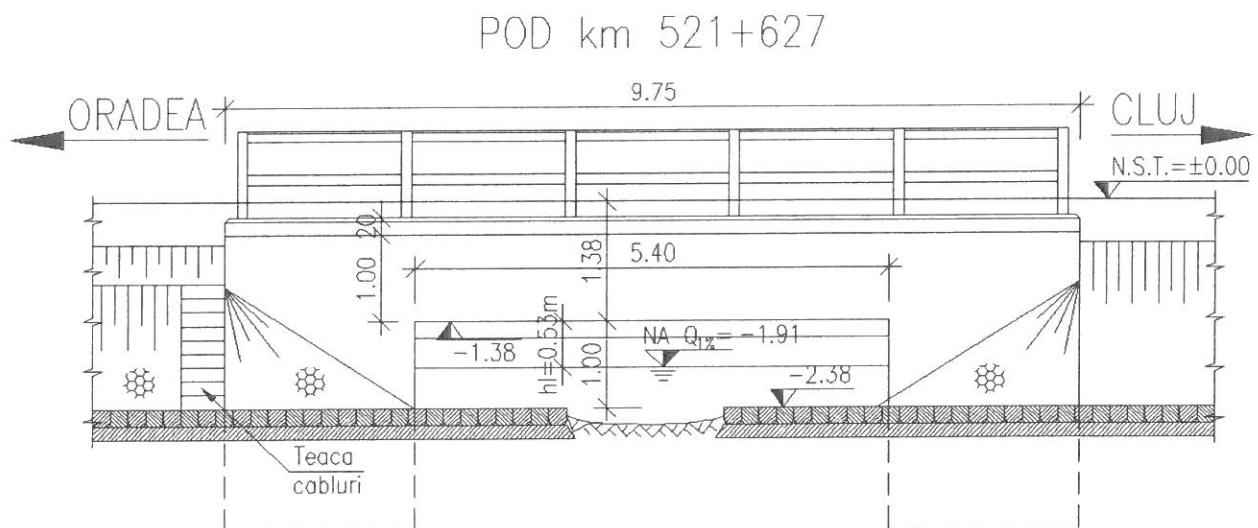
Q_{capp}^p - Debitul capabil al podului

$$Q_{capp} := \epsilon_p \cdot v_p \cdot A_p = 3.98 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

h_p - Adâncimea apei în ax pod

$$h_p := NA_p - Ct_p = 0.57 \quad \text{m}$$

$$\text{Condiția}_{de_verificare_p_Q} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{capp} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{capp} < Q_{1\%} \end{cases} = \text{"NU se Verifică!!!"}$$



5.2. Verificarea înălțimii de liberă trecere sub pod

$\Delta_h := 1.00$ m - Înălțimea de liberă trecere sub pod necesară (Pentru poduri peste cursuri de apă cu debite $Q_c < 1000 \text{ m}^3$ - cu plutitori)

$C_{t_{intr}}$ - Cota intradosului podului $C_{t_{intr}} := NST - h_c = 407.37$ m

Δ_{hl} - Înălțimea de liberă trecere sub pod $\Delta_{hl} := C_{t_{intr}} - NA_p = 0.53$ m


Condiția_{de_verificare_p_Δh} := $\begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } \Delta_{hl} \geq \Delta_h \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } \Delta_{hl} < \Delta_h \end{cases} = \text{"NU se Verifică!!!"}$

Concluzie: Podul nu asigură debușul debitului cu asigurare de 1%.

Întocmit,
ing. Andrei RADU



Verificat,
ing. Cristina VARĂ-OROS



BREVIAR DE CALCUL HIDRAULIC pentru situația existentă

Pod km 522+537, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor

1. Date generale:

Calculul hidraulic a fost efectuat pentru verificarea capacității de scurgere a apelor în zona podului și pentru a determina adâncimea apei și înălțimea liberă, la curgerea pe sub pod. Pentru efectuarea calculului s-au utilizat datele obținute din teren, din fișa podului, precum și rezultatele ridicărilor topografice efectuate pentru întocmirea proiectului. S-a urmarit ca în cazul existenței mai multor linii c.f., cu structuri constructive diferite, elementele geometrice și hidraulice luate în calcul să fie cele mai defavorabile.

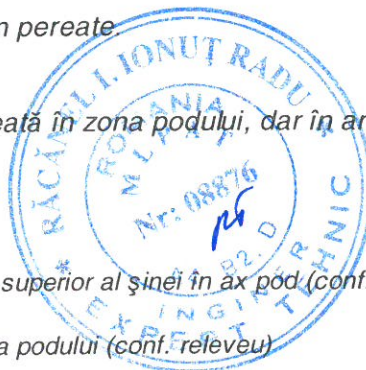
Debitul de calcul cu probabilitatea de depășire de 1%, a fost comunicat de INHGA prin "Confirmarea de comandă nr. 619/2017".

Podul are următoarele caracteristici pentru ambele fire:

- Lungimea totală a podului: 17,00m.
- Lumina între fețele culeelor: 11,00m.
- Înălțimea maximă liberă sub pod: 1,70m, în amonte.
- Infrastructurile alcătuite din: beton.
- Suprastructura alcătuită din tabliere metalice tip grinzi cu inimă plină, cale jos, sudate, pe fiecare din fire.
- Racordările cu terasamentele sunt realizate cu sferturi de con pereate
- Podul traversează valea Gârbovel.
- Poziția podului față de albie: normală.
- Albia are un traseu în formă de "S" în zona podului, este pereată în zona podului, dar în amonte și aval este colmatată și acoperită cu vegetație.

2. Date de intrare

NSS := 411.93	m	- Cota absolută a nivelului superior al șinei în ax pod (conf. studiu topo)
$h_c := 0.73$	m	- Înălțimea de construcție a podului (conf. releveu)
$Q_{1\%} := 45.20$	m ³ /s	- Debitul de calcul
$Ct_{am} := 409.22$	m	- Cota absolută a talvegului în secțiunea amonte
$Ct_{av} := 408.94$	m	- Cota absolută a talvegului în secțiunea aval
$Ct_p := 409.25$	m	- Cota absolută a talvegului în ax pod
$D_{am_av} := 45.85$	m	- Distanța dintre secțiunile amonte și aval
$D_{av_p} := 27.50$	m	- Distanța dintre secțiunea aval și secțiunea din ax pod
$y := \frac{1}{6}$		- Exponent pentru cursuri de apă la șes
$\epsilon_p := 0.95$		- Coeficientul de contractie în zona podului
NST := NSS - 0.2 = 411.73	m	- Cota absolută a nivelului superior al traversei în ax pod
$i := \frac{Ct_{am} - Ct_{av}}{D_{am_av}} = 0.61\%$		- Panta generală a talvegului albiei



3. Calculul hidraulic în albia aval

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$A_{av} := 15.91 \text{ m}^2$	- Aria secțiunii de scurgere în aval
$P_{av} := 12.08 \text{ m}$	- Perimetrul udat în aval
$h_{av} := 2.03 \text{ m}$	- Adâncimea apei în secțiunea aval
$n_{av} := 0.033$	- Coeficientul de rugozitate al albiei în aval

R_{av} - Raza hidraulică	$R_{av} := \frac{A_{av}}{P_{av}} = 1.3171$	m
----------------------------	--	---

C_{av} - Coeficientul lui Chezy	$C_{av} := \frac{1}{n_{av}} \cdot R_{av}^y = 31.73$
-----------------------------------	---

v_{av} - Viteza medie a apei în aval	$v_{av} := C_{av} \cdot \sqrt{(R_{av} \cdot i)} = 2.85$	m/s
--	---	-----

Q_{cap}^{av} - Debitul capabil al albiei aval	$Q_{capav} := v_{av} \cdot A_{av} = 45.27$	m ³ /s
---	--	-------------------

NA_{av} - Cota absolută a nivelului apei în secțiunea aval	$NA_{av} := Ct_{av} + h_{av} = 410.97$	m
--	--	---

Condiția _{de_verificare_av} :=	$\begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{capav} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{capav} < Q_{1\%} \end{cases}$	= "DA, se Verifică"
---	---	---------------------

4. Calculul hidraulic în albia amonte

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$A_{am} := 16.02 \text{ m}^2$	- Aria secțiunii de scurgere în amonte
$P_{am} := 12.28 \text{ m}$	- Perimetrul udat în amonte
$h_{am} := 2.31 \text{ m}$	- Adâncimea apei în secțiunea amonte
$n_{am} := 0.033$	- Coeficientul de rugozitate al albiei în amonte

R_{am} - Raza hidraulică	$R_{am} := \frac{A_{am}}{P_{am}} = 1.3046$	m
----------------------------	--	---

C_{am} - Coeficientul lui Chezy	$C_{am} := \frac{1}{n_{am}} \cdot R_{am}^y = 31.68$
-----------------------------------	---

v_{am} - Viteza medie a apei în amonte	$v_{am} := C_{am} \cdot \sqrt{(R_{am} \cdot i)} = 2.83$	m/s
--	---	-----

Q_{cap}^{am} - Debitul capabil al albiei amonte	$Q_{capam} := v_{am} \cdot A_{am} = 45.29$	m ³ /s
---	--	-------------------

NA_{am} - Cota absolută a nivelului apei în secțiunea amonte	$NA_{am} := Ct_{am} + h_{am} = 411.53$	m
--	--	---

Condiția _{de_verificare_am} :=	$\begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{capam} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{capam} < Q_{1\%} \end{cases}$	= "DA, se Verifică"
---	---	---------------------

5. Calculul hidraulic în secțiunea podului

5.1. Verificarea capacității de curgere

$A_p := 20.04 \text{ m}^2$	- Aria secțiunii de scurgere în ax pod
$P_p := 13.99 \text{ m}$	- Perimetrul udat în ax pod
$n_p := 0.033$	- Coeficientul de rugozitate al albiei în zona podului

i_w - Panta hidraulică $i_w := \frac{NA_{am} - NA_{av}}{D_{am_{av}}} = 1.22\%$

NA_p - Cota absolută a nivelului apei în secțiunea podului $NA_p := NA_{av} + \frac{NA_{am} - NA_{av}}{D_{am_{av}}} \cdot D_{av_{p}} = 411.31 \text{ m}$

h_p - Adâncimea apei în ax pod $h_p := NA_p - Ct_p = 2.06 \text{ m}$

R_p - Raza hidraulică în secțiunea podului $R_p := \frac{A_p}{P_p} = 1.43 \text{ m}$

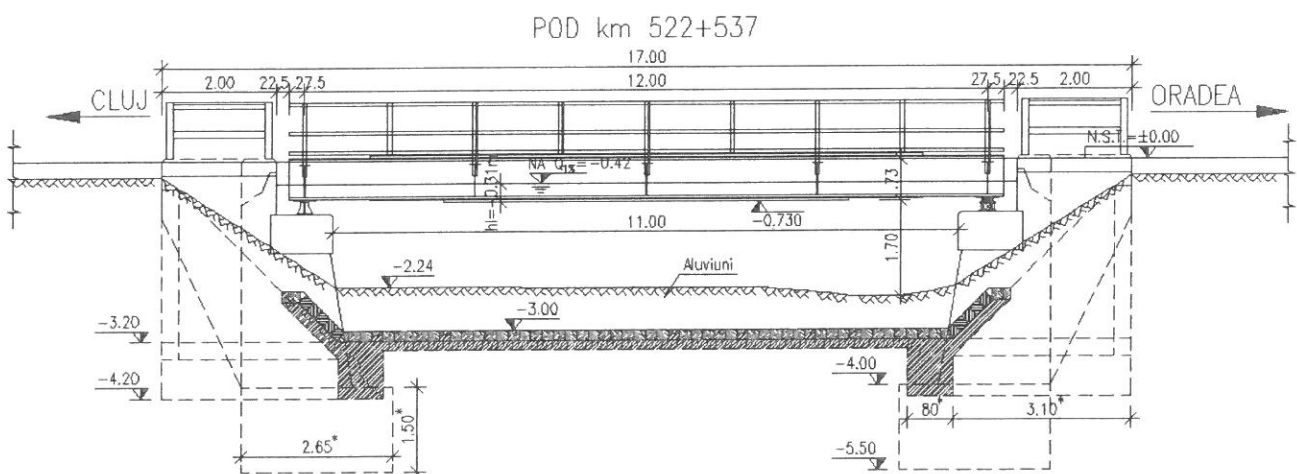
C_p - Coeficientul lui Chezy $C_p := \frac{1}{n_p} \cdot R_p^y = 32.17$

v_p - Viteza medie a apei în zona podului $v_p := C_p \cdot \sqrt{(R_p \cdot i_w)} = 4.26 \text{ m/s}$

Q_{capp}^p - Debitul capabil al podului $Q_{capp} := \epsilon_p \cdot v_p \cdot A_p = 81.02 \text{ m}^3/\text{s}$

h_p - Adâncimea apei în ax pod $h_p := NA_p - Ct_p = 2.06 \text{ m}$

Condiția_{de_verificare_p_Q} := $\begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{capp} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{capp} < Q_{1\%} \end{cases} = \text{"DA, se Verifică"}$



5.2. Verificarea înălțimii de liberă trecere sub pod

$$\Delta_h := 1.00 \text{ m}$$

- Înălțimea de liberă trecere sub pod necesară (Pentru poduri peste cursuri de apă cu debite $Q_c < 1000 \text{ m}^3$ - cu plutitori)

$C_{t_{intr}}$ - Cota intradosului podului

$$C_{t_{intr}} := NST - h_c = 411 \text{ m}$$

Δ_{hl} - Înălțimea de liberă trecere sub pod

$$\Delta_{hl} := C_{t_{intr}} - NA_p = -0.31 \text{ m}$$

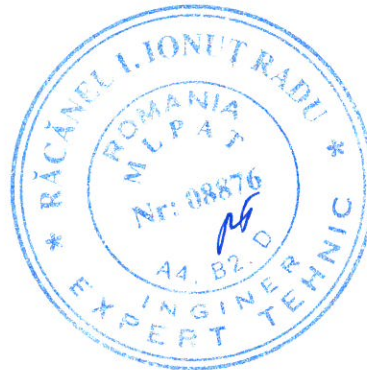
Condiția_{de_verificare_p_Δh} := $\begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } \Delta_{hl} \geq \Delta_h \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } \Delta_{hl} < \Delta_h \end{cases} = \text{"NU se Verifică!!!"}$

Concluzie: Podul asigură deșeu debitului cu asigurare de 1%, dar nu respectă gabaritul de liberă trecere sub pod, deci, în consecință, nu corespunde din punct de vedere hidraulic.

Întocmit,
ing. Andrei RADU



Verificat,
ing. Cristina VARĂ-OROS



BREVIAR DE CALCUL HIDRAULIC pentru situația existentă

Pod km 523+497, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor

1. Date generale:

Calculul hidraulic a fost efectuat pentru verificarea capacității de scurgere a apelor în zona podului și pentru a determina adâncimea apei și înălțimea liberă, la curgerea pe sub pod. Pentru efectuarea calculului s-au utilizat datele obținute din teren, din fișa podului, precum și rezultatele ridicărilor topografice efectuate pentru întocmirea proiectului. S-a urmarit ca în cazul existenței mai multor linii c.f., cu structuri constructive diferite, elementele geometrice și hidraulice luate în calcul să fie cele mai defavorabile.

Debitul de calcul cu probabilitatea de depășire de 1%, a fost comunicat de Administrația Națională "Apele Române" - Administrația Bazinală de Apă Crisuri prin "Confirmarea de comandă nr. 6476/19.06.2017".

Podurile au urmatoarele caracteristici:

Pe firul I

- Lungimea totală: 36,90m.
- Lumina între fețele culeelor: 29,70m.
- Înălțimea maximă liberă sub pod: 3,80m.
- Infrastructurile alcătuite din: beton.
- Suprastructura alcătuită dintr-un tablier metalic de tip grinzi cu zăbrele, cale jos, nituit, având deschiderea de 31,00m.

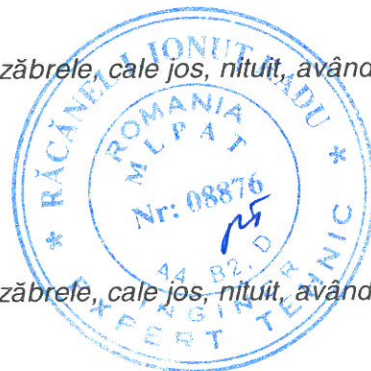
Pe firul II

- Lungimea totală: 33,50m.
- Lumina între fețele culeelor: 27,50m.
- Înălțimea maximă liberă sub pod: 4,30m.
- Infrastructurile alcătuite din: beton.
- Suprastructura alcătuită dintr-un tablier metalic de tip grinzi cu zăbrele, cale jos, nituit, având deschiderea de 28,90m.

- Racordările cu terasamentele realizate cu: sferturi de con pereate
- Traversează râul Nădaș.
- Albia formează un "S" în zona podurilor, poziția podurilor are o oblicitate de 55° față de albia râului, care este pereată sub pod, dar în amonte și aval este acoperită de vegetație foarte bogată din arbori și arbuști.

2. Date de intrare

$NSS := 417.07$ m	- Cota absolută a nivelului superior al șinei în ax pod (conf. studiu topo)
$h_c := 1.03$ m	- Înălțimea de construcție a podului (conf. releveu)
$Q_{1\%} := 137$ m ³ /s	- Debitul de calcul
$C_{t_{am}} := 411.78$ m	- Cota absolută a talvegului în secțiunea amonte
$C_{t_{av}} := 410.90$ m	- Cota absolută a talvegului în secțiunea aval
$C_{t_p} := 411.99$ m	- Cota absolută a talvegului în ax pod
$D_{am_{av}} := 129.90$ m	- Distanța dintre secțiunile amonte și aval
$D_{av_p} := 39.09$ m	- Distanța dintre secțiunea aval și secțiunea din ax pod
$y := \frac{1}{6}$	- Exponent pentru cursuri de apă la șes
$\epsilon_p := 0.90$	- Coeficientul de contractie în zona podului
$\Psi_p := 55 \cdot \frac{\pi}{180} = 0.96$ rad	- Oblicitatea podului față de albie



$$NST := NSS - 0.2 = 416.87 \text{ m} \quad - \text{Cota absolută a nivelului superior al traversei în ax pod}$$

$$i := \frac{Ct_{am} - Ct_{av}}{D_{am_av}} = 0.68\% \quad - \text{Panta generală a talvegului albiei}$$

3. Calculul hidraulic în albia aval

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$A_{av} := 68.40 \text{ m}^2 \quad - \text{Aria secțiunii de scurgere în aval}$$

$$P_{av} := 50.70 \text{ m} \quad - \text{Perimetrul udat în aval}$$

$$h_{av} := 4.87 \text{ m} \quad - \text{Adâncimea apei în secțiunea aval}$$

$$n_{av} := 0.050 \quad - \text{Coeficientul de rugozitate al albiei în aval}$$

$$R_{av} - \text{Raza hidraulică} \quad R_{av} := \frac{A_{av}}{P_{av}} = 1.35 \text{ m}$$

$$C_{av} - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C_{av} := \frac{1}{n_{av}} \cdot R_{av}^y = 21.02$$

$$v_{av} - \text{Viteza medie a apei în aval} \quad v_{av} := C_{av} \cdot \sqrt{(R_{av} \cdot i)} = 2.01 \text{ m/s}$$

$$Q_{capav} - \text{Debitul capabil al albiei aval} \quad Q_{capav} := v_{av} \cdot A_{av} = 137.47 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$NA_{av} - \text{Cota absolută a nivelului apei în secțiunea aval} \quad NA_{av} := Ct_{av} + h_{av} = 415.77 \text{ m}$$

$$\text{Condiția}_{de_verificare_av} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{capav} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{capav} < Q_{1\%} \end{cases} = \text{"DA, se Verifică"}$$

4. Calculul hidraulic în albia amonte

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$A_{am} := 63.38 \text{ m}^2 \quad - \text{Aria secțiunii de scurgere în amonte}$$

$$P_{am} := 42.10 \text{ m} \quad - \text{Perimetrul udat în amonte}$$

$$h_{am} := 4.55 \text{ m} \quad - \text{Adâncimea apei în secțiunea amonte}$$

$$n_{am} := 0.050 \quad - \text{Coeficientul de rugozitate al albiei în amonte}$$

$$R_{am} - \text{Raza hidraulică} \quad R_{am} := \frac{A_{am}}{P_{am}} = 1.5055 \text{ m}$$

$$C_{am} - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C_{am} := \frac{1}{n_{am}} \cdot R_{am}^y = 21.41$$

$$v_{am} - \text{Viteza medie a apei în amonte} \quad v_{am} := C_{am} \cdot \sqrt{(R_{am} \cdot i)} = 2.16 \text{ m/s}$$

$$Q_{capam} - \text{Debitul capabil al albiei amonte} \quad Q_{capam} := v_{am} \cdot A_{am} = 137.05 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$NA_{am} - \text{Cota absolută a nivelului apei în secțiunea amonte} \quad NA_{am} := Ct_{am} + h_{am} = 416.33 \text{ m}$$

$$\text{Condiția}_{de_verificare_am} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{capam} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{capam} < Q_{1\%} \end{cases} = \text{"DA, se Verifică"}$$

5. Calculul hidraulic în secțiunea podului

5.1. Verificarea capacității de curgere

- $A_p := 57.26 \text{ m}^2$ - Aria secțiunii de scurgere în ax pod
 $P_p := 31.03 \text{ m}$ - Perimetrul udat în ax pod
 $n_p := 0.033$ - Coeficientul de rugozitate al albiei în zona podului

i_w - Panta hidraulică $i_w := \frac{NA_{am} - NA_{av}}{D_{am_av}} = 0.43\%$

NA_p - Cota absolută a nivelului apei în secțiunea podului $NA_p := NA_{av} + \frac{NA_{am} - NA_{av}}{D_{am_av}} \cdot D_{av_p} = 415.94 \text{ m}$

h_p - Adâncimea apei în ax pod $h_p := NA_p - Ct_p = 3.95 \text{ m}$

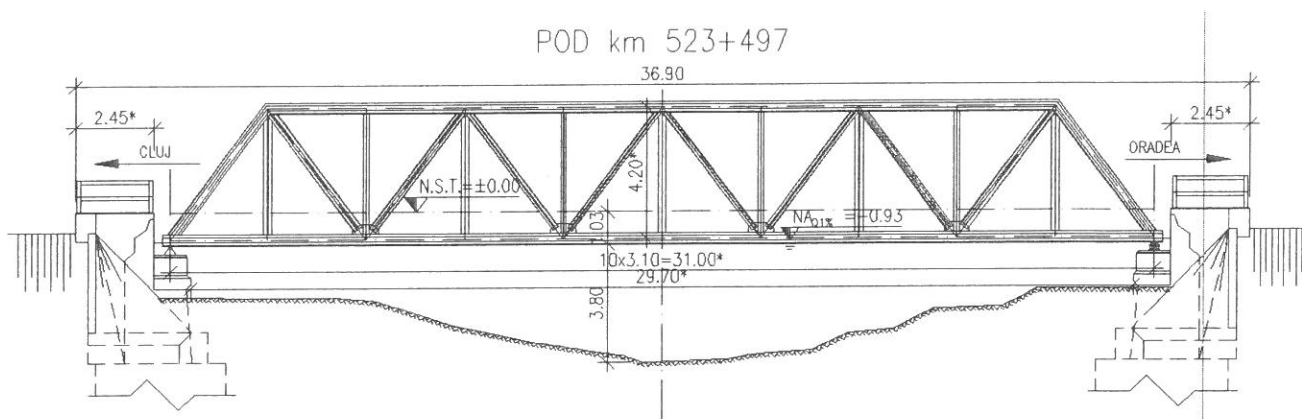
R_p - Raza hidraulică în secțiunea podului $R_p := \frac{A_p}{P_p} = 1.85 \text{ m}$

C_p - Coeficientul lui Chezy $C_p := \frac{1}{n_p} \cdot R_p^y = 33.56$

v_p - Viteza medie a apei în zona podului $v_p := C_p \cdot \sqrt{(R_p \cdot i_w)} = 2.99 \text{ m/s}$

Q_{capp}^p - Debitul capabil al podului $Q_{capp} := \epsilon_p \cdot v_p \cdot A_p \cdot \sin(\Psi_p) = 126.36 \text{ m}^3/\text{s}$

Condiția_{de_verificare_p_Q} := $\begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{capp} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{capp} < Q_{1\%} \end{cases}$



5.2. Verificarea înălțimii de liberă trecere sub pod

$\Delta_h := 1.00 \text{ m}$ - Înălțimea de liberă trecere sub pod necesară (Pentru poduri peste cursuri de apă cu debite $Q_c < 1000 \text{ m}^3$ - cu plutitori)

Ct_{intr} - Cota intradosului podului

$$Ct_{intr} := NST - h_c = 415.84$$

Δ_{hl} - Înălțimea de liberă trecere sub pod

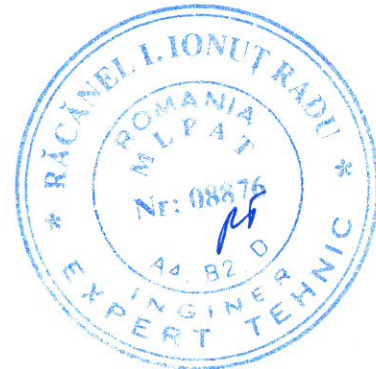
$$\Delta_{hl} := Ct_{intr} - NA_p = -0.10$$

Condiția_{de_verificare_p_Δh} := $\begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } \Delta_{hl} \geq \Delta_h \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } \Delta_{hl} < \Delta_h \end{cases} = \text{"NU se Verifică!!!"}$

Concluzie: Podul nu asigură debușul debitului cu asigurare de 1%.

Întocmit,
ing. Andrei RADU

Verificat,
ing. Cristina VARĂ-OROS



BREVIAR DE CALCUL HIDRAULIC pentru situația existentă

Pod km 525+369, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor

1. Date generale:

Calculul hidraulic a fost efectuat pentru verificarea capacității de scurgere a apelor în zona podului și pentru a determina adâncimea apei și înălțimea liberă, la curgerea pe sub pod. Pentru efectuarea calculului s-au utilizat datele obținute din teren, din fișa podului, precum și rezultatele ridicărilor topografice efectuate pentru întocmirea proiectului. S-a urmarit ca în cazul existenței mai multor linii c.f., cu structuri constructive diferite, elementele geometrice și hidraulice luate în calcul să fie cele mai defavorabile.

Debitul de calcul cu probabilitatea de depășire de 1%, a fost comunicat de Administrația Națională "Apele Române" - Administrația Bazinală de Apă Crisuri prin "Confirmarea de comandă nr. 6476/19.06.2017".

Podurile au urmatoarele caracteristici:

Pe firul I

- Lungimea totală: 38,60m.
- Lumina între fețele culeelor: 30,70m.
- Înălțimea maximă liberă sub pod: 5,25m.
- Infrastructurile alcătuite din: beton.
- Suprastructura alcătuită dintr-un tablier metalic de tip grinzi cu zăbrele, cale jos, nituit, având deschiderea de 32,00m.

Pe firul II

- Lungimea totală: 36,60m.
- Lumina între fețele culeelor: 27,70m.
- Înălțimea maximă liberă sub pod: 5,25m.
- Infrastructurile alcătuite din: beton.
- Suprastructura alcătuită dintr-un tablier metalic de tip grinzi cu zăbrele, cale jos, nituit, având deschiderea de 29,00m.

- Racordările cu terasamentele realizate cu: sferturi de con pereate
- Traversează râul Nădaș.
- Albia formează un "S" în zona podurilor, poziția podurilor are o oblicitate de 40° față de albia râului, care este pereată sub pod, dar în amonte și aval este acoperită de vegetație foarte bogată din arbori și arbuști.

2. Date de intrare

NSS := 427.75	m	- Cota absolută a nivelului superior al șinei în ax pod (conf. studiu topo)
$h_c := 1.00$	m	- Înălțimea de construcție a podului (conf. releveu)
$Q_{1\%} := 133$	m ³ /s	- Debitul de calcul
$C_{t_{am}} := 420.91$	m	- Cota absolută a talvegului în secțiunea amonte
$C_{t_{av}} := 419.42$	m	- Cota absolută a talvegului în secțiunea aval
$C_{t_p} := 420.66$	m	- Cota absolută a talvegului în ax pod
$D_{am_{av}} := 189.70$	m	- Distanța dintre secțiunile amonte și aval
$D_{av_p} := 67.50$	m	- Distanța dintre secțiunea aval și secțiunea din ax pod
$y := \frac{1}{6}$		- Exponent pentru cursuri de apă la șes
$\epsilon_p := 0.90$		- Coeficientul de contractie în zona podului
$\Psi_p := 40 \cdot \frac{\pi}{180} = 0.70$	rad	- Oblicitatea podului față de albie



$$NST := NSS - 0.2 = 427.55 \text{ m} \quad - \text{Cota absolută a nivelului superior al traversei în ax pod}$$

$$i := \frac{Ct_{am} - Ct_{av}}{D_{am_av}} = 0.79\% \quad - \text{Panta generală a talvegului albiei}$$

3. Calculul hidraulic în albia aval

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$A_{av} := 65.25 \text{ m}^2 \quad - \text{Aria secțiunii de scurgere în aval}$$

$$P_{av} := 52.41 \text{ m} \quad - \text{Perimetrul udat în aval}$$

$$h_{av} := 4.19 \text{ m} \quad - \text{Adâncimea apei în secțiunea aval}$$

$$n_{av} := 0.050 \quad - \text{Coeficientul de rugozitate al albiei în aval}$$

$$R_{av} - \text{Raza hidraulică} \quad R_{av} := \frac{A_{av}}{P_{av}} = 1.24 \text{ m}$$

$$C_{av} - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C_{av} := \frac{1}{n_{av}} \cdot R_{av}^y = 20.74$$

$$v_{av} - \text{Viteza medie a apei în aval} \quad v_{av} := C_{av} \cdot \sqrt{(R_{av} \cdot i)} = 2.05 \text{ m/s}$$

$$Q_{cap}^{av} - \text{Debitul capabil al albiei aval} \quad Q_{capav} := v_{av} \cdot A_{av} = 133.85 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$NA_{av} - \text{Cota absolută a nivelului apei în secțiunea aval} \quad NA_{av} := Ct_{av} + h_{av} = 423.61 \text{ m}$$

$$\text{Condiția}_{de_verificare_av} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{capav} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{capav} < Q_{1\%} \end{cases} = \text{"DA, se Verifică"}$$

4. Calculul hidraulic în albia amonte

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$A_{am} := 64.04 \text{ m}^2 \quad - \text{Aria secțiunii de scurgere în amonte}$$

$$P_{am} := 50.08 \text{ m} \quad - \text{Perimetrul udat în amonte}$$

$$h_{am} := 3.89 \text{ m} \quad - \text{Adâncimea apei în secțiunea amonte}$$

$$n_{am} := 0.050 \quad - \text{Coeficientul de rugozitate al albiei în amonte}$$

$$R_{am} - \text{Raza hidraulică} \quad R_{am} := \frac{A_{am}}{P_{am}} = 1.2788 \text{ m}$$

$$C_{am} - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C_{am} := \frac{1}{n_{am}} \cdot R_{am}^y = 20.84$$

$$v_{am} - \text{Viteza medie a apei în amonte} \quad v_{am} := C_{am} \cdot \sqrt{(R_{am} \cdot i)} = 2.09 \text{ m/s}$$

$$Q_{cap}^{am} - \text{Debitul capabil al albiei amonte} \quad Q_{capam} := v_{am} \cdot A_{am} = 133.73 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$NA_{am} - \text{Cota absolută a nivelului apei în secțiunea amonte} \quad NA_{am} := Ct_{am} + h_{am} = 424.80 \text{ m}$$

$$\text{Condiția}_{de_verificare_am} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{capam} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{capam} < Q_{1\%} \end{cases} = \text{"DA, se Verifică"}$$

5. Calculul hidraulic în secțiunea podului

5.1. Verificarea capacității de curgere

5.1.1. Verificarea capacității de curgere cu panta hidraulică generală

$$A_p := 36.13 \text{ m}^2$$

- Aria secțiunii de scurgere în ax pod

$$P_p := 31.68 \text{ m}$$

- Perimetrul udat în ax pod

$$n_p := 0.033$$

- Coeficientul de rugozitate al albiei în zona podului

i_w - Panta hidraulică

$$i_w := \frac{NA_{am} - NA_{av}}{D_{am_{av}}} = 0.63\%$$

NA_p - Cota absolută a nivelului apei în secțiunea podului

$$NA_p := NA_{av} + \frac{NA_{am} - NA_{av}}{D_{am_{av}}} \cdot D_{av_p} = 424.03 \text{ m}$$

h_p - Adâncimea apei în ax pod

$$h_p := NA_p - Ct_p = 3.37 \text{ m}$$

R_p - Raza hidraulică în secțiunea podului

$$R_p := \frac{A_p}{P_p} = 1.14 \text{ m}$$

C_p - Coeficientul lui Chezy

$$C_p := \frac{1}{n_p} \cdot R_p^y = 30.97$$

v_p - Viteza medie a apei în zona podului

$$v_p := C_p \cdot \sqrt{(R_p \cdot i_w)} = 2.62 \text{ m/s}$$

Q_{cap}^p - Debitul capabil al podului

$$Q_{capp} := \epsilon_p \cdot v_p \cdot A_p \cdot \sin(\Psi_p) = 54.76 \text{ m}^3/\text{s}$$

Condiția_{de_verificare_p_Q} := $\begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{capp} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{capp} < Q_{1\%} \end{cases} = \text{"NU se Verifică!!!"}$

5.1.2. Verificarea capacității de curgere prin modificarea pantei hidraulice între secțiunea aval și cea din axa podului

$$NA_{pm} := 424.24 \text{ m}$$

NA_{pm} - Cota absolută a nivelului apei în secțiunea podului modificată

$$A_{pm} := 42.37 \text{ m}^2$$

- Aria secțiunii de scurgere în ax pod

$$P_{pm} := 32.10 \text{ m}$$

- Perimetrul udat în ax pod

$$n_{pm} := 0.033$$

- Coeficientul de rugozitate al albiei în zona podului

i_{wm} - Panta hidraulică modificată

$$i_{wm} := \frac{NA_{pm} - NA_{av}}{D_{av_p}} = 0.93\%$$

h_{pm} - Adâncimea apei în ax pod modificată

$$h_{pm} := NA_{pm} - Ct_p = 3.58 \text{ m}$$

R_{pm} - Raza hidraulică în secțiunea podului modificată

$$R_{pm} := \frac{A_{pm}}{P_{pm}} = 1.32 \text{ m}$$

C_{pm} - Coeficientul lui Chezy modificat

$$C_{pm} := \frac{1}{n_p} \cdot R_{pm}^y = 31.74$$

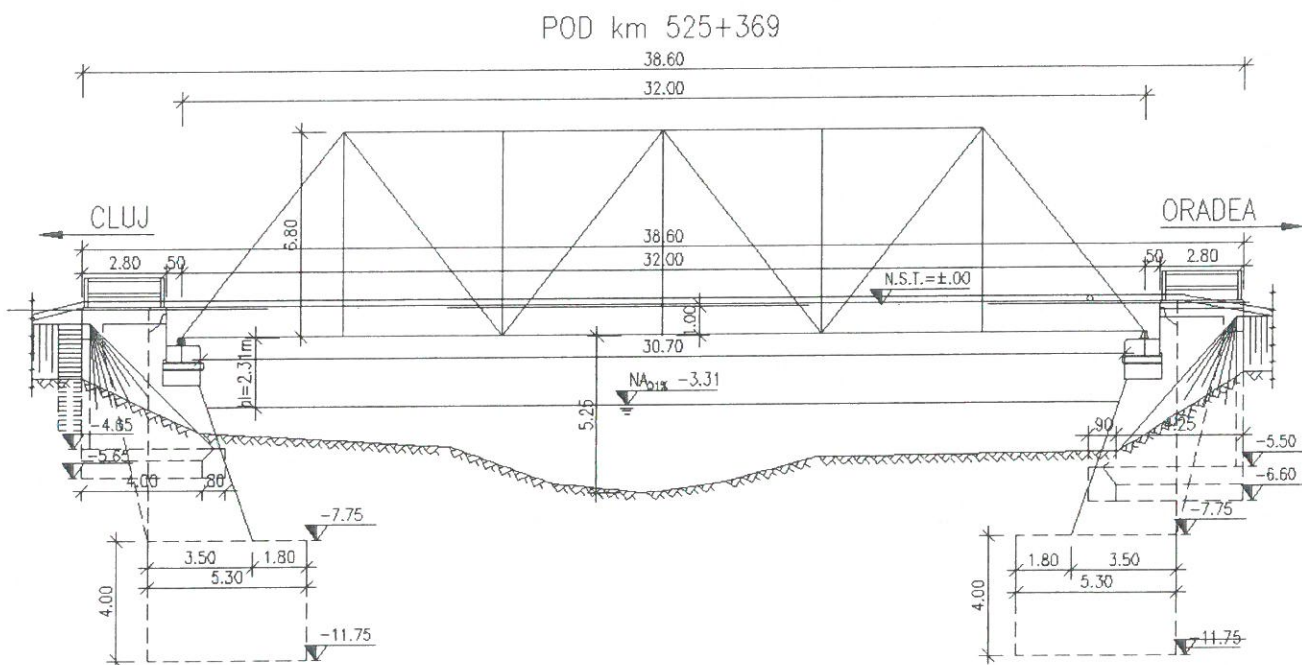
v_{pm} - Viteza medie a apei în zona podului modificată

$$v_{pm} := C_{pm} \cdot \sqrt{(R_{pm} \cdot i_{wm})} = 3.52 \quad \text{m/s}$$

Q_{capm}^p - Debitul capabil al podului modificat

$$Q_{capm} := \epsilon_p \cdot v_{pm} \cdot A_{pm} = 134.33 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

Condiția_{de_verificare_p_Q} := $\begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{capm} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{capm} < Q_{1\%} \end{cases} = \text{"DA, se Verifică"}$



5.2. Verificarea înălțimii de liberă trecere sub pod

$$\Delta_h := 1.00 \quad \text{m}$$

- Înălțimea de liberă trecere sub pod necesară (Pentru poduri peste cursuri de apă cu debite $Q_c < 1000 \text{m}^3$ - cu plutitori)

$C_{t_{intr}}$ - Cota intradosului podului

$$C_{t_{intr}} := \text{NST} - h_c = 426.55 \quad \text{m}$$

Δ_{hlm} - Înălțimea de liberă trecere sub pod modificată

$$\Delta_{hlm} := C_{t_{intr}} - \text{NA}_{pm} = 2.31 \quad \text{m}$$

Condiția_{de_verificare_p_Δh} := $\begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } \Delta_{hlm} \geq \Delta_h \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } \Delta_{hlm} < \Delta_h \end{cases} = \text{"DA, se Verifică"}$

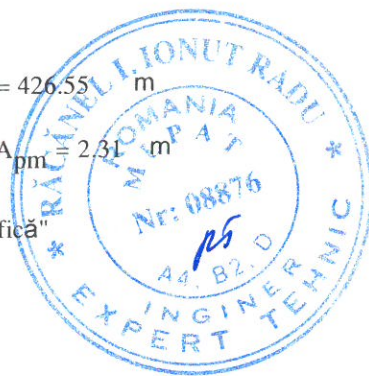
Concluzie: Podul asigură debușul debitului cu asigurare de 1%.

Întocmit,
ing. Andrei RADU

Radu

Verificat,
ing. Cristina VARĂ-OROS

Vara-Oros



BREVIAR DE CALCUL HIDRAULIC pentru situația existentă

Pod km 526+361, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor

1. Date generale:

Calculul hidraulic a fost efectuat pentru verificarea capacității de scurgere a apelor în zona podului și pentru a determina adâncimea apei și înălțimea liberă, la curgerea pe sub pod. Pentru efectuarea calculului s-au utilizat datele obținute din teren, din fișa podului, precum și rezultatele ridicărilor topografice efectuate pentru întocmirea proiectului. S-a urmărit ca în cazul existenței mai multor linii cu structuri constructive diferite, elementele geometrice și hidraulice luate în calcul să fie cele mai defavorabile.

Debitul de calcul cu probabilitatea de depășire de 1%, a fost comunicat de INHGA prin "Confirmarea de comandă nr. 619/2017".

Podul are următoarele caracteristici:

Pe fir I

- Lungimea totală : 10,00m.
- Lumina între fețele culeelor: 5,00m.
- Înălțimea maximă liberă sub pod: 1,75m.
- Infrastructurile alcătuite din: beton.
- Suprastructura alcătuită din: dală de beton armat.
- Racordările cu terasamentele realizate cu: aripi din beton.

Pe fir II

- Lungimea totală: 5,75m.
- Lumina între fețele culeelor: 3,00m.
- Înălțimea maximă liberă sub pod: 1,50m.
- Infrastructurile alcătuite din: beton.
- Suprastructura alcătuită din: dală de beton armat.
- Racordările cu terasamentele realizate cu: sferturi de con.
- Podurile au rol de descărcare pentru apele acumulate în amonte și pentru cele colectate de șanturile din lungul căii ferate.
- Poziția podurilor este relativ normală față de albie.
- Albia este colmatată și acoperită cu vegetație.



2. Date de intrare

NSS := 430.69	m	- Cota absolută a nivelului superior al șinei în ax pod (conf. studiu topo)
$h_c := 1.00$	m	- Înălțimea de construcție a podului (conf. releveu)
$Q_{1\%} := 47.0$	m ³ /s	- Debitul de calcul
$C_{t_{am}} := 428.02$	m	- Cota absolută a talvegului în secțiunea amonte
$C_{t_{av}} := 427.13$	m	- Cota absolută a talvegului în secțiunea aval
$C_{t_p} := 427.98$	m	- Cota absolută a talvegului în ax pod
$D_{am_{av}} := 46.65$	m	- Distanța dintre secțiunile amonte și aval
$D_{av_p} := 28.32$	m	- Distanța dintre secțiunea aval și secțiunea din ax pod
$y := \frac{1}{6}$		- Exponent pentru cursuri de apă la șes
$\epsilon_p := 0.95$		- Coeficientul de contractie în zona podului
$NST := NSS - 0.2 = 430.49$	m	- Cota absolută a nivelului superior al traversei în ax pod
$i := \frac{C_{t_{am}} - C_{t_{av}}}{D_{am_{av}}} = 1.91 \cdot \%$		- Panta generală a talvegului albiei

3. Calculul hidraulic în albia aval

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$A_{av} := 16.78 \text{ m}^2 \quad - \text{Aria secțiunii de scurgere în aval}$$

$$P_{av} := 30.61 \text{ m} \quad - \text{Perimetrul udat în aval}$$

$$h_{av} := 1.66 \text{ m} \quad - \text{Adâncimea apei în secțiunea aval}$$

$$n_{av} := 0.033 \quad - \text{Coeficientul de rugozitate al albiei în aval}$$

$$R_{av} - \text{Raza hidraulică} \quad R_{av} := \frac{A_{av}}{P_{av}} = 0.5482 \quad \text{m}$$

$$C_{av} - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C_{av} := \frac{1}{n_{av}} \cdot R_{av}^y = 27.41$$

$$v_{av} - \text{Viteza medie a apei în aval} \quad v_{av} := C_{av} \cdot \sqrt{(R_{av} \cdot i)} = 2.8 \quad \text{m/s}$$

$$Q_{cap}^{av} - \text{Debitul capabil al albiei aval} \quad Q_{capav} := v_{av} \cdot A_{av} = 47.04 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

$$NA_{av} - \text{Cota absolută a nivelului apei în secțiunea aval} \quad NA_{av} := Ct_{av} + h_{av} = 428.79 \quad \text{m}$$

$$\text{Condiția}_{de_verificare_av} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{capav} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{capav} < Q_{1\%} \end{cases} = \text{"DA, se Verifică"}$$

4. Calculul hidraulic în albia amonte

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$A_{am} := 16.65 \text{ m}^2 \quad - \text{Aria secțiunii de scurgere în amonte}$$

$$P_{am} := 28.19 \text{ m} \quad - \text{Perimetrul udat în amonte}$$

$$h_{am} := 1.22 \text{ m} \quad - \text{Adâncimea apei în secțiunea amonte}$$

$$n_{am} := 0.033 \quad - \text{Coeficientul de rugozitate al albiei în amonte}$$

$$R_{am} - \text{Raza hidraulică} \quad R_{am} := \frac{A_{am}}{P_{am}} = 0.59 \quad \text{m}$$

$$C_{am} - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C_{am} := \frac{1}{n_{am}} \cdot R_{am}^y = 27.76$$

$$v_{am} - \text{Viteza medie a apei în amonte} \quad v_{am} := C_{am} \cdot \sqrt{(R_{am} \cdot i)} = 2.95 \quad \text{m/s}$$

$$Q_{cap}^{am} - \text{Debitul capabil al albiei amonte} \quad Q_{capam} := v_{am} \cdot A_{am} = 49.06 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

$$NA_{am} - \text{Cota absolută a nivelului apei în secțiunea amonte} \quad NA_{am} := Ct_{am} + h_{am} = 429.24 \quad \text{m}$$

$$\text{Condiția}_{de_verificare_am} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{capam} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{capam} < Q_{1\%} \end{cases} = \text{"DA, se Verifică"}$$

5. Calculul hidraulic în secțiunea podului

5.1. Verificarea capacității de curgere

$A_p := 2.86 \text{ m}^2$	- Aria secțiunii de scurgere în ax pod
$P_p := 4.93 \text{ m}$	- Perimetrul udat în ax pod
$n_p := 0.033$	- Coeficientul de rugozitate al albiei în zona podului

i_w - Panta hidraulică

$$i_w := \frac{NA_{am} - NA_{av}}{D_{am_{av}}} = 0.96\%$$

NA_p - Cota absolută a nivelului apei în secțiunea podului

$$NA_p := NA_{av} + \frac{NA_{am} - NA_{av}}{D_{am_{av}}} \cdot D_{av_p} = 429.06 \text{ m}$$

h_p - Adâncimea apei în ax pod

$$h_p := NA_p - Ct_p = 1.08 \text{ m}$$

R_p - Raza hidraulică în secțiunea podului

$$R_p := \frac{A_p}{P_p} = 0.58 \text{ m}$$

C_p - Coeficientul lui Chezy

$$C_p := \frac{1}{n_p} \cdot R_p^y = 27.67$$

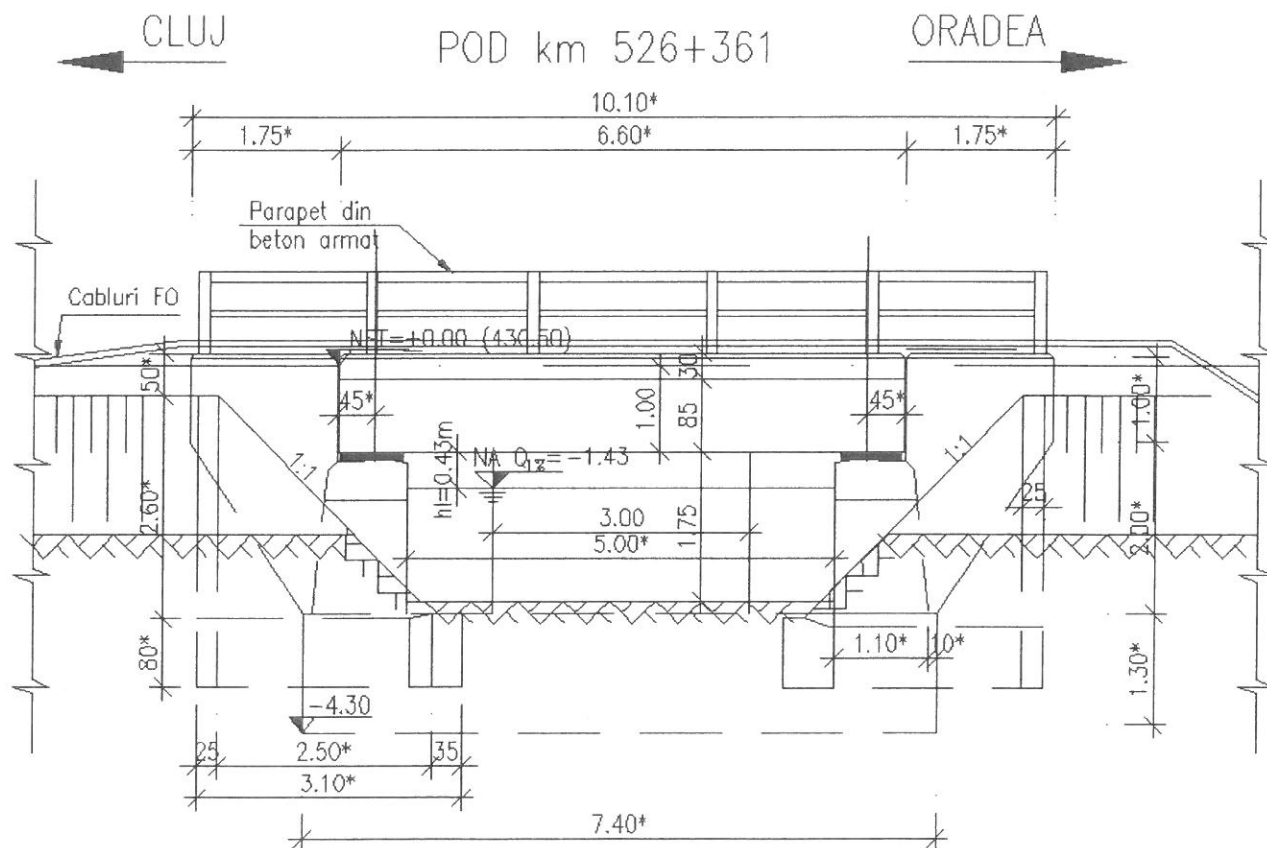
v_p - Viteza medie a apei în zona podului

$$v_p := C_p \cdot \sqrt{(R_p \cdot i_w)} = 2.07 \text{ m/s}$$

Q_{capp}^p - Debitul capabil al podului

$$Q_{capp} := \epsilon_p \cdot v_p \cdot A_p = 5.62 \text{ m}^3/\text{s}$$

Condiția_{de_verificare_p_Q} := $\begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{capp} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{capp} < Q_{1\%} \end{cases} = \text{"NU se Verifică!!!"}$



5.2. Verificarea înălțimii de liberă trecere sub pod

$$\Delta_h := 0.75 \text{ m}$$

- Înălțimea de liberă trecere sub pod necesară (Pentru poduri peste cursuri de apă cu debite $Q_c < 1000 \text{ m}^3$ - fără plutitori)

$C_{t_{intr}}$ - Cota intradosului podului

$$C_{t_{intr}} := \text{NST} - h_c = 429.49 \text{ m}$$

Δ_{hl} - Înălțimea de liberă trecere sub pod

$$\Delta_{hl} := C_{t_{intr}} - \text{NA}_p = 0.43 \text{ m}$$

Condiția_{de_verificare_p_Δh} := $\begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } \Delta_{hl} \geq \Delta_h \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } \Delta_{hl} < \Delta_h \end{cases} = \text{"NU se Verifică!!!"}$

Concluzie: Podul nu asigură debușul debitului cu asigurare de 1%.

Întocmit,
ing. Andrei RADU



Verificat,
ing. Cristina VARĂ-OROS



BREVIAR DE CALCUL HIDRAULIC

Pod km 527+335 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 Someș-Tisa, Cluj și comunicat prin "Confirmarea de comandă 6476/2017".

1. Date generale:

Podul de la km 527+335 traversează Pârâul Nadăș.

$$L_{u_max} := 11.20\text{m}$$

$$Q_{1\%} := 56.00 \text{ [m}^3/\text{s]}$$

$$\text{Cota}_{\text{amonte}} := 431.04\text{m}$$

-Cotă absolută a talvegului în profilul din amonte

$$\text{Cota}_{\text{aval}} := 429.25\text{m}$$

-Cotă absolută a talvegului în profilul din aval

$$D := 110.0\text{m}$$

-Distanța dintre profilele amonte și aval

$$i := \frac{\text{Cota}_{\text{amonte}} - \text{Cota}_{\text{aval}}}{D} = 0.0163$$

-Panta talvegului

2. Calculul hidraulic în Aval:

2.1. Verificarea debitului capabil pe albia existentă:

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$n = 0.033 \quad n - \text{coeficient de rugozitate conf. PD 95 - 2002}$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 18.764 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul udat} \quad P := 27.584 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 0.6802 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 28.4183$$

$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{R \cdot i} = 2.99 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 56.1 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 56 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$h_{\text{lama_apa_aval}} := 1.97\text{m}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_aval}} := \text{Cota}_{\text{aval}} + h_{\text{lama_apa_aval}} = 431.22\text{m}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"DA, se Verifică"}$$



3. Calculul hidraulic în Amonte:

3.1. Verificarea debitului capabil pe albia existentă:

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$n = 0.033$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 22.937 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul ud} \quad P := 44.397 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 0.5166 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 27.1446$$

$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{R \cdot i} = 2.49 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 57.09 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 56 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$h_{\text{lama_apa_amonte}} := 1.60 \text{m}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} := \text{Cota}_{\text{amonte}} + h_{\text{lama_apa_amonte}} = 432.64 \text{m}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"DA, se Verifică"}$$

$$i_h := \frac{\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} - \text{Cota}_{\text{apa_aval}}}{D} = 0.0129 \quad \text{-Panta hidraulică}$$

4. Calculul hidraulic în axul podului:

4.1. Verificarea debitului capabil pe secțiunea existentă:

$$D_1 := 62.50 \text{m} \quad \text{-Distanța dintre profilul aval și cel din axul podului}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_pod}} := \text{Cota}_{\text{apa_aval}} + \frac{(\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} - \text{Cota}_{\text{apa_aval}}) \cdot D_1}{D} = 432.0268 \text{m}$$

$$n = 0.033$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 13.414 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul ud} \quad P := 12.940 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 1.0366 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 30.4853$$

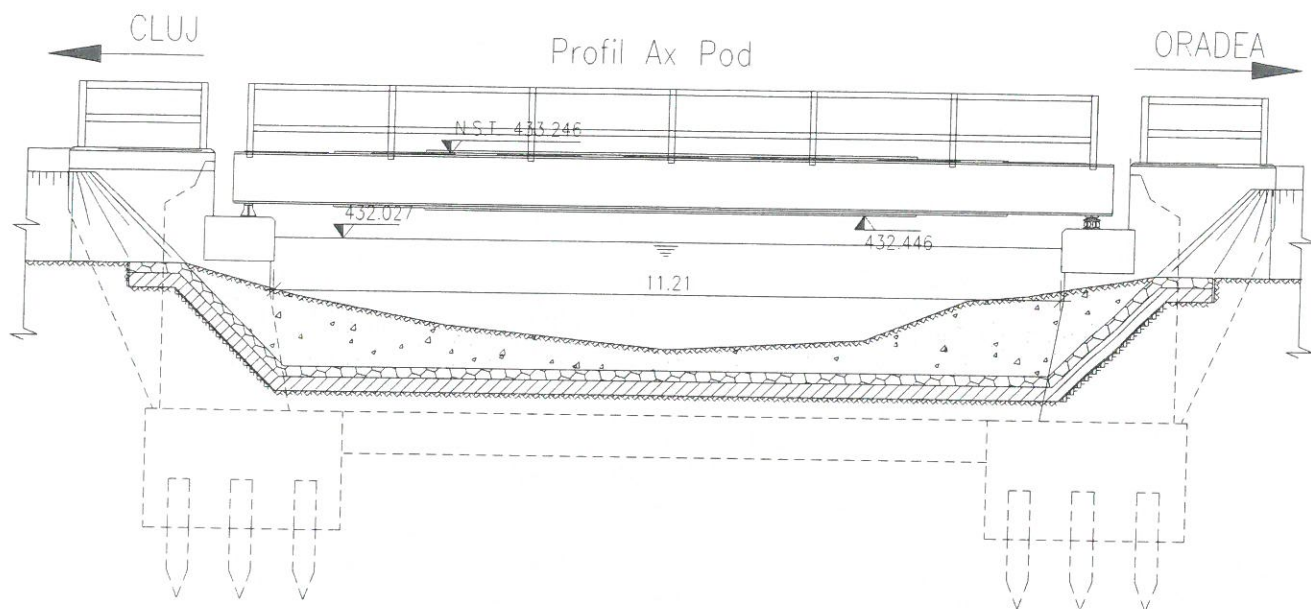
$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{R \cdot i_h} = 3.53 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 47.31 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 56 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"NU se Verifică!!!"}$$



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

$$\text{Cota}_{\text{NST}} := 433.246 \text{ m}$$

Cota N.S.T., conform studiului Topo

$$h_c := 0.80 \text{ m}$$

Înălțimea de construcție, conform Releveu, Studiu Topo

$$\text{Cota}_{\text{intrados}} := \text{Cota}_{\text{NST}} - h_c = 432.446 \text{ m}$$

$$h_{\text{liber}} := \text{Cota}_{\text{intrados}} - \text{Cota}_{\text{apa_pod}} = 0.4192 \text{ m}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se respecta Gabaritul de Libera trecere sub pod"} & \text{if } h_{\text{liber}} \geq \Delta_h \\ \text{"NU se Respecta Gabaritul de libera trecere sub pod"} & \text{if } h_{\text{liber}} < \Delta_h \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"NU se Respecta Gabaritul de libera trecere sub pod"}$$

Podul de la Km 527+335, nu asigură debuseul debitului cu asigurare de 1%.

Întocmit,
ing. Andrei RADU

Radu



Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU

Neдеianu

BREVIAR DE CALCUL HIDRAULIC

Pod km 529+275 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 619/2017".

1. Date generale:

Podul de la km 529+275 traversează o vale.

$$L_{u_max} := 5.00m$$

$$Q_{1\%} := 2.99 \quad [m^3/s]$$

$$Cota_{amonte} := 436.19m$$

-Cotă absolută a talvegului în profilul din amonte

$$Cota_{aval} := 435.39m$$

-Cotă absolută a talvegului în profilul din aval

$$D := 55.75m$$

-Distanța dintre profilele amonte și aval

$$i := \frac{Cota_{amonte} - Cota_{aval}}{D} = 0.0143$$

-Panta talvegului



2. Calculul hidraulic în Aval:

2.1. Verificarea debitului capabil pe albia existentă:

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$n = 0.033 \quad n\text{-coeficient de rugozitate conf. PD 95 - 2002}$$

$$A\text{- aria secțiunii de curgere} \quad A := 2.216 \quad [m^2]$$

$$P\text{-perimetrul udat} \quad P := 9.715 \quad [m]$$

$$R\text{- raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 0.2281 \quad [m]$$

$$y\text{- Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C\text{- Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 23.6868$$

$$V\text{- viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{R \cdot i} = 1.36 \quad [m/s]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{cap} := V \cdot A = 3 \quad [m^3/s]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 2.99 \quad [m^3/s]$$

$$h_{lama_apa_aval} := 0.37m$$

$$Cota_{apa_aval} := Cota_{aval} + h_{lama_apa_aval} = 435.76m$$

$$\text{Condiția}_{de_verificare} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{cap} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{cap} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{de_verificare} = \text{"DA, se Verifică"}$$

3. Calculul hidraulic în Amonte:

3.1. Verificarea debitului capabil pe albia existentă:

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$n = 0.033$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 1.852 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul ud} \quad P := 6.223 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 0.2976 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 24.7605$$

$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{R \cdot i} = 1.62 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 3 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 2.99 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$h_{\text{lama_apa_amonte}} := 0.40 \text{m}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} := \text{Cota}_{\text{amonte}} + h_{\text{lama_apa_amonte}} = 436.59 \text{m}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"DA, se Verifică"}$$

$$i_h := \frac{\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} - \text{Cota}_{\text{apa_aval}}}{D} = 0.0149 \quad \text{-Panta hidraulică}$$

4. Calculul hidraulic în axul podului:

4.1. Verificarea debitului capabil pe secțiunea existentă:

$$D_1 := 37.00 \text{m} \quad \text{-Distanța dintre profilul aval și cel din axul podului}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_pod}} := \text{Cota}_{\text{apa_aval}} + \frac{(\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} - \text{Cota}_{\text{apa_aval}}) \cdot D_1}{D} = 436.3109 \text{m}$$

$$n = 0.033$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 1.803 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul ud} \quad P := 5.724 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 0.315 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 24.9959$$

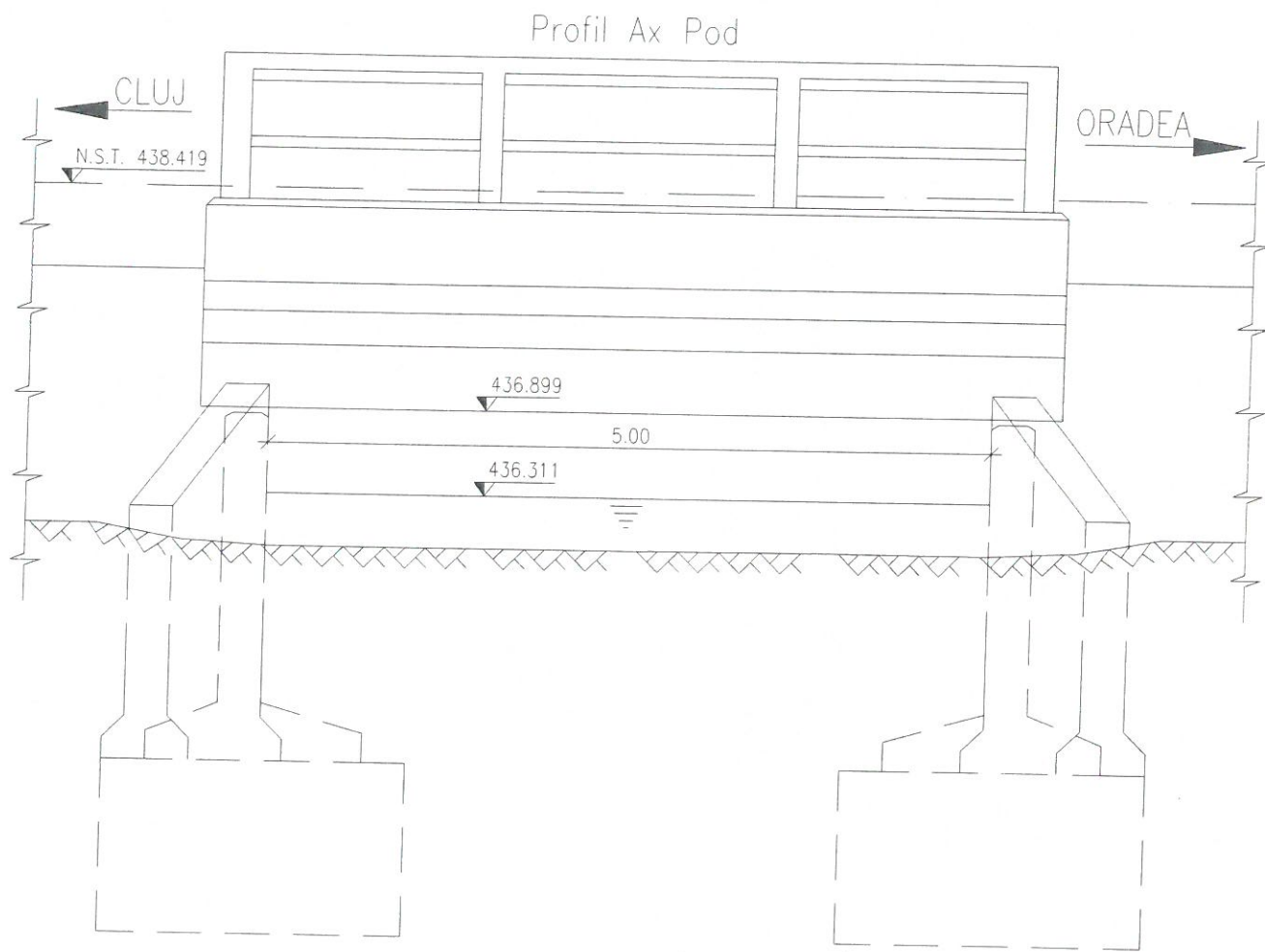
$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{R \cdot i_h} = 1.71 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 3.09 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 2.99 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"DA, se Verifică"}$$



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

$$\text{Cota}_{\text{NST}} := 438.419 \text{ m}$$

Cota N.S.T., conform studiului Topo

$$h_c := 1.52 \text{ m}$$

Înălțimea de construcție, conform Relevu, Studiu Topo

$$\text{Cota}_{\text{intrados}} := \text{Cota}_{\text{NST}} - h_c = 436.899 \text{ m}$$

$$h_{\text{liber}} := \text{Cota}_{\text{intrados}} - \text{Cota}_{\text{apa_pod}} = 0.5881 \text{ m}$$

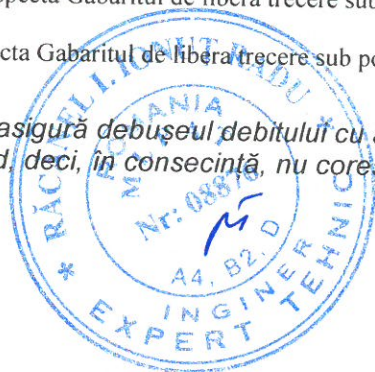
$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se respecta Gabaritul de Libera trecere sub pod"} & \text{if } h_{\text{liber}} \geq \Delta_h \\ \text{"NU se Respecta Gabaritul de libera trecere sub pod"} & \text{if } h_{\text{liber}} < \Delta_h \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"NU se Respecta Gabaritul de libera trecere sub pod"}$$

Podul de la Km 529+275, asigură debușul 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

Rady



Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU

Q

BREVIAR DE CALCUL HIDRAULIC

Pod km 530+777 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 619/2017".

1. Date generale:

Podul de la km 530+777 traversează o vale.

$$L_{u_max} := 5.00m$$

$$Q_{1\%} := 0.713 \quad [m^3/s]$$

$$Cota_{amonte} := 442.22m$$

-Cotă absolută a talvegului în profilul din amonte

$$Cota_{aval} := 441.90m$$

-Cotă absolută a talvegului în profilul din aval

$$D := 25.00m$$

-Distanța dintre profilele amonte și aval

$$i := \frac{Cota_{amonte} - Cota_{aval}}{D} = 0.0128$$

-Panta talvegului



2. Calculul hidraulic în Aval:

2.1. Verificarea debitului capabil pe albia existentă:

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$n = 0.033 \quad n - \text{coeficient de rugozitate conf. PD 95 - 2002}$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 0.750 \quad [m^2]$$

$$P - \text{perimetrul udat} \quad P := 4.506 \quad [m]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 0.1664 \quad [m]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 22.4749$$

$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{R \cdot i} = 1.04 \quad [m/s]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{cap} := V \cdot A = 0.78 \quad [m^3/s]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 0.713 \quad [m^3/s]$$

$$h_{lama_apa_aval} := 0.33m$$

$$Cota_{apa_aval} := Cota_{aval} + h_{lama_apa_aval} = 442.23m$$

$$\text{Condiția}_{de_verificare} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{cap} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{cap} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{de_verificare} = \text{"DA, se Verifică"}$$

3. Calculul hidraulic în Amonte:

3.1. Verificarea debitului capabil pe albia existentă:

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$n = 0.033$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 0.664 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul udat} \quad P := 3.455 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 0.1922 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 23.02$$

$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{(R \cdot i)} = 1.14 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 0.76 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 0.713 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$h_{\text{lama_apa_amonte}} := 0.22\text{m}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} := \text{Cota}_{\text{amonte}} + h_{\text{lama_apa_amonte}} = 442.44 \text{ m}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"DA, se Verifică"}$$

$$i_h := \frac{\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} - \text{Cota}_{\text{apa_aval}}}{D} = 0.0084 \quad \text{-Panta hidraulică}$$

4. Calculul hidraulic în axul podului:

4.1. Verificarea debitului capabil pe secțiunea existentă:

$$D_1 := 7.50\text{m} \quad \text{-Distanța dintre profilul aval și cel din axul podului}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_pod}} := \text{Cota}_{\text{apa_aval}} + \frac{(\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} - \text{Cota}_{\text{apa_aval}}) \cdot D_1}{D} = 442.293 \text{ m}$$

$$n = 0.033$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 2.383 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul udat} \quad P := 5.953 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 0.4003 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 26.0146$$

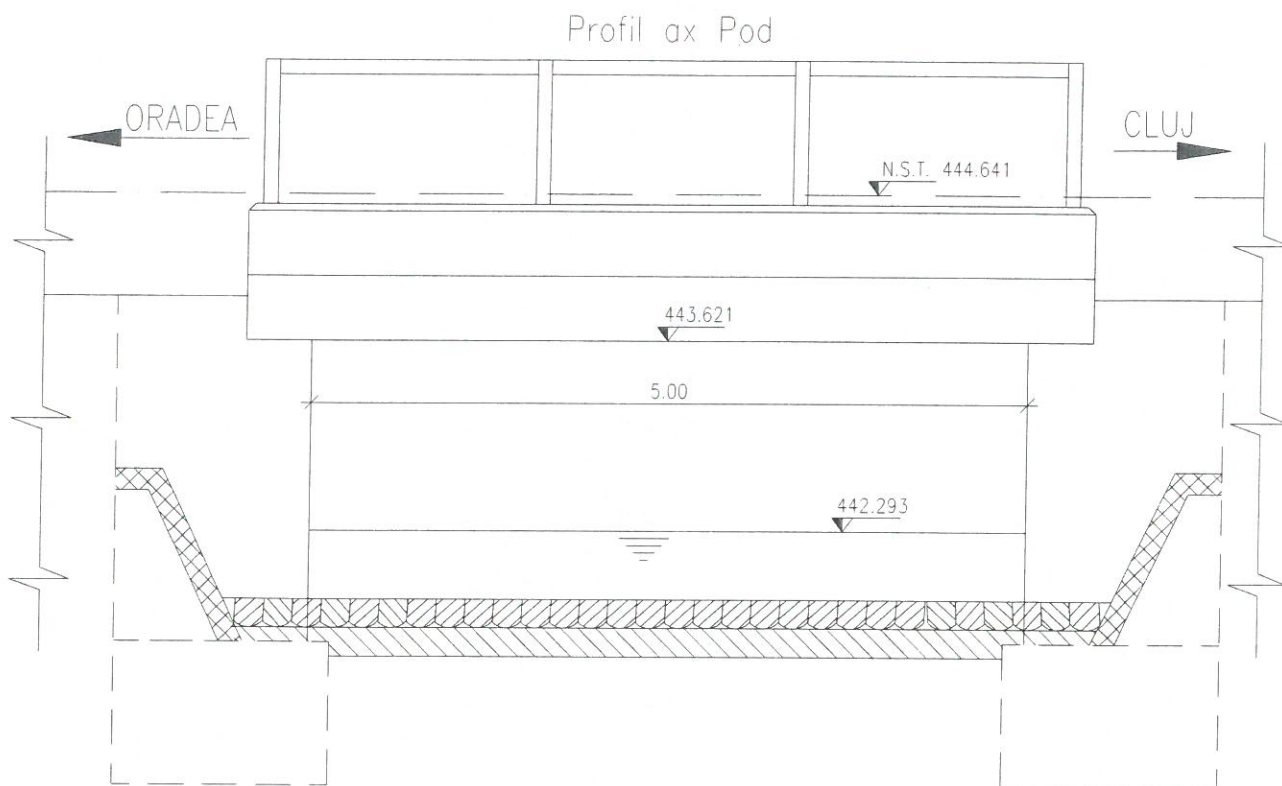
$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{(R \cdot i_h)} = 1.51 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 3.59 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 0.713 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"DA, se Verifică"}$$



4.2. Verificarea Gabaritului de liberă trecere sub pod:

$$\Delta_h = 0.75 \text{ m}$$

Pentru poduri peste cursuri de apa cu debite $Q_c < 1000 \text{ m}^3$ - fara plutitori

$$\text{Cota}_{\text{NST}} := 444.641 \text{ m}$$

Cota N. S. T., conform studiului Topo

$$h_c := 1.02 \text{ m}$$

Înălțimea de construcție, conform Relevu, Studiu Topo

$$\text{Cota}_{\text{intrados}} := \text{Cota}_{\text{NST}} - h_c = 443.621 \text{ m}$$

$$h_{\text{liber}} := \text{Cota}_{\text{intrados}} - \text{Cota}_{\text{apa_pod}} = 1.328 \text{ m}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se respecta Gabaritul de Libera trecere sub pod"} & \text{if } h_{\text{liber}} \geq \Delta_h \\ \text{"NU se Respecta Gabaritul de libera trecere sub pod"} & \text{if } h_{\text{liber}} < \Delta_h \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"DA, se respecta Gabaritul de Libera trecere sub pod"}$$

Podul de la Km 530+777, asigură debușul debitului cu asigurare de 1%.

Întocmit,
ing. Andrei RADU

Rody



Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU

Q

BREVIAR DE CALCUL HIDRAULIC

Pod km 531+145 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 Someș-Tisa, Cluj și comunicat prin "Confirmarea de comandă 6476/2017".

1. Date generale:

Podul de la km 531+145 traversează Pârâul Nadăș.

$$L_{u_max} := 9.65m$$

$$Q_{1\%} := 106.00 [m^3/s]$$

$$Cota_{amonte} := 442.89m$$

$$Cota_{aval} := 442.74m$$

$$D := 85.0m$$

$$i := \frac{Cota_{amonte} - Cota_{aval}}{D} = 0.0018$$

-Cotă absolută a talvegului în profilul din amonte

-Cotă absolută a talvegului în profilul din aval

-Distanța dintre profilele amonte și aval

-Panta talvegului



2. Calculul hidraulic în Aval:

2.1. Verificarea debitului capabil pe albia existentă:

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$n = 0.033 \quad n\text{-coeficient de rugozitate conf. PD 95 - 2002}$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 54.702 \quad [m^2]$$

$$P - \text{perimetrul udat} \quad P := 28.913 \quad [m]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 1.892 \quad [m]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 33.7006$$

$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{R \cdot i} = 1.95 \quad [m/s]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{cap} := V \cdot A = 106.52 \quad [m^3/s]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 106 \quad [m^3/s]$$

$$h_{lama_apa_aval} := 3.60m$$

$$Cota_{apa_aval} := Cota_{aval} + h_{lama_apa_aval} = 446.34m$$

$$\text{Condiția}_{de_verificare} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{cap} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{cap} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{de_verificare} = \text{"DA, se Verifică"}$$

3. Calculul hidraulic în Amonte:

3.1. Verificarea debitului capabil pe albia existentă:

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$n = 0.033$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 64.364 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul udat} \quad P := 42.950 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 1.4986 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 32.4165$$

$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{(R \cdot i)} = 1.67 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 107.3 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 106 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$h_{\text{lama_apa_amonte}} := 3.72 \text{m}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} := \text{Cota}_{\text{amonte}} + h_{\text{lama_apa_amonte}} = 446.61 \text{m}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"DA, se Verifică"}$$

$$i_h := \frac{\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} - \text{Cota}_{\text{apa_aval}}}{D} = 0.0032 \quad \text{-Panta hidraulică}$$

4. Calculul hidraulic în axul podului:

4.1. Verificarea debitului capabil pe secțiunea existentă:

$$D_1 := 41.00 \text{m} \quad \text{-Distanța dintre profilul aval și cel din axul podului}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_pod}} := \text{Cota}_{\text{apa_aval}} + \frac{(\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} - \text{Cota}_{\text{apa_aval}}) \cdot D_1}{D} = 446.4702 \text{m}$$

$$n = 0.033$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 24.001 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul udat} \quad P := 13.807 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 1.7383 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 33.2283$$

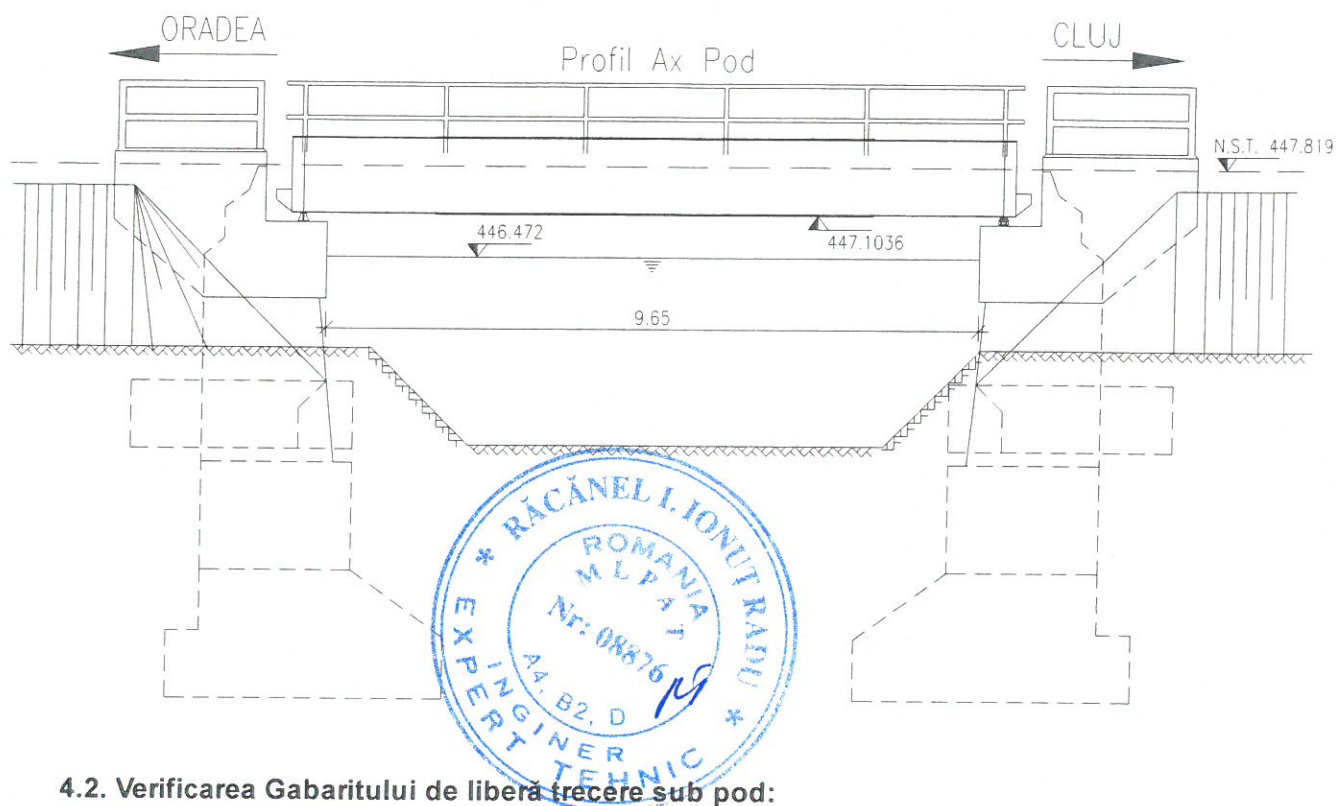
$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{(R \cdot i_h)} = 2.47 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 59.26 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 106 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"NU se Verifică!!!"}$$



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

$$\text{Cota}_{\text{NST}} := 447.819 \text{ m}$$

Cota N.S.T., conform studiului Topo

$$h_c := 0.7154 \text{ m}$$

Înălțimea de construcție, conform Releveu, Studiu Topo

$$\text{Cota}_{\text{intrados}} := \text{Cota}_{\text{NST}} - h_c = 447.1036 \text{ m}$$

$$h_{\text{liber}} := \text{Cota}_{\text{intrados}} - \text{Cota}_{\text{apa_pod}} = 0.6334 \text{ m}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se respecta Gabaritul de Libera trecere sub pod"} & \text{if } h_{\text{liber}} \geq \Delta_h \\ \text{"NU se Respecta Gabaritul de libera trecere sub pod"} & \text{if } h_{\text{liber}} < \Delta_h \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"NU se Respecta Gabaritul de libera trecere sub pod"}$$

Podul de la Km 531+145, nu asigură debușeul debitului cu asigurare de 1%.

Întocmit,
ing. Andrei RADU

Rady

Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU

Q

BREVIAR DE CALCUL HIDRAULIC

Pod km 561+888 Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor

Calculul hidraulic a fost efectuat pentru verificarea debușului (capacității de scurgere a apelor) și pentru a determina înălțimea lamei de apă pentru acest pod. Pentru verificarea debușului, 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 561+888 traversează Pârâul Hodîș.

$$L_{u_max} := 5.00m$$

$$Q_{1\%} := 5.50 \quad [m^3/s]$$

$$Cota_{amonte} := 508.35m$$

-Cotă absolută a talvegului în profilul din amonte

$$Cota_{aval} := 505.86m$$

-Cotă absolută a talvegului în profilul din aval

$$D := 57.20m$$

-Distanța dintre profilele amonte și aval

$$i := \frac{Cota_{amonte} - Cota_{aval}}{D} = 0.0435$$

-Panta talvegului



2. Calculul hidraulic în Aval:

2.1. Verificarea debitului capabil pe albia existentă:

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$n = 0.033 \quad n - \text{coeficient de rugozitate conf. PD 95 - 2002}$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 1.793 \quad [m^2]$$

$$P - \text{perimetrul udat} \quad P := 4.684 \quad [m]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 0.3828 \quad [m]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 25.8214$$

$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{R \cdot i} = 3.33 \quad [m/s]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{cap} := V \cdot A = 5.98 \quad [m^3/s]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 5.5 \quad [m^3/s]$$

$$h_{lama_apa_aval} := 1.15m$$

$$Cota_{apa_aval} := Cota_{aval} + h_{lama_apa_aval} = 507.01m$$

$$\text{Condiția}_{de_verificare} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{cap} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{cap} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{de_verificare} = \text{"DA, se Verifică"}$$

3. Calculul hidraulic în Amonte:

3.1. Verificarea debitului capabil pe albia existentă:

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$n = 0.033$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 1.556 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul ud} \quad P := 3.305 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 0.4708 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 26.7275$$

$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{R \cdot i} = 3.83 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 5.95 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 5.5 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$h_{\text{lama_apa_amonte}} := 0.90 \text{m}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} := \text{Cota}_{\text{amonte}} + h_{\text{lama_apa_amonte}} = 509.25 \text{m}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"DA, se Verifică"}$$

$$i_h := \frac{\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} - \text{Cota}_{\text{apa_aval}}}{D} = 0.0392 \quad \text{-Panta hidraulică}$$

4. Calculul hidraulic în axul podului:

4.1. Verificarea debitului capabil pe secțiunea existentă cu înălțimea lamei de apă rezultată din calcul:

$$D_1 := 33.50 \text{m} \quad \text{-Distanța dintre profilul aval și cel din axul podului}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_pod}} := \text{Cota}_{\text{apa_aval}} + \frac{(\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} - \text{Cota}_{\text{apa_aval}}) \cdot D_1}{D} = 508.3219 \text{m}$$

$$n = 0.033$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 5.367 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul ud} \quad P := 7.690 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 0.6979 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 28.54$$

$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{R \cdot i_h} = 4.72 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 25.32 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 5.5 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"DA, se Verifică"}$$

4.2. Verificarea debitului capabil pe secțiunea existentă cu înălțimea lamei de apă respectând gabaritul de liberă trecere sub pod:

$$Cota_{\text{apa_pod}} := Cota_{\text{apa_aval}} + \frac{(Cota_{\text{apa_amonte}} - Cota_{\text{apa_aval}}) \cdot D_1}{D} - 0.5599\text{m} = 507.762\text{ m}$$

A - aria secțiunii de curgere $A := 2.526$ $[\text{m}^2]$

P - perimetrul ud $P := 6.57$ $[\text{m}]$

R - raza hidraulică $R := \frac{A}{P} = 0.3845$ $[\text{m}]$

y - Exponentul lui Chezy $y = 0.1667$

C - Coeficientul lui Chezy $C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 25.8403$

V - viteza medie a apei $V := C \cdot \sqrt{R \cdot i_h} = 3.17$ $[\text{m/s}]$

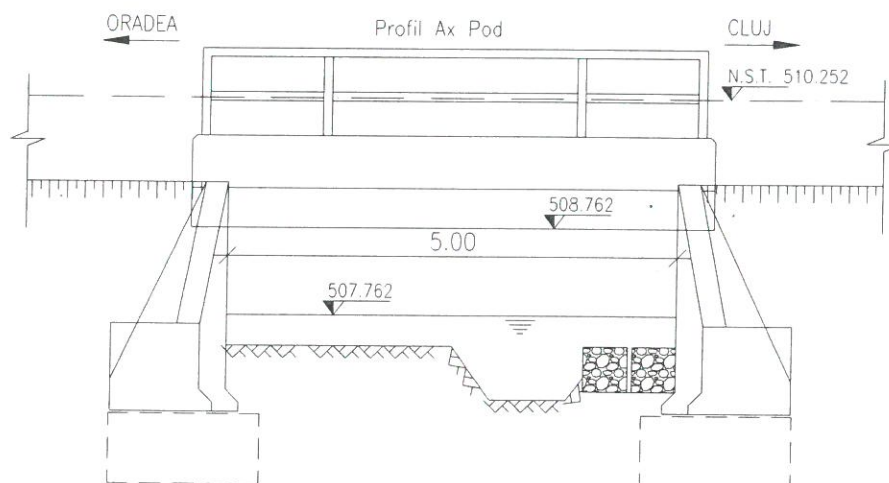
Debitul capabil al podului $Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 8.01$ $[\text{m}^3/\text{s}]$

Debitul de calcul al podului $Q_{1\%} = 5.5$ $[\text{m}^3/\text{s}]$

Condiția_{de_verificare} := $\begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$



Condiția_{de_verificare} = "DA, se Verifică"



4.3. 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

$Cota_{\text{NST}} := 510.252\text{ m}$ Cota N.S.T., conform studiului Topo

$h_c := 1.49\text{ m}$ Înălțimea de construcție, conform Relevu, Studiu Topo

$Cota_{\text{intrados}} := Cota_{\text{NST}} - h_c = 508.762\text{ m}$

$h_{\text{liber}} := Cota_{\text{intrados}} - Cota_{\text{apa_pod}} = 1\text{ m}$

Condiția_{de_verificare} := $\begin{cases} \text{"DA, se respecta Gabaritul de Libera trecere sub pod"} & \text{if } h_{\text{liber}} \geq \Delta_h \\ \text{"NU se Respecta Gabaritul de libera trecere sub pod"} & \text{if } h_{\text{liber}} < \Delta_h \end{cases}$

Condiția_{de_verificare} = "DA, se respecta Gabaritul de Libera trecere sub pod"

Podul de la Km 561+888, asigură debușeul debitului cu asigurare de 1%.

Întocmit,
ing. Andrei RADU

Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU

BREVIAR DE CALCUL HIDRAULIC

Pod km 565+552 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 565+552 traversează Valea Hornișului.

$$L_{u_max} := 7.75\text{m}$$

$$Q_{1\%} := 14.00 \text{ [m}^3/\text{s]}$$

$$\text{Cota}_{\text{amonte}} := 492.67\text{m}$$

$$\text{Cota}_{\text{aval}} := 491.90\text{m}$$

$$D := 40.5\text{m}$$

$$i := \frac{\text{Cota}_{\text{amonte}} - \text{Cota}_{\text{aval}}}{D} = 0.019$$

-Cotă absolută a talvegului în profilul din amonte

-Cotă absolută a talvegului în profilul din aval

-Distanța dintre profilele amonte și aval

-Panta talvegului



2. Calculul hidraulic în Aval:

2.1. Verificarea debitului capabil pe albia existentă:

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$n = 0.033 \quad n - \text{coeficient de rugozitate conf. PD 95 - 2002}$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 4.858 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul udat} \quad P := 8.307 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 0.5848 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 27.7112$$

$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{R \cdot i} = 2.92 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 14.2 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 14 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$h_{\text{lama_apa_aval}} := 0.86\text{m}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_aval}} := \text{Cota}_{\text{aval}} + h_{\text{lama_apa_aval}} = 492.76\text{m}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"DA, se Verifică"}$$

3. Calculul hidraulic în Amonte:

3.1. Verificarea debitului capabil pe albia existentă:

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$n = 0.033$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 4.154 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul udat} \quad P := 5.713 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 0.7271 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 28.7356$$

$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{(R \cdot i)} = 3.38 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 14.03 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 14 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$h_{\text{lama_apa_amonte}} := 1.20\text{m}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} := \text{Cota}_{\text{amonte}} + h_{\text{lama_apa_amonte}} = 493.87\text{ m}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"DA, se Verifică"}$$

$$i_h := \frac{\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} - \text{Cota}_{\text{apa_aval}}}{D} = 0.0274 \quad \text{-Panta hidraulică}$$

4. Calculul hidraulic în axul podului:

4.1. Verificarea debitului capabil pe secțiunea existentă:

$$D_1 := 22.00\text{m} \quad \text{-Distanța dintre profilul aval și cel din axul podului}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_pod}} := \text{Cota}_{\text{apa_aval}} + \frac{(\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} - \text{Cota}_{\text{apa_aval}}) \cdot D_1}{D} = 493.363\text{ m}$$

$$n = 0.033$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 5.713 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul udat} \quad P := 8.89 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 0.6426 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 28.1501$$

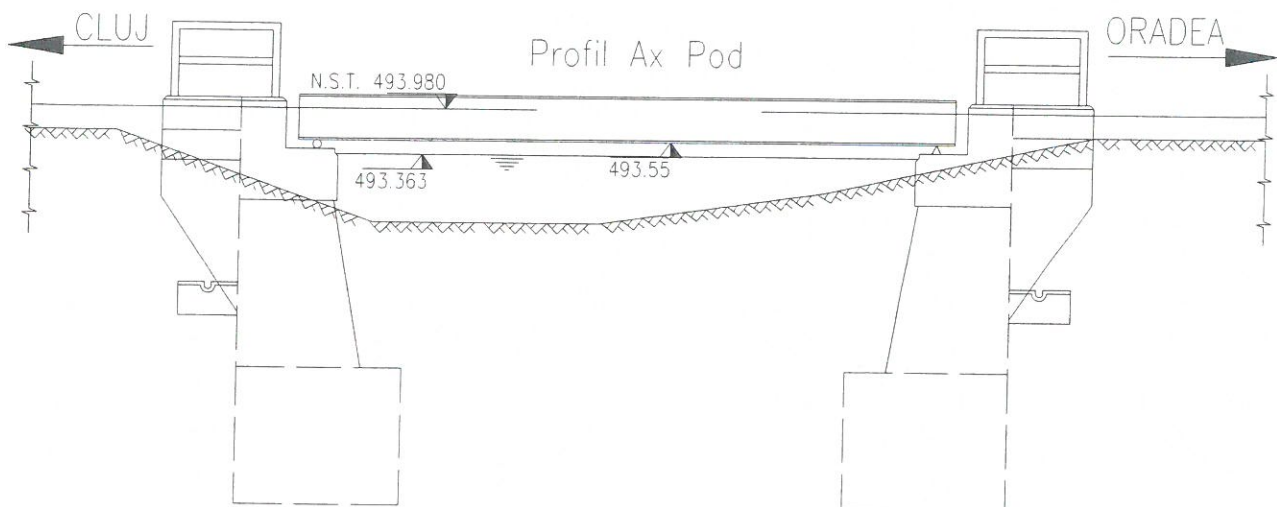
$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{(R \cdot i_h)} = 3.74 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 21.34 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 14 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"DA, se Verifică"}$$



4.2. Verificarea 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

$Cota_{NST} := 493.980\text{ m}$ Cota N.S.T., conform studiului Topo

$h_c := 0.43\text{ m}$ Înălțimea de construcție, conform Releveu, Studiu Topo

$Cota_{intradose} := Cota_{NST} - h_c = 493.55\text{ m}$

$h_{liber} := Cota_{intradose} - Cota_{apa_pod} = 0.187\text{ m}$

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 565+552, 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

Radu



Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU

Neдеianu

BREVIAR DE CALCUL HIDRAULIC

Pod km 573+461 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 Bazinală de Apă Crisuri, Oradea și comunicat în Iunie 2017".

1. Date generale:

Podul de la km 573+461 traversează Pârâul Poicului.

$$L_{u_max} := 12.05m$$

$$Q_{1\%} := 124.00 [m^3/s]$$

$$Cota_{amonte} := 437.42m$$

-Cotă absolută a talvegului în profilul din amonte

$$Cota_{aval} := 437.10m$$

-Cotă absolută a talvegului în profilul din aval

$$D := 31.0m$$

-Distanța dintre profilele amonte și aval

$$i := \frac{Cota_{amonte} - Cota_{aval}}{D} = 0.0103 \quad \text{-Panta talvegului}$$



2. Calculul hidraulic în Aval:

2.1. Verificarea debitului capabil pe albia existentă:

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$n = 0.025 \quad n\text{- coeficient de rugozitate conf. PD 95 - 2002}$$

$$A \text{ - aria secțiunii de curgere} \quad A := 24.984 \quad [m^2]$$

$$P \text{ - perimetrul udat} \quad P := 18.504 \quad [m]$$

$$R \text{ - raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 1.3502 \quad [m]$$

$$y \text{ - Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C \text{ - Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 42.0526$$

$$V \text{ - viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{R \cdot i} = 4.96 \quad [m/s]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{cap} := V \cdot A = 124.04 \quad [m^3/s]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 124 \quad [m^3/s]$$

$$h_{lama_apa_aval} := 1.81m$$

$$Cota_{apa_aval} := Cota_{aval} + h_{lama_apa_aval} = 438.91m$$

$$\text{Condiția de verificare} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{cap} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{cap} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția de verificare} = \text{"DA, se Verifică"}$$

3. Calculul hidraulic în Amonte:

3.1. Verificarea debitului capabil pe albia existentă:

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$n = 0.025$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 22.263 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul ud} \quad P := 13.736 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 1.6208 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 43.3525$$

$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{(R \cdot i)} = 5.61 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 124.84 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 124 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$h_{\text{lama_apa_amonte}} := 2.40\text{m}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} := \text{Cota}_{\text{amonte}} + h_{\text{lama_apa_amonte}} = 439.82\text{ m}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"DA, se Verifică"}$$

$$i_h := \frac{\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} - \text{Cota}_{\text{apa_aval}}}{D} = 0.0294 \quad \text{-Panta hidraulică}$$

4. Calculul hidraulic în axul podului:

4.1. Verificarea debitului capabil pe secțiunea existentă:

$$D_1 := 17.00\text{m} \quad \text{-Distanța dintre profilul aval și cel din axul podului}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_pod}} := \text{Cota}_{\text{apa_aval}} + \frac{(\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} - \text{Cota}_{\text{apa_aval}}) \cdot D_1}{D} = 439.409\text{ m}$$

$$n = 0.025$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 22.127 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul ud} \quad P := 15.302 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 1.446 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 42.5359$$

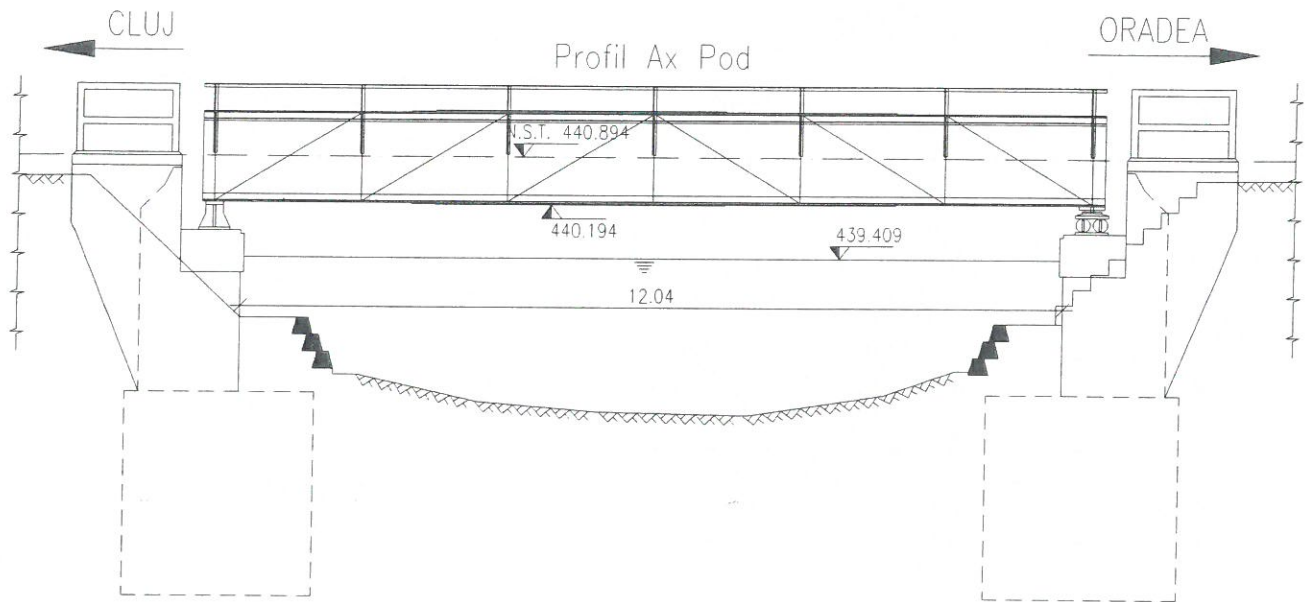
$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{(R \cdot i_h)} = 8.76 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 193.91 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 124 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"DA, se Verifică"}$$



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

$$\text{Cota}_{\text{NST}} := 440.894 \text{ m}$$

Cota N.S.T., conform studiului Topo

$$h_c := 0.70 \text{ m}$$

Înălțimea de construcție, conform Releveu, Studiu Topo

$$\text{Cota}_{\text{intrados}} := \text{Cota}_{\text{NST}} - h_c = 440.194 \text{ m}$$

$$h_{\text{liber}} := \text{Cota}_{\text{intrados}} - \text{Cota}_{\text{apa_pod}} = 0.785 \text{ m}$$

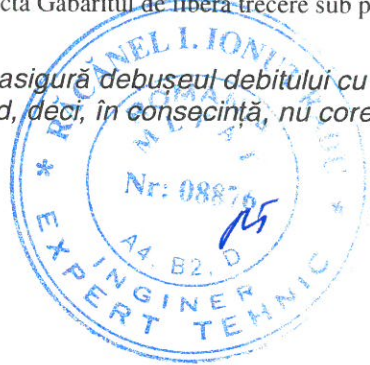
$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se respecta Gabaritul de Libera trecere sub pod"} & \text{if } h_{\text{liber}} \geq \Delta_h \\ \text{"NU se Respecta Gabaritul de libera trecere sub pod"} & \text{if } h_{\text{liber}} < \Delta_h \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"NU se Respecta Gabaritul de libera trecere sub pod"}$$

Podul de la Km 573+461, asigură debuseul 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

Radu



Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU

Neдеianu

BREVIAR DE CALCUL HIDRAULIC

Pod km 576+517 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 576+517 traversează Valea Gherminului.

$$L_{u_max} := 12.50m$$

$$Q_{1\%} := 102.00 [m^3/s]$$

$$Cota_{amonte} := 421.13m$$

-Cotă absolută a talvegului în profilul din amonte

$$Cota_{aval} := 420.85m$$

-Cotă absolută a talvegului în profilul din aval

$$D := 44.0m$$

-Distanța dintre profilele amonte și aval

$$i := \frac{Cota_{amonte} - Cota_{aval}}{D} = 0.0064$$

-Panta talvegului



2. Calculul hidraulic în Aval:

2.1. Verificarea debitului capabil pe albia existentă:

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$n = 0.033 \quad n\text{- coeficient de rugozitate conf. PD 95 - 2002}$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 34.870 \quad [m^2]$$

$$P - \text{perimetrul udat} \quad P := 25.713 \quad [m]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 1.3561 \quad [m]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 31.8813$$

$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{R \cdot i} = 2.96 \quad [m/s]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{cap} := V \cdot A = 103.27 \quad [m^3/s]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 102 \quad [m^3/s]$$

$$h_{lama_apa_aval} := 2.35m$$

$$Cota_{apa_aval} := Cota_{aval} + h_{lama_apa_aval} = 423.2m$$

$$\text{Condiția}_{de_verificare} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{cap} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{cap} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{de_verificare} = \text{"DA, se Verifică"}$$

3. Calculul hidraulic în Amonte:

3.1. Verificarea debitului capabil pe albia existentă:

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$n = 0.033$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 29.826 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul udat} \quad P := 17.453 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 1.7089 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 33.134$$

$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{(R \cdot i)} = 3.46 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 103.06 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 102 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$h_{\text{lama_apa_amonte}} := 3.00\text{m}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} := \text{Cota}_{\text{amonte}} + h_{\text{lama_apa_amonte}} = 424.13\text{ m}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"DA, se Verifică"}$$

$$i_h := \frac{\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} - \text{Cota}_{\text{apa_aval}}}{D} = 0.0211 \quad \text{-Panta hidraulică}$$

4. Calculul hidraulic în axul podului:

4.1. Verificarea debitului capabil pe secțiunea existentă:

$$D_1 := 30.00\text{m} \quad \text{-Distanța dintre profilul aval și cel din axul podului}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_pod}} := \text{Cota}_{\text{apa_aval}} + \frac{(\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} - \text{Cota}_{\text{apa_aval}}) \cdot D_1}{D} = 423.8341\text{ m}$$

$$n = 0.033$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 26.008 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul udat} \quad P := 16.119 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 1.6135 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 32.8182$$

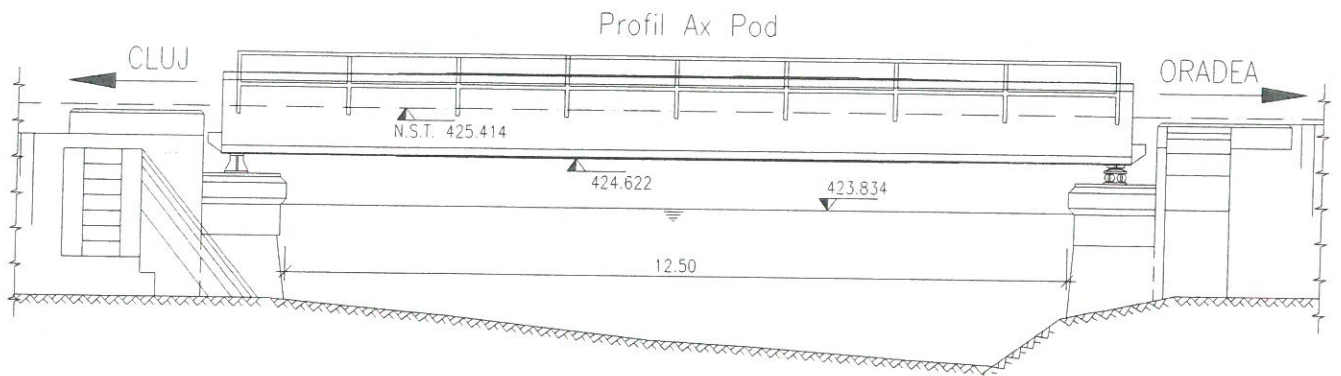
$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{(R \cdot i_h)} = 6.06 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 157.62 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 102 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"DA, se Verifică"}$$



4.2. Verificarea 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

$$\text{Cota}_{\text{NST}} := 425.414 \text{ m}$$

Cota N.S.T., conform studiului Topo

$$h_c := 0.792 \text{ m}$$

Înălțimea de construcție, conform Releveu, Studiu Topo

$$\text{Cota}_{\text{intrados}} := \text{Cota}_{\text{NST}} - h_c = 424.622 \text{ m}$$

$$h_{\text{liber}} := \text{Cota}_{\text{intrados}} - \text{Cota}_{\text{apa_pod}} = 0.7879 \text{ m}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se respecta Gabaritul de Libera trecere sub pod"} & \text{if } h_{\text{liber}} \geq \Delta_h \\ \text{"NU se Respecta Gabaritul de libera trecere sub pod"} & \text{if } h_{\text{liber}} < \Delta_h \end{cases}$$

Condiția_{de_verificare} = "NU se Respecta Gabaritul de libera trecere sub pod"

Podul de la Km 576+517, 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 580+593 Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor

Calculul hidraulic a fost efectuat pentru verificarea deversului (capacității de scurgere a apelor) și pentru a determina înălțimea lamei de apă pentru acest pod. Pentru verificarea deversului, 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 Junie 2017".

1. Date generale:

Podul de la km 580+593 traversează Valea Neagră.

$$L_{u_max} := 7.75m$$

$$Q_{1\%} := 69.00 \text{ [m}^3\text{/s]}$$

$$Cota_{amonte} := 397.63m$$

-Cotă absolută a talvegului în profilul din amonte

$$Cota_{aval} := 396.40m$$

-Cotă absolută a talvegului în profilul din aval

$$D := 40.00m$$

-Distanța dintre profilele amonte și aval

$$i := \frac{Cota_{amonte} - Cota_{aval}}{D} = 0.0308$$

-Panta talvegului



2. Calculul hidraulic în Aval:

2.1. Verificarea debitului capabil pe albia existentă:

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$n = 0.033 \quad n\text{- coeficient de rugozitate conf. PD 95 - 2002}$$

$$A \text{ - aria secțiunii de curgere} \quad A := 15.952 \quad [\text{m}^2]$$

$$P \text{ - perimetrul udat} \quad P := 21.556 \quad [\text{m}]$$

$$R \text{ - raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 0.74 \quad [\text{m}]$$

$$y \text{ - Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C \text{ - Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 28.82$$

$$V \text{ - viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{(R \cdot i)} = 4.35 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{cap} := V \cdot A = 69.35 \quad [\text{m}^3\text{/s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 69 \quad [\text{m}^3\text{/s}]$$

$$h_{lama_apa_aval} := 1.672m$$

$$Cota_{apa_aval} := Cota_{aval} + h_{lama_apa_aval} = 398.072 \text{ m}$$

$$\text{Condiția}_{de_verificare} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{cap} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{cap} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{de_verificare} = \text{"DA, se Verifică"}$$

3. Calculul hidraulic în Amonte:

3.1. Verificarea debitului capabil pe albia existentă:

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$n = 0.033$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 15.718 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul udat} \quad P := 20.324 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 0.7734 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 29.0325$$

$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{(R \cdot i)} = 4.48 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 70.37 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 69 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$h_{\text{lama_apa_amonte}} := 1.47 \text{m}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} := \text{Cota}_{\text{amonte}} + h_{\text{lama_apa_amonte}} = 399.1 \text{m}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"DA, se Verifică"}$$

$$i_h := \frac{\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} - \text{Cota}_{\text{apa_aval}}}{D} = 0.0257 \quad \text{-Panta hidraulică}$$

4. Calculul hidraulic în axul podului:

4.1. Verificarea debitului capabil pe secțiunea existentă:

$$D_1 := 18.50 \text{m} \quad \text{-Distanța dintre profilul aval și cel din axul podului}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_pod}} := \text{Cota}_{\text{apa_aval}} + \frac{(\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} - \text{Cota}_{\text{apa_aval}}) \cdot D_1}{D} = 398.5475 \text{m}$$

$$n = 0.033$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 10.995 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul udat} \quad P := 10.265 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 1.0711 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 30.652$$

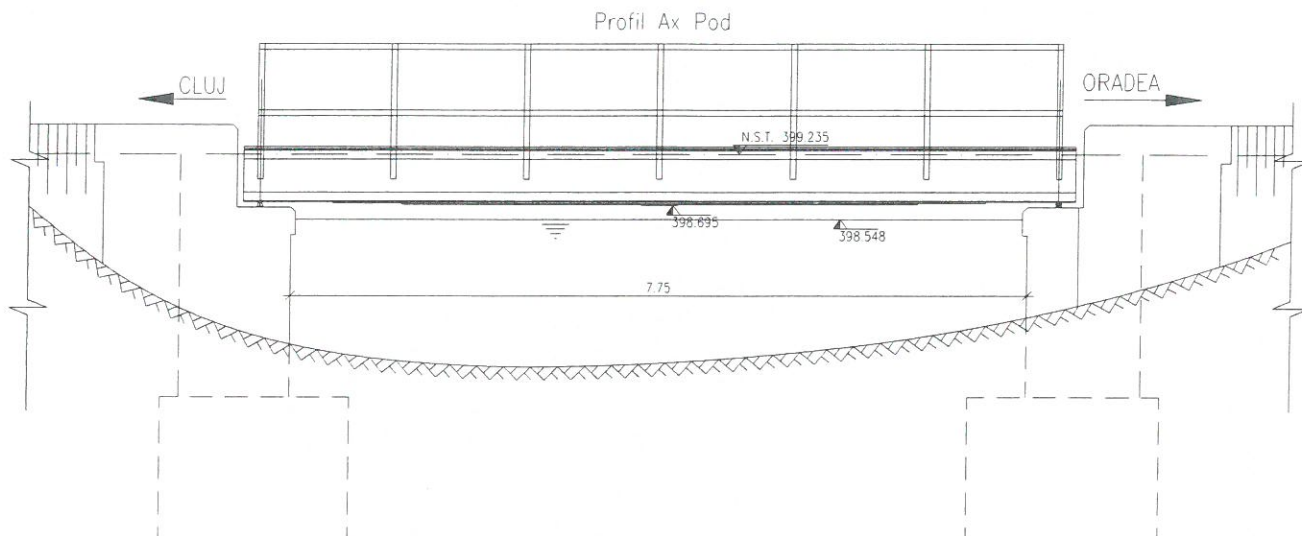
$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{(R \cdot i_h)} = 5.09 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 55.92 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 69 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"NU se Verifică!!!"}$$



4.2. Verificarea Gabaritului de liberă trecere sub pod:

$\Delta_h = 0.75 \text{ m}$

Pentru poduri peste cursuri de apa cu debite $Q_c < 1000 \text{ m}^3$ - fara plutitori

$Cota_{NST} := 399.235 \text{ m}$

Cota N.S.T., conform studiului Topo

$h_c := 0.54 \text{ m}$

Înălțimea de construcție, conform Relevu, Studiu Topo

$Cota_{intradros} := Cota_{NST} - h_c = 398.695 \text{ m}$

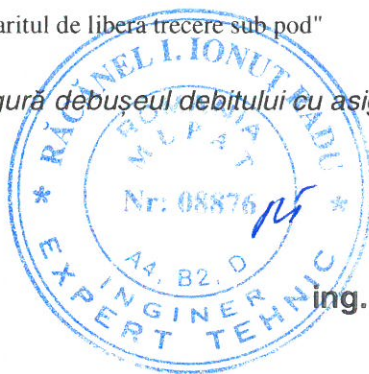
$h_{liber} := Cota_{intradros} - Cota_{apa_pod} = 0.1475 \text{ m}$

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 580+593, nu asigura debuseul debitului cu asigurare de 1%.

Întocmit,
ing. Andrei RADU



Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU

BREVIAR DE CALCUL HIDRAULIC

Pod km 584+956 Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor

Calculul hidraulic a fost efectuat pentru verificarea debușului (capacității de scurgere a apelor) și pentru a determina înălțimea lamei de apă pentru acest pod. Pentru verificarea debușului, 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 584+956 traversează Valea Făgădău.

$$L_{u_max} := 4.30\text{m}$$

$$Q_{1\%} := 29.00 \text{ [m}^3/\text{s]}$$

$$\text{Cota}_{\text{amonte}} := 373.65\text{m}$$

-Cotă absolută a talvegului în profilul din amonte

$$\text{Cota}_{\text{aval}} := 372.55\text{m}$$

-Cotă absolută a talvegului în profilul din aval

$$D := 36.75\text{m}$$

-Distanța dintre profilele amonte și aval

$$i := \frac{\text{Cota}_{\text{amonte}} - \text{Cota}_{\text{aval}}}{D} = 0.0299$$

-Panta talvegului



2. Calculul hidraulic în Aval:

2.1. Verificarea debitului capabil pe albia existentă:

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$n = 0.033 \quad n\text{- coeficient de rugozitate conf. PD 95 - 2002}$$

$$A\text{ - aria secțiunii de curgere} \quad A := 6.218 \quad [\text{m}^2]$$

$$P\text{ - perimetrul udat} \quad P := 7.144 \quad [\text{m}]$$

$$R\text{ - raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 0.8704 \quad [\text{m}]$$

$$y\text{ - Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C\text{ - Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 29.6099$$

$$V\text{ - viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{R \cdot i} = 4.78 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 29.72 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 29 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$h_{\text{lama_apa_aval}} := 1.55\text{m}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_aval}} := \text{Cota}_{\text{aval}} + h_{\text{lama_apa_aval}} = 374.1\text{m}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"DA, se Verifică"}$$

3. Calculul hidraulic în Amonte:

3.1. Verificarea debitului capabil pe albia existentă:

Luăm în considerare panta hidraulică egală cu panta talvegului.

$$n = 0.033$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 6.830 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul ud} \quad P := 9.124 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 0.7486 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 28.8752$$

$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{R \cdot i} = 4.32 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 29.52 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 29 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$h_{\text{lama_apa_amonte}} := 1.20\text{m}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} := \text{Cota}_{\text{amonte}} + h_{\text{lama_apa_amonte}} = 374.85\text{ m}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"DA, se Verifică"}$$

$$i_h := \frac{\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} - \text{Cota}_{\text{apa_aval}}}{D} = 0.0204 \quad \text{-Panta hidraulică}$$

4. Calculul hidraulic în axul podului:

4.1. Verificarea debitului capabil pe secțiunea existentă:

$$D_1 := 8.50\text{m} \quad \text{-Distanța dintre profilul aval și cel din axul podului}$$

$$\text{Cota}_{\text{apa_pod}} := \text{Cota}_{\text{apa_aval}} + \frac{(\text{Cota}_{\text{apa_amonte}} - \text{Cota}_{\text{apa_aval}}) \cdot D_1}{D} = 374.2735\text{ m}$$

$$n = 0.033$$

$$A - \text{aria secțiunii de curgere} \quad A := 5.646 \quad [\text{m}^2]$$

$$P - \text{perimetrul ud} \quad P := 8.877 \quad [\text{m}]$$

$$R - \text{raza hidraulică} \quad R := \frac{A}{P} = 0.636 \quad [\text{m}]$$

$$y - \text{Exponentul lui Chezy} \quad y = 0.1667$$

$$C - \text{Coeficientul lui Chezy} \quad C := \frac{1}{n} \cdot (R)^y = 28.1017$$

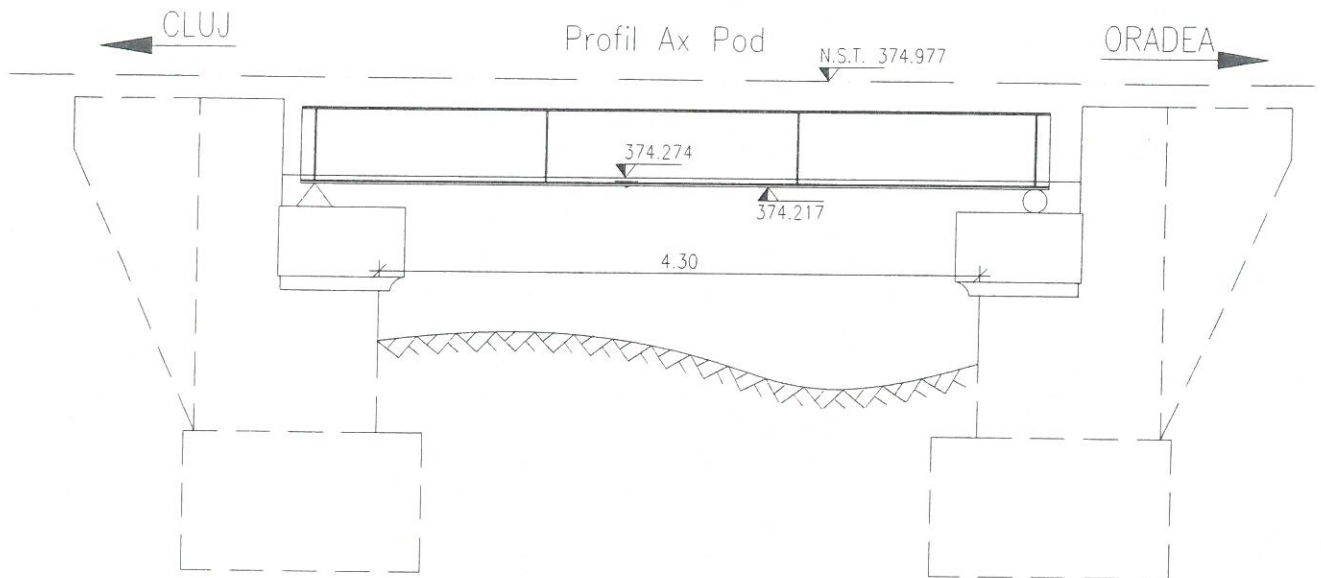
$$V - \text{viteza medie a apei} \quad V := C \cdot \sqrt{R \cdot i_h} = 3.2 \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{Debitul capabil al podului} \quad Q_{\text{cap}} := V \cdot A = 18.08 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Debitul de calcul al podului} \quad Q_{1\%} = 29 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se Verifică"} & \text{if } Q_{\text{cap}} \geq Q_{1\%} \\ \text{"NU se Verifică!!!"} & \text{if } Q_{\text{cap}} < Q_{1\%} \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"NU se Verifică!!!"}$$



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

$$\text{Cota}_{\text{NST}} := 374.977 \text{ m}$$

Cota N.S.T., conform studiului Topo

$$h_c := 0.76 \text{ m}$$

Înălțimea de construcție, conform Releveu, Studiu Topo

$$\text{Cota}_{\text{intrados}} := \text{Cota}_{\text{NST}} - h_c = 374.217 \text{ m}$$

$$h_{\text{liber}} := \text{Cota}_{\text{intrados}} - \text{Cota}_{\text{apa_pod}} = -0.0565 \text{ m}$$

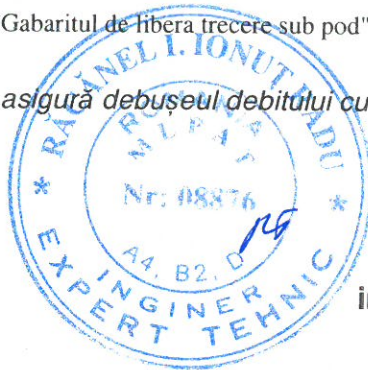
$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"DA, se respecta Gabaritul de Libera trecere sub pod"} & \text{if } h_{\text{liber}} \geq \Delta_h \\ \text{"NU se Respecta Gabaritul de libera trecere sub pod"} & \text{if } h_{\text{liber}} < \Delta_h \end{cases}$$

$$\text{Condiția}_{\text{de_verificare}} = \text{"NU se Respecta Gabaritul de libera trecere sub pod"}$$

Podul de la Km 584+956, nu asigură debușul debitului cu asigurare de 1%.

Întocmit,
ing. Andrei RADU

Rady



Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU

Q

Pod km 522+537, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.I.P.C.J.S - deschidere 12.00m

Breviar de calcul: Grinda principala L=12.00m 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 := 12.00m -deschiderea podului
B := 2.80m -distanța interax între grinzile principale
h_w := 670mm -înălțimea inimii grinzii

1.1. Evaluarea acțiunilor:

1.1.a) Greutatea permanenta (conform fișei podului)

$$g_{sina} := 0.65 \frac{kN}{m} \quad g_{prindere} := 1.30 \frac{kN}{m} \quad \gamma_{lemn} := 10 \frac{kN}{m^3}$$

$$g_{traversa} := 0.24m \cdot 0.24m \cdot 2.60m \cdot \gamma_{lemn} = 1.498 \cdot kN$$

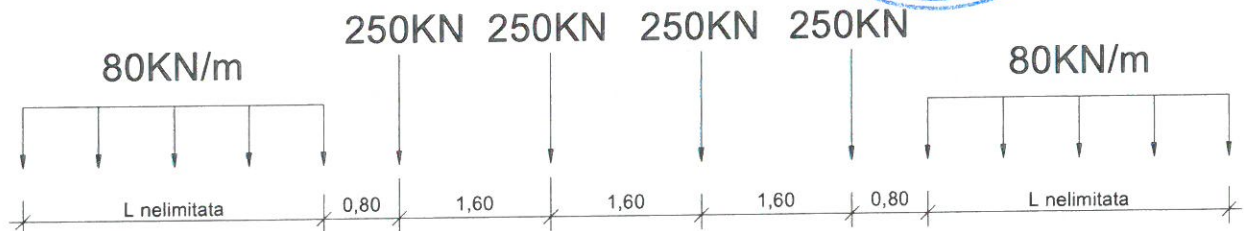
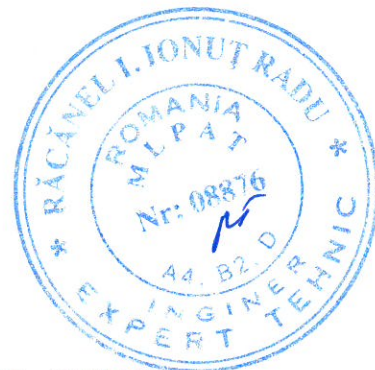
$$g_{cale} := 2g_{sina} + 2g_{prindere} + \frac{2 \cdot g_{traversa}}{1.0m} = 6.895 \cdot \frac{kN}{m}$$

$$g_{sm_fisapod} := \frac{231 \cdot kN}{12.00m} = 19.25 \cdot \frac{kN}{m}$$

$$g_p := g_{sm_fisapod} + g_{cale} = 26.145 \cdot \frac{kN}{m}$$

1.1.b) Convoiul 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)

$$\phi_3 = \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.73 \quad \text{-coeficientul dinamic pentru o cale întreținută în condiții standard}$$

$$L_\phi := \frac{L}{m} = 12 \quad \text{-lungimea "determinată" conform tabel 6.2}$$

$$\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.73 = 1.392$$

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 vant se poate stabili cu relația:

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

Valoarea recomandată pentru densitatea aerului este de $1,25kg/m^3$ (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, $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$.

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

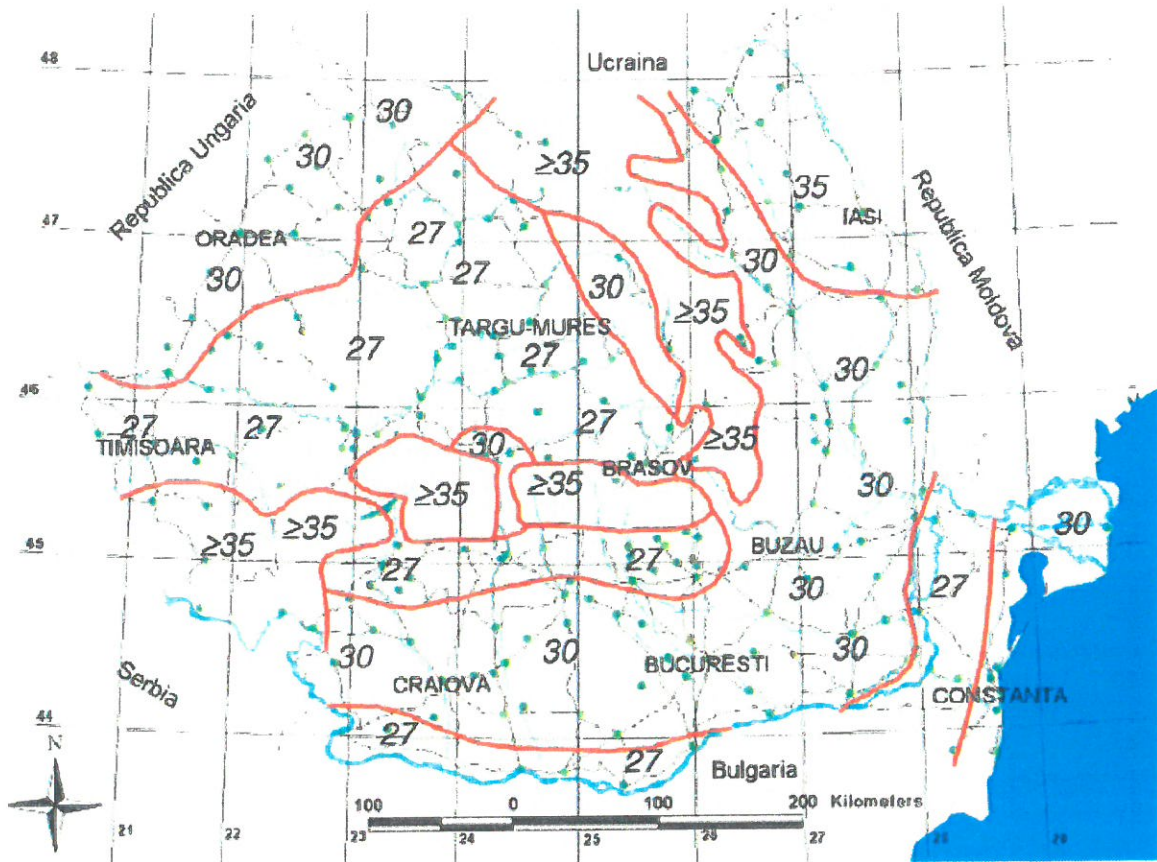
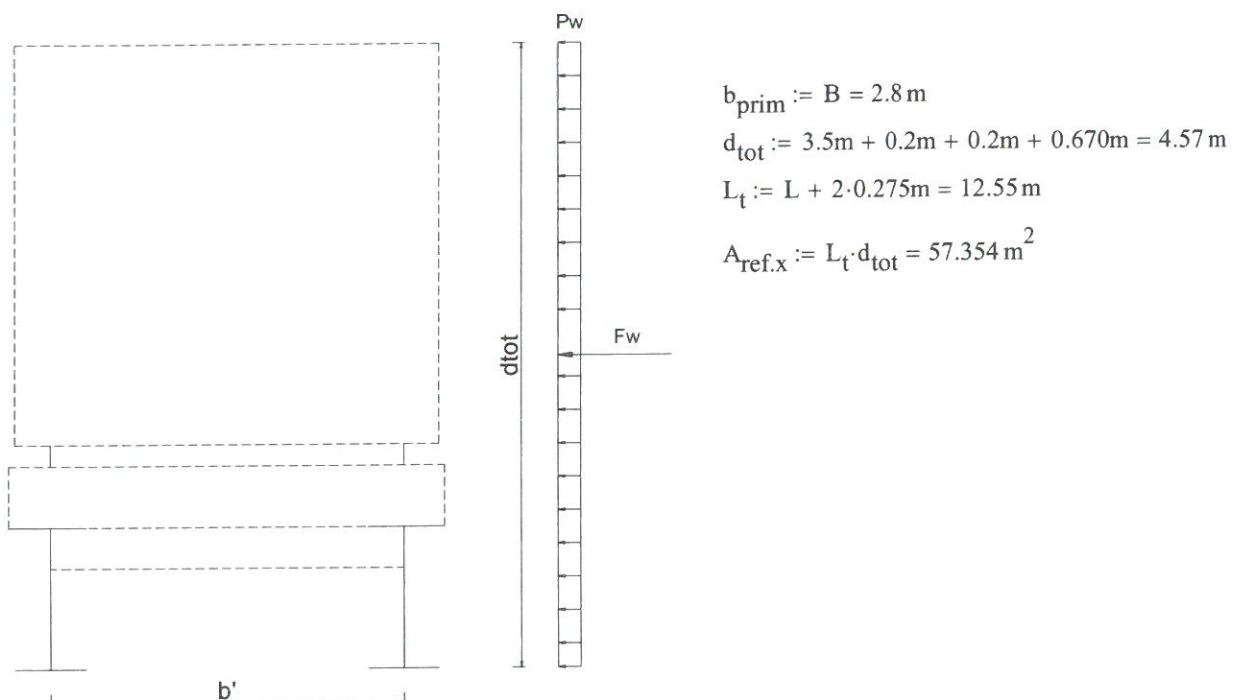


Figura 1(RO)- Harta de zonare a valorii fundamentale a vitezei de referință a vântului, $v_{b,0}$.



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 $c_{s,x}$ conform 8.3.1 (1) ;
- $c_D = 1,0$;
- $k_I = 1,0$.

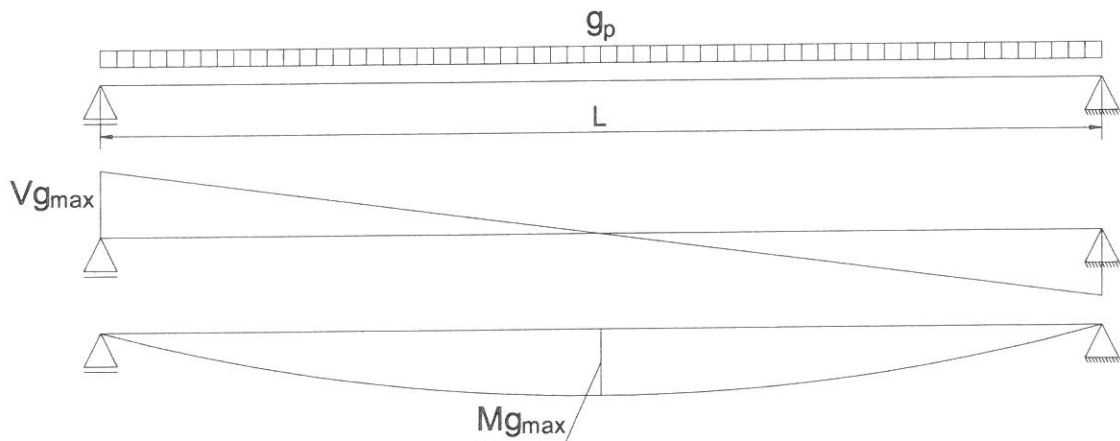
Pentru valori intermediare ale b/d_{tot} , și z_e se poate folosi interpolarea liniară.

$$\frac{b_{prim}}{d_{tot}} = 0.613 \quad C := 6.599$$

$$F_w := \frac{1}{2} \cdot \rho_{aer} \cdot v_b^2 \cdot C \cdot A_{ref,x} = 212.893 \cdot \text{kN}$$

$$P_w := \frac{F_w}{A_{ref,x}} = 3.712 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

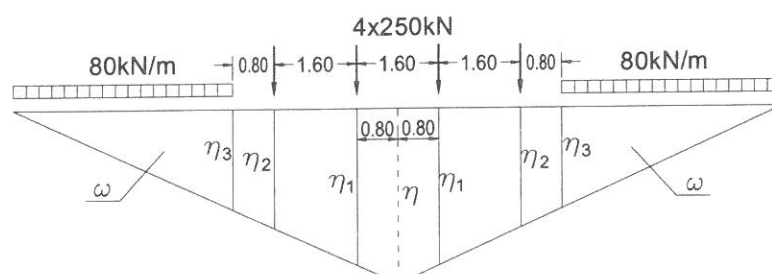
1.2. Diagrame de momente incovoietoare si forta taietoare din greutate permanenta



$$M_{gmax} := \frac{g_p \cdot L^2}{8} = 470.614 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{gmax} := \frac{g_p \cdot L}{2} = 156.871 \cdot \text{kN}$$

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:

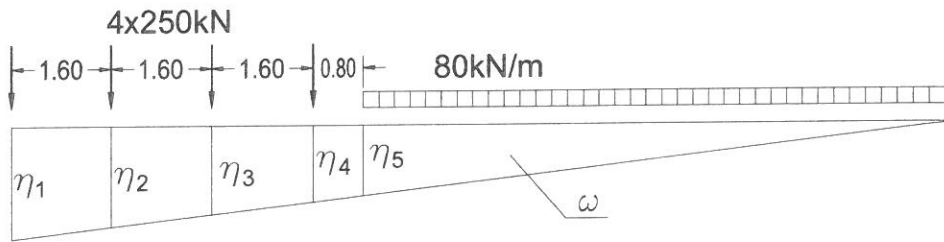
$$\eta := 0.25 \cdot L = 3 \text{ m}$$

$$\eta_{1m} := \frac{\eta}{0.5 \cdot L} \left(\frac{L}{2} - 0.8 \text{ m} \right) = 2.6 \text{ m} \quad \eta_{3m} := \frac{\eta}{0.5 \cdot L} \left(\frac{L}{2} - 3.2 \text{ m} \right) = 1.4 \text{ m}$$

$$\eta_{2m} := \frac{\eta}{0.5 \cdot L} \left(\frac{L}{2} - 2.4 \text{ m} \right) = 1.8 \text{ m} \quad \omega_m := \left(\frac{L}{2} - 3.2 \text{ m} \right)^2 \cdot \frac{\eta}{0.5 \cdot L} \cdot 0.5 = 1.96 \text{ m}^2$$

$$M_{\max LM71} := Q_{vk} \cdot 2 \cdot (\eta_{1m} + \eta_{2m}) + q_{vk} \cdot 2 \cdot \omega_m = 2513.6 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Linia de influenta a fortei taietoare maxime:



Ordonatele liniei de influenta a fortei taietoare maxime:

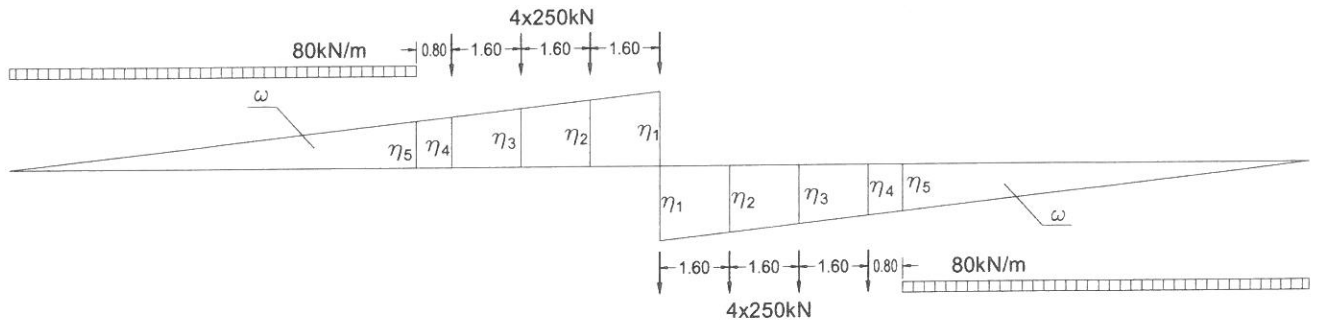
$$\eta_{1tm} := 1$$

$$\eta_{2tm} := \frac{\eta_{1tm}}{L} \cdot (L - 1.6 \text{ m}) = 0.867 \quad \eta_{4tm} := \frac{\eta_{1tm}}{L} \cdot (L - 4.8 \text{ m}) = 0.6 \quad \omega_{tm} := \frac{\eta_{1tm}}{L} \cdot (L - 5.6 \text{ m})^2 \cdot 0.5 = 1.707 \text{ m}$$

$$\eta_{3tm} := \frac{\eta_{1tm}}{L} \cdot (L - 3.2 \text{ m}) = 0.733 \quad \eta_{5tm} := \frac{\eta_{1tm}}{L} \cdot (L - 5.6 \text{ m}) = 0.533$$

$$V_{\max LM71} := Q_{vk} \cdot (\eta_{1tm} + \eta_{2tm} + \eta_{3tm} + \eta_{4tm}) + q_{vk} \cdot \omega_{tm} = 936.533 \cdot \text{kN}$$

Linia de influenta a fortei taietoare din jumatarea deschiderii:



Ordonatele liniei de influenta a fortei din jumatarea deschiderii:

$$\eta_{1t} := 0.5$$

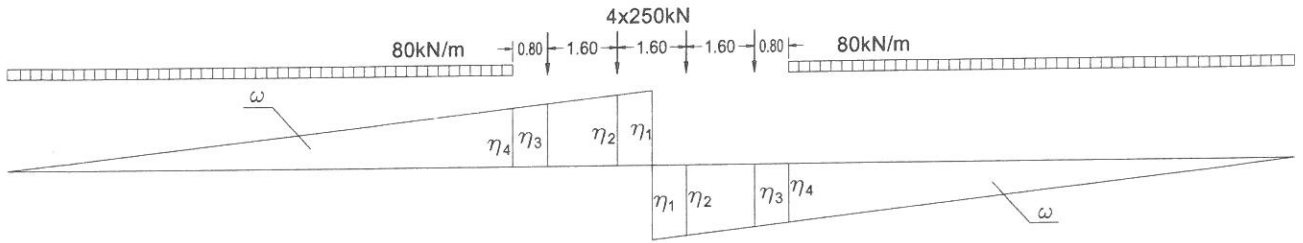
$$\eta_{2t} := \frac{\eta_{1t}}{0.5L} \cdot (0.5L - 1.6 \text{ m}) = 0.367 \quad \eta_{4t} := \frac{\eta_{1t}}{0.5L} \cdot (0.5L - 4.8 \text{ m}) = 0.1 \quad \omega_t := \frac{\eta_{1t}}{0.5L} \cdot (0.5L - 5.6 \text{ m})^2 \cdot 0.5 = 0.007 \text{ m}$$

$$\eta_{3t} := \frac{\eta_{1t}}{0.5L} \cdot (0.5L - 3.2 \text{ m}) = 0.233 \quad \eta_{5t} := \frac{\eta_{1t}}{0.5L} \cdot (0.5L - 5.6 \text{ m}) = 0.033$$

$$V_{\max 0.5L} := Q_{vk} \cdot (\eta_{1t} + \eta_{2t} + \eta_{3t} + \eta_{4t}) + q_{vk} \cdot \omega_t = 300.533 \cdot \text{kN}$$

$$V_{\min 0.5L} := Q_{vk} \cdot (-\eta_{1t} - \eta_{2t} - \eta_{3t} - \eta_{4t}) + q_{vk} \cdot -\omega_t = -300.533 \cdot \text{kN}$$

Linia de influenta a fortei taietoare corespunzatoare momentului maxim:



Ordonatele liniei de influenta a fortei taietoare corespunzatoare momentului incovoietor maxim:

$$\eta_{1tcmm} := 0.5$$

$$\eta_{2tcmm} := \frac{\eta_{1tcmm}}{0.5L} \cdot (0.5L - 0.8m) = 0.433 \quad \eta_{4tcmm} := \frac{\eta_{1tcmm}}{0.5L} \cdot (0.5L - 3.2m) = 0.233$$

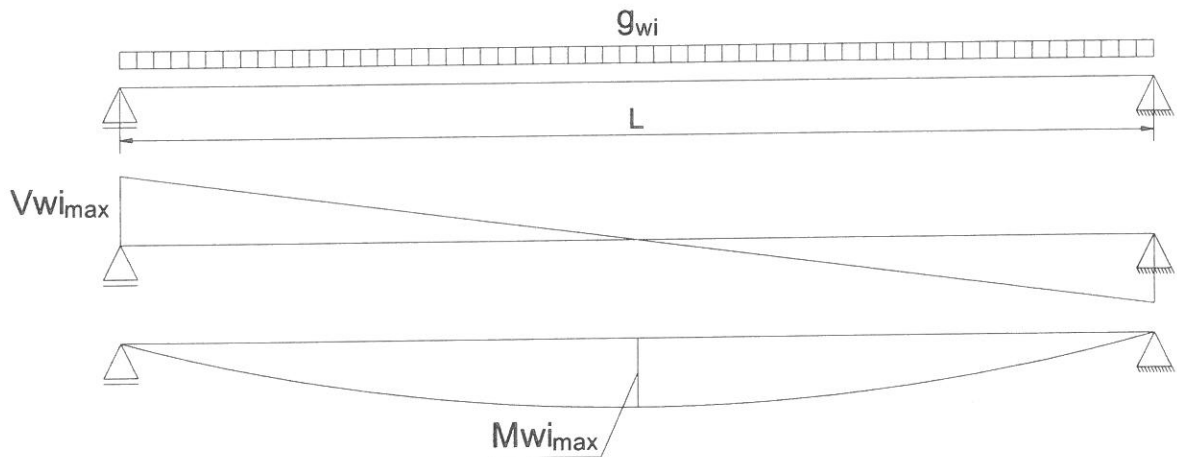
$$\eta_{3tcmm} := \frac{\eta_{1tcmm}}{0.5L} \cdot (0.5L - 2.4m) = 0.3 \quad \omega_{tcmm} := \frac{\eta_{1tcmm}}{0.5L} \cdot (0.5L - 3.2m)^2 \cdot 0.5 = 0.327m$$

$$V_{05L_corespMmax} := Q_{vk} \cdot (\eta_{2tcmm} + \eta_{3tcmm}) + q_{vk} \cdot \omega_{tcmm} = 209.467 \cdot kN$$

1.4. Diagrame de momente incovoietoare si forta taietoare din actiunea indirecta a vantului

$$h := d_{tot} = 4.57 \cdot m$$

$$q_{wi} := \frac{P_w \cdot h}{B} = 6.058 \cdot \frac{kN}{m}$$



$$M_{wimax} := \frac{q_{wi} \cdot L^2}{8} = 109.051 \cdot kN \cdot m \quad V_{wimax} := \frac{q_{wi} \cdot L}{2} = 36.35 \cdot kN$$

1.5. Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \gamma_{Qi} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0 \quad C_r := 0.5$$

$$M_{Ed} := \gamma_G \cdot M_{gmax} \cdot \frac{1}{2} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot M_{maxLM71} + \gamma_{Qi} \cdot \psi_0 \cdot M_{wimax} = 2093.502 \cdot kN \cdot m$$

$$V_{Ed} := \gamma_G \cdot V_{gmax} \cdot \frac{1}{2} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot V_{05L_corespMmax} + \gamma_{Qi} \cdot \psi_0 \cdot V_{wimax} = 260.548 \cdot kN$$

$$V_{Ed_reazem} := \gamma_G \cdot V_{gmax} \cdot \frac{1}{2} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot V_{maxLM71} + \gamma_{Qi} \cdot \psi_0 \cdot V_{wimax} = 766.493 \cdot kN$$

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

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

$$\epsilon := \sqrt{\frac{235 \frac{N}{mm^2}}{f_y}} = 1$$

$$t_w := 14mm \quad \text{-grosimea inimii}$$

$$h_w = 670mm \quad \text{-inaltimea inimii}$$

$$t_{f1} := 30mm \quad \text{-grosimea talpii 1}$$

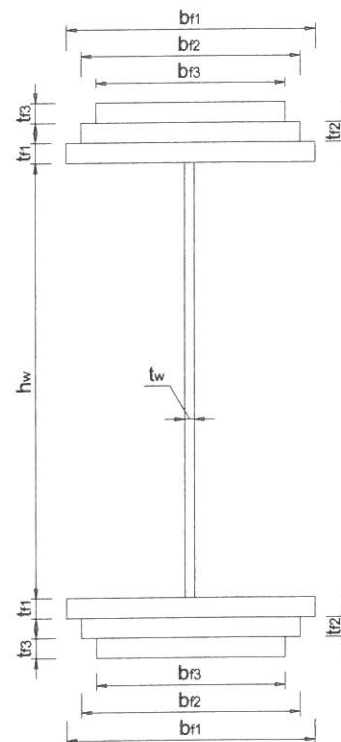
$$b_{f1} := 300mm \quad \text{-laltimea talpii 1}$$

$$t_{f2} := 30mm \quad \text{-grosimea talpii 2}$$

$$b_{f2} := 260mm \quad \text{-laltimea talpii 2}$$

$$t_{f3} := 30mm \quad \text{-grosimea talpii 3}$$

$$b_{f3} := 220mm \quad \text{-laltimea talpii 3}$$



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
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 (comprimare pozitivă)			
3	$c/t \leq 124\epsilon$	$c/t \leq 42\epsilon$	$unde \psi > -1 : c/t \leq \frac{42\epsilon}{0,67 + 0,33\psi}$ $unde \psi \leq -1 : c/t \leq 62\epsilon(1 - \psi)\sqrt{1 - \psi}$
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	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:

$$c_w := h_w = 670 \cdot \text{mm} \quad t_w = 14 \cdot \text{mm}$$

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

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

Tălpi în consolă						
		Secțiuni laminare		Secțiuni sudate		
Clasă	Perețe supus la compresie	Perețe supus la încovoiere și compresie				
		Extremitate comprimată		Extremitate întinsă		
Distribuția tensiunilor în pereți (compresiune pozitivă)						
1	$c/t \leq 9\epsilon$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha}$		$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$		
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:

$$c_{ts} := \frac{b_{fl} - t_w}{2} = 143 \cdot \text{mm} \quad t_{ts} := t_{f1} + t_{f2} + t_{f3} = 90 \cdot \text{mm}$$

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

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

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

$$A_{f1} := b_{f1} \cdot t_{f1} = 9000 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{f2} := b_{f2} \cdot t_{f2} = 7800 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{f3} := b_{f3} \cdot t_{f3} = 6600 \cdot \text{mm}^2 \quad A_w := h_w \cdot t_w = 9380 \cdot \text{mm}^2$$

$$z_y := \frac{A_{f3} \cdot \frac{t_{f3}}{2} + A_{f2} \cdot \left(t_{f3} + \frac{t_{f2}}{2} \right) + A_{f1} \cdot \left(t_{f3} + t_{f2} + \frac{t_{f1}}{2} \right) + A_w \cdot \left(t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + \frac{h_w}{2} \right) \dots}{2 \cdot (A_{f1} + A_{f2} + A_{f3}) + A_w} \quad z_y = 425 \cdot \text{mm}$$

$$+ A_{f1} \cdot \left(t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + h_w + \frac{t_{f1}}{2} \right) + A_{f2} \cdot \left(t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + h_w + t_{f1} + \frac{t_{f2}}{2} \right) \dots$$

$$+ A_{f3} \cdot \left(t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + h_w + t_{f1} + t_{f2} + \frac{t_{f3}}{2} \right)$$

$$z_{hws} := \frac{h_w}{4} = 167.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{hwi} := \frac{h_w}{4} = 167.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf1s} := \frac{h_w + t_{f1}}{2} = 350 \cdot \text{mm}$$

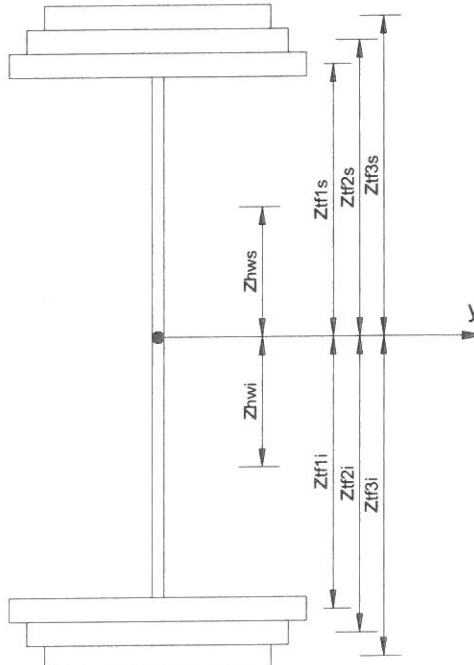
$$z_{tf1i} := \frac{h_w + t_{f1}}{2} = 350 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf2s} := \frac{h_w}{2} + t_{f1} + \frac{t_{f2}}{2} = 380 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf2i} := \frac{h_w}{2} + t_{f1} + \frac{t_{f2}}{2} = 380 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf3s} := \frac{h_w}{2} + t_{f1} + t_{f2} + \frac{t_{f3}}{2} = 410 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf3i} := \frac{h_w}{2} + t_{f1} + t_{f2} + \frac{t_{f3}}{2} = 410 \cdot \text{mm}$$



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

$$I_y := \frac{b_{f3} \cdot t_{f3}^3}{12} + A_{f3} \cdot z_{tf3i}^2 + \frac{b_{f2} \cdot t_{f2}^3}{12} + A_{f2} \cdot z_{tf2i}^2 + \frac{b_{f1} \cdot t_{f1}^3}{12} + A_{f1} \cdot z_{tf1i}^2 + \frac{t_w \cdot \left(\frac{h_w}{2} \right)^3}{12} + \frac{A_w}{2} \cdot z_{hwi}^2 \dots$$

$$+ \frac{t_w \cdot \left(\frac{h_w}{2} \right)^3}{12} + \frac{A_w}{2} \cdot z_{hws}^2 + \frac{b_{f1} \cdot t_{f1}^3}{12} + A_{f1} \cdot z_{tf1s}^2 + \frac{b_{f2} \cdot t_{f2}^3}{12} + A_{f2} \cdot z_{tf2s}^2 + \frac{b_{f3} \cdot t_{f3}^3}{12} + A_{f3} \cdot z_{tf3s}^2$$

$$I_y = 703096.017 \cdot \text{cm}^4$$

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: $\frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1$

$$M_{Ed} = 2093.502 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

(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.

$$y_{max} := z_y = 425 \cdot \text{mm}$$

$$y_{min} := z_y = 425 \cdot \text{mm}$$

$$W_{pl} := 2 \cdot \left(A_{f3} \cdot z_{tf3i} + A_{f2} \cdot z_{tf2i} + A_{f1} \cdot z_{tf1i} + \frac{A_w}{2} \cdot z_{hwi} \right) = 19211150 \cdot \text{mm}^3 \quad M_{c_Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 4514.62 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} = \text{"Se Verifica"}$$

3.2. Verificarea la forta taietoare

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

$$V_{Ed_reazem} = 766.493 \cdot \text{kN}$$

Pentru secțiunile din CLASA 1 sau 2:

$$V_{c_Rd} = V_{pl_Rd} = \frac{A_v \cdot \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}} \right)}{\gamma_{M0}}$$

A_v - aria de forfecare, care se calculeaza cu relatia

d) secțiuni sudate I, H sau cheson, efort paralel cu inima

$$\eta \sum (h_w t_w)$$

$$\eta := 1.00$$

$$A_v := \eta \cdot (h_w \cdot t_w) = 9380 \cdot \text{mm}^2$$

$$V_{pl_Rd} := \frac{A_v \cdot \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}} \right)}{\gamma_{M0}} = 1272.653 \cdot \text{kN}$$

$$V_{c_Rd} := V_{pl_Rd} = 1272.653 \cdot \text{kN}$$

$$\text{Relatia}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{V_{Ed}}{V_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

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

$$M_{\text{max_serv}} := \frac{M_{g\text{max}}}{2} + C_r \cdot \phi_3 \cdot M_{\text{maxLM71}} + M_{w\text{imax}} = 2093.502 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$y_{\text{max}} = 425 \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{Ed_serv} := \frac{M_{\text{max_serv}}}{I_y} \cdot y_{\text{max}} = 126.546 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Conditia}_{1_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \sigma_{Ed_serv} \leq \frac{f_y}{\gamma_{Mserv}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia_{1_verificare} = "Se Verifica"

$$V_{\text{max_serv}} := \frac{V_{g\text{max}}}{2} + C_r \cdot \phi_3 \cdot V_{\text{maxLM71}} + V_{w\text{imax}} = 766.493 \cdot \text{kN}$$

$$\tau_{Ed_serv} := \frac{V_{\text{max_serv}}}{h_w \cdot t_w} = 81.716 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Conditia}_{2_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \tau_{Ed_serv} \leq \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{Mserv}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia_{2_verificare} = "Se Verifica"

$$V_{05L_corespM\text{max}} = 209.467 \cdot \text{kN}$$

$$V_{\text{max_serv}} := \frac{V_{g\text{max}}}{2} + C_r \cdot \phi_3 \cdot V_{05L_corespM\text{max}} + V_{w\text{imax}} = 260.548 \cdot \text{kN}$$

$$\tau_{Ed_serv} := \frac{V_{\text{max_serv}}}{h_w \cdot t_w} = 27.777 \cdot \text{MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{Ed_serv}^2 + 3 \cdot \tau_{Ed_serv}^2} = 135.383 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Conditia}_{3_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \sqrt{\sigma_{Ed_serv}^2 + 3 \cdot \tau_{Ed_serv}^2} \leq \frac{f_y}{\gamma_{Mserv}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia_{3_verificare} = "Se Verifica"

4.2. Limitarea zveltetii inimii

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{Ed_serv}}{k_{\sigma} \cdot \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1.1 \cdot \tau_{Ed_serv}}{k_{\tau} \cdot \sigma_E}\right)^2} \leq 1.1$$

$$\sigma_E := 190000 \text{ MPa} \cdot \left(\frac{t_w}{h_w}\right)^2 = 82.958 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Conditia}_4_verificare := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \sqrt{\left(\frac{\sigma_{Ed_serv}}{k_{\sigma} \cdot \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1.1 \cdot \tau_{Ed_serv}}{k_{\tau} \cdot \sigma_E}\right)^2} \leq 1.1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Conditia}_4_verificare = \text{"Se Verifica"}$$

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

$$L_{\phi} := \frac{L}{m} = 12$$

-lungimea "determinata" conform tabel 6.2

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_{\phi} - 0.2}} + 0.82 = 1.261$$

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

-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).

$$\lambda_1 := 0.826 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.3}$$

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 9.6 - 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

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

$$\lambda_4 := 1.00$$

$$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.596$$

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>
-------------	--	---

$$\Delta\sigma_c := 80 \text{ MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 46.188 \text{ MPa}$$

$$z_{ob} := \frac{h_w}{2} = 335 \text{ mm}$$

$$M_{Ed_SLUO} := C_r \cdot M_{maxLM71} = 1256.8 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_y} \cdot z_{ob} = 59.882 \text{ MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 59.882 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 45.045 \text{ MPa}$$

$$V_{Ed_SLUO} := C_r \cdot V_{05L_coresp} M_{max} = 104.733 \cdot kN$$

$$S := A_{f1} \cdot z_{tf1i} + A_{f2} \cdot z_{tf2i} + A_{f3} \cdot z_{tf3i} + \frac{A_w}{2} \cdot z_{hwi} = 9605575 \cdot mm^3$$

$$\tau_{pmax} := \frac{V_{Ed_SLUO} \cdot S}{I_y \cdot t_w} = 10.22 \cdot MPa \quad \tau_{pmin} := 0$$

$$\Delta\tau_p := |\tau_{pmax} - \tau_{pmin}| = 10.22 \cdot MPa$$

$$\Delta\tau_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\tau_p = 7.688 \cdot MPa$$

$$Relatia_{1_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia₁_verificare = "Se Verifica"

$$Relatia_{2_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\tau_{E2} \leq \frac{\Delta\tau_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia₂_verificare = "Se Verifica"

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

Relatia₃_verificare = "Se Verifica"

Intocmit,
ing. Andrei RADU

Radu

Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU

Neдеianu



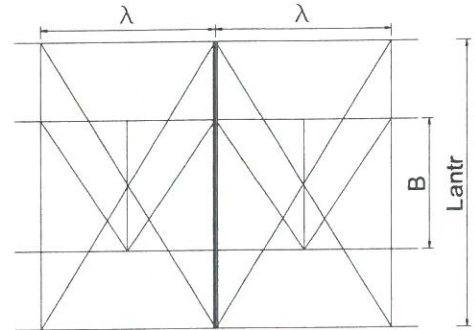
Pod km 522+537, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.I.P.C.J.S - deschidere 12.00m

Breviar de calcul Antretoaza curenta L=2.80m 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

- $L_a := 2.80\text{m}$ -lungimea antretoazei
- $\lambda := 3.00\text{m}$ -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

- $h_{ia} := 550\text{mm}$ -inaltimea inimii antretoazei
- $t_{ia} := 12\text{mm}$ -grosimea inimii antretoazei
- $b_{tsa1} := 200\text{mm}$ -latimea talpii superioare 1
- $t_{tsa1} := 16\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 1
- $b_{tsa2} := 0\text{mm}$ -latimea talpii superioare 2
- $t_{tsa2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 2
- $b_{tia1} := 200\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 1
- $t_{tia1} := 16\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 1
- $b_{tia2} := 0\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 2
- $t_{tia2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 2

$$A_a := h_{ia} \cdot t_{ia} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} = 13000 \cdot \text{mm}^2$$

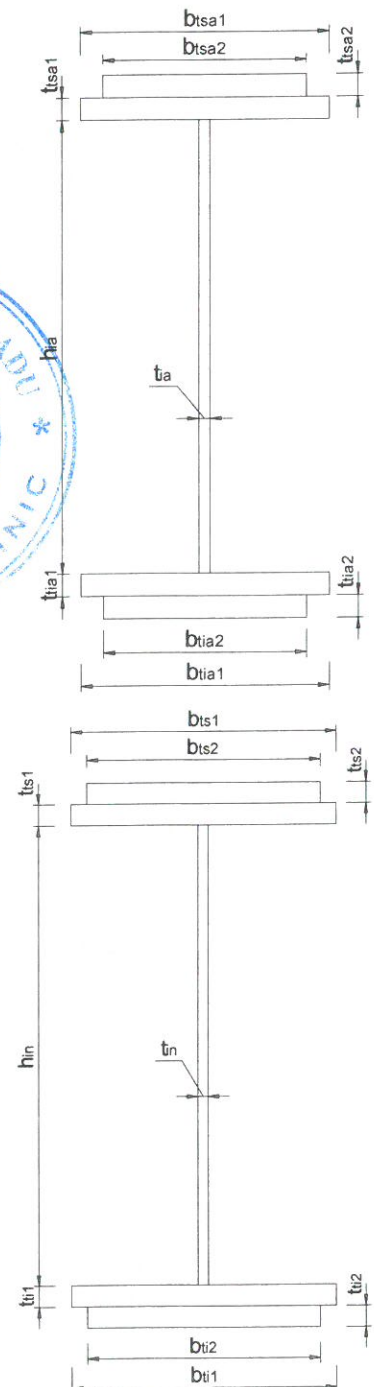
$$G_a := A_a \cdot \gamma_{ot} = 1.021 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.b) Greutatea proprie a lonjeronilor

- $h_{in} := 350\text{mm}$ -inaltimea inimii
- $t_{in} := 14\text{mm}$ -grosimea inimii
- $b_{ts1} := 210\text{mm}$ -laltimea talpii superioare 1
- $t_{ts1} := 14\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 1
- $b_{ti1} := 180\text{mm}$ -laltimea talpii inferioare 1
- $t_{ti1} := 14\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 1
- $b_{ts2} := 180\text{mm}$ -laltimea talpii superioare 2
- $t_{ts2} := 20\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 2
- $b_{ti2} := 0\text{mm}$ -laltimea talpii inferioare 2
- $t_{ti2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 2

$$A_L := b_{ts2} \cdot t_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} + h_{in} \cdot t_{in} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} = 13960 \cdot \text{mm}^2$$

$$G_l := A_L \cdot \gamma_{ot} = 1.096 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



1.1.c) Greutatea proprie a contravanturii lonjeronilor

Rigla panou de capat

$$A_{U140} := 20.40\text{cm}^2 \quad \text{-aria unui profil U140x60}$$

$$G_r := A_{U140} \cdot \gamma_{ot} = 0.16 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Diagonala panou de capat

$$A_{L70x70x9} := 11.90\text{cm}^2 \quad \text{-aria unui profil L70x70x9}$$

$$G_d := A_{L70x70x9} \cdot \gamma_{ot} = 0.093 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.d) Greutatea proprie a tablei striate

$$G_{ts} := 0.005\text{m} \cdot 2.675\text{m} \cdot \gamma_{ot} = 1.05 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.e) Greutatea proprie a traversei de lemn

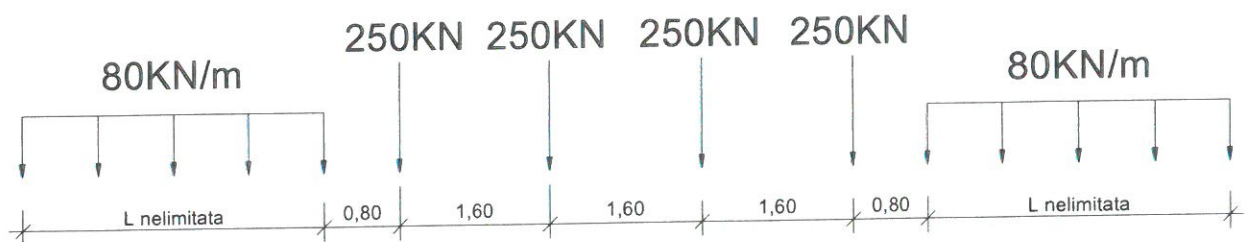
$$\gamma_1 := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{-greutatea specifica a lemnului} \quad G_{trav} := 0.24\text{m} \cdot 0.24\text{m} \cdot 2.6\text{m} \cdot \gamma_1 = 1.498 \cdot \text{kN}$$

1.1.f) Greutate sina S49 si material marunt cale

$$G_{sina_mat} := 0.7 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.g) Convoiul de calcul LM71

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



Coefficientul dinamic (ϕ_3) (conform SREN 1991-2:2005, punctul 6.4.5.2)

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

$$L_\phi := \frac{2 \cdot L_a}{m} = 5.6 \quad \text{-lungimea "determinata" conform tabel 6.2}$$

$$\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi} - 0.2} + 0.73 = 1.727$$

1.2. Determinarea reactiunii pe antretoaza din greutatea permanenta a trotuarului

$$R_{\text{trotuar}} := G_{\text{ts}} \cdot \lambda = 3.15 \cdot \text{kN}$$

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

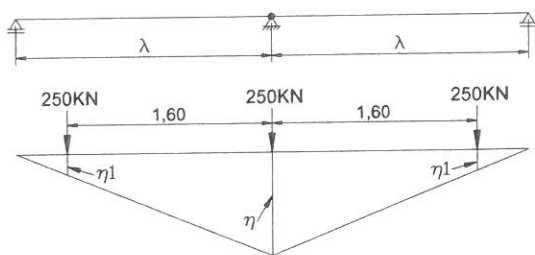
$$R_{\text{lonj}} := 2G_{\text{I}} \cdot \lambda + 2G_{\text{r}} \cdot B + 2G_{\text{d}} \cdot \left[\sqrt{B^2 + \left(\frac{\lambda}{2} \right)^2} \right] + G_{\text{trav}} \cdot 6 + G_{\text{sina_mat}} \cdot \lambda = 18.538 \cdot \text{kN}$$

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

$$R_{\text{elem.adiacente}} := R_{\text{trotuar}} + R_{\text{lonj}} = 21.687 \cdot \text{kN}$$

1.6. Determinarea reactiunii pe antretoaza din convoiul de calcul LM71

Li Antretoaza curenta



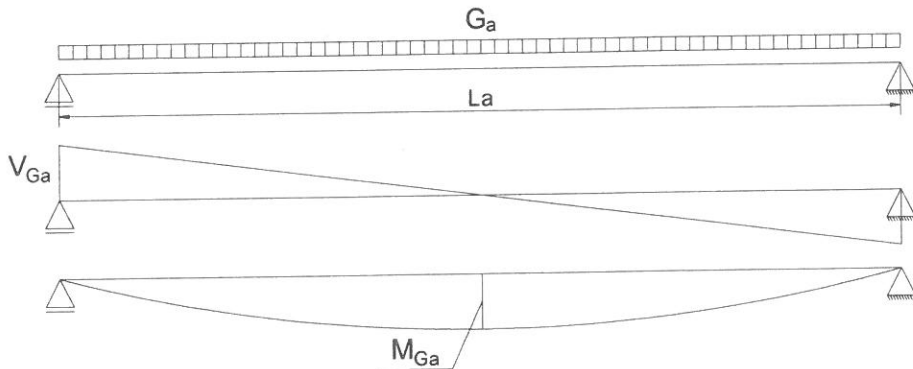
Ordonatele liniei de influenta:

$$\eta := 1.00$$

$$\eta_{1a} := \frac{\eta}{\lambda} (\lambda - 1.6\text{m}) = 0.467$$

$$R_{\text{LM71}} := \frac{Q_{\text{vk}}}{2} \cdot (\eta + 2 \cdot \eta_{1a}) = 241.667 \cdot \text{kN}$$

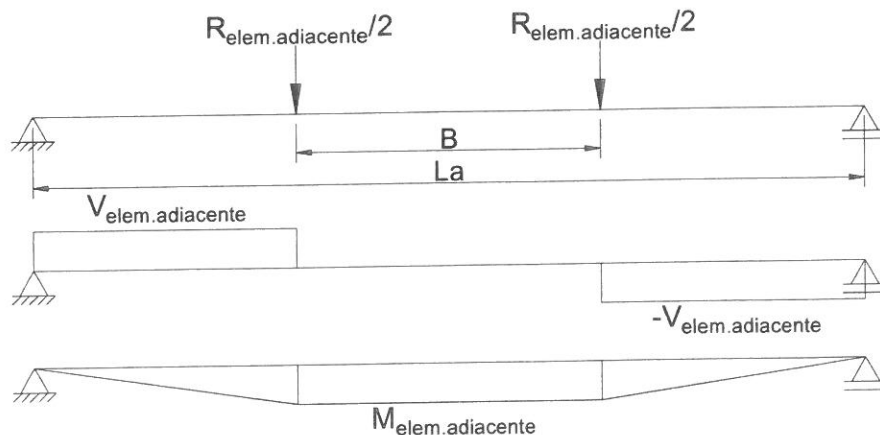
1.7. Diagrame de moment incovoietor si forta taietoare pe antretoaza din greutate proprie



$$M_{\text{Ga}} := \frac{G_a \cdot L_a^2}{8} = 1 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{\text{Ga}} := \frac{G_a \cdot L_a}{2} = 1.429 \cdot \text{kN}$$

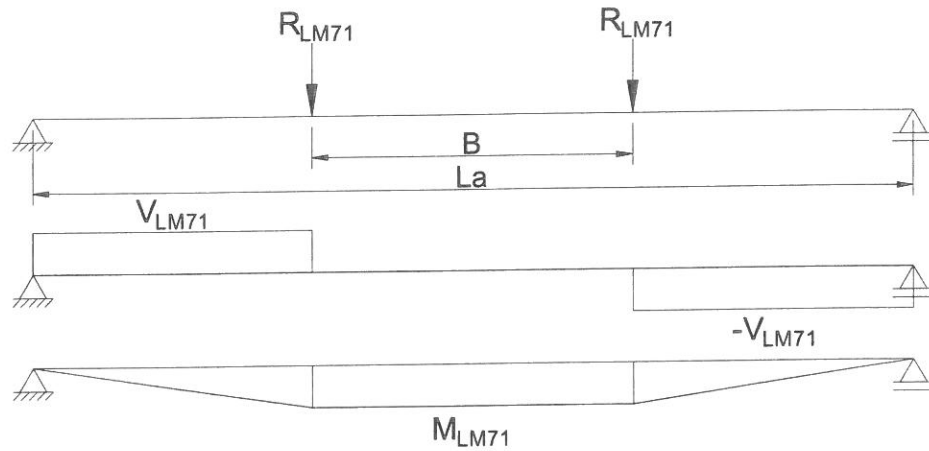
1.8. Diagrame de moment incovoietor si forta taietoare pe antretoaza din greutatea elementelor adiacente



$$M_{\text{elem.adiacente}} := \frac{R_{\text{elem.adiacente}}}{2} \cdot \frac{L_a - B}{2} = 7.048 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{\text{elem.adiacente}} := \frac{R_{\text{elem.adiacente}}}{2} = 10.844 \cdot \text{kN}$$

1.9. Diagrame de moment incovoiator si forta taietoare pe antretoaza din convoiul de calcul



$$M_{LM71} := R_{LM71} \cdot \frac{L_a - B}{2} = 157.083 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{LM71} := R_{LM71} = 241.667 \cdot \text{kN}$$

1.10. Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \gamma_{Qi} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0$$

$$M_{Ed} := \gamma_G \cdot (M_{Ga} + M_{\text{elem.adiacente}}) + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot M_{LM71} = 279.336 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed} := \gamma_G \cdot (V_{Ga} + V_{\text{elem.adiacente}}) + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot V_{LM71} = 429.638 \cdot \text{kN}$$

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

$$\epsilon := \sqrt{\frac{235 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{f_y}} = 1$$

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			
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 $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{41,5\epsilon}{\alpha}$			
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:

$$c_i := h_{ia} = 550 \cdot \text{mm}$$

$$t_{ia} = 12 \cdot \text{mm}$$

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

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

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 încovoire 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	$c/t \leq 14\varepsilon$	$c/t \leq 21\varepsilon\sqrt{k_{\alpha}}$ pentru k_{α} 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:

$$c_{ts} := \frac{b_{tsa1} - t_{ia}}{2} = 94 \text{ mm} \quad t_{ts} := t_{tsa1} + t_{tsa2} = 16 \text{ mm}$$

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

Clasa_{talpii} = 1

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

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

$$CG_A := \frac{b_{tia2} \cdot t_{tia2} \cdot \frac{t_{tia2}}{2} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} \cdot \left(t_{tia2} + \frac{t_{tia1}}{2} \right) + h_{ia} \cdot t_{ia} \cdot \left(t_{tia2} + t_{tia1} + \frac{h_{ia}}{2} \right) \dots + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} \cdot \left(t_{tia1} + t_{tia2} + h_{ia} + \frac{t_{tsa1}}{2} \right) + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} \cdot \left(t_{tia1} + t_{tia2} + h_{ia} + t_{tsa1} + \frac{t_{tsa2}}{2} \right)}{A_a} = 291 \cdot \text{mm}$$

$$e_{CG} := \left(t_{tia2} + t_{tia1} + \frac{h_{ia}}{2} \right) - CG_A = 0.000 \cdot \text{mm}$$

$$z_{hias} := \frac{\left(\frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} \right)}{2} = 137.5 \cdot \text{mm}$$

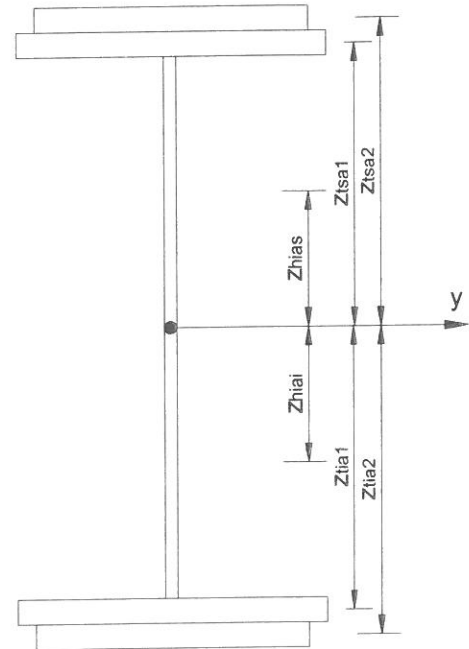
$$z_{hia1} := \frac{\left(\frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} \right)}{2} = 137.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tsa1} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + \frac{t_{tsa1}}{2} = 283 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tia1} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + \frac{t_{tia1}}{2} = 283 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tsa2} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + t_{tsa1} + \frac{t_{tsa2}}{2} = 291 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tia2} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + t_{tia1} + \frac{t_{tia2}}{2} = 291 \cdot \text{mm}$$



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

$$I_{yA} := \frac{b_{tia2} \cdot t_{tia2}^3}{12} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} \cdot z_{tia2}^2 + \frac{b_{tia1} \cdot t_{tia1}^3}{12} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} \cdot z_{tia1}^2 + \frac{h_{ia}^3 \cdot t_{ia}}{12} + h_{ia} \cdot t_{ia} \cdot e_{CG}^2 \dots = 67908.113 \cdot \text{cm}^4$$

$$+ \frac{b_{tsa1} \cdot t_{tsa1}^3}{12} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} \cdot z_{tsa1}^2 + \frac{b_{tsa2} \cdot t_{tsa2}^3}{12} + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} \cdot z_{tsa2}^2$$

$$I_{yA} = 67908.113 \cdot \text{cm}^4$$

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: $\frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1$

$$M_{Ed} = 279.336 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

(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.

$$y_{max} := CG_A = 291 \cdot \text{mm}$$

$$y_{min} := CG_A = 291 \cdot \text{mm}$$

$$W_{pl} := b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} \cdot z_{tsa2} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} \cdot z_{tsa1} + \left(\frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} \right) \cdot t_{ia} \cdot z_{hias} = 1359 \cdot \text{cm}^3 \quad M_{c_Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 319.447 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} = \text{"Se Verifica"}$$

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)

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

$$L_\phi := \frac{2 \cdot L_a}{m} = 5.6 \quad \text{-lungimea "determinata" conform tabel 6.2}$$

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.82 = 1.485$$

$$\Delta\sigma_{E2} = \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p \quad \text{-conform SREN 1993-2:2007, punctul 9.4.1}$$

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).

$$\lambda_1 := 1.362 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.3}$$

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 9.6 - 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

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

$$\lambda_4 := 1.00$$

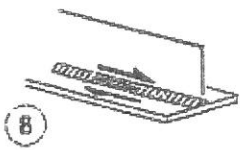
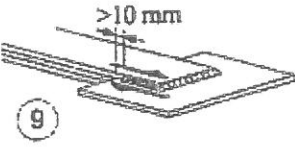
$$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.984$$

$$M_{Ed_SLUC} := M_{LM71} = 157.083 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

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:

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>
-------------	---	--	---

$$\Delta\sigma_c := 80 \text{ MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 46.188 \cdot \text{MPa}$$

$$z_{ob} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} = 275 \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_{yA}} \cdot z_{ob} = 63.612 \cdot \text{MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 63.612 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 92.886 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Relatia}_{1_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_{1_verificare} = "Nu se Verifica"

Intocmit,
ing. Andrei RADU



Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU



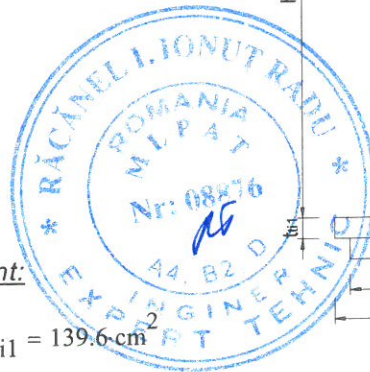
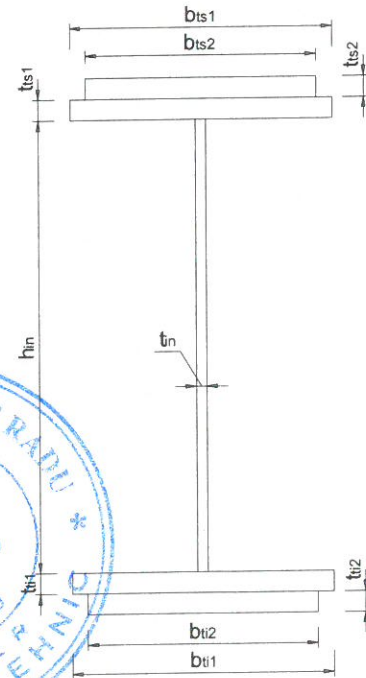
Pod km 522+537, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.I.P.C.J.S - deschidere 12.00m

Breviar de calcul: Lonjeron curent L=3.00m 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. Caracteristicile sectiunii Lonjeronului curent

- $h_{in} := 350\text{mm}$ -inaltimea inimii
- $t_{in} := 14\text{mm}$ -grosimea inimii
- $b_{ts1} := 210\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 1
- $t_{ts1} := 14\text{mm}$ -laltimea talpii superioare 1
- $b_{ti1} := 180\text{mm}$ -laltimea talpii inferioare 1
- $t_{ti1} := 14\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 1
- $b_{ts2} := 180\text{mm}$ -laltimea talpii superioare 2
- $t_{ts2} := 20\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 2
- $b_{ti2} := 0\text{mm}$ -laltimea talpii inferioare 2
- $t_{ti2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 2



1.1. Aria sectiunii transversale a lonjeronului curent:

$$A_L := b_{ts2} \cdot t_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} + h_{in} \cdot t_{in} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} = 139.6 \text{ cm}^2$$

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

$$CG_L := \frac{b_{ti2} \cdot t_{ti2} \cdot \frac{t_{ti2}}{2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} \cdot \left(t_{ti2} + \frac{t_{ti1}}{2} \right) + h_{in} \cdot t_{in} \cdot \left(t_{ti2} + t_{ti1} + \frac{h_{in}}{2} \right) + b_{ts1} \cdot t_{ts1} \cdot \left(t_{ti1} + t_{ti2} + h_{in} + \frac{t_{ts1}}{2} \right) + b_{ts2} \cdot t_{ts2} \cdot \left(t_{ti1} + t_{ti2} + h_{in} + t_{ts1} + \frac{t_{ts2}}{2} \right)}{A_L} = 246 \cdot \text{mm}$$

$$e_{CG} := \left(t_{ti2} + t_{ti1} + \frac{h_{in}}{2} \right) - CG_L = -56.794 \cdot \text{mm}$$

$$z_{his} := \frac{\left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right)}{2} = 59.103 \cdot \text{mm}$$

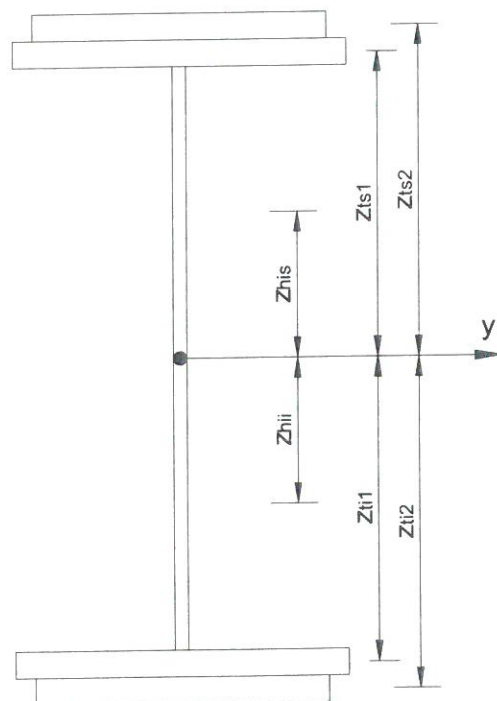
$$z_{hii} := \frac{\left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} \right)}{2} = 115.897 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ts1} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + \frac{t_{ts1}}{2} = 125.206 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ti1} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + \frac{t_{ti1}}{2} = 238.794 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ts2} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ts1} + \frac{t_{ts2}}{2} = 142.206 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ti2} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ti1} + \frac{t_{ti2}}{2} = 245.794 \cdot \text{mm}$$



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

$$I_{yL} := \frac{b_{ti2} \cdot t_{ti2}^3}{12} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} \cdot z_{ti2}^2 + \frac{b_{ti1} \cdot t_{ti1}^3}{12} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} \cdot z_{ti1}^2 + \frac{h_{in}^3 \cdot t_{in}}{12} + h_{in} \cdot t_{in} \cdot e_{CG}^2 \dots = 32862.234 \cdot \text{cm}^4$$

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

1.4. Determinarea modulelor de rezistentă:

$$W_{\text{supL}} := \frac{I_{yL}}{\left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ts1} + t_{ts2}\right)} = 1236 \cdot \text{cm}^3$$

$$W_{\text{infL}} := \frac{I_{yL}}{\left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ti1} + t_{ti2}\right)} = 2486 \cdot \text{cm}^3$$

2. Determinarea eforturilor in Lonjeronul curent

$L_{\text{lonj}} := 3.00\text{m}$ -lungimea lonjeronului

$B := 1.50\text{m}$ -distanța interax între lonjeroni

2.1. Evaluarea actiunilor:

2.1.a) Greutatea permanenta

$\gamma_{\text{lemn}} := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ -Greutate specifica lemn

$\gamma_s := 78.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ -Greutate specifica otel

Greutati pe metru liniar:

$g_L := A_L \cdot \gamma_s = 1.096 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ - greutate lonjeron

$g_{\text{sina}} := 0.65 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ $g_{\text{prindere}} := 1.30 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

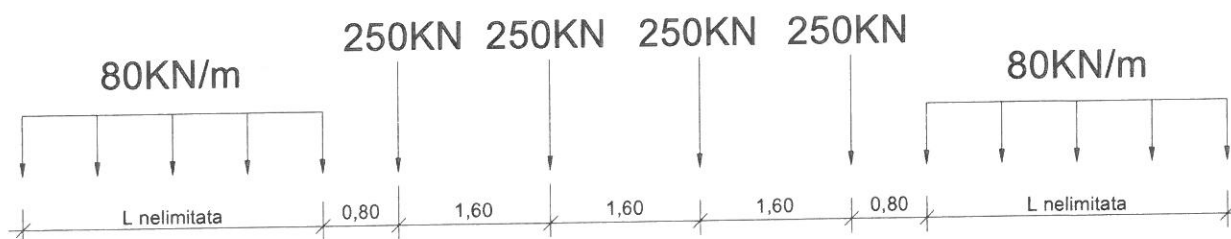
$g_{\text{traversa}} := 0.24\text{m} \cdot 0.24\text{m} \cdot 2.60\text{m} \cdot \gamma_{\text{lemn}} = 1.498 \cdot \text{kN}$

$g_{\text{cale}} := g_{\text{sina}} + 2g_{\text{prindere}} + \frac{2 \cdot g_{\text{traversa}}}{2} = 4.748 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$g_p := g_L + g_{\text{cale}} = 5.843 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

2.1.b) Convoiu de calcul LM71

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



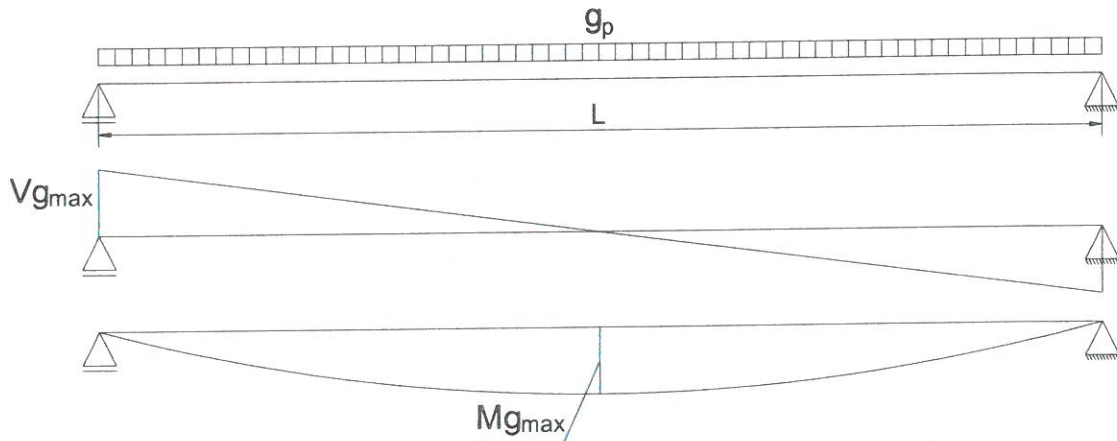
Coeficientul dinamic (ϕ_3) (conform **SREN 1991-2:2005 - punctul 6.4.5.2**)

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

$$L_\phi := \frac{L_{\text{lonj}}}{m} + 3 = 6 \quad \text{-lungimea "determinata" conform tabel 6.2}$$

$$\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.73 = 1.69$$

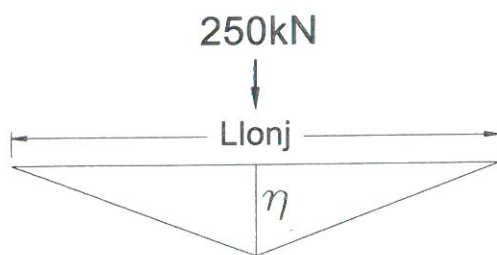
2.2. Diagrame de momente incovoietoare si forta taietoare din greutate permanenta



$$M_{g_{\max}} := \frac{g_p \cdot L_{\text{lonj}}^2}{8} = 6.574 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{g_{\max}} := \frac{g_p \cdot L_{\text{lonj}}}{2} = 8.765 \cdot \text{kN}$$

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

Linia de influenta a momentului incovoietor maxim:



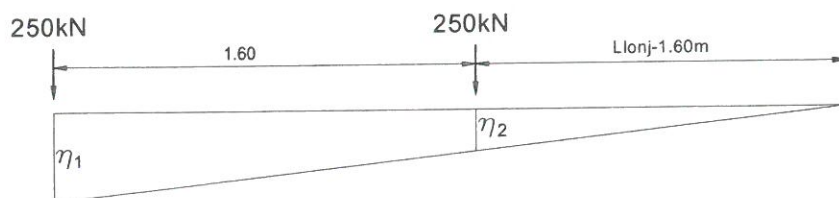
Ordonatele liniei de influenta a momentului incovoietor maxim:

$$\eta := 0.25 \cdot L_{\text{lonj}} = 0.75 \text{ m}$$

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

$$M_{\text{maxLM71}} := Q_{\text{vk}} \cdot e_{\text{ex}} \cdot \eta = 110 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Linia de influenta a fortei taietoare maxime:



Ordonatele liniei de influenta a fortei taietoare maxime:

$$\eta_1 := 1$$

$$\eta_2 := \frac{(L_{\text{lonj}} - 1.60 \text{ m})}{L_{\text{lonj}}} = 0.467$$

$$V_{\text{maxLM71}} := Q_{\text{vk}} \cdot e_{\text{ex}} \cdot (\eta_1 + \eta_2) = 215.111 \cdot \text{kN}$$

2.4. Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0 \quad C_r := e_{ex} = 0.587$$

$$M_{Ed} := \gamma_G \cdot M_{gmax} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot M_{maxLM71} = 115.649 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed} := \gamma_G \cdot V_{gmax} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot V_{maxLM71} = 222.068 \cdot \text{kN}$$

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 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	$c/t \leq 14\epsilon$	$c/t \leq 21\epsilon\sqrt{k_r}$ pentru k_r , 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

$$c_{in} := h_{in} = 350 \cdot \text{mm} \quad t_{in} = 14 \cdot \text{mm}$$

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

Tabelul 5.2– Rapoarte 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	$c/t \leq 72\epsilon$	$c/t \leq 33\epsilon$	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 compresiune $\sigma \leq f_y$, fie când deformația specifică de întindere $\epsilon_y > f_y/E$

$$c_{ts} := \frac{b_{ts1} - t_{in}}{2} = 98 \cdot \text{mm} \quad t_{ts} := t_{ts1} + t_{ts2} = 34 \cdot \text{mm}$$

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

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

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: $\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$

$$M_{Ed} = 115.649 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

(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.

$$y_{max} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{t1} + t_{t2} = 245.794 \cdot \text{mm}$$

$$y_{min} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ts1} + t_{ts2} = 152.206 \cdot \text{mm}$$

$$W_{pl} := b_{ts2} \cdot t_{ts2} \cdot z_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} \cdot z_{ts1} + \left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right) \cdot t_{in} \cdot z_{his} = 978 \cdot \text{cm}^3 \quad M_{c,Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 229.797 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

$$\text{Relatia}_{de_verificare} = \text{"Se Verifica"}$$

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)

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

$$L_\phi := \frac{L_{lonj}}{m} + 3 = 6 \quad \text{-lungimea "determinata" conform tabel 6.2}$$

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.82 = 1.46$$

$$\Delta\sigma_{E2} = \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p \quad \text{-conform SREN 1993-2:2007, punctul 9.4.1}$$

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).

$$\lambda_1 := 1.35 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.3}$$

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

$$\lambda_2 := 0.83 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.5 pentru un tonaj anual de } 9 \times 10^6$$

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

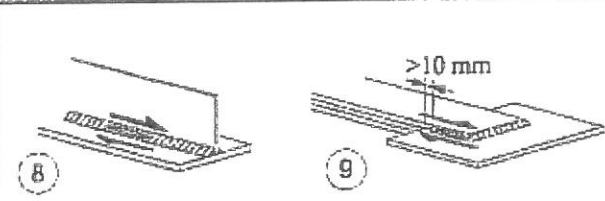
$$\lambda_3 := 0.87 \quad \text{-pentru o durata de viata de 50 ani}$$

$$\lambda_4 := 1.00$$

$$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.975$$

$$M_{Ed_SLUO} := M_{maxLM71} = 110 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

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 talpi la grinzile din table sudate.</p> <p>9) Îmbinări prin suprapunere cu sudură în colț.</p>
-----------	--	---

$$\Delta\sigma_c := 80 \text{ MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 46.188 \text{ MPa}$$

$$z_{ob} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} = 118.206 \text{ mm}$$

$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_{yL}} \cdot z_{ob} = 39.567 \text{ MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 39.567 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 56.32 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Relatia}_1_{verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia₁_verificare = "Se Verifica"

Intocmit,
ing. Andrei RADU



Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU



Pod km 523+497, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.Z.C.J.N - deschidere 31.00m, Fir 1

Breviar de calcul: Lonjeron curent L=3.10m conform EUROCOD

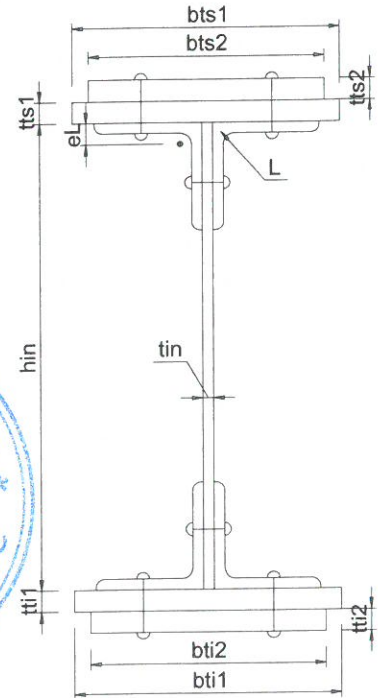
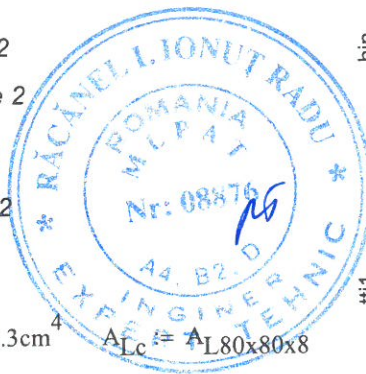
In cadrul notei de calcul s-au considerat coeficienti de siguranta cu valoarea 1.00 pentru constructii existente verificate la conditii de exploatare.

1. Caracteristicile sectiunii Lonjeronului curent

- $h_{in} := 290\text{mm}$ -inaltimea inimii
- $t_{in} := 10\text{mm}$ -grosimea inimii
- $b_{ts1} := 200\text{mm}$ -laltimea talpii superioare 1
- $t_{ts1} := 10\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 1
- $b_{ti1} := 200\text{mm}$ -laltimea talpii inferioare 1
- $t_{ti1} := 10\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 1
- $b_{ts2} := 0\text{mm}$ -laltimea talpii superioare 2
- $t_{ts2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 2
- $b_{ti2} := 0\text{mm}$ -laltimea talpii inferioare 2
- $t_{ti2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 2

Tipul profilului L: L80x80x8

$t_L := 8\text{mm}$ $A_{L80x80x8} := 12.30\text{cm}^2$ $I_L := 72.3\text{cm}^4$ $A_{Lc} := A_{L80x80x8}$
 $e_L := 2.26\text{cm}$



1.1. Aria sectiunii transversale a lonjeronului curent:

$A_L := b_{ts2} \cdot t_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} + h_{in} \cdot t_{in} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} + 4 \cdot A_{Lc} = 118.2 \cdot \text{cm}^2$

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

$$CG_L := \frac{b_{ti2} \cdot t_{ti2} \cdot \frac{t_{ti2}}{2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} \cdot \left(t_{ti2} + \frac{t_{ti1}}{2} \right) + 2 \cdot A_{Lc} \cdot (t_{ti2} + t_{ti1} + e_L) + h_{in} \cdot t_{in} \cdot \left(t_{ti2} + t_{ti1} + \frac{h_{in}}{2} \right) + 2 \cdot A_{Lc} \cdot (t_{ti2} + t_{ti1} + h_{in} - e_L) + b_{ts1} \cdot t_{ts1} \cdot \left(t_{ti1} + t_{ti2} + h_{in} + \frac{t_{ts1}}{2} \right) + b_{ts2} \cdot t_{ts2} \cdot \left(t_{ti1} + t_{ti2} + h_{in} + t_{ts1} + \frac{t_{ts2}}{2} \right)}{A_L} = 155 \cdot \text{mm}$$

$e_{CG} := \left(t_{ti2} + t_{ti1} + \frac{h_{in}}{2} \right) - CG_L = 0.000 \cdot \text{mm}$

$z_{his} := \frac{\left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right)}{2} = 72.5 \cdot \text{mm}$

$z_{hii} := \frac{\left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} \right)}{2} = 72.5 \cdot \text{mm}$

$z_{ts1} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + \frac{t_{ts1}}{2} = 150 \cdot \text{mm}$

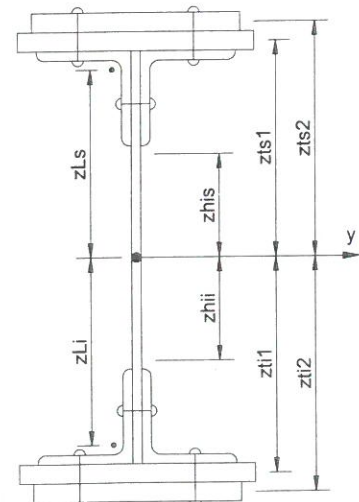
$z_{ti1} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + \frac{t_{ti1}}{2} = 150 \cdot \text{mm}$

$z_{ts2} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ts1} + \frac{t_{ts2}}{2} = 155 \cdot \text{mm}$

$z_{ti2} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ti1} + \frac{t_{ti2}}{2} = 155 \cdot \text{mm}$

$z_{Ls} := \left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right) - e_L = 122.4 \cdot \text{mm}$

$z_{Li} := \left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} \right) - e_L = 122.4 \cdot \text{mm}$



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

$$I_{y_brut} := \frac{b_{ti2} \cdot t_{ti2}^3}{12} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} \cdot z_{ti2}^2 + \frac{b_{ti1} \cdot t_{ti1}^3}{12} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} \cdot z_{ti1}^2 + 2I_L + 2A_{Lc} \cdot z_{Li}^2 \dots$$

$$+ \frac{h_{in}^3 \cdot t_{in}}{12} + h_{in} \cdot t_{in} \cdot e_{CG}^2 + 2I_L + 2A_{Lc} \cdot z_{Ls}^2 + \frac{b_{ts1} \cdot t_{ts1}^3}{12} \dots$$

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

$$I_{y_brut} = 18695.976 \cdot \text{cm}^4$$

1.4. Determinarea modulelor de rezistenta:

$$W_{supL} := \frac{I_{y_brut}}{\left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ts1} + t_{ts2}\right)} = 1206 \cdot \text{cm}^3$$

$$W_{infL} := \frac{I_{y_brut}}{\left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ti1} + t_{ti2}\right)} = 1206 \cdot \text{cm}^3$$

2. Determinarea eforturilor in Lonjeronul curent

$L_{lonj} := 3.10\text{m}$ -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:

$g_L := A_L \cdot \gamma_s = 0.928 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ - greutate lonjeron

$g_{sina} := 0.60 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ $g_{prindere} := 1.30 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

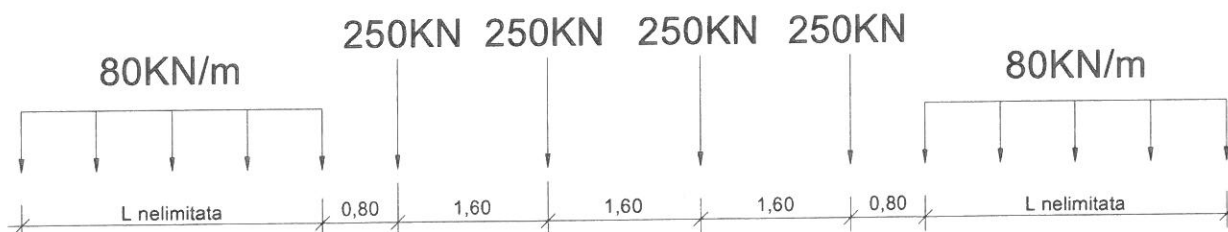
$g_{traversa} := 0.24\text{m} \cdot 0.24\text{m} \cdot 2.60\text{m} \cdot \gamma_{lemn} = 1.498 \cdot \text{kN}$

$g_{cale} := g_{sina} + 2g_{prindere} + \frac{2 \cdot g_{traversa} \cdot 1.0\text{m}}{2} = 4.698 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$g_p := g_L + g_{cale} = 5.625 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

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)

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

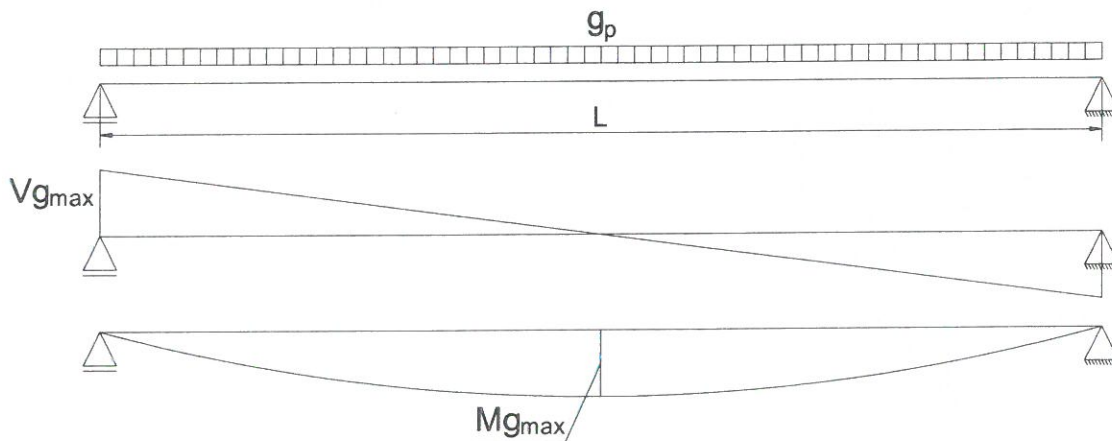
-coeficientul dinamic pentru o cale intretinuta in conditii standard

$$L_\phi := \frac{L_{lonj}}{m} + 3 = 6.1$$

-lungimea "determinata" conform tabel 6.2

$$\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.73 = 1.682$$

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

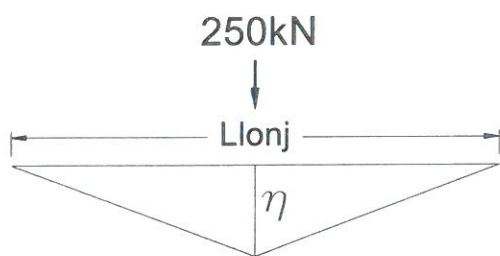


$$M_{gmax} := \frac{g_p \cdot L_{lonj}^2}{8} = 6.758 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{gmax} := \frac{g_p \cdot L_{lonj}}{2} = 8.719 \cdot \text{kN}$$

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

Linia de influenta a momentului incovoietor maxim:



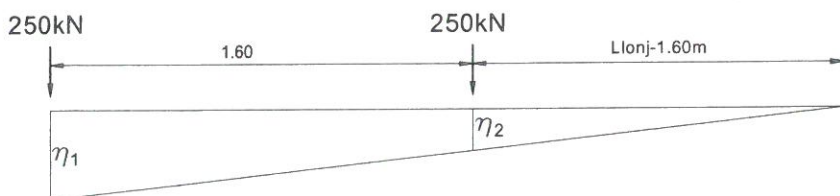
Ordonatele liniei de influenta a momentului incovoietor maxim:

$$\eta := 0.25 \cdot L_{lonj} = 0.775 \text{ m}$$

$$e_{ex} := \frac{\frac{B}{2} + 80 \text{ mm} + 50 \text{ mm}}{B} = 0.572 \quad \text{-coeficient de repartitie}$$

$$M_{\max LM71} := Q_{vk} \cdot e_{ex} \cdot \eta = 110.868 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Linia de influenta a fortei taietoare maxime:



Ordonatele liniei de influenta a fortei taietoare maxime:

$$\eta_1 := 1$$

$$\eta_2 := \frac{(L_{lonj} - 1.60 \text{ m})}{L_{lonj}} = 0.484$$

$$V_{\max LM71} := Q_{vk} \cdot e_{ex} \cdot (\eta_1 + \eta_2) = 212.276 \cdot \text{kN}$$

2.4. Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0 \quad C_r := e_{ex} = 0.572$$

$$M_{Ed} := \gamma_G \cdot M_{gmax} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot M_{maxLM71} = 113.441 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed} := \gamma_G \cdot V_{gmax} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot V_{maxLM71} = 212.984 \cdot \text{kN}$$

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 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	$c/t \leq 9\epsilon$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	
2	$c/t \leq 10\epsilon$					
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

$$c_{in} := h_{in} = 290 \cdot \text{mm} \quad t_{in} = 10 \cdot \text{mm}$$

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

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 şi compresiune			
Distribuţia tensiunilor în pereţi (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 $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{41,5\varepsilon}{\alpha}$			
Distribuţia tensiunilor în pereţi (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 $\psi \leq -1^{*)}$: $c/t \leq 62c(1 - \psi)\sqrt{-\psi}$			
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	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 compresiune $\alpha \leq f_y$, fie când deformaţia specifică de întindere $\varepsilon_y > f_y/E$

$$c_{ts} := \frac{b_{ts1} - t_{in}}{2} = 95\text{-mm} \quad t_{ts} := t_{ts1} + t_{ts2} = 10\text{-mm}$$

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

$$\text{Clasa}_{\text{secţiunii}} := \max(\text{Clasa}_{\text{inimii}}, \text{Clasa}_{\text{talpii}}) = 2$$

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

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

4.1. Verificarea la moment încovoietor

Relatia de verificare:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1$$

$$M_{Ed} = 113.441 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

(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.

$$f_u := 360 \text{MPa} \quad t := t_{ts2} + t_{ts1} + t_L = 18 \cdot \text{mm}$$

$$n := 2 \quad d_0 := 23 \text{mm}$$

$$A_{goluri} := t \cdot n \cdot d_0 = 828 \cdot \text{mm}^2 \quad A_f := b_{ti1} \cdot t_{ti1} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} + 2 \cdot A_{Lc} = 4460 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{f_net} := A_f - A_{goluri} = 3632 \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{A_{f_net} \cdot 0.9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} \geq \frac{A_f \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_de_verificare = "Nu se Verifica"

In acest caz trebuie sa se tina seama de gaurile de prindere si astfel, se reduce aria talpilor

$$A_{ts1} := b_{ts1} \cdot t_{ts1} - t_{ts1} \cdot n \cdot d_0 = 1540 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{ti1} := b_{ti1} \cdot t_{ti1} - t_{ti1} \cdot n \cdot d_0 = 1540 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{ts2} := b_{ts2} \cdot t_{ts2} - t_{ts2} \cdot n \cdot d_0 = 0 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{ti2} := b_{ti2} \cdot t_{ti2} - t_{ti2} \cdot n \cdot d_0 = 0 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{Lc} := A_{Lc} - t_L \cdot d_0 = 1046 \cdot \text{mm}^2$$

$$I_{y_net} := \frac{b_{ti2} \cdot t_{ti2}^3}{12} + A_{ti2} \cdot z_{ti2}^2 + \frac{b_{ti1} \cdot t_{ti1}^3}{12} + A_{ti1} \cdot z_{ti1}^2 + 2I_L + 2A_{Lc} \cdot z_{Li}^2 + \frac{h_{in}^3 \cdot t_{in}}{12} \dots$$

$$+ h_{in} \cdot t_{in} \cdot e_{CG}^2 + 2I_L + 2A_{Lc} \cdot z_{Ls}^2 + \frac{b_{ts1} \cdot t_{ts1}^3}{12} + A_{ts1} \cdot z_{ts1}^2 + \frac{b_{ts2} \cdot t_{ts2}^3}{12} + A_{ts2} \cdot z_{ts2}^2$$

$$I_{y_net} = 155233183.84 \cdot \text{mm}^4$$

$$y_{\max} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ti1} + t_{ti2} = 155 \cdot \text{mm}$$

$$y_{\min} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ts1} + t_{ts2} = 155 \cdot \text{mm}$$

$$W_{pl} := A_{ts2} \cdot z_{ts2} + A_{ts1} \cdot z_{ts1} + \left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right) \cdot t_{in} \cdot z_{his} + 2A_{Lc} \cdot z_{Ls} = 592 \cdot \text{cm}^3 \quad M_{c_Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 139.164 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} = \text{"Se Verifica"}$$

4.2. Verificarea la forta taietoare

$$\text{Relatia de verificare: } \frac{V_{Ed}}{V_{c_Rd}} \leq 1$$

$$V_{Ed} = 212.984 \cdot \text{kN}$$

Pentru sectiunile din CLASA 1 si 2

$$V_{c_Rd} = V_{pl_Rd} = \frac{A_v \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}}$$

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**

$$A_v := A_L - 2 \cdot b_{ts1} \cdot (t_{ts2} + t_{ts1} + t_L) + (t_{in} + 2 \cdot r) \cdot (t_{ts2} + t_{ts1} + t_L) = 4800 \cdot \text{mm}^2$$

$$\eta \cdot h_{in} \cdot t_{in} = 3480 \cdot \text{mm}^2$$

$$V_{c_Rd} := \frac{A_v \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} = 651.251 \cdot \text{kN}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{V_{Ed}}{V_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} = \text{"Se Verifica"}$$

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

$$L_\phi := \frac{L_{lonj}}{m} + 3 = 6.1$$

-lungimea "determinata" conform **tabel 6.2**

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.82 = 1.454$$

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

-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).

$$\lambda_1 := 1.314 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.3}$$

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 9.6 - 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

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

$$\lambda_4 := 1.00$$




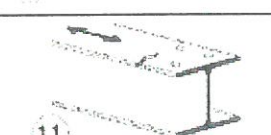
$$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.949$$

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

$$M_{Ed_SLUO} := M_{maxLM71} = 110.868 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\Delta\sigma_c := 90\text{MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 51.962\cdot\text{MPa}$$

$$z_{ob} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} = 145\cdot\text{mm}$$

$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_{y_net}} \cdot z_{ob} = 103.559\cdot\text{MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 103.559\cdot\text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 142.912\cdot\text{MPa}$$

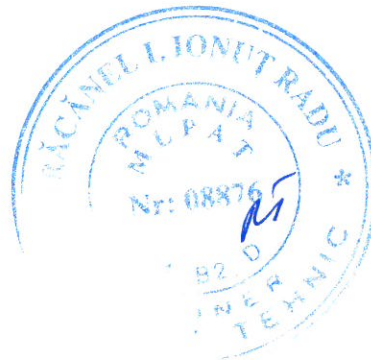
$$\text{Relatia}_{1_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_{1_verificare} = "Nu se Verifica"

Intocmit,
ing. Andrei RADU



Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU



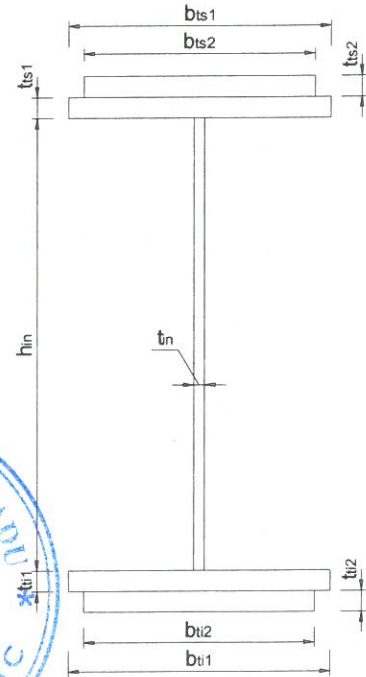
**Pod km 523+497, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.Z.C.J. - partial sudat - deschidere 29.00m, Fir 2**

Breviar de calcul: Lonjeron curent L=3.675m conform EUROCOD

In cadrul notei de calcul s-au considerat coeficientii de siguranta cu valoarea 1.00 pentru constructiile existente verificate la conditii de exploatare.

1. Caracteristicile sectiunii Lonjeronului curent

- $h_{in} := 350\text{mm}$ -inaltimea inimii
- $t_{in} := 14\text{mm}$ -grosimea inimii
- $b_{ts1} := 210\text{mm}$ -laltimea talpii superioare 1
- $t_{ts1} := 14\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 1
- $b_{ti1} := 210\text{mm}$ -laltimea talpii inferioare 1
- $t_{ti1} := 14\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 1
- $b_{ts2} := 180\text{mm}$ -laltimea talpii superioare 2
- $t_{ts2} := 20\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 2
- $b_{ti2} := 0\text{mm}$ -laltimea talpii inferioare 2
- $t_{ti2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 2



1.1. Aria sectiunii transversale a lonjeronului curent:

$$A_L := b_{ts2} \cdot t_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} + h_{in} \cdot t_{in} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} = 143.8 \cdot \text{cm}^2$$

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

$$CG_L := \frac{b_{ti2} \cdot t_{ti2} \cdot \frac{t_{ti2}}{2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} \cdot \left(t_{ti2} + \frac{t_{ti1}}{2} \right) + h_{in} \cdot t_{in} \cdot \left(t_{ti2} + t_{ti1} + \frac{h_{in}}{2} \right) + b_{ts1} \cdot t_{ts1} \cdot \left(t_{ti1} + t_{ti2} + h_{in} + \frac{t_{ts1}}{2} \right) + b_{ts2} \cdot t_{ts2} \cdot \left(t_{ti1} + t_{ti2} + h_{in} + t_{ts1} + \frac{t_{ts2}}{2} \right)}{A_L} = 239 \cdot \text{mm}$$

$$e_{CG} := \left(t_{ti2} + t_{ti1} + \frac{h_{in}}{2} \right) - CG_L = -49.819 \cdot \text{mm}$$

$$z_{his} := \frac{\left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right)}{2} = 62.59 \cdot \text{mm}$$

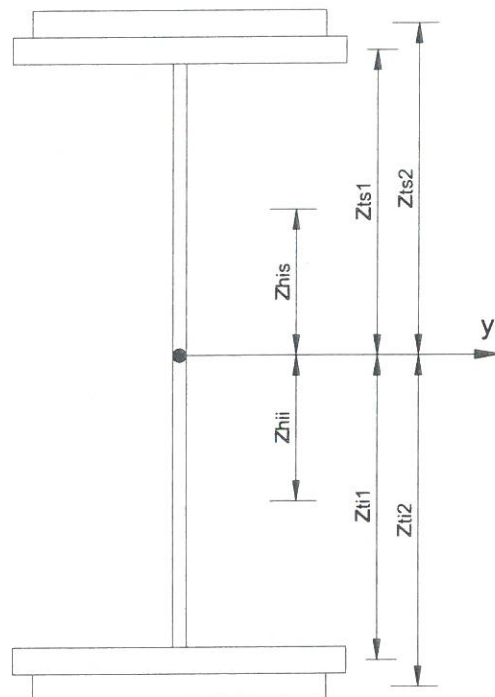
$$z_{hii} := \frac{\left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} \right)}{2} = 112.41 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ts1} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + \frac{t_{ts1}}{2} = 132.181 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ti1} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + \frac{t_{ti1}}{2} = 231.819 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ts2} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ts1} + \frac{t_{ts2}}{2} = 149.181 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ti2} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ti1} + \frac{t_{ti2}}{2} = 238.819 \cdot \text{mm}$$



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

$$I_{yL} := \frac{b_{ti2} \cdot t_{ti2}^3}{12} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} \cdot z_{ti2}^2 + \frac{b_{ti1} \cdot t_{ti1}^3}{12} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} \cdot z_{ti1}^2 + \frac{h_{in} \cdot t_{in}^3}{12} + h_{in} \cdot t_{in} \cdot e_{CG}^2 \dots = 35187.912 \cdot \text{cm}^4$$

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

1.4. Determinarea modulelor de rezistenta:

$$W_{supL} := \frac{I_{yL}}{\left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ts1} + t_{ts2}\right)} = 1360 \cdot \text{cm}^3$$

$$W_{infL} := \frac{I_{yL}}{\left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ti1} + t_{ti2}\right)} = 2528 \cdot \text{cm}^3$$

2. Determinarea eforturilor in Lonjeronul curent

$L_{lonj} := 3.675\text{m}$ -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:

$g_L := A_L \cdot \gamma_s = 1.129 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ - greutate lonjeron

$g_{sina} := 0.60 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ $g_{prindere} := 1.30 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

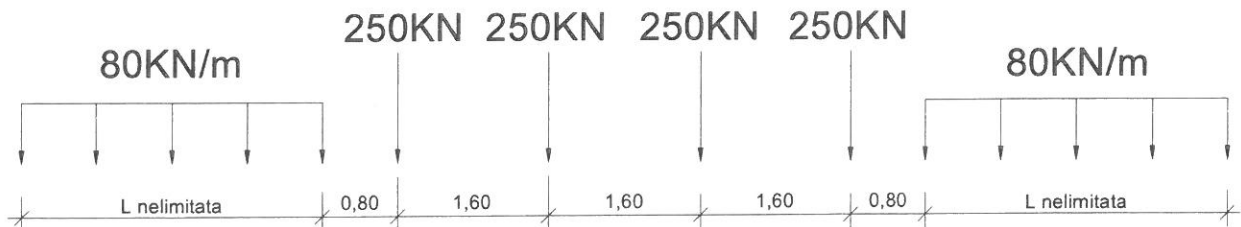
$g_{traversa} := 0.24\text{m} \cdot 0.24\text{m} \cdot 2.60\text{m} \cdot \gamma_{lemn} = 1.498 \cdot \text{kN}$

$g_{cale} := g_{sina} + 2g_{prindere} + \frac{2 \cdot g_{traversa}}{1.0\text{m}} = 4.698 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$g_p := g_L + g_{cale} = 5.826 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

2.1.b) Convoiul de calcul LM71

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



Coefficientul dinamic (ϕ_3) (conform SREN 1991-2:2005 - punctul 6.4.5.2)

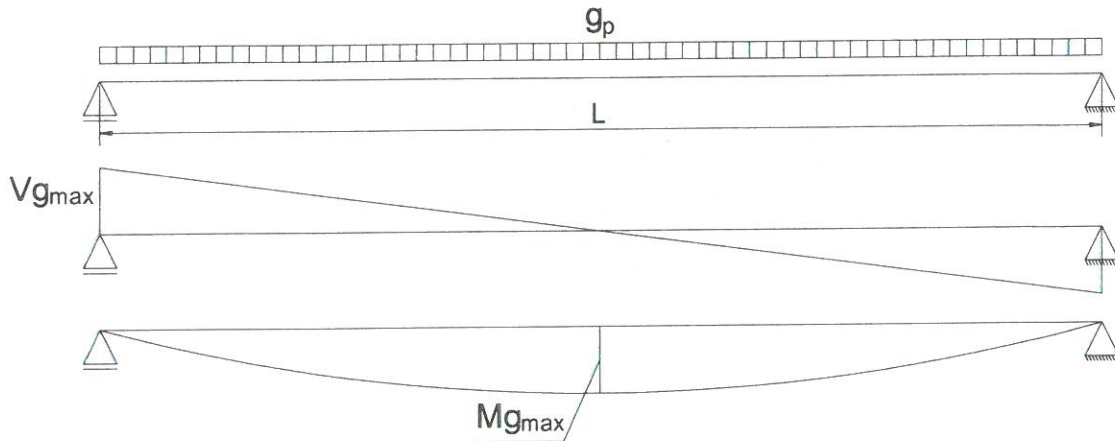
$$\phi_3 = \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.73$$

-coeficientul dinamic pentru o cale intretinuta in conditii standard

$$L_\phi := \frac{L_{lonj}}{m} + 3 = 6.675 \quad \text{-lungimea "determinata" conform tabel 6.2}$$

$$\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.73 = 1.636$$

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

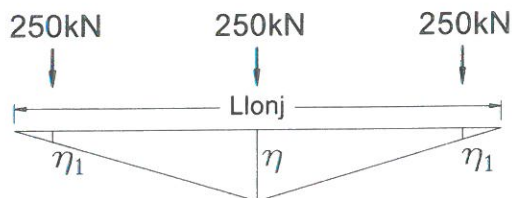


$$M_{g_{max}} := \frac{g_p \cdot L_{lonj}^2}{8} = 9.836 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_{g_{max}} := \frac{g_p \cdot L_{lonj}}{2} = 10.706 \text{ kN}$$

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:

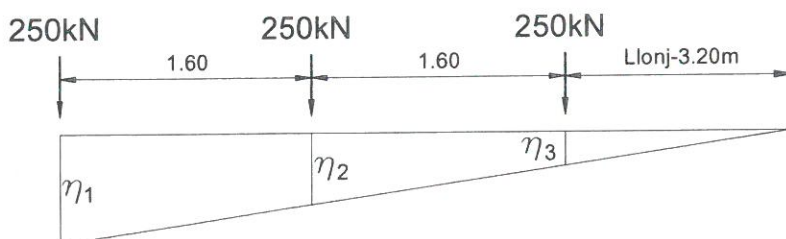
$$\eta := 0.25 \cdot L_{lonj} = 0.919 \text{ m}$$

$$\eta_1 := \frac{\eta}{0.5 \cdot L_{lonj}} \cdot \left(\frac{L_{lonj}}{2} - 1.60 \text{ m} \right) = 0.119 \text{ m}$$

$$e_{ex} := \frac{\frac{B}{2} + 80 \text{ mm} + 50 \text{ mm}}{B} = 0.572 \quad \text{-coeficient de repartitie}$$

$$M_{\max LM71} := Q_{vk} \cdot e_{ex} \cdot (\eta + 2 \cdot \eta_1) = 165.408 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Linia de influenta a fortei taietoare maxime:



Ordonatele liniei de influenta a fortei taietoare maxime:

$$\eta_1 := 1$$

$$\eta_2 := \frac{(L_{lonj} - 1.60 \text{ m})}{L_{lonj}} = 0.565$$

$$\eta_3 := \frac{(L_{lonj} - 3.20 \text{ m})}{L_{lonj}} = 0.129$$

$$V_{\max LM71} := Q_{vk} \cdot e_{ex} \cdot (\eta_1 + \eta_2 + \eta_3) = 242.319 \text{ kN}$$

2.4. Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0 \quad C_T := e_{ex} = 0.572$$

$$M_{Ed} := \gamma_G \cdot M_{gmax} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_T \cdot M_{maxLM71} = 164.702 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed} := \gamma_G \cdot V_{gmax} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_T \cdot V_{maxLM71} = 237.581 \cdot \text{kN}$$

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 lăţime-grosime 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	$c/t \leq 9\epsilon$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$
2	$c/t \leq 10\epsilon$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$
Distribuţia tensiunilor în pereţi (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
	ϵ	1.00	0.92	0.81	0.75	0.71

$$c_{in} := h_{in} = 350 \cdot \text{mm} \quad t_{in} = 14 \cdot \text{mm}$$

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

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 $\alpha \leq f_y$, fie când deformația specifică de întindere $\varepsilon_y > f_y/E$

$$c_{ts} := \frac{b_{ts1} - t_{in}}{2} = 98 \cdot \text{mm} \quad t_{ts} := t_{ts1} + t_{ts2} = 34 \cdot \text{mm}$$

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

$$Clasa_{secțiunii} := \max(Clasa_{inimii}, Clasa_{talpii}) = 1$$

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

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

Verificarea la moment incovoiator

Relatia de verificare: $\frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1$

$$M_{Ed} = 164.702 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

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

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

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

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

$$y_{max} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ti1} + t_{ti2} = 238.819 \cdot \text{mm}$$

$$y_{min} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ts1} + t_{ts2} = 159.181 \cdot \text{mm}$$

$$W_{pl} := b_{ts2} \cdot t_{ts2} \cdot z_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} \cdot z_{ts1} + \left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right) \cdot t_{in} \cdot z_{his} = 1035 \cdot \text{cm}^3 \quad M_{c_Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 243.308 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} = \text{"Se Verifica"}$$

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

Relatie de verificare:

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}}$$

$$\gamma_{Ff} := 1.00$$

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

(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

$$L_\phi := \frac{L_{lonj}}{m} + 3 = 6.675$$

-lungimea "determinata" conform tabel 6.2

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.82 = 1.424$$

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

-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).

$$\lambda_1 := 1.135 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.3}$$

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 9.6 - 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

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

$$\lambda_4 := 1.00$$

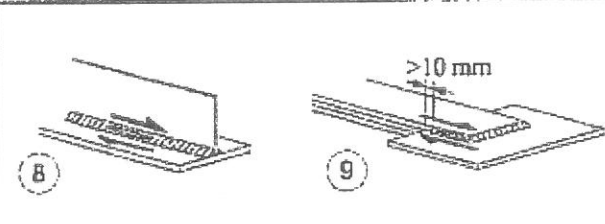
$$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.82$$

$$M_{Ed_SLUO} := M_{maxLM71} = 165.408 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

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 talpi la grinzile din table sudate.</p> <p>9) Îmbinări prin suprapunere cu sudură în colț.</p>
-----------	--	---

$$\Delta\sigma_c := 80 \text{ MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 46.188 \cdot \text{MPa}$$

$$z_{ob} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} = 125.181 \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_{yL}} \cdot z_{ob} = 58.844 \cdot \text{MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 58.844 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 68.682 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Relatia}_1_{\text{verificare}} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia₁_verificare = "Nu se Verifica"

Intocmit,
ing. Andrei RADU



Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU



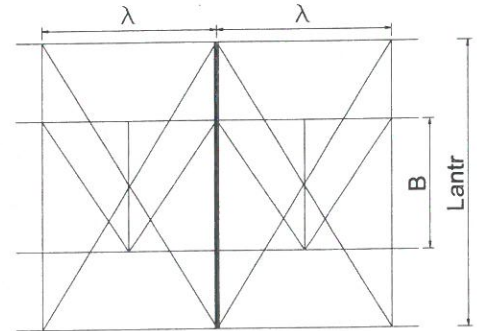
**Pod km 523+497, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.Z.C.J.N - deschidere 31.00m, Fir 1**

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

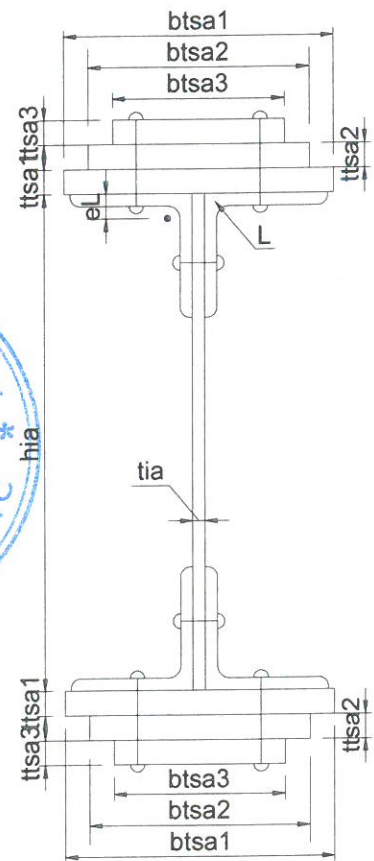
- $L_a := 5.00\text{m}$ -lungimea antretoazei
- $\lambda := 3.10\text{m}$ -distanța dintre antretoaze
- $\gamma_{ot} := 78.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ -greutatea specifica a oțelului
- $B := 1.80\text{m}$ -distanța dintre lonjeroni



1.1. Evaluarea actiunilor:

1.1.a) Greutatea proprie a antretoazei

- $h_{ia} := 450\text{mm}$ -inaltimea inimii antretoazei
- $t_{ia} := 10\text{mm}$ -grosimea inimii antretoazei
- $b_{tsa1} := 300\text{mm}$ -latimea talpii superioare 1
- $t_{tsa1} := 12\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 1
- $b_{tsa2} := 300\text{mm}$ -latimea talpii superioare 2
- $t_{tsa2} := 15\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 2
- $b_{tsa3} := 300\text{mm}$ -latimea talpii superioare 3
- $t_{tsa3} := 12\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 3
- $b_{tia1} := 300\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 1
- $t_{tia1} := 12\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 1
- $b_{tia2} := 300\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 2
- $t_{tia2} := 15\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 2
- $b_{tia3} := 300\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 3
- $t_{tia3} := 12\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 3



Tipul profilului L: L80x120x10

$t_L := 10\text{mm}$ $A_{L80x120x10} := 19.10\text{cm}^2$ $I_L := 98.1\text{cm}^4$ $A_{Lc} := A_{L80x120x10}$
 $e_L := 1.95\text{cm}$

$$A_a := h_{ia} \cdot t_{ia} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} + b_{tsa3} \cdot t_{tsa3} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} + b_{tia3} \cdot t_{tia3} + 4 \cdot A_{Lc} = 35540 \cdot \text{mm}^2$$

$$G_a := A_a \cdot \gamma_{ot} = 2.79 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.b) Greutatea proprie a lonjeronilor

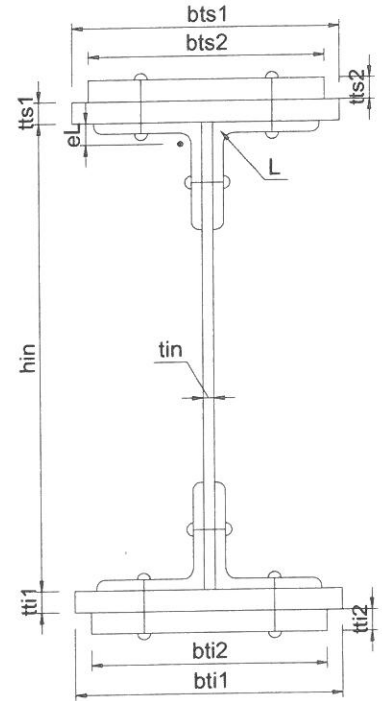
- $h_{in} := 290\text{mm}$ -inaltimea inimii
 $t_{in} := 10\text{mm}$ -grosimea inimii
 $b_{ts1} := 200\text{mm}$ -laltimea talpii superioare 1
 $t_{ts1} := 10\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 1
 $b_{ti1} := 200\text{mm}$ -laltimea talpii inferioare 1
 $t_{ti1} := 10\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 1
 $b_{ts2} := 0\text{mm}$ -laltimea talpii superioare 2
 $t_{ts2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 2
 $b_{ti2} := 0\text{mm}$ -laltimea talpii inferioare 2
 $t_{ti2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 2

Tipul profilului L: L80x80x8

$$t_L := 8\text{mm} \quad A_{L80x80x8} := 12.30\text{cm}^2 \quad A_{Lc.} := A_{L80x80x8}$$

$$A_L := b_{ts2} \cdot t_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} + h_{in} \cdot t_{in} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} + 4 \cdot A_{Lc.} = 118.2 \cdot \text{cm}^2$$

$$G_l := A_L \cdot \gamma_{ot} = 0.928 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



1.1.c) Greutatea proprie a contravanturii lonjeronilor

Rigla panou de capat

$$A_{U140} := 20.40\text{cm}^2 \quad \text{-aria unui profil U140x60}$$

$$G_r := A_{U140} \cdot \gamma_{ot} = 0.16 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.d) Greutatea proprie a tablei striate

$$G_{ts} := 0.005\text{m} \cdot 2.30\text{m} \cdot \gamma_{ot} = 0.903 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.e) Greutatea proprie a traversei de lemn

$$\gamma_l := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{-greutatea specifica a lemnului}$$

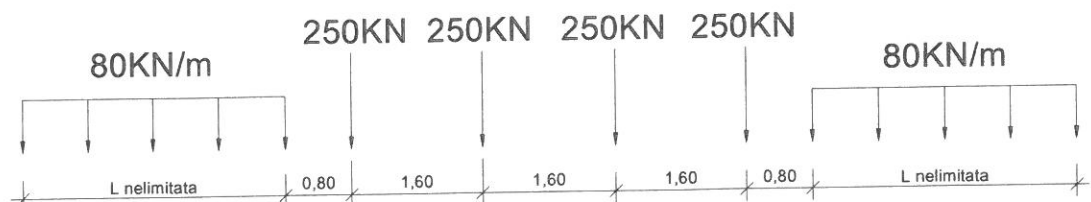
$$G_{trav} := 0.24\text{m} \cdot 0.24\text{m} \cdot 2.6\text{m} \cdot \gamma_l = 1.498 \cdot \text{kN}$$

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

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



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

$$L_\phi := \frac{2 \cdot L_a}{m} = 10$$

-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 anteretoaza din greutatea permanenta a trotuarului

$$R_{\text{trotuar}} := G_{ts} \cdot \lambda = 2.799 \cdot \text{kN}$$

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

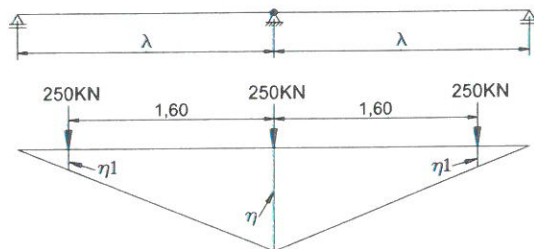
$$R_{\text{lonj}} := 2G_1 \cdot \lambda + 2G_1 \cdot B + G_{\text{trav}} \cdot 6 + G_{\text{sina_mat}} \cdot \lambda = 21.515 \cdot \text{kN}$$

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

$$R_{\text{elem.adiacente}} := R_{\text{trotuar}} + R_{\text{lonj}} = 24.313 \cdot \text{kN}$$

1.6. Determinarea reactiunii pe antretoaza din convoiul de calcul LM71

L_i Antretoaza curenta



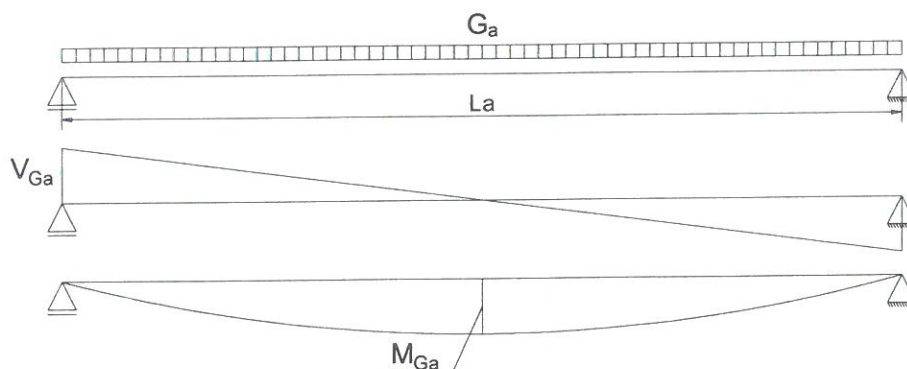
Ordonatele liniei de influenta:

$$\eta := 1.00$$

$$\eta_{1a} := \frac{\eta}{\lambda} (\lambda - 1.6\text{m}) = 0.484$$

$$R_{\text{LM71}} := \frac{Q_{vk}}{2} \cdot (\eta + 2 \cdot \eta_{1a}) = 245.968 \cdot \text{kN}$$

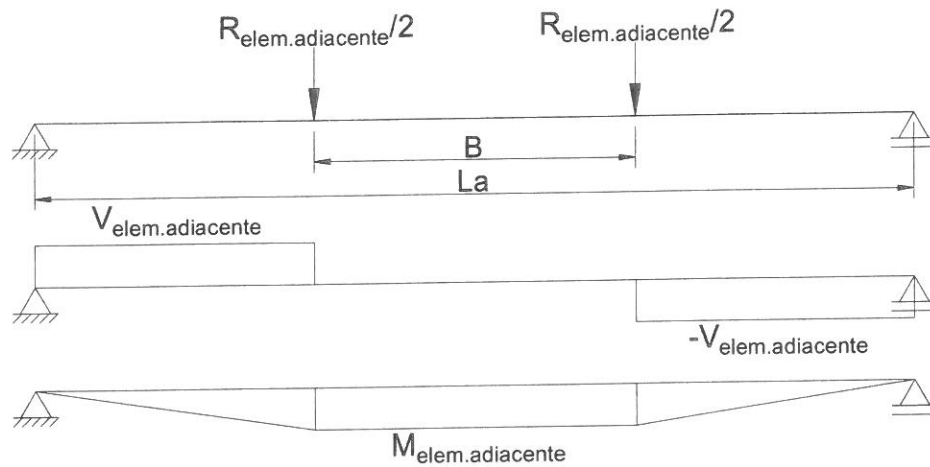
1.7. Diagrame de moment incovoietor si forta taietoare pe antretoaza din greutate proprie



$$M_{G_a} := \frac{G_a \cdot L_a^2}{8} = 8.718 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

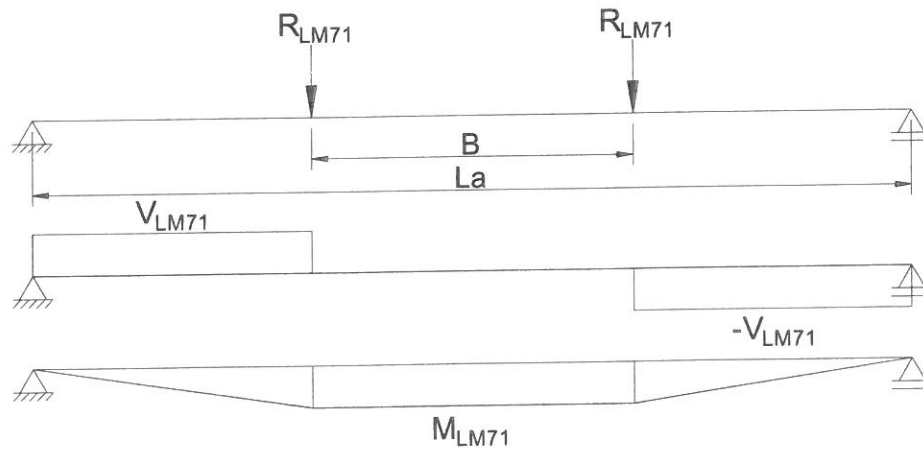
$$V_{G_a} := \frac{G_a \cdot L_a}{2} = 6.975 \cdot \text{kN}$$

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



$$M_{\text{elem.adiacente}} := \frac{R_{\text{elem.adiacente}}}{2} \cdot \frac{L_a - B}{2} = 19.451 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{\text{elem.adiacente}} := \frac{R_{\text{elem.adiacente}}}{2} = 12.157 \cdot \text{kN}$$

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



$$M_{\text{LM71}} := R_{\text{LM71}} \cdot \frac{L_a - B}{2} = 393.548 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{\text{LM71}} := R_{\text{LM71}} = 245.968 \cdot \text{kN}$$

1.10. Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \gamma_{Qi} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0$$

$$M_{\text{Ed}} := \gamma_G \cdot (M_{\text{Ga}} + M_{\text{elem.adiacente}}) + \gamma_{Q1} \cdot \psi_3 \cdot M_{\text{LM71}} = 602.423 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{\text{Ed}} := \gamma_G \cdot (V_{\text{Ga}} + V_{\text{elem.adiacente}}) + \gamma_{Q1} \cdot \psi_3 \cdot V_{\text{LM71}} = 378.04 \cdot \text{kN}$$

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

$$\epsilon := \sqrt{\frac{235 \frac{N}{mm^2}}{f_y}} = 1$$

Tabelul 5.2- Rapoarte lățime-grosime maxime pentru pereții comprimați

Pereți comprimați interiori			
Clasă		Perete supus la încovoiere	Perete supus la compresiune
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
			480
			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:

$$c_i := h_{ia} = 450 \cdot \text{mm} \quad t_{ia} = 10 \cdot \text{mm}$$

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

Clasa_{inimii} = 1

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

Tălpi în consolă						
Secțiuni laminate			Secțiuni sudate			
Clasă	Perețe supus la compresie	Perețe supus la încovoiere și compresie				
		Extremitate comprimată		Extremitate întinsă		
Distribuția tensiunilor în pereți (compresiune pozitivă)						
1	$c/t \leq 9\varepsilon$	$c/t \leq \frac{9\varepsilon}{\alpha}$		$c/t \leq \frac{9\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$		
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	$c/t \leq 14\varepsilon$	$c/t \leq 2\varepsilon\sqrt{k_\sigma}$ 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:

$$c_{ts} := \frac{b_{tsa1} - t_{ia}}{2} = 145 \text{ mm} \quad t_{ts} := t_{tsa1} + t_{tsa2} + t_{tsa3} + t_L = 49 \text{ mm}$$

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

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

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

$$CG_A := \frac{b_{tia3} \cdot t_{tia3} \cdot \frac{t_{tia3}}{2} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} \cdot \left(t_{tia3} + \frac{t_{tia2}}{2} \right) + b_{tia1} \cdot t_{tia1} \cdot \left(t_{tia3} + t_{tia2} + \frac{t_{tia1}}{2} \right) \dots}{A_a}$$

$$+ 2A_{Lc} \cdot (t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + e_L) + h_{ia} \cdot t_{ia} \cdot \left(t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + \frac{h_{ia}}{2} \right) + 2A_{Lc} \cdot (t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + h_{ia} - e_L)$$

$$+ b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} \cdot \left(t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + h_{ia} + \frac{t_{tsa1}}{2} \right) + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} \cdot \left(t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + h_{ia} + t_{tsa1} + \frac{t_{tsa2}}{2} \right) \dots$$

$$+ b_{tsa3} \cdot t_{tsa3} \cdot \left(t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + h_{ia} + t_{tsa1} + t_{tsa2} + \frac{t_{tsa3}}{2} \right)$$

$CG_A = 264 \cdot \text{mm}$

$e_{CG} := \left(t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + \frac{h_{ia}}{2} \right) - CG_A = 0.000 \cdot \text{mm}$

$z_{hias} := \frac{\left(\frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} \right)}{2} = 112.5 \cdot \text{mm}$

$z_{hia1} := \frac{\left(\frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} \right)}{2} = 112.5 \cdot \text{mm}$

$z_{tsa1} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + \frac{t_{tsa1}}{2} = 231 \cdot \text{mm}$

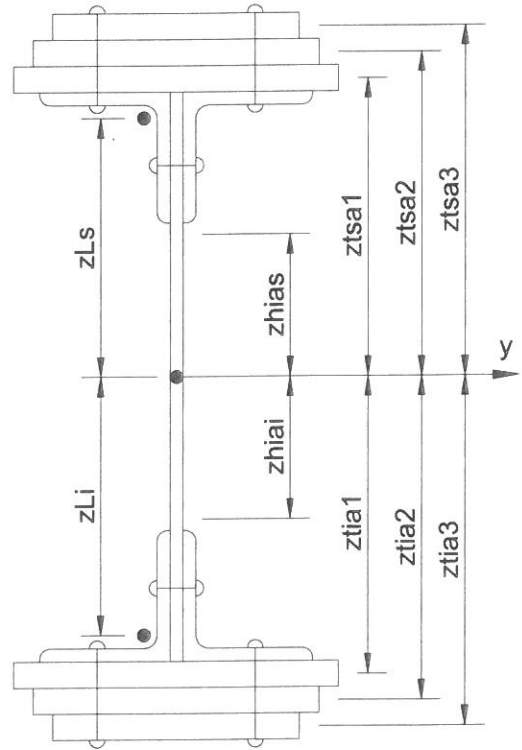
$z_{tia1} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + \frac{t_{tia1}}{2} = 231 \cdot \text{mm}$

$z_{tsa2} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + t_{tsa1} + \frac{t_{tsa2}}{2} = 244.5 \cdot \text{mm}$

$z_{tia2} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + t_{tia1} + \frac{t_{tia2}}{2} = 244.5 \cdot \text{mm}$

$z_{tsa3} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + t_{tsa1} + t_{tsa2} + \frac{t_{tsa3}}{2} = 258 \cdot \text{mm}$

$z_{tia3} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + t_{tia1} + t_{tia2} + \frac{t_{tia3}}{2} = 258 \cdot \text{mm}$



$z_{Ls} := \left(\frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} \right) - e_L = 205.5 \cdot \text{mm}$

$z_{L1} := \left(\frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} \right) - e_L = 205.5 \cdot \text{mm}$

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

$$I_{yA_brut} := \frac{b_{tia3} \cdot t_{tia3}^3}{12} + b_{tia3} \cdot t_{tia3} \cdot z_{tia3}^2 + \frac{b_{tia2} \cdot t_{tia2}^3}{12} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} \cdot z_{tia2}^2 + \frac{b_{tia1} \cdot t_{tia1}^3}{12} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} \cdot z_{tia1}^2 + 2I_L \dots$$

$$+ 2A_{Lc} \cdot z_{L1}^2 + \frac{h_{ia}^3 \cdot t_{ia}}{12} + h_{ia} \cdot t_{ia} \cdot e_{CG}^2 + 2I_L + 2A_{Lc} \cdot z_{Ls}^2 + \frac{b_{tsa1} \cdot t_{tsa1}^3}{12} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} \cdot z_{tsa1}^2 \dots$$

$$+ \frac{b_{tsa2} \cdot t_{tsa2}^3}{12} + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} \cdot z_{tsa2}^2 + \frac{b_{tsa3} \cdot t_{tsa3}^3}{12} + b_{tsa3} \cdot t_{tsa3} \cdot z_{tsa3}^2$$

$I_{yA_brut} = 180432.441 \cdot \text{cm}^4$

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: $\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$

$$M_{Ed} = 602.423 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

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

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

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

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

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.

$$f_u := 360 \text{MPa} \quad t := t_{tsa3} + t_{tsa2} + t_{tsa1} + t_L = 49 \cdot \text{mm}$$

$$n := 2 \quad d_0 := 23 \text{mm}$$

$$A_{goluri} := t \cdot n \cdot d_0 = 2254 \cdot \text{mm}^2 \quad A_f := b_{tia1} \cdot t_{tia1} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} + b_{tia3} \cdot t_{tia3} + 2 \cdot A_{Lc} = 15520 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{f_net} := A_f - A_{goluri} = 13266 \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{A_{f_net} \cdot 0.9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} \geq \frac{A_f \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_de_verificare = "Nu se Verifica"

În acest caz trebuie să se țină seama de găurile de prindere și astfel, se reduce aria tălpii

$$A_{tsa1} := b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} - t_{tsa1} \cdot n \cdot d_0 = 3048 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{tia1} := b_{tia1} \cdot t_{tia1} - t_{tia1} \cdot n \cdot d_0 = 3048 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{tsa2} := b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} - t_{tsa2} \cdot n \cdot d_0 = 3810 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{tia2} := b_{tia2} \cdot t_{tia2} - t_{tia2} \cdot n \cdot d_0 = 3810 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{tsa3} := b_{tsa3} \cdot t_{tsa3} - t_{tsa3} \cdot n \cdot d_0 = 3048 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{tia3} := b_{tia3} \cdot t_{tia3} - t_{tia3} \cdot n \cdot d_0 = 3048 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{Lc} := A_{Lc} - t_L \cdot d_0 = 1680 \cdot \text{mm}^2$$

$$I_{yA_net} := \frac{b_{tia3} \cdot t_{tia3}^3}{12} + A_{tia3} \cdot z_{tia3}^2 + \frac{b_{tia2} \cdot t_{tia2}^3}{12} + A_{tia2} \cdot z_{tia2}^2 + \frac{b_{tia1} \cdot t_{tia1}^3}{12} + A_{tia1} \cdot z_{tia1}^2 + 2I_L \dots$$

$$+ 2A_{Lc} \cdot z_{Li}^2 + \frac{h_{ia}^3 \cdot t_{ia}}{12} + h_{ia} \cdot t_{ia} \cdot e_{CG}^2 + 2I_L + 2A_{Lc} \cdot z_{Ls}^2 + \frac{b_{tsa1} \cdot t_{tsa1}^3}{12} + A_{tsa1} \cdot z_{tsa1}^2 \dots$$

$$+ \frac{b_{tsa2} \cdot t_{tsa2}^3}{12} + A_{tsa2} \cdot z_{tsa2}^2 + \frac{b_{tsa3} \cdot t_{tsa3}^3}{12} + A_{tsa3} \cdot z_{tsa3}^2$$

$$I_{yA_net} = 155057.864 \cdot \text{cm}^4$$

$$y_{\max} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + t_{tia1} + t_{tia2} + t_{tia3} = 264 \cdot \text{mm}$$

$$y_{\min} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + t_{tsa1} + t_{tsa2} + t_{tsa3} = 264 \cdot \text{mm}$$

$$W_{pl} := A_{tsa3} \cdot z_{tsa3} + A_{tsa2} \cdot z_{tsa2} + A_{tsa1} \cdot z_{tsa1} + \left(\frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} \right) \cdot t_{ia} \cdot z_{hias} + 2A_{Lc} \cdot z_{Ls} = 3366 \cdot \text{cm}^3$$

$$M_{c_Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 790.921 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

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

Relatia_{de_verificare} = "Se Verifica"

4.2. Verificarea la forta taietoare

$$\text{Relatia de verificare: } \frac{V_{Ed}}{V_{c_Rd}} \leq 1$$

$$V_{Ed} = 378.04 \cdot \text{kN}$$

Pentru sectiunile din CLASA 1 si 2:

$$V_{c_Rd} = V_{pl_Rd} = \frac{A_v \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}$$

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**

$$A_v := A_a - 2 \cdot b_{tsa1} \cdot (t_{tsa3} + t_{tsa2} + t_{tsa1} + t_L) + (t_{ia} + 2 \cdot r) \cdot (t_{tsa3} + t_{tsa2} + t_{tsa1} + t_L) = 6630 \cdot \text{mm}^2$$

$$\eta \cdot h_{ia} \cdot t_{ia} = 5400 \cdot \text{mm}^2$$

$$V_{c_Rd} := \frac{A_v \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 899.541 \cdot \text{kN}$$

$$\text{Relatia}_{de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{V_{Ed}}{V_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

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:

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta \sigma_{E2} \leq \frac{\Delta \sigma_c}{\gamma_{Mf}}$$

$$\gamma_{Ff} := 1.00 \quad \gamma_{Mf} := 1.35 \quad (\text{conform SREN 1993-1-9:2006, tabelul 3.1})$$

Coefficientul dinamic (ϕ_2) (conform **SREN 1991-2:2005, punctul 6.4.5.2**)

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

$$L_\phi := \frac{2 \cdot L_a}{m} = 10 \quad \text{-lungimea "determinata" conform tabel 6.2}$$

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_\phi} - 0.2} + 0.82 = 1.306$$

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

-conform SREN 1993-2:2007, punctul 9.4.1

λ - factorul echivalent de vătămare
 ϕ_2 - coeficientul dinamic echivalent
 $\Delta\sigma_p$ - ecartul de referință

$$\Delta\sigma_p = |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}|$$

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:

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

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

$$\lambda_2 := 0.83 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.5 pentru un tonaj anual de } 9 \times 10^6$$

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

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

$$\lambda_4 := 1.00$$

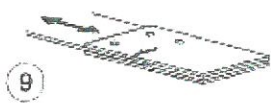




$$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.744$$

$$M_{Ed_SLUO} := M_{LM71} = 393.548 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

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.

$$\Delta\sigma_c := 90\text{MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 51.962\text{MPa}$$

$$z_{ob} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} = 225\text{mm}$$

$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_{yA_net}} \cdot z_{ob} = 57.107\text{MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 57.107\text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 55.476\text{MPa}$$

$$\text{Relatia}_1_verificare := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$



Relatia₁_verificare = "Se Verifica"

Intocmit,
ing. Andrei RADU

Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU

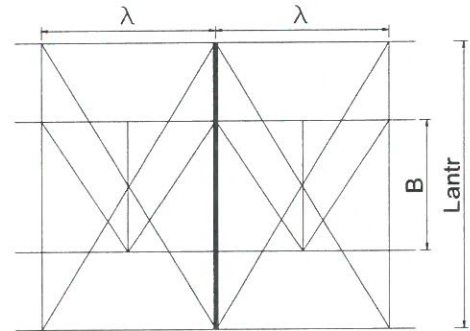
**Pod km 523+497, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.Z.C.J. - partial sudat - deschidere 29.00m, Fir 2**

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
- $\lambda := 3.675\text{m}$ -distanța dintre antretoaze
- $\gamma_{ot} := 78.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ -greutatea specifica a oțelului
- $B := 1.80\text{m}$ -distanța dintre lonjeroni



1.1. Evaluarea actiunilor:

1.1.a) Greutatea proprie a antretoazei

- $h_{ia} := 760\text{mm}$ -inaltimea inimii antretoazei
- $t_{ia} := 12\text{mm}$ -grosimea inimii antretoazei
- $b_{tsa1} := 240\text{mm}$ -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
- $b_{tia1} := 240\text{mm}$ -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

$$A_a := h_{ia} \cdot t_{ia} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} = 23520 \cdot \text{mm}^2$$

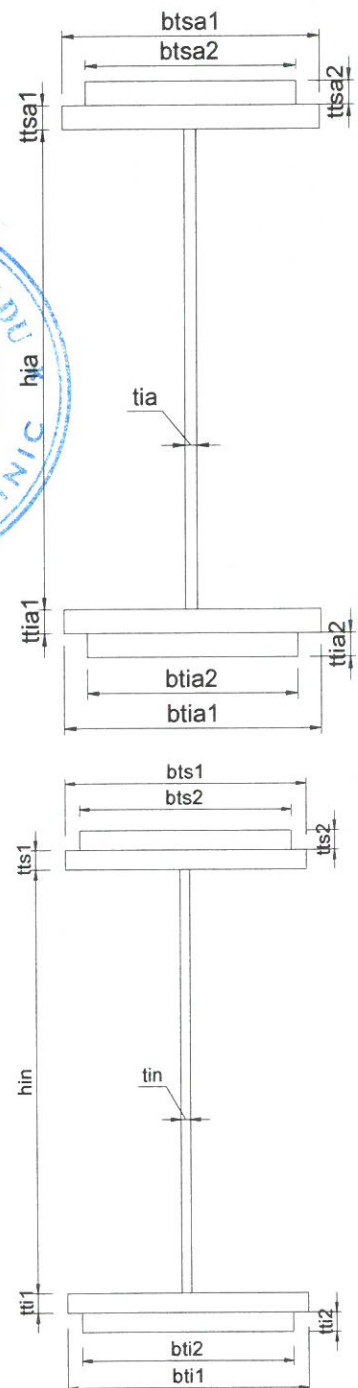
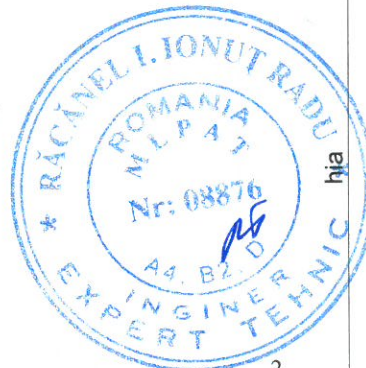
$$G_a := A_a \cdot \gamma_{ot} = 1.846 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.b) Greutatea proprie a lonjeronilor

- $h_{in} := 350\text{mm}$ -inaltimea inimii
- $t_{in} := 14\text{mm}$ -grosimea inimii
- $b_{ts1} := 210\text{mm}$ -laltimea talpii superioare 1
- $t_{ts1} := 14\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 1
- $b_{ti1} := 210\text{mm}$ -laltimea talpii inferioare 1
- $t_{ti1} := 14\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 1
- $b_{ts2} := 180\text{mm}$ -laltimea talpii superioare 2
- $t_{ts2} := 20\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 2
- $b_{ti2} := 0\text{mm}$ -laltimea talpii inferioare 2
- $t_{ti2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 2

$$A_L := b_{ts2} \cdot t_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} + h_{in} \cdot t_{in} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} = 14380 \cdot \text{mm}^2$$

$$G_L := A_L \cdot \gamma_{ot} = 1.129 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



1.1.c) Greutatea proprie a contravanturii lonjeronilor

Rigla

$$A_{L90 \times 90 \times 9} := 15.50 \text{ cm}^2 \quad \text{-aria unui profil L90x90x9}$$

$$G_r := A_{L90 \times 90 \times 9} \cdot \gamma_{ot} = 0.122 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

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

$$G_{ts} := 0.005 \text{ m} \cdot 2.30 \text{ m} \cdot \gamma_{ot} = 0.903 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.e) Greutatea proprie a traversei de lemn

$$\gamma_l := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{-greutatea specifica a lemnului}$$

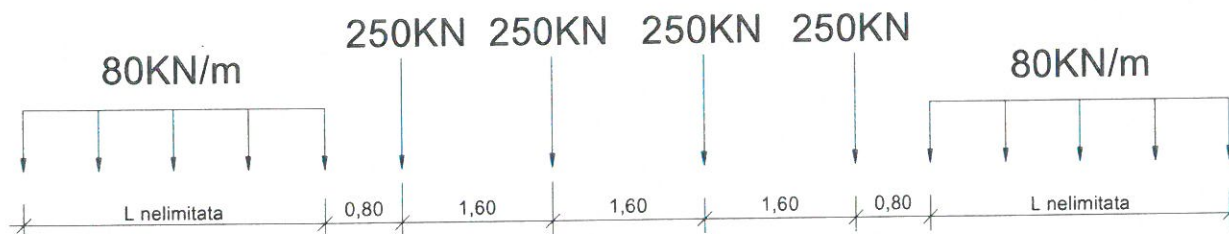
$$G_{trav} := 0.24 \text{ m} \cdot 0.24 \text{ m} \cdot 2.6 \text{ m} \cdot \gamma_l = 1.498 \cdot \text{kN}$$

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

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



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

$$L_\phi := \frac{2 \cdot L_a}{\text{m}} = 10$$

-lungimea "determinata" conform tabel 6.2

$$\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi} - 0.2} + 0.73 = 1.459$$

1.2. Determinarea reacțiunii pe anteretoaza din greutatea permanenta a trotuarului

$$R_{\text{trotuar}} := G_{\text{ts}} \cdot \lambda = 3.318 \cdot \text{kN}$$

1.3. Determinarea reacțiunii pe antretoaza din greutatea permanenta a lonjeronului si a caii

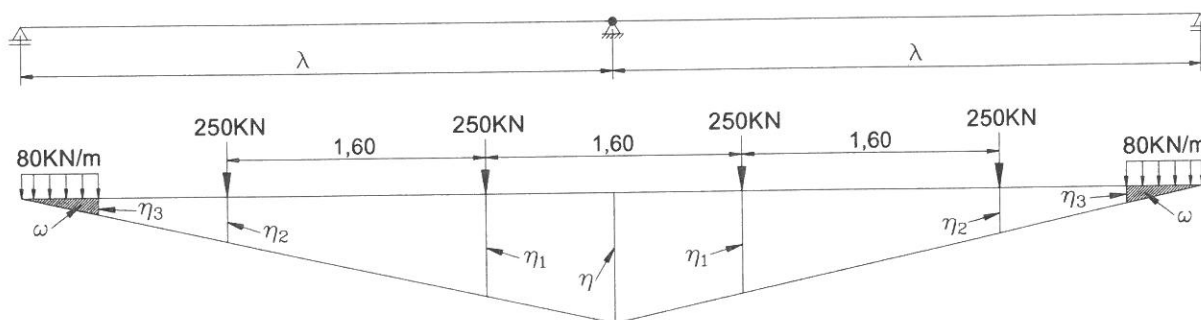
$$R_{\text{lonj}} := 2G_I \cdot \lambda + 2G_R \cdot B + 2G_d \cdot \left[\sqrt{B^2 + \left(\frac{\lambda}{2}\right)^2} \right] + G_{\text{trav}} \cdot 7 + G_{\text{sina_mat}} \cdot \lambda = 27.344 \cdot \text{kN}$$

1.4. Determinarea reacțiunii pe antretoaza din greutatile permanente a elementelor adiacente (lonjeroni, riglele lonjeronilor, cale, trotuar)

$$R_{\text{elem.adiacente}} := R_{\text{trotuar}} + R_{\text{lonj}} = 30.661 \cdot \text{kN}$$

1.6. Determinarea reacțiunii pe antretoaza din convoiul de calcul LM71

Li Antretoaza curenta



Ordonatele liniei de influenta:

$$\eta := 1.00$$

$$\eta_{1a} := \frac{\eta}{\lambda} (\lambda - 0.8\text{m}) = 0.782$$

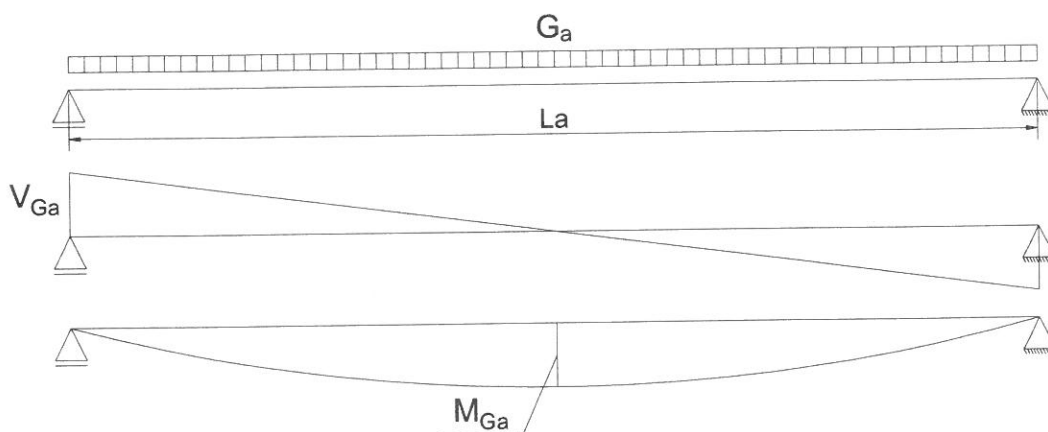
$$\eta_{3a} := \frac{\eta}{\lambda} (\lambda - 3.2\text{m}) = 0.129$$

$$\eta_{2a} := \frac{\eta}{\lambda} (\lambda - 2.4\text{m}) = 0.347$$

$$\omega_a := (\lambda - 3.2\text{m})^2 \cdot \frac{\eta}{\lambda} \cdot 0.5 = 0.031 \text{ m}$$

$$R_{\text{LM71}} := \frac{Q_{\text{vk}}}{2} \cdot (2\eta_{1a} + 2\eta_{2a}) + \frac{q_{\text{vk}}}{2} \cdot (2 \cdot \omega_a) = 284.769 \cdot \text{kN}$$

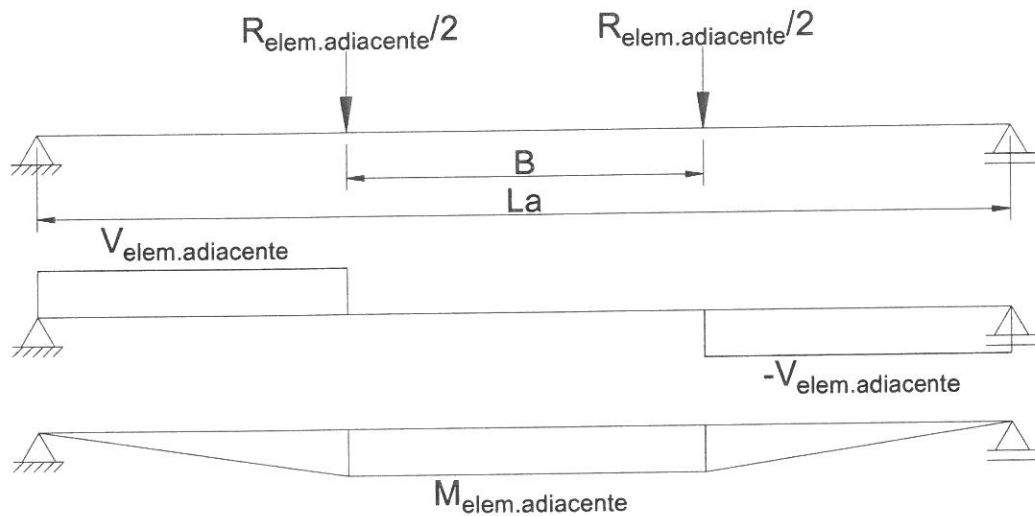
1.7. Diagrame de moment incovoietor si forta taietoare pe antretoaza din greutate proprie



$$M_{\text{Ga}} := \frac{G_a \cdot L_a^2}{8} = 5.77 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

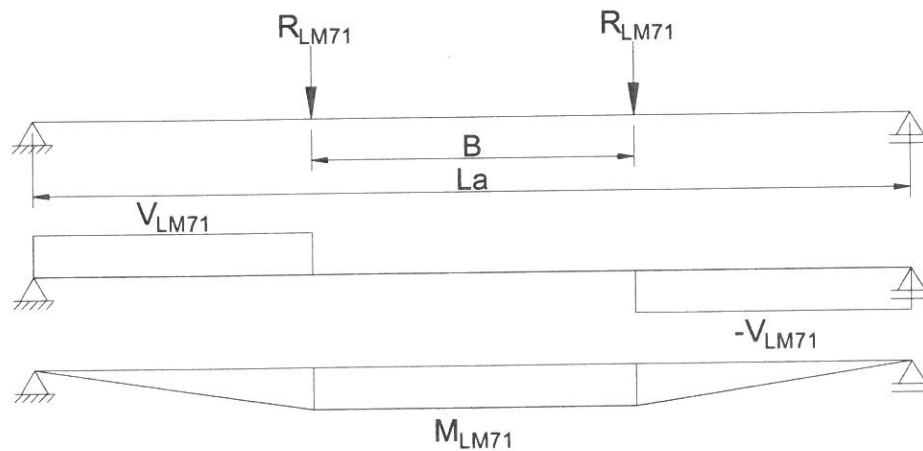
$$V_{\text{Ga}} := \frac{G_a \cdot L_a}{2} = 4.616 \cdot \text{kN}$$

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



$$M_{\text{elem.adiacente}} := \frac{R_{\text{elem.adiacente}}}{2} \cdot \frac{L_a - B}{2} = 24.529 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{\text{elem.adiacente}} := \frac{R_{\text{elem.adiacente}}}{2} = 15.331 \cdot \text{kN}$$

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



$$M_{\text{LM71}} := R_{\text{LM71}} \cdot \frac{L_a - B}{2} = 455.63 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{\text{LM71}} := R_{\text{LM71}} = 284.769 \cdot \text{kN}$$

1.10. Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \gamma_{Q2} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0$$

$$M_{\text{Ed}} := \gamma_G \cdot (M_{\text{Ga}} + M_{\text{elem.adiacente}}) + \gamma_{Q1} \cdot \psi_3 \cdot M_{\text{LM71}} = 695.14 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{\text{Ed}} := \gamma_G \cdot (V_{\text{Ga}} + V_{\text{elem.adiacente}}) + \gamma_{Q1} \cdot \psi_3 \cdot V_{\text{LM71}} = 435.472 \cdot \text{kN}$$

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

$$\epsilon := \sqrt{\frac{235 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{f_y}} = 1$$

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 $\epsilon_y > f_y/E$

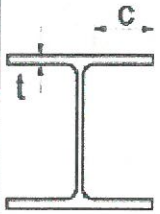
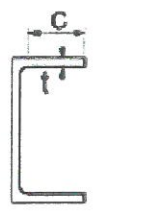

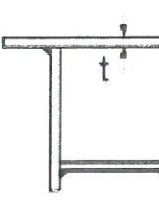
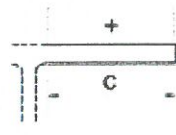
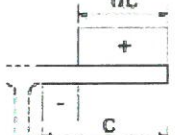
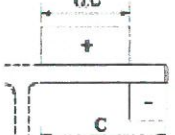
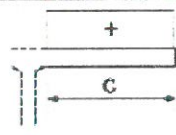
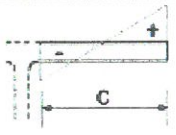
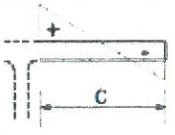
2.1. Clasa inimii:

$$c_i := h_{ia} = 760 \cdot \text{mm} \quad t_{ia} = 12 \cdot \text{mm}$$

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

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

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					
									
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	$c/t \leq 14\epsilon$	$c/t \leq 2lc\sqrt{k_\sigma}$ 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:

$$c_{ts} := \frac{b_{tsa1} - t_{ia}}{2} = 114 \cdot \text{mm} \quad t_{ts} := t_{tsa1} + t_{tsa2} = 30 \cdot \text{mm}$$

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

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

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

$$CG_A := \frac{b_{tia2} \cdot t_{tia2} \cdot \frac{t_{tia2}}{2} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} \cdot \left(t_{tia2} + \frac{t_{tia1}}{2} \right) + h_{ia} \cdot t_{ia} \cdot \left(t_{tia2} + t_{tia1} + \frac{h_{ia}}{2} \right) \dots + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} \cdot \left(t_{tia1} + t_{tia2} + h_{ia} + \frac{t_{tsa1}}{2} \right) + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} \cdot \left(t_{tia1} + t_{tia2} + h_{ia} + t_{tsa1} + \frac{t_{tsa2}}{2} \right)}{A_a} = 410 \cdot \text{mm}$$

$$e_{CG} := \left(t_{tia2} + t_{tia1} + \frac{h_{ia}}{2} \right) - CG_A = -0.000 \cdot \text{mm}$$

$$z_{hias} := \frac{\left(\frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} \right)}{2} = 190 \cdot \text{mm}$$

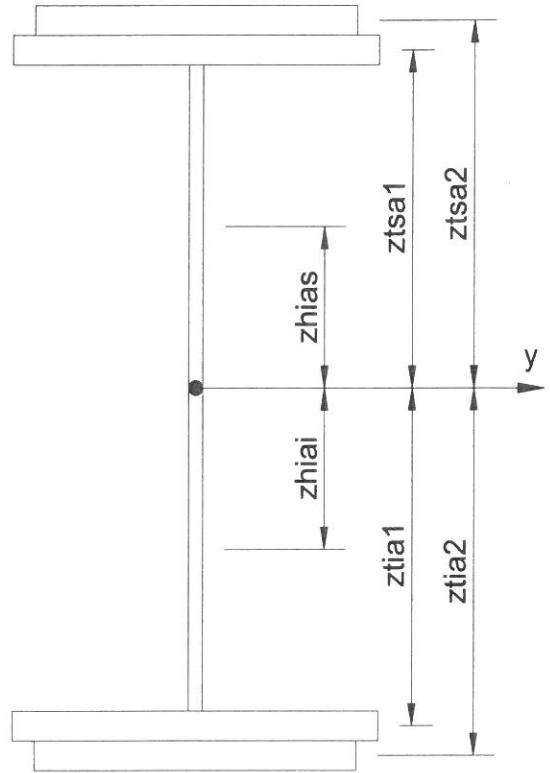
$$z_{hia1} := \frac{\left(\frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} \right)}{2} = 190 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tsa1} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + \frac{t_{tsa1}}{2} = 395 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tia1} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + \frac{t_{tia1}}{2} = 395 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tsa2} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + t_{tsa1} + \frac{t_{tsa2}}{2} = 410 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tia2} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + t_{tia1} + \frac{t_{tia2}}{2} = 410 \cdot \text{mm}$$



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

$$I_{yA} := \frac{b_{tia2} \cdot t_{tia2}^3}{12} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} \cdot z_{tia2}^2 + \frac{b_{tia1} \cdot t_{tia1}^3}{12} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} \cdot z_{tia1}^2 + \frac{h_{ia}^3 \cdot t_{ia}}{12} + h_{ia} \cdot t_{ia} \cdot e_{CG}^2 \dots = 268681.6 \cdot \text{cm}^4$$

$$+ \frac{b_{tsa1} \cdot t_{tsa1}^3}{12} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} \cdot z_{tsa1}^2 + \frac{b_{tsa2} \cdot t_{tsa2}^3}{12} + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} \cdot z_{tsa2}^2$$

$$I_{yA} = 268681.6 \cdot \text{cm}^4$$

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: $\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$

$$M_{Ed} = 695.14 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

(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.

$$y_{max} := CG_A = 410 \cdot \text{mm}$$

$$y_{min} := CG_A = 410 \cdot \text{mm}$$

$$W_{pl} := b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} \cdot z_{tsa2} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} \cdot z_{tsa1} + \left(\frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} \right) \cdot t_{ia} \cdot z_{hias} = 3710 \cdot \text{cm}^3 \quad M_{c,Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 871.944 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

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:

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}}$$

$$\gamma_{Ff} := 1.00$$

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

(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

$$L_\phi := \frac{2 \cdot L_a}{m} = 10$$

-lungimea "determinata" conform tabel 6.2

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.82 = 1.306$$

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

-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:

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

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

$$\lambda_2 := 0.83 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.5 pentru un tonaj anual de } 9 \times 10^6$$

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

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

$$\lambda_4 := 1.00$$

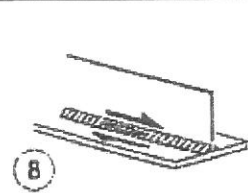
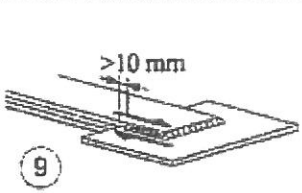
$$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.744$$

$$M_{Ed_SLUO} := M_{LM71} = 455.63 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

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>
-----------	---	--	---

$$\Delta\sigma_c := 80 \text{ MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 46.188 \cdot \text{MPa}$$

$$z_{ob} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} = 380 \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_{yA}} \cdot z_{ob} = 64.44 \cdot \text{MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

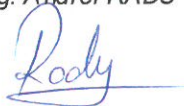
$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 64.44 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 62.6 \cdot \text{MPa}$$

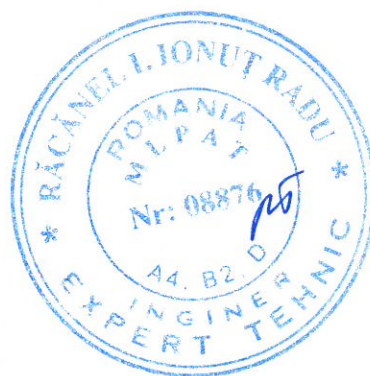
$$\text{Relatia}_1_{\text{verificare}} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia₁_verificare = "Nu se Verifica"

Intocmit,
ing. Andrei RADU



Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU



**Pod km 525+369, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.Z.C.J.N - deschidere 32.00m, Fir 1**

Breviar de calcul: Lonjeron curent L=5.35m conform EUROCOD

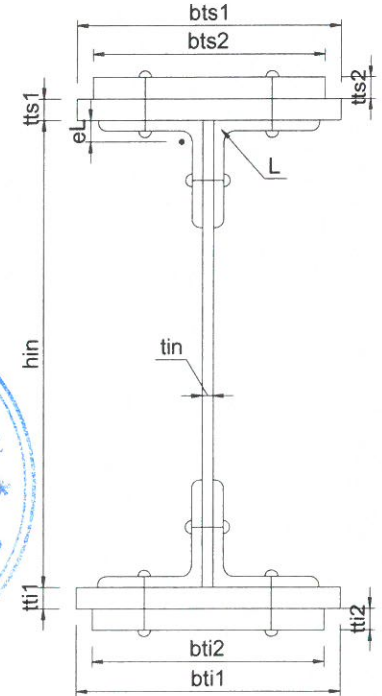
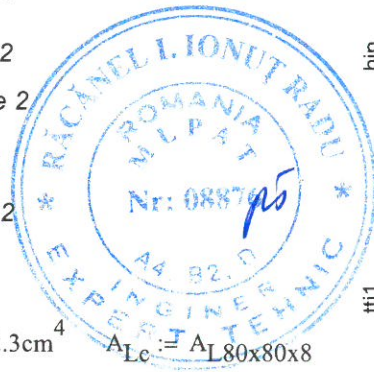
In cadrul notei de calcul s-au considerat coeficienti de siguranta cu valoarea 1.00 pentru constructii existente verificate la conditii de exploatare.

1. Caracteristicile sectiunii Lonjeronului curent

- $h_{in} := 540\text{mm}$ -inaltimea inimii
- $t_{in} := 10\text{mm}$ -grosimea inimii
- $b_{ts1} := 180\text{mm}$ -laltimea talpii superioare 1
- $t_{ts1} := 10\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 1
- $b_{ti1} := 180\text{mm}$ -laltimea talpii inferioare 1
- $t_{ti1} := 10\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 1
- $b_{ts2} := 180\text{mm}$ -laltimea talpii superioare 2
- $t_{ts2} := 10\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 2
- $b_{ti2} := 180\text{mm}$ -laltimea talpii inferioare 2
- $t_{ti2} := 10\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 2

Tipul profilului L: L80x80x8

$t_L := 8\text{mm}$ $A_{L80x80x8} := 12.30\text{cm}^2$ $I_L := 72.3\text{cm}^4$ $A_{Lc} := A_{L80x80x8}$
 $e_L := 2.26\text{cm}$



1.1. Aria sectiunii transversale a lonjeronului curent:

$$A_L := b_{ts2} \cdot t_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} + h_{in} \cdot t_{in} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} + 4 \cdot A_{Lc} = 175.2 \cdot \text{cm}^2$$

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

$$CG_L := \frac{b_{ti2} \cdot t_{ti2} \cdot \frac{t_{ti2}}{2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} \cdot \left(t_{ti2} + \frac{t_{ti1}}{2} \right) + 2 \cdot A_{Lc} \cdot (t_{ti2} + t_{ti1} + e_L) + h_{in} \cdot t_{in} \cdot \left(t_{ti2} + t_{ti1} + \frac{h_{in}}{2} \right) + 2 \cdot A_{Lc} \cdot (t_{ti2} + t_{ti1} + h_{in} - e_L) + b_{ts1} \cdot t_{ts1} \cdot \left(t_{ti1} + t_{ti2} + h_{in} + \frac{t_{ts1}}{2} \right) + b_{ts2} \cdot t_{ts2} \cdot \left(t_{ti1} + t_{ti2} + h_{in} + t_{ts1} + \frac{t_{ts2}}{2} \right)}{A_L} = 290 \cdot \text{mm}$$

$$e_{CG} := \left(t_{ti2} + t_{ti1} + \frac{h_{in}}{2} \right) - CG_L = 0.000 \cdot \text{mm}$$

$$z_{his} := \frac{\left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right)}{2} = 135 \cdot \text{mm}$$

$$z_{hii} := \frac{\left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} \right)}{2} = 135 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ts1} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + \frac{t_{ts1}}{2} = 275 \cdot \text{mm}$$

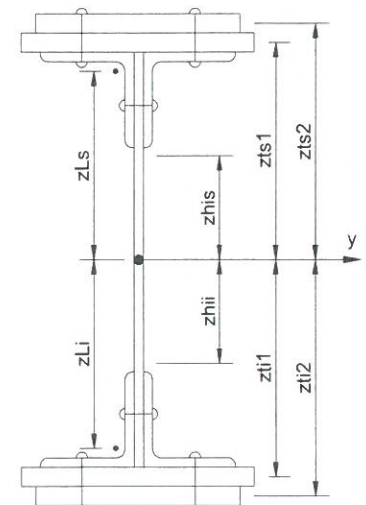
$$z_{ti1} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + \frac{t_{ti1}}{2} = 275 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ts2} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ts1} + \frac{t_{ts2}}{2} = 285 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ti2} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ti1} + \frac{t_{ti2}}{2} = 285 \cdot \text{mm}$$

$$z_{Ls} := \left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right) - e_L = 247.4 \cdot \text{mm}$$

$$z_{Li} := \left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} \right) - e_L = 247.4 \cdot \text{mm}$$



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

$$I_{y_brut} := \frac{b_{ti2} \cdot t_{ti2}^3}{12} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} \cdot z_{ti2}^2 + \frac{b_{ti1} \cdot t_{ti1}^3}{12} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} \cdot z_{ti1}^2 + 2I_L + 2A_{Lc} \cdot z_{Li}^2 \dots$$

$$+ \frac{h_{in}^3 \cdot t_{in}}{12} + h_{in} \cdot t_{in} \cdot e_{CG}^2 + 2I_L + 2A_{Lc} \cdot z_{Ls}^2 + \frac{b_{ts1} \cdot t_{ts1}^3}{12} \dots$$

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

$$I_{y_brut} = 99996.926 \cdot \text{cm}^4$$

1.4. Determinarea modulelor de rezistenta:

$$W_{supL} := \frac{I_{y_brut}}{\left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ts1} + t_{ts2}\right)} = 3448 \cdot \text{cm}^3$$

$$W_{infL} := \frac{I_{y_brut}}{\left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ti1} + t_{ti2}\right)} = 3448 \cdot \text{cm}^3$$

2. Determinarea eforturilor in Lonjeronul curent

$L_{lonj} := 5.35\text{m}$ -lungimea lonjeronului

$B := 1.80\text{m}$ -distanta interax intre lonjeroni

2.1. Evaluarea actiunilor:

2.1.a) Greutatea permanenta

$\gamma_{Iemn} := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ -Greutate specifica lemn

$\gamma_s := 78.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ -Greutate specifica otel

Greutati pe metru liniar:

$g_L := A_L \cdot \gamma_s = 1.375 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ - greutate lonjeron

$g_{sina} := 0.60 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ $g_{prindere} := 1.30 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

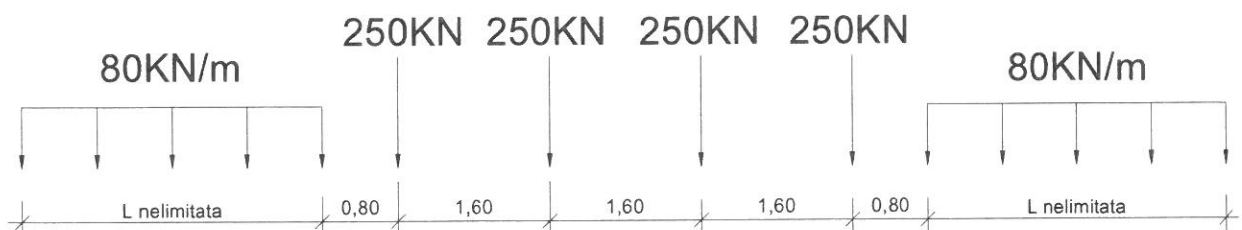
$g_{traversa} := 0.24\text{m} \cdot 0.24\text{m} \cdot 2.60\text{m} \cdot \gamma_{Iemn} = 1.498 \cdot \text{kN}$

$g_{cale} := g_{sina} + 2g_{prindere} + \frac{2 \cdot g_{traversa}}{2} = 4.698 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$g_p := g_L + g_{cale} = 6.073 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

2.1.b) Convoiu de calcul LM71

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



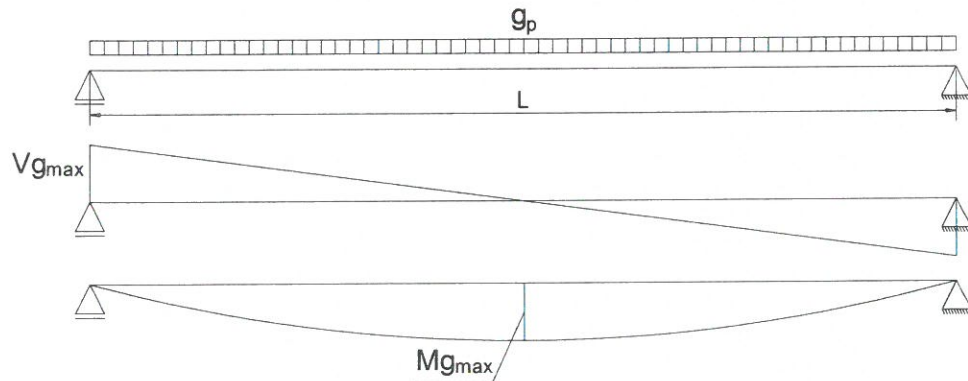
Coeficientul dinamic (ϕ_3) (conform SREN 1991-2:2005 - punctul 6.4.5.2)

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

$$L_\phi := \frac{L_{lonj}}{m} + 3 = 8.35 \quad \text{-lungimea "determinata" conform tabel 6.2}$$

$$\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.73 = 1.533$$

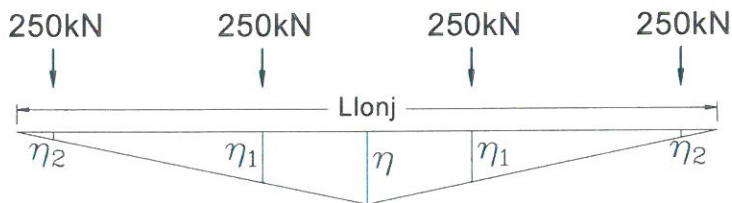
2.2. Diagrame de momente incovoietoare si forta taietoare din greutate permanenta



$$M_{gmax} := \frac{g_p \cdot L_{lonj}^2}{8} = 21.728 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{gmax} := \frac{g_p \cdot L_{lonj}}{2} = 16.245 \cdot \text{kN}$$

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

Linia de influenta a momentului incovoietor maxim:



$$e_{ex} := \frac{\frac{B}{2} + 80\text{mm} + 50\text{mm}}{B} = 0.572 \quad \text{-coeficient de repartitie}$$

Ordonatele liniei de influenta a momentului incovoietor maxim:

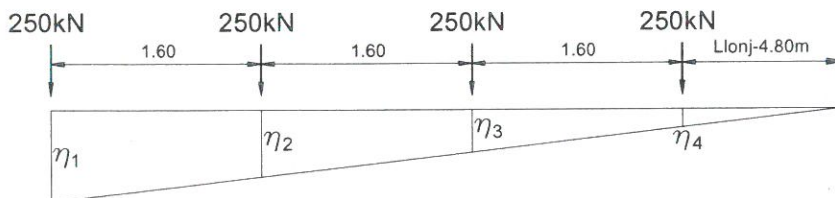
$$\eta := 0.25 \cdot L_{lonj} = 1.337 \text{ m}$$

$$\eta_{1m} := \frac{\eta}{0.5 \cdot L_{lonj}} \cdot \left(\frac{L_{lonj}}{2} - 0.80\text{m} \right) = 0.937 \text{ m}$$

$$\eta_{2m} := \frac{\eta}{0.5 \cdot L_{lonj}} \cdot \left(\frac{L_{lonj}}{2} - 2.40\text{m} \right) = 0.137 \text{ m}$$

$$M_{\text{maxLM71}} := Q_{vk} \cdot e_{ex} \cdot (2 \cdot \eta_{1m} + 2 \cdot \eta_{2m}) = 307.569 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Linia de influenta a fortei taietoare maxime:



Ordonatele liniei de influenta a fortei taietoare maxime:

$$\eta_1 := 1 \quad \eta_2 := \frac{(L_{lonj} - 1.60\text{m})}{L_{lonj}} = 0.701 \quad \eta_3 := \frac{(L_{lonj} - 3.20\text{m})}{L_{lonj}} = 0.402 \quad \eta_4 := \frac{(L_{lonj} - 4.80\text{m})}{L_{lonj}} = 0.103$$

$$V_{\text{maxLM71}} := Q_{vk} \cdot e_{ex} \cdot (\eta_1 + \eta_2 + \eta_3 + \eta_4) = 315.524 \cdot \text{kN}$$

2.4. Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0 \quad C_T := e_{ex} = 0.572$$

$$M_{Ed} := \gamma_G \cdot M_{gmax} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_T \cdot M_{maxLM71} = 291.547 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed} := \gamma_G \cdot V_{gmax} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_T \cdot V_{maxLM71} = 293.043 \cdot \text{kN}$$

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						
		Sectiuni laminate		Sectiuni 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

$$c_{in} := h_{in} = 540 \cdot \text{mm} \quad t_{in} = 10 \cdot \text{mm}$$

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

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 negativă)						
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 $\varepsilon_y > f_y/E$

$$c_{ts} := \frac{b_{ts1} - t_{in}}{2} = 85 \text{ mm} \quad t_{ts} := t_{ts1} + t_{ts2} = 20 \text{ mm}$$

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

$$Clasa_{secțiunii} := \max(Clasa_{inimii}, Clasa_{talpii}) = 1$$

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

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

4.1. Verificarea la moment încovoietor

Relatia de verificare:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$M_{Ed} = 291.547 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

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

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

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

în care $W_{el,min}$ și $W_{ef,min}$ 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.

$$f_u := 360 \text{MPa} \quad t := t_{ts2} + t_{ts1} + t_L = 28 \cdot \text{mm}$$

$$n := 2 \quad d_0 := 23 \text{mm}$$

$$A_{goluri} := t \cdot n \cdot d_0 = 1288 \cdot \text{mm}^2 \quad A_f := b_{ti1} \cdot t_{ti1} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} + 2 \cdot A_{Lc} = 6060 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{f_net} := A_f - A_{goluri} = 4772 \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{A_{f_net} \cdot 0.9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} \geq \frac{A_f \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_de_verificare = "Nu se Verifica"

In acest caz trebuie sa se tina seama de gaurile de prindere si astfel, se reduce aria talpilor

$$A_{ts1} := b_{ts1} \cdot t_{ts1} - t_{ts1} \cdot n \cdot d_0 = 1340 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{ti1} := b_{ti1} \cdot t_{ti1} - t_{ti1} \cdot n \cdot d_0 = 1340 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{ts2} := b_{ts2} \cdot t_{ts2} - t_{ts2} \cdot n \cdot d_0 = 1340 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{ti2} := b_{ti2} \cdot t_{ti2} - t_{ti2} \cdot n \cdot d_0 = 1340 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{Lc} := A_{Lc} - t_L \cdot d_0 = 1046 \cdot \text{mm}^2$$

$$I_{y_net} := \frac{b_{ti2} \cdot t_{ti2}^3}{12} + A_{ti2} \cdot z_{ti2}^2 + \frac{b_{ti1} \cdot t_{ti1}^3}{12} + A_{ti1} \cdot z_{ti1}^2 + 2I_L + 2A_{Lc} \cdot z_{Li}^2 + \frac{h_{in}^3 \cdot t_{in}}{12} \dots$$

$$+ h_{in} \cdot t_{in} \cdot e_{CG}^2 + 2I_L + 2A_{Lc} \cdot z_{Ls}^2 + \frac{b_{ts1} \cdot t_{ts1}^3}{12} + A_{ts1} \cdot z_{ts1}^2 + \frac{b_{ts2} \cdot t_{ts2}^3}{12} + A_{ts2} \cdot z_{ts2}^2$$

$$I_{y_net} = 810619083.84 \cdot \text{mm}^4$$

$$y_{\max} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ti1} + t_{ti2} = 290 \cdot \text{mm}$$

$$y_{\min} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ts1} + t_{ts2} = 290 \cdot \text{mm}$$

$$W_{pl} := A_{ts2} \cdot z_{ts2} + A_{ts1} \cdot z_{ts1} + \left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right) \cdot t_{in} \cdot z_{his} + 2A_{Lc} \cdot z_{Ls} = 1632 \cdot \text{cm}^3 \quad M_{c_Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 383.628 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

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

$$\text{Relatia}_{de_verificare} = \text{"Se Verifica"}$$

4.2. Verificarea la forta taietoare

$$\text{Relatia de verificare: } \frac{V_{Ed}}{V_{c_Rd}} \leq 1$$

$$V_{Ed} = 293.043 \cdot \text{kN}$$

Pentru sectiunile din CLASA 1 si 2

$$V_{c_Rd} = V_{pl_Rd} = \frac{A_v \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}}$$

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**

$$A_v := A_L - 2 \cdot b_{ts1} \cdot (t_{ts2} + t_{ts1} + t_L) + (t_{in} + 2 \cdot r) \cdot (t_{ts2} + t_{ts1} + t_L) = 7720 \cdot \text{mm}^2$$

$$\eta \cdot h_{in} \cdot t_{in} = 6480 \cdot \text{mm}^2$$

$$V_{c_Rd} := \frac{A_v \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} = 1047.429 \cdot \text{kN}$$

$$\text{Relatia}_{de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{V_{Ed}}{V_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Relatia}_{de_verificare} = \text{"Se Verifica"}$$

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

$$L_\phi := \frac{L_{lonj}}{m} + 3 = 8.35$$

-lungimea "determinata" conform **tabel 6.2**

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_\phi} - 0.2} + 0.82 = 1.355$$

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

-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).

$$\lambda_1 := 1.03 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.3}$$

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

$$\lambda_2 := 0.83 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.5 pentru un tonaj anual de } 9 \times 10^6$$

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

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

$$\lambda_4 := 1.00$$




$$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.744$$

$$M_{Ed_SLUO} := M_{maxLM71} = 307.569 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

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	0,78
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.
		10) Îmbinări cu eclise exterioare cu șuruburi de înaltă rezistență pretensionate.	10) ... secțiunea brută.
		11) Elemente structurale cu găuri supuse la încovoiere și forțe axiale	11) ... secțiunea netă.

$$\Delta\sigma_c := 90\text{MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 51.962\cdot\text{MPa}$$

$$z_{ob} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} = 270\cdot\text{mm}$$

$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_{y_net}} \cdot z_{ob} = 102.445\cdot\text{MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 102.445\cdot\text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 103.273\cdot\text{MPa}$$

$$\text{Relatia}_{1_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_{1_verificare} = "Nu se Verifica"

Intocmit,
ing. Andrei RADU



Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU



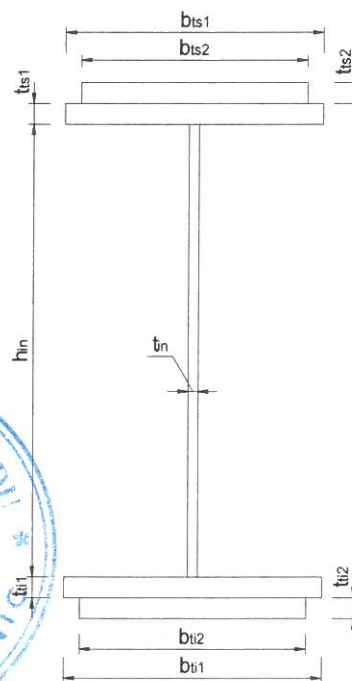
**Pod km 525+369, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.Z.C.J. - partial sudat - deschidere 29.00m, Fir 2**

Breviar de calcul: Lonjeron curent L=3.675m 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
- $t_{in} := 14\text{mm}$ -grosimea inimii
- $b_{ts1} := 210\text{mm}$ -laltimea talpii superioare 1
- $t_{ts1} := 14\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 1
- $b_{ti1} := 210\text{mm}$ -laltimea talpii inferioare 1
- $t_{ti1} := 14\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 1
- $b_{ts2} := 180\text{mm}$ -laltimea talpii superioare 2
- $t_{ts2} := 20\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 2
- $b_{ti2} := 0\text{mm}$ -laltimea talpii inferioare 2
- $t_{ti2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 2



1.1. Aria sectiunii transversale a lonjeronului curent:

$$A_L := b_{ts2} \cdot t_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} + h_{in} \cdot t_{in} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} = 143.8 \text{ cm}^2$$

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

$$CG_L := \frac{b_{ti2} \cdot t_{ti2} \cdot \frac{t_{ti2}}{2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} \cdot \left(t_{ti2} + \frac{t_{ti1}}{2} \right) + h_{in} \cdot t_{in} \cdot \left(t_{ti2} + t_{ti1} + \frac{h_{in}}{2} \right) + b_{ts1} \cdot t_{ts1} \cdot \left(t_{ti1} + t_{ti2} + h_{in} + \frac{t_{ts1}}{2} \right) + b_{ts2} \cdot t_{ts2} \cdot \left(t_{ti1} + t_{ti2} + h_{in} + t_{ts1} + \frac{t_{ts2}}{2} \right)}{A_L} = 239 \cdot \text{mm}$$

$$e_{CG} := \left(t_{ti2} + t_{ti1} + \frac{h_{in}}{2} \right) - CG_L = -49.819 \cdot \text{mm}$$

$$z_{his} := \frac{\left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right)}{2} = 62.59 \cdot \text{mm}$$

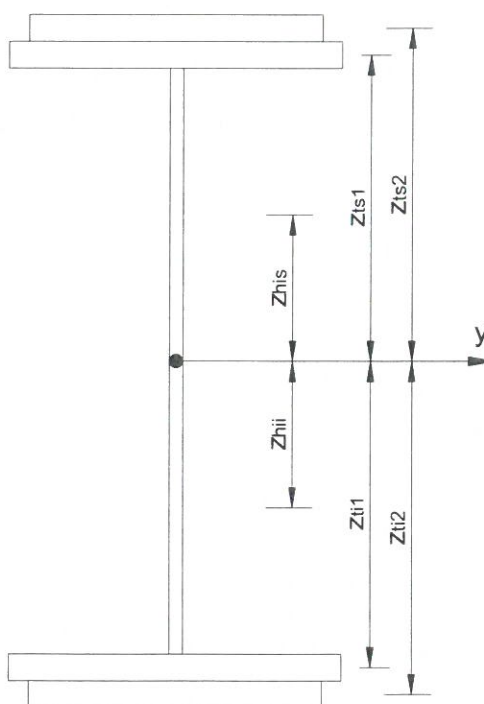
$$z_{hii} := \frac{\left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} \right)}{2} = 112.41 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ts1} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + \frac{t_{ts1}}{2} = 132.181 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ti1} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + \frac{t_{ti1}}{2} = 231.819 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ts2} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ts1} + \frac{t_{ts2}}{2} = 149.181 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ti2} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ti1} + \frac{t_{ti2}}{2} = 238.819 \cdot \text{mm}$$



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

$$I_{yL} := \frac{b_{ti2} \cdot t_{ti2}^3}{12} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} \cdot z_{ti2}^2 + \frac{b_{ti1} \cdot t_{ti1}^3}{12} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} \cdot z_{ti1}^2 + \frac{h_{in} \cdot t_{in}^3}{12} + h_{in} \cdot t_{in} \cdot e_{CG}^2 \dots = 35187.912 \cdot \text{cm}^4$$

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

1.4. Determinarea modulelor de rezistenta:

$$W_{supL} := \frac{I_{yL}}{\left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ts1} + t_{ts2}\right)} = 1360 \cdot \text{cm}^3$$

$$W_{infL} := \frac{I_{yL}}{\left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ti1} + t_{ti2}\right)} = 2528 \cdot \text{cm}^3$$

2. Determinarea eforturilor in Lonjeronul curent

$L_{lonj} := 3.675\text{m}$ -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:

$g_L := A_L \cdot \gamma_s = 1.129 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ - greutate lonjeron

$g_{sina} := 0.60 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ $g_{prindere} := 1.30 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

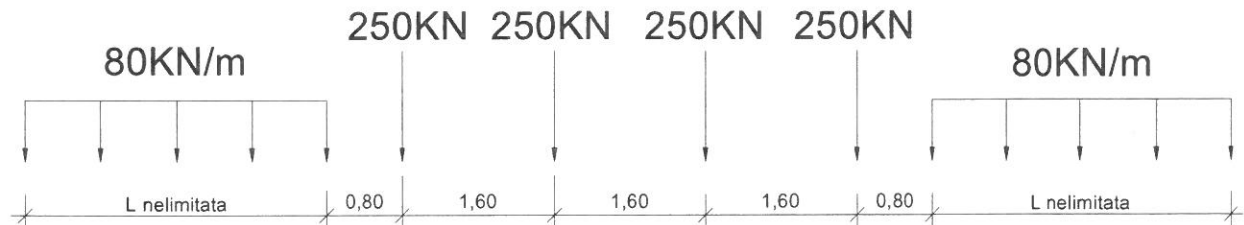
$g_{traversa} := 0.24\text{m} \cdot 0.24\text{m} \cdot 2.60\text{m} \cdot \gamma_{lemn} = 1.498 \cdot \text{kN}$

$g_{cale} := g_{sina} + 2g_{prindere} + \frac{2 \cdot g_{traversa}}{1.0\text{m}} = 4.698 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$g_p := g_L + g_{cale} = 5.826 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

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)

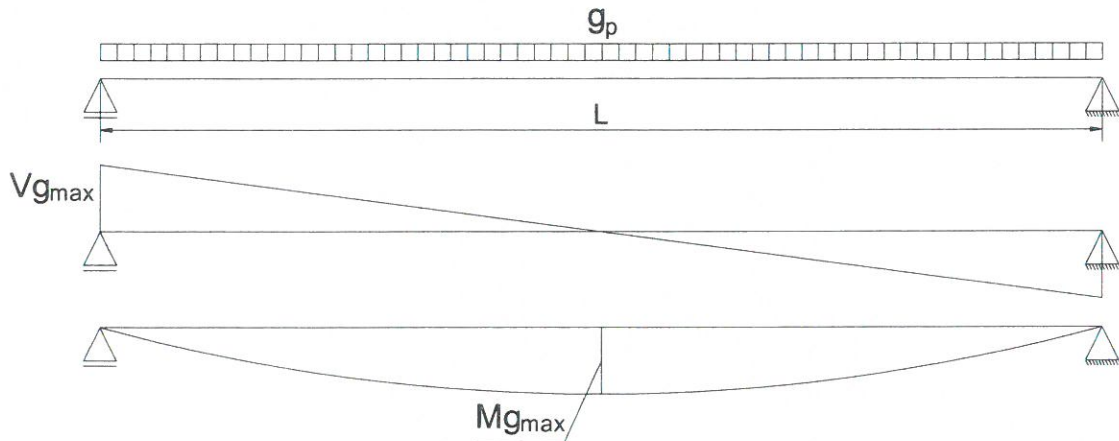
$$\phi_3 = \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.73$$

-coeficientul dinamic pentru o cale intretinuta in conditii standard

$$L_\phi := \frac{L_{lonj}}{m} + 3 = 6.675 \quad \text{-lungimea "determinata" conform tabel 6.2}$$

$$\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.73 = 1.636$$

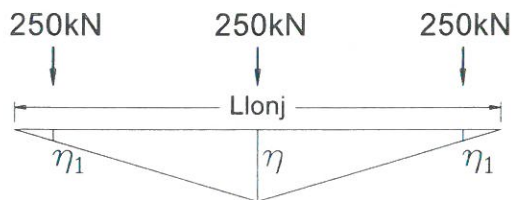
2.2. Diagrame de momente incovoietoare si forta taietoare din greutate permanenta



$$M_{gmax} := \frac{g_p \cdot L_{lonj}^2}{8} = 9.836 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{gmax} := \frac{g_p \cdot L_{lonj}}{2} = 10.706 \cdot \text{kN}$$

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:

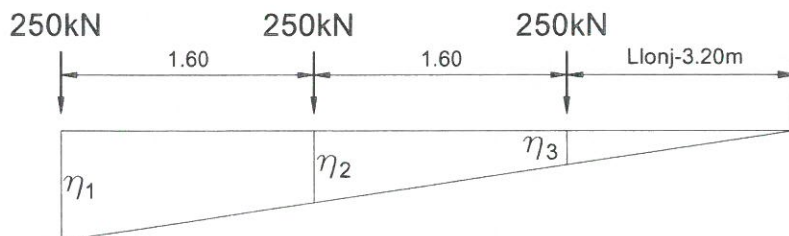
$$\eta := 0.25 \cdot L_{lonj} = 0.919 \text{ m}$$

$$\eta_1 := \frac{\eta}{0.5 \cdot L_{lonj}} \cdot \left(\frac{L_{lonj}}{2} - 1.60 \text{ m} \right) = 0.119 \text{ m}$$

$$e_{ex} := \frac{\frac{B}{2} + 80 \text{ mm} + 50 \text{ mm}}{B} = 0.572 \quad \text{-coeficient de repartitie}$$

$$M_{\text{maxLM71}} := Q_{vk} \cdot e_{ex} \cdot (\eta + 2 \cdot \eta_1) = 165.408 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Linia de influenta a fortei taietoare maxime:



Ordonatele liniei de influenta a fortei taietoare maxime:

$$\eta_1 := 1$$

$$\eta_2 := \frac{(L_{lonj} - 1.60 \text{ m})}{L_{lonj}} = 0.565$$

$$\eta_3 := \frac{(L_{lonj} - 3.20 \text{ m})}{L_{lonj}} = 0.129$$

$$V_{\text{maxLM71}} := Q_{vk} \cdot e_{ex} \cdot (\eta_1 + \eta_2 + \eta_3) = 242.319 \cdot \text{kN}$$

2.4. Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0 \quad C_r := e_{ex} = 0.572$$

$$M_{Ed} := \gamma_G \cdot M_{gmax} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot M_{maxLM71} = 164.702 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed} := \gamma_G \cdot V_{gmax} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot V_{maxLM71} = 237.581 \cdot \text{kN}$$

3. Stabilirea clasei sectiunii transversale (conform SREN 1991-1-1:2006 - Tabel 5.2)

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

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	$c/t \leq 9\varepsilon$		$c/t \leq \frac{9\varepsilon}{\alpha}$		$c/t \leq \frac{9\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	
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

$$c_{in} := h_{in} = 350 \cdot \text{mm} \quad t_{in} = 14 \cdot \text{mm}$$

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

Tabelul 5.2– Rapoarte lățime-grosime maxime pentru pereții comprimați

Pereți comprimați interiori

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	$c/t \leq 124\varepsilon$	$c/t \leq 42\varepsilon$	$unde \psi > -1: c/t \leq \frac{42\varepsilon}{0,67 + 0,33\psi}$ $unde \psi \leq -1^2: c/t \leq 62\varepsilon(1 - \psi)\sqrt{-\psi}$			
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	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 $\alpha \leq f_y$ fie când deformația specifică de întindere $\varepsilon_y > f_y/E$

$$c_{ts} := \frac{b_{ts1} - t_{in}}{2} = 98 \cdot \text{mm} \quad t_{ts} := t_{ts1} + t_{ts2} = 34 \cdot \text{mm}$$

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

$$Clasa_{secțiunii} := \max(Clasa_{inimii}, Clasa_{talpii}) = 1$$

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

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

Verificarea la moment încovoietor

Relatia de verificare:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1$$

$$M_{Ed} = 164.702 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

(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.

$$y_{max} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{t1} + t_{t2} = 238.819 \cdot \text{mm}$$

$$y_{min} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ts1} + t_{ts2} = 159.181 \cdot \text{mm}$$

$$W_{pl} := b_{ts2} \cdot t_{ts2} \cdot z_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} \cdot z_{ts1} + \left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right) \cdot t_{in} \cdot z_{his} = 1035 \cdot \text{cm}^3 \quad M_{c_Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 243.308 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} = \text{"Se Verifica"}$$

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)

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

$$L_\phi := \frac{L_{lonj}}{m} + 3 = 6.675 \quad \text{-lungimea "determinata" conform tabel 6.2}$$

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.82 = 1.424$$

$$\Delta\sigma_{E2} = \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p \quad \text{-conform SREN 1993-2:2007, punctul 9.4.1}$$

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).

$$\lambda_1 := 1.135 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.3}$$

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

$$\lambda_2 := 0.83 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.5 pentru un tonaj anual de } 9 \times 10^6$$

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

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

$$\lambda_4 := 1.00$$

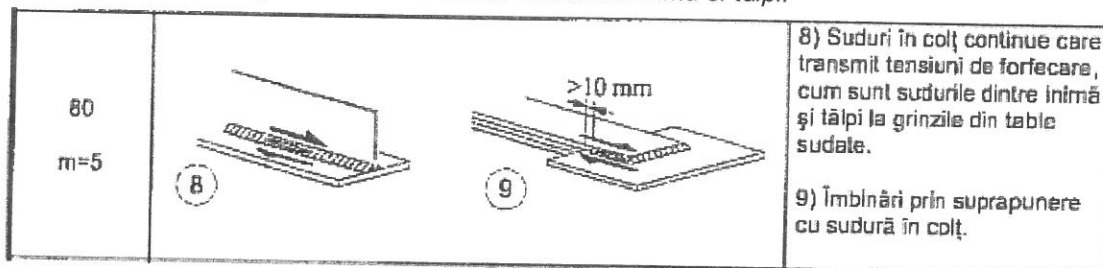
$$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.82$$

$$M_{Ed_SLUO} := M_{maxLM71} = 165.408 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

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:



$$\Delta\sigma_c := 80 \text{ MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 46.188 \cdot \text{MPa}$$

$$z_{ob} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} = 125.181 \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_{yL}} \cdot z_{ob} = 58.844 \cdot \text{MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 58.844 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 68.682 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Relatia}_{1_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_{1_verificare} = "Nu se Verifica"

Intocmit,
ing. Andrei RADU



Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU



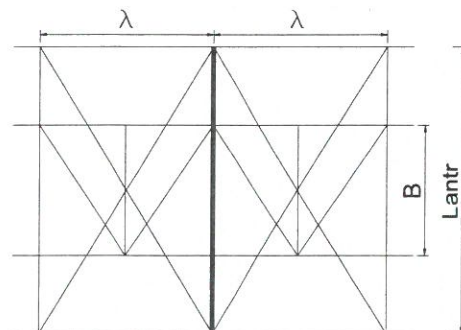
**Pod km 525+369, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.Z.C.J.N - deschidere 32.00m, Fir 1**

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

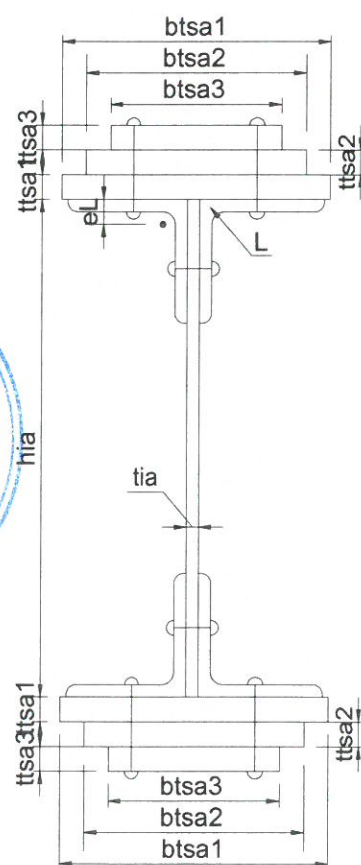
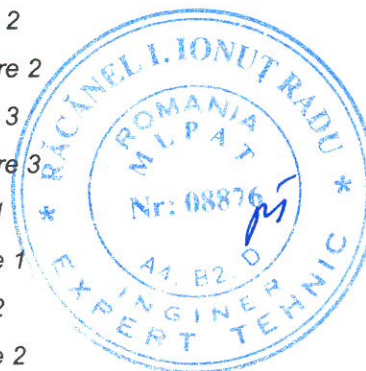
- $L_a := 5.00\text{m}$ -lungimea antretoazei
- $\lambda := 5.35\text{m}$ -distanta dintre antretoaze
- $\gamma_{ot} := 78.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ -greutatea specifica a otelului
- $B := 1.80\text{m}$ -distanta dintre lonjeroni



1.1. Evaluarea actiunilor:

1.1.a) Greutatea proprie a antretoazei

- $h_{ia} := 670\text{mm}$ -inaltimea inimii antretoazei
- $t_{ia} := 12\text{mm}$ -grosimea inimii antretoazei
- $b_{tsa1} := 300\text{mm}$ -latimea talpii superioare 1
- $t_{tsa1} := 10\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 1
- $b_{tsa2} := 300\text{mm}$ -latimea talpii superioare 2
- $t_{tsa2} := 10\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 2
- $b_{tsa3} := 300\text{mm}$ -latimea talpii superioare 3
- $t_{tsa3} := 10\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 3
- $b_{tia1} := 300\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 1
- $t_{tia1} := 10\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 1
- $b_{tia2} := 300\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 2
- $t_{tia2} := 10\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 2
- $b_{tia3} := 300\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 3
- $t_{tia3} := 10\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 3



Tipul profilului L: L80x120x10

$t_L := 10\text{mm}$ $A_{L80x120x10} := 19.10\text{cm}$ $I_L := 98.1\text{cm}^4$ $A_{Lc} := A_{L80x120x10}$
 $e_L := 1.95\text{cm}$

$$A_a := h_{ia} \cdot t_{ia} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} + b_{tsa3} \cdot t_{tsa3} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} + b_{tia3} \cdot t_{tia3} + 4 \cdot A_{Lc} = 33680 \cdot \text{mm}^2$$

$$G_a := A_a \cdot \gamma_{ot} = 2.644 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.b) Greutatea proprie a lonjeronilor

$h_{in} := 540\text{mm}$	-inaltimea inimii
$t_{in} := 10\text{mm}$	-grosimea inimii
$b_{ts1} := 180\text{mm}$	-laltimea talpii superioare 1
$t_{ts1} := 10\text{mm}$	-grosimea talpii superioare 1
$b_{ti1} := 180\text{mm}$	-laltimea talpii inferioare 1
$t_{ti1} := 10\text{mm}$	-grosimea talpii inferioare 1
$b_{ts2} := 180\text{mm}$	-laltimea talpii superioare 2
$t_{ts2} := 10\text{mm}$	-grosimea talpii superioare 2
$b_{ti2} := 180\text{mm}$	-laltimea talpii inferioare 2
$t_{ti2} := 10\text{mm}$	-grosimea talpii inferioare 2

Tipul profilului L: L80x80x8

$$t_L := 8\text{mm} \quad A_{L80x80x8} := 12.30\text{cm}^2 \quad A_{Lc.} := A_{L80x80x8}$$

$$A_L := b_{ts2} \cdot t_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} + h_{in} \cdot t_{in} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} + 4 \cdot A_{Lc.} = 175.2 \cdot \text{cm}^2$$

$$G_l := A_L \cdot \gamma_{ot} = 1.375 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.c) Greutatea proprie a contravanturii lonjeronilor

Rigla

$$h_r := 525\text{mm} \quad t_r := 10\text{mm}$$

$$A_r := h_r \cdot t_r + 4 \cdot A_{L80x80x8} = 10170 \cdot \text{mm}^2$$

$$G_r := A_r \cdot \gamma_{ot} = 0.798 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.d) Greutatea proprie a tablei striate

$$G_{ts} := 0.005\text{m} \cdot 2.30\text{m} \cdot \gamma_{ot} = 0.903 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.e) Greutatea proprie a traversei de lemn

$$\gamma_l := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{-greutatea specifica a lemnului}$$

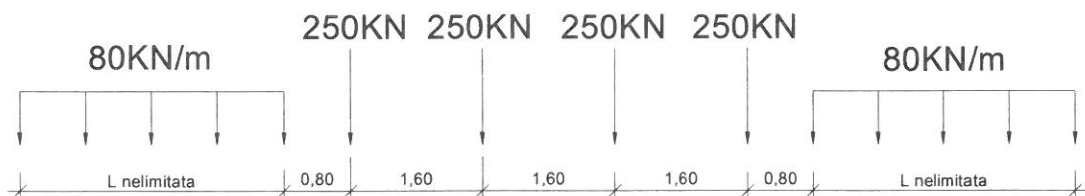
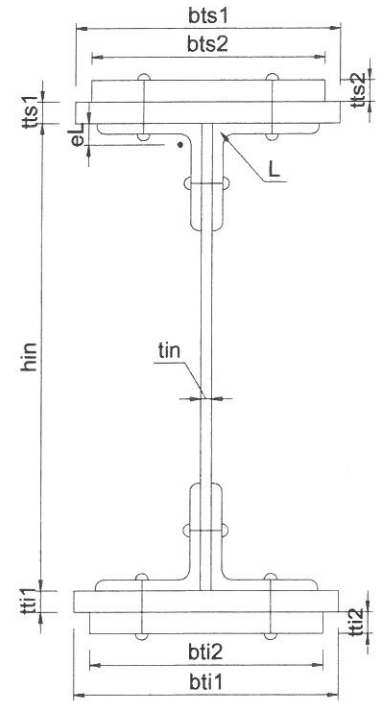
$$G_{trav} := 0.24\text{m} \cdot 0.24\text{m} \cdot 2.6\text{m} \cdot \gamma_l = 1.498 \cdot \text{kN}$$

1.1.f) Greutate sina S60 si prinderi

$$G_{sina_mat} := 2.0 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.g) Convoitul 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

$$L_\phi := \frac{2 \cdot L_a}{m} = 10$$

-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 antretoaza din greutatea permanenta a trotuarului

$$R_{\text{trotuar}} := G_{ts} \cdot \lambda = 4.83 \cdot \text{kN}$$

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

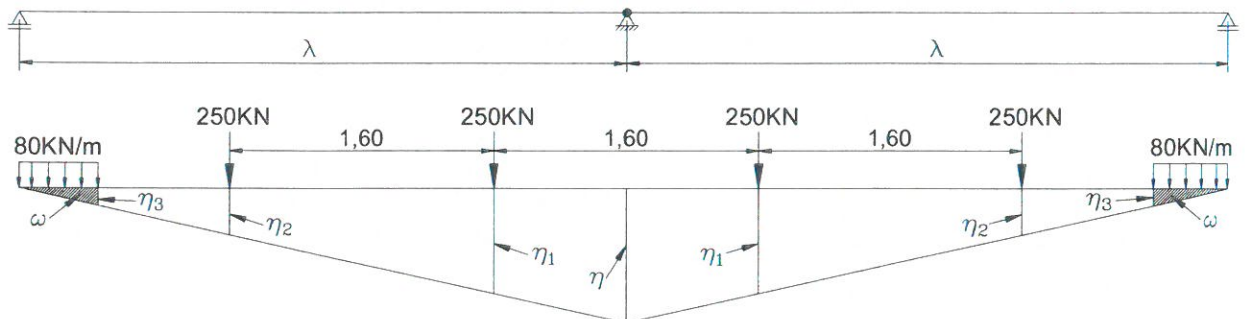
$$R_{\text{lonj}} := 2G_l \cdot \lambda + 2G_r \cdot B + G_{\text{trav}} \cdot 6 + G_{\text{sina_mat}} \cdot \lambda = 37.276 \cdot \text{kN}$$

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

$$R_{\text{elem.adiacente}} := R_{\text{trotuar}} + R_{\text{lonj}} = 42.105 \cdot \text{kN}$$

1.6. Determinarea reactiunii pe antretoaza din convoiul de calcul LM71

Li Antretoaza curenta



Ordonatele liniei de influenta:

$$\eta := 1.00$$

$$\eta_{1a} := \frac{\eta}{\lambda} (\lambda - 0.8\text{m}) = 0.85$$

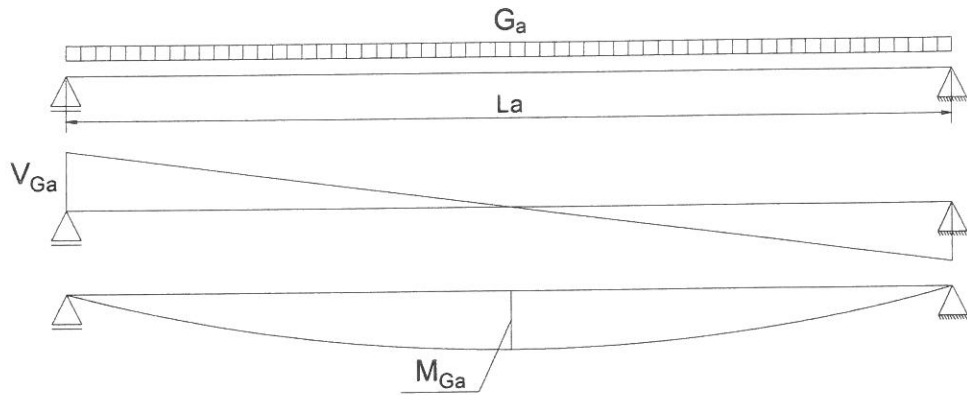
$$\eta_{3a} := \frac{\eta}{\lambda} (\lambda - 3.2\text{m}) = 0.402$$

$$\eta_{2a} := \frac{\eta}{\lambda} (\lambda - 2.4\text{m}) = 0.551$$

$$\omega_a := (\lambda - 3.2\text{m})^2 \cdot \frac{\eta}{\lambda} \cdot 0.5 = 0.432\text{m}$$

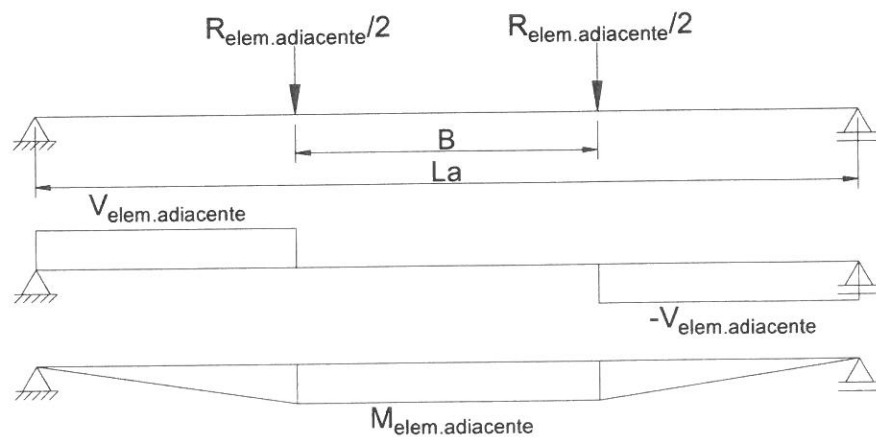
$$R_{\text{LM71}} := \frac{Q_{vk}}{2} \cdot (2\eta_{1a} + 2\eta_{2a}) + \frac{q_{vk}}{2} \cdot (2 \cdot \omega_a) = 385.028 \cdot \text{kN}$$

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



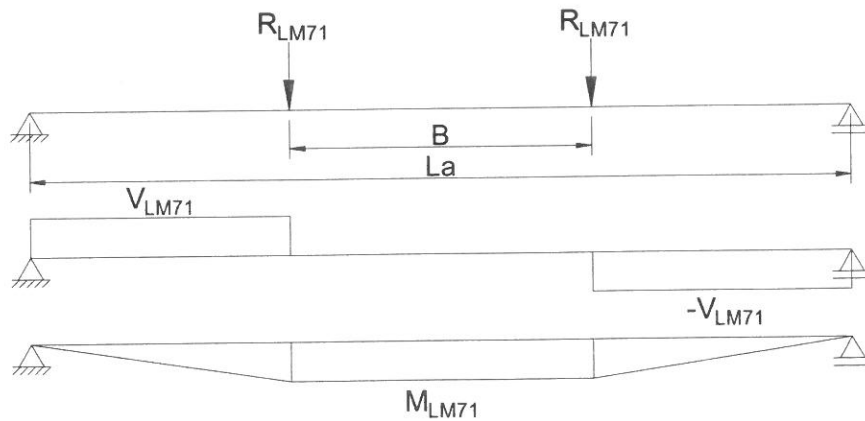
$$M_{G_a} := \frac{G_a \cdot L_a^2}{8} = 8.262 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{G_a} := \frac{G_a \cdot L_a}{2} = 6.61 \cdot \text{kN}$$

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



$$M_{\text{elem.adiacente}} := \frac{R_{\text{elem.adiacente}}}{2} \cdot \frac{L_a - B}{2} = 33.684 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{\text{elem.adiacente}} := \frac{R_{\text{elem.adiacente}}}{2} = 21.053 \cdot \text{kN}$$

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



$$M_{LM71} := R_{LM71} \cdot \frac{L_a - B}{2} = 616.045 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{LM71} := R_{LM71} = 385.028 \cdot \text{kN}$$

1.10. Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0$$

$$M_{Ed} := \gamma_G \cdot (M_{G_a} + M_{\text{elem.adiacente}}) + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot M_{LM71} = 940.86 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed} := \gamma_G \cdot (V_{G_a} + V_{\text{elem.adiacente}}) + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot V_{LM71} = 589.483 \cdot \text{kN}$$

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

$$\epsilon := \sqrt{\frac{235 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{f_y}} = 1$$

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:

$$c_i := h_{ia} = 670 \cdot \text{mm} \quad t_{ia} = 12 \cdot \text{mm}$$

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

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

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	$c/t \leq 9\epsilon$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$
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
	ϵ	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

2.2. Clasa talpii:

$$c_{ts} := \frac{b_{tsa1} - t_{ia}}{2} = 144 \text{ mm} \quad t_{ts} := t_{tsa1} + t_{tsa2} + t_{tsa3} + t_L = 40 \text{ mm}$$

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

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

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

$$CG_A := \frac{b_{tia3} \cdot t_{tia3} \cdot \frac{t_{tia3}}{2} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} \cdot \left(t_{tia3} + \frac{t_{tia2}}{2} \right) + b_{tia1} \cdot t_{tia1} \cdot \left(t_{tia3} + t_{tia2} + \frac{t_{tia1}}{2} \right) \dots}{A_a} + 2A_{Lc} \cdot (t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + e_L) + h_{ia} \cdot t_{ia} \cdot \left(t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + \frac{h_{ia}}{2} \right) + 2A_{Lc} \cdot (t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + h_{ia} - e_L) + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} \cdot \left(t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + h_{ia} + \frac{t_{tsa1}}{2} \right) + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} \cdot \left(t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + h_{ia} + t_{tsa1} + \frac{t_{tsa2}}{2} \right) \dots + b_{tsa3} \cdot t_{tsa3} \cdot \left(t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + h_{ia} + t_{tsa1} + t_{tsa2} + \frac{t_{tsa3}}{2} \right)$$

$CG_A = 365 \cdot \text{mm}$

$e_{CG} := \left(t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + \frac{h_{ia}}{2} \right) - CG_A = 0.000 \cdot \text{mm}$

$z_{hias} := \frac{\left(\frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} \right)}{2} = 167.5 \cdot \text{mm}$

$z_{hia1} := \frac{\left(\frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} \right)}{2} = 167.5 \cdot \text{mm}$

$z_{tsa1} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + \frac{t_{tsa1}}{2} = 340 \cdot \text{mm}$

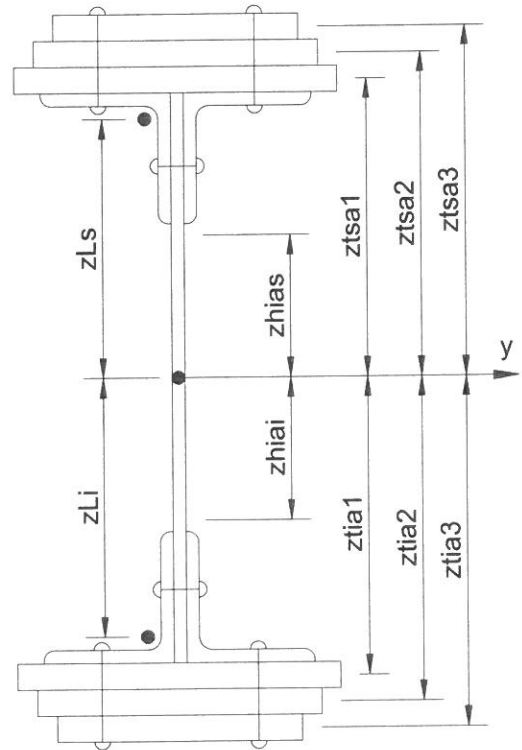
$z_{tia1} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + \frac{t_{tia1}}{2} = 340 \cdot \text{mm}$

$z_{tsa2} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + t_{tsa1} + \frac{t_{tsa2}}{2} = 350 \cdot \text{mm}$

$z_{tia2} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + t_{tia1} + \frac{t_{tia2}}{2} = 350 \cdot \text{mm}$

$z_{tsa3} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + t_{tsa1} + t_{tsa2} + \frac{t_{tsa3}}{2} = 360 \cdot \text{mm}$

$z_{tia3} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + t_{tia1} + t_{tia2} + \frac{t_{tia3}}{2} = 360 \cdot \text{mm}$



$z_{Ls} := \left(\frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} \right) - e_L = 315.5 \cdot \text{mm}$

$z_{Li} := \left(\frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} \right) - e_L = 315.5 \cdot \text{mm}$

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

$$I_{yA_brut} := \frac{b_{tia3} \cdot t_{tia3}^3}{12} + b_{tia3} \cdot t_{tia3} \cdot z_{tia3}^2 + \frac{b_{tia2} \cdot t_{tia2}^3}{12} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} \cdot z_{tia2}^2 + \frac{b_{tia1} \cdot t_{tia1}^3}{12} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} \cdot z_{tia1}^2 + 2I_L \dots + 2A_{Lc} \cdot z_{Li}^2 + \frac{h_{ia}^3 \cdot t_{ia}}{12} + h_{ia} \cdot t_{ia} \cdot e_{CG}^2 + 2I_L + 2A_{Lc} \cdot z_{Ls}^2 + \frac{b_{tsa1} \cdot t_{tsa1}^3}{12} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} \cdot z_{tsa1}^2 \dots + \frac{b_{tsa2} \cdot t_{tsa2}^3}{12} + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} \cdot z_{tsa2}^2 + \frac{b_{tsa3} \cdot t_{tsa3}^3}{12} + b_{tsa3} \cdot t_{tsa3} \cdot z_{tsa3}^2$$

$I_{yA_brut} = 327152.451 \cdot \text{cm}^4$

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: $\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$

$$M_{Ed} = 940.86 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

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

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

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

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

(4) Nu este necesar să se țină seama de găurile de prindere din talpa întinsă, cu condiția ca aceasta să satisfacă relația:

$$\frac{A_{f,net} \cdot 0.9 f_u}{\gamma_{M2}} \geq \frac{A_f f_y}{\gamma_{M0}} \quad (6.16)$$

în care A_f este aria tălpii întinse.

$$f_u := 360 \text{MPa} \quad t := t_{tsa3} + t_{tsa2} + t_{tsa1} + t_L = 40 \cdot \text{mm}$$

$$n := 2 \quad d_0 := 23 \text{mm}$$

$$A_{goluri} := t \cdot n \cdot d_0 = 1840 \cdot \text{mm}^2 \quad A_f := b_{tia1} \cdot t_{tia1} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} + b_{tia3} \cdot t_{tia3} + 2 \cdot A_{Lc} = 12820 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{f,net} := A_f - A_{goluri} = 10980 \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{Relatia}_{de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{A_{f,net} \cdot 0.9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} \geq \frac{A_f \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_{de_verificare} = "Nu se Verifica"

În acest caz trebuie să se țină seama de găurile de prindere și astfel, se reduce aria talpilor

$$A_{tsa1} := b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} - t_{tsa1} \cdot n \cdot d_0 = 2540 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{tia1} := b_{tia1} \cdot t_{tia1} - t_{tia1} \cdot n \cdot d_0 = 2540 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{tsa2} := b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} - t_{tsa2} \cdot n \cdot d_0 = 2540 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{tia2} := b_{tia2} \cdot t_{tia2} - t_{tia2} \cdot n \cdot d_0 = 2540 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{tsa3} := b_{tsa3} \cdot t_{tsa3} - t_{tsa3} \cdot n \cdot d_0 = 2540 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{tia3} := b_{tia3} \cdot t_{tia3} - t_{tia3} \cdot n \cdot d_0 = 2540 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{Lc} := A_{Lc} - t_L \cdot d_0 = 1680 \cdot \text{mm}^2$$

$$I_{yA_{net}} := \frac{b_{tia3} \cdot t_{tia3}^3}{12} + A_{tia3} \cdot z_{tia3}^2 + \frac{b_{tia2} \cdot t_{tia2}^3}{12} + A_{tia2} \cdot z_{tia2}^2 + \frac{b_{tia1} \cdot t_{tia1}^3}{12} + A_{tia1} \cdot z_{tia1}^2 + 2I_L \dots$$

$$+ 2A_{Lc} \cdot z_{Li}^2 + \frac{b_{tsa1} \cdot t_{tsa1}^3}{12} + h_{ia} \cdot t_{ia} \cdot e_{CG}^2 + 2I_L + 2A_{Lc} \cdot z_{Ls}^2 + \frac{b_{tsa1} \cdot t_{tsa1}^3}{12} + A_{tsa1} \cdot z_{tsa1}^2 \dots$$

$$+ \frac{b_{tsa2} \cdot t_{tsa2}^3}{12} + A_{tsa2} \cdot z_{tsa2}^2 + \frac{b_{tsa3} \cdot t_{tsa3}^3}{12} + A_{tsa3} \cdot z_{tsa3}^2$$

$$I_{yA_net} = 284166.348 \cdot \text{cm}^4$$

$$y_{\max} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + t_{tia1} + t_{tia2} + t_{tia3} = 365 \cdot \text{mm}$$

$$y_{\min} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + t_{tsa1} + t_{tsa2} + t_{tsa3} = 365 \cdot \text{mm}$$

$$W_{pl} := A_{tsa3} \cdot z_{tsa3} + A_{tsa2} \cdot z_{tsa2} + A_{tsa1} \cdot z_{tsa1} + \left(\frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} \right) \cdot t_{ia} \cdot z_{hias} + 2A_{Lc} \cdot z_{Ls} = 4400 \cdot \text{cm}^3$$

$$M_{c_Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 1034.101 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

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

Relatia_{de_verificare} = "Se Verifica"

4.2. Verificarea la forta taietoare

$$\text{Relatia de verificare: } \frac{V_{Ed}}{V_{c_Rd}} \leq 1$$

$$V_{Ed} = 589.483 \cdot \text{kN}$$

Pentru sectiunile din CLASA 1 si 2

$$V_{c_Rd} = V_{pl_Rd} = \frac{A_v \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}}$$

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**

$$A_v := A_a - 2 \cdot b_{tsa1} \cdot (t_{tsa3} + t_{tsa2} + t_{tsa1} + t_L) + (t_{ia} + 2 \cdot r) \cdot (t_{tsa3} + t_{tsa2} + t_{tsa1} + t_L) = 10160 \cdot \text{mm}^2$$

$$\eta \cdot h_{ia} \cdot t_{ia} = 9648 \cdot \text{mm}^2$$

$$V_{c_Rd} := \frac{A_v \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} = 1378.482 \cdot \text{kN}$$

$$\text{Relatia}_{de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{V_{Ed}}{V_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

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:

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}}$$

$$\gamma_{Ff} := 1.00$$

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

(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

$$L_\phi := \frac{2 \cdot L_a}{m} = 10$$

-lungimea "determinata" conform **tabel 6.2**

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.82 = 1.306$$

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

-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).

$$\lambda_1 := 1.03 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.3}$$

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

$$\lambda_2 := 0.83 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.5 pentru un tonaj anual de } 9 \times 10^6$$

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

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

$$\lambda_4 := 1.00$$




$$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.744$$

$$M_{Ed_SLUO} := M_{LM71} = 616.045 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

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	0,78
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.
		10) Îmbinări cu eclise exterioare cu șuruburi de înaltă rezistență pretensionate.	10) ... secțiunea brută.
		11) Elemente structurale cu găuri supuse la încovoiere și forțe axiale	11) ... secțiunea netă.

$$\Delta\sigma_c := 90\text{MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 51.962\text{MPa}$$

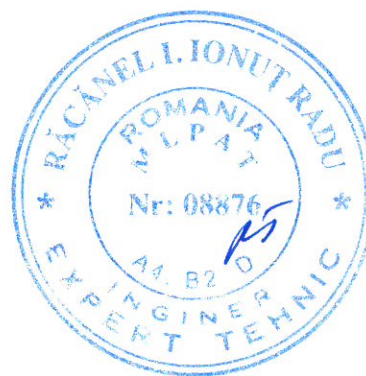
$$z_{ob} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} = 335\text{mm}$$

$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_{yA_net}} \cdot z_{ob} = 72.625\text{MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 72.625\text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 70.55\text{MPa}$$

$$\text{Relatia}_{1_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$



Relatia₁_verificare = "Nu se Verifica"

Intocmit,
ing. Andrei RADU

Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU

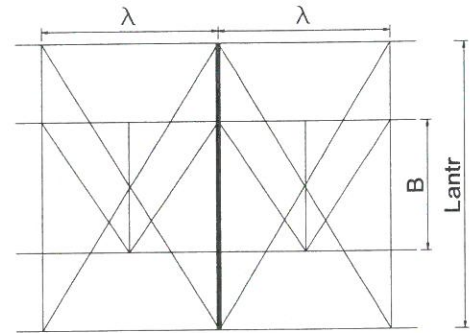
**Pod km 525+369, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.Z.C.J. - partial sudat - deschidere 29.00m, Fir 2**

Breviar de calcul: Antretoaza curenta L=5.24m 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

- $L_a := 5.24\text{m}$ -lungimea antretoazei
- $\lambda := 3.675\text{m}$ -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

- $h_{ia} := 760\text{mm}$ -inaltimea inimii antretoazei
- $t_{ia} := 12\text{mm}$ -grosimea inimii antretoazei
- $b_{tsa1} := 270\text{mm}$ -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
- $b_{tia1} := 270\text{mm}$ -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

$$A_a := h_{ia} \cdot t_{ia} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} = 25320 \cdot \text{mm}^2$$

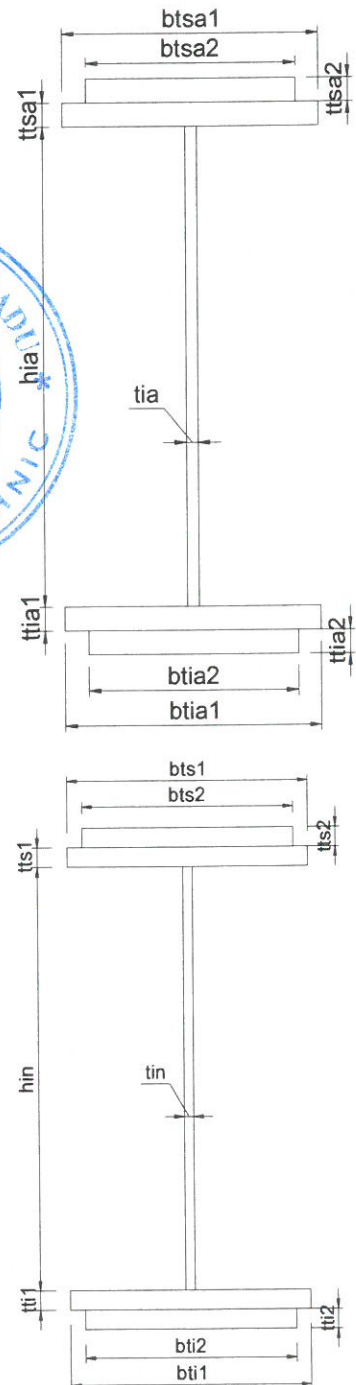
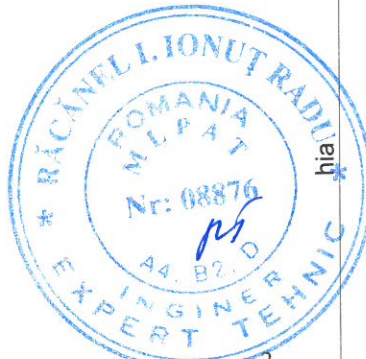
$$G_a := A_a \cdot \gamma_{ot} = 1.988 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.b) Greutatea proprie a lonjeronilor

- $h_{in} := 350\text{mm}$ -inaltimea inimii
- $t_{in} := 14\text{mm}$ -grosimea inimii
- $b_{ts1} := 210\text{mm}$ -laltimea talpii superioare 1
- $t_{ts1} := 14\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 1
- $b_{ti1} := 210\text{mm}$ -laltimea talpii inferioare 1
- $t_{ti1} := 14\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 1
- $b_{ts2} := 180\text{mm}$ -laltimea talpii superioare 2
- $t_{ts2} := 20\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 2
- $b_{ti2} := 0\text{mm}$ -laltimea talpii inferioare 2
- $t_{ti2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 2

$$A_L := b_{ts2} \cdot t_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} + h_{in} \cdot t_{in} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} = 14380 \cdot \text{mm}^2$$

$$G_L := A_L \cdot \gamma_{ot} = 1.129 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



1.1.c) Greutatea proprie a contravanturii lonjeronilor

Rigla

$$A_{L90x90x9} := 15.50 \text{cm}^2 \quad \text{-aria unui profil L90x90x9}$$

$$G_r := A_{L90x90x9} \cdot \gamma_{ot} = 0.122 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Diagonala

$$A_{L100x100x10} := 19.20 \text{cm}^2 \quad \text{-aria unui profil L100x100x10}$$

$$G_d := A_{L100x100x10} \cdot \gamma_{ot} = 0.151 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.d) Greutatea proprie a tablei striate

$$G_{ts} := 0.005 \text{m} \cdot 2.30 \text{m} \cdot \gamma_{ot} = 0.903 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.e) Greutatea proprie a traversei de lemn

$$\gamma_l := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{-greutatea specifica a lemnului}$$

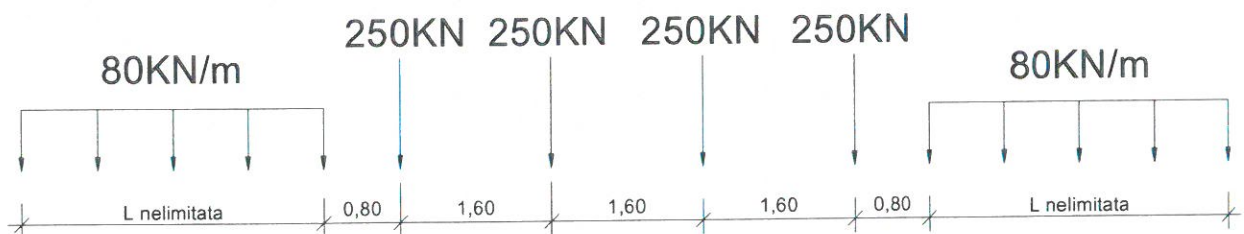
$$G_{trav} := 0.24 \text{m} \cdot 0.24 \text{m} \cdot 2.6 \text{m} \cdot \gamma_l = 1.498 \cdot \text{kN}$$

1.1.f) Greutate sina S60 si prindere

$$G_{sina_mat} := 2.0 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.g) Convoiul 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

$$L_\phi := \frac{2 \cdot I_a}{m} = 10.48$$

-lungimea "determinata" conform tabel 6.2

$$\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi} - 0.2} + 0.73 = 1.441$$

1.2. Determinarea reactiunii pe antretoaza din greutatea permanenta a trotuarului

$$R_{\text{trotuar}} := G_{\text{ts}} \cdot \lambda = 3.318 \cdot \text{kN}$$

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

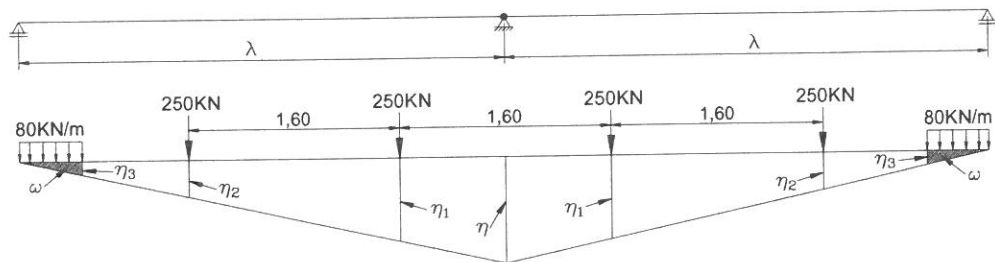
$$R_{\text{lonj}} := 2G_1 \cdot \lambda + 2G_r \cdot B + 2G_d \cdot \left[B^2 + \left(\frac{\lambda}{2} \right)^2 \right] + G_{\text{trav}} \cdot 7 + G_{\text{sina_mat}} \cdot \lambda = 27.344 \cdot \text{kN}$$

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

$$R_{\text{elem.adiacente}} := R_{\text{trotuar}} + R_{\text{lonj}} = 30.661 \cdot \text{kN}$$

1.6. Determinarea reactiunii pe antretoaza din convoiul de calcul LM71

Li Antretoaza curenta



Ordonatele liniei de influenta:

$$\eta := 1.00$$

$$\eta_{1a} := \frac{\eta}{\lambda} (\lambda - 0.8\text{m}) = 0.782$$

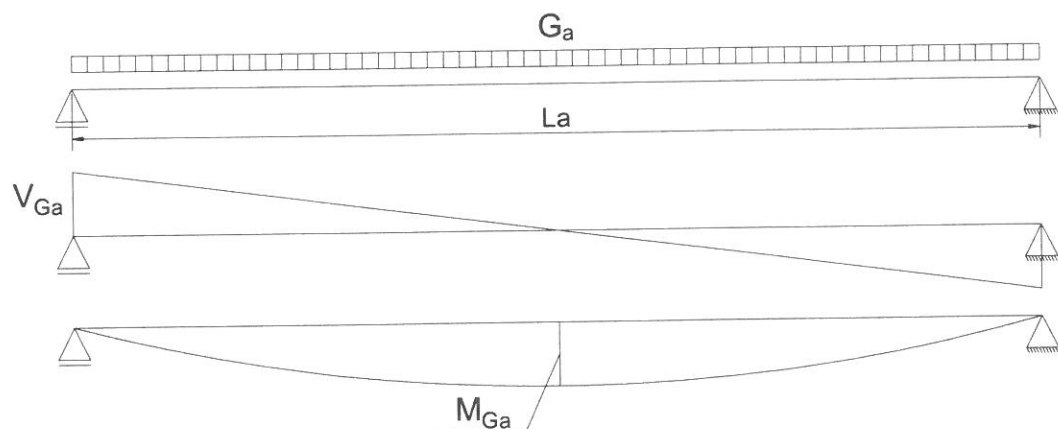
$$\eta_{3a} := \frac{\eta}{\lambda} (\lambda - 3.2\text{m}) = 0.129$$

$$\eta_{2a} := \frac{\eta}{\lambda} (\lambda - 2.4\text{m}) = 0.347$$

$$\omega_a := (\lambda - 3.2\text{m})^2 \cdot \frac{\eta}{\lambda} \cdot 0.5 = 0.031 \text{ m}$$

$$R_{\text{LM71}} := \frac{Q_{\text{vk}}}{2} \cdot (2\eta_{1a} + 2\eta_{2a}) + \frac{q_{\text{vk}}}{2} \cdot (2 \cdot \omega_a) = 284.769 \cdot \text{kN}$$

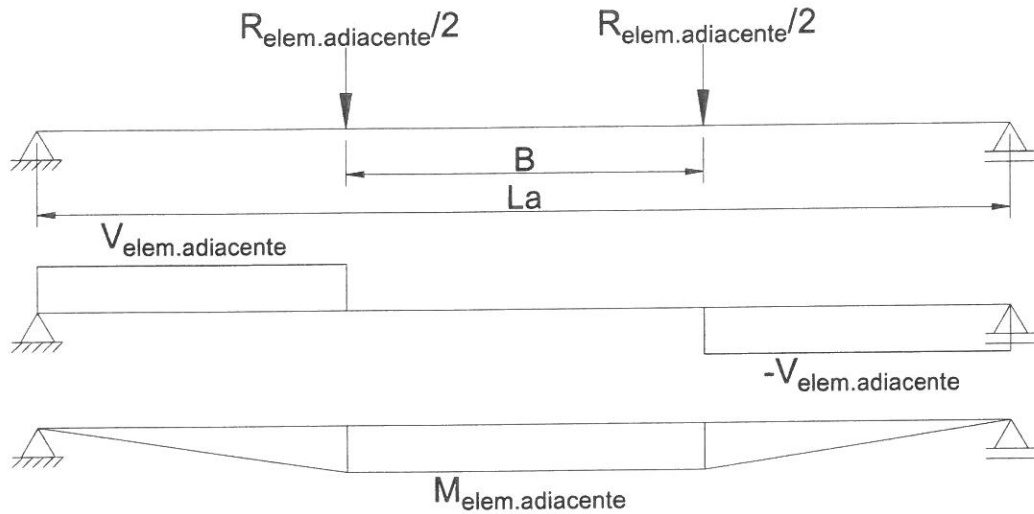
1.7. Diagrame de moment incovoietor si forta taietoare pe antretoaza din greutate proprie



$$M_{\text{Ga}} := \frac{G_a \cdot L_a^2}{8} = 6.822 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

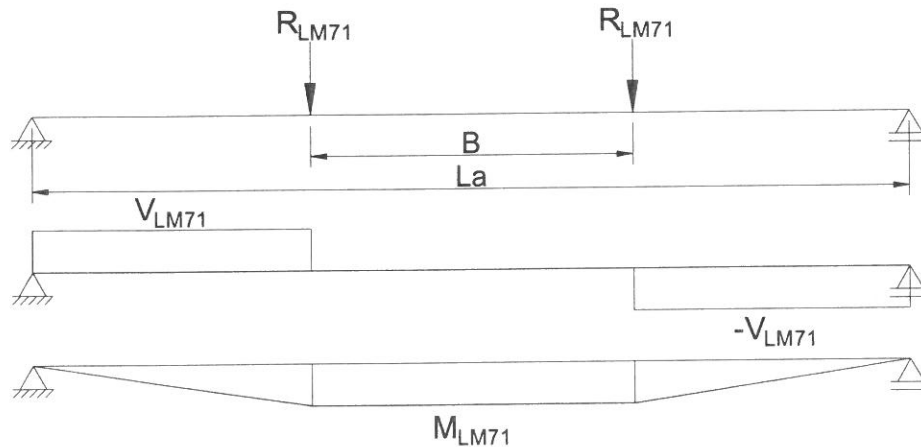
$$V_{\text{Ga}} := \frac{G_a \cdot L_a}{2} = 5.208 \cdot \text{kN}$$

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



$$M_{\text{elem.adiacente}} := \frac{R_{\text{elem.adiacente}}}{2} \cdot \frac{L_a - B}{2} = 26.369 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{\text{elem.adiacente}} := \frac{R_{\text{elem.adiacente}}}{2} = 15.331 \cdot \text{kN}$$

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



$$M_{\text{LM71}} := R_{\text{LM71}} \cdot \frac{L_a - B}{2} = 489.802 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{\text{LM71}} := R_{\text{LM71}} = 284.769 \cdot \text{kN}$$

1.10. Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \gamma_{Qi} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0$$

$$M_{\text{Ed}} := \gamma_G \cdot (M_{\text{Ga}} + M_{\text{elem.adiacente}}) + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot M_{\text{LM71}} = 739.075 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{\text{Ed}} := \gamma_G \cdot (V_{\text{Ga}} + V_{\text{elem.adiacente}}) + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot V_{\text{LM71}} = 430.936 \cdot \text{kN}$$

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 otelului S235,
echivalent cu OL37

$$\epsilon := \sqrt{\frac{235 \frac{N}{mm^2}}{f_y}} = 1$$

Tabelul 5.2- Rapoarte lățime-grosime maxime pentru pereții comprimați

Pereți comprimați interiori						
				Axă de încovoiere		
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:

$$c_i := h_{ia} = 760 \cdot \text{mm} \quad t_{ia} = 12 \cdot \text{mm}$$

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

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

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	$c/t \leq 9\epsilon$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$
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
	ϵ	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

2.2. Clasa talpii:

$$c_{ts} := \frac{b_{tsa1} - t_{1a}}{2} = 129 \cdot \text{mm} \quad t_{ts} := t_{tsa1} + t_{tsa2} = 30 \cdot \text{mm}$$

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

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

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

$$CG_A := \frac{b_{tia2} \cdot t_{tia2} \cdot \frac{t_{tia2}}{2} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} \cdot \left(t_{tia2} + \frac{t_{tia1}}{2} \right) + h_{ia} \cdot t_{ia} \cdot \left(t_{tia2} + t_{tia1} + \frac{h_{ia}}{2} \right) \dots + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} \cdot \left(t_{tia1} + t_{tia2} + h_{ia} + \frac{t_{tsa1}}{2} \right) + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} \cdot \left(t_{tia1} + t_{tia2} + h_{ia} + t_{tsa1} + \frac{t_{tsa2}}{2} \right)}{A_a} = 410 \cdot \text{mm}$$

$$e_{CG} := \left(t_{tia2} + t_{tia1} + \frac{h_{ia}}{2} \right) - CG_A = 0.000 \cdot \text{mm}$$

$$z_{hias} := \frac{\left(\frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} \right)}{2} = 190 \cdot \text{mm}$$

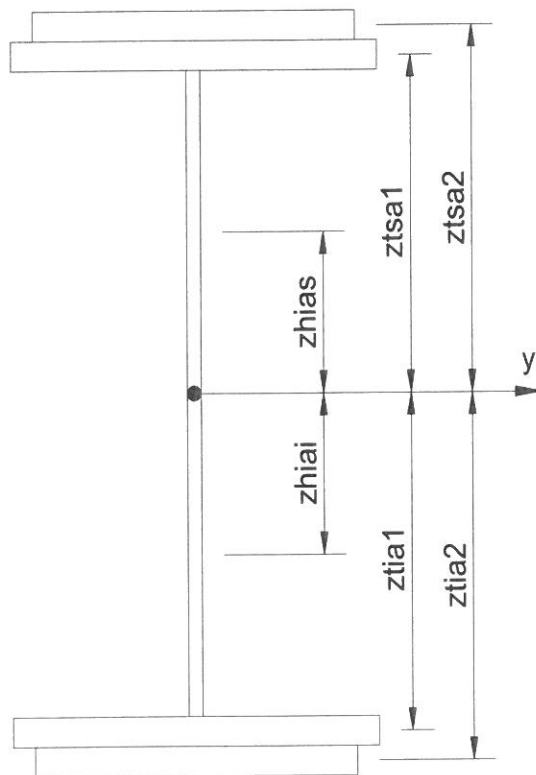
$$z_{hia1} := \frac{\left(\frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} \right)}{2} = 190 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tsa1} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + \frac{t_{tsa1}}{2} = 395 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tia1} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + \frac{t_{tia1}}{2} = 395 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tsa2} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + t_{tsa1} + \frac{t_{tsa2}}{2} = 410 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tia2} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + t_{tia1} + \frac{t_{tia2}}{2} = 410 \cdot \text{mm}$$



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

$$I_{yA} := \frac{b_{tia2} \cdot t_{tia2}^3}{12} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} \cdot z_{tia2}^2 + \frac{b_{tia1} \cdot t_{tia1}^3}{12} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} \cdot z_{tia1}^2 + \frac{h_{ia}^3 \cdot t_{ia}}{12} + h_{ia} \cdot t_{ia} \cdot e_{CG}^2 \dots = 296779.6 \cdot \text{cm}^4$$

$$+ \frac{b_{tsa1} \cdot t_{tsa1}^3}{12} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} \cdot z_{tsa1}^2 + \frac{b_{tsa2} \cdot t_{tsa2}^3}{12} + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} \cdot z_{tsa2}^2$$

$$I_{yA} = 296779.6 \cdot \text{cm}^4$$

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:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1$$

$$M_{Ed} = 739.075 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

(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.

$$y_{max} := CG_A = 410 \cdot \text{mm}$$

$$y_{min} := CG_A = 410 \cdot \text{mm}$$

$$W_{pl} := b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} \cdot z_{tsa2} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} \cdot z_{tsa1} + \left(\frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} \right) \cdot t_{ia} \cdot z_{hias} = 4066 \cdot \text{cm}^3 \quad M_{c_Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 955.486 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

$$\text{Relatia}_{de_verificare} = \text{"Se Verifica"}$$

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

Relatie de verificare:

$$\gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}}$$

$$\gamma_{Ff} := 1.00$$

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

(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

$$L_\phi := \frac{2 \cdot L_a}{m} = 10.48$$

-lungimea "determinata" conform tabel 6.2

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.82 = 1.294$$

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

-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).

$$\lambda_1 := 1.03 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.3}$$

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

$$\lambda_2 := 0.83 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.5 pentru un tonaj anual de } 9 \times 10^6$$

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

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

$$\lambda_4 := 1.00$$

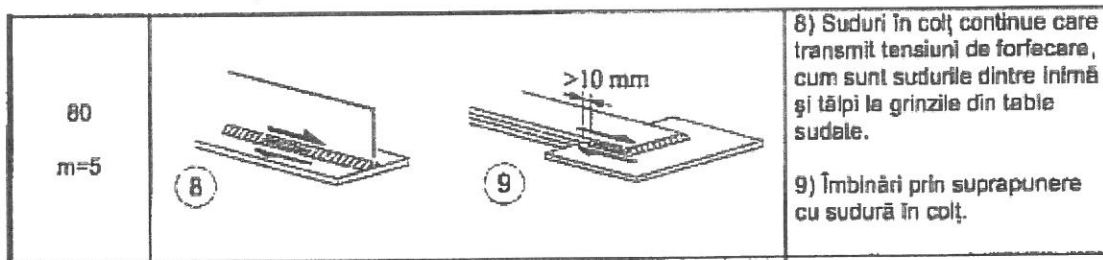
$$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.744$$

$$M_{Ed_SLUO} := M_{LM71} = 489.802 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

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:



$$\Delta\sigma_c := 80 \text{ MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 46.188 \cdot \text{MPa}$$

$$z_{ob} := \frac{h_{1a}}{2} + e_{CG} = 380 \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_{yA}} \cdot z_{ob} = 62.715 \cdot \text{MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

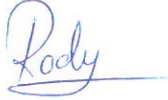
$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 62.715 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 60.364 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Relatia}_{1_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_{1_verificare} = "Nu se Verifica"

Intocmit,
ing. Andrei RADU



Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU



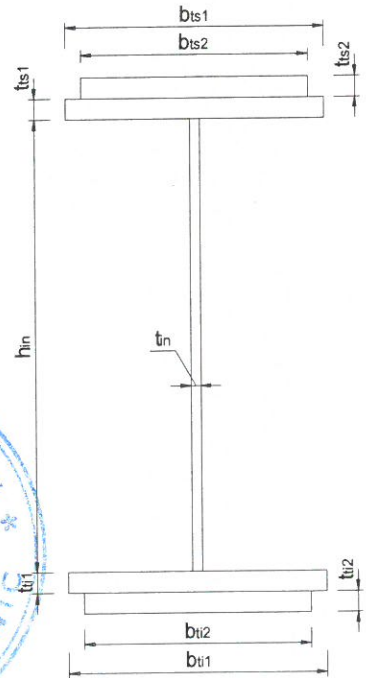
**Pod km 527+335, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.I.P.C.J.S - deschidere 12.00m, Fir 1**

Breviar de calcul: Lonjeron curent L=3.00m 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. Caracteristicile sectiunii Lonjeronului curent

- $h_{in} := 350\text{mm}$ -inaltimea inimii
- $t_{in} := 14\text{mm}$ -grosimea inimii
- $b_{ts1} := 210\text{mm}$ -laltimea talpii superioare 1
- $t_{ts1} := 14\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 1
- $b_{ti1} := 180\text{mm}$ -laltimea talpii inferioare 1
- $t_{ti1} := 14\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 1
- $b_{ts2} := 180\text{mm}$ -laltimea talpii superioare 2
- $t_{ts2} := 20\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 2
- $b_{ti2} := 0\text{mm}$ -laltimea talpii inferioare 2
- $t_{ti2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 2



1.1. Aria sectiunii transversale a lonjeronului curent:

$$A_L := b_{ts2} \cdot t_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} + h_{in} \cdot t_{in} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} = 139.6 \cdot \text{cm}^2$$

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

$$CG_L := \frac{b_{ti2} \cdot t_{ti2} \cdot \frac{t_{ti2}}{2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} \cdot \left(t_{ti2} + \frac{t_{ti1}}{2} \right) + h_{in} \cdot t_{in} \cdot \left(t_{ti2} + t_{ti1} + \frac{h_{in}}{2} \right) + b_{ts1} \cdot t_{ts1} \cdot \left(t_{ti1} + t_{ti2} + h_{in} + \frac{t_{ts1}}{2} \right) + b_{ts2} \cdot t_{ts2} \cdot \left(t_{ti1} + t_{ti2} + h_{in} + t_{ts1} + \frac{t_{ts2}}{2} \right)}{A_L} = 246 \cdot \text{mm}$$

$$e_{CG} := \left(t_{ti2} + t_{ti1} + \frac{h_{in}}{2} \right) - CG_L = -56.794 \cdot \text{mm}$$

$$z_{his} := \frac{\left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right)}{2} = 59.103 \cdot \text{mm}$$

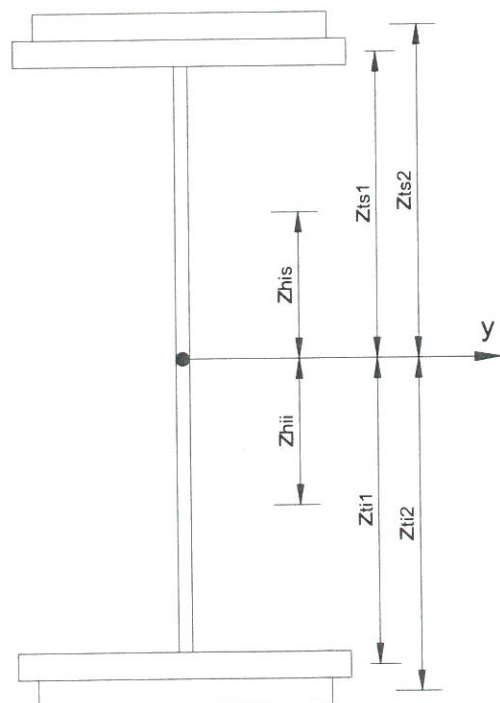
$$z_{hii} := \frac{\left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} \right)}{2} = 115.897 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ts1} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + \frac{t_{ts1}}{2} = 125.206 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ti1} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + \frac{t_{ti1}}{2} = 238.794 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ts2} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ts1} + \frac{t_{ts2}}{2} = 142.206 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ti2} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ti1} + \frac{t_{ti2}}{2} = 245.794 \cdot \text{mm}$$



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

$$I_{yL} := \frac{b_{ti2} \cdot t_{ti2}^3}{12} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} \cdot z_{ti2}^2 + \frac{b_{ti1} \cdot t_{ti1}^3}{12} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} \cdot z_{ti1}^2 + \frac{h_{in}^3 \cdot t_{in}}{12} + h_{in} \cdot t_{in} \cdot e_{CG}^2 \dots = 32862.234 \cdot \text{cm}^4$$

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

1.4. Determinarea modulelor de rezistenta:

$$W_{supL} := \frac{I_{yL}}{\left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ts1} + t_{ts2}\right)} = 1236 \cdot \text{cm}^3$$

$$W_{infL} := \frac{I_{yL}}{\left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ti1} + t_{ti2}\right)} = 2486 \cdot \text{cm}^3$$

2. Determinarea eforturilor in Lonjeronul curent

$L_{lonj} := 3.00\text{m}$ -lungimea lonjeronului

$B := 1.50\text{m}$ -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:

$g_L := A_L \cdot \gamma_s = 1.096 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ - greutate lonjeron

$g_{sina} := 0.60 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ $g_{prindere} := 1.30 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

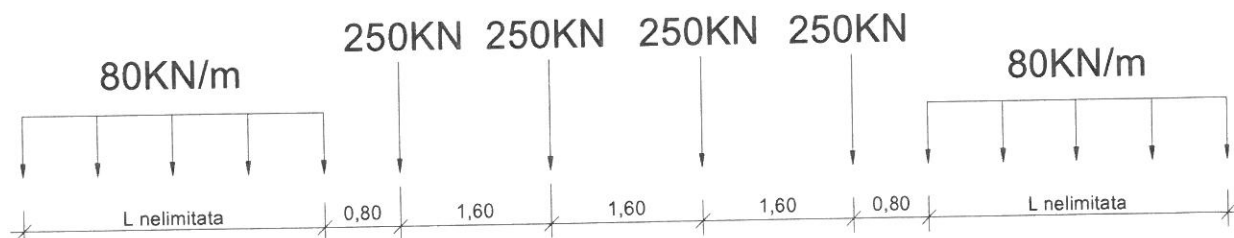
$g_{traversa} := 0.24\text{m} \cdot 0.24\text{m} \cdot 2.60\text{m} \cdot \gamma_{lemn} = 1.498 \cdot \text{kN}$

$g_{cale} := g_{sina} + 2g_{prindere} + \frac{2 \cdot g_{traversa} \cdot 1.0\text{m}}{2} = 4.698 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$g_p := g_L + g_{cale} = 5.793 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

2.1.b) Convoitul 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)

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

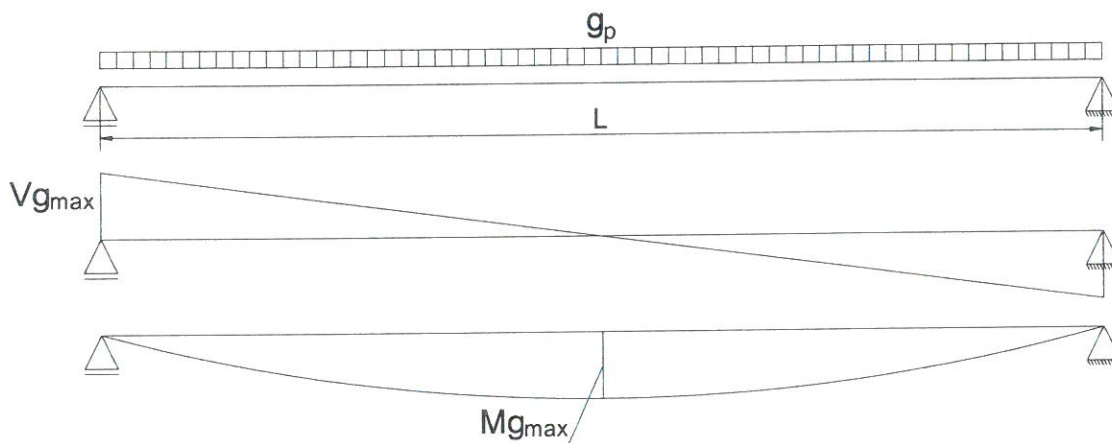
-coeficientul dinamic pentru o cale intretinuta in conditii standard

$$L_\phi := \frac{L_{lonj}}{m} + 3 = 6$$

-lungimea "determinata" conform tabel 6.2

$$\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.73 = 1.69$$

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

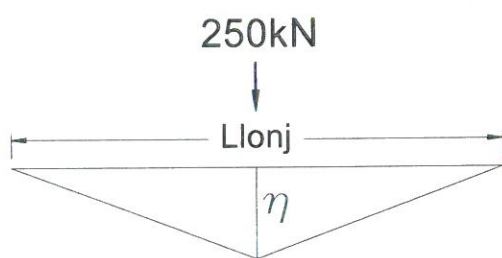


$$M_{gmax} := \frac{g_p \cdot L_{lonj}^2}{8} = 6.518 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{gmax} := \frac{g_p \cdot L_{lonj}}{2} = 8.69 \cdot \text{kN}$$

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

Linia de influenta a momentului incovoietor maxim:



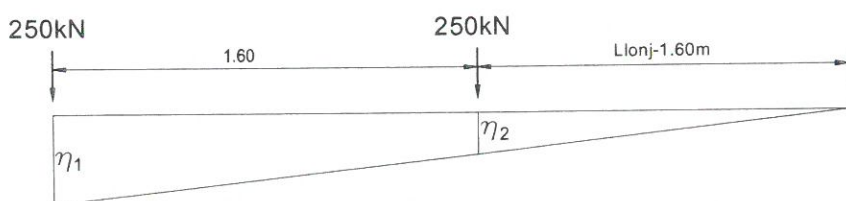
Ordonatele liniei de influenta a momentului incovoietor maxim:

$$\eta := 0.25 \cdot L_{lonj} = 0.75 \text{ m}$$

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

$$M_{maxLM71} := Q_{vk} \cdot e_{ex} \cdot \eta = 110 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Linia de influenta a fortei taietoare maxime:



Ordonatele liniei de influenta a fortei taietoare maxime:

$$\eta_1 := 1$$

$$\eta_2 := \frac{(L_{lonj} - 1.60\text{m})}{L_{lonj}} = 0.467$$

$$V_{maxLM71} := Q_{vk} \cdot e_{ex} \cdot (\eta_1 + \eta_2) = 215.111 \cdot \text{kN}$$

2.4. Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0 \quad C_r := e_{ex} = 0.587$$

$$M_{Ed} := \gamma_G \cdot M_{gmax} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot M_{maxLM71} = 115.593 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed} := \gamma_G \cdot V_{gmax} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot V_{maxLM71} = 221.993 \cdot \text{kN}$$

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	$c/t \leq 14\epsilon$	$c/t \leq 21\epsilon\sqrt{k_r}$ pentru k_r , 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

$$c_{in} := h_{in} = 350 \cdot \text{mm} \quad t_{in} = 14 \cdot \text{mm}$$

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

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	$c/t \leq 72\epsilon$	$c/t \leq 33\epsilon$	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 $\psi \leq -1$: $c/t \leq 62\epsilon(1 - \psi)\sqrt{(-\psi)}$			
$\alpha = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	α	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 $\epsilon_y > f_y/E$

$$c_{ts} := \frac{b_{ts1} - t_{in}}{2} = 98 \text{ mm} \quad t_{ts} := t_{ts1} + t_{ts2} = 34 \text{ mm}$$

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

$$Clasa_{secțiunii} := \max(Clasa_{inimii}, Clasa_{talpii}) = 1$$

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

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

Verificarea la moment încovoietor

Relatia de verificare: $\frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1$

$$M_{Ed} = 115.593 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

(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.

$$y_{max} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ti1} + t_{ti2} = 245.794 \cdot \text{mm}$$

$$y_{min} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ts1} + t_{ts2} = 152.206 \cdot \text{mm}$$

$$W_{pl} := b_{ts2} \cdot t_{ts2} \cdot z_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} \cdot z_{ts1} + \left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right) \cdot t_{in} \cdot z_{his} = 978 \cdot \text{cm}^3 \quad M_{c_Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 229.797 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} = \text{"Se Verifica"}$$

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)

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

$$L_\phi := \frac{L_{lonj}}{m} + 3 = 6 \quad \text{-lungimea "determinata" conform tabel 6.2}$$

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_\phi} - 0.2} + 0.82 = 1.46$$

$$\Delta\sigma_{E2} = \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p \quad \text{-conform SREN 1993-2:2007, punctul 9.4.1}$$

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).

$$\lambda_1 := 1.35 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.3}$$

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 9.6 - 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

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

$$\lambda_4 := 1.00$$

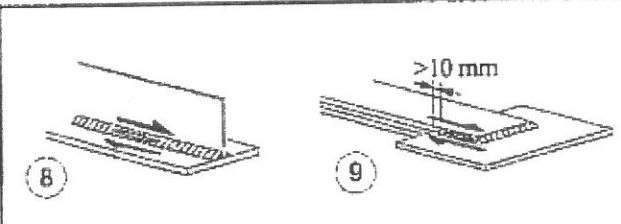
$$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.975$$

$$M_{Ed_SLUO} := M_{\max LM71} = 110 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

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 sudale.</p> <p>9) Îmbinări prin suprapunere cu sudură în colț.</p>
-----------	--	---

$$\Delta\sigma_c := 80 \text{ MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 46.188 \cdot \text{MPa}$$

$$z_{ob} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} = 118.206 \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_{yL}} \cdot z_{ob} = 39.567 \cdot \text{MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 39.567 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 56.32 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Relatia}_{1_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia₁_verificare = "Se Verifica"

Intocmit,
ing. Andrei RADU



Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU



**Pod km 527+335, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.I.P.C.J.N. - deschidere 12.00m, Fir 2**

Breviar de calcul: Lonjeron curent L=4.00m conform EUROCOD

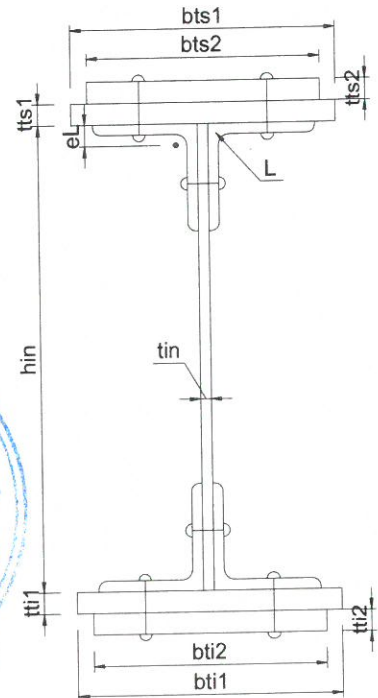
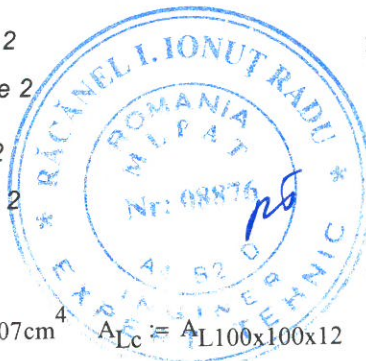
In cadrul notei de calcul s-au considerat coeficienti de siguranta cu valoarea 1.00 pentru constructii existente verificate la conditii de exploatare.

1. Caracteristicile sectiunii Lonjeronului curent

$h_{in} := 380\text{mm}$	-inaltimea inimii
$t_{in} := 15\text{mm}$	-grosimea inimii
$b_{ts1} := 220\text{mm}$	-laltimea talpii superioare 1
$t_{ts1} := 12\text{mm}$	-grosimea talpii superioare 1
$b_{ti1} := 220\text{mm}$	-laltimea talpii inferioare 1
$t_{ti1} := 12\text{mm}$	-grosimea talpii inferioare 1
$b_{ts2} := 0\text{mm}$	-laltimea talpii superioare 2
$t_{ts2} := 0\text{mm}$	-grosimea talpii superioare 2
$b_{ti2} := 0\text{mm}$	-laltimea talpii inferioare 2
$t_{ti2} := 0\text{mm}$	-grosimea talpii inferioare 2

Tipul profilului L: L100x100x12

$t_L := 12\text{mm}$ $A_{L100x100x12} := 22.70\text{cm}^2$ $I_L := 207\text{cm}^4$ $A_{Lc} := A_{L100x100x12}$
 $e_L := 2.90\text{cm}$



1.1. Aria sectiunii transversale a lonjeronului curent:

$$A_L := b_{ts2} \cdot t_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} + h_{in} \cdot t_{in} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} + 4 \cdot A_{Lc} = 200.6 \cdot \text{cm}^2$$

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

$$CG_L := \frac{b_{ti2} \cdot t_{ti2} \cdot \frac{t_{ti2}}{2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} \cdot \left(t_{ti2} + \frac{t_{ti1}}{2} \right) + 2 \cdot A_{Lc} \cdot (t_{ti2} + t_{ti1} + e_L) + h_{in} \cdot t_{in} \cdot \left(t_{ti2} + t_{ti1} + \frac{h_{in}}{2} \right) + 2 \cdot A_{Lc} \cdot (t_{ti2} + t_{ti1} + h_{in} - e_L) + b_{ts1} \cdot t_{ts1} \cdot \left(t_{ti1} + t_{ti2} + h_{in} + \frac{t_{ts1}}{2} \right) + b_{ts2} \cdot t_{ts2} \cdot \left(t_{ti1} + t_{ti2} + h_{in} + t_{ts1} + \frac{t_{ts2}}{2} \right)}{A_L} = 202 \cdot \text{mm}$$

$$e_{CG} := \left(t_{ti2} + t_{ti1} + \frac{h_{in}}{2} \right) - CG_L = 0.000 \cdot \text{mm}$$

$$z_{his} := \frac{\left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right)}{2} = 95 \cdot \text{mm}$$

$$z_{hii} := \frac{\left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} \right)}{2} = 95 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ts1} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + \frac{t_{ts1}}{2} = 196 \cdot \text{mm}$$

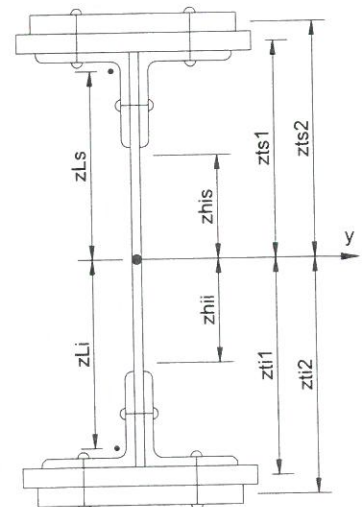
$$z_{ti1} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + \frac{t_{ti1}}{2} = 196 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ts2} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ts1} + \frac{t_{ts2}}{2} = 202 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ti2} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ti1} + \frac{t_{ti2}}{2} = 202 \cdot \text{mm}$$

$$z_{Ls} := \left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right) - e_L = 161 \cdot \text{mm}$$

$$z_{Li} := \left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} \right) - e_L = 161 \cdot \text{mm}$$



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

$$I_{y_brut} := \frac{b_{ti2} \cdot t_{ti2}^3}{12} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} \cdot z_{ti2}^2 + \frac{b_{ti1} \cdot t_{ti1}^3}{12} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} \cdot z_{ti1}^2 + 2I_L + 2A_{Lc} \cdot z_{Li}^2 \dots$$

$$+ \frac{h_{in}^3 \cdot t_{in}}{12} + h_{in} \cdot t_{in} \cdot e_{CG}^2 + 2I_L + 2A_{Lc} \cdot z_{Ls}^2 + \frac{b_{ts1} \cdot t_{ts1}^3}{12} \dots$$

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

$$I_{y_brut} = 51513.252 \cdot \text{cm}^4$$

1.4. Determinarea modulelor de rezistenta:

$$W_{supL} := \frac{I_{y_brut}}{\left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ts1} + t_{ts2}\right)} = 2550 \cdot \text{cm}^3$$

$$W_{infL} := \frac{I_{y_brut}}{\left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ti1} + t_{ti2}\right)} = 2550 \cdot \text{cm}^3$$

2. Determinarea eforturilor in Lonjeronul curent

$L_{lonj} := 4.00\text{m}$ -lungimea lonjeronului
 $B := 1.80\text{m}$ -distanta interax intre lonjeroni

2.1. Evaluarea actiunilor:

2.1.a) Greutatea permanenta

$$\gamma_{lemn} := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{-Greutate specifica lemn} \qquad \gamma_s := 78.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{-Greutate specifica otel}$$

Greutati pe metru liniar:

$$g_L := A_L \cdot \gamma_s = 1.575 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{- greutate lonjeron}$$

$$g_{sina} := 0.60 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad g_{prindere} := 1.30 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

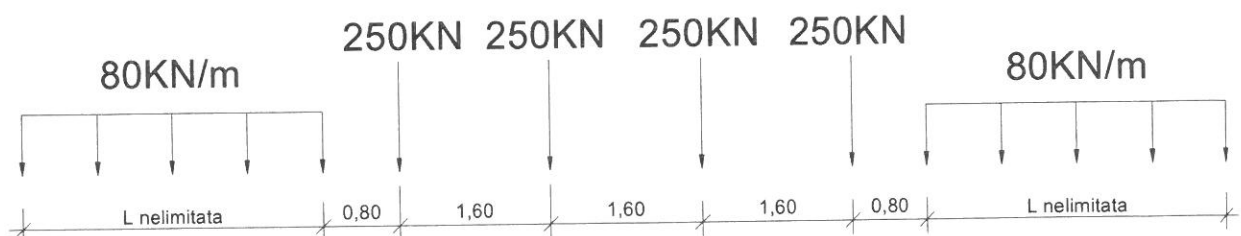
$$g_{traversa} := 0.24\text{m} \cdot 0.24\text{m} \cdot 2.60\text{m} \cdot \gamma_{lemn} = 1.498 \cdot \text{kN}$$

$$g_{scale} := g_{sina} + 2g_{prindere} + \frac{2 \cdot g_{traversa}}{2} = 4.698 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$g_p := g_L + g_{scale} = 6.272 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

2.1.b) Convoitul 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)

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

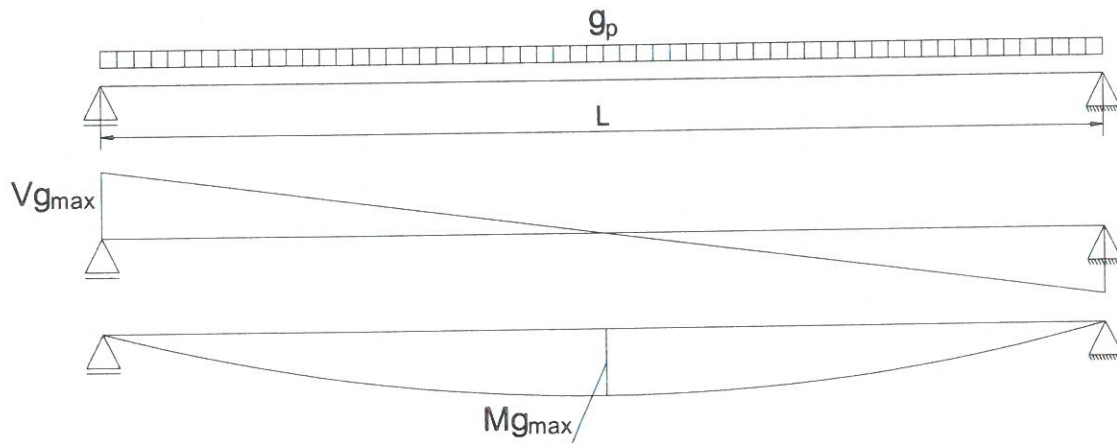
-coeficientul dinamic pentru o cale intretinuta in conditii standard

$$L_\phi := \frac{L_{lonj}}{m} + 3 = 7$$

-lungimea "determinata" conform tabel 6.2

$$\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.73 = 1.613$$

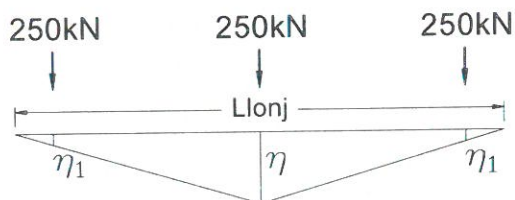
2.2. Diagrame de momente incovoietoare si forta taietoare din greutate permanenta



$$M_{gmax} := \frac{g_p \cdot L_{lonj}^2}{8} = 12.545 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{gmax} := \frac{g_p \cdot L_{lonj}}{2} = 12.545 \cdot \text{kN}$$

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:

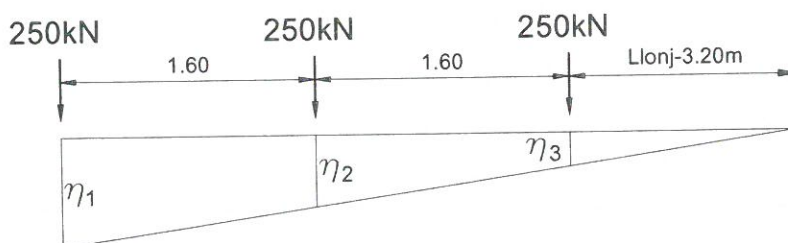
$$\eta := 0.25 \cdot L_{lonj} = 1 \text{ m}$$

$$\eta_1 := \frac{\eta}{0.5 \cdot L_{lonj}} \cdot \left(\frac{L_{lonj}}{2} - 1.60 \text{ m} \right) = 0.2 \text{ m}$$

$$e_{ex} := \frac{\frac{B}{2} + 80 \text{ mm} + 50 \text{ mm}}{B} = 0.572 \quad \text{-coeficient de repartitie}$$

$$M_{\max LM71} := Q_{vk} \cdot e_{ex} \cdot (\eta + 2 \cdot \eta_1) = 200.278 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Linia de influenta a fortei taietoare maxime:



Ordonatele liniei de influenta a fortei taietoare maxime:

$$\eta_1 := 1$$

$$\eta_2 := \frac{(L_{lonj} - 1.60 \text{ m})}{L_{lonj}} = 0.6$$

$$\eta_3 := \frac{(L_{lonj} - 3.20 \text{ m})}{L_{lonj}} = 0.2$$

$$V_{\max LM71} := Q_{vk} \cdot e_{ex} \cdot (\eta_1 + \eta_2 + \eta_3) = 257.5 \cdot \text{kN}$$

2.4. Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0 \quad C_r := e_{ex} = 0.572$$

$$M_{Ed} := \gamma_G \cdot M_{gmax} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot M_{maxLM71} = 197.419 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

$$V_{Ed} := \gamma_G \cdot V_{gmax} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot V_{maxLM71} = 250.24 \cdot \text{kN}$$

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 laminatate			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	$c/t \leq 14\epsilon$	$c/t \leq 21\epsilon\sqrt{k_{\sigma}}$ 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

$$c_{in} := h_{in} = 380 \cdot \text{mm} \quad t_{in} = 15 \cdot \text{mm}$$

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

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

Tabelul 5.2- Rapoarte 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 $\varepsilon_y > f_y/E$

$$c_{ts} := \frac{b_{ts1} - t_{in}}{2} = 102,5 \text{ mm} \quad t_{ts} := t_{ts1} + t_{ts2} + t_L = 24 \text{ mm}$$

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

$$Clasa_{secțiunii} := \max(Clasa_{minimii}, Clasa_{talpii}) = 1$$

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

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

4.1. Verificarea la moment încovoietor

Relatia de verificare:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$M_{Ed} = 197.419 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} = M_{p1,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{pentru secțiunile Clasa 1 sau 2} \quad (6.13)$$

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

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

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.

$$f_u := 360 \text{MPa} \quad t := t_{ts2} + t_{ts1} + t_L = 24 \cdot \text{mm}$$

$$n := 2 \quad d_0 := 23 \text{mm}$$

$$A_{goluri} := t \cdot n \cdot d_0 = 1104 \cdot \text{mm}^2 \quad A_f := b_{ti1} \cdot t_{ti1} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} + 2 \cdot A_{Lc} = 7180 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{f,net} := A_f - A_{goluri} = 6076 \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{A_{f,net} \cdot 0.9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} \geq \frac{A_f \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_de_verificare = "Nu se Verifica"

În acest caz trebuie să se țină seama de găurile de prindere și astfel, se reduce aria tălpii

$$A_{ts1} := b_{ts1} \cdot t_{ts1} - t_{ts1} \cdot n \cdot d_0 = 2088 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{ti1} := b_{ti1} \cdot t_{ti1} - t_{ti1} \cdot n \cdot d_0 = 2088 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{ts2} := b_{ts2} \cdot t_{ts2} - t_{ts2} \cdot n \cdot d_0 = 0 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{ti2} := b_{ti2} \cdot t_{ti2} - t_{ti2} \cdot n \cdot d_0 = 0 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{Lc} := A_{Lc} - t_L \cdot d_0 = 1994 \cdot \text{mm}^2$$

$$I_{y,net} := \frac{b_{ti2} \cdot t_{ti2}^3}{12} + A_{ti2} \cdot z_{ti2}^2 + \frac{b_{ti1} \cdot t_{ti1}^3}{12} + A_{ti1} \cdot z_{ti1}^2 + 2I_L + 2A_{Lc} \cdot z_{Li}^2 + \frac{h_{in}^3 \cdot t_{in}}{12} \dots$$

$$+ h_{in} \cdot t_{in} \cdot e_{CG}^2 + 2I_L + 2A_{Lc} \cdot z_{Ls}^2 + \frac{b_{ts1} \cdot t_{ts1}^3}{12} + A_{ts1} \cdot z_{ts1}^2 + \frac{b_{ts2} \cdot t_{ts2}^3}{12} + A_{ts2} \cdot z_{ts2}^2$$

$$I_{y,net} = 444104472 \cdot \text{mm}^4$$

$$y_{\max} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ti1} + t_{ti2} = 202 \cdot \text{mm}$$

$$y_{\min} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ts1} + t_{ts2} = 202 \cdot \text{mm}$$

$$W_{pl} := A_{ts2} \cdot z_{ts2} + A_{ts1} \cdot z_{ts1} + \left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right) \cdot t_{in} \cdot z_{his} + 2A_{LC} \cdot z_{Ls} = 1322 \cdot \text{cm}^3 \quad M_{c_Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 310.686 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

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

$$\text{Relatia}_{de_verificare} = \text{"Se Verifica"}$$

4.2. Verificarea la forta taietoare

$$\text{Relatia de verificare: } \frac{V_{Ed}}{V_{c_Rd}} \leq 1$$

$$V_{Ed} = 250.24 \cdot \text{kN}$$

Pentru sectiunile din CLASA 1 si 2:

$$V_{c_Rd} = V_{pl_Rd} = \frac{A_v \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}}$$

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**

$$A_v := A_L - 2 \cdot b_{ts1} \cdot (t_{ts2} + t_{ts1} + t_L) + (t_{in} + 2 \cdot r) \cdot (t_{ts2} + t_{ts1} + t_L) = 9860 \cdot \text{mm}^2$$

$$\eta \cdot h_{in} \cdot t_{in} = 6840 \cdot \text{mm}^2$$

$$V_{c_Rd} := \frac{A_v \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} = 1337.778 \cdot \text{kN}$$

$$\text{Relatia}_{de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{V_{Ed}}{V_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Relatia}_{de_verificare} = \text{"Se Verifica"}$$

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

$$L_\phi := \frac{L_{lonj}}{m} + 3 = 7$$

-lungimea "determinata" conform **tabel 6.2**

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.82 = 1.409$$

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

-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).

$$\lambda_1 := 1.07 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.3}$$

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

$$\lambda_2 := 0.83 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.5 pentru un tonaj anual de } 9 \times 10^6$$

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



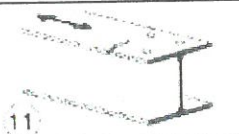
$$\lambda_3 := 0.87 \quad \text{-pentru o durata de viata de 50 ani}$$

$$\lambda_4 := 1.00$$

$$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.773$$

$$M_{Ed_SLUO} := M_{maxLM71} = 200.278 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

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.
		10) Îmbinări cu eclise exterioare cu șuruburi de înaltă rezistență pretensionate.	10) ... secțiunea brută.
		11) Elemente structurale cu găuri supuse la încovoiere și forțe axiale	11) ... secțiunea netă.

$$\Delta\sigma_c := 90\text{MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 51.962\cdot\text{MPa}$$

$$z_{ob} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} = 190\cdot\text{mm}$$

$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_{y_net}} \cdot z_{ob} = 85.684\cdot\text{MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 85.684\cdot\text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 93.266\cdot\text{MPa}$$

$$\text{Relatia}_1_verificare := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia₁_verificare = "Nu se Verifica"

Intocmit,
ing. Andrei RADU



Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU



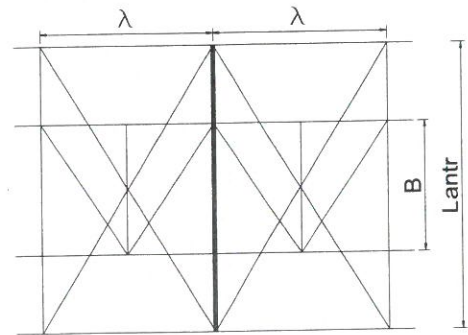
Pod km 527+335, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.I.P.C.J.S. - deschidere 12.00m, Fir 1

Breviar de calcul: Antretoaza curenta L=2.80m 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

- $L_a := 2.80\text{m}$ -lungimea antretoazei
 $\lambda := 3.00\text{m}$ -distanța dintre antretoaze
 $\gamma_{ot} := 78.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ -greutatea specifica a otelului
 $B := 1.50\text{m}$ -distanța dintre lonjeroni



1.1. Evaluarea actiunilor:

1.1.a) Greutatea proprie a antretoazei

- $h_{ia} := 550\text{mm}$ -inaltimea inimii antretoazei
 $t_{ia} := 12\text{mm}$ -grosimea inimii antretoazei
 $b_{tsa1} := 200\text{mm}$ -latimea talpii superioare 1
 $t_{tsa1} := 16\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 1
 $b_{tsa2} := 0\text{mm}$ -latimea talpii superioare 2
 $t_{tsa2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 2
 $b_{tia1} := 200\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 1
 $t_{tia1} := 16\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 1
 $b_{tia2} := 0\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 2
 $t_{tia2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 2

$$A_a := h_{ia} \cdot t_{ia} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} = 13000 \cdot \text{mm}^2$$

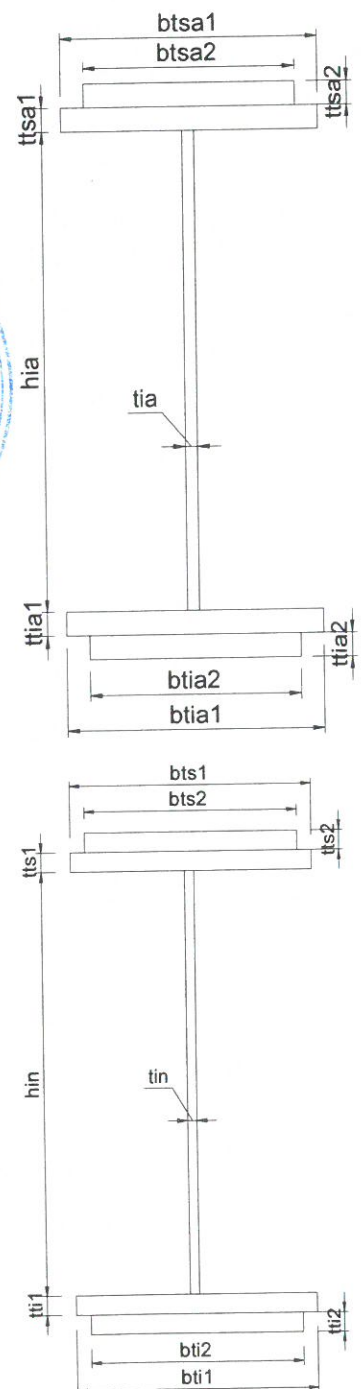
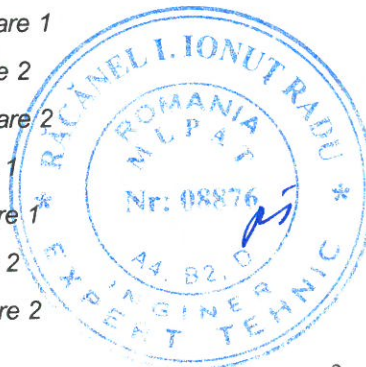
$$G_a := A_a \cdot \gamma_{ot} = 1.021 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.b) Greutatea proprie a lonjeronilor

- $h_{in} := 350\text{mm}$ -inaltimea inimii
 $t_{in} := 14\text{mm}$ -grosimea inimii
 $b_{ts1} := 210\text{mm}$ -latimea talpii superioare 1
 $t_{ts1} := 14\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 1
 $b_{ti1} := 180\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 1
 $t_{ti1} := 14\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 1
 $b_{ts2} := 180\text{mm}$ -latimea talpii superioare 2
 $t_{ts2} := 20\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 2
 $b_{ti2} := 0\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 2
 $t_{ti2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 2

$$A_L := b_{ts2} \cdot t_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} + h_{in} \cdot t_{in} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} = 13960 \cdot \text{mm}^2$$

$$G_L := A_L \cdot \gamma_{ot} = 1.096 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



1.1.c) Greutatea proprie a contravanturii lonjeronilor

Rigla

$$A_{L90 \times 90 \times 9} := 15.50 \text{ cm}^2 \quad \text{-aria unui profil L90x90x9}$$

$$G_r := A_{L90 \times 90 \times 9} \cdot \gamma_{ot} = 0.122 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Diagonala

$$A_{L90 \times 90 \times 9} := 15.50 \text{ cm}^2 \quad \text{-aria unui profil L90x90x9}$$

$$G_d := A_{L90 \times 90 \times 9} \cdot \gamma_{ot} = 0.122 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.d) Greutatea proprie a tablei striate

$$G_{ts} := 0.005 \text{ m} \cdot 1.60 \text{ m} \cdot \gamma_{ot} = 0.628 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.e) Greutatea proprie a traversei de lemn

$$\gamma_l := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{-greutatea specifica a lemnului}$$

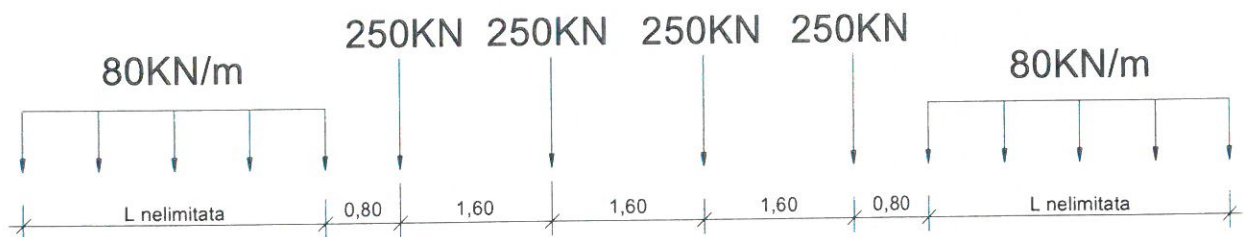
$$G_{trav} := 0.24 \text{ m} \cdot 0.24 \text{ m} \cdot 2.6 \text{ m} \cdot \gamma_l = 1.498 \text{ kN}$$

1.1.f) Greutate sina S60 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

$$L_\phi := \frac{2 \cdot L_a}{m} = 5.6$$

-lungimea "determinata" conform tabel 6.2

$$\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi} - 0.2} + 0.73 = 1.727$$

1.2. Determinarea reacțiunii pe antretoaza din greutatea permanenta a trotuarului

$$R_{\text{trotuar}} := G_{\text{ts}} \cdot \lambda = 1.884 \cdot \text{kN}$$

1.3. Determinarea reacțiunii pe antretoaza din greutatea permanenta a lonjeronului si a caii

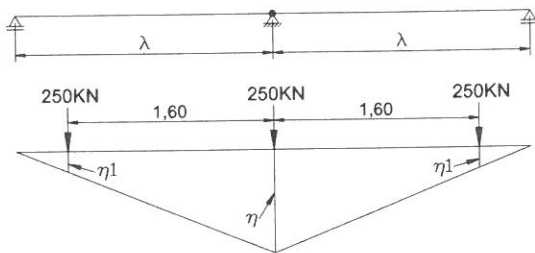
$$R_{\text{lonj}} := 2G_{\text{I}} \cdot \lambda + 2G_{\text{r}} \cdot B + 2G_{\text{d}} \cdot \left[\sqrt{B^2 + \left(\frac{\lambda}{2} \right)^2} \right] + G_{\text{trav}} \cdot 7 + G_{\text{sina_mat}} \cdot \lambda = 23.94 \cdot \text{kN}$$

1.4. Determinarea reacțiunii pe antretoaza din greutatile permanente a elementelor adiacente (lonjeroni, rigele lonjeronilor, cale, trotuar)

$$R_{\text{elem.adiacente}} := R_{\text{trotuar}} + R_{\text{lonj}} = 25.824 \cdot \text{kN}$$

1.6. Determinarea reacțiunii pe antretoaza din convoiul de calcul LM71

Li Antretoaza curenta



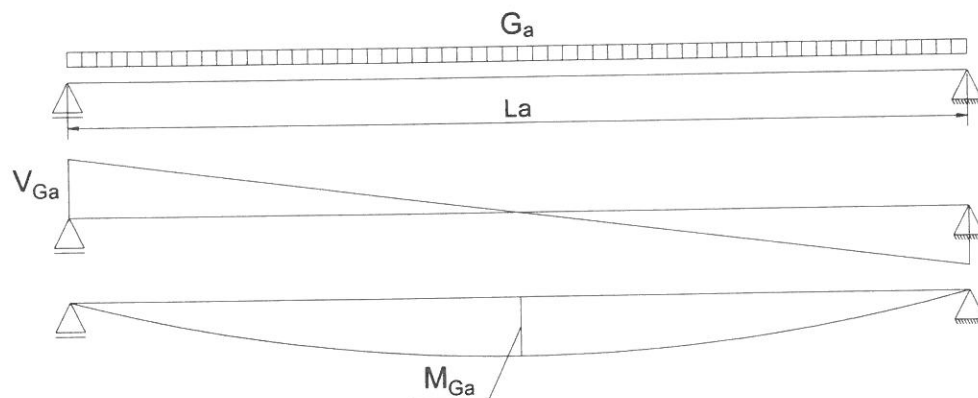
Ordonatele liniei de influenta:

$$\eta := 1.00$$

$$\eta_{1a} := \frac{\eta}{\lambda} (\lambda - 1.6\text{m}) = 0.467$$

$$R_{\text{LM71}} := \frac{Q_{\text{vk}}}{2} \cdot (\eta + 2 \cdot \eta_{1a}) = 241.667 \cdot \text{kN}$$

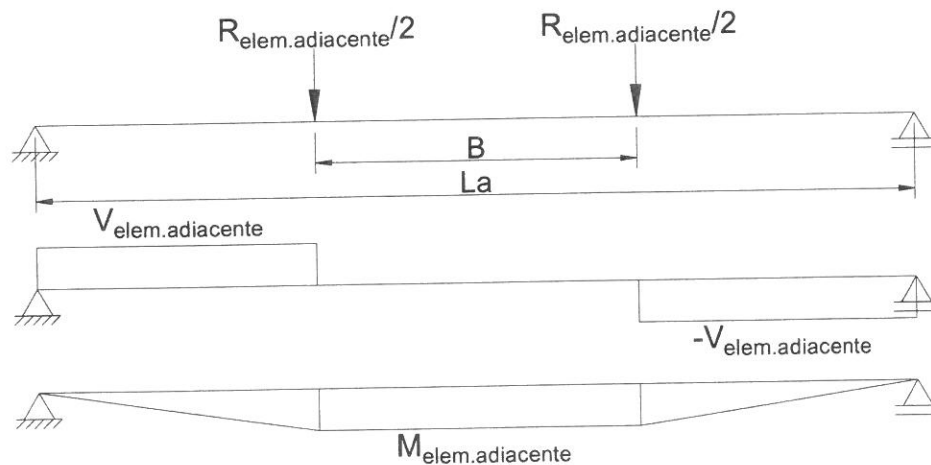
1.7. Diagrame de moment incovoietor si forta taietoare pe antretoaza din greutate proprie



$$M_{\text{Ga}} := \frac{G_a \cdot L_a^2}{8} = 1 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{\text{Ga}} := \frac{G_a \cdot L_a}{2} = 1.429 \cdot \text{kN}$$

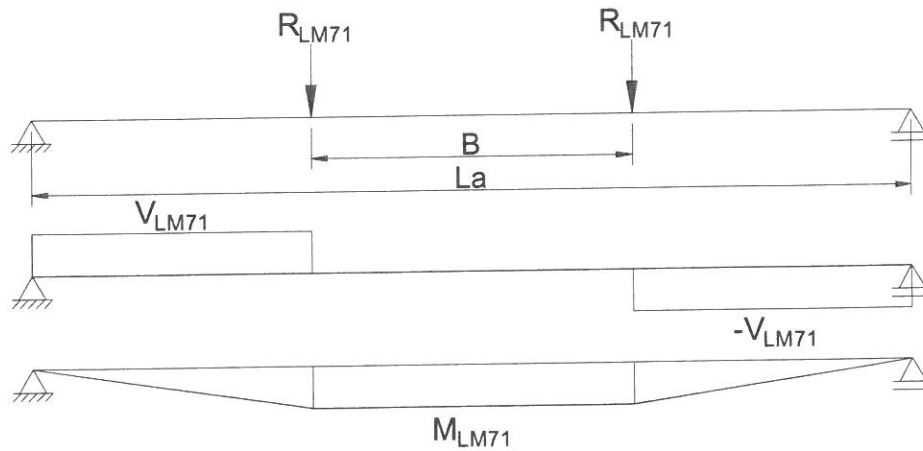
1.8. Diagrame de moment incovoietor si forta taietoare pe antretoaza din greutatea elementelor adiacente



$$M_{\text{elem.adiacente}} := \frac{R_{\text{elem.adiacente}}}{2} \cdot \frac{L_a - B}{2} = 8.393 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{\text{elem.adiacente}} := \frac{R_{\text{elem.adiacente}}}{2} = 12.912 \cdot \text{kN}$$

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



$$M_{LM71} := R_{LM71} \cdot \frac{L_a - B}{2} = 157.083 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{LM71} := R_{LM71} = 241.667 \cdot \text{kN}$$

1.10. Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \gamma_{Qi} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0$$

$$M_{Ed} := \gamma_G \cdot (M_{Ga} + M_{\text{elem.adiacente}}) + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot M_{LM71} = 280.681 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed} := \gamma_G \cdot (V_{Ga} + V_{\text{elem.adiacente}}) + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot V_{LM71} = 431.706 \cdot \text{kN}$$

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

$$\epsilon := \sqrt{\frac{235 \frac{N}{mm^2}}{f_y}} = 1$$

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:

$$c_i := h_{ia} = 550 \cdot \text{mm} \quad t_{ia} = 12 \cdot \text{mm}$$

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

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

Tabelul 5.2 (continuare) - Rapoarte lățime-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	$c/t \leq 14\epsilon$	$c/t \leq 21\epsilon\sqrt{k_\sigma}$ 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:

$$c_{ts} := \frac{b_{tsa1} - t_{ia}}{2} = 94 \text{ mm} \quad t_{ts} := t_{tsa1} + t_{tsa2} = 16 \text{ mm}$$

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

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

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

$$CG_A := \frac{b_{tia2} \cdot t_{tia2} \cdot \frac{t_{tia2}}{2} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} \cdot \left(t_{tia2} + \frac{t_{tia1}}{2} \right) + h_{ia} \cdot t_{ia} \cdot \left(t_{tia2} + t_{tia1} + \frac{h_{ia}}{2} \right) \dots + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} \cdot \left(t_{tia1} + t_{tia2} + h_{ia} + \frac{t_{tsa1}}{2} \right) + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} \cdot \left(t_{tia1} + t_{tia2} + h_{ia} + t_{tsa1} + \frac{t_{tsa2}}{2} \right)}{A_a} = 291 \cdot \text{mm}$$

$$e_{CG} := \left(t_{tia2} + t_{tia1} + \frac{h_{ia}}{2} \right) - CG_A = 0.000 \cdot \text{mm}$$

$$z_{hias} := \frac{\left(\frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} \right)}{2} = 137.5 \cdot \text{mm}$$

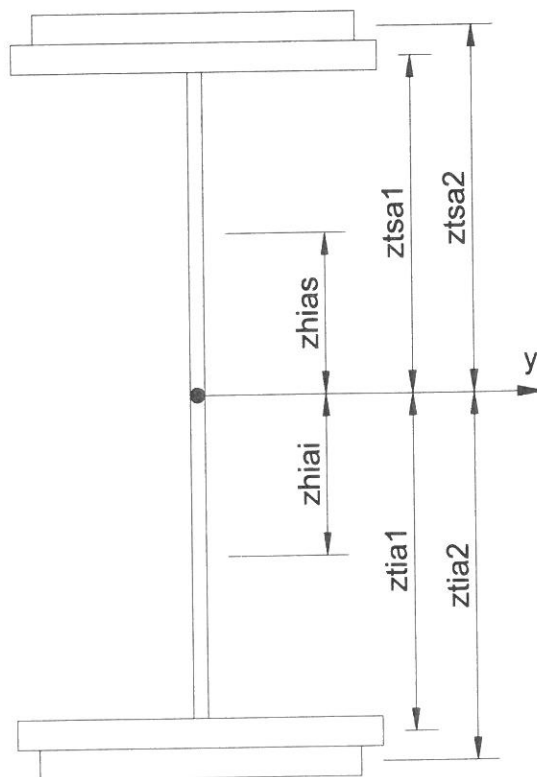
$$z_{hia1} := \frac{\left(\frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} \right)}{2} = 137.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tsa1} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + \frac{t_{tsa1}}{2} = 283 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tia1} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + \frac{t_{tia1}}{2} = 283 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tsa2} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + t_{tsa1} + \frac{t_{tsa2}}{2} = 291 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tia2} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + t_{tia1} + \frac{t_{tia2}}{2} = 291 \cdot \text{mm}$$



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

$$I_{yA} := \frac{b_{tia2} \cdot t_{tia2}^3}{12} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} \cdot z_{tia2}^2 + \frac{b_{tia1} \cdot t_{tia1}^3}{12} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} \cdot z_{tia1}^2 + \frac{h_{ia}^3 \cdot t_{ia}}{12} + h_{ia} \cdot t_{ia} \cdot e_{CG}^2 \dots = 67908.113 \cdot \text{cm}^4$$

$$+ \frac{b_{tsa1} \cdot t_{tsa1}^3}{12} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} \cdot z_{tsa1}^2 + \frac{b_{tsa2} \cdot t_{tsa2}^3}{12} + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} \cdot z_{tsa2}^2$$

$$I_{yA} = 67908.113 \cdot \text{cm}^4$$

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: $\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$

$$M_{Ed} = 280.681 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

(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.

$$y_{max} := CG_A = 291 \cdot \text{mm}$$

$$y_{min} := CG_A = 291 \cdot \text{mm}$$

$$W_{pl} := b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} \cdot z_{tsa2} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} \cdot z_{tsa1} + \left(\frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} \right) \cdot t_{ia} \cdot z_{hias} = 1359 \cdot \text{cm}^3 \quad M_{c,Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 319.447 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} = \text{"Se Verifica"}$$

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

Relatie de verificare:

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}}$$

$$\gamma_{Ff} := 1.00 \quad \gamma_{Mf} := 1.35 \quad (\text{conform SREN 1993-1-9:2006, tabelul 3.1})$$

Coefficientul dinamic (ϕ_2) (conform SREN 1991-2:2005, punctul 6.4.5.2)

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

$$L_\phi := \frac{2 \cdot L_a}{m} = 5.6 \quad \text{-lungimea "determinata" conform tabel 6.2}$$

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.82 = 1.485$$

$$\Delta\sigma_{E2} = \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p \quad \text{-conform SREN 1993-2:2007, punctul 9.4.1}$$

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).

$$\lambda_1 := 1.36 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.3}$$

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 9.6 - 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

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

$$\lambda_4 := 1.00$$

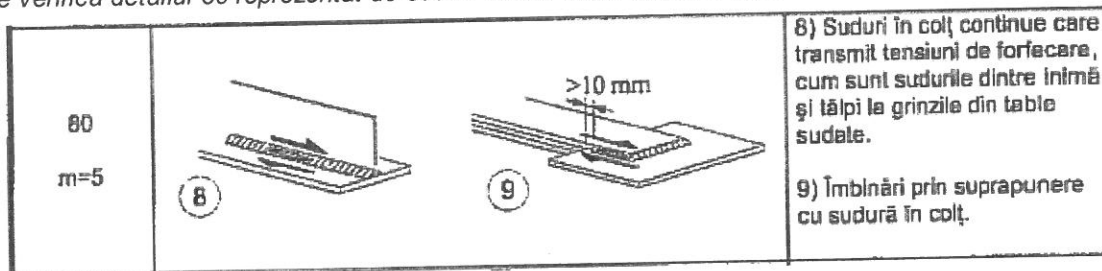
$$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.982$$

$$M_{Ed_SLUO} := M_{LM71} = 157.083 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

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:



$$\Delta\sigma_c := 80 \text{ MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 46.188 \cdot \text{MPa}$$

$$z_{ob} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} = 275 \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_{yA}} \cdot z_{ob} = 63.612 \cdot \text{MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 63.612 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 92.75 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Relatia}_1_{verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia₁_verificare = "Nu se Verifica"

Intocmit,
ing. Andrei RADU



Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU



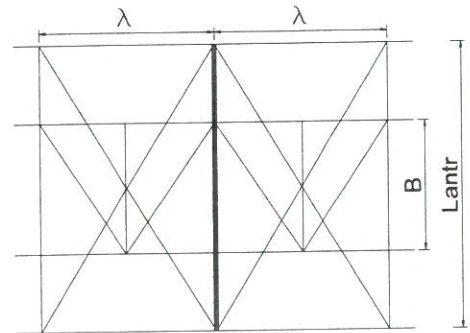
Pod km 527+335, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.I.P.C.J.N - deschidere 12.00m, Fir 2

Breviar de calcul: Antretoaza curenta L=4.40m 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

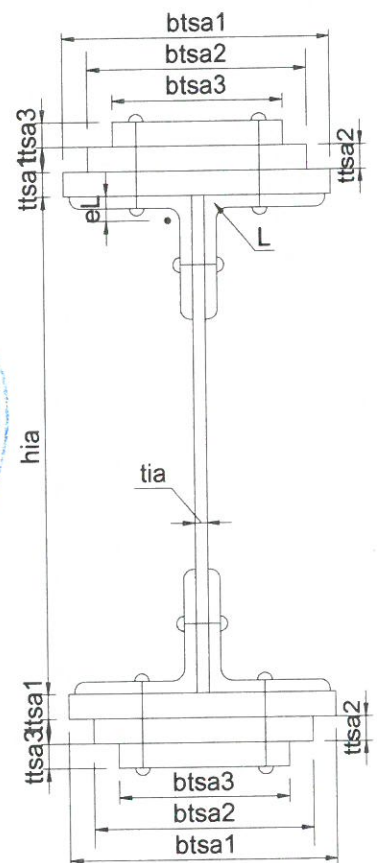
- $L_a := 4.40\text{m}$ -lungimea antretoazei
- $\lambda := 4.00\text{m}$ -distanța dintre antretoaze
- $\gamma_{ot} := 78.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ -greutatea specifica a otelului
- $B := 1.80\text{m}$ -distanța dintre lonjeroni



1.1. Evaluarea actiunilor:

1.1.a) Greutatea proprie a antretoazei

- $h_{ia} := 550\text{mm}$ -inaltimea inimii antretoazei
- $t_{ia} := 20\text{mm}$ -grosimea inimii antretoazei
- $b_{tsa1} := 300\text{mm}$ -latimea talpii superioare 1
- $t_{tsa1} := 15\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 1
- $b_{tsa2} := 0\text{mm}$ -latimea talpii superioare 2
- $t_{tsa2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 2
- $b_{tsa3} := 0\text{mm}$ -latimea talpii superioare 3
- $t_{tsa3} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 3
- $b_{tia1} := 300\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 1
- $t_{tia1} := 15\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 1
- $b_{tia2} := 0\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 2
- $t_{tia2} := 0\text{mm}$ -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: L120x120x11

$t_L := 11\text{mm}$ $A_{L20x120x11} := 25.40\text{cm}^2$ $I_L := 341\text{cm}^4$ $A_{Lc} := A_{L20x120x11}$
 $e_L := 3.36\text{cm}$

$$A_a := h_{ia} \cdot t_{ia} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} + b_{tsa3} \cdot t_{tsa3} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} + b_{tia3} \cdot t_{tia3} + 4 \cdot A_{Lc} = 30160 \cdot \text{mm}^2$$

$$G_a := A_a \cdot \gamma_{ot} = 2.368 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.b) Greutatea proprie a lonjeronilor

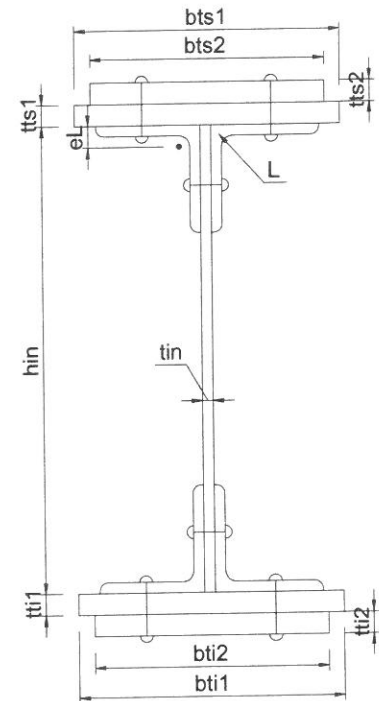
$h_{in} := 380\text{mm}$	-inaltimea inimii
$t_{in} := 15\text{mm}$	-grosimea inimii
$b_{ts1} := 220\text{mm}$	-laltimea talpii superioare 1
$t_{ts1} := 12\text{mm}$	-grosimea talpii superioare 1
$b_{ti1} := 220\text{mm}$	-laltimea talpii inferioare 1
$t_{ti1} := 12\text{mm}$	-grosimea talpii inferioare 1
$b_{ts2} := 0\text{mm}$	-laltimea talpii superioare 2
$t_{ts2} := 0\text{mm}$	-grosimea talpii superioare 2
$b_{ti2} := 0\text{mm}$	-laltimea talpii inferioare 2
$t_{ti2} := 0\text{mm}$	-grosimea talpii inferioare 2

Tipul profilului L: L100x100x12

$$t_L := 12\text{mm} \quad A_{L100x100x12} := 12.30\text{cm}^2 \quad A_{Lc.} := A_{L100x100x12}$$

$$A_L := b_{ts2} \cdot t_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} + h_{in} \cdot t_{in} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} + 4 \cdot A_{Lc.} = 159 \cdot \text{cm}^2$$

$$G_l := A_L \cdot \gamma_{ot} = 1.248 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



1.1.c) Greutatea proprie a contravanturii lonjeronilor

Rigla panou de capat

$$A_{U140} := 20.40\text{cm}^2 \quad \text{-aria unui profil U140x60}$$

$$G_r := A_{U140} \cdot \gamma_{ot} = 0.16 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.d) Greutatea proprie a tablei striate

$$G_{ts} := 0.005\text{m} \cdot 1.70\text{m} \cdot \gamma_{ot} = 0.667 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.e) Greutatea proprie a traversei de lemn

$$\gamma_l := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{-greutatea specifica a lemnului}$$

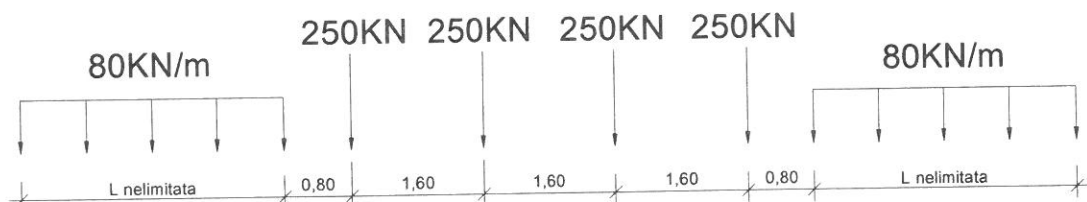
$$G_{trav} := 0.24\text{m} \cdot 0.24\text{m} \cdot 2.6\text{m} \cdot \gamma_l = 1.498 \cdot \text{kN}$$

1.1.f) Greutate sina S60 si prindere

$$G_{sina_mat} := 2.0 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.g) Convoiuil 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

$$L_\phi := \frac{2 \cdot L_a}{m} = 8.8$$

-lungimea "determinata" conform tabel 6.2

$$\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.73 = 1.511$$

1.2. Determinarea reactiunii pe antretoaza din greutatea permanenta a trotuarului

$$R_{\text{trotuar}} := G_{\text{ts}} \cdot \lambda = 2.669 \cdot \text{kN}$$

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

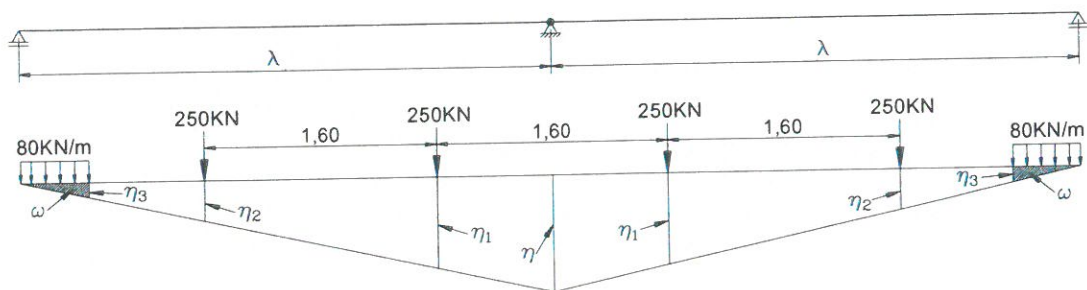
$$R_{\text{lonj}} := 2G_1 \cdot \lambda + 2G_r \cdot B + G_{\text{trav}} \cdot 6 + G_{\text{sina_mat}} \cdot \lambda = 27.547 \cdot \text{kN}$$

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

$$R_{\text{elem.adiacente}} := R_{\text{trotuar}} + R_{\text{lonj}} = 30.216 \cdot \text{kN}$$

1.6. Determinarea reactiunii pe antretoaza din convoiul de calcul LM71

Li Antretoaza curenta



Ordonatele liniei de influenta:

$$\eta := 1.00$$

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

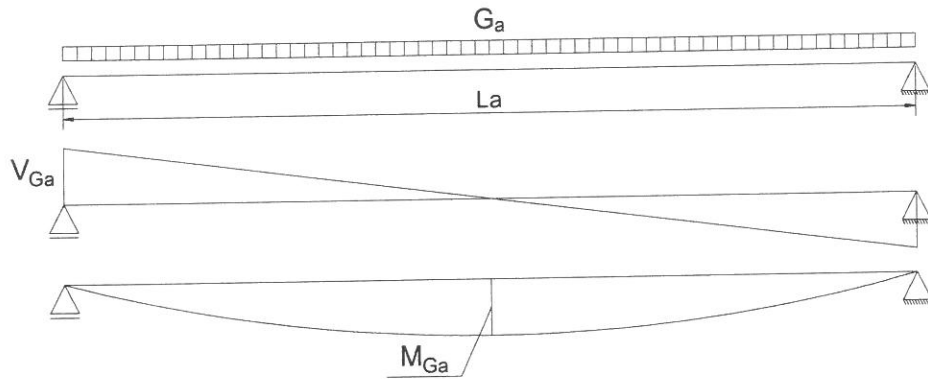
$$\eta_{3a} := \frac{\eta}{\lambda} (\lambda - 3.2\text{m}) = 0.2$$

$$\eta_{2a} := \frac{\eta}{\lambda} (\lambda - 2.4\text{m}) = 0.4$$

$$\omega_a := (\lambda - 3.2\text{m})^2 \cdot \frac{\eta}{\lambda} \cdot 0.5 = 0.08 \text{ m}$$

$$R_{\text{LM71}} := \frac{Q_{vk}}{2} \cdot (2\eta_{1a} + 2\eta_{2a}) + \frac{q_{vk}}{2} \cdot (2 \cdot \omega_a) = 306.4 \cdot \text{kN}$$

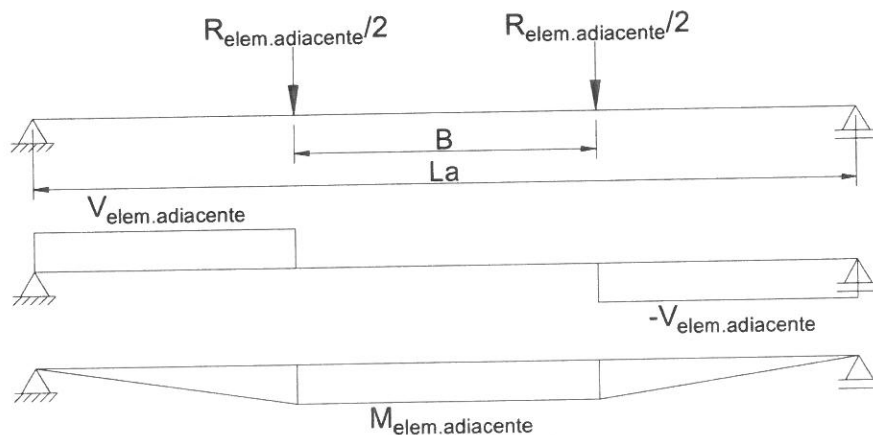
1.7. Diagrame de moment incovoietor si forta taietoare pe antretoaza din greutate proprie



$$M_{Ga} := \frac{G_a \cdot L_a^2}{8} = 5.729 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ga} := \frac{G_a \cdot L_a}{2} = 5.209 \cdot \text{kN}$$

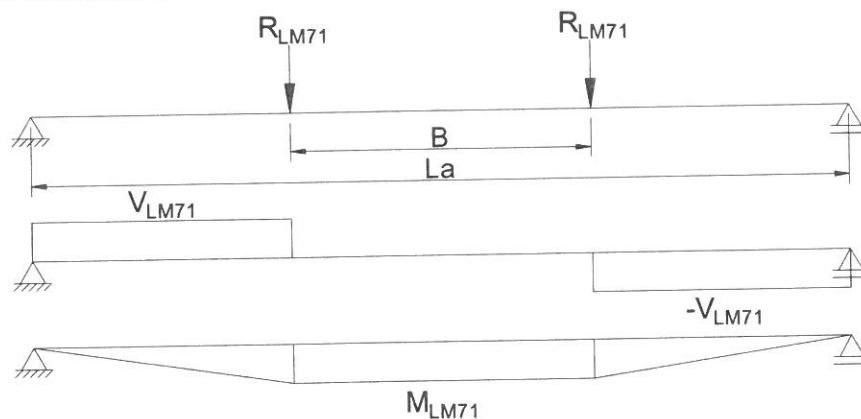
1.8. Diagrame de moment incovoietor si forta taietoare pe antretoaza din greutatea elementelor adiacente



$$M_{\text{elem.adiacente}} := \frac{R_{\text{elem.adiacente}}}{2} \cdot \frac{L_a - B}{2} = 19.641 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{\text{elem.adiacente}} := \frac{R_{\text{elem.adiacente}}}{2} = 15.108 \cdot \text{kN}$$

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



$$M_{LM71} := R_{LM71} \cdot \frac{L_a - B}{2} = 398.32 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{LM71} := R_{LM71} = 306.4 \cdot \text{kN}$$

1.10. Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \gamma_{Qi} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0$$

$$M_{Ed} := \gamma_G \cdot (M_{Ga} + M_{\text{elem.adiacente}}) + \gamma_{Q1} \cdot \psi_3 \cdot M_{LM71} = 627.142 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed} := \gamma_G \cdot (V_{Ga} + V_{\text{elem.adiacente}}) + \gamma_{Q1} \cdot \psi_3 \cdot V_{LM71} = 483.218 \cdot \text{kN}$$

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

$$\epsilon := \sqrt{\frac{235 \frac{N}{mm^2}}{f_y}} = 1$$

Tabelul 5.2- Rapoarte lățime-grosime maxime pentru pereții comprimați

Pereți comprimați interiori						
		Axă de încovoiere				
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 $\psi \leq -1$: $c/t \leq 62\epsilon(1 - \psi)\sqrt{(-\psi)}$			
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	$\frac{f_y}{\epsilon}$	235	275	355	420	460
	$\frac{f_y}{\epsilon}$	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 $\epsilon_y > f_y/E$

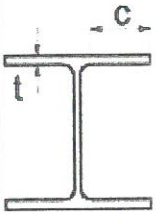


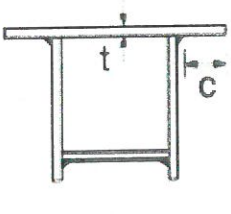
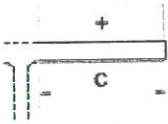
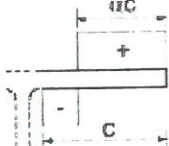
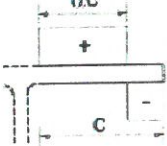
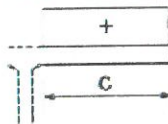
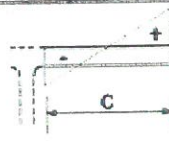
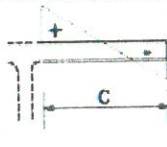
2.1. Clasa inimii:

$$c_i := h_{ia} = 550 \cdot \text{mm} \quad t_{ia} = 20 \cdot \text{mm}$$

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

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

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	$c/t \leq 9\varepsilon$	$c/t \leq \frac{9\varepsilon}{\alpha}$		$c/t \leq \frac{9\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$		
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
	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

2.2. Clasa talpii:

$$c_{ts} := \frac{b_{tsa1} - t_{ia}}{2} = 140 \text{ mm} \quad t_{ts} := t_{tsa1} + t_{tsa2} + t_{tsa3} + t_L = 26 \text{ mm}$$

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

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

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

$$CG_A := \frac{b_{tia3} \cdot t_{tia3} \cdot \frac{t_{tia3}}{2} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} \cdot \left(t_{tia3} + \frac{t_{tia2}}{2} \right) + b_{tia1} \cdot t_{tia1} \cdot \left(t_{tia3} + t_{tia2} + \frac{t_{tia1}}{2} \right) \dots}{A_a}$$

$$+ 2A_{Lc} \cdot (t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + e_L) + h_{ia} \cdot t_{ia} \cdot \left(t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + \frac{h_{ia}}{2} \right) + 2A_{Lc} \cdot (t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + h_{ia} - e_L)$$

$$+ b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} \cdot \left(t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + h_{ia} + \frac{t_{tsa1}}{2} \right) + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} \cdot \left(t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + h_{ia} + t_{tsa1} + \frac{t_{tsa2}}{2} \right) \dots$$

$$+ b_{tsa3} \cdot t_{tsa3} \cdot \left(t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + h_{ia} + t_{tsa1} + t_{tsa2} + \frac{t_{tsa3}}{2} \right)$$

$CG_A = 290 \cdot \text{mm}$

$e_{CG} := \left(t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + \frac{h_{ia}}{2} \right) - CG_A = 0.000 \cdot \text{mm}$

$z_{hias} := \frac{\left(\frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} \right)}{2} = 137.5 \cdot \text{mm}$

$z_{hia1} := \frac{\left(\frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} \right)}{2} = 137.5 \cdot \text{mm}$

$z_{tsa1} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + \frac{t_{tsa1}}{2} = 282.5 \cdot \text{mm}$

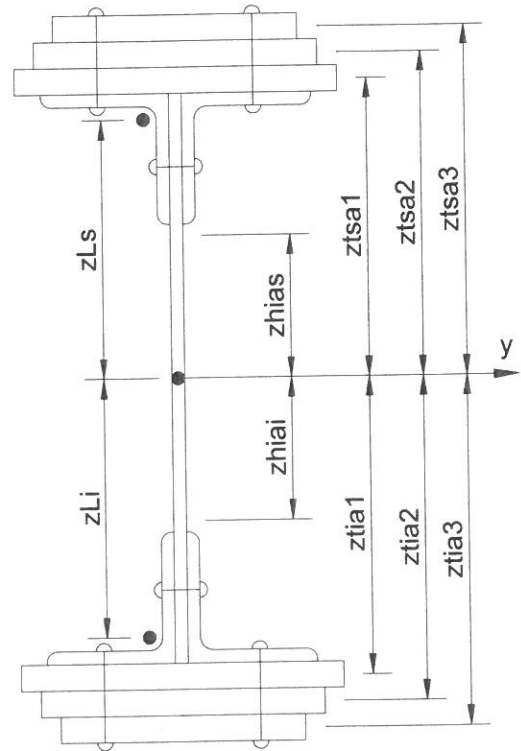
$z_{tia1} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + \frac{t_{tia1}}{2} = 282.5 \cdot \text{mm}$

$z_{tsa2} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + t_{tsa1} + \frac{t_{tsa2}}{2} = 290 \cdot \text{mm}$

$z_{tia2} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + t_{tia1} + \frac{t_{tia2}}{2} = 290 \cdot \text{mm}$

$z_{tsa3} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + t_{tsa1} + t_{tsa2} + \frac{t_{tsa3}}{2} = 290 \cdot \text{mm}$

$z_{tia3} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + t_{tia1} + t_{tia2} + \frac{t_{tia3}}{2} = 290 \cdot \text{mm}$



$z_{Ls} := \left(\frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} \right) - e_L = 241.4 \cdot \text{mm}$

$z_{Li} := \left(\frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} \right) - e_L = 241.4 \cdot \text{mm}$

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

$$I_{yA_brut} := \frac{b_{tia3} \cdot t_{tia3}^3}{12} + b_{tia3} \cdot t_{tia3} \cdot z_{tia3}^2 + \frac{b_{tia2} \cdot t_{tia2}^3}{12} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} \cdot z_{tia2}^2 + \frac{b_{tia1} \cdot t_{tia1}^3}{12} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} \cdot z_{tia1}^2 + 2I_L \dots$$

$$+ 2A_{Lc} \cdot z_{Li}^2 + \frac{h_{ia}^3 \cdot t_{ia}}{12} + h_{ia} \cdot t_{ia} \cdot e_{CG}^2 + 2I_L + 2A_{Lc} \cdot z_{Ls}^2 + \frac{b_{tsa1} \cdot t_{tsa1}^3}{12} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} \cdot z_{tsa1}^2 \dots$$

$$+ \frac{b_{tsa2} \cdot t_{tsa2}^3}{12} + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} \cdot z_{tsa2}^2 + \frac{b_{tsa3} \cdot t_{tsa3}^3}{12} + b_{tsa3} \cdot t_{tsa3} \cdot z_{tsa3}^2$$

$I_{yA_brut} = 160142.01 \cdot \text{cm}^4$

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:
$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$M_{Ed} = 627.142 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

(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.

$$f_u := 360 \text{MPa} \quad t := t_{tsa3} + t_{tsa2} + t_{tsa1} + t_L = 26 \cdot \text{mm}$$

$$n := 2 \quad d_0 := 23 \text{mm}$$

$$A_{goluri} := t \cdot n \cdot d_0 = 1196 \cdot \text{mm}^2 \quad A_f := b_{tia1} \cdot t_{tia1} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} + b_{tia3} \cdot t_{tia3} + 2 \cdot A_{Lc} = 9580 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{f_net} := A_f - A_{goluri} = 8384 \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{A_{f_net} \cdot 0.9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} \geq \frac{A_f \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_de_verificare = "Nu se Verifica"

În acest caz trebuie să se țină seama de găurile de prindere și astfel, se reduce aria talpilor

$$A_{tsa1} := b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} - t_{tsa1} \cdot n \cdot d_0 = 3810 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{tia1} := b_{tia1} \cdot t_{tia1} - t_{tia1} \cdot n \cdot d_0 = 3810 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{tsa2} := b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} - t_{tsa2} \cdot n \cdot d_0 = 0 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{tia2} := b_{tia2} \cdot t_{tia2} - t_{tia2} \cdot n \cdot d_0 = 0 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{tsa3} := b_{tsa3} \cdot t_{tsa3} - t_{tsa3} \cdot n \cdot d_0 = 0 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{tia3} := b_{tia3} \cdot t_{tia3} - t_{tia3} \cdot n \cdot d_0 = 0 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{Lc} := A_{Lc} - t_L \cdot d_0 = 2287 \cdot \text{mm}^2$$

$$I_{yA_net} := \frac{b_{tia3} \cdot t_{tia3}^3}{12} + A_{tia3} \cdot z_{tia3}^2 + \frac{b_{tia2} \cdot t_{tia2}^3}{12} + A_{tia2} \cdot z_{tia2}^2 + \frac{b_{tia1} \cdot t_{tia1}^3}{12} + A_{tia1} \cdot z_{tia1}^2 + 2I_L \dots$$

$$+ 2A_{Lc} \cdot z_{Li}^2 + \frac{h_{ia}^3 \cdot t_{ia}}{12} + h_{ia} \cdot t_{ia} \cdot e_{CG}^2 + 2I_L + 2A_{Lc} \cdot z_{Ls}^2 + \frac{b_{tsa1} \cdot t_{tsa1}^3}{12} + A_{tsa1} \cdot z_{tsa1}^2 \dots$$

$$+ \frac{b_{tsa2} \cdot t_{tsa2}^3}{12} + A_{tsa2} \cdot z_{tsa2}^2 + \frac{b_{tsa3} \cdot t_{tsa3}^3}{12} + A_{tsa3} \cdot z_{tsa3}^2$$

$$I_{yA_net} = 143231.423 \cdot \text{cm}^4$$

$$y_{\max} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + t_{tia1} + t_{tia2} + t_{tia3} = 290 \cdot \text{mm}$$

$$y_{\min} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + t_{tsa1} + t_{tsa2} + t_{tsa3} = 290 \cdot \text{mm}$$

$$W_{pl} := A_{tsa3} \cdot z_{tsa3} + A_{tsa2} \cdot z_{tsa2} + A_{tsa1} \cdot z_{tsa1} + \left(\frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} \right) \cdot t_{ia} \cdot z_{hias} + 2A_{Lc} \cdot z_{Ls} = 2937 \cdot \text{cm}^3$$

$$M_{c_Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 690.134 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_de_verificare = "Se Verifica"

4.2. Verificarea la forta taietoare

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

$$V_{Ed} = 483.218 \cdot \text{kN}$$

Pentru sectiunile din CLASA 1 si 2

$$V_{c_Rd} = V_{pl_Rd} = \frac{A_v \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}$$

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**

$$A_v := A_a - 2 \cdot b_{tsa1} \cdot (t_{tsa3} + t_{tsa2} + t_{tsa1} + t_L) + (t_{ia} + 2 \cdot r) \cdot (t_{tsa3} + t_{tsa2} + t_{tsa1} + t_L) = 15080 \cdot \text{mm}^2$$

$$\eta \cdot h_{ia} \cdot t_{ia} = 13200 \cdot \text{mm}^2$$

$$V_{c_Rd} := \frac{A_v \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 2046.014 \cdot \text{kN}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{V_{Ed}}{V_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

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:

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta \sigma_{E2} \leq \frac{\Delta \sigma_c}{\gamma_{Mf}}$$

$$\gamma_{Ff} := 1.00$$

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

(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

$$L_\phi := \frac{2 \cdot L_a}{m} = 8.8$$

-lungimea "determinata" conform **tabel 6.2**

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_\phi} - 0.2} + 0.82 = 1.341$$

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

-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).

$$\lambda_1 := 1.03 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.3}$$

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

$$\lambda_2 := 0.83 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.5 pentru un tonaj anual de } 9 \times 10^6$$

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

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

$$\lambda_4 := 1.00$$






$$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.744$$

$$M_{Ed_SLUO} := M_{LM71} = 398.32 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

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.

$$\Delta\sigma_c := 90 \text{ MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 51.962 \cdot \text{MPa}$$

$$z_{ob} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} = 275 \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_{yA_net}} \cdot z_{ob} = 76.476 \cdot \text{MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 76.476 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 76.249 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Relatia}_{1_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$



Relatia₁_verificare = "Nu se Verifica"

Intocmit,
ing. Andrei RADU

Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU

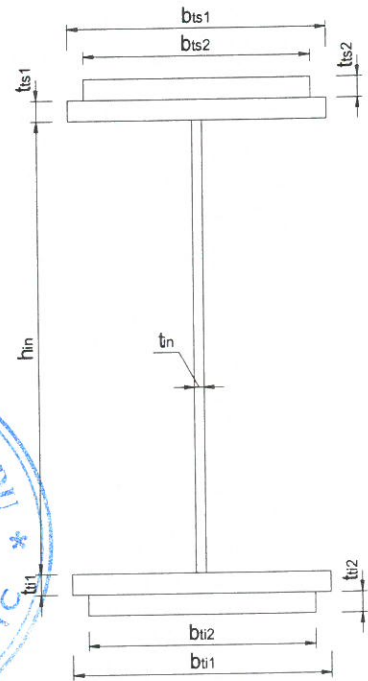
**Pod km 531+145, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.I.P.C.J.S. - deschidere 11.00m Fir 1**

Breviar de calcul: Lonjeron curent L=2.75m 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

- $h_{in} := 275\text{mm}$ -inaltimea inimii
- $t_{in} := 10\text{mm}$ -grosimea inimii
- $b_{ts1} := 220\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 1
- $t_{ts1} := 15\text{mm}$ -laltimea talpii superioare 1
- $b_{ti1} := 220\text{mm}$ -laltimea talpii inferioare 1
- $t_{ti1} := 15\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 1
- $b_{ts2} := 185\text{mm}$ -laltimea talpii superioare 2
- $t_{ts2} := 20\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 2
- $b_{ti2} := 0\text{mm}$ -laltimea talpii inferioare 2
- $t_{ti2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 2*



1.1. Aria sectiunii transversale a lonjeronului curent:

$$A_L := b_{ts2} \cdot t_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} + h_{in} \cdot t_{in} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} = 130.5 \text{ cm}^2$$

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

$$CG_L := \frac{b_{ti2} \cdot t_{ti2} \cdot \frac{t_{ti2}}{2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} \cdot \left(t_{ti2} + \frac{t_{ti1}}{2} \right) + h_{in} \cdot t_{in} \cdot \left(t_{ti2} + t_{ti1} + \frac{h_{in}}{2} \right) + b_{ts1} \cdot t_{ts1} \cdot \left(t_{ti1} + t_{ti2} + h_{in} + \frac{t_{ts1}}{2} \right) + b_{ts2} \cdot t_{ts2} \cdot \left(t_{ti1} + t_{ti2} + h_{in} + t_{ts1} + \frac{t_{ts2}}{2} \right)}{A_L} = 199 \text{ mm}$$

$$e_{CG} := \left(t_{ti2} + t_{ti1} + \frac{h_{in}}{2} \right) - CG_L = -46.073 \text{ mm}$$

$$z_{his} := \frac{\left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right)}{2} = 45.714 \text{ mm}$$

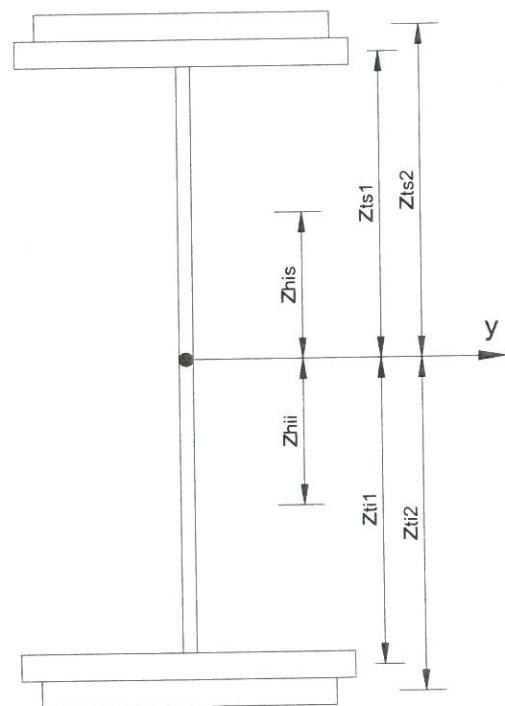
$$z_{hii} := \frac{\left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} \right)}{2} = 91.786 \text{ mm}$$

$$z_{ts1} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + \frac{t_{ts1}}{2} = 98.927 \text{ mm}$$

$$z_{ti1} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + \frac{t_{ti1}}{2} = 191.073 \text{ mm}$$

$$z_{ts2} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ts1} + \frac{t_{ts2}}{2} = 116.427 \text{ mm}$$

$$z_{ti2} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ti1} + \frac{t_{ti2}}{2} = 198.573 \text{ mm}$$



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

$$I_{yL} := \frac{b_{ti2} \cdot t_{ti2}^3}{12} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} \cdot z_{ti2}^2 + \frac{b_{ti1} \cdot t_{ti1}^3}{12} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} \cdot z_{ti1}^2 + \frac{h_{in}^3 \cdot t_{in}}{12} + h_{in} \cdot t_{in} \cdot e_{CG}^2 \dots = 22634.467 \cdot \text{cm}^4$$

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

1.4. Determinarea modulelor de rezistență:

$$W_{supL} := \frac{I_{yL}}{\left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ts1} + t_{ts2}\right)} = 1036 \cdot \text{cm}^3$$

$$W_{infL} := \frac{I_{yL}}{\left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ti1} + t_{ti2}\right)} = 2127 \cdot \text{cm}^3$$

2. Determinarea eforturilor in Lonjeronul curent

$L_{lonj} := 2.75\text{m}$ -lungimea lonjeronului

$B := 1.80\text{m}$ -distanța interax între lonjeroni

2.1. Evaluarea acțiunilor:

2.1.a) Greutatea permanentă

$\gamma_{lemn} := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ -Greutate specifică lemn

$\gamma_s := 78.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ -Greutate specifică oțel

Greutăți pe metru liniar:

$g_L := A_L \cdot \gamma_s = 1.024 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ - greutate lonjeron

$g_{sina} := 0.65 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ $g_{prindere} := 1.30 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

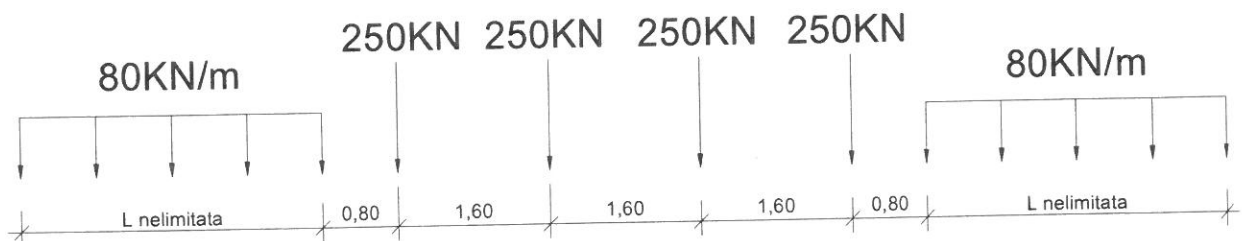
$g_{traversa} := 0.24\text{m} \cdot 0.24\text{m} \cdot 2.60\text{m} \cdot \gamma_{lemn} = 1.498 \cdot \text{kN}$

$g_{cale} := g_{sina} + 2g_{prindere} + \frac{2 \cdot g_{traversa} \cdot 1.0\text{m}}{2} = 4.748 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$g_p := g_L + g_{cale} = 5.772 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

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)

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

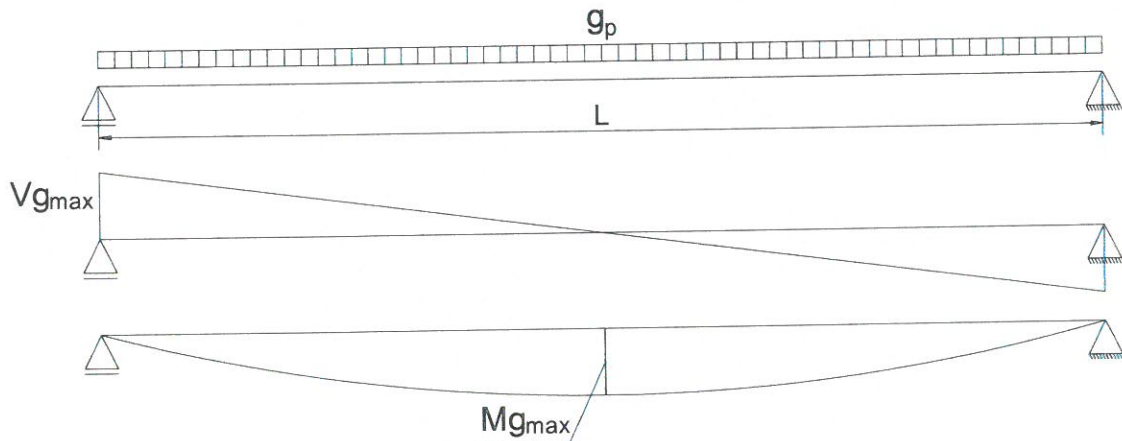
-coeficientul dinamic pentru o cale intretinuta in conditii standard

$$L_\phi := \frac{L_{lonj}}{m} + 3 = 5.75$$

-lungimea "determinata" conform tabel 6.2

$$\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.73 = 1.713$$

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

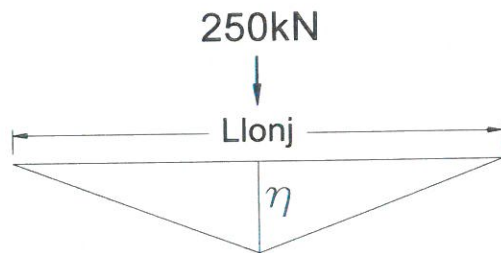


$$M_{gmax} := \frac{g_p \cdot L_{lonj}^2}{8} = 5.456 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{gmax} := \frac{g_p \cdot L_{lonj}}{2} = 7.937 \cdot \text{kN}$$

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

Linia de influenta a momentului incovoietor maxim:



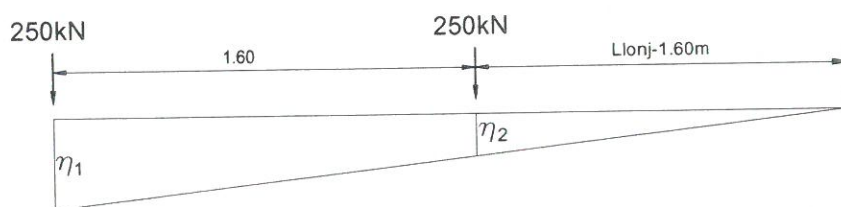
Ordonatele liniei de influenta a momentului incovoietor maxim:

$$\eta := 0.25 \cdot L_{lonj} = 0.688 \text{ m}$$

$$e_{ex} := \frac{\frac{B}{2} + 80 \text{ mm} + 50 \text{ mm}}{B} = 0.572 \quad \text{-coeficient de repartitie}$$

$$M_{maxLM71} := Q_{vk} \cdot e_{ex} \cdot \eta = 98.351 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Linia de influenta a fortei taietoare maxime:



Ordonatele liniei de influenta a fortei taietoare maxime:

$$\eta_1 := 1$$

$$\eta_2 := \frac{(L_{lonj} - 1.60 \text{ m})}{L_{lonj}} = 0.418$$

$$V_{maxLM71} := Q_{vk} \cdot e_{ex} \cdot (\eta_1 + \eta_2) = 202.879 \cdot \text{kN}$$

2.4. Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0 \quad C_r := e_{ex} = 0.572$$

$$M_{Ed} := \gamma_G \cdot M_{gmax} + \gamma_{Q1} \cdot \psi_0 \cdot C_r \cdot M_{maxLM71} = 101.847 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

$$V_{Ed} := \gamma_G \cdot V_{gmax} + \gamma_{Q1} \cdot \psi_0 \cdot C_r \cdot V_{maxLM71} = 206.773 \cdot \text{kN}$$

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 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	$c/t \leq 14\epsilon$	$c/t \leq 21\epsilon\sqrt{k_{\alpha}}$ pentru k_{α} 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

$$c_{in} := h_{in} = 275 \cdot \text{mm} \quad t_{in} = 10 \cdot \text{mm}$$

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

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	$c/t \leq 72\epsilon$	$c/t \leq 33\epsilon$	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 $\epsilon_y > f_y/E$

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

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

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

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

$$\gamma_{M0} := 1.00 \quad \gamma_{M1} := 1.10 \quad \text{conform SREN 1993-2:2007, secțiunea 6.1}$$

Verificarea la moment încovoiator

Relatia de verificare: $\frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1$

$$M_{Ed} = 101.847 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

(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.

$$y_{max} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ti1} + t_{ti2} = 198.573 \cdot \text{mm} \quad y_{min} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ts1} + t_{ts2} = 126.427 \cdot \text{mm}$$

$$W_{pl} := b_{ts2} \cdot t_{ts2} \cdot z_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} \cdot z_{ts1} + \left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right) \cdot t_{in} \cdot z_{his} = 799 \cdot \text{cm}^3 \quad M_{c_Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 187.773 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

$$\text{Relatia}_{de_verificare} = \text{"Se Verifica"}$$

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)

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

$$L_\phi := \frac{L_{lonj}}{m} + 3 = 5.75 \quad \text{-lungimea "determinata" conform tabel 6.2}$$

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_\phi} - 0.2} + 0.82 = 1.475$$

$$\Delta\sigma_{E2} = \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p \quad \text{-conform SREN 1993-2:2007, punctul 9.4.1}$$

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).

$$\lambda_1 := 1.365 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.3}$$

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

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

$$\lambda_4 := 1.00$$


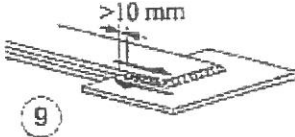
$$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.96$$

$$M_{Ed_SLUO} := M_{\max LM71} = 98.351 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

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</p> <p>m=5</p>	 <p>8</p>	 <p>9</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>
----------------------	--	---	---

$$\Delta\sigma_c := 80 \text{MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 46.188 \cdot \text{MPa}$$

$$z_{ob} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} = 91.427 \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_{yL}} \cdot z_{ob} = 39.727 \cdot \text{MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 39.727 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 56.232 \cdot \text{MPa}$$

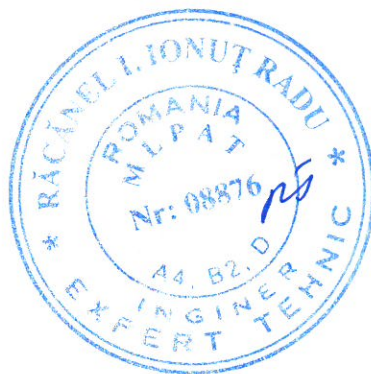
$$\text{Relatia}_{1_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_{1_verificare} = "Se Verifica"

Intocmit,
ing. Andrei RADU



Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU



Pod km 531+145, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.I.P.C.J.N. - deschidere 10.40m Fir 2

Breviar de calcul: Lonjeron curent L=2.07m conform EUROCOD

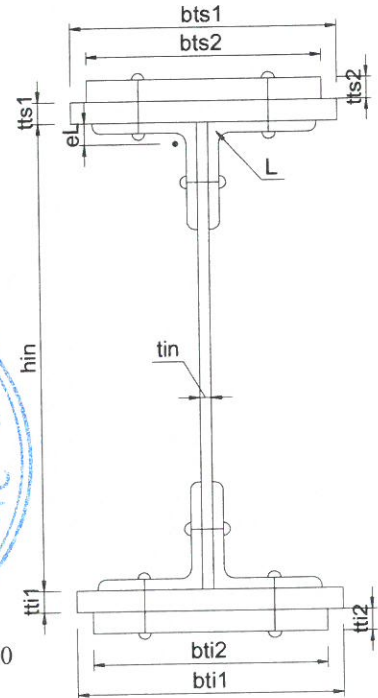
In cadrul notei de calcul s-au considerat coeficienti de siguranta cu valoarea 1.00 pentru constructii existente verificate la conditii de exploatare.

1. Caracteristicile sectiunii Lonjeronului curent

- $h_{in} := 300\text{mm}$ -inaltimea inimii
- $t_{in} := 10\text{mm}$ -grosimea inimii
- $b_{ts1} := 0\text{mm}$ -laltimea talpii superioare 1
- $t_{ts1} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 1
- $b_{ti1} := 0\text{mm}$ -laltimea talpii inferioare 1
- $t_{ti1} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 1
- $b_{ts2} := 0\text{mm}$ -laltimea talpii superioare 2
- $t_{ts2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 2
- $b_{ti2} := 0\text{mm}$ -laltimea talpii inferioare 2
- $t_{ti2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 2

Tipul profilului L: L100x100x10

$t_L := 10\text{mm}$ $A_{L100x100x10} := 19.20\text{cm}^2$ $I_L := 177\text{cm}^4$ $A_{Lc} := A_{L100x100x10}$
 $e_L := 2.82\text{cm}$



1.1. Aria sectiunii transversale a lonjeronului curent:

$$A_L := b_{ts2} \cdot t_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} + h_{in} \cdot t_{in} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} + 4 \cdot A_{Lc} = 106.8 \cdot \text{cm}^2$$

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

$$b_{ti2} \cdot t_{ti2} \cdot \frac{t_{ti2}}{2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} \cdot \left(t_{ti2} + \frac{t_{ti1}}{2} \right) + 2 \cdot A_{Lc} \cdot (t_{ti2} + t_{ti1} + e_L) + h_{in} \cdot t_{in} \cdot \left(t_{ti2} + t_{ti1} + \frac{h_{in}}{2} \right) \dots$$

$$+ 2 \cdot A_{Lc} \cdot (t_{ti2} + t_{ti1} + h_{in} - e_L) + b_{ts1} \cdot t_{ts1} \cdot \left(t_{ti1} + t_{ti2} + h_{in} + \frac{t_{ts1}}{2} \right) \dots$$

$$+ b_{ts2} \cdot t_{ts2} \cdot \left(t_{ti1} + t_{ti2} + h_{in} + t_{ts1} + \frac{t_{ts2}}{2} \right)$$

$$CG_L := \frac{\dots}{A_L} = 150 \cdot \text{mm}$$

$$e_{CG} := \left(t_{ti2} + t_{ti1} + \frac{h_{in}}{2} \right) - CG_L = 0.000 \cdot \text{mm}$$

$$z_{his} := \frac{\left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right)}{2} = 75 \cdot \text{mm}$$

$$z_{hii} := \frac{\left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} \right)}{2} = 75 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ts1} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + \frac{t_{ts1}}{2} = 150 \cdot \text{mm}$$

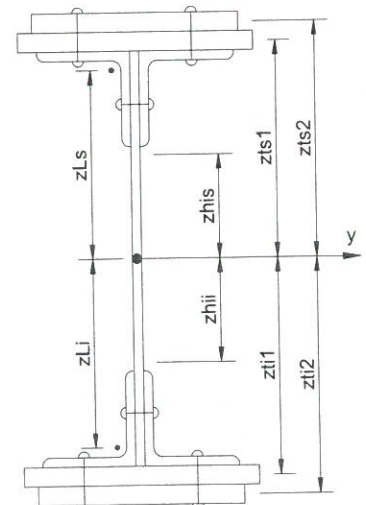
$$z_{ti1} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + \frac{t_{ti1}}{2} = 150 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ts2} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ts1} + \frac{t_{ts2}}{2} = 150 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ti2} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ti1} + \frac{t_{ti2}}{2} = 150 \cdot \text{mm}$$

$$z_{Ls} := \left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right) - e_L = 121.8 \cdot \text{mm}$$

$$z_{Li} := \left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} \right) - e_L = 121.8 \cdot \text{mm}$$



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

$$I_{y_brut} := \frac{b_{ti2} \cdot t_{ti2}^3}{12} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} \cdot z_{ti2}^2 + \frac{b_{ti1} \cdot t_{ti1}^3}{12} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} \cdot z_{ti1}^2 + 2I_L + 2A_{Lc} \cdot z_{Li}^2 \dots$$

$$+ \frac{h_{in}^3 \cdot t_{in}}{12} + h_{in} \cdot t_{in} \cdot e_{CG}^2 + 2I_L + 2A_{Lc} \cdot z_{Ls}^2 + \frac{b_{ts1} \cdot t_{ts1}^3}{12} \dots$$

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

$$I_{y_brut} = 14351.464 \cdot \text{cm}^4$$

1.4. Determinarea modulelor de rezistenta:

$$W_{supL} := \frac{I_{y_brut}}{\left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ts1} + t_{ts2}\right)} = 957 \cdot \text{cm}^3$$

$$W_{infL} := \frac{I_{y_brut}}{\left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ti1} + t_{ti2}\right)} = 957 \cdot \text{cm}^3$$

2. Determinarea eforturilor in Lonjeronul curent

$L_{lonj} := 2.07\text{m}$ -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:

$g_L := A_L \cdot \gamma_s = 0.838 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ - greutate lonjeron

$g_{sina} := 0.60 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ $g_{prindere} := 1.30 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

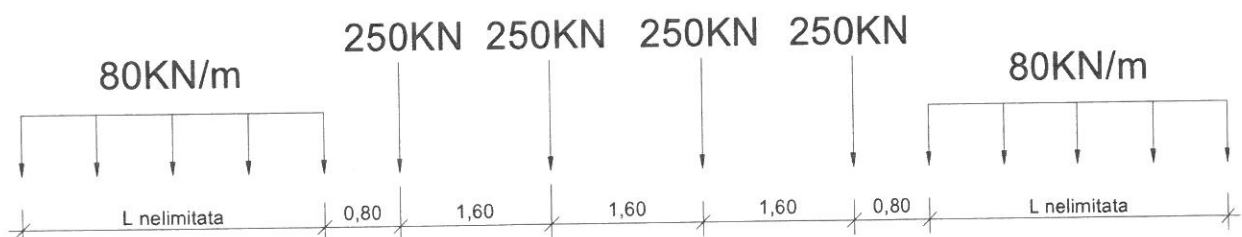
$g_{traversa} := 0.24\text{m} \cdot 0.24\text{m} \cdot 2.60\text{m} \cdot \gamma_{lemn} = 1.498 \cdot \text{kN}$

$g_{cale} := g_{sina} + 2g_{prindere} + \frac{2 \cdot g_{traversa}}{2} = 4.698 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$g_p := g_L + g_{cale} = 5.536 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

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)

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

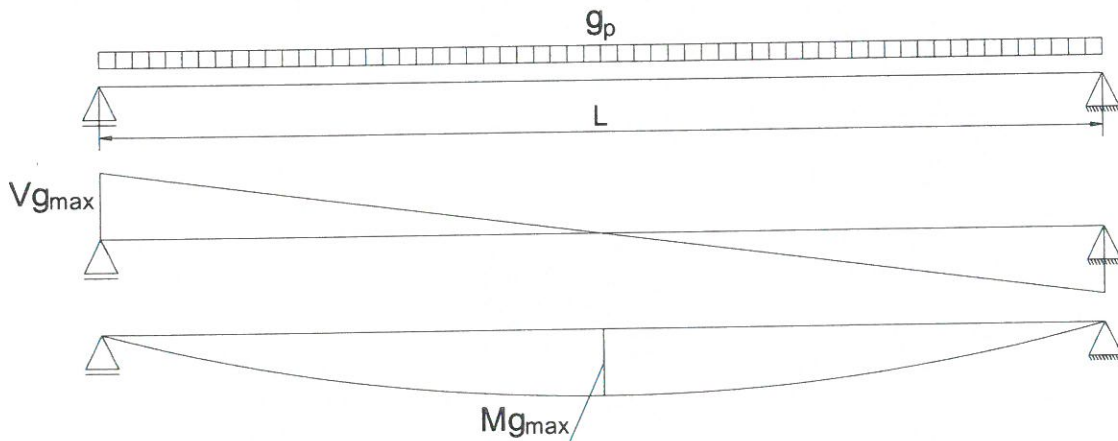
-coeficientul dinamic pentru o cale intretinuta in conditii standard

$$L_\phi := \frac{L_{lonj}}{m} + 3 = 5.07$$

-lungimea "determinata" conform tabel 6.2

$$\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.73 = 1.783$$

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

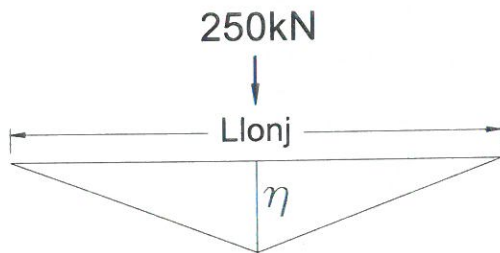


$$M_{gmax} := \frac{g_p \cdot L_{lonj}^2}{8} = 2.965 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{gmax} := \frac{g_p \cdot L_{lonj}}{2} = 5.73 \cdot \text{kN}$$

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

Linia de influenta a momentului incovoietor maxim:



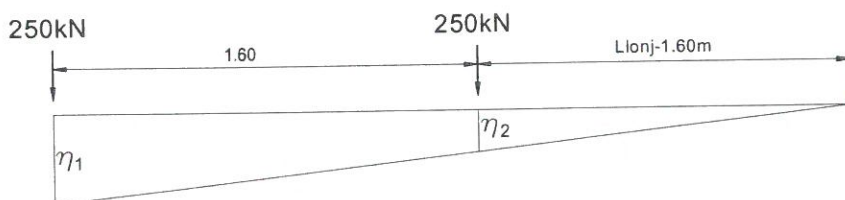
Ordonatele liniei de influenta a momentului incovoietor maxim:

$$\eta := 0.25 \cdot L_{lonj} = 0.517 \text{ m}$$

$$e_{ex} := \frac{\frac{B}{2} + 80 \text{ mm} + 50 \text{ mm}}{B} = 0.572 \quad \text{-coeficient de repartitie}$$

$$M_{\text{maxLM71}} := Q_{vk} \cdot e_{ex} \cdot \eta = 74.031 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Linia de influenta a fortei taietoare maxime:



Ordonatele liniei de influenta a fortei taietoare maxime:

$$\eta_1 := 1$$

$$\eta_2 := \frac{(L_{lonj} - 1.60 \text{ m})}{L_{lonj}} = 0.227$$

$$V_{\text{maxLM71}} := Q_{vk} \cdot e_{ex} \cdot (\eta_1 + \eta_2) = 175.537 \cdot \text{kN}$$

2.4. Combinarea acțiunilor pentru starea limită ultimă (SLU)

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0 \quad C_r := e_{ex} = 0.572$$

$$M_{Ed} := \gamma_G \cdot M_{gmax} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot M_{maxLM71} = 78.489 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed} := \gamma_G \cdot V_{gmax} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot V_{maxLM71} = 184.805 \cdot \text{kN}$$

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

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

SR EN 1993-1-1:2006

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

Tălpi în consolă						
		Secțiuni laminat		Secțiuni sudate		
Clasă	Perete supus la compresiune	Perete supus la încovoier 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	$c/t \leq 14\epsilon$	$c/t \leq 21\epsilon\sqrt{k_r}$ pentru k_r 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

$$c_{in} := h_{in} = 300 \cdot \text{mm} \quad t_{in} = 10 \cdot \text{mm}$$

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

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 şi compresiune			
Distribuţia tensiunilor în pereţi (compresiune pozitivă)						
1	$c/t \leq 72\epsilon$	$c/t \leq 33\epsilon$	$unde \alpha > 0,5: c/t \leq \frac{396\epsilon}{13\alpha - 1}$ $unde \alpha \leq 0,5: c/t \leq \frac{36\epsilon}{\alpha}$			
2	$c/t \leq 83\epsilon$	$c/t \leq 38\epsilon$	$unde \alpha > 0,5: c/t \leq \frac{456\epsilon}{13\alpha - 1}$ $unde \alpha \leq 0,5: c/t \leq \frac{41,5\epsilon}{\alpha}$			
Distribuţia tensiunilor în pereţi (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 deformaţia specifică de întindere $\epsilon_y > f_y/E$

$$c_{ts} := \frac{b_{ts1} - t_{in}}{2} = -5 \text{ mm} \quad t_{ts} := t_{ts1} + t_{ts2} + t_L = 10 \text{ mm}$$

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

$$Clasa_{secţiunii} := \max(Clasa_{inimii}, Clasa_{talpii}) = 1$$

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

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

4.1. Verificarea la moment incovoietor

Relatia de verificare: $\frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1$

$$M_{Ed} = 78.489 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

(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.

$$A_{ts1} := b_{ts1} \cdot t_{ts1} = 0 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{ti1} := b_{ti1} \cdot t_{ti1} = 0 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{ts2} := b_{ts2} \cdot t_{ts2} = 0 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{ti2} := b_{ti2} \cdot t_{ti2} = 0 \cdot \text{mm}^2$$

$$y_{max} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ti1} + t_{ti2} = 150 \cdot \text{mm}$$

$$y_{min} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ts1} + t_{ts2} = 150 \cdot \text{mm}$$

$$W_{pl} := A_{ts2} \cdot z_{ts2} + A_{ts1} \cdot z_{ts1} + \left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right) \cdot t_{in} \cdot z_{his} + 2A_{Lc} \cdot z_{Ls} = 580 \cdot \text{cm}^3 \quad M_{c_Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 136.35 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} = \text{"Se Verifica"}$$

4.2. Verificarea la forta taietoare

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

$$V_{Ed} = 184.805 \cdot \text{kN}$$

Pentru secțiunile din CLASA 1 si 2:

$$V_{c_Rd} = V_{pl_Rd} = \frac{A_v \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}$$

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**

$$A_v := A_L - 2 \cdot b_{ts1} \cdot (t_{ts2} + t_{ts1} + t_L) + (t_{in} + 2 \cdot r) \cdot (t_{ts2} + t_{ts1} + t_L) = 10780 \cdot \text{mm}^2$$

$$\eta \cdot h_{in} \cdot t_{in} = 3600 \cdot \text{mm}^2$$

$$V_{c_Rd} := \frac{A_v \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 1462.601 \cdot \text{kN}$$

$$\text{Relatia}_{\text{de_verificare.}} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{V_{Ed}}{V_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases} \quad \text{Relatia}_{\text{de_verificare.}} = \text{"Se Verifica"}$$

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

Relatie de verificare:

$$\gamma_{FF} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}}$$

$$\gamma_{FF} := 1.00$$

$$\gamma_{Mf} := 1.35 \quad (\text{conform SREN 1993-1-9:2006, tabelul 3.1})$$

Coefficientul dinamic (ϕ_2) (conform SREN 1991-2:2005, punctul 6.4.5.2)

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

$$L_\phi := \frac{L_{lonj}}{m} + 3 = 5.07 \quad \text{-lungimea "determinata" conform tabel 6.2}$$

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.82 = 1.522$$

$$\Delta\sigma_{E2} = \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p \quad \text{-conform SREN 1993-2:2007, punctul 9.4.1}$$

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).

$$\lambda_1 := 1.449 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.3}$$

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

$\lambda_2 := 0.808$ -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

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

Tabelul 9.3 - λ_1 pentru trafic feroviar standard





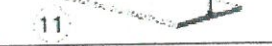
L	EC Mixt
0,5	1,60
1,0	1,60
1,5	1,60
2,0	1,46
2,5	1,38
3,0	1,35
3,5	1,17
4,0	1,07
4,5	1,02
5,0	1,03
6,0	1,03
7,0	0,97
8,0	0,92
9,0	0,88
10,0	0,85
12,5	0,82
15,0	0,76
17,5	0,70
20,0	0,67
25,0	0,66
30,0	0,65
35,0	0,64
40,0	0,64
45,0	0,64
50,0	0,63
60,0	0,63
70,0	0,62
80,0	0,61
90,0	0,61
100	0,60

$$\lambda_4 := 1.00$$

$$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 1.019$$

$$M_{Ed_SLUO} := M_{maxLM71} = 74.031 \cdot kN \cdot m$$

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 forte axiale	11) ... secțiunea netă.

$$\Delta\sigma_c := 90 \text{ MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 51.962 \cdot \text{MPa}$$

$$z_{ob} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} = 150 \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_{y_brut}} \cdot z_{ob} = 77.377 \cdot \text{MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 77.377 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 119.946 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Relatia}_{1_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$



Relatia₁_verificare = "Nu se Verifica"

Intocmit,
ing. Andrei RADU

Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU

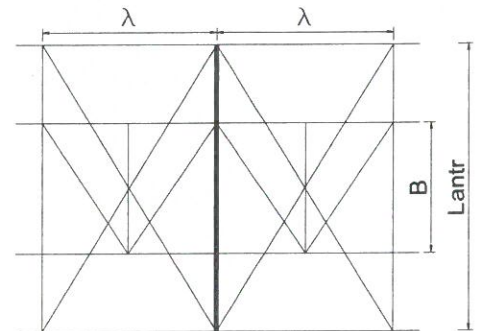
**Pod km 531+145, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.I.P.C.J.S. - deschidere 11.00m Fir 1**

Breviar de calcul Antretoaza curenta L=4.10m 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

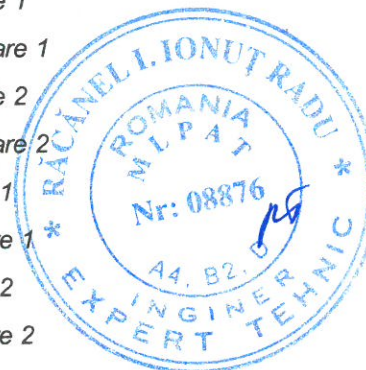
- $L_a := 4.10\text{m}$ -lungimea antretoazei
- $\lambda := 2.75\text{m}$ -distanta dintre antretoaze
- $\gamma_{ot} := 78.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ -greutatea specifica a otelului
- $B := 1.80\text{m}$ -distanta dintre lonjeroni



1.1. Evaluarea actiunilor:

1.1.a) Greutatea proprie a antretoazei

- $h_{ia} := 600\text{mm}$ -inaltimea inimii antretoazei
- $t_{ia} := 10\text{mm}$ -grosimea inimii antretoazei
- $b_{tsa1} := 220\text{mm}$ -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
- $b_{tia1} := 220\text{mm}$ -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



$$A_a := h_{ia} \cdot t_{ia} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} = 17000 \cdot \text{mm}^2$$

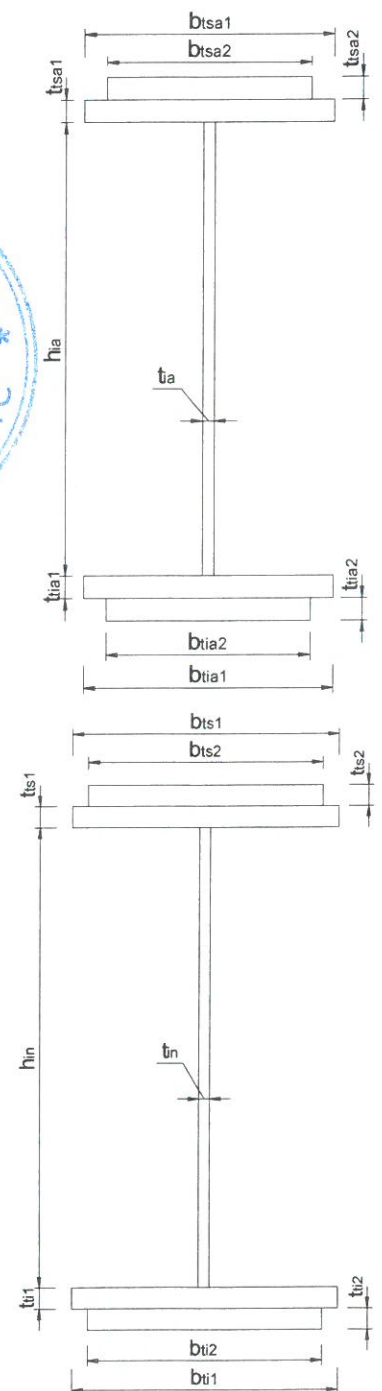
$$G_a := A_a \cdot \gamma_{ot} = 1.335 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.b) Greutatea proprie a lonjeronilor

- $h_{in} := 315\text{mm}$ -inaltimea inimii
- $t_{in} := 10\text{mm}$ -grosimea inimii
- $b_{ts1} := 220\text{mm}$ -laltimea talpii superioare 1
- $t_{ts1} := 15\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 1
- $b_{ti1} := 220\text{mm}$ -laltimea talpii inferioare 1
- $t_{ti1} := 15\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 1
- $b_{ts2} := 185\text{mm}$ -laltimea talpii superioare 2
- $t_{ts2} := 20\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 2
- $b_{ti2} := 0\text{mm}$ -laltimea talpii inferioare 2
- $t_{ti2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 2

$$A_L := b_{ts2} \cdot t_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} + h_{in} \cdot t_{in} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} = 13450 \cdot \text{mm}^2$$

$$G_l := A_L \cdot \gamma_{ot} = 1.056 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



1.1.c) Greutatea proprie a contravanturii lonjeronilor

Rigla panou de capat

$$A_{U140} := 20.40 \text{cm}^2 \quad \text{-aria unui profil U140x60}$$

$$G_r := A_{U140} \cdot \gamma_{ot} = 0.16 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Diagonala panou de capat

$$A_{L70x70x9} := 11.90 \text{cm}^2 \quad \text{-aria unui profil L70x70x9}$$

$$G_d := A_{L70x70x9} \cdot \gamma_{ot} = 0.093 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.d) Greutatea proprie a tablei striate

$$G_{ts} := 0.005 \text{m} \cdot 3.00 \text{m} \cdot \gamma_{ot} = 1.178 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.e) Greutatea proprie a traversei de lemn

$$\gamma_1 := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{-greutatea specifica a lemnului}$$

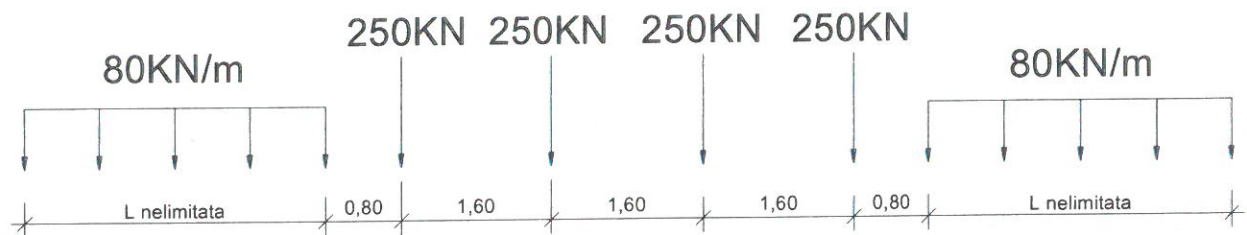
$$G_{trav} := 0.24 \text{m} \cdot 0.24 \text{m} \cdot 2.6 \text{m} \cdot \gamma_1 = 1.498 \cdot \text{kN}$$

1.1.f) Greutate sina S49 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

$$L_\phi := \frac{2 \cdot L_a}{m} = 8.2$$

-lungimea "determinata" conform tabel 6.2

$$\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi} - 0.2} + 0.73 = 1.541$$

1.2. Determinarea reactiunii pe anteretoaza din greutatea permanenta a trotuarului

$$R_{\text{trotuar}} := G_{\text{ts}} \cdot \lambda = 3.238 \cdot \text{kN}$$

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

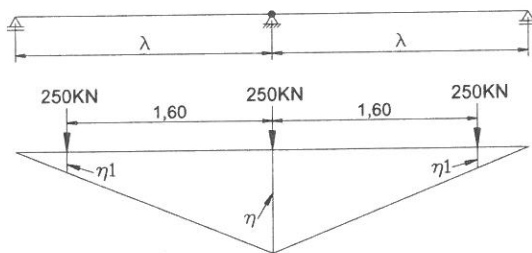
$$R_{\text{lonj}} := 2G_1 \cdot \lambda + 2G_r \cdot B + 2G_d \cdot \left[\sqrt{B^2 + \left(\frac{\lambda}{2} \right)^2} \right] + G_{\text{trav}} \cdot 6 + G_{\text{sina_mat}} \cdot \lambda = 17.717 \cdot \text{kN}$$

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

$$R_{\text{elem.adiacente}} := R_{\text{trotuar}} + R_{\text{lonj}} = 20.955 \cdot \text{kN}$$

1.6. Determinarea reactiunii pe antretoaza din convoiul de calcul LM71

Li Antretoaza curenta



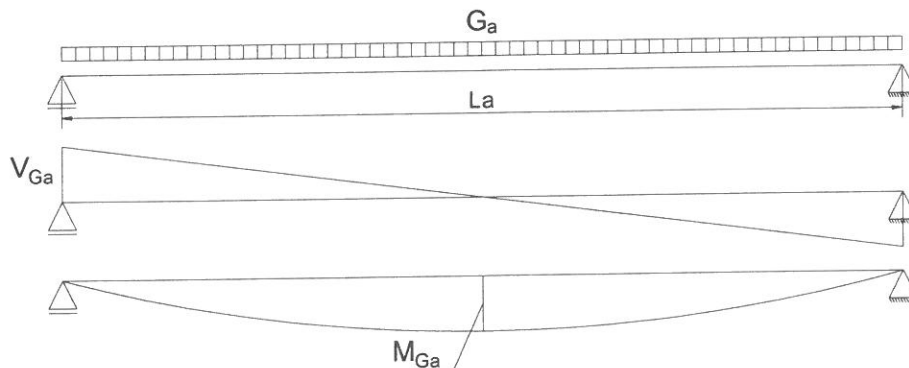
Ordonatele liniei de influenta:

$$\eta := 1.00$$

$$\eta_{1a} := \frac{\eta}{\lambda} (\lambda - 1.6\text{m}) = 0.418$$

$$R_{\text{LM71}} := \frac{Q_{\text{vk}}}{2} \cdot (\eta + 2 \cdot \eta_{1a}) = 229.545 \cdot \text{kN}$$

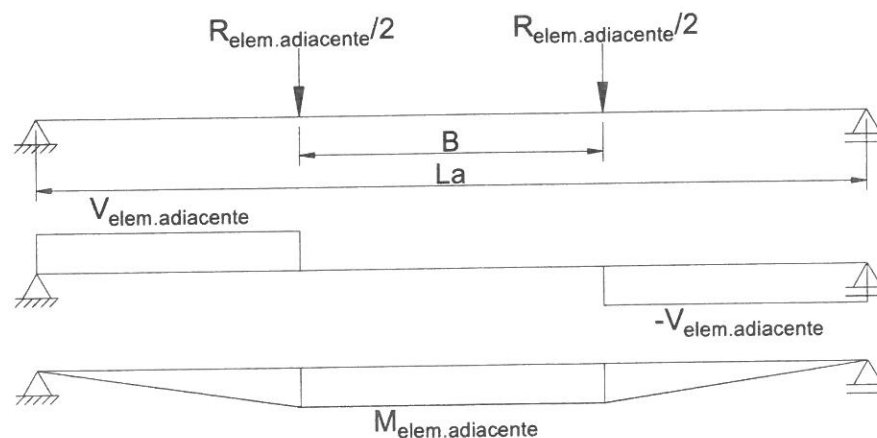
1.7. Diagrame de moment incovoietor si forta taietoare pe antretoaza din greutate proprie



$$M_{\text{Ga}} := \frac{G_a \cdot L_a^2}{8} = 2.804 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{\text{Ga}} := \frac{G_a \cdot L_a}{2} = 2.736 \cdot \text{kN}$$

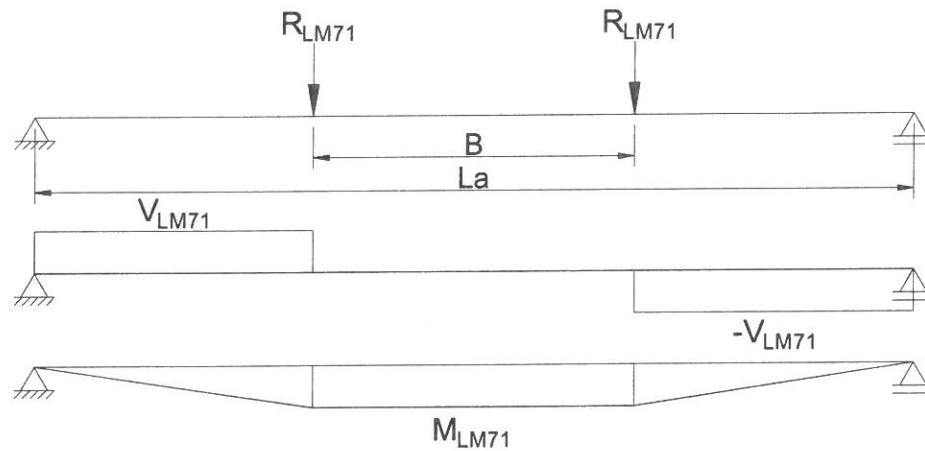
1.8. Diagrame de moment incovoietor si forta taietoare pe antretoaza din greutatea elementelor adiacente



$$M_{\text{elem.adiacente}} := \frac{R_{\text{elem.adiacente}}}{2} \cdot \frac{L_a - B}{2} = 12.049 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{\text{elem.adiacente}} := \frac{R_{\text{elem.adiacente}}}{2} = 10.478 \cdot \text{kN}$$

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



$$M_{LM71} := R_{LM71} \cdot \frac{L_a - B}{2} = 263.977 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{LM71} := R_{LM71} = 229.545 \cdot \text{kN}$$

1.10. Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \gamma_{Qi} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0$$

$$M_{Ed} := \gamma_G \cdot (M_{Ga} + M_{\text{elem.adiacente}}) + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot M_{LM71} = 421.628 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed} := \gamma_G \cdot (V_{Ga} + V_{\text{elem.adiacente}}) + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot V_{LM71} = 366.93 \cdot \text{kN}$$

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

$$\epsilon := \sqrt{\frac{235 \frac{N}{mm^2}}{f_y}} = 1$$

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	$c/t \leq 83\epsilon$	$c/t \leq 38\epsilon$	$unde \alpha > 0,5: c/t \leq \frac{456\epsilon}{13\alpha - 1}$ $unde \alpha \leq 0,5: c/t \leq \frac{41,5\epsilon}{\alpha}$			
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 $\epsilon_y > f_y/E$

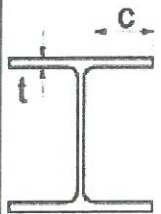
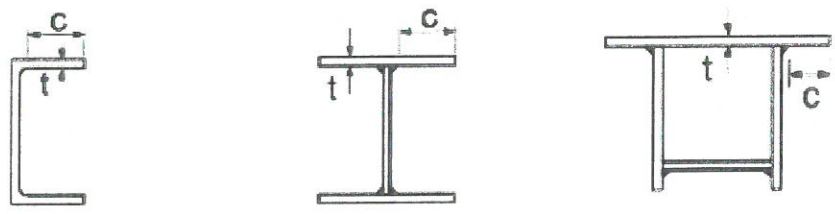
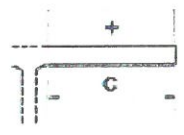
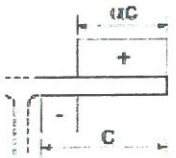
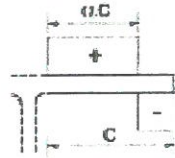
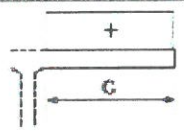
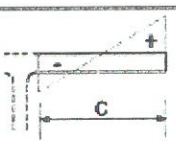
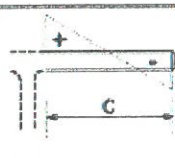
2.1. Clasa inimii:

$$c_i := h_{ia} = 600 \cdot \text{mm} \quad t_{ia} = 10 \cdot \text{mm}$$

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

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

Tabelul 5.2 (continuare) - Rapoarte lăţime-grosime 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	$c/t \leq 9\epsilon$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{a}}$			
2	$c/t \leq 10\epsilon$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{a}}$			
Distribuţia tensiunilor în pereţi (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:

$$c_{ts} := \frac{b_{tsa1} - t_{ia}}{2} = 105 \cdot \text{mm} \quad t_{ts} := t_{tsa1} + t_{tsa2} = 25 \cdot \text{mm}$$

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

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

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

$$CG_A := \frac{b_{tia2} \cdot t_{tia2} \cdot \frac{t_{tia2}}{2} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} \cdot \left(t_{tia2} + \frac{t_{tia1}}{2} \right) + h_{ia} \cdot t_{ia} \cdot \left(t_{tia2} + t_{tia1} + \frac{h_{ia}}{2} \right) \dots + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} \cdot \left(t_{tia1} + t_{tia2} + h_{ia} + \frac{t_{tsa1}}{2} \right) + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} \cdot \left(t_{tia1} + t_{tia2} + h_{ia} + t_{tsa1} + \frac{t_{tsa2}}{2} \right)}{A_a} = 325 \cdot \text{mm}$$

$$e_{CG} := \left(t_{tia2} + t_{tia1} + \frac{h_{ia}}{2} \right) - CG_A = 0.000 \cdot \text{mm}$$

$$z_{hias} := \frac{\left(\frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} \right)}{2} = 150 \cdot \text{mm}$$

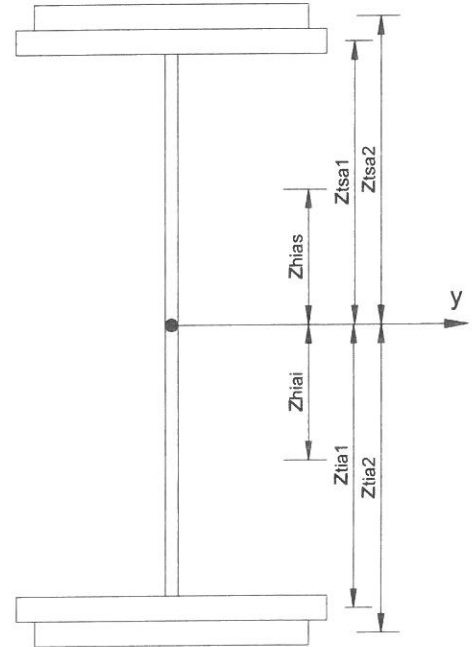
$$z_{hia1} := \frac{\left(\frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} \right)}{2} = 150 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tsa1} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + \frac{t_{tsa1}}{2} = 312.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tia1} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + \frac{t_{tia1}}{2} = 312.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tsa2} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + t_{tsa1} + \frac{t_{tsa2}}{2} = 325 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tia2} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + t_{tia1} + \frac{t_{tia2}}{2} = 325 \cdot \text{mm}$$



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

$$I_{yA} := \frac{b_{tia2} \cdot t_{tia2}^3}{12} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} \cdot z_{tia2}^2 + \frac{b_{tia1} \cdot t_{tia1}^3}{12} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} \cdot z_{tia1}^2 + \frac{h_{ia}^3 \cdot t_{ia}}{12} + h_{ia} \cdot t_{ia} \cdot e_{CG}^2 \dots = 125479.167 \cdot \text{cm}^4$$

$$+ \frac{b_{tsa1} \cdot t_{tsa1}^3}{12} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} \cdot z_{tsa1}^2 + \frac{b_{tsa2} \cdot t_{tsa2}^3}{12} + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} \cdot z_{tsa2}^2$$

$$I_{yA} = 125479.167 \cdot \text{cm}^4$$

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

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

3.1. Verificarea la moment incovoietor

Relatia de verificare:
$$\frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1$$

$$M_{Ed} = 421.628 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

(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.

$$y_{max} := CG_A = 325 \cdot \text{mm}$$

$$y_{min} := CG_A = 325 \cdot \text{mm}$$

$$W_{pl} := b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} \cdot z_{tsa2} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} \cdot z_{tsa1} + \left(\frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} \right) \cdot t_{ia} \cdot z_{hias} = 2169 \cdot \text{cm}^3 \quad M_{c_Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 509.656 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

$$\text{Relatia}_{de_verificare} = \text{"Se Verifica"}$$

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

Relatie de verificare:

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}}$$

$$\gamma_{Ff} := 1.00$$

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

(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

$$L_\phi := \frac{2 \cdot L_a}{m} = 8.2$$

-lungimea "determinata" conform tabel 6.2

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.82 = 1.361$$

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

-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).

$$\lambda_1 := 1.06 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.3}$$

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

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

$$\lambda_4 := 1.00$$

$$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.745$$

$$M_{Ed_SLUO} := M_{LM71} = 263.977 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

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</p> <p>$m=5$</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>
-----------------------------------	--	---

$$\Delta\sigma_c := 80 \text{ MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 46.188 \cdot \text{MPa}$$

$$z_{ob} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} = 300 \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_{yA}} \cdot z_{ob} = 63.113 \cdot \text{MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 63.113 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 63.987 \cdot \text{MPa}$$

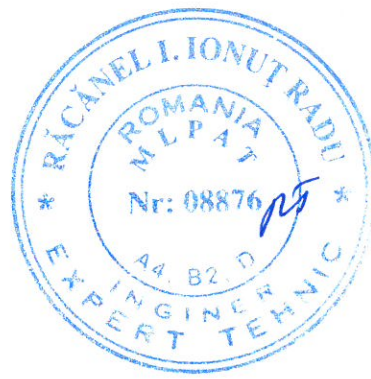
$$\text{Relatia}_1_{\text{verificare}} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia₁_verificare = "Nu se Verifica"

Intocmit,
ing. Andrei RADU



Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU



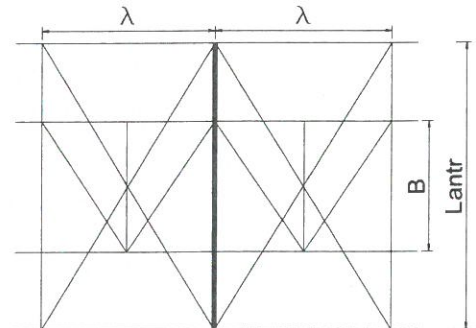
**Pod km 531+145, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.I.P.C.J.N. - deschidere 10.40m, Fir 2**

Breviar de calcul: Antretoaza curenta L=3.80m 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

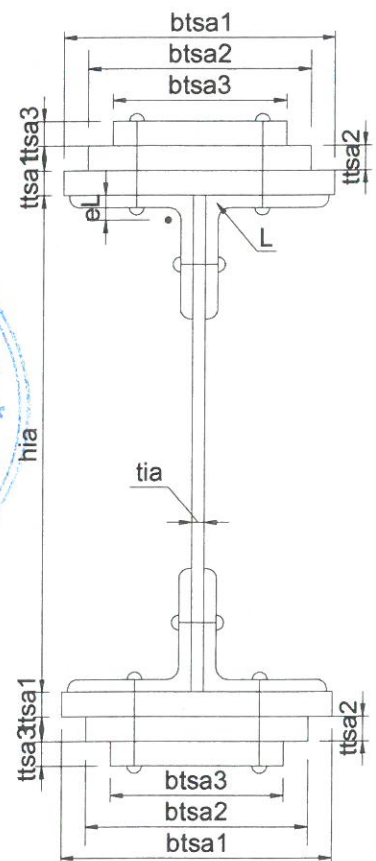
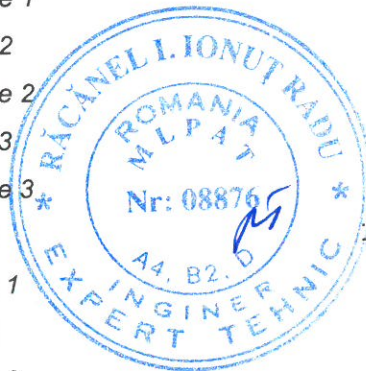
- $L_a := 3.80\text{m}$ -lungimea antretoazei
- $\lambda := 2.07\text{m}$ -distanța dintre antretoaze
- $\gamma_{ot} := 78.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ -greutatea specifica a otelului
- $B := 1.80\text{m}$ -distanța dintre lonjeroni



1.1. Evaluarea actiunilor:

1.1.a) Greutatea proprie a antretoazei

- $h_{ia} := 530\text{mm}$ -inaltimea inimii antretoazei
- $t_{ia} := 10\text{mm}$ -grosimea inimii antretoazei
- $b_{tsa1} := 210\text{mm}$ -latimea talpii superioare 1
- $t_{tsa1} := 10\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 1
- $b_{tsa2} := 0\text{mm}$ -latimea talpii superioare 2
- $t_{tsa2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 2
- $b_{tsa3} := 0\text{mm}$ -latimea talpii superioare 3
- $t_{tsa3} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 3
- $b_{tia1} := 210\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 1
- $t_{tia1} := 10\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 1
- $b_{tia2} := 0\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 2
- $t_{tia2} := 0\text{mm}$ -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: L90x90x9

$t_L := 9\text{mm}$ $A_{L90x90x9} := 15.50\text{cm}^2$ $I_L := 116\text{cm}^4$ $A_{Lc} := A_{L90x90x9}$
 $e_L := 2.54\text{cm}$

$A_a := h_{ia} \cdot t_{ia} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} + b_{tsa3} \cdot t_{tsa3} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} + b_{tia3} \cdot t_{tia3} + 4 \cdot A_{Lc} = 15700 \cdot \text{mm}^2$

$G_a := A_a \cdot \gamma_{ot} = 1.232 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

1.1.b) Greutatea proprie a lonjeronilor

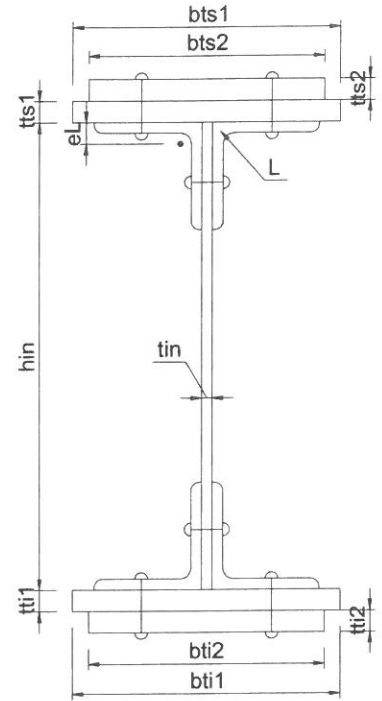
- $h_{in} := 300\text{mm}$ -inaltimea inimii
- $t_{in} := 10\text{mm}$ -grosimea inimii
- $b_{ts1} := 0\text{mm}$ -laltimea talpii superioare 1
- $t_{ts1} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 1
- $b_{ti1} := 0\text{mm}$ -laltimea talpii inferioare 1
- $t_{ti1} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 1
- $b_{ts2} := 0\text{mm}$ -laltimea talpii superioare 2
- $t_{ts2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 2
- $b_{ti2} := 0\text{mm}$ -laltimea talpii inferioare 2
- $t_{ti2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 2

Tipul profilului L: L100x100x10

$$t_L := 10\text{mm} \quad A_{L100x100x10} := 19.20\text{cm}^2 \quad A_{Lc} := A_{L100x100x10}$$

$$A_L := b_{ts2} \cdot t_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} + h_{in} \cdot t_{in} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} + 4 \cdot A_{Lc} = 106.8 \cdot \text{cm}^2$$

$$G_l := A_L \cdot \gamma_{ot} = 0.838 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



1.1.c) Greutatea proprie a contravanturii lonjeronilor

Rigla panou de capat

$$A_{U140} := 20.40\text{cm}^2 \quad \text{-aria unui profil U140x60}$$

$$G_r := A_{U140} \cdot \gamma_{ot} = 0.16 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.d) Greutatea proprie a tablei striate

$$G_{ts} := 0.005\text{m} \cdot 2.00\text{m} \cdot \gamma_{ot} = 0.785 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.e) Greutatea proprie a traversei de lemn

$$\gamma_l := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{-greutatea specifica a lemnului}$$

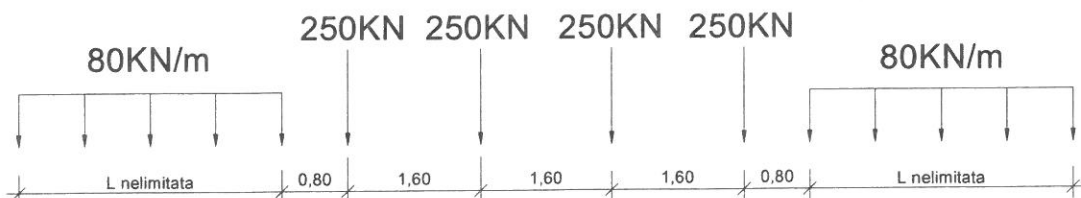
$$G_{trav} := 0.24\text{m} \cdot 0.24\text{m} \cdot 2.6\text{m} \cdot \gamma_l = 1.498 \cdot \text{kN}$$

1.1.f) Greutate sina S60 si prindere

$$G_{sina_mat} := 2.0 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.g) 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

$$L_\phi := \frac{2 \cdot L_a}{m} = 7.6$$

-lungimea "determinata" conform **tabel 6.2**

$$\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.73 = 1.575$$

1.2. Determinarea reactiunii pe anteretoaza din greutatea permanenta a trotuarului

$$R_{\text{trotuar}} := G_{ts} \cdot \lambda = 1.625 \cdot \text{kN}$$

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

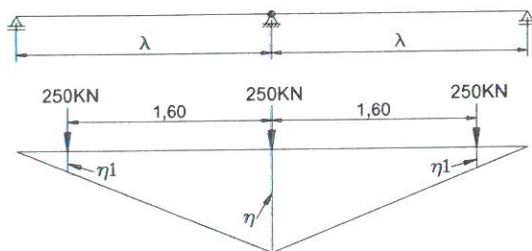
$$R_{\text{lonj}} := 2G_1 \cdot \lambda + 2G_r \cdot B + G_{\text{trav}} \cdot 6 + G_{\text{sina_mat}} \cdot \lambda = 17.173 \cdot \text{kN}$$

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

$$R_{\text{elem.adiacente}} := R_{\text{trotuar}} + R_{\text{lonj}} = 18.798 \cdot \text{kN}$$

1.6. Determinarea reactiunii pe antretoaza din convoiul de calcul LM71

Li Antretoaza curenta



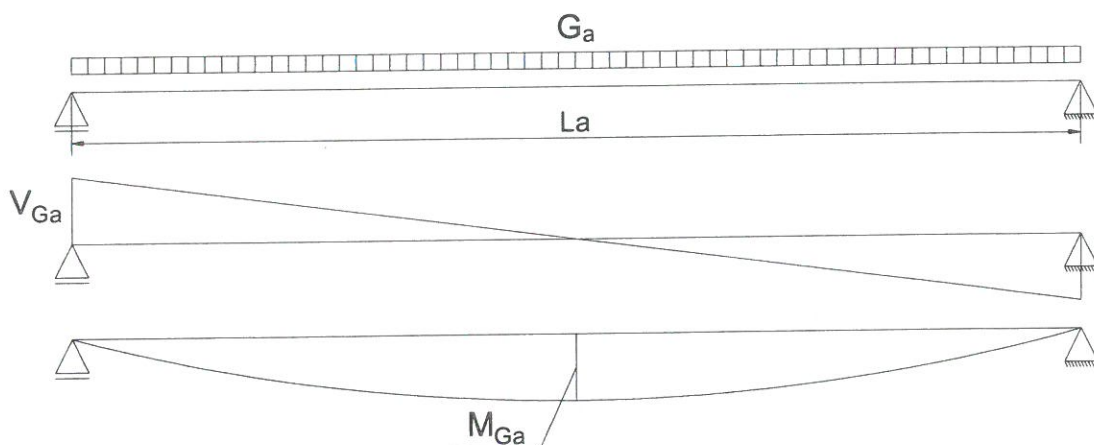
Ordonatele liniei de influenta:

$$\eta := 1.00$$

$$\eta_{1a} := \frac{\eta}{\lambda} (\lambda - 1.6\text{m}) = 0.227$$

$$R_{\text{LM71}} := \frac{Q_{\text{vk}}}{2} \cdot (\eta + 2 \cdot \eta_{1a}) = 181.763 \cdot \text{kN}$$

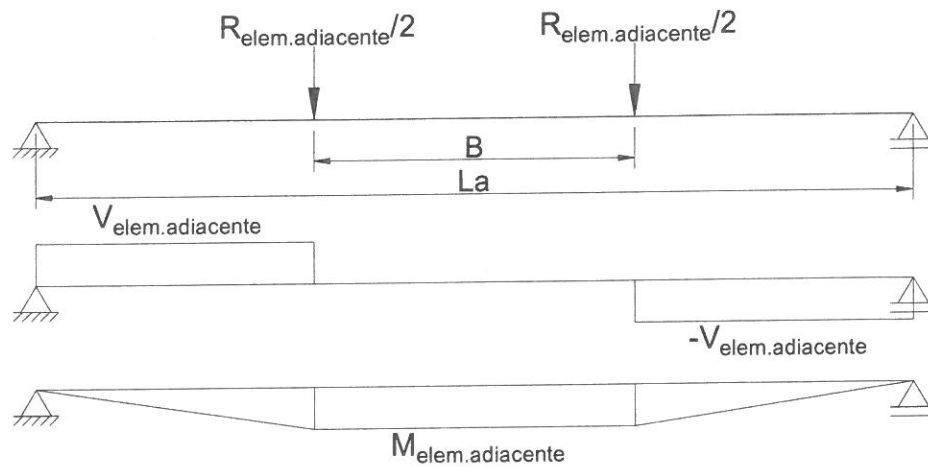
1.7. Diagrame de moment incovoietor si forta taietoare pe antretoaza din greutate proprie



$$M_{\text{Ga}} := \frac{G_a \cdot L_a^2}{8} = 2.225 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

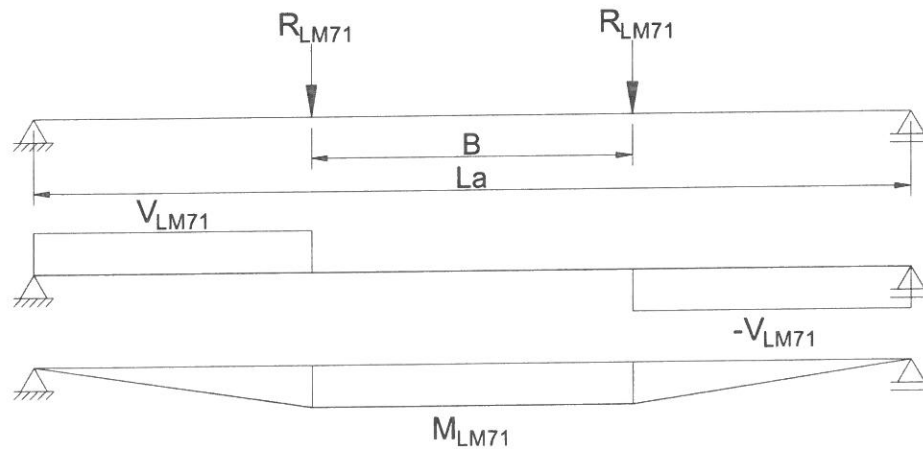
$$V_{\text{Ga}} := \frac{G_a \cdot L_a}{2} = 2.342 \cdot \text{kN}$$

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



$$M_{\text{elem.adiacente}} := \frac{R_{\text{elem.adiacente}}}{2} \cdot \frac{L_a - B}{2} = 9.399 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{\text{elem.adiacente}} := \frac{R_{\text{elem.adiacente}}}{2} = 9.399 \cdot \text{kN}$$

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



$$M_{\text{LM71}} := R_{\text{LM71}} \cdot \frac{L_a - B}{2} = 181.763 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{\text{LM71}} := R_{\text{LM71}} = 181.763 \cdot \text{kN}$$

1.10. Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \gamma_{Qi} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0$$

$$M_{\text{Ed}} := \gamma_G \cdot (M_{\text{Ga}} + M_{\text{elem.adiacente}}) + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot M_{\text{LM71}} = 297.865 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{\text{Ed}} := \gamma_G \cdot (V_{\text{Ga}} + V_{\text{elem.adiacente}}) + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot V_{\text{LM71}} = 297.982 \cdot \text{kN}$$

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

$$\epsilon := \sqrt{\frac{235 \frac{N}{mm^2}}{f_y}} = 1$$

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:

$$c_i := h_{ia} = 530 \cdot \text{mm} \quad t_{ia} = 10 \cdot \text{mm}$$

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

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

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:

$$c_{ts} := \frac{b_{tsa1} - t_{ia}}{2} = 100\text{-mm} \quad t_{ts} := t_{tsa1} + t_{tsa2} + t_{tsa3} + t_L = 19\text{-mm}$$

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

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

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

$$CG_A := \frac{b_{tia3} \cdot t_{tia3} \cdot \frac{t_{tia3}}{2} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} \cdot \left(t_{tia3} + \frac{t_{tia2}}{2} \right) + b_{tia1} \cdot t_{tia1} \cdot \left(t_{tia3} + t_{tia2} + \frac{t_{tia1}}{2} \right) \dots}{A_a}$$

$$+ 2A_{Lc} \cdot (t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + e_L) + h_{ia} \cdot t_{ia} \cdot \left(t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + \frac{h_{ia}}{2} \right) + 2A_{Lc} \cdot (t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + h_{ia} - e_L)$$

$$+ b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} \cdot \left(t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + h_{ia} + \frac{t_{tsa1}}{2} \right) + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} \cdot \left(t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + h_{ia} + t_{tsa1} + \frac{t_{tsa2}}{2} \right) \dots$$

$$+ b_{tsa3} \cdot t_{tsa3} \cdot \left(t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + h_{ia} + t_{tsa1} + t_{tsa2} + \frac{t_{tsa3}}{2} \right)$$

$CG_A = 275 \cdot \text{mm}$

$e_{CG} := \left(t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + \frac{h_{ia}}{2} \right) - CG_A = 0.000 \cdot \text{mm}$

$z_{hias} := \frac{\left(\frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} \right)}{2} = 132.5 \cdot \text{mm}$

$z_{hia1} := \frac{\left(\frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} \right)}{2} = 132.5 \cdot \text{mm}$

$z_{tsa1} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + \frac{t_{tsa1}}{2} = 270 \cdot \text{mm}$

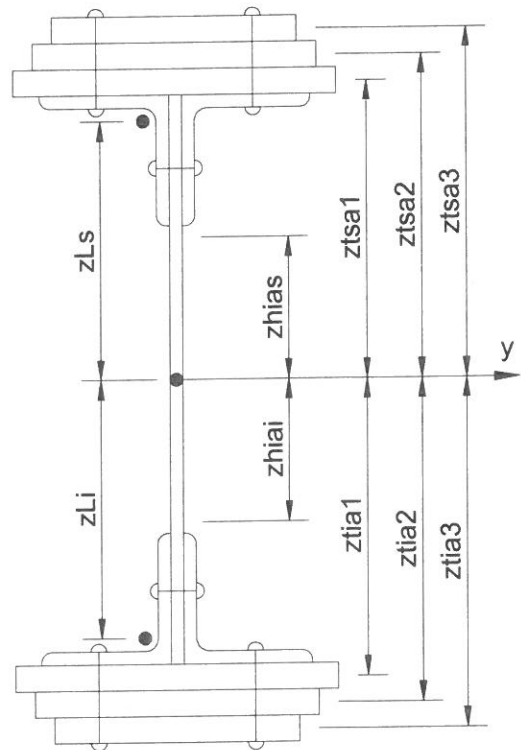
$z_{tia1} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + \frac{t_{tia1}}{2} = 270 \cdot \text{mm}$

$z_{tsa2} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + t_{tsa1} + \frac{t_{tsa2}}{2} = 275 \cdot \text{mm}$

$z_{tia2} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + t_{tia1} + \frac{t_{tia2}}{2} = 275 \cdot \text{mm}$

$z_{tsa3} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + t_{tsa1} + t_{tsa2} + \frac{t_{tsa3}}{2} = 275 \cdot \text{mm}$

$z_{tia3} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + t_{tia1} + t_{tia2} + \frac{t_{tsa3}}{2} = 275 \cdot \text{mm}$



$z_{Ls} := \left(\frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} \right) - e_L = 239.6 \cdot \text{mm}$

$z_{Li} := \left(\frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} \right) - e_L = 239.6 \cdot \text{mm}$

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

$$I_{yA_brut} := \frac{b_{tia3} \cdot t_{tia3}^3}{12} + b_{tia3} \cdot t_{tia3} \cdot z_{tia3}^2 + \frac{b_{tia2} \cdot t_{tia2}^3}{12} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} \cdot z_{tia2}^2 + \frac{b_{tia1} \cdot t_{tia1}^3}{12} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} \cdot z_{tia1}^2 + 2I_L \dots$$

$$+ 2A_{Lc} \cdot z_{Li}^2 + \frac{h_{ia}^3 \cdot t_{ia}}{12} + h_{ia} \cdot t_{ia} \cdot e_{CG}^2 + 2I_L + 2A_{Lc} \cdot z_{Ls}^2 + \frac{b_{tsa1} \cdot t_{tsa1}^3}{12} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} \cdot z_{tsa1}^2 \dots$$

$$+ \frac{b_{tsa2} \cdot t_{tsa2}^3}{12} + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} \cdot z_{tsa2}^2 + \frac{b_{tsa3} \cdot t_{tsa3}^3}{12} + b_{tsa3} \cdot t_{tsa3} \cdot z_{tsa3}^2$$

$I_{yA_brut} = 79084.976 \cdot \text{cm}^4$

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: $\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$

$$M_{Ed} = 297.865 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

(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.

$$f_u := 360 \text{MPa} \quad t := t_{tsa3} + t_{tsa2} + t_{tsa1} + t_L = 19 \cdot \text{mm}$$

$$n := 2 \quad d_0 := 23 \text{mm}$$

$$A_{goluri} := t \cdot n \cdot d_0 = 874 \cdot \text{mm}^2 \quad A_f := b_{tia1} \cdot t_{tia1} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} + b_{tia3} \cdot t_{tia3} + 2 \cdot A_{Lc} = 5200 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{f_net} := A_f - A_{goluri} = 4326 \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{Relatia}_{de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{A_{f_net} \cdot 0.9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} \geq \frac{A_f \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_{de_verificare} = "Nu se Verifica"

In acest caz trebuie sa se tina seama de gaurile de prindere si astfel, se reduce aria talpilor

$$A_{tsa1} := b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} - t_{tsa1} \cdot n \cdot d_0 = 1640 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{tia1} := b_{tia1} \cdot t_{tia1} - t_{tia1} \cdot n \cdot d_0 = 1640 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{tsa2} := b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} - t_{tsa2} \cdot n \cdot d_0 = 0 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{tia2} := b_{tia2} \cdot t_{tia2} - t_{tia2} \cdot n \cdot d_0 = 0 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{tsa3} := b_{tsa3} \cdot t_{tsa3} - t_{tsa3} \cdot n \cdot d_0 = 0 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{tia3} := b_{tia3} \cdot t_{tia3} - t_{tia3} \cdot n \cdot d_0 = 0 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{Lc} := A_{Lc} - t_L \cdot d_0 = 1343 \cdot \text{mm}^2$$

$$I_{yA_net} := \frac{b_{tia3} \cdot t_{tia3}^3}{12} + A_{tia3} \cdot z_{tia3}^2 + \frac{b_{tia2} \cdot t_{tia2}^3}{12} + A_{tia2} \cdot z_{tia2}^2 + \frac{b_{tia1} \cdot t_{tia1}^3}{12} + A_{tia1} \cdot z_{tia1}^2 + 2I_L \dots$$

$$+ 2A_{Lc} \cdot z_{Li}^2 + \frac{h_{ia}^3 \cdot t_{ia}}{12} + h_{ia} \cdot t_{ia} \cdot e_{CG}^2 + 2I_L + 2A_{Lc} \cdot z_{Ls}^2 + \frac{b_{tsa1} \cdot t_{tsa1}^3}{12} + A_{tsa1} \cdot z_{tsa1}^2 \dots$$

$$+ \frac{b_{tsa2} \cdot t_{tsa2}^3}{12} + A_{tsa2} \cdot z_{tsa2}^2 + \frac{b_{tsa3} \cdot t_{tsa3}^3}{12} + A_{tsa3} \cdot z_{tsa3}^2$$

$$I_{yA_net} = 67624.78 \cdot \text{cm}^4$$

$$y_{\max} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + t_{tia1} + t_{tia2} + t_{tia3} = 275 \cdot \text{mm} \quad y_{\min} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + t_{tsa1} + t_{tsa2} + t_{tsa3} = 275 \cdot \text{mm}$$

$$W_{pl} := A_{tsa3} \cdot z_{tsa3} + A_{tsa2} \cdot z_{tsa2} + A_{tsa1} \cdot z_{tsa1} + \left(\frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} \right) \cdot t_{ia} \cdot z_{hias} + 2A_{LC} \cdot z_{Ls} = 1437 \cdot \text{cm}^3$$

$$M_{c_Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 337.81 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

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

Relatia_{de_verificare} = "Se Verifica"

4.2. Verificarea la forta taietoare

$$\text{Relatia de verificare: } \frac{V_{Ed}}{V_{c_Rd}} \leq 1$$

$$V_{Ed} = 297.982 \cdot \text{kN}$$

Pentru sectiunile din CLASA 1 si 2

$$V_{c_Rd} = V_{pl_Rd} = \frac{A_v \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}}$$

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**

$$A_v := A_a - 2 \cdot b_{tsa1} \cdot (t_{tsa3} + t_{tsa2} + t_{tsa1} + t_L) + (t_{ia} + 2 \cdot r) \cdot (t_{tsa3} + t_{tsa2} + t_{tsa1} + t_L) = 7910 \cdot \text{mm}^2$$

$$\eta \cdot h_{ia} \cdot t_{ia} = 6360 \cdot \text{mm}^2$$

$$V_{c_Rd} := \frac{A_v \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} = 1073.208 \cdot \text{kN}$$

$$\text{Relatia}_{de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{V_{Ed}}{V_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

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:

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta \sigma_{E2} \leq \frac{\Delta \sigma_c}{\gamma_{Mf}}$$

$$\gamma_{Ff} := 1.00$$

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

(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

$$L_\phi := \frac{2 \cdot L_a}{m} = 7.6$$

-lungimea "determinata" conform **tabel 6.2**

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_\phi} - 0.2} + 0.82 = 1.383$$

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

-conform SREN 1993-2:2007, punctul 9.4.1

λ - factorul echivalent de vătămare

ϕ_2 - coeficientul dinamic echivalent

$\Delta\sigma_p$ - ecartul de referință

$$\Delta\sigma_p = |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}|$$

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).

$$\lambda_1 := 1.11 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.3}$$

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

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

$$\lambda_4 := 1.00$$






$$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.78$$

$$M_{Ed_SLUO} := M_{LM71} = 181.763 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

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.

$$\Delta\sigma_c := 90\text{MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 51.962\text{MPa}$$

$$z_{ob} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} = 265\text{mm}$$

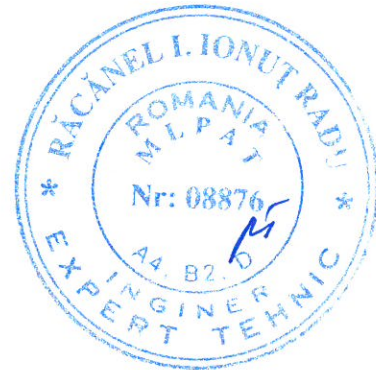
$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_{yA_net}} \cdot z_{ob} = 71.227\text{MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 71.227\text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 76.875\text{MPa}$$

$$\text{Relatia}_{1_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia₁_verificare = "Nu se Verifica"



Intocmit,
ing. Andrei RADU

Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU

Pod km 573+461, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.I.P.C.J.N. - deschidere 12.85m

Breviar de calcul: Lonjeron curent L=2.14m conform EUROCOD

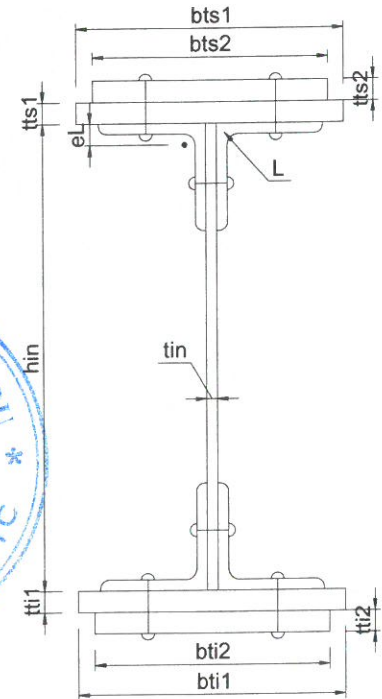
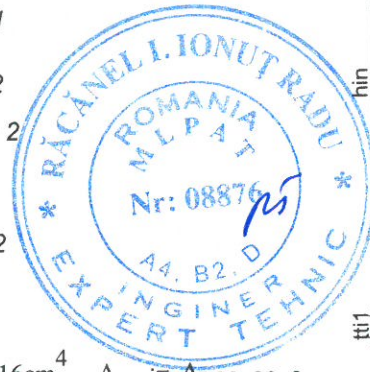
In cadrul notei de calcul s-au considerat coeficienti de siguranta cu valoarea 1.00 pentru constructii existente verificate la conditii de exploatare.

1. Caracteristicile sectiunii Lonjeronului curent

$h_{in} := 300\text{mm}$	-inaltimea inimii
$t_{in} := 15\text{mm}$	-grosimea inimii
$b_{ts1} := 195\text{mm}$	-laltimea talpii superioare 1
$t_{ts1} := 10\text{mm}$	-grosimea talpii superioare 1
$b_{ti1} := 0\text{mm}$	-laltimea talpii inferioare 1
$t_{ti1} := 0\text{mm}$	-grosimea talpii inferioare 1
$b_{ts2} := 0\text{mm}$	-laltimea talpii superioare 2
$t_{ts2} := 0\text{mm}$	-grosimea talpii superioare 2
$b_{ti2} := 0\text{mm}$	-laltimea talpii inferioare 2
$t_{ti2} := 0\text{mm}$	-grosimea talpii inferioare 2

Tipul profilului L: L90x90x9

$t_L := 9\text{mm}$ $A_{L90x90x9} := 15.50\text{cm}^2$ $I_L := 116\text{cm}^4$ $A_{Lc} := A_{L90x90x9}$
 $e_L := 2.54\text{cm}$



1.1. Aria sectiunii transversale a lonjeronului curent:

$A_L := b_{ts2} \cdot t_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} + h_{in} \cdot t_{in} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} + 4 \cdot A_{Lc} = 126.5 \cdot \text{cm}^2$

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

$$CG_L := \frac{b_{ti2} \cdot t_{ti2} \cdot \frac{t_{ti2}}{2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} \cdot \left(t_{ti2} + \frac{t_{ti1}}{2} \right) + 2 \cdot A_{Lc} \cdot \left(t_{ti2} + t_{ti1} + e_L \right) + h_{in} \cdot t_{in} \cdot \left(t_{ti2} + t_{ti1} + \frac{h_{in}}{2} \right) + 2 \cdot A_{Lc} \cdot \left(t_{ti2} + t_{ti1} + h_{in} - e_L \right) + b_{ts1} \cdot t_{ts1} \cdot \left(t_{ti1} + t_{ti2} + h_{in} + \frac{t_{ts1}}{2} \right) + b_{ts2} \cdot t_{ts2} \cdot \left(t_{ti1} + t_{ti2} + h_{in} + t_{ts1} + \frac{t_{ts2}}{2} \right)}{A_L} = 174 \cdot \text{mm}$$

$$e_{CG} := \left(t_{ti2} + t_{ti1} + \frac{h_{in}}{2} \right) - CG_L = -23.893 \cdot \text{mm}$$

$$z_{his} := \frac{\left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right)}{2} = 63.053 \cdot \text{mm}$$

$$z_{hii} := \frac{\left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} \right)}{2} = 86.947 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ts1} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + \frac{t_{ts1}}{2} = 131.107 \cdot \text{mm}$$

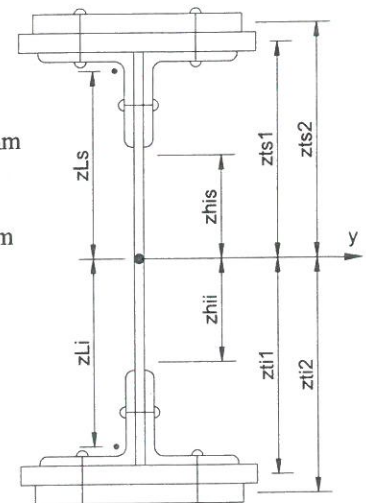
$$z_{ti1} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + \frac{t_{ti1}}{2} = 173.893 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ts2} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ts1} + \frac{t_{ts2}}{2} = 136.107 \cdot \text{mm}$$

$$z_{ti2} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ti1} + \frac{t_{ti2}}{2} = 173.893 \cdot \text{mm}$$

$$z_{Ls} := \left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right) - e_L = 100.707 \cdot \text{mm}$$

$$z_{Li} := \left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} \right) - e_L = 148.493 \cdot \text{mm}$$



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

$$I_{y_brut} := \frac{b_{ti2} \cdot t_{ti2}^3}{12} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} \cdot z_{ti2}^2 + \frac{b_{ti1} \cdot t_{ti1}^3}{12} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} \cdot z_{ti1}^2 + 2I_L + 2A_{Lc} \cdot z_{Li}^2 \dots$$

$$+ \frac{h_{in}^3 \cdot t_{in}}{12} + h_{in} \cdot t_{in} \cdot e_{CG}^2 + 2I_L + 2A_{Lc} \cdot z_{Ls}^2 + \frac{b_{ts1} \cdot t_{ts1}^3}{12} \dots$$

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

$$I_{y_brut} = 17428.925 \cdot \text{cm}^4$$

1.4. Determinarea modulelor de rezistenta:

$$W_{supL} := \frac{I_{y_brut}}{\left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ts1} + t_{ts2}\right)} = 948 \cdot \text{cm}^3$$

$$W_{infL} := \frac{I_{y_brut}}{\left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ti1} + t_{ti2}\right)} = 1382 \cdot \text{cm}^3$$

2. Determinarea eforturilor in Lonjeronul curent

$L_{lonj} := 2.07\text{m}$ -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:

$g_L := A_L \cdot \gamma_s = 0.993 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ - greutate lonjeron

$g_{sina} := 0.60 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ $g_{prindere} := 1.30 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

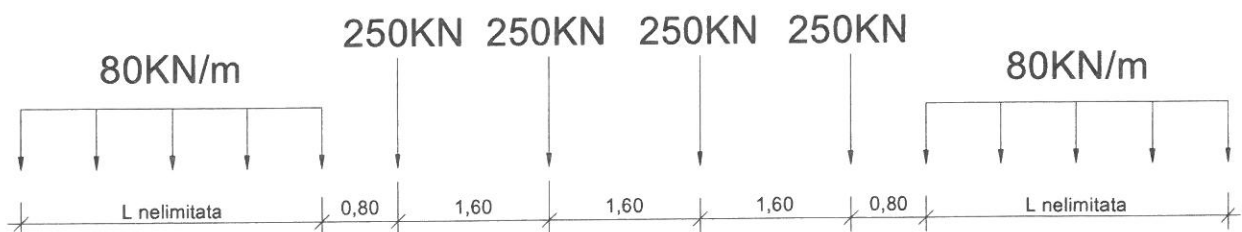
$g_{traversa} := 0.24\text{m} \cdot 0.24\text{m} \cdot 2.60\text{m} \cdot \gamma_{lemn} = 1.498 \cdot \text{kN}$

$g_{cale} := g_{sina} + 2g_{prindere} + \frac{2 \cdot g_{traversa} \cdot 1.0\text{m}}{2} = 4.698 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$g_p := g_L + g_{cale} = 5.691 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

2.1.b) Convoiu de calcul LM71

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



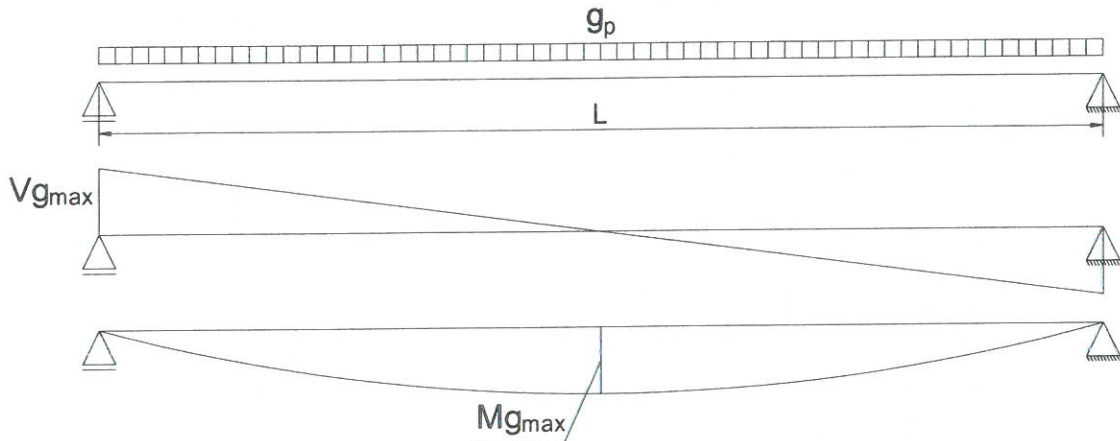
Coefficientul dinamic (ϕ_3) (conform SREN 1991-2:2005 - punctul 6.4.5.2)

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

$$L_\phi := \frac{L_{lonj}}{m} + 3 = 5.07 \quad \text{-lungimea "determinata" conform tabel 6.2}$$

$$\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.73 = 1.783$$

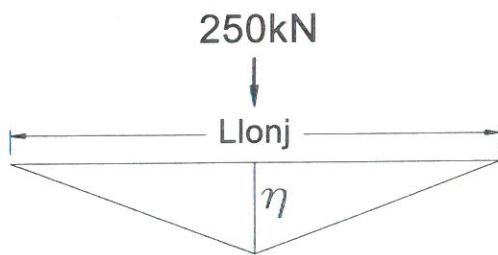
2.2. Diagrame de momente incovoietoare si forta taietoare din greutate permanenta



$$M_{gmax} := \frac{g_p \cdot L_{lonj}^2}{8} = 3.048 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{gmax} := \frac{g_p \cdot L_{lonj}}{2} = 5.89 \cdot \text{kN}$$

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

Linia de influenta a momentului incovoietor maxim:



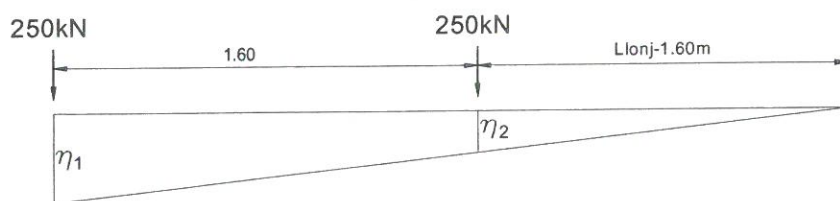
Ordonatele liniei de influenta a momentului incovoietor maxim:

$$\eta := 0.25 \cdot L_{lonj} = 0.517 \text{ m}$$

$$e_{ex} := \frac{\frac{B}{2} + 80 \text{ mm} + 50 \text{ mm}}{B} = 0.572 \quad \text{-coeficient de repartitie}$$

$$M_{maxLM71} := Q_{vk} \cdot e_{ex} \cdot \eta = 74.031 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Linia de influenta a fortei taietoare maxime:



Ordonatele liniei de influenta a fortei taietoare maxime:

$$\eta_1 := 1$$

$$\eta_2 := \frac{(L_{lonj} - 1.60 \text{ m})}{L_{lonj}} = 0.227$$

$$V_{maxLM71} := Q_{vk} \cdot e_{ex} \cdot (\eta_1 + \eta_2) = 175.537 \cdot \text{kN}$$

2.4. Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0 \quad C_{T1} := e_{ex} = 0.572$$

$$M_{Ed} := \gamma_G \cdot M_{gmax} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_{T1} \cdot M_{maxLM71} = 78.572 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed} := \gamma_G \cdot V_{gmax} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_{T1} \cdot V_{maxLM71} = 184.965 \cdot \text{kN}$$

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	$c/t \leq 14\epsilon$	$c/t \leq 21\epsilon\sqrt{k_e}$ pentru k_e , 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

$$c_{in} := h_{in} = 300 \cdot \text{mm} \quad t_{in} = 15 \cdot \text{mm}$$

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

Tabelul 5.2– Rapoarte lăţime-grosime maxime pentru pereţii comprimaţi

Pereţi comprimaţi 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 $\varepsilon_y > f_y/E$

$$c_{ts} := \frac{b_{ts1} - t_{in}}{2} = 90 \cdot \text{mm} \quad t_{ts} := t_{ts1} + t_{ts2} + t_L = 19 \cdot \text{mm}$$

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

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

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

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

4.1. Verificarea la moment incovoietor

Relatia de verificare: $\frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1$

$$M_{Ed} = 78.572 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

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

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

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

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

$$A_{ts1} := b_{ts1} \cdot t_{ts1} = 1950 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{ti1} := b_{ti1} \cdot t_{ti1} = 0 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{ts2} := b_{ts2} \cdot t_{ts2} = 0 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{ti2} := b_{ti2} \cdot t_{ti2} = 0 \cdot \text{mm}^2$$

$$y_{max} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ti1} + t_{ti2} = 173.893 \cdot \text{mm}$$

$$y_{min} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ts1} + t_{ts2} = 136.107 \cdot \text{mm}$$

$$W_{pl} := A_{ts2} \cdot z_{ts2} + A_{ts1} \cdot z_{ts1} + \left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right) \cdot t_{in} \cdot z_{his} + 2A_{Lc} \cdot z_{Ls} = 687 \cdot \text{cm}^3 \quad M_{c_Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 161.473 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} = \text{"Se Verifica"}$$

4.2. Verificarea la forta taietoare

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

$$V_{Ed} = 184.965 \cdot \text{kN}$$

Pentru secțiunile din CLASA 1 si 2

$$V_{c_Rd} = V_{pl_Rd} = \frac{A_v \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}$$

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

$$A_v := A_L - 2 \cdot b_{ts1} \cdot (t_{ts2} + t_{ts1} + t_L) + (t_{in} + 2 \cdot r) \cdot (t_{ts2} + t_{ts1} + t_L) = 5525 \cdot \text{mm}^2$$

$$\eta \cdot h_{in} \cdot t_{in} = 5400 \cdot \text{mm}^2$$

$$V_{c_Rd} := \frac{A_v \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 749.617 \cdot \text{kN}$$

$$\text{Relatia}_{\text{de_verificare}} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{V_{Ed}}{V_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases} \quad \text{Relatia}_{\text{de_verificare}} = \text{"Se Verifica"}$$

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)

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

$$L_\phi := \frac{L_{lonj}}{m} + 3 = 5.07 \quad \text{-lungimea "determinata" conform tabel 6.2}$$

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.82 = 1.522$$

$$\Delta\sigma_{E2} = \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p \quad \text{-conform SREN 1993-2:2007, punctul 9.4.1}$$

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 echivalenti corespunzatori vatamarii λ pentru poduri de cale ferata

(1) Factorul echivalent corespunzator vatamarii λ pentru podurile de cale ferata a caror deschidere nu depaseste 100 m se obtine astfel:

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

In care: λ_1 este un factor care tine seama de efectul vatamarii din trafic si depinde de lungimea liniei de influenta;

λ_2 este un factor care tine seama de volumul traficului;

λ_3 este un factor care tine seama de durata de viata proiectata a podului;

λ_4 este un factor pentru cazul in care elementul structural este incărcat de cel puțin două linii;

λ_{max} este valoarea maximă a factorului λ - luându-se în considerare limita de oboseală, a se vedea (9).

$$\lambda_1 := 1.438 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.3}$$

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

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

Tabelul 9.3 - λ , pentru trafic feroviar standard

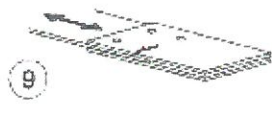




L	EC Mixt
0,5	1,60
1,0	1,60
1,5	1,60
2,0	1,46
2,5	1,38
3,0	1,35
3,5	1,17
4,0	1,07
4,5	1,02
5,0	1,03
6,0	1,03
7,0	0,97
8,0	0,92
9,0	0,88
10,0	0,85
12,5	0,82
15,0	0,76
17,5	0,70
20,0	0,67
25,0	0,66
30,0	0,65
35,0	0,64
40,0	0,64
45,0	0,64
50,0	0,63
60,0	0,63
70,0	0,62
80,0	0,61
90,0	0,61
100	0,60

$$\lambda_4 := 1.00$$

$$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 1.011$$

$$M_{Ed_SLUO} := M_{\max LM71} = 74.031 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

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 forte axiale	11) ... secțiunea netă.

$$\Delta\sigma_c := 90 \text{ MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 51.962 \cdot \text{MPa}$$

$$z_{ob} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} = 126.107 \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_{y_brut}} \cdot z_{ob} = 53.565 \cdot \text{MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 53.565 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 82.404 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Relatia}_1_verificare := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$



Relatia₁_verificare = "Nu se Verifica"

Intocmit,
ing. Andrei RADU

Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU

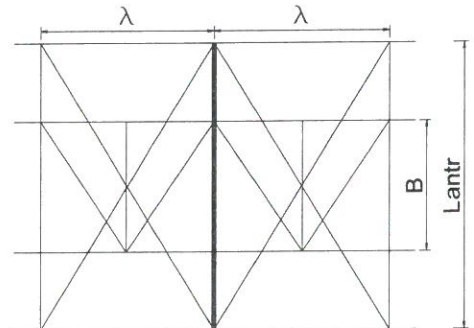
**Pod km 573+461, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.I.P.C.J.N. - deschidere 12.85m**

Breviar de calcul: Antretoaza curenta L=3.80m 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

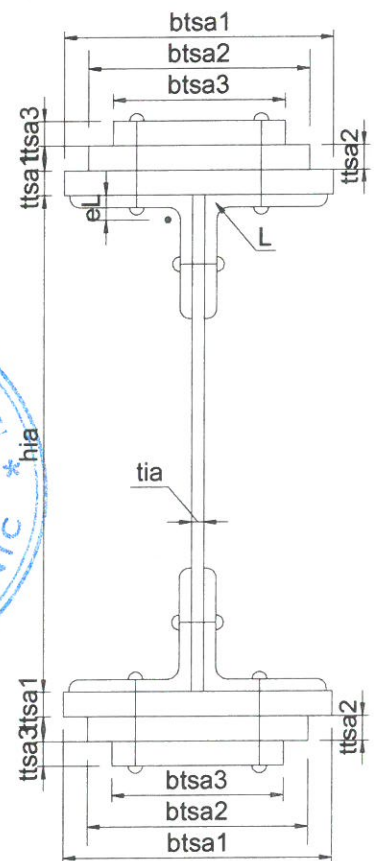
- $L_a := 3.80\text{m}$ -lungimea antretoazei
- $\lambda := 2.14\text{m}$ -distanta dintre antretoaze
- $\gamma_{ot} := 78.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ -greutatea specifica a otelului
- $B := 1.80\text{m}$ -distanta dintre lonjeroni



1.1. Evaluarea actiunilor:

1.1.a) Greutatea proprie a antretoazei

- $h_{ia} := 550\text{mm}$ -inaltimea inimii antretoazei
- $t_{ia} := 10\text{mm}$ -grosimea inimii antretoazei
- $b_{tsa1} := 200\text{mm}$ -latimea talpii superioare 1
- $t_{tsa1} := 10\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 1
- $b_{tsa2} := 0\text{mm}$ -latimea talpii superioare 2
- $t_{tsa2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 2
- $b_{tsa3} := 0\text{mm}$ -latimea talpii superioare 3
- $t_{tsa3} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 3
- $b_{tia1} := 200\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 1
- $t_{tia1} := 10\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 1
- $b_{tia2} := 0\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 2
- $t_{tia2} := 0\text{mm}$ -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: L90x90x9

$t_L := 9\text{mm}$ $A_{L90x90x9} := 15.50\text{cm}^2$ $I_L := 116\text{cm}^4$ $A_{Lc} := A_{L90x90x9}$
 $e_L := 2.54\text{cm}$

$A_a := h_{ia} \cdot t_{ia} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} + b_{tsa3} \cdot t_{tsa3} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} + b_{tia3} \cdot t_{tia3} + 4 \cdot A_{Lc} = 15700 \cdot \text{mm}^2$

$G_a := A_a \cdot \gamma_{ot} = 1.232 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

1.1.b) Greutatea proprie a lonjeronilor

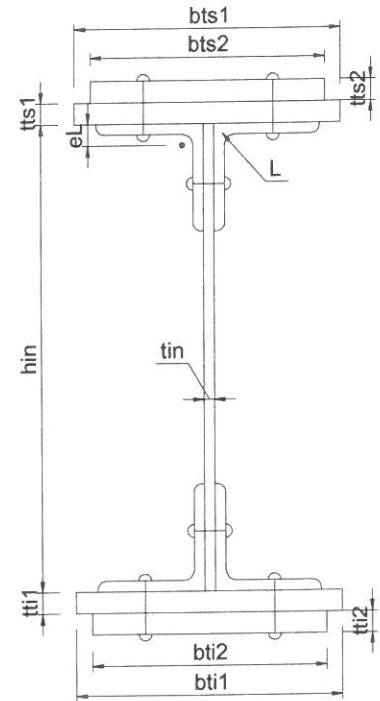
- $h_{in} := 300\text{mm}$ -inaltimea inimii
 $t_{in} := 15\text{mm}$ -grosimea inimii
 $b_{ts1} := 195\text{mm}$ -laltimea talpii superioare 1
 $t_{ts1} := 10\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 1
 $b_{ti1} := 0\text{mm}$ -laltimea talpii inferioare 1
 $t_{ti1} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 1
 $b_{ts2} := 0\text{mm}$ -laltimea talpii superioare 2
 $t_{ts2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 2
 $b_{ti2} := 0\text{mm}$ -laltimea talpii inferioare 2
 $t_{ti2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 2

Tipul profilului L: L90x90x9

$$t_L := 9\text{mm} \quad A_{L90x90x9} := 15.50\text{cm}^2 \quad A_{Lc.} := A_{L90x90x9}$$

$$A_L := b_{ts2} \cdot t_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} + h_{in} \cdot t_{in} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} + 4 \cdot A_{Lc.} = 126.5 \cdot \text{cm}^2$$

$$G_l := A_L \cdot \gamma_{ot} = 0.993 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



1.1.c) Greutatea proprie a contravanturii lonjeronilor

Rigla panou de capat

$$A_{U140} := 20.40\text{cm}^2 \quad \text{-aria unui profil U140x60}$$

$$G_r := A_{U140} \cdot \gamma_{ot} = 0.16 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.d) Greutatea proprie a tablei striate

$$G_{ts} := 0.005\text{m} \cdot 3.00\text{m} \cdot \gamma_{ot} = 1.178 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.e) Greutatea proprie a traversei de lemn

$$\gamma_l := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{-greutatea specifica a lemnului}$$

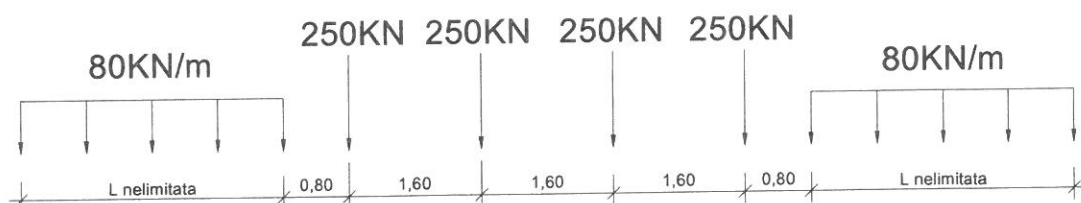
$$G_{trav} := 0.24\text{m} \cdot 0.24\text{m} \cdot 2.6\text{m} \cdot \gamma_l = 1.498 \cdot \text{kN}$$

1.1.f) Greutate sina S60 si prindere

$$G_{sina_mat} := 2.0 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.g) Convoiul 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

$$L_\phi := \frac{2 \cdot L_a}{m} = 7.6$$

-lungimea "determinata" conform **tabel 6.2**

$$\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.73 = 1.575$$

1.2. Determinarea reactiunii pe antretoaza din greutatea permanenta a trotuarului

$$R_{\text{trotuar}} := G_{ts} \cdot \lambda = 2.52 \cdot \text{kN}$$

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

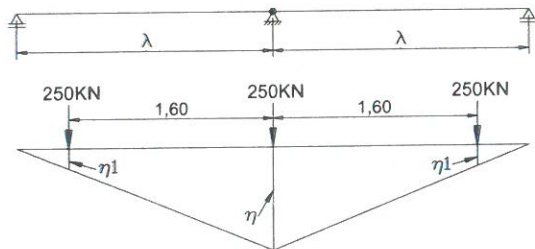
$$R_{\text{lonj}} := 2G_1 \cdot \lambda + 2G_r \cdot B + G_{\text{trav}} \cdot 6 + G_{\text{sina_mat}} \cdot \lambda = 18.092 \cdot \text{kN}$$

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

$$R_{\text{elem.adiacente}} := R_{\text{trotuar}} + R_{\text{lonj}} = 20.612 \cdot \text{kN}$$

1.6. Determinarea reactiunii pe antretoaza din convoiul de calcul LM71

Li Antretoaza curenta



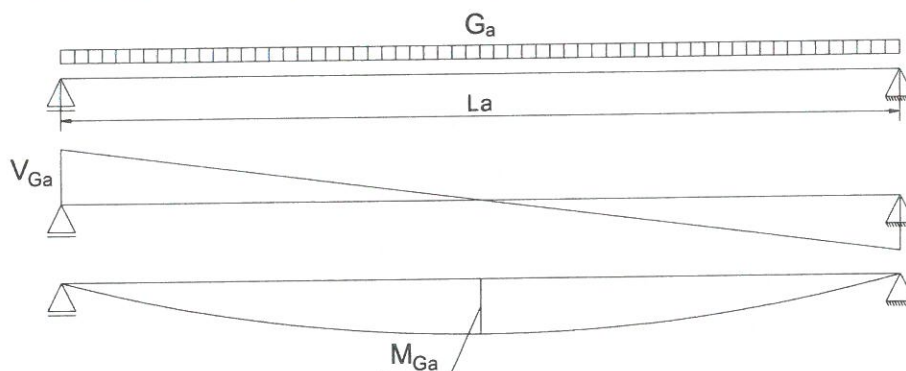
Ordonatele liniei de influenta:

$$\eta := 1.00$$

$$\eta_{1a} := \frac{\eta}{\lambda} (\lambda - 1.6\text{m}) = 0.252$$

$$R_{\text{LM71}} := \frac{Q_{vk}}{2} \cdot (\eta + 2 \cdot \eta_{1a}) = 188.084 \cdot \text{kN}$$

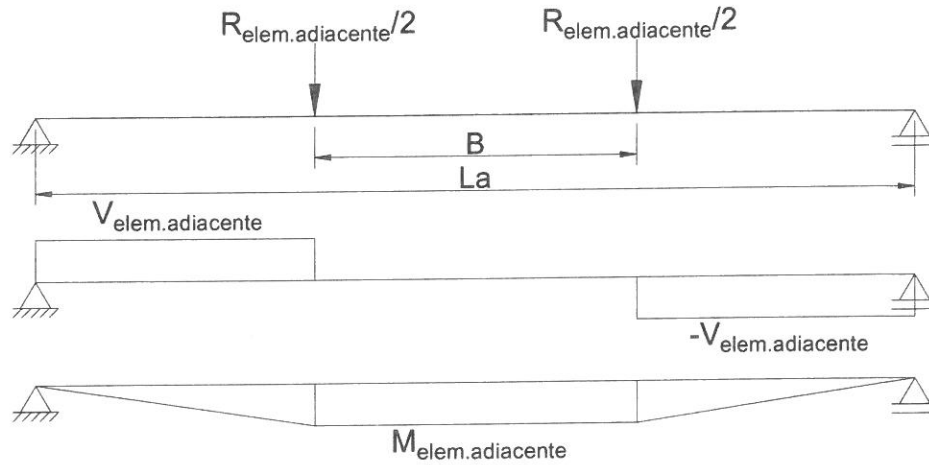
1.7. Diagrame de moment incovoietor si forta taietoare pe antretoaza din greutate proprie



$$M_{G_a} := \frac{G_a \cdot L_a^2}{8} = 2.225 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

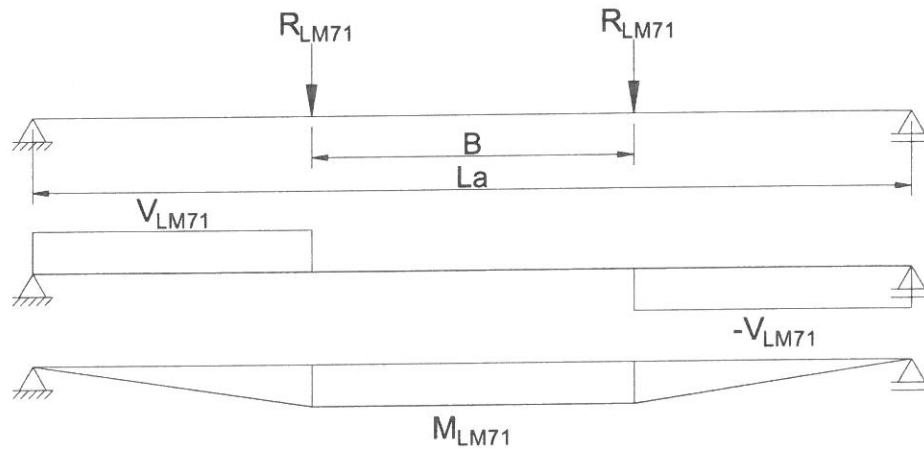
$$V_{G_a} := \frac{G_a \cdot L_a}{2} = 2.342 \cdot \text{kN}$$

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



$$M_{\text{elem.adiacente}} := \frac{R_{\text{elem.adiacente}}}{2} \cdot \frac{L_a - B}{2} = 10.306 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{\text{elem.adiacente}} := \frac{R_{\text{elem.adiacente}}}{2} = 10.306 \cdot \text{kN}$$

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



$$M_{\text{LM71}} := R_{\text{LM71}} \cdot \frac{L_a - B}{2} = 188.084 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{\text{LM71}} := R_{\text{LM71}} = 188.084 \cdot \text{kN}$$

1.10. Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \gamma_{Qi} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0$$

$$M_{\text{Ed}} := \gamma_G \cdot (M_{\text{Ga}} + M_{\text{elem.adiacente}}) + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot M_{\text{LM71}} = 308.726 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{\text{Ed}} := \gamma_G \cdot (V_{\text{Ga}} + V_{\text{elem.adiacente}}) + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot V_{\text{LM71}} = 308.843 \cdot \text{kN}$$

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 otelului S235,
echivalent cu OL37

$$\epsilon := \sqrt{\frac{235 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{f_y}} = 1$$

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	$c/t \leq 72\epsilon$	$c/t \leq 33\epsilon$	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:

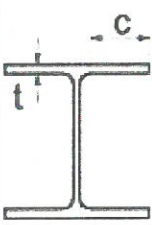

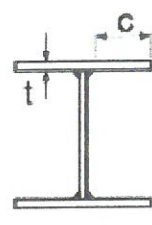
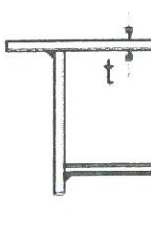
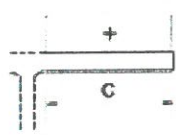
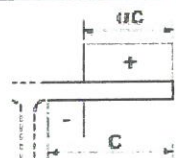
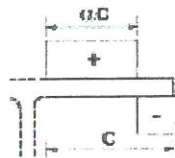
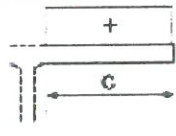
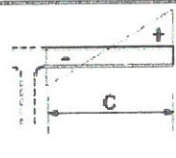
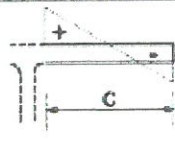
$$c_i := h_{ia} = 550 \cdot \text{mm}$$

$$t_{ia} = 10 \cdot \text{mm}$$

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

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

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)									
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:

$$c_{ts} := \frac{b_{tsa1} - t_{ia}}{2} = 95 \cdot \text{mm} \quad t_{ts} := t_{tsa1} + t_{tsa2} + t_{tsa3} + t_L = 19 \cdot \text{mm}$$

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

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

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

$$CG_A := \frac{b_{tia3} \cdot t_{tia3} \cdot \frac{t_{tia3}}{2} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} \cdot \left(t_{tia3} + \frac{t_{tia2}}{2} \right) + b_{tia1} \cdot t_{tia1} \cdot \left(t_{tia3} + t_{tia2} + \frac{t_{tia1}}{2} \right) \dots + 2A_{Lc} \cdot (t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + e_L) + h_{ia} \cdot t_{ia} \cdot \left(t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + \frac{h_{ia}}{2} \right) + 2A_{Lc} \cdot (t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + h_{ia} - e_L) + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} \cdot \left(t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + h_{ia} + \frac{t_{tsa1}}{2} \right) + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} \cdot \left(t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + h_{ia} + t_{tsa1} + \frac{t_{tsa2}}{2} \right) \dots + b_{tsa3} \cdot t_{tsa3} \cdot \left(t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + h_{ia} + t_{tsa1} + t_{tsa2} + \frac{t_{tsa3}}{2} \right)}{A_a}$$

$CG_A = 285 \cdot \text{mm}$

$e_{CG} := \left(t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + \frac{h_{ia}}{2} \right) - CG_A = 0.000 \cdot \text{mm}$

$z_{hias} := \frac{\left(\frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} \right)}{2} = 137.5 \cdot \text{mm}$

$z_{hiaj} := \frac{\left(\frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} \right)}{2} = 137.5 \cdot \text{mm}$

$z_{tsa1} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + \frac{t_{tsa1}}{2} = 280 \cdot \text{mm}$

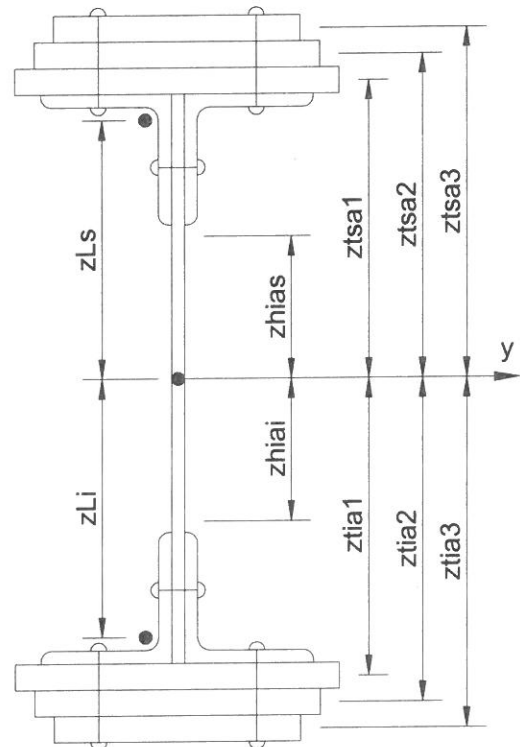
$z_{tia1} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + \frac{t_{tia1}}{2} = 280 \cdot \text{mm}$

$z_{tsa2} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + t_{tsa1} + \frac{t_{tsa2}}{2} = 285 \cdot \text{mm}$

$z_{tia2} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + t_{tia1} + \frac{t_{tia2}}{2} = 285 \cdot \text{mm}$

$z_{tsa3} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + t_{tsa1} + t_{tsa2} + \frac{t_{tsa3}}{2} = 285 \cdot \text{mm}$

$z_{tia3} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + t_{tia1} + t_{tia2} + \frac{t_{tia3}}{2} = 285 \cdot \text{mm}$



$z_{Ls} := \left(\frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} \right) - e_L = 249.6 \cdot \text{mm}$

$z_{Li} := \left(\frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} \right) - e_L = 249.6 \cdot \text{mm}$

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

$$I_{yA_brut} := \frac{b_{tia3} \cdot t_{tia3}^3}{12} + b_{tia3} \cdot t_{tia3} \cdot z_{tia3}^2 + \frac{b_{tia2} \cdot t_{tia2}^3}{12} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} \cdot z_{tia2}^2 + \frac{b_{tia1} \cdot t_{tia1}^3}{12} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} \cdot z_{tia1}^2 + 2I_L \dots + 2A_{Lc} \cdot z_{Li}^2 + \frac{h_{ia}^3 \cdot t_{ia}}{12} + h_{ia} \cdot t_{ia} \cdot e_{CG}^2 + 2I_L + 2A_{Lc} \cdot z_{Ls}^2 + \frac{b_{tsa1} \cdot t_{tsa1}^3}{12} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} \cdot z_{tsa1}^2 \dots + \frac{b_{tsa2} \cdot t_{tsa2}^3}{12} + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} \cdot z_{tsa2}^2 + \frac{b_{tsa3} \cdot t_{tsa3}^3}{12} + b_{tsa3} \cdot t_{tsa3} \cdot z_{tsa3}^2$$

$I_{yA_brut} = 84318.016 \cdot \text{cm}^4$

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: $\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$

$$M_{Ed} = 308.726 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

(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.

$$f_u := 360 \text{MPa} \quad t := t_{tsa3} + t_{tsa2} + t_{tsa1} + t_L = 19 \cdot \text{mm}$$

$$n := 2 \quad d_0 := 23 \text{mm}$$

$$A_{goluri} := t \cdot n \cdot d_0 = 874 \cdot \text{mm}^2 \quad A_f := b_{tia1} \cdot t_{tia1} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} + b_{tia3} \cdot t_{tia3} + 2 \cdot A_{Lc} = 5100 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{f_net} := A_f - A_{goluri} = 4226 \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{A_{f_net} \cdot 0.9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} \geq \frac{A_f \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_de_verificare = "Nu se Verifica"

In acest caz trebuie sa se tina seama de gaurile de prindere si astfel, se reduce aria talpilor

$$A_{tsa1} := b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} - t_{tsa1} \cdot n \cdot d_0 = 1540 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{tia1} := b_{tia1} \cdot t_{tia1} - t_{tia1} \cdot n \cdot d_0 = 1540 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{tsa2} := b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} - t_{tsa2} \cdot n \cdot d_0 = 0 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{tia2} := b_{tia2} \cdot t_{tia2} - t_{tia2} \cdot n \cdot d_0 = 0 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{tsa3} := b_{tsa3} \cdot t_{tsa3} - t_{tsa3} \cdot n \cdot d_0 = 0 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{tia3} := b_{tia3} \cdot t_{tia3} - t_{tia3} \cdot n \cdot d_0 = 0 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{Lc} := A_{Lc} - t_L \cdot d_0 = 1343 \cdot \text{mm}^2$$

$$I_{yA_net} := \frac{b_{tia3} \cdot t_{tia3}^3}{12} + A_{tia3} \cdot z_{tia3}^2 + \frac{b_{tia2} \cdot t_{tia2}^3}{12} + A_{tia2} \cdot z_{tia2}^2 + \frac{b_{tia1} \cdot t_{tia1}^3}{12} + A_{tia1} \cdot z_{tia1}^2 + 2I_L \dots$$

$$+ 2A_{Lc} \cdot z_{Li}^2 + \frac{h_{ia}^3 \cdot t_{ia}}{12} + h_{ia} \cdot t_{ia} \cdot e_{CG}^2 + 2I_L + 2A_{Lc} \cdot z_{Ls}^2 + \frac{b_{tsa1} \cdot t_{tsa1}^3}{12} + A_{tsa1} \cdot z_{tsa1}^2 \dots$$

$$+ \frac{b_{tsa2} \cdot t_{tsa2}^3}{12} + A_{tsa2} \cdot z_{tsa2}^2 + \frac{b_{tsa3} \cdot t_{tsa3}^3}{12} + A_{tsa3} \cdot z_{tsa3}^2$$

$$I_{yA_net} = 71946.763 \cdot \text{cm}^4$$

$$y_{\max} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + t_{tia1} + t_{tia2} + t_{tia3} = 285 \cdot \text{mm} \quad y_{\min} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + t_{tsa1} + t_{tsa2} + t_{tsa3} = 285 \cdot \text{mm}$$

$$W_{pl} := A_{tsa3} \cdot z_{tsa3} + A_{tsa2} \cdot z_{tsa2} + A_{tsa1} \cdot z_{tsa1} + \left(\frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} \right) \cdot t_{ia} \cdot z_{hias} + 2A_{Lc} \cdot z_{Ls} = 1480 \cdot \text{cm}^3$$

$$M_{c_Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 347.741 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

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

Relatia_{de_verificare} = "Se Verifica"

4.2. Verificarea la forta taietoare

$$\text{Relatia de verificare: } \frac{V_{Ed}}{V_{c_Rd}} \leq 1$$

$$V_{Ed} = 308.843 \cdot \text{kN}$$

Pentru sectiunile din CLASA 1 si 2

$$V_{c_Rd} = V_{pl_Rd} = \frac{A_v \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}}$$

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**

$$A_v := A_a - 2 \cdot b_{tsa1} \cdot (t_{tsa3} + t_{tsa2} + t_{tsa1} + t_L) + (t_{ia} + 2 \cdot r) \cdot (t_{tsa3} + t_{tsa2} + t_{tsa1} + t_L) = 8290 \cdot \text{mm}^2$$

$$\eta \cdot h_{ia} \cdot t_{ia} = 6600 \cdot \text{mm}^2$$

$$V_{c_Rd} := \frac{A_v \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} = 1124.765 \cdot \text{kN}$$

$$\text{Relatia}_{de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{V_{Ed}}{V_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

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:

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta \sigma_{E2} \leq \frac{\Delta \sigma_c}{\gamma_{Mf}}$$

$$\gamma_{Ff} := 1.00$$

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

(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

$$L_\phi := \frac{2 \cdot L_a}{m} = 7.6$$

-lungimea "determinata" conform **tabel 6.2**

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.82 = 1.383$$

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

-conform SREN 1993-2:2007, punctul 9.4.1

λ - factorul echivalent de vătămare

ϕ_2 - coeficientul dinamic echivalent

$\Delta\sigma_p$ - ecartul de referință

$$\Delta\sigma_p = |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}|$$

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).

$$\lambda_1 := 1.11 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.3}$$

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

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

$$\lambda_4 := 1.00$$




$$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.78$$

$$M_{Ed_SLUO} := M_{LM71} = 188.084 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

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.

$$\Delta\sigma_c := 90 \text{ MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 51.962 \cdot \text{MPa}$$

$$z_{ob} := \frac{h_{1a}}{2} + e_{CG} = 275 \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_{yA_net}} \cdot z_{ob} = 71.891 \cdot \text{MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 71.891 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 77.591 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Relatia}_{1_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$



Relatia₁_verificare = "Nu se Verifica"

Intocmit,
ing. Andrei RADU

Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU

**Pod km 576+517, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.I.P.C.J.N. - deschidere 14.00m**

Breviar de calcul: Lonjeron curent L=3.50m conform EUROCOD

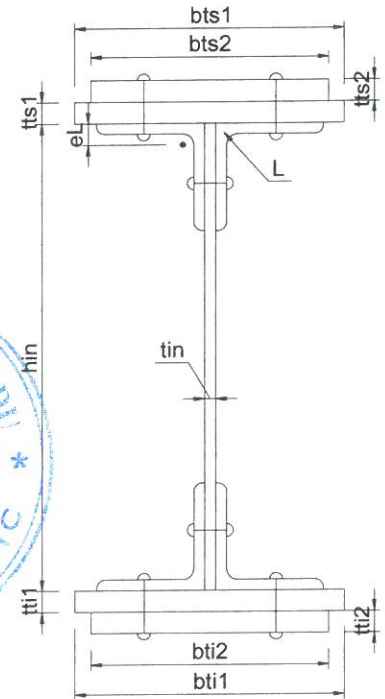
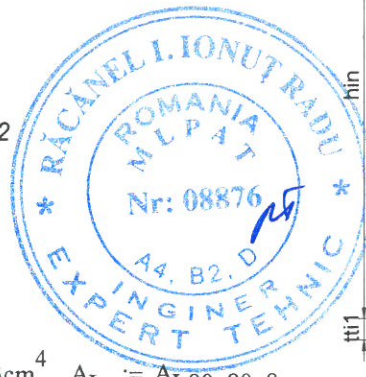
In cadrul notei de calcul s-au considerat coeficienti de siguranta cu valoarea 1.00 pentru constructii existente verificate la conditii de exploatare.

1. Caracteristicile sectiunii Lonjeronului curent

- $h_{in} := 370\text{mm}$ -inaltimea inimii
- $t_{in} := 10\text{mm}$ -grosimea inimii
- $b_{ts1} := 180\text{mm}$ -laltimea talpii superioare 1
- $t_{ts1} := 12\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 1
- $b_{ti1} := 180\text{mm}$ -laltimea talpii inferioare 1
- $t_{ti1} := 12\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 1
- $b_{ts2} := 0\text{mm}$ -laltimea talpii superioare 2
- $t_{ts2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 2
- $b_{ti2} := 0\text{mm}$ -laltimea talpii inferioare 2
- $t_{ti2} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 2

Tipul profilului L: L80x80x8

$t_L := 8\text{mm}$ $A_{L80x80x8} := 12.30\text{cm}^2$ $I_L := 72.3\text{cm}^4$ $A_{Lc} := A_{L80x80x8}$
 $e_L := 2.26\text{cm}$



1.1. Aria sectiunii transversale a lonjeronului curent:

$A_L := b_{ts2} \cdot t_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} + h_{in} \cdot t_{in} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} + 4 \cdot A_{Lc} = 129.4 \cdot \text{cm}^2$

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

$$CG_L := \frac{b_{ti2} \cdot t_{ti2} \cdot \frac{t_{ti2}}{2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} \cdot \left(t_{ti2} + \frac{t_{ti1}}{2} \right) + 2 \cdot A_{Lc} \cdot (t_{ti2} + t_{ti1} + e_L) + h_{in} \cdot t_{in} \cdot \left(t_{ti2} + t_{ti1} + \frac{h_{in}}{2} \right) + 2 \cdot A_{Lc} \cdot (t_{ti2} + t_{ti1} + h_{in} - e_L) + b_{ts1} \cdot t_{ts1} \cdot \left(t_{ti1} + t_{ti2} + h_{in} + \frac{t_{ts1}}{2} \right) + b_{ts2} \cdot t_{ts2} \cdot \left(t_{ti1} + t_{ti2} + h_{in} + t_{ts1} + \frac{t_{ts2}}{2} \right)}{A_L} = 197 \cdot \text{mm}$$

$e_{CG} := \left(t_{ti2} + t_{ti1} + \frac{h_{in}}{2} \right) - CG_L = 0.000 \cdot \text{mm}$

$z_{his} := \frac{\left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right)}{2} = 92.5 \cdot \text{mm}$

$z_{hii} := \frac{\left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} \right)}{2} = 92.5 \cdot \text{mm}$

$z_{ts1} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + \frac{t_{ts1}}{2} = 191 \cdot \text{mm}$

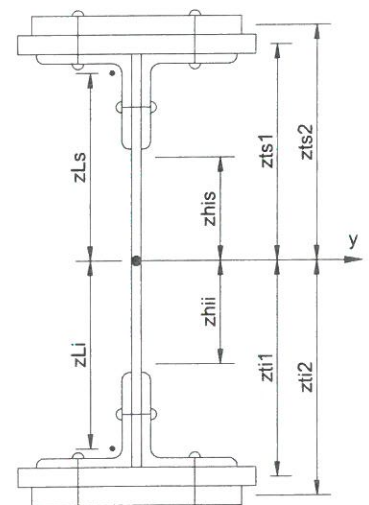
$z_{ti1} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + \frac{t_{ti1}}{2} = 191 \cdot \text{mm}$

$z_{ts2} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ts1} + \frac{t_{ts2}}{2} = 197 \cdot \text{mm}$

$z_{ti2} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ti1} + \frac{t_{ti2}}{2} = 197 \cdot \text{mm}$

$z_{Ls} := \left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right) - e_L = 162.4 \cdot \text{mm}$

$z_{Li} := \left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} \right) - e_L = 162.4 \cdot \text{mm}$



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

$$I_{y_brut} := \frac{b_{ti2} \cdot t_{ti2}^3}{12} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} \cdot z_{ti2}^2 + \frac{b_{ti1} \cdot t_{ti1}^3}{12} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} \cdot z_{ti1}^2 + 2I_L + 2A_{Lc} \cdot z_{Li}^2 \dots$$

$$+ \frac{h_{in}^3 \cdot t_{in}}{12} + h_{in} \cdot t_{in} \cdot e_{CG}^2 + 2I_L + 2A_{Lc} \cdot z_{Ls}^2 + \frac{b_{ts1} \cdot t_{ts1}^3}{12} \dots$$

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

$$I_{y_brut} = 33251.149 \cdot \text{cm}^4$$

1.4. Determinarea modulelor de rezistenta:

$$W_{supL} := \frac{I_{y_brut}}{\left(\frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ts1} + t_{ts2}\right)} = 1688 \cdot \text{cm}^3$$

$$W_{infL} := \frac{I_{y_brut}}{\left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ti1} + t_{ti2}\right)} = 1688 \cdot \text{cm}^3$$

2. Determinarea eforturilor in Lonjeronul curent

$L_{lonj} := 3.50\text{m}$ -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:

$g_L := A_L \cdot \gamma_s = 1.016 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ - greutate lonjeron

$g_{sina} := 0.60 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ $g_{prindere} := 1.30 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

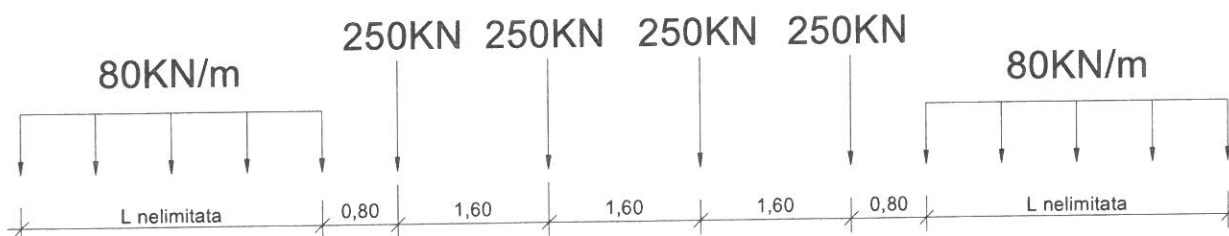
$g_{traversa} := 0.24\text{m} \cdot 0.24\text{m} \cdot 2.60\text{m} \cdot \gamma_{lemn} = 1.498 \cdot \text{kN}$

$g_{cale} := g_{sina} + 2g_{prindere} + \frac{2 \cdot g_{traversa} \cdot 1.0\text{m}}{2} = 4.698 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$g_p := g_L + g_{cale} = 5.713 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

2.1.b) Convoiuil de calcul LM71

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



Coefficientul dinamic (ϕ_3) (conform SREN 1991-2:2005 - punctul 6.4.5.2)

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

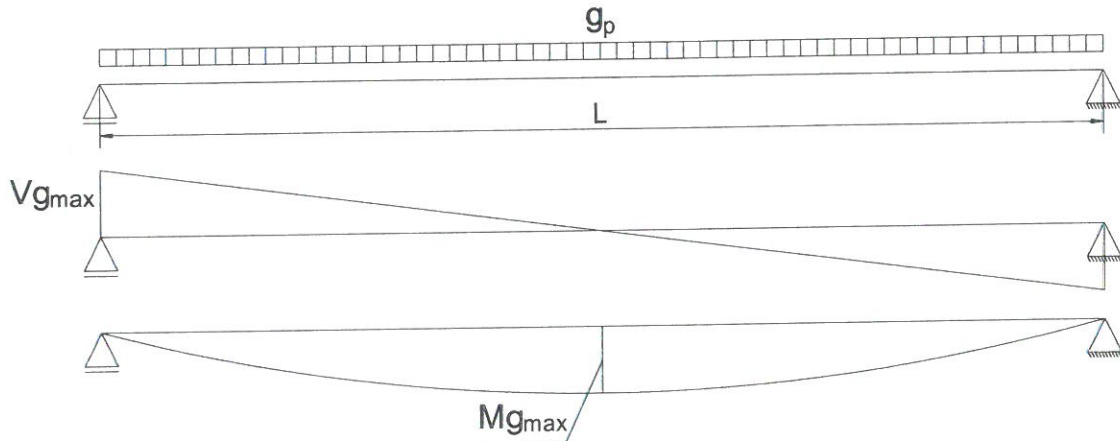
-coeficientul dinamic pentru o cale intretinuta in conditii standard

$$L_\phi := \frac{L_{lonj}}{m} + 3 = 6.5$$

-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

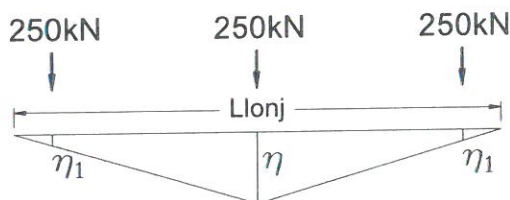


$$M_{gmax} := \frac{g_p \cdot L_{lonj}^2}{8} = 8.749 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{gmax} := \frac{g_p \cdot L_{lonj}}{2} = 9.998 \cdot \text{kN}$$

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:

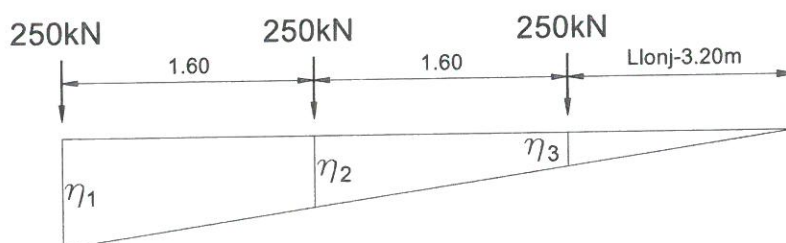
$$\eta := 0.25 \cdot L_{lonj} = 0.875 \text{ m}$$

$$\eta_1 := \frac{\eta}{0.5 \cdot L_{lonj}} \cdot \left(\frac{L_{lonj}}{2} - 1.60 \text{ m} \right) = 0.075 \text{ m}$$

$$e_{ex} := \frac{\frac{B}{2} + 80 \text{ mm} + 50 \text{ mm}}{B} = 0.572 \quad \text{-coeficient de repartitie}$$

$$M_{\text{maxLM71}} := Q_{vk} \cdot e_{ex} \cdot (\eta + 2 \cdot \eta_1) = 146.632 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Linia de influenta a fortei taietoare maxime:



Ordonatele liniei de influenta a fortei taietoare maxime:

$$\eta_1 := 1$$

$$\eta_2 := \frac{(L_{lonj} - 1.60 \text{ m})}{L_{lonj}} = 0.543$$

$$\eta_3 := \frac{(L_{lonj} - 3.20 \text{ m})}{L_{lonj}} = 0.086$$

$$V_{\text{maxLM71}} := Q_{vk} \cdot e_{ex} \cdot (\eta_1 + \eta_2 + \eta_3) = 232.976 \cdot \text{kN}$$

2.4. Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0 \quad C_r := e_{ex} = 0.572$$

$$M_{Ed} := \gamma_G \cdot M_{gmax} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot M_{maxLM71} = 147.138 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

$$V_{Ed} := \gamma_G \cdot V_{gmax} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot V_{maxLM71} = 229.879 \cdot \text{kN}$$

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						
		Sectiuni laminare		Sectiuni sudate		
Clasă	Perete supus la compresiune	Perete supus la încovoiere și compresiune				
		Extremitate comprimată		Extremitate întinsă		
Distribuția tensiunilor în pereți (compresiune pozitivă)						
1	$c/t \leq 9\epsilon$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	
2	$c/t \leq 10\epsilon$					
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

$$c_{in} := h_{in} = 370 \cdot \text{mm} \quad t_{in} = 10 \cdot \text{mm}$$

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

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

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 $\varepsilon_y > f_y/E$

$$c_{ts} := \frac{b_{ts1} - t_{in}}{2} = 85 \cdot \text{mm} \quad t_{ts} := t_{ts1} + t_{ts2} + t_L = 20 \cdot \text{mm}$$

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

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

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

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

4.1. Verificarea la moment incovoietor

Relatia de verificare: $\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$

$$M_{Ed} = 147.138 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

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

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

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

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

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

(4) Nu este necesar să se țină seama de găurile de prindere din talpa întinsă, cu condiția ca aceasta să satisfacă relația:

$$\frac{A_{f,net} \cdot 0.9 f_u}{\gamma_{M2}} \geq \frac{A_f f_y}{\gamma_{M0}} \quad (6.16)$$

În care A_f este aria tălpii întinse.

$$f_u := 360 \text{MPa} \quad t := t_{ts2} + t_{ts1} + t_L = 20 \text{mm}$$

$$n := 2 \quad d_0 := 23 \text{mm}$$

$$A_{goluri} := t \cdot n \cdot d_0 = 920 \cdot \text{mm}^2 \quad A_f := b_{ti1} \cdot t_{ti1} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} + 2 \cdot A_{Lc} = 4620 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{f_net} := A_f - A_{goluri} = 3700 \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{A_{f_net} \cdot 0.9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} \geq \frac{A_f \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_de_verificare = "Nu se Verifica"

In acest caz trebuie sa se tina seama de gaurile de prindere si astfel, se reduce aria talpilor

$$A_{ts1} := b_{ts1} \cdot t_{ts1} - t_{ts1} \cdot n \cdot d_0 = 1608 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{ti1} := b_{ti1} \cdot t_{ti1} - t_{ti1} \cdot n \cdot d_0 = 1608 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{ts2} := b_{ts2} \cdot t_{ts2} - t_{ts2} \cdot n \cdot d_0 = 0 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{ti2} := b_{ti2} \cdot t_{ti2} - t_{ti2} \cdot n \cdot d_0 = 0 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{Lc} := A_{Lc} - t_L \cdot d_0 = 1046 \cdot \text{mm}^2$$

$$I_{y_net} := \frac{b_{ti2} \cdot t_{ti2}^3}{12} + A_{ti2} \cdot z_{ti2}^2 + \frac{b_{ti1} \cdot t_{ti1}^3}{12} + A_{ti1} \cdot z_{ti1}^2 + 2I_L + 2A_{Lc} \cdot z_{Li}^2 + \frac{h_{in}^3 \cdot t_{in}}{12} \dots$$

$$+ h_{in} \cdot t_{in} \cdot e_{CG}^2 + 2I_L + 2A_{Lc} \cdot z_{Ls}^2 + \frac{b_{ts1} \cdot t_{ts1}^3}{12} + A_{ts1} \cdot z_{ts1}^2 + \frac{b_{ts2} \cdot t_{ts2}^3}{12} + A_{ts2} \cdot z_{ts2}^2$$

$$I_{y_net} = 272825381.173 \cdot \text{mm}^4$$

$$y_{\max} := \frac{h_{in}}{2} - e_{CG} + t_{ti1} + t_{ti2} = 197 \cdot \text{mm}$$

$$y_{\min} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} + t_{ts1} + t_{ts2} = 197 \cdot \text{mm}$$

$$W_{pl} := A_{ts2} \cdot z_{ts2} + A_{ts1} \cdot z_{ts1} + \left(\frac{h_{in}}{2} + e_{CG} \right) \cdot t_{in} \cdot z_{his} + 2A_{Lc} \cdot z_{Ls} = 818 \cdot \text{cm}^3 \quad M_{c_Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 192.229 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} = \text{"Se Verifica"}$$

4.2. Verificarea la forta taietoare

$$\text{Relatia de verificare: } \frac{V_{Ed}}{V_{c_Rd}} \leq 1$$

$$V_{Ed} = 229.879 \cdot \text{kN}$$

Pentru sectiunile din CLASA 1 si 2:

$$V_{c_Rd} = V_{pl_Rd} = \frac{A_v \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}}$$

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**

$$A_v := A_L - 2 \cdot b_{ts1} \cdot (t_{ts2} + t_{ts1} + t_L) + (t_{in} + 2 \cdot r) \cdot (t_{ts2} + t_{ts1} + t_L) = 5940 \cdot \text{mm}^2$$

$$\eta \cdot h_{in} \cdot t_{in} = 4440 \cdot \text{mm}^2$$

$$V_{c_Rd} := \frac{A_v \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} = 805.923 \cdot \text{kN}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{V_{Ed}}{V_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} = \text{"Se Verifica"}$$

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

$$L_\phi := \frac{L_{lonj}}{m} + 3 = 6.5$$

-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).

$$\lambda_1 := 1.17 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.3}$$

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





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

$$\lambda_4 := 1.00$$

$$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.822$$

$$M_{Ed_SLUO} := M_{maxLM71} = 146.632 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

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.

$$\Delta\sigma_c := 90\text{MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 51.962\cdot\text{MPa}$$

$$z_{ob} := \frac{h_{in}}{2} + e_{CG} = 185\cdot\text{mm}$$

$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_{y_net}} \cdot z_{ob} = 99.43\cdot\text{MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 99.43\cdot\text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 117.178\cdot\text{MPa}$$

$$\text{Relatia1_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

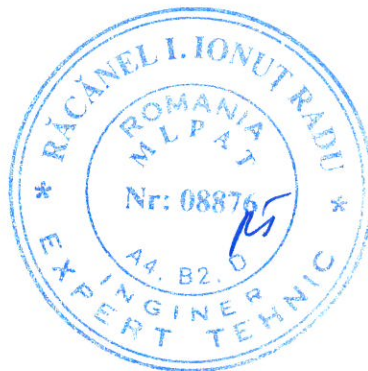
Relatia1_verificare = "Nu se Verifica"

Intocmit,
ing. Andrei RADU

Radu

Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU

Q



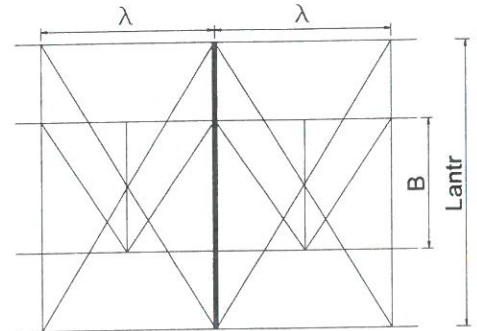
Pod km 576+517, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.I.P.C.J.N. - deschidere 14.00m

Breviar de calcul: Antretoaza curenta L=4.00m 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

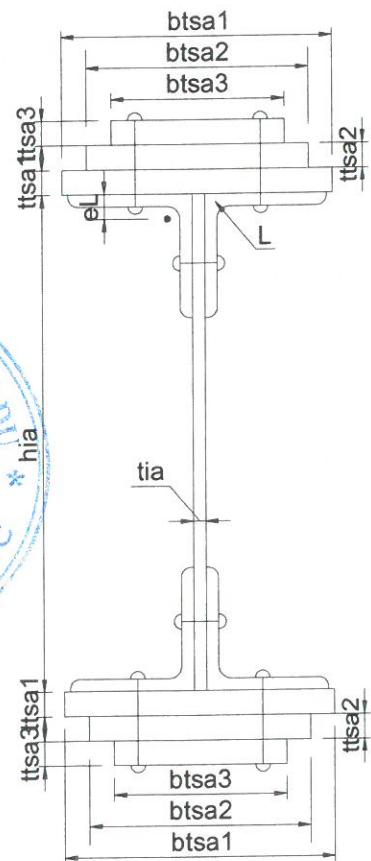
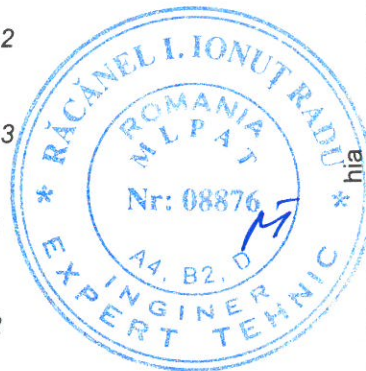
- $L_a := 4.00\text{m}$ -lungimea antretoazei
- $\lambda := 3.50\text{m}$ -distanța dintre antretoaze
- $\gamma_{ot} := 78.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ -greutatea specifica a oțelului
- $B := 1.80\text{m}$ -distanța dintre lonjeroni



1.1.Evaluarea actiunilor:

1.1.a) Greutatea proprie a antretoazei

- $h_{ia} := 580\text{mm}$ -inaltimea inimii antretoazei
- $t_{ia} := 10\text{mm}$ -grosimea inimii antretoazei
- $b_{tsa1} := 230\text{mm}$ -latimea talpii superioare 1
- $t_{tsa1} := 12\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 1
- $b_{tsa2} := 230\text{mm}$ -latimea talpii superioare 2
- $t_{tsa2} := 12\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 2
- $b_{tsa3} := 0\text{mm}$ -latimea talpii superioare 3
- $t_{tsa3} := 0\text{mm}$ -grosimea talpii superioare 3
- $b_{tia1} := 230\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 1
- $t_{tia1} := 12\text{mm}$ -grosimea talpii inferioare 1
- $b_{tia2} := 230\text{mm}$ -latimea talpii inferioare 2
- $t_{tia2} := 12\text{mm}$ -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: L90x90x9

$t_L := 9\text{mm}$ $A_{L90x90x9} := 15.50\text{cm}^2$ $I_L := 116\text{cm}^4$ $A_{Lc} := A_{L90x90x9}$
 $e_L := 2.54\text{cm}$

$$A_a := h_{ia} \cdot t_{ia} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} + b_{tsa3} \cdot t_{tsa3} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} + b_{tia3} \cdot t_{tia3} + 4 \cdot A_{Lc} = 23040 \cdot \text{mm}^2$$

$$G_a := A_a \cdot \gamma_{ot} = 1.809 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.b) Greutatea proprie a lonjeronilor

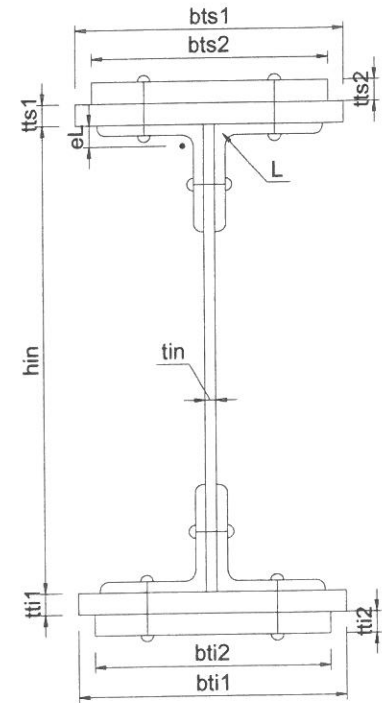
$h_{in} := 430\text{mm}$	-inaltimea inimii
$t_{in} := 10\text{mm}$	-grosimea inimii
$b_{ts1} := 180\text{mm}$	-laltimea talpii superioare 1
$t_{ts1} := 12\text{mm}$	-grosimea talpii superioare 1
$b_{ti1} := 180\text{mm}$	-laltimea talpii inferioare 1
$t_{ti1} := 12\text{mm}$	-grosimea talpii inferioare 1
$b_{ts2} := 0\text{mm}$	-laltimea talpii superioare 2
$t_{ts2} := 0\text{mm}$	-grosimea talpii superioare 2
$b_{ti2} := 0\text{mm}$	-laltimea talpii inferioare 2
$t_{ti2} := 0\text{mm}$	-grosimea talpii inferioare 2

Tipul profilului L: L80x80x8

$$t_L := 8\text{mm} \quad A_{L80x80x8} := 12.30\text{cm}^2 \quad A_{Lc} := A_{L80x80x8}$$

$$A_L := b_{ts2} \cdot t_{ts2} + b_{ts1} \cdot t_{ts1} + h_{in} \cdot t_{in} + b_{ti2} \cdot t_{ti2} + b_{ti1} \cdot t_{ti1} + 4 \cdot A_{Lc} = 135.4\text{cm}^2$$

$$G_l := A_L \cdot \gamma_{ot} = 1.063 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



1.1.c) Greutatea proprie a contravanturii lonjeronilor

Rigla panou de capat

$$A_{U140} := 20.40\text{cm}^2 \quad \text{-aria unui profil U140x60}$$

$$G_r := A_{U140} \cdot \gamma_{ot} = 0.16 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.d) Greutatea proprie a tablei striate

$$G_{ts} := 0.005\text{m} \cdot 3.40\text{m} \cdot \gamma_{ot} = 1.335 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.e) Greutatea proprie a traversei de lemn

$$\gamma_l := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{-greutatea specifica a lemnului}$$

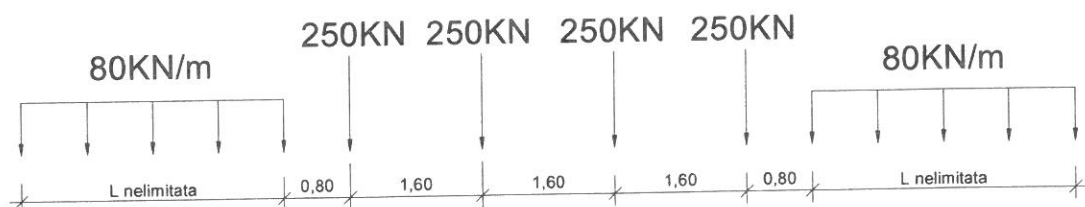
$$G_{trav} := 0.24\text{m} \cdot 0.24\text{m} \cdot 2.6\text{m} \cdot \gamma_l = 1.498 \cdot \text{kN}$$

1.1.f) Greutate sina S60 si prindere

$$G_{sina_mat} := 2.0 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.g) Convoiul 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

$$L_\phi := \frac{2 \cdot L_a}{m} = 8$$

-lungimea "determinata" conform tabel 6.2

$$\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.73 = 1.552$$

1.2. Determinarea reactiunii pe antretoaza din greutatea permanenta a trotuarului

$$R_{\text{trotuar}} := G_{\text{ts}} \cdot \lambda = 4.671 \cdot \text{kN}$$

1.3. Determinarea reactiunii pe antretoaza din greutatea permanenta a lonjeronului si a caili

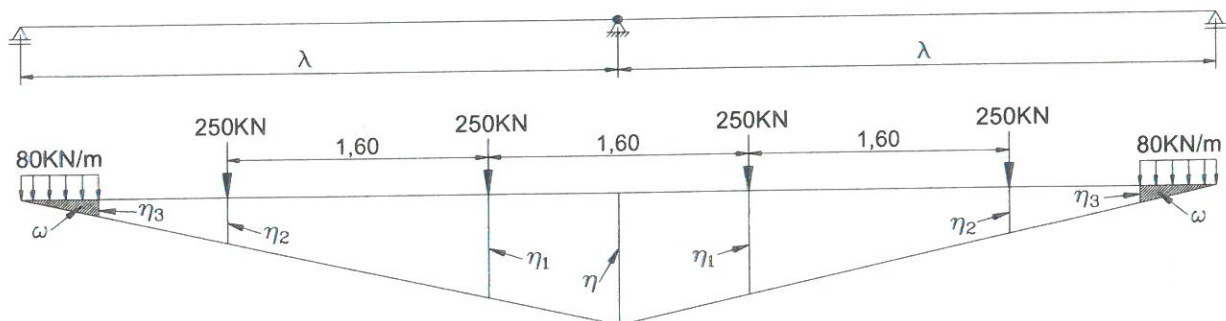
$$R_{\text{lonj}} := 2G_I \cdot \lambda + 2G_r \cdot B + G_{\text{trav}} \cdot 6 + G_{\text{sin}_a \text{ mat}} \cdot \lambda = 24.002 \cdot \text{kN}$$

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

$$R_{\text{elem.adiacente}} := R_{\text{trotuar}} + R_{\text{lonj}} = 28.673 \cdot \text{kN}$$

1.6. Determinarea reactiunii pe antretoaza din convoiul de calcul LM71

Li Antretoaza curenta



Ordonatele liniei de influenta:

$$\eta := 1.00$$

$$\eta_{1a} := \frac{\eta}{\lambda} (\lambda - 0.8\text{m}) = 0.771$$

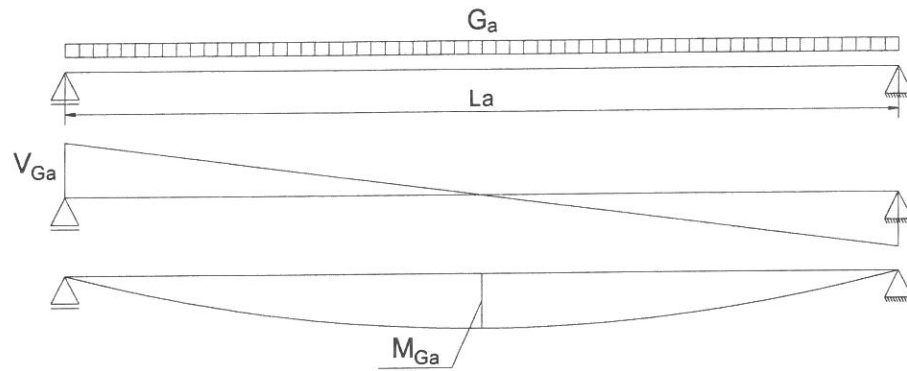
$$\eta_{3a} := \frac{\eta}{\lambda} (\lambda - 3.2\text{m}) = 0.086$$

$$\eta_{2a} := \frac{\eta}{\lambda} (\lambda - 2.4\text{m}) = 0.314$$

$$\omega_a := (\lambda - 3.2\text{m})^2 \cdot \frac{\eta}{\lambda} \cdot 0.5 = 0.013 \text{ m}$$

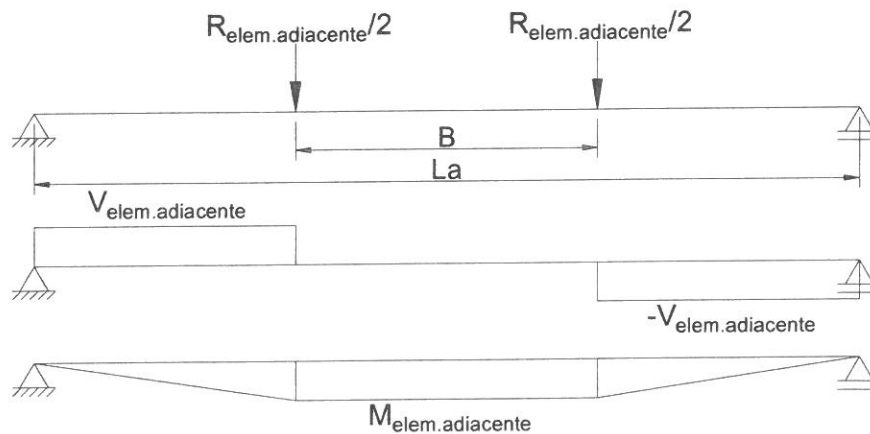
$$R_{\text{LM71}} := \frac{Q_{\text{vk}}}{2} \cdot (2\eta_{1a} + 2\eta_{2a}) + \frac{q_{\text{vk}}}{2} \cdot (2 \cdot \omega_a) = 272.457 \cdot \text{kN}$$

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



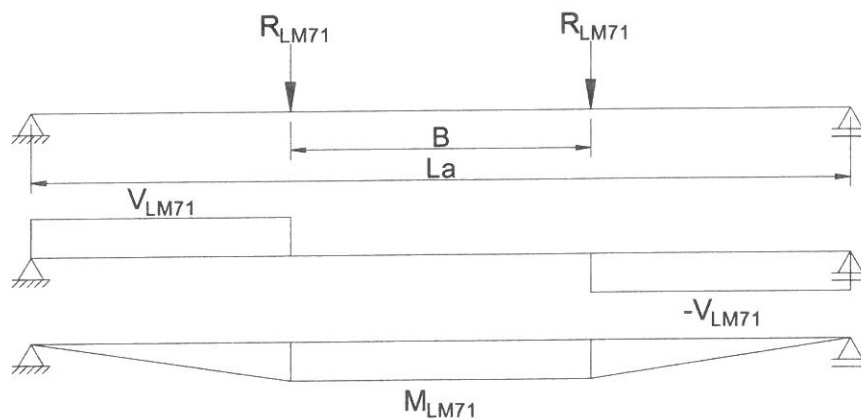
$$M_{G_a} := \frac{G_a \cdot L_a^2}{8} = 3.617 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{G_a} := \frac{G_a \cdot L_a}{2} = 3.617 \cdot \text{kN}$$

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



$$M_{\text{elem.adiacente}} := \frac{R_{\text{elem.adiacente}}}{2} \cdot \frac{L_a - B}{2} = 15.77 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{\text{elem.adiacente}} := \frac{R_{\text{elem.adiacente}}}{2} = 14.337 \cdot \text{kN}$$

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



$$M_{LM71} := R_{LM71} \cdot \frac{L_a - B}{2} = 299.703 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{LM71} := R_{LM71} = 272.457 \cdot \text{kN}$$

1.10. Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \gamma_{Qi} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0$$

$$M_{Ed} := \gamma_G \cdot (M_{G_a} + M_{\text{elem.adiacente}}) + \gamma_{Q1} \cdot \psi_3 \cdot M_{LM71} = 484.462 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed} := \gamma_G \cdot (V_{G_a} + V_{\text{elem.adiacente}}) + \gamma_{Q1} \cdot \psi_3 \cdot V_{LM71} = 440.749 \cdot \text{kN}$$

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

$$\epsilon := \sqrt{\frac{235 \frac{N}{mm^2}}{f_y}} = 1$$

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			
1						
	$c/t \leq 72\epsilon$	$c/t \leq 33\epsilon$	unde $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{396c}{13\alpha - 1}$ unde $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{36\epsilon}{\alpha}$			
2						
	$c/t \leq 83\epsilon$	$c/t \leq 38\epsilon$	unde $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{456c}{13\alpha - 1}$ unde $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{41,5\epsilon}{\alpha}$			
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 $\epsilon_y > f_y/E$

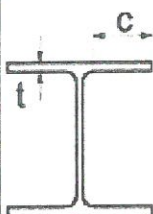
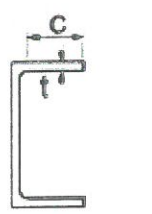
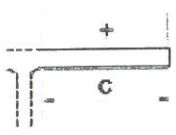
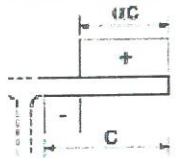
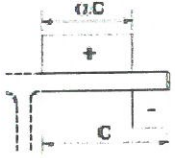
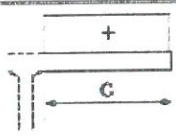
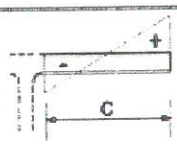
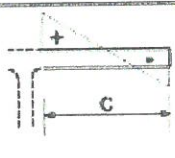
2.1. Clasa inimii:

$$c_i := h_{ia} = 580 \cdot \text{mm} \quad t_{ia} = 10 \cdot \text{mm}$$

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

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

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:

$$c_{ts} := \frac{b_{tsa1} - t_{ia}}{2} = 110 \cdot \text{mm} \quad t_{ts} := t_{tsa1} + t_{tsa2} + t_{tsa3} + t_L = 33 \cdot \text{mm}$$

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

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

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

$$CG_A := \frac{b_{tia3} \cdot t_{tia3} \cdot \frac{t_{tia3}}{2} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} \cdot \left(t_{tia3} + \frac{t_{tia2}}{2} \right) + b_{tia1} \cdot t_{tia1} \cdot \left(t_{tia3} + t_{tia2} + \frac{t_{tia1}}{2} \right) \dots}{A_a}$$

$$+ 2A_{Lc} \cdot (t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + e_L) + h_{ia} \cdot t_{ia} \cdot \left(t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + \frac{h_{ia}}{2} \right) + 2A_{Lc} \cdot (t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + h_{ia} - e_L)$$

$$+ b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} \cdot \left(t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + h_{ia} + \frac{t_{tsa1}}{2} \right) + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} \cdot \left(t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + h_{ia} + t_{tsa1} + \frac{t_{tsa2}}{2} \right) \dots$$

$$+ b_{tsa3} \cdot t_{tsa3} \cdot \left(t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + h_{ia} + t_{tsa1} + t_{tsa2} + \frac{t_{tsa3}}{2} \right)$$

$CG_A = 314 \cdot \text{mm}$

$e_{CG} := \left(t_{tia3} + t_{tia2} + t_{tia1} + \frac{h_{ia}}{2} \right) - CG_A = 0.000 \cdot \text{mm}$

$z_{hias} := \frac{\left(\frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} \right)}{2} = 145 \cdot \text{mm}$

$z_{hiai} := \frac{\left(\frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} \right)}{2} = 145 \cdot \text{mm}$

$z_{tsa1} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + \frac{t_{tsa1}}{2} = 296 \cdot \text{mm}$

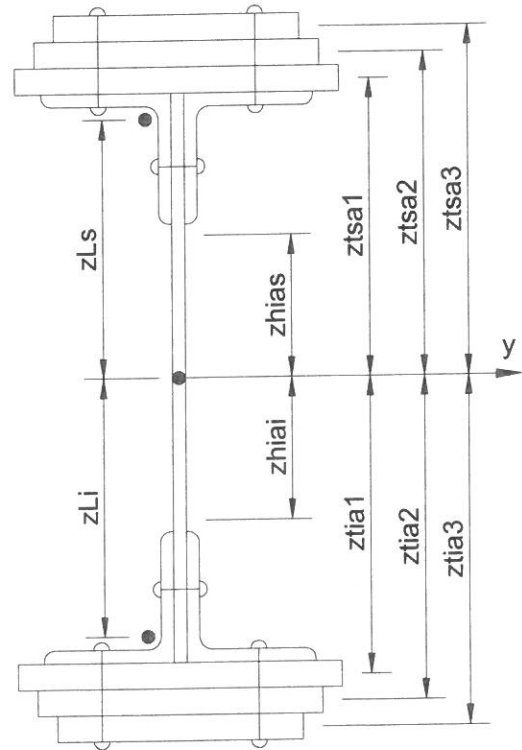
$z_{tia1} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + \frac{t_{tia1}}{2} = 296 \cdot \text{mm}$

$z_{tsa2} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + t_{tsa1} + \frac{t_{tsa2}}{2} = 308 \cdot \text{mm}$

$z_{tia2} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + t_{tia1} + \frac{t_{tia2}}{2} = 308 \cdot \text{mm}$

$z_{tsa3} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + t_{tsa1} + t_{tsa2} + \frac{t_{tsa3}}{2} = 314 \cdot \text{mm}$

$z_{tia3} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + t_{tia1} + t_{tia2} + \frac{t_{tsa3}}{2} = 314 \cdot \text{mm}$



$z_{Ls} := \left(\frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} \right) - e_L = 264.6 \cdot \text{mm}$

$z_{Li} := \left(\frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} \right) - e_L = 264.6 \cdot \text{mm}$

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

$$I_{yA_brut} := \frac{b_{tia3} \cdot t_{tia3}^3}{12} + b_{tia3} \cdot t_{tia3} \cdot z_{tia3}^2 + \frac{b_{tia2} \cdot t_{tia2}^3}{12} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} \cdot z_{tia2}^2 + \frac{b_{tia1} \cdot t_{tia1}^3}{12} + b_{tia1} \cdot t_{tia1} \cdot z_{tia1}^2 + 2I_L \dots$$

$$+ 2A_{Lc} \cdot z_{Li}^2 + \frac{h_{ia}^3 \cdot t_{ia}}{12} + h_{ia} \cdot t_{ia} \cdot e_{CG}^2 + 2I_L + 2A_{Lc} \cdot z_{Ls}^2 + \frac{b_{tsa1} \cdot t_{tsa1}^3}{12} + b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} \cdot z_{tsa1}^2 \dots$$

$$+ \frac{b_{tsa2} \cdot t_{tsa2}^3}{12} + b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} \cdot z_{tsa2}^2 + \frac{b_{tsa3} \cdot t_{tsa3}^3}{12} + b_{tsa3} \cdot t_{tsa3} \cdot z_{tsa3}^2$$

$I_{yA_brut} = 160873.701 \cdot \text{cm}^4$

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

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

3.1. Verificarea la moment încovoietor

Relatia de verificare: $\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$

$$M_{Ed} = 484.462 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

(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.

$$f_u := 360 \text{MPa} \quad t := t_{tsa3} + t_{tsa2} + t_{tsa1} + t_L = 33 \cdot \text{mm}$$

$$n := 2 \quad d_0 := 23 \text{mm}$$

$$A_{goluri} := t \cdot n \cdot d_0 = 1518 \cdot \text{mm}^2 \quad A_f := b_{tia1} \cdot t_{tia1} + b_{tia2} \cdot t_{tia2} + b_{tia3} \cdot t_{tia3} + 2 \cdot A_{Lc} = 8620 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{f_net} := A_f - A_{goluri} = 7102 \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{A_{f_net} \cdot 0.9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} \geq \frac{A_f \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_de_verificare = "Nu se Verifica"

În acest caz trebuie să se țină seama de găurile de prindere și astfel, se reduce aria tălpii

$$A_{tsa1} := b_{tsa1} \cdot t_{tsa1} - t_{tsa1} \cdot n \cdot d_0 = 2208 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{tia1} := b_{tia1} \cdot t_{tia1} - t_{tia1} \cdot n \cdot d_0 = 2208 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{tsa2} := b_{tsa2} \cdot t_{tsa2} - t_{tsa2} \cdot n \cdot d_0 = 2208 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{tia2} := b_{tia2} \cdot t_{tia2} - t_{tia2} \cdot n \cdot d_0 = 2208 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{tsa3} := b_{tsa3} \cdot t_{tsa3} - t_{tsa3} \cdot n \cdot d_0 = 0 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{tia3} := b_{tia3} \cdot t_{tia3} - t_{tia3} \cdot n \cdot d_0 = 0 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{Lc} := A_{Lc} - t_L \cdot d_0 = 1343 \cdot \text{mm}^2$$

$$I_{yA_net} := \frac{b_{tia3} \cdot t_{tia3}^3}{12} + A_{tia3} \cdot z_{tia3}^2 + \frac{b_{tia2} \cdot t_{tia2}^3}{12} + A_{tia2} \cdot z_{tia2}^2 + \frac{b_{tia1} \cdot t_{tia1}^3}{12} + A_{tia1} \cdot z_{tia1}^2 + 2I_L \dots$$

$$+ 2A_{Lc} \cdot z_{Li}^2 + \frac{h_{ia}^3 \cdot t_{ia}}{12} + h_{ia} \cdot t_{ia} \cdot e_{CG}^2 + 2I_L + 2A_{Lc} \cdot z_{Ls}^2 + \frac{b_{tsa1} \cdot t_{tsa1}^3}{12} + A_{tsa1} \cdot z_{tsa1}^2 \dots$$

$$+ \frac{b_{tsa2} \cdot t_{tsa2}^3}{12} + A_{tsa2} \cdot z_{tsa2}^2 + \frac{b_{tsa3} \cdot t_{tsa3}^3}{12} + A_{tsa3} \cdot z_{tsa3}^2$$

$$I_{yA_net} = 134930.819 \cdot \text{cm}^4$$

$$y_{\max} := \frac{h_{ia}}{2} - e_{CG} + t_{tia1} + t_{tia2} + t_{tia3} = 314 \cdot \text{mm} \quad y_{\min} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} + t_{tsa1} + t_{tsa2} + t_{tsa3} = 314 \cdot \text{mm}$$

$$W_{pl} := A_{tsa3} \cdot z_{tsa3} + A_{tsa2} \cdot z_{tsa2} + A_{tsa1} \cdot z_{tsa1} + \left(\frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} \right) \cdot t_{ia} \cdot z_{hias} + 2A_{Lc} \cdot z_{Ls} = 2465 \cdot \text{cm}^3$$

$$M_{c_Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 579.239 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_de_verificare = "Se Verifica"

4.2. Verificarea la forta taietoare

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

$$V_{Ed} = 440.749 \cdot \text{kN}$$

Pentru sectiunile din CLASA 1 si 2

$$V_{c_Rd} = V_{pl_Rd} = \frac{A_v \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}}$$

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**

$$A_v := A_a - 2 \cdot b_{tsa1} \cdot (t_{tsa3} + t_{tsa2} + t_{tsa1} + t_L) + (t_{ia} + 2 \cdot r) \cdot (t_{tsa3} + t_{tsa2} + t_{tsa1} + t_L) = 8190 \cdot \text{mm}^2$$

$$\eta \cdot h_{ia} \cdot t_{ia} = 6960 \cdot \text{mm}^2$$

$$V_{c_Rd} := \frac{A_v \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} = 1111.197 \cdot \text{kN}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{V_{Ed}}{V_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

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:

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta \sigma_{E2} \leq \frac{\Delta \sigma_c}{\gamma_{Mf}}$$

$$\gamma_{Ff} := 1.00$$

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

(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

$$L_\phi := \frac{2 \cdot L_a}{m} = 8$$

-lungimea "determinata" conform **tabel 6.2**

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_\phi} - 0.2} + 0.82 = 1.368$$

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

-conform SREN 1993-2:2007, punctul 9.4.1

λ - factorul echivalent de vătămare

ϕ_2 - coeficientul dinamic echivalent

$\Delta\sigma_p$ - ecartul de referință

$$\Delta\sigma_p = |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}|$$

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).

$$\lambda_1 := 1.07 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.3}$$

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

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

$$\lambda_4 := 1.00$$




$$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.752$$

$$M_{Ed_SLUO} := M_{LM71} = 299.703 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

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.

$$\Delta\sigma_c := 90\text{MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 51.962\text{MPa}$$

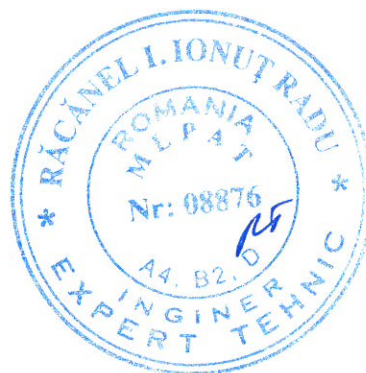
$$z_{ob} := \frac{h_{ia}}{2} + e_{CG} = 290\text{mm}$$

$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_y A_{net}} \cdot z_{ob} = 64.414\text{MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 64.414\text{MPa}$$

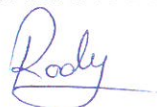
$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 66.272\text{MPa}$$

$$\text{Relatia}_{1_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$



Relatia₁_verificare = "Se Verifica"

Intocmit,
ing. Andrei RADU



Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU



Pod km 584+956, Linia 300, Cluj Napoca - Oradea - Episcopia Bihor
G.I.P.C.S.N. - deschidere 5.00m

Breviar de calcul: Grinda principala 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 Grinda principala cu inima plina

- L := 5.00m -deschiderea podului
- B := 1.80m -distanta interax intre grinzile principale
- h_w := 505mm -inaltimea inimii grinzii

1.1. Evaluarea actiunilor:

1.1.a) Greutatea permanenta (conform fisei podului)

$$g_{sina} := 0.65 \frac{kN}{m} \quad g_{prindere} := 1.30 \frac{kN}{m} \quad \gamma_{lemn} := 10 \frac{kN}{m^3}$$

$$g_{traversa} := 0.24m \cdot 0.24m \cdot 2.60m \cdot \gamma_{lemn} = 1.498 \cdot kN$$

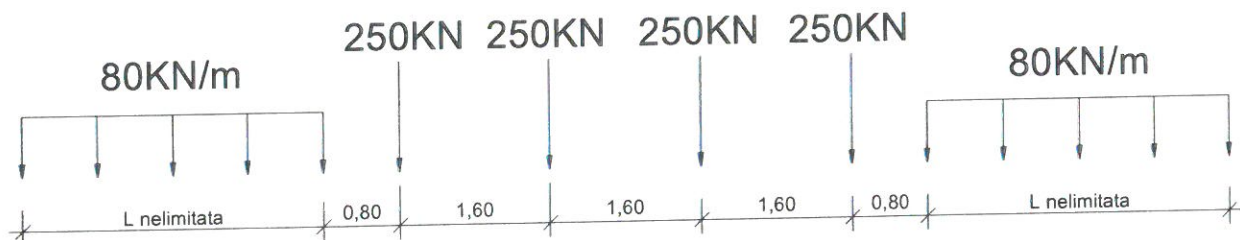
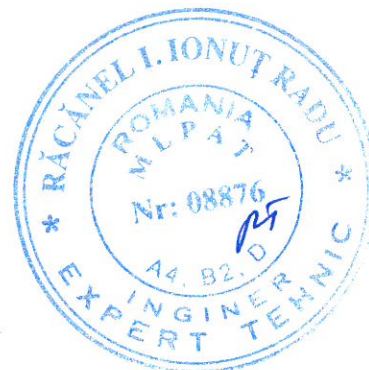
$$g_{cale} := 2g_{sina} + 2g_{prindere} + \frac{2 \cdot g_{traversa}}{1.0m} = 6.895 \cdot \frac{kN}{m}$$

$$g_{sm} := \left(440 \cdot \frac{L}{m} + 6500 \right) \frac{N}{m} = 8.7 \cdot \frac{kN}{m}$$

$$g_p := g_{sm} + g_{cale} = 15.595 \cdot \frac{kN}{m}$$

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)

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

$$L_\phi := \frac{L}{m} = 5 \quad \text{-lungimea "determinata" conform tabel 6.2}$$

$$\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.73 = 1.791$$

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:

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

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

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

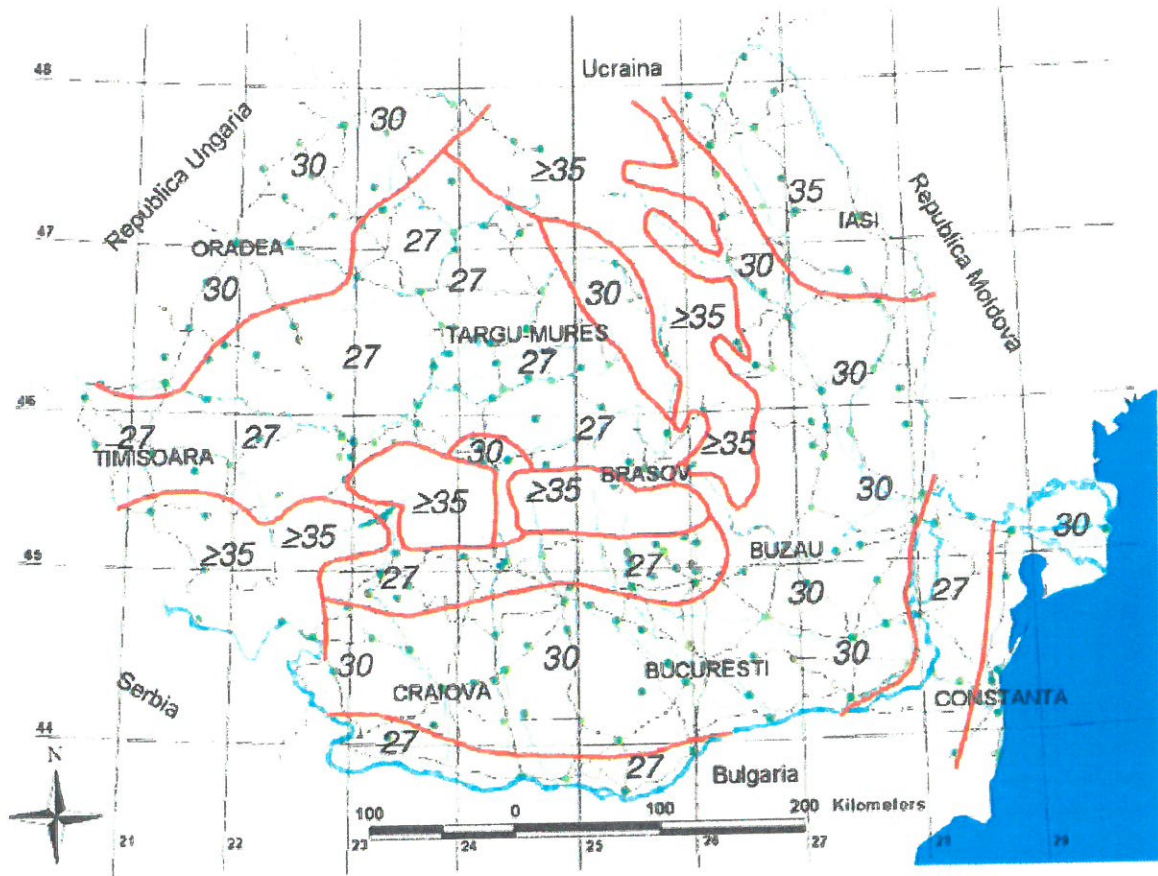
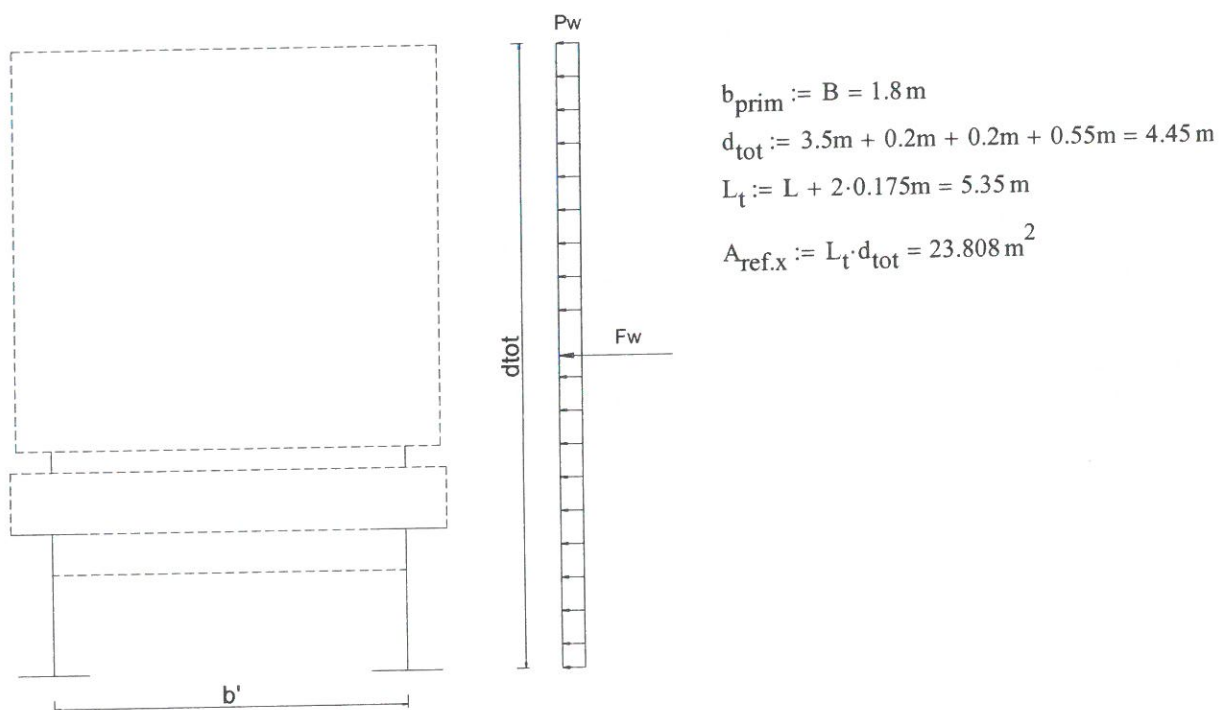


Figura 1(RO)- Harta de zonare a valorii fundamentale a vitezei de referință a vântului, $v_{b,0}$.



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 $c_{v,x}$ conform 8.3.1 (1);
- $c_o = 1,0$;
- $k_f = 1,0$.

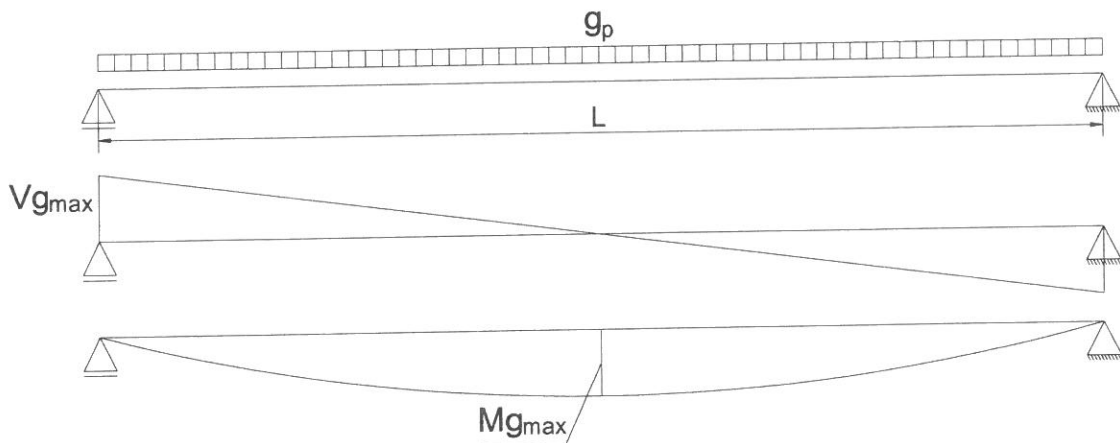
Pentru valori intermediare ale b/d_{tot} , și z_e se poate folosi interpolarea liniară.

$$\frac{b_{prim}}{d_{tot}} = 0,404 \quad C := 6,7$$

$$F_w := \frac{1}{2} \cdot \rho_{aer} \cdot v_b^2 \cdot C \cdot A_{ref,x} = 89.725 \cdot \text{kN}$$

$$P_w := \frac{F_w}{A_{ref,x}} = 3.769 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

1.2. *Diagrame de momente incovoietoare si forta taietoare din greutate permanenta*

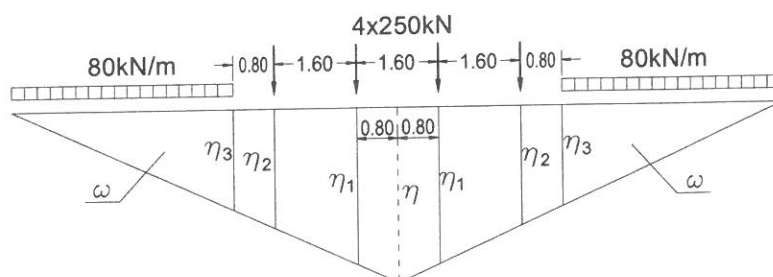


$$M_{gmax} := \frac{g_p \cdot L^2}{8} = 48.735 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{gmax} := \frac{g_p \cdot L}{2} = 38.988 \cdot \text{kN}$$

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:

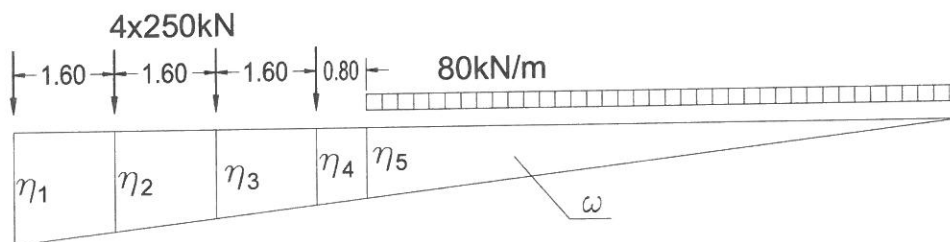
$$\eta := 0.25 \cdot L = 1.25 \text{ m}$$

$$\eta_{1m} := \frac{\eta}{0.5 \cdot L} \left(\frac{L}{2} - 0.8 \text{ m} \right) = 0.85 \text{ m} \quad \eta_{3m} := \frac{\eta}{0.5 \cdot L} \left(\frac{L}{2} - 3.2 \text{ m} \right) = -0.35 \text{ m}$$

$$\eta_{2m} := \frac{\eta}{0.5 \cdot L} \left(\frac{L}{2} - 2.4 \text{ m} \right) = 0.05 \text{ m} \quad \omega_m := \left(\frac{L}{2} - 3.2 \text{ m} \right)^2 \cdot \frac{\eta}{0.5 \cdot L} \cdot 0.5 = 0.123 \text{ m}^2$$

$$M_{\max LM71} := Q_{vk} \cdot 2 \cdot (\eta_{1m} + \eta_{2m}) + q_{vk} \cdot 2 \cdot \omega_m = 469.6 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Linia de influenta a fortei taietoare maxime:



Ordonatele liniei de influenta a fortei taietoare maxime:

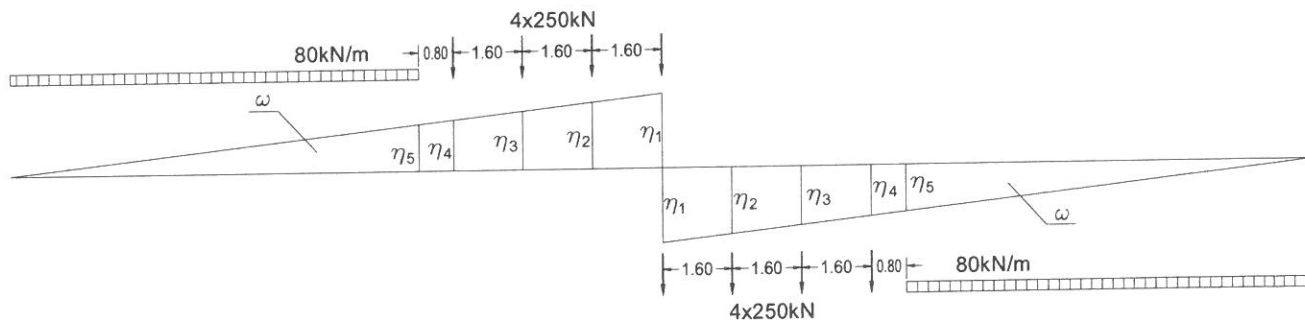
$$\eta_{1tm} := 1$$

$$\eta_{2tm} := \frac{\eta_{1tm}}{L} \cdot (L - 1.6 \text{ m}) = 0.68 \quad \eta_{4tm} := \frac{\eta_{1tm}}{L} \cdot (L - 4.8 \text{ m}) = 0.04 \quad \omega_{tm} := \frac{\eta_{1tm}}{L} \cdot (L - 5.6 \text{ m})^2 \cdot 0.5 = 0.036 \text{ m}$$

$$\eta_{3tm} := \frac{\eta_{1tm}}{L} \cdot (L - 3.2 \text{ m}) = 0.36 \quad \eta_{5tm} := \frac{\eta_{1tm}}{L} \cdot (L - 5.6 \text{ m}) = -0.12$$

$$V_{\max LM71} := Q_{vk} \cdot (\eta_{1tm} + \eta_{2tm} + \eta_{3tm} + \eta_{4tm}) + q_{vk} \cdot \omega_{tm} = 522.88 \cdot \text{kN}$$

Linia de influenta a fortei taietoare din jumatarea deschiderii:



Ordonatele liniei de influenta a fortei din jumatarea deschiderii:

$$\eta_{1t} := 0.5$$

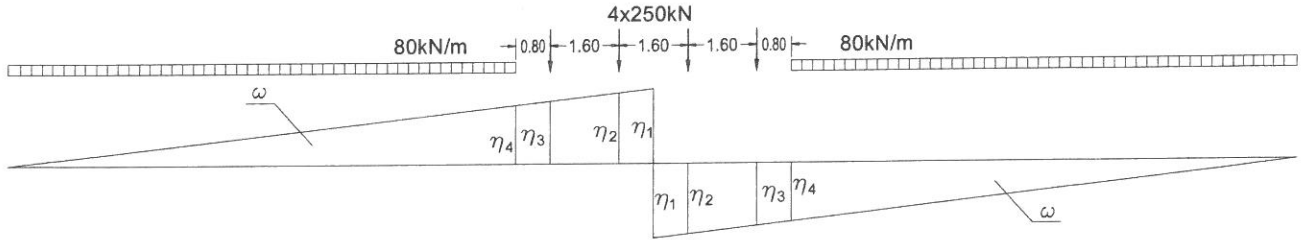
$$\eta_{2t} := \frac{\eta_{1t}}{0.5L} \cdot (0.5L - 1.6 \text{ m}) = 0.18 \quad \eta_{4t} := \frac{\eta_{1t}}{0.5L} \cdot (0.5L - 4.8 \text{ m}) = -0.46 \quad \omega_t := \frac{\eta_{1t}}{0.5L} \cdot (0.5L - 5.6 \text{ m})^2 \cdot 0.5 = 0.961 \text{ m}$$

$$\eta_{3t} := \frac{\eta_{1t}}{0.5L} \cdot (0.5L - 3.2 \text{ m}) = -0.14 \quad \eta_{5t} := \frac{\eta_{1t}}{0.5L} \cdot (0.5L - 5.6 \text{ m}) = -0.62$$

$$V_{\max 0.5L} := Q_{vk} \cdot (\eta_{1t} + \eta_{2t}) + q_{vk} \cdot \omega_t = 246.88 \cdot \text{kN}$$

$$V_{\min 0.5L} := Q_{vk} \cdot (-\eta_{1t} - \eta_{2t}) + q_{vk} \cdot -\omega_t = -246.88 \cdot \text{kN}$$

Linia de influenta a fortei taietoare corespunzatoare momentului maxim:



Ordonatele liniei de influenta a fortei taietoare corespunzatoare momentului incovoietor maxim:

$$\eta_{1tcmm} := 0.5$$

$$\eta_{2tcmm} := \frac{\eta_{1tcmm}}{0.5L} \cdot (0.5L - 0.8m) = 0.34 \quad \eta_{4tcmm} := \frac{\eta_{1tcmm}}{0.5L} \cdot (0.5L - 3.2m) = -0.14$$

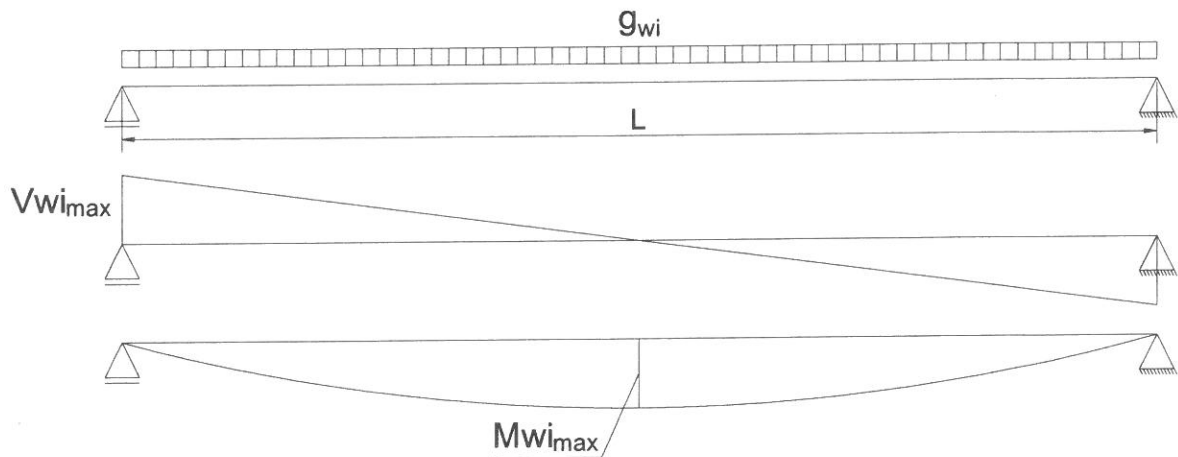
$$\eta_{3tcmm} := \frac{\eta_{1tcmm}}{0.5L} \cdot (0.5L - 2.4m) = 0.02 \quad \omega_{tcmm} := \frac{\eta_{1tcmm}}{0.5L} \cdot (0.5L - 3.2m)^2 \cdot 0.5 = 0.049m$$

$$V_{0.5L_{corespMmax}} := Q_{vk} \cdot (\eta_{2tcmm} + \eta_{3tcmm}) + q_{vk} \cdot \omega_{tcmm} = 93.92 \cdot kN$$

1.4. Diagrame de momente incovoietoare si forta taietoare din actiunea indirecta a vantului

$$h := d_{tot} = 4.45 \cdot m$$

$$q_{wi} := \frac{P_w \cdot h}{B} = 9.317 \cdot \frac{kN}{m}$$



$$M_{wimax} := \frac{q_{wi} \cdot L^2}{8} = 29.116 \cdot kN \cdot m \quad V_{wimax} := \frac{q_{wi} \cdot L}{2} = 23.293 \cdot kN$$

1.5. Combinarea actiunilor pentru starea limita ultima (SLU)

$$\gamma_G := 1.00 \quad \gamma_{Q1} := 1.00 \quad \gamma_{Qi} := 1.00 \quad \psi_0 := 1.0 \quad C_r := 0.5$$

$$M_{Ed} := \gamma_G \cdot M_{gmax} \cdot \frac{1}{2} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot M_{maxLM71} + \gamma_{Qi} \cdot \psi_0 \cdot M_{wimax} = 473.98 \cdot kN \cdot m$$

$$V_{Ed} := \gamma_G \cdot V_{gmax} \cdot \frac{1}{2} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot V_{0.5L_{corespMmax}} + \gamma_{Qi} \cdot \psi_0 \cdot V_{wimax} = 126.886 \cdot kN$$

$$V_{Ed_reazem} := \gamma_G \cdot V_{gmax} \cdot \frac{1}{2} + \gamma_{Q1} \cdot \phi_3 \cdot C_r \cdot V_{maxLM71} + \gamma_{Qi} \cdot \psi_0 \cdot V_{wimax} = 510.992 \cdot kN$$

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

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

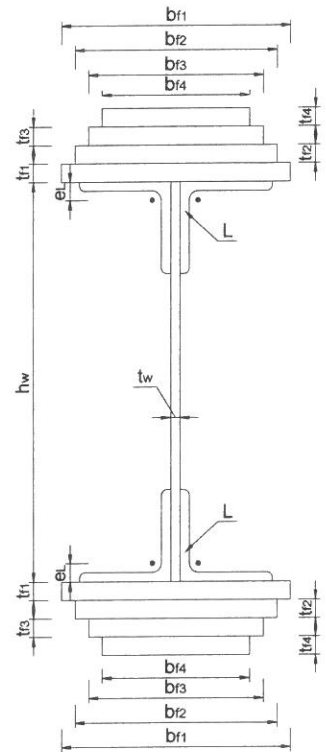
$$\epsilon := \sqrt{\frac{235 \frac{N}{mm^2}}{f_y}} = 1$$

$t_w := 10\text{mm}$	-grosimea inimii	$t_{f3} := 0\text{mm}$	-grosimea talpii 3
$h_w = 505\text{mm}$	-inaltimea inimii	$b_{f3} := 0\text{mm}$	-laltimea talpii 3
$t_{f1} := 10\text{mm}$	-grosimea talpii 1	$t_{f4} := 0\text{mm}$	-grosimea talpii 4
$b_{f1} := 250\text{mm}$	-laltimea talpii 1	$b_{f4} := 0\text{mm}$	-laltimea talpii 4
$t_{f2} := 12\text{mm}$	-grosimea talpii 2		
$b_{f2} := 250\text{mm}$	-laltimea talpii 2		

Tipul profilului L: L80x80x10

$$t_L := 10\text{mm} \quad A_{L80x80x10} := 15.10\text{cm} \quad I_L := 87.5\text{cm}^4 \quad A_{Lc} := A_{L80x80x10}$$

$$e_L := 2.34\text{cm}$$



Tabelul 5.2- Rapoarte lățime-grosime maxime pentru pereții comprimați

Pereți comprimați interiori			
		Axă de încovoiere	
		Axă de încovoiere	
Clasă	Perete supus la încovoiere	Perete supus la compresune	Perete supus la încovoiere și compresune
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 (comprimare 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 $\psi \leq -1$: $c/t \leq 62\epsilon(1 - \psi)\sqrt{-\psi}$
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	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 compresune $\sigma \leq f_y$ fie când deformația specifică de întindere $\epsilon_y > f_y/E$

2.1. Clasa inimii:

$$c_w := h_w = 505 \cdot \text{mm} \quad t_w = 10 \cdot \text{mm}$$

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

Tabelul 5.2 (continuare) - Rapoarte lățime-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 (compresie 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 (compresie 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:

$$c_{ts} := \frac{b_{fl} - t_w}{2} = 120 \cdot \text{mm} \quad t_{ts} := t_{f1} + t_{f2} + t_{f3} + t_{f4} + t_L = 32 \cdot \text{mm}$$

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

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

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

$$A_{f1} := b_{f1} \cdot t_{f1} = 2500 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{f3} := b_{f3} \cdot t_{f3} = 0 \cdot \text{mm}^2 \quad A_w := h_w \cdot t_w = 5050 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{f2} := b_{f2} \cdot t_{f2} = 3000 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{f4} := b_{f4} \cdot t_{f4} = 0 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{Lc} = 1510 \cdot \text{mm}^2$$

$$z_y := \frac{A_{f4} \cdot \frac{t_{f4}}{2} + A_{f3} \cdot \left(t_{f4} + \frac{t_{f3}}{2} \right) + A_{f2} \cdot \left(t_{f4} + t_{f3} + \frac{t_{f2}}{2} \right) + A_{f1} \cdot \left(t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + \frac{t_{f1}}{2} \right) \dots}{2 \cdot (A_{f1} + A_{f2} + A_{f3} + A_{f4} + 2A_{Lc}) + A_w}$$

$$+ 2 \cdot A_{Lc} \cdot \left(t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + e_L \right) + A_w \cdot \left(t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + \frac{h_w}{2} \right) + 2 \cdot A_{Lc} \cdot \left(t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + h_w - e_L \right) \dots$$

$$+ A_{f1} \cdot \left(t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + h_w + \frac{t_{f1}}{2} \right) + A_{f2} \cdot \left(t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + h_w + t_{f1} + \frac{t_{f2}}{2} \right) \dots$$

$$+ A_{f3} \cdot \left(t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + h_w + t_{f1} + t_{f2} + \frac{t_{f3}}{2} \right) + A_{f4} \cdot \left(t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + h_w + t_{f1} + t_{f2} + t_{f3} + \frac{t_{f4}}{2} \right)$$

$$z_y = 274.5 \cdot \text{mm}$$

$$e_z := \left(t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + \frac{h_w}{2} \right) - z_y = -0.000 \cdot \text{mm}$$

$$z_{hws} := \frac{\frac{h_w}{2} + e_z}{2} = 126.25 \cdot \text{mm}$$

$$z_{hwi} := \frac{\frac{h_w}{2} - e_z}{2} = 126.25 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf1s} := \frac{h_w}{2} + e_z + \frac{t_{f1}}{2} = 257.5 \cdot \text{mm} \quad z_{tf1i} := \frac{h_w}{2} - e_z + \frac{t_{f1}}{2} = 257.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf2s} := \frac{h_w}{2} + e_z + t_{f1} + \frac{t_{f2}}{2} = 268.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf2i} := \frac{h_w}{2} - e_z + t_{f1} + \frac{t_{f2}}{2} = 268.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf3s} := \frac{h_w}{2} + e_z + t_{f1} + t_{f2} + \frac{t_{f3}}{2} = 274.5 \cdot \text{mm}$$

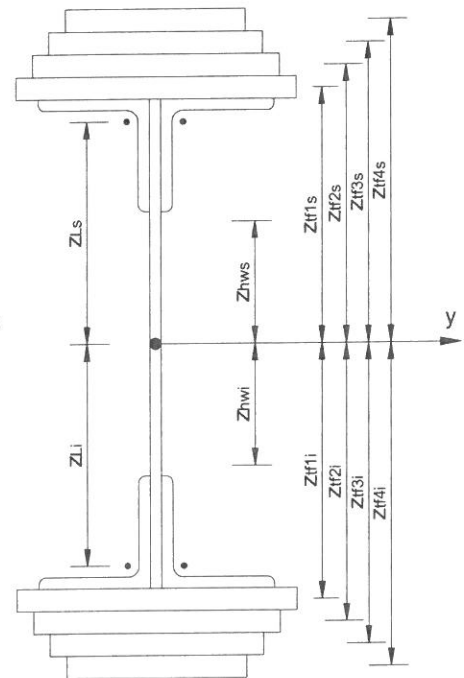
$$z_{tf3i} := \frac{h_w}{2} - e_z + t_{f1} + t_{f2} + \frac{t_{f3}}{2} = 274.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf4s} := \frac{h_w}{2} + e_z + t_{f1} + t_{f2} + t_{f3} + \frac{t_{f4}}{2} = 274.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{Ls} := \left(\frac{h_w}{2} + e_z \right) - e_L = 229.1 \cdot \text{mm}$$

$$z_{tf4i} := \frac{h_w}{2} - e_z + t_{f1} + t_{f2} + t_{f3} + \frac{t_{f4}}{2} = 274.5 \cdot \text{mm}$$

$$z_{Li} := \left(\frac{h_w}{2} - e_z \right) - e_L = 229.1 \cdot \text{mm}$$



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

$$I_y := \frac{b_{f4} \cdot t_{f4}^3}{12} + A_{f4} \cdot z_{tf4i}^2 + \frac{b_{f3} \cdot t_{f3}^3}{12} + A_{f3} \cdot z_{tf3i}^2 + \frac{b_{f2} \cdot t_{f2}^3}{12} + A_{f2} \cdot z_{tf2i}^2 + \frac{b_{f1} \cdot t_{f1}^3}{12} + A_{f1} \cdot z_{tf1i}^2 + 2 \cdot I_L + 2 \cdot A_{Lc} \cdot z_{Li}^2 \dots$$

$$+ \frac{t_w \cdot h_w^3}{12} + A_w \cdot e_z^2 + 2 \cdot I_L + 2 \cdot A_{Lc} \cdot z_{Ls}^2 + \frac{b_{f1} \cdot t_{f1}^3}{12} + A_{f1} \cdot z_{tf1s}^2 + \frac{b_{f2} \cdot t_{f2}^3}{12} + A_{f2} \cdot z_{tf2s}^2 + \frac{b_{f3} \cdot t_{f3}^3}{12} + A_{f3} \cdot z_{tf3s}^2 \dots$$

$$+ \frac{b_{f4} \cdot t_{f4}^3}{12} + A_{f4} \cdot z_{tf4s}^2$$

$$I_y = 119204.177 \cdot \text{cm}^4$$

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: $\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$

$$M_{Ed} = 473.98 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

(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.

$$f_u := 360 \text{MPa} \quad t := t_{f4} + t_{f3} + t_{f2} + t_{f1} + t_L = 32 \cdot \text{mm}$$

$$n := 2 \quad d_0 := 23 \text{mm}$$

$$A_{goluri} := t \cdot n \cdot d_0 = 1472 \cdot \text{mm}^2 \quad A_f := b_{f1} \cdot t_{f1} + b_{f2} \cdot t_{f2} + b_{f3} \cdot t_{f3} + b_{f4} \cdot t_{f4} + 2 \cdot A_{Lc} = 8520 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{f,net} := A_f - A_{goluri} = 7048 \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{Relatia}_{de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{A_{f,net} \cdot 0.9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} \geq \frac{A_f \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Relatia_{de_verificare} = "Nu se Verifica"

In acest caz trebuie sa se tina seama de gaurile de prindere si astfel, se reduce aria talpilor

$$A_{f1} := b_{f1} \cdot t_{f1} - t_{f1} \cdot n \cdot d_0 = 2040 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{f3} := b_{f3} \cdot t_{f3} - t_{f3} \cdot n \cdot d_0 = 0 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{f2} := b_{f2} \cdot t_{f2} - t_{f2} \cdot n \cdot d_0 = 2448 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{f4} := b_{f4} \cdot t_{f4} - t_{f4} \cdot n \cdot d_0 = 0 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{Lc} := A_{Lc} - t_L \cdot d_0 = 1280 \cdot \text{mm}^2$$

$$I_{y_net} := \frac{b_{f4} \cdot t_{f4}^3}{12} + A_{f4} \cdot z_{tf4i}^2 + \frac{b_{f3} \cdot t_{f3}^3}{12} + A_{f3} \cdot z_{tf3i}^2 + \frac{b_{f2} \cdot t_{f2}^3}{12} + A_{f2} \cdot z_{tf2i}^2 + \frac{b_{f1} \cdot t_{f1}^3}{12} + A_{f1} \cdot z_{tf1i}^2 \dots$$

$$+ 2 \cdot I_L + 2 \cdot A_{Lc} \cdot z_{Li}^2 + \frac{t_w \cdot h_w^3}{12} + A_w \cdot e_z^2 + 2 \cdot I_L + 2 \cdot A_{Lc} \cdot z_{Ls}^2 + \frac{b_{f1} \cdot t_{f1}^3}{12} + A_{f1} \cdot z_{tf1s}^2 + \frac{b_{f2} \cdot t_{f2}^3}{12} \dots$$

$$+ A_{f2} \cdot z_{tf2s}^2 + \frac{b_{f3} \cdot t_{f3}^3}{12} + A_{f3} \cdot z_{tf3s}^2 + \frac{b_{f4} \cdot t_{f4}^3}{12} + A_{f4} \cdot z_{tf4s}^2$$

$$I_{y_net} = 1003162310.7 \cdot \text{mm}^4$$

$$y_{\max} := \frac{h_w}{2} - e_z + t_{f1} + t_{f2} + t_{f3} + t_{f4} = 274.5 \cdot \text{mm}$$

$$y_{\min} := \frac{h_w}{2} + e_z + t_{f1} + t_{f2} + t_{f3} + t_{f4} = 274.5 \cdot \text{mm}$$

$$W_{pl} := A_{f4} \cdot z_{tf4s} + A_{f3} \cdot z_{tf3s} + A_{f2} \cdot z_{tf2s} + A_{f1} \cdot z_{tf1s} + \left(\frac{h_w}{2} + e_z \right) \cdot t_w \cdot z_{hws} + 2A_{Lc} \cdot z_{Ls} = 2088 \cdot \text{cm}^3$$

$$M_{c_Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 490.648 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{M_{Ed}}{M_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} = \text{"Se Verifica"}$$

3.2. Verificarea la forta taietoare

$$\text{Relatia de verificare: } \frac{V_{Ed}}{V_{c_Rd}} \leq 1$$

$$V_{Ed_reazem} = 510.992 \cdot \text{kN}$$

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

$$\eta \sum (h_w t_w)$$

$$\eta := 1.00$$

$$A_v := \eta \cdot (h_w \cdot t_w) = 5050 \cdot \text{mm}^2$$

$$V_{pl_Rd} := \frac{A_v \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}} \right)}{\gamma_{M0}} = 685.17 \cdot \text{kN}$$

$$V_{c_Rd} := V_{pl_Rd} = 685.17 \cdot \text{kN}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \frac{V_{Ed}}{V_{c_Rd}} \leq 1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Relatia_de_verificare} = \text{"Se Verifica"}$$

4. Verificarea la Starea Limita de Serviciu - SLS (conform SREN 1993-2:2007, sectiunea 7.3)

4.1. Limitarea eforturilor unitare

Relatii de verificare:

$$\sigma_{Ed_serv} \leq \frac{f_y}{\gamma_{Mserv}}$$

$$\tau_{Ed_serv} \leq \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{Mserv}}$$

$$\sqrt{\sigma_{Ed_serv}^2 + 3 \cdot \tau_{Ed_serv}^2} \leq \frac{f_y}{\gamma_{Mserv}}$$

$$\gamma_{Mserv} := 1 \quad \text{conform SREN 1993-2:2007, sectiunea 7.3 - NOTA 2}$$

$$M_{\max_serv} := \frac{M_{g\max}}{2} + C_r \cdot \phi_3 \cdot M_{\max LM71} + M_{w\max} = 473.98 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$y_{\max} = 274.5 \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{Ed_serv} := \frac{M_{max_serv}}{I_y} \cdot y_{max} = 109.147 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Conditia1_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \sigma_{Ed_serv} \leq \frac{f_y}{\gamma_{Mserv}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia1_verificare = "Se Verifica"

$$V_{max_serv} := \frac{V_{gmax}}{2} + C_r \cdot \phi_3 \cdot V_{maxLM71} + V_{wimax} = 510.992 \cdot \text{kN}$$

$$\tau_{Ed_serv} := \frac{V_{max_serv}}{h_w \cdot t_w} = 101.186 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Conditia2_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \tau_{Ed_serv} \leq \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{Mserv}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia2_verificare = "Se Verifica"

$$V_{05L_corespMmax} = 93.92 \cdot \text{kN}$$

$$V_{max_serv.} := \frac{V_{gmax}}{2} + C_r \cdot \phi_3 \cdot V_{05L_corespMmax} + V_{wimax} = 126.886 \cdot \text{kN}$$

$$\tau_{Ed_serv.} := \frac{V_{max_serv.}}{h_w \cdot t_w} = 25.126 \cdot \text{MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{Ed_serv}^2 + 3 \cdot \tau_{Ed_serv.}^2} = 117.503 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Conditia3_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \sqrt{\sigma_{Ed_serv}^2 + 3 \cdot \tau_{Ed_serv.}^2} \leq \frac{f_y}{\gamma_{Mserv}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia3_verificare = "Se Verifica"

4.2. Limitarea zveltetii inimii

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{Ed_serv}}{k_\sigma \cdot \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1.1 \cdot \tau_{Ed_serv}}{k_\tau \cdot \sigma_E}\right)^2} \leq 1.1$$

$$\sigma_E := 190000 \text{MPa} \cdot \left(\frac{t_w}{h_w}\right)^2 = 74.502 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Conditia4_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \sqrt{\left(\frac{\sigma_{Ed_serv}}{k_\sigma \cdot \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1.1 \cdot \tau_{Ed_serv}}{k_\tau \cdot \sigma_E}\right)^2} \leq 1.1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia4_verificare = "Se Verifica"

4.3. Limitarea sagetii verticale

Relatie de verificare:

$$f = \frac{5.5 \cdot M_{LM1} \cdot L^2}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \frac{L}{500}$$

$$E := 2.1 \cdot 10^5 \text{MPa} \quad \text{modulul de elasticitate al otelului}$$

$$\sigma_{Ed_serv} := \frac{M_{max_serv}}{I_y} \cdot y_{max} = 109.147 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Conditia1_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \sigma_{Ed_serv} \leq \frac{f_y}{\gamma_{Mserv}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia1_verificare = "Se Verifica"

$$V_{max_serv} := \frac{V_{gmax}}{2} + C_r \cdot \phi_3 \cdot V_{maxLM71} + V_{wimax} = 510.992 \cdot \text{kN}$$

$$\tau_{Ed_serv} := \frac{V_{max_serv}}{h_w \cdot t_w} = 101.186 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Conditia2_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \tau_{Ed_serv} \leq \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{Mserv}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia2_verificare = "Se Verifica"

$$V_{05L_corespMmax} = 93.92 \cdot \text{kN}$$

$$V_{max_serv.} := \frac{V_{gmax}}{2} + C_r \cdot \phi_3 \cdot V_{05L_corespMmax} + V_{wimax} = 126.886 \cdot \text{kN}$$

$$\tau_{Ed_serv.} := \frac{V_{max_serv.}}{h_w \cdot t_w} = 25.126 \cdot \text{MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{Ed_serv}^2 + 3 \cdot \tau_{Ed_serv.}^2} = 117.503 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Conditia3_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \sqrt{\sigma_{Ed_serv}^2 + 3 \cdot \tau_{Ed_serv.}^2} \leq \frac{f_y}{\gamma_{Mserv}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Conditia3_verificare = "Se Verifica"

4.2. Limitarea zveltetii inimii

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{Ed_serv}}{k_\sigma \cdot \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1.1 \cdot \tau_{Ed_serv}}{k_\tau \cdot \sigma_E}\right)^2} \leq 1.1$$

$$\sigma_E := 190000 \text{MPa} \cdot \left(\frac{t_w}{h_w}\right)^2 = 74.502 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Conditia4_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \sqrt{\left(\frac{\sigma_{Ed_serv}}{k_\sigma \cdot \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1.1 \cdot \tau_{Ed_serv}}{k_\tau \cdot \sigma_E}\right)^2} \leq 1.1 \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

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

$$L_\phi := \frac{L}{m} = 5$$

-lungimea "determinata" conform tabel 6.2

$$\phi_2 := \frac{1.44}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.82 = 1.527$$

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

-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).

$$\lambda_1 := 1.03 \quad \text{-prin interpolare din tabelul 9.3}$$

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 9.3 - 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

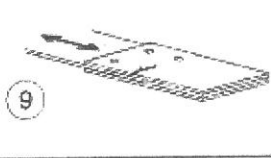
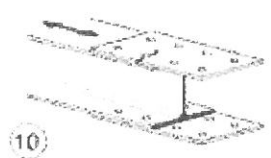
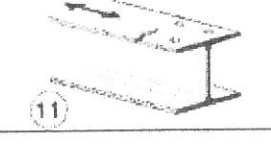

Durata de viață proiectată [ani]	50	60	70	80	90	100	120
λ_3	0,87	0,90	0,93	0,96	0,98	1,00	1,04

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

$$\lambda_4 := 1.00$$

$$\lambda := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0.724$$

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.

$$\Delta\sigma_c := 90 \text{ MPa}$$

$$\Delta\tau_c := \frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt{3}} = 51.962 \text{ MPa}$$

$$z_{ob} := \frac{h_w}{2} + e_z = 252.5 \text{ mm}$$

$$M_{Ed_SLUO} := C_r \cdot M_{\max LM71} = 234.8 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\sigma_{pmax} := \frac{M_{Ed_SLUO}}{I_{y_net}} \cdot z_{ob} = 59.1 \text{ MPa} \quad \sigma_{pmin} := 0$$

$$\Delta\sigma_p := |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}| = 59.1 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 65.353 \text{ MPa}$$

$$V_{Ed_SLUO} := C_r \cdot V_{05L_corespMmax} = 46.96 \text{ kN}$$

$$S := A_{f1} \cdot z_{tf1i} + A_{f2} \cdot z_{tf2i} + A_{f3} \cdot z_{tf3i} + A_{f4} \cdot z_{tf4i} + 2A_{Lc} \cdot z_{Li} + \frac{A_w}{2} \cdot z_{hwi} = 2087865.25 \text{ mm}^3$$

$$\tau_{pmax} := \frac{V_{Ed_SLUO} \cdot S}{I_{y_net} \cdot t_w} = 9.774 \text{ MPa} \quad \tau_{pmin} := 0$$

$$\Delta\tau_p := |\tau_{pmax} - \tau_{pmin}| = 9.774 \text{ MPa}$$

$$\Delta\tau_{E2} := \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\tau_p = 10.808 \text{ MPa}$$

$$\text{Relatia}_{1_verificare} := \begin{cases} \text{"Se Verifica"} & \text{if } \gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \\ \text{"Nu se Verifica"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

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

Rody

Verificat,
ing. Claudiu NEDEIANU

Q

