

FOAIE DE PREZENTARE

DENUMIRE LUCRARE:

PUNERE ÎN SIGURANȚĂ POD PESTE RÂUL SOMEȘ, PE DJ 108E, km 1+630

FAZA DE PROIECTARE:

EXPERTIZĂ TEHNICĂ

nr. 579/58/2018

BENEFICIAR:

CONSILIUL JUDEȚEAN SĂLAJ

ELABORATOR:

S.C. DRUMEX S.R.L.

Cluj-Napoca, str. Constantin Brâncuși nr. 145

Tel. 0264 - 410697, fax. 0264-410698 ORC: J12/422/1993 CUI: RO3222087

EXPERT TEHNIC:

- Dr. ing. MIHAI ILIESCU

Atestat M.L.P.T.L. nr. 05487/28.05.2001, în domeniile: construcții rutiere,
drumuri, piste de aviație, poduri, tunele - pentru cerințele A4, B2 și D



BORDEROU

A. PARȚI SCRISE

1. Foaie de prezentare
2. Borderou
3. Lista de semnături
4. Copie atestat expert tehnic
5. Raport de expertiză tehnică

ANEXE

1. Fișa de constatare a stării tehnice a podului
2. Notarea defectelor constatate în teren / Ci
3. Indici de funcționalitate/ Fi
4. Indicele de calitate al stării tehnice a podului / Ist
5. Fotografii relevante
6. Încercări nedistructive pe betoane, cu sclerometrul
7. Studiu hidrologic
8. Verificare hidraulică
9. Studiul geologic

B. PĂRȚI DESENATE

1. Plan de încadrare în zonă
2. Plan de situație
3. Releveu
4. Profiluri transversale albie
5. Profil longitudinal albie



LISTA DE SEMNĂTURI

Expert tehnic:

dr. ing. Mihai ILIESCU



Colectiv de elaborare :

dr. ing. Carol SZASZ

ing. Florin ANGHEL

ing. Cosmin OȚELAC





CERTIFICAT

DE

ATESTARE

TEHNICO-PROFESIONALĂ

MINISTERUL LUCRĂRILOR
PUBLICE, TRANSPORTURILOR
ȘI LOCUINȚEI

în baza legii nr. 10/1995 privind calitatea

în construcții, în urma cererii nr. 223...

din 27.08.1999 și a verificării

efectuate de comisia de atestare nr. 2...

din 28.05.2001 se eliberează

prezentul certificat

Semnătura titularului

SERIA M NR.

05487

NR. 05487 DIN 28.05.2001

SE ATESTĂ DL. IONESCU I.

MIHAI

Născut(ă) în anul 1952, luna AUGUST, ziua 11
în localitatea ZIMNICEA
de profesie ING. CONSTRUCTOR
cu domiciliul în localitatea ZIMNICEA
str. DATORA nr. 12, bl. V.S. sc.
et. 2, ap. 35 județul GALUȚ

PENTRU CALITATEA DE : EXPERT TEHNIC
ÎN DOMENIILE : CONSTR. RUTIERE, DRUMURI,
PISTE DE AVIAȚIE, PAVAJI, TUNELE.

ÎN SPECIALITATEA : —

PENTRU URMĂTOARELE CERINȚE : REZISTENȚĂ ȘI
STABILITATE (A4); SIGURANȚA ÎN EXPLOATARE (A2);
IGIENĂ, SĂNĂTATEA CĂMINULOR, REFAȚAREA ȘI
PROTECȚIA MEDIULUI (D).

MINISTRU

/MIRON TUDOR MITREA

DIRECTOR GENERAL

ION STĂNESCU



RAPORT DE EXPERTIZĂ TEHNICĂ

CUPRINS RAPORT DE EXPERTIZĂ

1	PREZENTARE GENERALĂ - DESCRIEREA LUCRĂRII	2
1.1	Denumirea obiectivului	2
1.2	Elaborator	2
1.3	Expert tehnic.....	2
1.4	Persoana juridică achizitoare.....	2
1.5	Amplasament.....	2
1.6	Scopul expertizei tehnice.....	2
1.7	Documente care au stat la baza expertizei tehnice	3
1.8	Date și informații folosite la realizarea expertizei.....	3
1.9	Situația existentă.....	5
1.10	Parametrii și clasificări ale podului	6
2	DESCRIEREA LUCRĂRII EXPERTIZATE	7
2.1	Suprastructura.....	7
2.2	Infrastructurile	7
2.3	Racordarea cu terasamentele	9
2.4	Calea pe pod	9
2.5	Parapete pietonale și de siguranță	9
2.6	Albia	10
2.7	Rețele și instalații aferente podului	10
3	STAREA TEHNICĂ GENERALĂ A LUCRĂRII	10
3.1	Parametrii care caracterizează starea tehnică (fizică) a podului.....	11
3.2	Parametrii care caracterizează gradul de funcționalitate al lucrării	14
3.3	Rezultatele încercării prin acțiuni de probă (efectuată în cadrul E.T. din anul 2012)...	16
3.4	Rezultatele verificărilor de rezistență.....	17
3.5	Restricții până la realizarea lucrărilor finale:	27
4	LUCRĂRI PROPUSE	28
4.1	Lucrări de reparații	28
4.2	Lucrări de reabilitare	31
5	CONCLUZII.....	33



1 PREZENTARE GENERALĂ - DESCRIEREA LUCRĂRII

1.1 Denumirea obiectivului

EXPERTIZĂ TEHNICĂ pentru „PUNERE ÎN SIGURANȚĂ POD PESTE RÂUL SOMEȘ, PE DJ 108 E, KM 1+630”

1.2 Elaborator

S.C DRUMEX S.R.L. Cluj-Napoca

Str. C. Brâncuși nr. 145, ORC J12/422/1993 CUI R 3222087,

tel. 0264-410697 / fax 0264-410698

1.3 Expert tehnic

Dr. Ing. Mihai ILIESCU

1.4 Persoana juridică achizitoare

CONSILIUL JUDEȚEAN SĂLAJ

1.5 Amplasament

Podul este amplasat pe DJ 108 E la km 1+630, în apropierea localității Someș Guruslău, jud. Sălaj și traversează râul Someș.

1.6 Scopul expertizei tehnice

În timp, podul a suferit diferite tipuri de degradări cauzate în mare de evoluția talvegului și a lipsei lucrărilor de amenajare a albiei, de lipsa sau insuficiența lucrărilor de întreținere a podului și de asemenea alte degradări care survin odată cu creșterea vechimii lucrării.

Obiectivul expertizei este de stabilire a stării tehnice și funcționale a podului, de identificare a cauzelor care stau la baza disfuncțiilor și degradărilor actuale ale acestuia, și de stabilire a soluțiilor pentru punerea în siguranță a podului, respectiv:

- stabilirea măsurilor necesare pentru siguranța construcției și a circulației;
- asigurarea desfășurării traficului rutier în condiții de siguranță;
- asigurarea stabilității infrastructurii la debite mari;
- stabilizarea talvegului.

1.7 Documente care au stat la baza expertizei tehnice

- Legea 10/1995 privind calitatea în construcții, cu modificările și completările în vigoare;
- Legea nr. 177/2015 pentru modificarea și completarea Legii 10/1995 privind calitatea în construcții;
- H.G. nr. 925/20.11.1995 cu modificările ulterioare privind aprobarea Regulamentului privind verificarea și expertizarea tehnică a proiectelor, expertizarea tehnică a execuției lucrărilor și a construcțiilor, precum și verificarea calității lucrărilor executate (HG 742/13.09.2018)
- H.G. 766/1997 în completare cu H.G. 1231/2008 privind conducerea și asigurarea calității în construcții;
- Ordin MDRAP nr. 2264/2018 privind aprobarea Procedurii privind atestarea verificatorilor de proiecte și a experților tehnici în construcții.

1.8 Date și informații folosite la realizarea expertizei

Administratorul drumului nu deține documentația tehnică de realizare a podului și nici Cartea tehnică a acestuia sau alte documentații care au stat la baza execuției lucrării.

Nu există informații clare cu privire la capacitatea portantă pentru care a fost proiectat podul și nici metodele de calcul folosite. Proiectul podului este elaborat în jurul anului 1965 și conform clasei tehnice a drumului, podul ar trebui să corespundă clasei II de încărcare (convoi autocamioane A10 și vehicule speciale S40).

S-au preluat informații din Expertiza Tehnică întocmită pentru acest pod în anul 2012 de către SC Drumex SRL. Această expertiză cuprinde date și documente cu privire la istoricul podului,

respectiv la lucrări de intervenții realizate pe parcursul duratei de exploatare, având la bază date obținute de la beneficiarul lucrării și de la proiectantul lucrărilor de intervenție din 2003.

Astfel, Expertiza tehnică întocmită în anul 2012 și care a stat la baza prezentei Expertize tehnice a avut la bază următoarele documentații:

- a) Expertiza Tehnică, întocmită în octombrie 2001, ing. Brândău Aurel;
- b) Planșe din Proiect Tehnic „Consolidare pod peste râul Someș pe DJ 108 E, km 1+630”, 2003, proiectant SC NEDI CONSTRUCTII SRL CLUJ-NAPOCA;
- c) „Raportul de revizie specială la podul de pe DJ 108 E, km 1+630 peste râul Someș la Năpradea”, 2003, proiectant SC NEDI CONSTRUCTII SRL CLUJ-NAPOCA;
- d) Proiect Tehnologic - „Consolidare fundații pile la podul peste râul Someș (localitatea Năpradea) prin piloți forajați d300 mm”, 2003, STIZO FUNDAȚII SPECIALE SRL, proiectant general SC CEPROMEC & MC SRL 1900 TIMIȘOARA;
- e) Proiect OBIECTUL 02: AMENAJAREA ALBIEI - „Consolidare pod peste râul Someș pe DJ 108 E (Jibou - Năpradea), la km 1+630, județul Sălaj. Actualizare”, octombrie 2001, proiectant general SC CEPROMEC & MC SRL 1900 TIMIȘOARA;
- f) „Studii geotehnice privind terenul de fundare pentru: Consolidare pod peste râul Someș pe DJ 108E la km 1+630 Someș Guruslău, județul Sălaj”, realizat în anul 1997 de SC PROCONSAL SA Zalău

Totodată, Expertiza Tehnică întocmită de noi (SC Drumex SRL) prin expert tehnic Dr.ing. Mihai ILIESCU, a cuprins unele investigații și note de calcul care pot sta la baza prezentei expertize, astfel:

- Încercări nedistructive cu sclerometrul asupra betoanelor din structură;
- Proiect de încercare a podului sub acțiuni de probă conform STAS 12504/86 - „Poduri de cale ferată, de șosea și pasarele. Încercarea suprastructurilor cu acțiuni de probă”, realizat în vederea evaluării capacității portante și a determinării comportării la încărcări statice și dinamice;
- Calcule pentru verificarea suprastructurii la diverse clase de încărcare.

Pentru stabilirea stării tehnice a podului, în luna Octombrie 2018, au fost efectuate deplasări la lucrare, unde s-au realizat investigații asupra elementele podului și s-au făcut observații asupra acestora, în conformitate cu "Manualul privind defectele și degradările aparente la poduri rutiere și

indicarea metodelor de remediere" și conform Instrucției AND 522 – 2002 “Instrucțiuni tehnice pentru stabilirea stării tehnice a unui pod”.

Pentru această expertiză s-au realizat:

- Ridicarea topografică în sistem Stereo70 - aceasta a stat la baza întocmirii planului de situație și a profilurilor prin albie - necesare calculului hidraulic;
- Studiu Geotehnic;
- Studiul hidrologic, care a stat la baza efectuării calculului hidraulic;
- Releveul actual al podului;
- Controlul nivelului fundului albiei în secțiunea podului - profil transversal prin albie și verificarea nivelului afuierilor;
- Fotografii relevante ale podului, zonelor înconjurătoare și a altor detalii care să permită o reală apreciere a stării acestuia;

Toate datele culese și rezultatele obținute sunt prezentate în capitolele componente ale Raportului de Expertiză și în ANEXE.

1.9 Situația existentă

Podul existent asigură traversarea râului Someș de către drumul județean 108 E care face legătura între DJ 108A (Jibou) și localitățile Someș Guruslău - Cheud - Vădurele - Traniș - Năpradea.

Drumul județean pe care este amplasat podul are clasa tehnică V.

Nu există proiectul original al podului și nici Cartea Tehnică a Podului.

Lungimea totală a podului (lungimea parapetului) este de 180.5m.

Podul are șase deschideri de câte 27.45m, este amplasat în aliniament și este drept în raport cu infrastructurile. Suprastructura este realizată cu grinzi din beton armat - monolit.

Gabaritul podului (lățimea între parapetele pietonale) este de 5.2m și asigură circulația auto pe o bandă de circulație de 3.70m lățime și două trotuare laterale de câte 0.75m.

Parapetul pietonal este realizat din beton armat, mozaicat. Elementele de umplutură din panourile de parapet sunt ornamentale, în forma de X.

Construcția podului s-a realizat în jurul anului 1970 prin contribuția localnicilor din cele cinci localități amintite mai sus (Informațiile primite despre anul proiectării și construcției podului sunt diferite).

Clasa de încărcare probabilă, pentru care a fost proiectat inițial podul a fost Clasa a II-a (convoi de vehicule A10 și vehicule speciale S40) - datele aflate sunt ambigue iar stabilirea capacității portante

a podului s-a realizat prin deduceri, în urma unor calcule statice și de rezistență pentru diferite scenarii posibile.

1.10 Parametrii și clasificări ale podului

Lucrarea se încadrează în următorii parametrii:

- Pod pe drum județean, în afara localității;
- Clasa tehnică a drumului este **V** ;
- Categoria de rezistență, stabilitate și siguranță necesară în exploatare:
 - o **A4** pentru rezistență și stabilitate
 - o **B2** pentru siguranță în exploatare
- Zona seismică în care este situat podul conform normativului SR EN 1998-1:2004 și normativului P100-1-2013 este caracterizată de coeficientul seismic $a_g = 0,1g$ și perioada de colț $T_c = 0,7$ sec;
- Caracteristicile clasei de încărcare a podului: podul a fost construit în anul 1965-1970 și a fost proiectat pentru clasa II de încărcare, convoi A10 și S40.
- Lucrarea se încadrează în categoria 4 a construcțiilor hidrotehnice, respectiv în clasa de importanță IV (conform STAS 4273-83 “Construcții hidrotehnice – Încadrarea în clase de importanță”) și ca urmare este necesară, pentru condiții normale de exploatare, asigurarea scurgerii debitului cu probabilitatea anuală de depășire de 5% (conform STAS 4068/2-87 “Debite și volume maxime de apă – Probabilitățile anuale ale debitelor și volumelor maxime în condiții normale și speciale de exploatare”).

Debitele de calcul sunt conform Studiului Hidrologic nr. 15163/09.10.2018, realizat de ABA Someș-Tisa: $Q_{1\%} = 2470.00$ mc/s și $Q_{5\%} = 1396.00$ mc/s.

Podul asigură scurgerea debitelor de calcul cu un spațiu de liberă trecere pe sub pod de 3.56 m, pentru debitului cu asigurarea de 5% și 1.66 m, pentru debitului cu asigurarea de 1%.

Verificarea hidraulică este anexată prezentei documentații.

2 DESCRIEREA LUCRĂRII EXPERTIZATE

2.1 Suprastructura

Podul are suprastructura din beton armat cu 6 deschideri de câte 27.45 m.

Schema statică a suprastructurii este de tabliere continuă pe câte două deschideri de 27.45m - trei tabliere identice. Schema de rezemare a grinzilor unui tablier este definită de următoarele legături:

- articulație pe reazemul intermediar la mijlocul tablierului - aparate de reazem metalice dispuse pe pile;
- reazeme mobile la capetele tablierului - pendul din beton armat pe pile/culee.

În secțiune transversală sunt două grinzi principale cu grosimea inimii de 40cm și înălțimea de cca 1,70m, din care înălțimea de la intrados până sub placă de 1.55m. Lumina între fețele interioare ale grinzilor este de 2.15m. Placa carosabilă de la extrados reprezintă talpa superioară a grinzilor și de asemenea participă și la transmiterea transversală a solicitărilor.

În zona reazemului fix (intermediar) al tablierelor, pe lungimi de 6.05m de o parte și de alta a reazemării, grinzile sunt legate cu o placă orizontală la partea inferioară (vută orizontală) pe o lungime de 12.10m - pentru preluarea eforturilor de compresiune din zonele cu momente încovoietoare negative.

Grinzile longitudinale sunt solidarizate transversal cu antretoaze. Aceste sunt dispuse pe reazem și câte două antretoaze în câmp, pe fiecare deschidere. Antretoazele sunt amplasate la distanțe de 9.15m.

Tablierul podului este prevăzut la partea superioară, în exterior, cu plăci în consolă de 1.33m (măsurate de la fața grinzilor și până la exteriorul parapetelor).

Nu se cunosc date exacte privind caracteristicile materialelor utilizate la execuție. În urma încercărilor pe betoane cu sclerometrul a rezultat că structura este realizată dintr-un beton echivalent clasei C 16/20.

2.2 Infrastructurile

Culeele sunt masive, cu lungimea elevație de 4.75m, cu banchete de 0.75m lățime, zid de gardă și ziduri întoarse de 6.65 m.

Pilele sunt lamelare, cu elevații masive, cu lungimea de 4.75m la nivelul banchetei și 5.40 la încastrarea în fundație.

Grosimea pilelor la nivelul banchetei este de 1.25m și de cca. 1,35 la nivelul încastrării în fundație.

Elevația pilelor este prevăzută cu avanbec și arierbec de formă triunghiulară. Avanbecul este protejat cu corniere metalice.

Înălțimea executată a pilelor de la nivelul superior al chesonului (fundației inițiale) este de 7m, excepție face pila 1 (din albia majoră dinspre mal stâng) care are înălțimea de 6m.

Fundațiile sunt directe, de tip chesoane deschise din beton armat. Chesoanele au lungimea de 5,8m și înălțimea de 4,0m.

Din cauza coborârii albiei și afuierilor locale, în anul 2003 fundațiile podului au fost consolidate conform Proiect Tehnologic - „Consolidare fundații pile la podul peste râul Someș (localitatea Năpradea) prin piloți forți D300 mm”, 2003, STIZO FUNDAȚII SPECIALE SRL, proiectant general SC CEPROMEC & MC SRL 1900 TIMIȘOARA. Consolidarea a constat din:

- Incintă realizată din piloți secanți.

Piloții sunt cu diametrul de 300mm și cu lungime de 6,0m. Tot al 2-lea pilot a fost realizat din beton armat. Inițial, piloții au fost prevăzuți din beton C16/20, dar conform proiectului tehnologic s-au realizat din beton C20/25.

- Radier din beton armat care leagă piloții între ei și de infrastructura existentă.

Radierul îmbracă pe contur partea inferioară a elevației pilelor scurtând astfel lungimea de calcul a acestora. Radierul este realizat din beton armat C20/25 (confirmat și de testele cu sclerometrul) și cu dimensiunile: 4.0m lățime, 10.7m lungime și cu înălțime variabilă de 1.2-1.5m. În amonte și aval, radierele sunt executate cu formă ascuțită, triunghiulară, cu înălțimea de cca. 1,7m (formându-se avanbec și arierbec).

- Injectare la baza fundației existente.

- Precomprimare exterioră transversală care leagă fundația suplimentară (piloți + radier) de infrastructurile existente:

A fost prevăzută în proiect precomprimare cu bare Macalloy de diametru 32 mm introduse în țevi metalice - care traversează radierul nou și prin foraje executate în elevația existentă.

La inspecția podului s-a constatat că au fost precomprimate doar pilele P4 și P5. La celelalte pile au fost prevăzute doar canalele (tuburile metalice) aferente radierele, iar găurile prin pile nu au fost executate.

Faptul că nu s-a realizat precomprimarea la toate pilele se poate datora condițiilor relativ satisfăcătoare la care s-au găsit fundațiile în perioada execuției lucrărilor - de exemplu faptul că afuierile nu erau atât de avansate încât să pericliteze stabilitatea și rezistența fundațiilor. Trebuie luat în considerare și alte cauze (financiare).

Aparatele de reazem fixe sunt metalice, te tip III. Acestea sunt amplasate pe bancheta de rezemare, fără cuzineți proeminenți.

Aparatele de reazem mobile sunt de tip pendul din beton armat. Pe pile, pendulele sunt amplasate între blocuri din beton. Pe culee, pendulele nu sunt vizibile, fiind închise cu o mască din beton armat prevăzută cu barbacane pentru evacuarea apelor.

2.3 Racordarea cu terasamentele

Racordarea cu terasamentele este realizată cu ziduri întoarse de 6,65m lungime și cu sferturi de con.

Sferturile de con au fost realizate din pământ și pereate cu zidărie din piatră.

Sfertul de con mal drept aval este protejat cu pereu din beton – realizat în urma recomandărilor din Expertiza tehnică întocmită în anul 2012.

2.4 Calea pe pod

Calea pe pod și pe trotuare este realizată din îmbrăcămintă asfaltică.

Trotuarele sunt delimitate de carosabil cu borduri mici 16x18cm.

Lipsesc dispozitivele de acoperire a rosturilor de dilatație.

Pe fiecare deschidere sunt prevăzute patru guri de scurgere, câte două pe fiecare parte a carosabilului, lângă borduri. Apa este evacuată prin pâlnii metalice scurte, care trec prin placa carosabilă în consolă și pe lângă fețele exterioare ale grinzilor.

2.5 Parapete pietonale și de siguranță

Parapetul pietonal este realizat din elemente prefabricate din beton armat, mozaicat.

Elementele de umplutură din panourile de parapet sunt ornamentale, în forma de X.

Podul nu a fost prevăzut cu parapete de siguranță.

2.6 Albia

Pe zona podului albia este nesimetrică, cu albie majoră pe malul stâng, sub primele două deschideri ale podului și o albie minoră, cu apă permanentă, sub celelalte patru deschideri.

Malurile albiei minore sunt acoperite cu vegetație abundentă formată din arbuști și copaci. Albia majoră este acoperită cu vegetație mărunță și cu arbuști.

Talvegul râului a coborât față de perioada execuției cu cca. 2,5-3 m. În momentul de față fundul albiei este cu cca. 2.5 m sub rostul elevație - fundație (partea superioară a chesoanelor executate inițial).

În aval de pod (la cca. 800 m) cât și în amonte există balastiere.

În 2001 a fost realizat un proiect de amenajare albie în zona podului: Proiect OBIECTUL 02: AMENAJAREA ALBIEI - „Consolidare pod peste râul Someș pe DJ 108 E (Jibou - Năpradea), la km 1+630, județul Sălaj. Actualizare”, octombrie 2001, proiectant general SC CEPROMEC & MC SRL 1900 TIMIȘOARA.

Capitolele majore de lucrări prevăzute în acest proiect au fost:

- Protecția cu anrocamente și fascine a malurilor albiei minore;
- Epiuri pe malul drept, în amonte și aval de pod;
- Prag de fund deversor, în albia minoră, în aval de pod.

Din acestea, a fost executată doar protecția malurilor cu anrocamente. Pe malul stâng, în albia majoră se găsesc o parte din prefabricatele din beton armat (cu dimensiuni 3,0x2,0x1,5m) prevăzute pentru realizarea pragului deversor.

2.7 Rețele și instalații aferente podului

Rețelele vizibile montate pe pod sunt cablurile fixate pe grinda parapetului aval.

3 STAREA TEHNICĂ GENERALĂ A LUCRĂRII

Pentru stabilirea stării tehnice a podului au fost efectuate deplasări la lucrare, unde s-au măsurat elementele podului și s-au făcut observații asupra acestora, în conformitate cu " Manualul privind defectele și degradările aparente la poduri rutiere și indicarea metodelor de remediere" și conform Instrucției AND 522 – 2002 “Instrucțiuni tehnice pentru stabilirea stării tehnice a unui pod”.

La inspectarea lucrării în situ s-au urmărit și evaluat parametrii care caracterizează starea tehnică și cei care caracterizează gradul de funcționalitate. Cu aceștia s-au stabilit indicii de calitate ai stării tehnice (C_i), respectiv cei de funcționalitate (F_i).

Starea tehnică generală a podului s-a exprimat apoi prin indicele de stare tehnică Ist, care reprezintă suma tuturor indicilor de calitate (C_i, F_i).

În funcție de valoarea indicelui Ist lucrarea se încadrează în una din cele 5 clase tehnice, corespunzător Instrucției AND 522-2002 și se recomandă măsurile de intervenție.

Referitor la starea tehnică (fizică) a lucrării s-au avut în vedere :

- C1.Elementele principale de rezistență ale suprastructurii;
- C2.Elementele de rezistență care susțin calea podului;
- C3.Elementele infrastructurii, aparatele de reazem, dispozitivele de protecție la acțiuni seismice, sferturile de con sau aripile;
- C4.Terasamentele și rampele de acces;
- C5.Calea podului și elementele aferente.

Referitor la funcționalitatea lucrării s-au avut în vedere:

- F1. Condițiile de desfășurare a traficului pe pod;
- F2. Clasa de încărcare a podului;
- F3. Vechimea podului;
- F4. Calitatea execuției și respectarea prevederilor proiectului;
- F5. Calitatea lucrărilor de întreținere.

3.1 Parametrii care caracterizează starea tehnică (fizică) a podului

C1. Elementele principale de rezistență ale suprastructurii.

Principalele elemente de rezistență ale suprastructurii sunt grinzile din beton armat.

La aceste elemente s-au putut constatat vizual următoarele defecte și degradări:

- Armături fără strat de acoperire;
- Beton degradat prin carbonatare – se datorează infiltrațiilor prin placa carosabilă din cauza hidroizolației degradate, scurgerilor din vecinătatea gurilor de scurgere, scurgerilor prin rosturile de dilatație;
- Coroziunea armăturii, pete de rugină și fisuri orientate pe direcția acestora;

- Defecte de suprafață ale feței văzute – culoare neuniformă, aspect macroporos și agregate la suprafață;
- Zone în care agregatele nu sunt înglobate în pasta de ciment;
- Infiltrații, eflorescențe;
- Segregarea betonului, cuiburi de pietriș.

Notă: În urma recomandărilor din Expertiza tehnică întocmită în anul 2012, s-au montat guri de scurgere cu prelungitoare și s-au realizat reparații pe lateralul grinzilor, în vecinătatea gurilor de scurgere (pe zonele mai ușor accesibile – zona albiei majore) .

C2. Elemente de rezistență care susțin calea

Elementele care susțin calea în cazul de față sunt constituite din antretoazele monolite din beton armat, de placa carosabilă și de consolele de trotuar. Degradările constatate la aceste elemente au fost următoarele:

- Armături fără strat de acoperire;
- Beton degradat prin carbonatare – se datorează infiltrațiilor prin placa carosabilă și de trotuar din cauza hidroizolației degradate, scurgerilor din vecinătatea gurilor de scurgere, scurgerilor prin rosturile de dilatație;
- Coroziunea armăturii, pete de rugină și fisuri orientate pe direcția acestora ;
- Defecte de suprafață ale feței văzute – culoare neuniformă, aspect macroporos și agregate la suprafață;
- Zone în care agregatele nu sunt înglobate în pasta de ciment;
- Fisuri transversale la placa în consolă pe zona reazemelor continue - zona întinsă;
- Infiltrații, eflorescențe.

C3. Elemente ale infrastructurii (pile și culei), aparate de reazem, dispozitive de protecție la acțiuni seismice, sferturi de con sau aripi

Infrastructura podului este alcătuită din două culee și cinci pile fundate direct prin chesoane din beton armat. Acestea au fost consolidate cu incintă de minipiloți cu d300mm, radier din beton armat și injectarea terenului de fundare din interiorul incintei.

Aparatele de reazem mobile sunt de tip pendul din beton armat. Aparatele de reazem fixe sunt metalice.

Racordarea cu terasamentele se realizează cu sferturi de con.

Degradările constatate la infrastructuri au fost:

- Aparare de reazem înglobate în praf, pământ și murdărie;
- Deplasări și rotiri accentuate ale pendulilor (tablier 3, pila 4, amonte)
- Afuiere generală (coborârea talvegului) sub nivelul radierului de consolidare, sub rostul elevație fundație la culeea mal drept cât și fundația sferturilor de con;
- Defecte de suprafață ale feței văzute, culoare neuniformă;
- Prezența unor zone în care agregatele nu sunt înglobate în pasta de ciment;
- Segregarea betonului, cuiburi de pietriș și zone cu goluri în beton la minimipiloți;
- Fisuri de contracție în corpul radierului;
- Zone inaccesibile pentru control și întreținere – banchete;
- Eroziunea betonului de la fața văzută a Minimipiloților.

C4. Albia, apărări de maluri, rampe de acces, instalații pozate sau suspendate de pod

Degradările constatate la aceste elemente au fost:

- Vegetație abundentă pe taluzul malurilor și în albia majoră;
- Acumularea de plutitori în fața pilei centrale – P3;
- Nerealizarea pragului de fund;
- Tendință de eroziune a fundului albiei, afuire generală (coborâre a talvegului);
- Distrugerii parțiale ale lucrărilor de apărare și dirijare existente pe malul drept;
- Denivelări și degradări ale căii pe rampele podului;
- Lipsa scărilor de acces și a casiurilor;
- Lipsa parapetelor pe rampele de acces.

C5. Calea podului, guri de scurgere, trotuare, parapete, rosturi

Defectele și degradările constatate la calea pe pod și la elementele aferente ale căii sunt:

- Guri de scurgere înfundate;
- Calea pe trotuare este degradată - prezintă gropi, fisuri, crăpături;
- Dislocarea bordurilor
- Parapetele pietonale prezintă degradări ale betonului, precum și elemente de umplutură lipsă;
- Denivelări ale căii pe pod, gropi;
- Lipsa parapetelor de siguranță;

- Dispozitivele de acoperire a rosturilor sunt degradate - Lipsesc.

Indicele de calitate al stării tehnice – conform *Anexei 2* și *Anexei 4* - $\Sigma Ci = 2+2+2+4+2 = 12$

3.2 Parametrii care caracterizează gradul de funcționalitate al lucrării

Din punct de vedere funcțional s-au constatat următoarele, referitor la:

F1. Condițiile de desfășurare a traficului

Podul are lungimea de 180,5m, lățimea părții carosabile este de 3.7 m și nu corespunde cu lățimea părții carosabile a drumului de clasă tehnică V pe care este amplasat.

F2. Clasa de încărcare a podului

Clasa tehnică a drumului este V și se presupune că podul a fost proiectat la clasa de încărcare II (A10, S40).

În urma unor calcule și verificări suprastructura podului (în zonele cu momente încovoietoare negative, de pe reazemul intermediar) nu verifică și nu îndeplinește toate condițiile de rezistență pentru stări limită ultime de rezistență și stări limită de serviciu pentru clasa II de încărcare. Astfel nu se poate considera că podul satisface clasa II de încărcare și prin urmare podul NU corespunde prescripțiilor Instrucției AND 522 – 2002 “Instrucțiuni tehnice pentru stabilirea stării tehnice a unui pod”.

F3. Vechimea podului

Podul este cu grinzi monolite din beton armat. A fost construit în perioada 1965-1970, are vârsta de peste 48 ani și nu s-au realizat reparații capitale de atunci.

Singurele intervenții au fost punctuale:

- lucrări de protecție și consolidare a fundațiilor pilelor în anul 2003;
- schimbarea căii (straturile asfaltice) în anul 2012;
- intervenții de reparații locale în zona gurilor de scurgere și refacerea sfertului de con mal drept aval – ca urmare a recomandărilor din expertiza tehnică întocmită în anul 2012.

F4. Calitatea execuției și respectarea prevederilor proiectului

Din punct de vedere al modului de respectare al execuției proiectului, neasigurarea condițiilor de efectuare a lucrărilor de întreținere și reparații, condiții de exploatare necorespunzătoare s-au constatat următoarele:

- Imposibilitatea accesului la unele elemente ale podului pentru inspecții, întreținere și reparații;
- Neasigurarea scurgerii apei, stagnarea apei pe pod;
- Existența restricțiilor de viteză.

F5. Calitatea lucrărilor de întreținere

Lucrările de întreținere efectuate la pod sunt nesatisfacatoare.

Indicele de calitate al principalelor caracteristici funcționale – dedus conform *Anexei 3*

$$F = \sum F_i = 6+7+2+2+2 = 19$$

Indicele total de calitate rezultat - Ist

$$I_{st} = \sum C_i + \sum F_i = 12+19 = 31$$



Analiza parametrilor de stare fizică și de funcționalitate a condus la obținerea unui indice de stare tehnică $I_{ST} = 31$, care permite încadrarea lucrării, după Instrucțiuni AND 522 – 2002, în starea tehnică IV – **STARE NESATISFĂCĂTORE**.

Clasa stării tehnice IV este caracterizată prin elemente constructive aflate într-o stare avansată de degradare, iar conform normativelor C175 și 76/73 se recomandă măsuri ce constau în înlocuirea sau consolidarea structurii de rezistență afectată de degradare.

Calculul indicelui de stare tehnică (I_{ST}) se poate studia în următoarele *anexe*:

1. Fișa de constatare a stării tehnice a podului
2. Notarea defectelor constatate în teren / $\sum C_i$
3. Indici de funcționalitate / $\sum F_i$
4. Indicele de calitate al stării tehnice a podului
5. Fotografii relevante

3.3 Rezultatele încercării prin acțiuni de probă (efectuată în cadrul E.T. din anul 2012)

a. Acțiuni de probă statice

Încărcarea podului cu acțiuni de probă statice, efectuată în anul 2012, s-a realizat pe prima și a doua deschidere pentru secțiunea din câmp a podului, aflată la 10,3m de reazemul mobil. Podul a fost încărcat până la eficiența statică $E_{f\text{ stat}} = 1,0$ corespunzătoare Clasei I de încărcare, adică astfel încât, cu acțiuni de probă, să se obțină un moment încovoietor echivalent cu momentul maxim rezultat din calculul cu încărcările, cu valori normate, specifice Clasei I. Această decizie s-a luat din următoarele considerente:

- În urma calculelor statice și de rezistență realizate preliminar încercării a rezultat că Momentul încovoietor normat pentru secțiunea din câmp a unei grinzi încărcate la clasa I de încărcare este cu cca. 16% mai mari ca momentele pentru Clasa II de încărcare (momentele din încărcări normate $M(\text{cl. II})=2867 \text{ kN m}$; $M(\text{cl. I})=3331 \text{ kN m}$ iar pentru încărcări de calcul la stări limită ultime normate $M_d(\text{cl. II})=3530 \text{ kN m}$; $M_d(\text{cl. I})=3970 \text{ kN m}$
- Considerând că podul a fost proiectat prin metoda rezistențelor admisibile (MRA), folosită în acea perioadă, în urma verificărilor rezultă că secțiunile din câmp, dimensionate la Clasa II prin metoda MRA, verifică din punct de vedere al stărilor limită ultime și de serviciu și pentru Clasa I, calculate prin metoda stărilor limită (MStL).

În urma analizării rezultatelor încercări prin acțiuni de probă statice a rezultat:

- Elementele podului nu prezintă semne de cedare sau pierdere a stabilității;
- Nu au apărut defecte care să afecteze funcționalitatea podului;
- Săgețile totale măsurate la schema de încărcarea pentru $E_{f\text{ stat}} = 1$, corespunzătoare Clasei I de încărcare, nu depășesc valorile limită prescrise în reglementările tehnice specifice și sunt aproximativ egale cu cele prevăzute în calculele statice:

Deschiderea de calcul $L_c=27.45\text{m}$

Săgeata maximă măsurată $f_{el}=9 \text{ mm}$

Săgeata maximă admisibilă obținută $f_a = L_c/800 = 34 \text{ mm}$

Concluzie:

Se demonstrează că secțiunile grinzilor din câmpul suprastructurii (pe lungimea cu momente încovoietoare pozitive) au putut fi proiectate la Clasa II de încărcare, cu metoda rezistențelor admisibile (MRA), folosită în acea perioadă. În urma diferențelor de calcul dintre MRA și MStL secțiunile din câmp ale podului pot suporta solicitări specifice Clasei I de încărcare, considerând condițiile actuale de circulație (carosabil de 3,7m lățime).

b. Acțiuni de probă dinamice

Rezultatele și concluziile studiului dinamic pot fi rezumate astfel:

- Pe toate graficele deplasare/timp s-au constatat apariția de oscilații cu perioada aprox. $T = 0.3$ sec, oscilații care corespund modului fundamental de frecvență $F = 3,15 - 3,25$ Hz. Oscilațiile sunt de amplitudini mai mari pentru viteze mici de traversare ale convoiului de probă. Este cunoscut faptul că traficul curent introduce încărcări dinamice în intervalul de frecvență 1,5-4,5 Hz. (Frecvența de vibrare (ricșare) a osiei vehiculelor grele comerciale este în intervalul 8-15 Hz). Deoarece frecvența modului fundamental se încadrează în acest interval, apare fenomenul de rezonanță. În prezent oscilațiile sunt mici ca amplitudine, nu au dus la diminuarea semnificativă a capacității portante și a stabilității podului, dar sunt perfect sesizabile de corpul uman, în consecință extrem de supărătoare pentru pietoni și șoferi. De asemenea există pericolul ca fenomenul de rezonanță să afecteze în timp integritatea structurii, prin creșterea necontrolată a amplitudinilor oscilațiilor sub acțiuni dinamice de durată, neîntrerupte, cauzate de traficul curent.

În concluzie se recomandă **consolidarea structurii în vederea modificării rigidității și a frecvenței modului fundamental**. Până la realizarea acestor lucrări se impune menținerea căii de rulare într-o stare foarte bună (fără gropi și denivelări care să crească coeficientul dinamic).

3.4 Rezultatele verificărilor de rezistență

Pentru a deduce rezistența grinzilor principale a podului s-au parcurs următorii pași:

- Dimensionarea fictivă (posibilă) a grinzilor principale prin Metoda Rezistențelor Admisibile (MRA):
 - Calcul static cu încărcări normate - Clasa II (A10; S40)
 - Dimensionarea armării posibile (existente) - A_a [cm²]
- Verificarea grinzilor principale prin Metoda Stărilor Limită (MStL):
 - Calcul static cu încărcări normate și de calcul - Clasa II (A13; S60)
 - Dimensionarea armăturii necesare - $A_{s,nec}$ [cm²]
 - Compararea armăturii necesare cu cea rezultată ca existentă - $A_{s,nec} < A_a$
- Verificarea grinzilor principale la stări limită de serviciu (SLS)
 - Verificarea săgeții - la stări limită de deformații
 - Verificarea eforturilor în beton și armătura existentă - stări limită de limitare a eforturilor

DIMENSIONAREA ARMĂTURII - MRA - Clasa II (A10; S40)

Calcululele statice s-au realizat cu programul de calcul structural *Robot Millennium*.

S-au obținut diagramele înfășurătoare de eforturi (M_y și F_z) și deplasări, pentru o grindă. Conform MRA încărcările sunt cu valori normate.

Cu valorile maxime ale momentelor, în câmp și pe reazem, s-au dedus ariile de armătură posibile cu care au fost armate grinzile.

Dimensionarea ariei de armătură s-a realizat după MRA, conform formulelor și tabelelor din *Manualul Constructorului*.

Armăturile care au fost folosite la construcția podului sunt PC 52,

Pentru simplificarea calculelor s-au folosit tabele existente din *Manualul Constructorului*, pentru calculul elementelor din beton armat încovoiate. Cum tabelele existente sunt pentru oțel OB38, cu rezistența admisibilă $\sigma_f = 1250$ kg/cm², s-a obținut mai întâi aria de armătură specifică OB38 iar mai apoi s-a realizat echivalarea armăturii în PC 52

$$A_a = A_a(\text{OB38}) \cdot \sigma_f(\text{OB38}) / \sigma_f(\text{PC52}) = A_a(\text{OB38}) \cdot 1250 / 1750$$

$$\text{unde } \sigma_f(\text{PC52}) = 1750 \text{ kg/cm}^2$$

Betonul este C16/20 echivalent cu B250, cu rezistența admisibilă $\sigma_b = 110$ kg/cm²

Valorile momentelor și a ariilor de armătură calculate sunt date în tabelul de mai jos.

Secțiunile transversale sunt ca în figurile de mai jos: Figura 3 - Secțiune transversală din câmp (Aria hașurată este comprimată), Figura 4 - Secțiune transversală la reazem (Aria hașurată este comprimată).

Tabel 1

CLASA a II-a

MRA		- Metoda rezistențelor admisibile			
		- Valori normate			
		Câmp		Reazem	
Moment	M_y	[kN m]			Valori normate
Armatura presupusa	Aa	cmp			PC 52
		112		220	

METODA STĂRILOR LIMITĂ - MStL

Verificarea secțiunilor la SLU s-a realizat conform SR EN 1992-1, considerând forma dreptunghiulară a blocului de compresie.

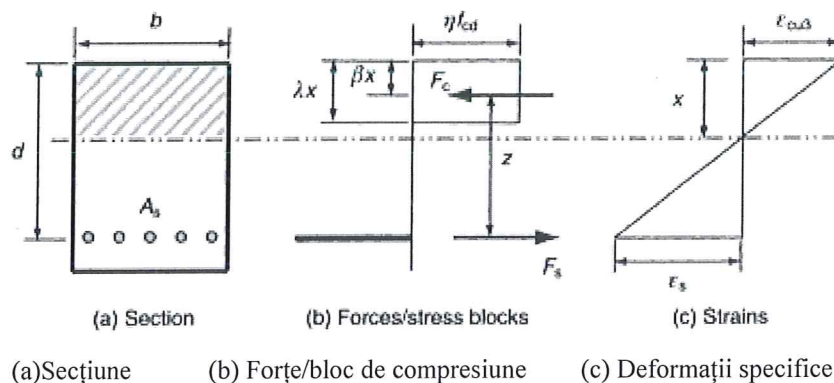


Figura 1 - Secțiune simplu armată la SLU utilizând forma dreptunghiulară a blocului de compresie

$$M = F_s z = A_a f_{yk} / \gamma_s z$$

$$\eta = 1 \text{ pentru beton } < C50/60$$

$$f_{ck} = 16 \text{ MPa} - \text{valoarea caracteristică a rezistenței la compresie a betonului}$$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c - \text{valoarea de calcul a rezistenței la compresie a betonului}$$

$$\alpha_{cc} = 0.85$$

$\gamma_c = 1.5$ - coeficient de siguranță pentru rezistență beton

$\lambda = 0.8$

$f_{yk} = 345$ MPa - valoarea caracteristică a limitei de elasticitate a armăturii

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$ - valoarea de calcul a limitei de elasticitate a armăturii

$\gamma_s = 1.15$ - coeficient de siguranță pentru rezistență armătură

Verificarea secțiunilor la SLU pentru limitarea eforturilor s-a realizat conform SR EN 1992-1, considerând forma triunghiulară a blocului de compresie.

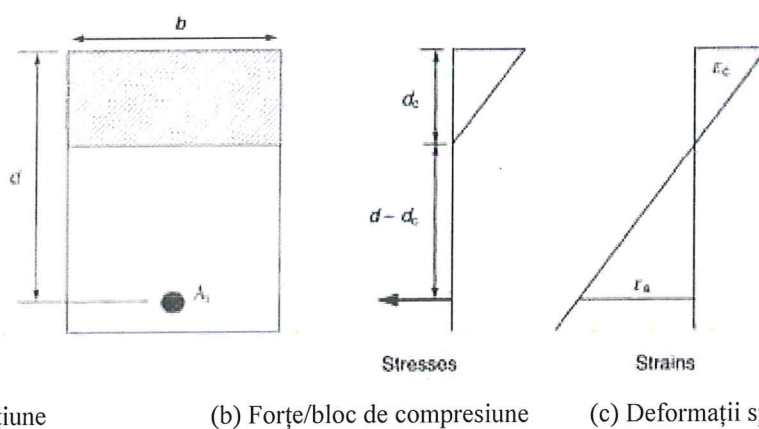


Figura 2- Secțiune simplu armată utilizând forma triunghiulară a blocului de compresie

SR EN 1992-1-1/clauza 7.2(1)P cere ca eforturile de compresie în beton să fie limitate pentru evita apariția de fisuri longitudinale, micro-fisuri sau curgere lentă excesivă. Toate acestea afectează durabilitatea betonului.

SR EN 1992-1-1/clauza 7.2(1)P specifică ca eforturile în beton, sub încărcări normate de calcul (la SLS), să fie limitate la $k_1 f_{ck}$, unde $k_1 = 0.6$.

SR EN 1992-1-1/clauza 7.2(5) specifică ca eforturile în armătură, sub încărcări normate de calcul (la SLS), să fie limitate la $k_3 f_{yk}$, unde $k_3 = 0.8$.

Valoarea modului de elasticitate a betonului, care se ia în calcul, depinde de procentul dintre acțiunile de scurtă durată și cele de lungă durată.

$$E_{c,eff} = \frac{(M_{qp} + M_{st})E_{cm}}{M_{st} + (1 + \phi)M_{qp}}$$

$E_{cm} = 29$ GPa modulul elastic pentru încărcări de scurtă durată

$E_{c,eff}$ = modulul elastic efectiv, la timpul t = vârsta actuală a betonului

Φ = coeficient al curgerii lente al betonului la vârsta t ; pentru simplitate s-a luat 2

M_{qp} = momentul încovoietor din acțiuni de lungă durată

M_{st} = momentul încovoietor din acțiuni de scurtă durată

REZISTENȚA CAPABILĂ A GRINZILOR - MStL

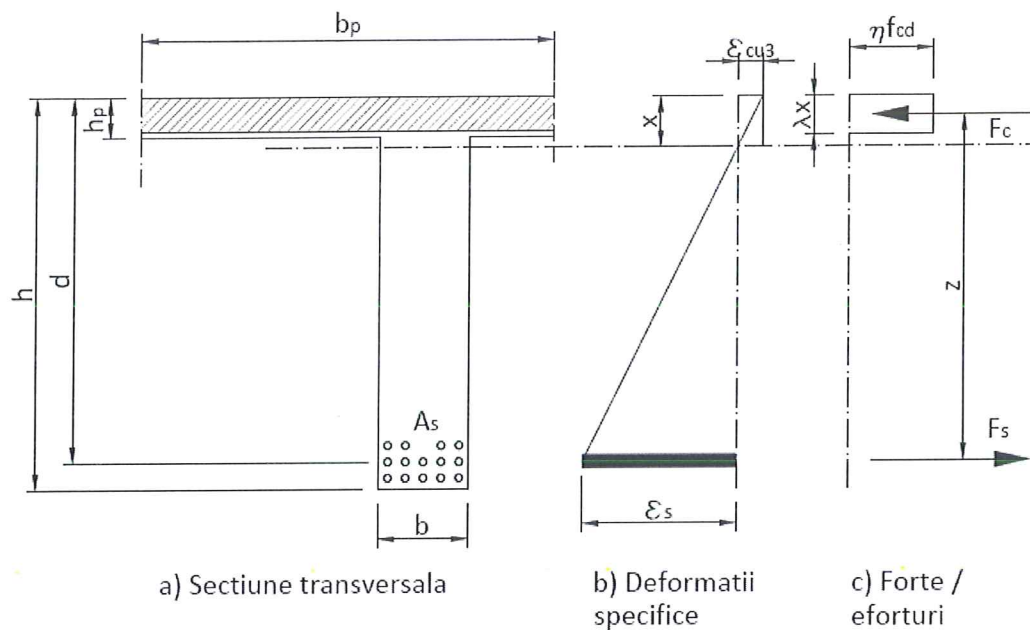


Figura 3 - Secțiune transversală din câmp (Aria hașurată este comprimată)

$b = 400 \text{ mm}$ $d = 1640 \text{ mm}$ $h = 1750 \text{ mm}$
 $b_p = 1850 \text{ mm}$ $h_p = 180 \text{ mm}$

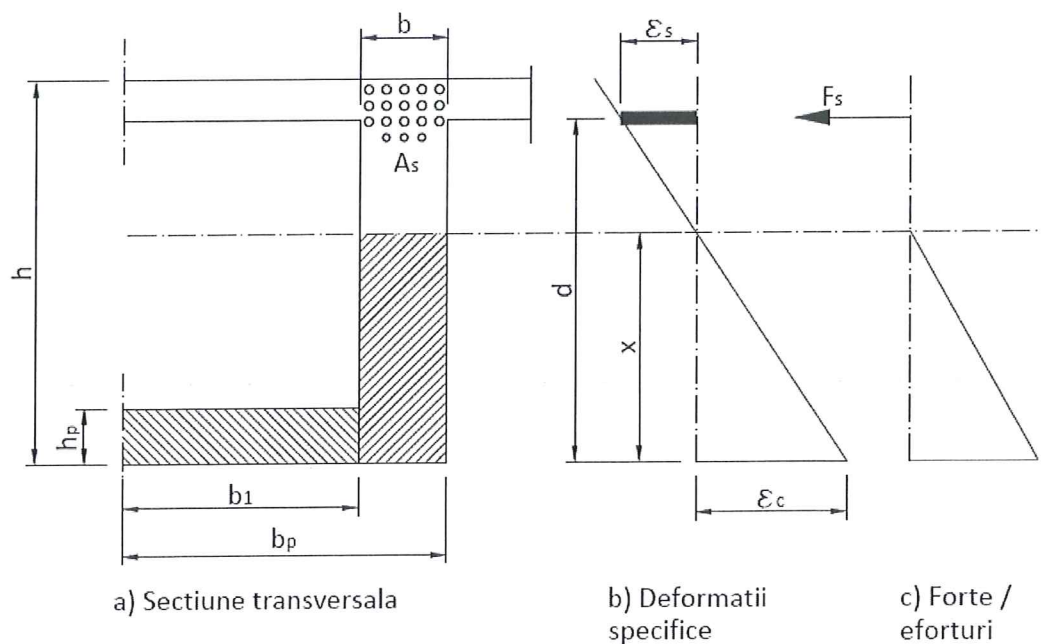


Figura 4 - Secțiune transversală la reazem (Aria hașurată este comprimată)

$$b = 400 \text{ mm} \quad d = 1550 \text{ mm} \quad h = 1750 \text{ mm}$$

$$b_p = 1475 \text{ mm} \quad h_p = 250 \text{ mm}$$

$$M_R = F_s z = A_a f_{yk} / \gamma_s z$$

Tabel 2

MOMENTE INCOVOIETOARE CAPABILE

	MStL	- Metoda Stărilor Limita			
			Câmp	Reazem	
Moment Rezistent	M_{Rd}	kN m	4652.0	NU	SLU - bloc rectangular compr.
	SLS	- Stări Limita de Serviciu (Limitarea eforturilor)			
Efort compresiune în beton	f_c	MPa			$k_1 f_{ck} = 0.6 \times 16 = 9.6 \text{ Mpa}$
Efort întindere în armătură	f_s	MPa			$k_3 f_{yk} = 0.8 \times 345 = 276 \text{ Mpa}$
	SLS	Momente pentru limitarea eforturilor			
Moment Limitat la SLS	$M_{R,SLS,k}$		3745.4	-3665.0	SLS - din limitarea eforturilor
					- bloc triunghiular de compresiune
	SLS	- Stări Limita de Serviciu (Limitarea eforturilor)			
Efort compresiune în beton	f_c	MPa	9.2	9.6	$k_1 f_{ck} = 0.6 \times 16 = 9.6 \text{ Mpa}$
Efort întindere în armătură	f_s	MPa	275.5	165.4	$k_3 f_{yk} = 0.8 \times 345 = 276 \text{ Mpa}$

o Nota: secțiunea din câmp

Momentul de Calcul Rezistent pentru secțiunea din câmp s-a calculat cu o arie de armătură $0,9 \times A_a = 0,9 \times 112 \text{ cm}^2$, considerând o pierdere de secțiune a armăturii de cca. 10%.

o Nota: Secțiunea de la reazemul intermediar

Pentru aria de armătură $A_a = 220 \text{ cm}^2$ rezultată, vezi Tabel 1, a rezultat

$x/d = 0.92 > (x/d)_{\lim} = 0.7 \Rightarrow$ Armătura nu intră în curgere și prin urmare relațiile clasice de momente capabile, cu bloc rectangular de compresiune, nu sunt valabile.

Pentru a deduce capacitatea portantă a secțiunii s-au folosit relațiile care derivă din forma triunghiulară a compresiunii din beton și s-a aflat un moment capabil normat, care să verifice condițiile de eforturi limitate de la SLS.

Momentul la SLS care limitează eforturile la $k_1 f_{ck}$ și/sau $k_3 f_{yk}$ l-am notat cu $M_{R,SLS,k}$.

Valorile lui $M_{R,SLS,k}$ sunt date în Tabel 2 și trebuie comparate cu momentele normate rezultate din calculele pentru Clasa II și Clasa I.

VERIFICAREA SECȚIUNII - MStL - Clasa II (A10; S40).

Calculele statice pentru SLU s-au realizat cu programul de calcul structural *Robot Millennium*.

S-au obținut diagramele înfășurătoare de eforturi (M_y și F_z) și deplasări, pentru o grindă.

Dimensionarea armăturii s-a făcut la SLU din momentul de calcul rezultat.

Rezultatele obținute sunt centralizate în tabelul de mai jos.

Tabel 3

Tabel 3					
	CLASA a II-a	- PENRU 1 GRINDĂ EXISTENTĂ			
	MStL	- Metoda Stărilor Limita			
			Câmp	Reazem	
Moment normat (caracteristic)	M _{Y,k}	kN m	2867.0	-5522.0	- Valori normate
Moment de calcul	M _{Y,d}	kN m	3529.7	-7024.6	- Valori de calcul
Coef. Încărcare total	γ		1.23	1.27	M _{yd} / M _{yk}
	SLU	- Stări Limita Ultime			
Armatura necesara	A _{s,nec}	cmp	74.79		
	SLS	- Stări Limita de Serviciu (Limitarea eforturilor)			
Efort compresiune în beton	f _c	MPa	7.07	14.45	k ₁ f _{ck} = 0.6x16 = 9.6 Mpa
Efort întindere în armătură	f _s	MPa	210.89	250.51	k ₃ f _{yk} = 0.8x345 = 276 Mpa
		Nivelul de siguranța rezultat			
			M _{R,d} / M _{y,d}	M _{R,SLS,k} /M _{y,k}	
Factor de siguranța	n		1.32	0.66	
			OK	NU	

$\gamma_c = M_{yd} / M_{yk}$ - coeficient de siguranță general

$n = M_{R,d} / M_{y,d} = 0.9A_a / A_{s,nec}$ - coeficient de siguranță al secțiunii la SLU; - valabil doar pentru secțiunile din câmp.

$M_{R,d}$ = *Momentul de calcul rezistent* (Tabel 2), rezultat cu aria de armătură existentă (A_a , Tabel 1); - calcul la SLU.

$M_{y,d}$ = *momentul încovoietor de calcul* din încărcări cu valori de calcul; - calcul la SLU.

$n = M_{R,SLS,k}/M_{y,k}$ - coeficient de siguranță al secțiunii la SLS- valabil doar pentru secțiunile de la reazem

$M_{R,SLS,k}$ = *Momentul capabil limitat* (Tabel 2) care produce un efort de compresiune în beton de $k_1 f_{ck} = 0.6 \times 16 = 9.6$ Mpa, rezultat cu aria de armătură existentă (A_a , Tabel 1);

$M_{y,k}$ = *momentul încovoietor normat* calculat cu valori normate ale încărcărilor; - calcul la SLS.

○ Nota: Secțiunea din câmp

Pentru SLU a rezultat:

$M_{R,d} > M_{y,d}$ și $0.9A_a > A_{s,nec} \Rightarrow$ secțiunea din câmp verifică cu un factor de siguranță de $n=1,32$.

Pentru SLS a rezultat:

$f_c < k_1 f_{ck}$ și $f_s < k_3 f_{yk} \Rightarrow$ secțiunea din câmp verifică la SLS pentru limitarea eforturilor.

○ Nota: Secțiunea de la reazemul intermediar

Pentru $M_{y,d} = 7024.60 \text{ cm}^2$ rezultă $x/d > (x/d)_{lim} = 0.7 \Rightarrow$ Armătura nu intră în curgere și prin urmare relațiile clasice de momente capabile, cu bloc rectangular de compresiune, nu sunt valabile.

Pentru SLS:

Verificarea secțiunii s-a făcut la SLS, privind limitarea eforturilor, folosind relațiile care derivă din forma triunghiulară a compresiunii din beton. A rezultat:

$f_c > k_1 f_{ck}$ și $f_s > k_3 f_{yk} \Rightarrow$ secțiunea NU verifică SLS pentru limitarea eforturilor

Pentru SLU:

În Tabel 3 se vede că între momentul de calcul și cel normat există un coeficient general al încărcărilor de $\gamma = M_{y,d} / M_{y,k} = 1.27$. Se poate considera astfel un moment rezistent de calcul al secțiunii $M_{R,d} = \gamma M_{R,SLS,k} = 1.27 \times 3665 = 4654.5 \text{ kNm}$.

$M_{R,d} < M_{y,d} \Rightarrow$ secțiunea NU verifică la SLU

Se observă că pentru un moment încovoietor normat $M_{y,k} = 5522 \text{ kNm}$ rezultă un efort de compresiune în beton $f_c = 14,45 \text{ MPa}$, foarte apropiat de rezistența caracteristică a betonului $f_{ck} = 16 \text{ MPa}$. Rezultă că secțiunea de la reazem rezistă pentru clasa II la limita de compresiune a betonului, fără coeficienți de siguranță, atât a rezistenței betonului cât și a încărcării.

VERIFICAREA SECȚIUNII - MStL - Clasa I (A13; S60)

Tabel 4

	CLASA a I-a		- PENRU 1 GRINDĂ EXISTENTĂ		
	MStL	- Metoda Stărilor Limita			
			Câmp	Reazem	
Moment normat (caracteristic)	M _{Y,k}	kN m	3331.0	-5804.0	- Valori normate
Moment de calcul	M _{Y,d}	kN m	3970.0	-7426.0	- Valori de calcul
Coef. Încărcare total	γ		1.19	1.28	
	SLU	- Stări Limita Ultime			
Armatura necesara	A _{s,nec}	cmp	84.59		
	SLS	- Stări Limita de Serviciu (Limitarea eforturilor)			
Efort compresiune în beton	f _c	MPa	8.27	15.19	k ₁ f _{ck} = 0.6x16 = 9.6 Mpa
Efort întindere în armătură	f _s	MPa	241.66	261.77	k ₃ f _{yk} = 0.8x345 = 276 Mpa
		Nivelul de siguranța rezultat			
			M _{R,d} / M _{Y,d}	M _{R,SLS,k} /M _{Y,k}	
Factor de siguranța	n		1.17	0.63	
			OK	NU	

○ Nota: Secțiunea din câmp

Pentru SLU a rezultat:

 $M_{R,d} > M_{y,d}$ și $0.9A_a > A_{s,nec} \Rightarrow$ secțiunea din câmp verifică cu un factor de siguranță de $n=1.17$.

Pentru SLS a rezultat:

 $f_c < k_1 f_{ck}$ și $f_s < k_3 f_{yk} \Rightarrow$ secțiunea din câmp verifică SLS pentru limitarea eforturilor.○ Nota: Secțiunea de la reazemul intermediar

secțiunea NU verifică atât la SLU cât și SLS

Se observă că pentru un moment încovoietor normat $M_{yk} = 5804 \text{ kNm}$ rezultă un efort de compresiune în beton $f_c = 15.19 \text{ MPa}$, foarte apropiat de rezistența caracteristică a betonului $f_{ck} = 16 \text{ MPa}$. Rezultă că secțiunea de la reazem rezistă pentru clasa I la limita de compresiune a betonului, fără coeficienți de siguranță, atât a rezistenței betonului cât și a încărcării.

VERIFICAREA SECȚIUNII - MStL - ÎNCĂRCĂRI PERMANENTE

Tabel 5

INCARCARI PERMANENTE			- PENRU 1 GRINDĂ EXISTENTĂ		
	MStL	- Metoda Stărilor Limita			
			Câmp	Reazem	
Moment normat (caracteristic)	M _{Y,k}	kN m	1879.5	-4252.0	- Valori normate
Moment de calcul	M _{Y,d}	kN m	2228.0	-5035.6	- Valori de calcul
Coef. Încărcare total	γ		1.19	1.18	M _{yd} / M _{yk}
	SLU	- Stări Limita Ultime			
Armatura necesara	A _{s,nec}	cmp			
	SLS	- Stări Limita de Serviciu (Limitarea eforturilor)			
Efort compresiune în beton	f _c	MPa	4.56	11.12	k ₁ f _{ck} = 0.6x16 = 9.6 Mpa
Efort întindere în armătură	f _s	MPa	144.41	199.29	k ₃ f _{yk} = 0.8x345 = 276 Mpa
		Nivelul de siguranța rezultat			
			M _{R,d} / M _{Y,d}	M _{R,SLS,k} /M _{Y,k}	
Factor de siguranța	n		2.09	0.86	
			OK	NU	

- o Nota: Secțiunea de la reazemul intermediar

Pentru SLS:

$f_c > k_1 f_{ck} \Rightarrow$ secțiunea NU verifică SLS pentru limitarea eforturilor

CONCLUZIILE VERIFICĂRILOR DE REZISTENȚĂ:

- o În urma verificărilor efectuate la grinzile principale ale suprastructurii, conform standardelor actuale, pentru stări limită ultime (SLS) și de serviciu (SLS) s-a ajuns la concluzia:
 - Secțiunile curente din câmp pot suporta solicitări la Clasa II de încărcare, precum și la Clasa I, atât la SLU cât și la SLS (starea limită de deformație, starea limită de limitare a eforturilor);
 - Secțiunile de la reazemul intermediar al grinzii continue, NU verifică la SLU și SLS pentru Clasa II de încărcare pentru care a fost proiectat podul.

Prin urmare podul necesită lucrări de **reparare și consolidare** pentru a-l aduce la starea tehnică și de funcționare specifice standardelor actuale de stări limite ultime și de serviciu, cel puțin conform Clasei II de încărcare.

Cum secțiunile din câmp au rezistență pentru Clasa I, iar valoarea momentelor încovoietoare de pe reazem cresc de la Clasa II la Clasa I cu doar 6%, consolidarea suprastructurii pentru a corespunde cerințelor actuale se poate face la Clasa I de încărcare, cu un supliment minim de investiții.

3.5 Restricții până la realizarea lucrărilor finale:

Circulația pe pod se acceptă ca cea mai mică clasă de încărcare dintre maximele admise de clasa drumului și capacitatea portantă a podului. Astfel restricțiile de tonaj sunt date de ”Ordonanța 43 din 28 august 1997 privind regimul drumurilor” :

- maxim 24 t;
- 8 t/osie simplă
- 14,5 t/osie dublă.
- distanța între vehiculele grele de minim 100m,
- viteză maximă 20 km/h

Conform ”Ordonanței 43 din 28 august 1997 privind regimul drumurilor”, Art. 41, (1) Transporturile ale căror tonaje pe osie si/sau gabarite depășesc limitele prevăzute în anexa nr. 2 se efectuează pe baza autorizației speciale de transport emise de administratorul drumului. Astfel administratorul drumului poate să accepte pentru cazuri speciale de încărcare a podului valoarea maximă pe care acesta o poate suporta:

- vehicule grele cu masa totală maximă de 30 t,
- distanța între vehiculele grele de minim 100m,
- viteză maximă 20 km/h

Restricțiile de mai sus se bazează în special pe încercarea podului cu acțiuni de probă. Pentru că din calcule reiese că podul nu are rezistența suficientă pentru a verifica cu coeficienții de siguranță impuși de normele românești aceste încărcări se vor accepta doar pentru cazuri excepționale de încărcare și cu avizul și sub controlul administratorului drumului.

Se impune totodată reglementarea sensului prioritar de circulație.

Restricțiile recomandate se regăsesc și în Expertiza Tehnică efectuată asupra lucrării în anul 2012, dar în amplasament (la momentul vizitei în teren aferente prezentei expertize) nu se găsesc implementate în totalitate. Astfel, la capătul mal stâng (Jibou) există doar restricția de viteză la maxim 20km/h, iar la capătul mal drept (Năpradea): restricția de viteză la maxim 20km/h și restricția de masă totală maximă de 10 tone.

Precizăm că în cadrul vizitelor la amplasament s-a constatat nerespectarea restricțiilor de tonaj, podul fiind traversat de TIR-uri, ansamblu cap tractor cu semiremorcă, camioane 8x4 și utilaje agricole grele (combină de mare capacitate).

4 LUCRĂRI PROPUSE

4.1 *Lucrări de reparații*

Aceste lucrări au ca scop readucerea podului la starea tehnică și funcționare inițială.

Proiectantul lucrărilor de reparații, atât la faza DALI cât și de proiect tehnic, are obligativitatea și responsabilitatea de a prevedea toate reparațiile necesare, în funcție de starea podului la data respectivă, atât la elementele principale cât și la elementele secundare sau auxiliare, chiar dacă acestea nu au fost amintite în această expertiză.

Caracteristicile de bază ale soluției sunt:

- gabaritul podului - actual: 0.75+3.7+0.75;
- clasa de încărcare - cu restricții de tonaj și viteză.

În cele ce urmează expertul propune o listă cu reparații minime necesare pentru punerea în siguranță, respectiv eliminarea sau evitarea unor tipuri de degradări care pot să afecteze rezistența, stabilitatea, durabilitatea și siguranța în exploatare a construcției. Aceste lucrări sunt:

4.1.1 La suprastructură

- Refacerea căii, schimbarea hidroizolației suprastructurii și a parapetelor pietonale
Datorită lățimii suprastructurii, lucrările la cale nu se pot realiza decât cu închiderea totală a circulației.
- Montarea rosturilor de dilatație.

În momentul de față nu există dispozitive de acoperire a rosturilor. Lipsa acestora poate conduce la infiltrația apei la rost, degradarea betonului suprastructurii și infrastructurii, degradarea aparatelor de reazem, șocuri induse în structură.

○ Repararea zonelor cu beton degradat ale grinzilor principale.

Aceste degradări sunt în principal în zona gurilor de scurgere și se caracterizează prin: beton carbonatat, exfoliat, coroziunea avansată a armăturii principale și secundare.

În cazul în care armătura are pierdere de secțiune peste limitele admise, aceasta se suplimentează: În cazul armăturilor existente, cu rol de repartiție sau de preluare a unor eforturi din diferențe de temperatură se acceptă o pierdere de secțiune din coroziune de până la 30%. În cazul armăturilor principale se acceptă o pierdere de secțiune de până la 10% dar numai în cazul în care capacitatea portantă a elementului verifică astfel prin calcule.

Repararea betonului armat se face cu materiale performante, cu metode de aplicare specifice și cu controlul calității lucrărilor conform normelor existente la data proiectării.

○ Creșterea stratului de acoperire a armăturilor și realizarea de acoperiri de protecție pentru betonul armat.

În zonele în care armăturile nu au strat de acoperire suficient este necesară majorarea acestuia pentru a se putea asigura durata normată de funcționare a structurii.

Stratul de acoperire și sistemele de protecție prevăzute trebuie să corespundă cu clasa de agresivitate a mediului, cu calitatea betoanelor existente și cu vârsta podului.

○ Injectarea fisurilor de la placa consolei trotuarelor.

Deasupra reazemului intermediar al grinzii continue, placa consolei trotuarului prezintă fisuri și infiltrații de apă prin acestea. Existența acestor fisuri are drept cauză faptul că placa consolei este poziționată mult deasupra armăturilor prevăzute la grinzii pentru preluarea momentului negativ și a faptului că nu au avut prevăzută armătură suficientă pentru preluarea eforturilor de întindere.

Fisurile amintite sunt active, adică deschiderea lor este variabilă (există mișcare) în funcție de solicitările și deformațiile grinzilor sub acțiunea traficului.

Colmatarea fisurilor active trebuie să asigure și pe mai departe mișcarea. Prin urmare materialul de colmatare trebuie să aibă un modul de rigiditate mic pentru a nu induce eforturi mari în timpul mișcării deschiderii fisurilor.

Materialele de colmatare includ polisulfide, poliuretane, mastic metacrilic, benzi din neopren înfășurate.

4.1.2 La infrastructură

- Protejarea fundațiilor sferturilor de con mal drept

Execuția unor blocuri din anrocamente sau gabioane la baza fundației sferturilor de con.

- Protecția infrastructurilor

Starea generală a infrastructurilor este corespunzătoare, aceste fiind încastrate în terenul bun de fundare.

Fundul albiei este afuiat sub nivelul radierului fundației nou executate, lăsând piloții aparenti pe cca. 1m adâncime. În aceste condiții se impune execuția pragului cât mai repede posibil.

Premergător realizării pragului, se recomandă execuția protecției infrastructurii (cămășuire sau protecție cu saci de nisip și ciment pe contur) și injectarea de mortar pentru a umple spațiul gol de sub radier, între chesonul existent și incinta de protecție.

- Curățarea banchetelor și înlocuirea aparatelor de reazem mobile (pendulilor) cu aparate din neopren.

4.1.3 Amenajarea albiei

În condițiile actuale ale albiei și a condițiilor de scurgere a apei eroziunea malurilor și a talvegului va continua. În timp, pot fi afectate infrastructurile podului și rezistența și stabilitatea acestuia.

Este necesară realizarea unui prag de fund în albia minoră, în aval de pod.

Recomandăm ca prefabricatele din beton existente (cu dimensiunea de 3,00x2,00x1,50m).

Înălțimea cu care se va ridica talvegul va fii de cca 50cm (prefabricatele urmând a fi încastrate ca 1,00m în talveg). În aval se va realiza o zonă de liniștire din anrocamente (risbermă), dispuse pe un geotextil.

Mai sunt necesare lucrări precum:

- Eliminarea insulelor formate de depuneri în dreptul pilelor, în albia minoră (pila P3);
- Curățirea de vegetație a albiei majore.

4.2 Lucrări de reabilitare

Caracteristicile de bază ale soluțiilor sunt:

- gabaritul podului - actual: 0.75+3.7+0.75;
- clasa de încărcare - Clasa II, iar cu investiții suplimentare minime Clasa I.

Conform informațiilor podul a fost proiectat la Clasa II de încărcare. Modul de calcul folosit în acea perioadă era cu metoda rezistențelor admisibile (MRA).

În urma verificărilor efectuate la grinzile principale ale suprastructurii, conform standardelor actuale, pentru stări limită ultime (SLS) și de serviciu (SLS) s-a ajuns la concluzia:

- Secțiunile curente din câmp pot suporta solicitări la Clasa II de încărcare, precum și la Clasa I, atât la SLU cât și la SLS;
- Secțiunile de la reazemul intermediar al grinzii continue, nu verifică la SLU și SLS pentru Clasa II de încărcare pentru care a fost proiectat podul.

Prin urmare podul necesită lucrări de reparare și consolidare pentru a-l aduce la starea tehnică și de funcționare specifică standardelor actuale de stări limite ultime și de serviciu, cel puțin conform Clasei II de încărcare.

Cum secțiunile din câmp au rezistență pentru Clasa I, iar valoarea momentelor încovoietoare de pe reazem cresc de la Clasa II la Clasa I cu doar 6%, consolidarea suprastructurii pentru a corespunde cerințelor actuale se poate face la Clasa I de încărcare, cu un supliment minim de investiții.

Proiectantul are obligația de a verifica și de a proiecta lucrări de consolidare (dacă e nevoie) pentru toate elementele: grinzi principale, antretoaze, plăci, console, aparate de reazem, infrastructuri etc.

Lucrările de reparare a elementelor sunt aceleași cu cele prezentate la 4.1.

PARAPETE DE SIGURANȚĂ

Conform SR EN 1991-2, 4.7 „Acțiuni pentru situații de proiectare”, în cazul în care trotuarele podurilor de șosea nu sunt protejate cu sistem rigid de protecție, acestea trebuie proiectate considerând prezența roților sau a vehiculelor pe trotuare, ca încărcare accidentală.

În cazul în care se prevăd bariere de securitate de clasă corespunzătoare, conform SR EN 1991-2/2005, nu mai este necesară considerarea acțiunii vehiculelor dincolo de aceste protecții. În această situație, trotuarele trebuie lărgite pentru a permite amplasarea acestor sisteme de protecție.

Proiectantul lucrărilor stabilește soluțiile de consolidare iar beneficiarul poate alege soluția finală, cea care o consideră cea mai avantajoasă.

Pentru consolidarea grinzilor principale se pot folosi soluții ca cele prezentate mai jos:

4.2.1 Creșterea secțiunii la reazem a grinzilor

4.2.2 Precomprimare adițională

4.2.3 Schimbarea schemei statice / deplasări de reazeme

4.2.1 Creșterea secțiunii la reazem a grinzilor

Această soluție constă în suplimentarea tălpii inferioare a grinzilor la reazemele fixe (intermediare) ale tablierelor. Se poate realiza fie prin completarea cu beton armat a plăcii inferioare, fie cu elemente metalice. Armarea suplimentară poate consta prin lipirea cu adezivi speciali sau fixarea cu ancore a unor plăci sau benzi metalice sau profile.

Scopul este de a modifica poziția axei neutre, de a asigura intrarea în curgere a armăturii întinse astfel încât să se garanteze comportarea ductilă a secțiunii la SLU.

Trebuie avut în vedere că în momentul de față, sub sarcinile permanente ale greutateii proprii, secțiunea de pe reazemul intermediar, are eforturile de compresiune din beton peste cele admise la SLS. Prin urmare, înainte de consolidare trebuie realizată o descărcare parțială de eforturi a acestei secțiuni. Aceasta se poate face fie prin precomprimare exterioară provizorie, fie prin ridicarea provizorie a capetelor grinzilor (concomitent cu schimbarea aparatelor de reazem mobile) sau alte metode.

4.2.2 Precomprimare adițională

Reducerea eforturilor de compresiune din betonul de la partea inferioară a secțiunilor din zona reazemelor fixe se poate obține prin soluții de precomprimare adițională exterioară. Trebuie aleasă cea mai eficientă armătură activă (bare, toroane, fascicule) și cea mai eficientă poziție a acesteia, ținând seama de blocurile de ancorare, de prinderea acestora și de spațiu necesar pretensionării.

Trebuie avut o grijă deosebită că această soluție introduce eforturi locale mari.

4.2.3 Schimbarea schemei statice

Metoda constă în schimbarea schemei statice de grinzi continue pe două deschideri în cadru cu două deschideri și stâlp central. Aceasta se realizează prin creșterea secțiunii grinzii pe reazemul fix și legarea rigidă a grinzilor cu elevația pilei.

Pentru ca pilele să facă față la solicitările suplimentare apărute trebuie ranforsate, costurile implementării soluției fiind mai ridicate.

Trebuie realizată precomprimarea fundațiilor (radierul piloților de consolidare cu infrastructura existentă), conform proiectului existent din 2003.

Și în această variantă este necesară descărcarea de eforturi a secțiunii de la reazemul intermediar al grinzii.

5 CONCLUZII

Analiza parametrilor de stare fizică și de funcționalitate a condus la obținerea unui indice de stare tehnică $I_{ST} = 31$, care permite încadrarea lucrării, după Instrucțiuni AND 522 – 2002, în starea tehnică IV – **STARE NESATISFĂCĂTORE**, caracterizată prin elemente constructive aflate într-o stare avansată de degradare, iar conform normativelor C175 și 76/73 se recomandă măsuri ce constau în înlocuirea sau consolidarea structurii de rezistență afectată de degradare.

Elementelor constructive ale podului prezintă degradări vizibile pe zone întinse cu afectarea secțiunii transversale fapt ce a determinat încercarea podului sub acțiunea încărcărilor de probă.

Concluziile verificărilor de rezistență:

- În urma verificărilor efectuate la grinzile principale ale suprastructurii, conform standardelor actuale, pentru stări limită ultime (SLS) și de serviciu (SLS) s-a ajuns la concluzia:
 - Secțiunile curente din câmp pot suporta solicitări la Clasa II de încărcare, precum și la Clasa I, atât la SLU cât și la SLS (starea limită de deformare, starea limită de limitare a eforturilor);
 - ***Secțiunile de la reazemul intermediar al grinzii continue, NU verifică la SLU și SLS pentru Clasa II de încărcare*** pentru care se estimează că a fost proiectat podul.

Prin urmare podul necesită lucrări de reparare și **consolidare** pentru a-l aduce la starea tehnică și de funcționare specifice standardelor actuale de stări limite ultime și de serviciu, cel puțin conform Clasei II de încărcare.

Cum secțiunile din câmp au rezistență pentru Clasa I, iar valoarea momentelor încovoietoare de pe reazem cresc de la Clasa II la Clasa I cu doar 6%, consolidarea

suprastructurii pentru a corespunde cerințelor actuale la Clasa I de încărcare, se poate face cu un supliment minim de investiții.

Ținând cont de existența unor defecte sau degradări importante la elementele principale de rezistență (depunctări mai mari decât 7), care periclitează siguranța circulației, se vor lua măsuri imediate de remediere a acestor defecte/degradări.

Ca urmare, până la realizarea unor lucrări de intervenție se impune introducerea de urgență a unor restricții de circulație:

Restricții până la realizarea lucrărilor finale:

- Restricțiile de tonaj sunt impuse în principal de ”Ordonanța 43 din 28 august 1997 privind regimul drumurilor” :
 - Masa totală maxim 24 t;
 - 8 t/osie simplă
 - 14,5 t/osie dublă.
 - distanța între vehiculele grele de minim 100m,
 - viteză maximă 20 km/h

Se pot accepta cazuri excepționale de încărcare cu avizul și sub controlul administratorului drumului - vezi 3.5 ”Restricții până la realizarea lucrărilor finale:”

Pentru suprastructură și infrastructură se va adopta una din soluțiile recomandate: repararea - pct. 4.1.1. sau reabilitare – pct. 4.1.2..

Pentru albie este necesar să se realizeze lucrările prevăzute la pct. 4.1.3.

Recomandăm demararea unui program de urmărire curentă a structurii, în vederea monitorizării comportării fizice a acesteia în timp.

Față de constatările prezentate mai sus și în conformitate cu prevederile Legii 177/2015 pentru modificarea și completarea Legii 10/1995 cu modificările din 2016, privind calitatea în construcții și cu regulamentul privind urmărirea comportării în exploatare, intervențiile în timp și post-utilizare, aprobat prin H.G 766/1997 în completare cu H.G. 1231/2008, cu respectarea standardelor și normativelor în vigoare, se recomandă aplicarea măsurilor propuse în prezenta expertiză tehnică la pct. 4, conform legislației în vigoare.

Prezenta expertiză tehnică este valabilă cel mult doi ani de la data întocmirii ei dacă în acest timp nu survin următoarele evenimente:

- accidente de circulație care să afecteze structura de rezistență a podului;
- cutremure majore, explozii și alte evenimente care pot afecta semnificativ structura de rezistență a podului;
- viituri / inundații majore.

Noiembrie 2018



Expert Tehnic

Dr.ing. Mihai ILIESCU

