



**REABILITAREA LINIEI C.F. FRONTIERĂ - CURTICI - SIMERIA,  
PARTE COMPONENTĂ A CORIDORULUI IV  
PAN EUROPEAN PENTRU CIRCULAȚIA TRENURILOR CU VITEZĂ  
MAXIMĂ DE 160 KM/H  
TRONSONUL 2: KM 614 - GURASADA**

**LOT 3: TUNELURI**

**PROIECT TEHNIC**

**VOLUMUL I – MEMORIU TEHNIC TUNELURI**

## Memoriu tehnic

Numele proiectului de investiții:	Reabilitarea liniei C.F. Frontiera-Curtici-Simeria, parte componentă a Coridorului IV Pan European pentru circulația trenurilor cu viteza maximă de 160km/h, tronsonul 2: Gurasada – km 614
Obiect:	Lot 3 – Tuneluri
Categoria de lucrări:	Tuneluri
Faza de proiectare:	Proiect tehnic, Detalii de execuție
Numar proiect:	9i 35311.1
Proiectant general:	PÖYRY
Beneficiar:	C.N.C.F. "CFR" S.A.



## 1 Capitolul I - DATE GENERALE

### 1.1 Amplasamentul lucrării

Tronsonul de cale ferată cuprins între km 614+000 ex și Gurasada (km 511+982 ex.) face parte din linia c.f. Simeria – Curtici – Frontiera cu Ungaria, componentă a coridorului IV paneuropean. Tronsonul are o lungime de 102,018 km. Linia c.f. este dublă și electrificată. Pe cuprinsul tronsonului există 12 de puncte de secționare, dintre care șapte sunt stații c.f. și cinci sunt halte de călători.

Din punct de vedere administrativ tronsonul sus menționat se află pe teritoriul județelor Hunedoara (de la Gurasada până la km 529+000 ex) și Arad (de la km 529+000 ex până la km 614+000 ex).

În cadrul prezentei documentații este analizat Tronsonul 2, care din punct de vedere administrativ, se află pe teritoriul județului Hunedoara.

### 1.2 Topografia zonei

Traseul c.f. se desfășoară atât pe malul stâng, cât și pe malul drept a râului Mureș, traversând cu poduri și podețe, numeroase cursuri de apă pe care le are în drumul său.

Din punct de vedere geomorfologic zona investigată este situată în culoarul râului Mureș, culoar ce desparte Munții Metaliferi de Poiana Ruscă, ambii făcând parte din Carpații Occidentali.

Culoarul Mureșului s-a format în timpul Neogenului prin scufundarea formațiunilor mai vechi, de-a lungul unor sisteme de fracturi și este caracterizat prin altitudini joase, pante relativ uniforme, iar relieful este puțin accidentat și are un caracter deluros spre sud și terasat spre nord.

Munții Poiana Ruscă sunt o grupă montană extinsă ce aparțin Carpaților Occidentali și fac tranziția între grupa majoră nordică a acestora, Munții Apuseni, și grupa majoră sudică, Munții Banatului. Aceștia se întind pe o suprafață de cca. 2.640 km<sup>2</sup> și au altitudini medii în jur de 700 – 1000m. Cel mai înalt vârf al Munților Poiana Ruscă, având 1.382 m, este vârful Padeș.

Munții Metaliferi au un relief mai variat datorită substratului geologic complex. În partea vestică predomină magmatitele ofiolitice care generează un relief destul de monoton, cu creste rotunjite, uniforme, care sunt retezate la același nivel de platformă de eroziune la altitudinea de 700-800m. Aceeași platformă se extinde și peste depozitele sedimentare cretacee din partea de E a teritoriului, retezând crestele, dar aici relieful este mai variat datorită intervenției calcarelor și a formațiunilor neovulcanice.

### 1.3 Climă

Clima pe sectorul culoarului râului Mureș este specifică zonelor de deal în strânsă legătură cu orientarea diferențiată a formelor acestuia. Fațadele orientate N, E, S și V generează un topoclimat

specific. Circulația vestică cu slabe influențe maritime generează vreme călduroasă și umedă și ușor instabilă vara. Circulația dinspre NV și N condiționează vreme rece iarna și instabilă vara.

Cantitățile medii anuale de precipitații variază în jurul a 600 mm pe culoarele de vale ale zonei subcolinare.

#### 1.4 Geologia, seismicitate

Din punct de vedere geologic, formațiunile aparțin depozitelor sedimentare Mezozoice (Turoniene-Coniaciene) și Neozoice (Pannoniene), cât și depozitelor Cuaternare (Pleistocene și Holocene).

Turonian-Coniacianul este în ușoară discordanță cu stratele de Fornadia și apare discordant pe terenuri eocretacice, fiind constituit dintr-un pachet de gresii calcaroase albicioase dispuse în strate de 0,5m-6,0m grosime. Gresii de obicei nesortate prezintă pe alocuri separații în lespezi. Sunt caracteristice remanierele intraformaționale de marne cenușii saumarnocalcare roșii.

Asociate gresiilor, dar cu o participare cantitativă mai redusă, apar marne gezoase cenușii și marnocalcare cenușii violacee.

*Pannonianul* se așază discordant peste Tortonian sau pe șisturile cristaline și este separat în două orizonturi:

- orizontul inferior alcătuit dintr-o succesiune de argile nisipoase vinete sau cenușii verzi, cu intercalatii neregulate de nisipuri, uneori grosiere, cu lentile de pietris și cu fragmente de carbuni;
- orizontul superior care cuprinde nisipuri cu pietrisuri și rare nivele argiloase.

Pleistocenul este reprezentat în zona prin depozitele fluviatile de pe versanții dreapta și stânga ai văii Muresului și prin depozitele aluvionare (pietrisuri și nisipuri) ale teraselor.

*Holocenului* îi sunt atribuite depozitele fluviatile ale terasei joase și aluviunile recente ale luncilor și sunt constituite din pietrisuri și nisipuri.

Magmatismul neozoic din zona Bulza-Lapugiu-Sarbi este reprezentat prin vulcaniteneogene constituite din piroclastite, curgeri de lave dispuse peste formațiunile mai vechi ale Pannonienei și sunt acoperite transgresiv de către depozite pannoniene. Căle mai vechi rocieruptive sunt reprezentate prin riolite și tufuri riolitice. După formarea acestora s-au pus în lococile unui complex vulcanic cu caracter predominant andezitic, reprezentat prin corpuri de curgeri de lave asociate cu piroclastite andezitice.

Conform P100/1-2006 se redă reprezentarea acțiunii seismice pentru proiectare prin hazardul seismic și valoarea perioadei de control.

- hazardul seismic descris de valoarea de vârf a accelerației orizontale a terenului ag determinată pentru intervalul mediu de recurență IMR, corespunzător stării limită ultime, ce are valoarea  $a_g = 0.08 g$ ;

- valoarea perioadei de control (colt)  $T_c = 0.7$  sec a spectrului de răspuns pentru zona amplasamentului.

Conform P125:2005 „Instrucțiune tehnică privind studiul proprietăților pământurilor lichidefiabile” din punct de vedere granulometric nu este semnalată prezența pământurilor lichidefiabile.

Conform STAS 6054/77 “Teren de fundare - Adâncimi maxime de îngheț - Zonare teritoriului României”, în amplasamentul studiat adâncimea maximă de îngheț este de 80 – 90cm.

#### 1.5 Suprafața și situația juridică a terenului care urmează a fi ocupată de lucrare este:

Lucrările de reabilitare pentru acest tronson de cale ferată sunt realizate atât pe terenuri care aparțin de domeniul public, administrate de C.N. “C.F.R.” S.A., cât și pe terenuri ale altor proprietari, în special pentru variantele de traseu adoptate.

Pentru a se realiza parametrii solicitați pentru reabilitarea liniei c.f. sunt necesare terenuri suplimentare, care aparțin domeniului public și privat (în zonele unde linia c.f., rămânând pe vechiul traseu, necesită mai mult teren în urma reabilitării și a realizării de drumuri tehnologice precum și în zonele unde linia c.f. are un nou traseu pentru a îndeplini cerințele de viteză).

Eventualele spații de depozitare temporară a materialelor (pentru cca. 1+3 zile), pot fi aprobate de autoritățile locale, la execuție, odată cu obținerea autorizației de construire și organizarea șantierului.

Toate materialele rezultate din demontarea liniei actuale, vor fi sortate și depozitate în modcorespunzător în vederea revalorificării lor sau vor fi transportate în locuri special amenajate.

#### **1.6 Organizare de șantier (descriere sumară, demolări, devieri de rețele, etc).**

Lucrările de organizare de șantier vor cuprinde:

- construcții și instalații ale antreprenorului, echipate cu mijloace la alegerea lui, care să-i permită să satisfacă obligațiile de execuție și calitate, de relații cu beneficiarul, precum și cele privind controlul execuției;
- toate materialele, instalațiile și dispozitivele, sistemele de control necesare execuției să fie în conformitate cu prevederile din proiect, caietul de sarcini și normativele în vigoare.

#### **1.7 Căi de acces (existente și/sau provizorii), de comunicații**

Transportul materialelor, a deșeurilor și utilajelor se face pe calea ferată cu trenul de lucru sau cu auto folosind drumurile tehnologice.

Constructorul va menține căile de acces libere, curate.

#### **1.8 Surse de alimentare cu: apă, energie electrică, gaze, etc.**

Containerele pentru cazarea personalului vor fi racordate la utilitățile de alimentare cu apă, canalizare și energie electrică existente în gări.

#### **1.9 Trasarea lucrărilor**

Trasarea lucrărilor pe teren se va face în conformitate cu STAS 9824/4-83, folosind careper de trasare axele liniilor c.f. cele mai apropiate, iar ca reper de nivel NSS-urile liniilor c.f.

#### **1.10 Protejarea lucrărilor executate și a materialelor din șantier.**

Protejarea lucrărilor executate, cât și a materialelor din șantier cade în sarcina constructorului (executantului) care va lua măsuri de amenajare a unui spațiu de depozitare a materialelor, precum și paza acestora prin organizarea de șantier care și-o efectuează în apropierea lucrării.

#### **1.11 Măsurarea lucrărilor**

Măsurarea lucrărilor executate de constructor va fi făcută atât de acesta, cât și de reprezentantul investitorului (beneficiarului) - inspectorul de șantier.

#### **1.12 Laboratoarele constructorului (oferantului) și testele care cad în sarcina sa**

Antreprenorul va asigura prelevarea de probe din materialele care necesită încercări. Încercările se vor efectua în laboratoare de specialitate autorizate de MLPAT și AFER, conform Ordinului MT nr. 290/2002.

#### **1.13 Curățenia pe șantier**

Constructorul are obligația de a se îngriji de curățenia pe șantier, la locurile de muncă și în anexele sociale pe care le utilizează.

Este interzisă depozitarea dezordonată pe șantier a materialelor și a utilajelor, această treabă trebuie făcută în conformitate cu prevederile reglementărilor în vigoare privind protecția mediului, sănătatea și securitatea muncii și paza contra incendiilor (PSI).

#### **1.14 Servicii sanitare**

Antreprenorul trebuie să asigure pe șantier un post de prim ajutor în caz de accidente sau îmbolnăviri, precum și mijloace de comunicații și transport pentru deplasarea rapidă la cele mai apropiate unități sanitare din zonă.

Antreprenorul are obligația de a asigura dotările sanitare necesare pe șantier: surse de apă potabilă, grupuri sanitare, etc. Va amenaja spațiile pentru menținerea igienei la locul de muncă și în

organizarea de șantier. Acestea trebuie să fie amplasate în așa fel încât să respecte normele sanitare, de protecție a muncii și P.S.I. în vigoare și să nu producă poluaremediului.

## **2 Capitolul II - NECESITATEA ȘI OPORTUNITATEA LUCRĂRII**

### **2.1 Date de proiectare**

Lucrările prevăzute în prezentul proiect au fost stabilite pe baza următoarelor date de proiectare:

- studiul de fezabilitate revizuit în anul 2012.
- studiu hidraulic
- studiile topografice;
- studiile geotehnice;
- date culese cu ocazia vizitării obiectivului.

### **2.2 Situația existentă**

Linia de cale ferată prezintă numeroase sinuozități.

În profil longitudinal, traseul liniei de cale ferată a urmărit în general configurația terenului.

În profilul longitudinal se întâlnesc o seama de deficiențe:

- frânturi dese care conduc la elemente de profil cu lungimi mai mici de 200 m;
- declivități în stații mai mari de 2‰.
- diferențe de nivel de până la 25 cm între firele de circulație, generate de succesiunea reafacțiilor în timp, pe fiecare fir de circulație;
- schimbări de declivitate pe curbele de racordare parabolice și în vecinătatea aparatelor de cale.

Terasamentul liniei de cale ferată cuprinde toate tipurile de secțiuni transversale: derambleu, de debleu, mixte, cu și fără lucrări de consolidări, cu și fără lucrări de apărare.

Pe sectoarele de traseu realizate la cote apropiate de cele ale terenului natural nu există șanțuri de platformă, fie pentru că nu au fost executate, fie pentru că în timp, au fost acoperite cu pământ și piatră spartă rezultate din ciuirile de la lucrările de reparație capitală. În profilul transversal se întâlnesc o seama de deficiențe, cele mai importante fiind:

- lățimi insuficiente ale platformei căii;
- lipsa șanțurilor de colectare și evacuare a apelor;
- lipsa contrabanchetelor;
- zone ale rambleelor care necesită lucrări de apărare față de viituri;
- lucrări de consolidare, drenare și apărare a terasamentelor degradate și/sau cele scoase din funcție;
- elemente componente ale suprastructurii trecerilor la nivel neadecvate noilor condiții de exploatare.

Această situație este determinată de cauze obiective, dar și subiective:

- proiectarea și execuția s-a făcut după normele din perioada 1870 - 1910;
- la dublarea liniei de cale ferată, înfrățirea terasamentelor nu s-a realizat corespunzător;
- lucrările de reparații s-au realizat local, pe zone restrânse;
- sectoarele de linie c.f. au prezentat fenomene de tasări, acestea fiind remediate, deregulă, prin buraje cu aport în cale de piatră spartă;
- la lucrările de reparații capitale, materialul steril scos din cale după ciuire a fost depozitat în ampriză.
- pe multe intervale, în special în Valea Mureșului, apele stagnează la baza rambleelor și în fostele gropii de împrumut.

-există sectoare de linie de cale ferată amplasate în ramblee mici (sub 1,00 m) ori la fațaterenului natural, în zone de câmpie, unde nu există posibilitatea conducerii apelor meteoricespre un emisar și nu există scurgere naturală, astfel că apele pluviale băltesc temporar (pânăîntră în pământ sau se evaporă) în zonele adiacente platformei de cale ferată, influențândstarea terasamentelor.

-cea mai mare parte a traseului se află în albia majoră a Mureșului, fapt ce a avut dreptconsecință apariția numeroaselor degradări ale infrastructurii existente ca urmare a creșterii sezoniere a nivelului apei;

-diversitatea tipurilor de secțiuni transversale (rambleu,debleu,mixt), cu sau fără lucrăride consolidare/apărare și la care, în timp, s-au executat lucrări de reparații locale-pe zonerestrânse;

-sistemul de colectare și evacuare a apelor de suprafață devenit ineficient în timp:degradarea, scoaterea din funcțiune sau chiar inexistența unor lucrări ca părți ale acestuisistem (drenuri,rigole);

-inexistența pe anumite zone, a posibilității conducerii apelor de suprafață (pe pantenaturale) către un emisar;

-lucrări de apărare/consolidare degradate sau pentru care parametrii de proiectare numai corespund normelor/cerințelor tehnice actuale;

-lipsa unor lucrări de apărare împotriva viiturilor.

### **3 Capitolul III – SOLUȚIA PROIECTĂTĂ**

#### **3.1 Considerații generale**

Ca urmare a acțiunilor de dezvoltare - modernizare și de întreținere - reparații și consolidare desfășurate de-a lungul timpului, în prezent coexistă lucrări cu vechime de peste 100 de ani cu lucrări realizate în ultimii 20 de ani.

Scopul acestui proiect este de a se realiza reabilitarea și îmbunătățirea acestei linii decale ferată cu respectarea prevederilor standardelor europene pentru coridoare feroviare.

În acest sens, linia de cale ferată trebuie să respecte prevederile AGC și AGCT și să permită o viteză maximă de 160km/h pentru trenurile de călători și 120 km/h pentru trenurile demarfă.

Prin lucrările de reabilitare a liniilor c.f. s-au avut în vedere următoarele:

- îmbunătățirea geometriei traseului în plan și în profil longitudinal (rectificări de curbeși încadrarea elementelor de profil în prevederile normativelor în vigoare);
- geometria căii în profil transversal;
- creșterea portanței la nivelul platformei de pământ și al platformei căii.

Pentru reabilitarea liniei de cale ferată s-au proiectat următoarele tipuri de lucrări:

- - geometrizări ale traseului:
  - o mărirea lungimii curbilor de racordare;
  - o mărirea razei curbilor;
  - o înlocuirea grupărilor de curbe cu raze diferite cu o singură curbă (pe zonele unde a fost posibilă modificarea);
  - o realizarea unor variante locale de traseu care sa permită circulația trenurilor cu viteză maximă de 160 km/h;
  - o asigurarea lungimii corespunzătoare pentru aliniamentele dintre curbe;
  - o sistematizări de stații c.f.:
  - o asigurarea stabilității terasamentelor;
  - o asigurarea scurgerii apelor ;

Condiție impuse prin lucrările proiectate enumerate mai sus, a condus la realizarea unor variante locale de traseu, dar și a unor variante care părăsesc traseul existent și traversează râul Mureș astfel:

km 614 - Stația Ghioroc:	km pr. 606+284 - km pr. 610+477 km ex. 609+085 - km ex. 612+736
Stația Ghioroc - Stația Păuliș:	km pr. 599+940 - km pr. 604+355 km ex. 603+266 - km ex. 607+166
Stația Radna - Stația Milova:	km pr. 587+985 - km pr. 588+531 km ex. 591+320 - km ex. 591+852 km pr. 585+531 - km pr. 586+180 km ex. 588+828 - km ex. 589+490
Stația Milova - Stația Bârzava	km pr. 579+870 - km pr. 582+720 km ex. 583+356 - km ex. 586+026 km pr. 572+421 - km pr. 578+170 km ex. 575+953 - km ex. 581+655 km pr. 571+170 - km pr. 571+821 km ex. 574+692 - km ex. 575+353
Stația Bârzava - H.m. Varadia:	km pr. 552+721 - km pr. 566+965 km ex. 556+460 - km ex. 570+450
H.m. Varadia - Stația Săvârșin:	km pr. 543+841 - km pr. 548+921 km ex. 547+590 - km ex. 552+654 km pr. 542+575 - km pr. 543+207 km ex. 546+335 - km ex. 546+943
Stația Săvârșin - Stația Ilteu:	km pr. 533+301 - km pr. 540+108 km ex. 536+976 - km ex. 543+833
Ilteu - Stația Câmpuri Sursuc	km pr. 515+022 - km pr. 530+267 km ex. 516+100 - km ex. 533+922
Stația Câmpuri Surduc - Stația Gurasada:	km pr. 512+720 - km pr. 513+545 km ex. 513+830 - km ex. 514+647
Stația Ilia - Stația Mintia	km pr. 491 +785 - km pr. 497+735 km ex. 491 +790 - km ex. 499+015

În ceea ce privește scoaterea liniei de cale ferată de sub efectul inundațiilor, această condiție a condus la ridicarea nivelului liniei existente în raport cu profilul longitudinal al suprafeței apei râului Mureș la debite maxime cu probabilități anuale de depășire de 1% a râului Mureș, stabilită prin studiul hidraulic întocmit pe zona dintre Branișca și Păuliș, asigurând gardaminim impusă de norme.

În ceea ce privește protejarea terasamentelor căii ferate împotriva inundațiilor, această condiție a impus realizarea unor lucrări care constau în protejarea taluzelor sub efectul eroziunii râului Mureș.

În concluzie modificările aduse traseului au impus proiectarea unor lucrări de consolidări și apărări de terasamente c.f., care sunt prezentate în paragrafele următoare.

### 3.2 Evidențierea lucrărilor proiectate

În aceste condiții lucrările de reabilitare impun refacerea lucrărilor de consolidare existente precum și realizarea unor lucrări de consolidare pe amplasamente noi.

### 3.2.1 Interval Câmpuri Surduc – Ilteu

- Polata, între:
  - km pr. 523+390 - km 523+425
- Tunel 0, între:
  - km pr. 523+425 ÷ km 523+730
- Tunel 1, între:
  - km pr. 523+757 - km 524+367
- Tunel 2, între:
  - km. 524+870 - km 525+097

### 3.2.2 Interval Varadia – Bârzava

- Tunel 3, între:
  - km 559+967 - km 560+570

### 3.3 Descrierea lucrărilor proiectate

Linia noii rute a fost aleasă pentru a realiza viteza dorită de 160 km / h. Linia selectată necesită construcția a trei tuneluri cu următoarele lungimi:

Polata:

km pr. 523+390 - km 523+425, L=35m

Tunnel T0:

- km pr. 523+425+km 523+730, L=305m

Tunnel T1 (Zam 1):

km 523+757 – km 524+367, L = 610m

Tunnel T2 (Zam 2):

km 524+870 – km 525+097, L =227m

Tunnel T3 (Batuta):

km 559+967 – km 560+570, L = 603m

Distanța dintre tunelele 1 și 2 este de mai puțin de 500 m (431m).

Tunelurile sunt prea scurte pentru a folosi TVM în mod economic în stratul de rocă. "Noua Metodă Austriacă de Construire a Tunelurilor" (NATM), NATM este prin urmare aleasă pentru metoda de construire a celor trei tuneluri. NATM este o metodă de construcție, care este foarte adaptabilă în funcție de modificarea condițiilor de subsol și în funcție de modificarea formelor secțiunilor transversale. În interacțiunea cu subsolul, funcția primară a membranei de beton torcretat este de a forma o boltă în jurul tunelului, care este capabilă să susțină. Cu o formă favorabilă a secțiunii transversale a tunelului și cu o secvență adecvată a etapelor de construcție este posibilă evitarea sau cel puțin minimizarea momentelor de încovoiere și a forțelor de forfecare în membrana de beton torcretat. Astfel, mari deschideri din subsol pot fi suportate prin membrane de beton torcretat relativ subțiri.

Un profil în formă de gură cu o lățime excavată de 13.2 m și o lungime de 11.0 m a fost construit pentru tunelul cu cale dublă. Acesta este profilul standard pentru tunelurile cu cale dublă ale noii linii de cale ferată. Secțiunea transversală excavată se ridică de la aproximativ 116 până la 126 m<sup>2</sup>.



Stratul interior de căptușeală va fi realizat cu beton armat permeabil la apă C30/37. În zona arcadei, raza curbării stratului intern la  $R = 5.80$  m. Bolta răsturnată are o rotunjire cu o rază de  $R = 13.7$  m. Pentru zona de tranziție de la pereții laterali la raza bolții răsturnate a fost selectată raza de  $R = 2.55$  m (vezi anexele CS 1 și CS 2).

Datorită dimensiunii secțiunii transversale excavate, a fost necesară realizarea excavării și susținerii separate pentru coroană, fundație și radier.

Metodele de excavație depind de stabilitatea rocii. Explozia controlată se va folosi pentru roca deschisă. Excavațiile mecanice vor fi folosite în zonele cu rocă mai puțin dură.

Excavarea tuburilor celor trei tuneluri a fost gândită în felul următor: mai întâi va fi excavată coroana cu radier deschis, urmata imediat de bancheta și excavarea radierului conform claselor de excavări 4.1 până la 4.3 și 6.1 până la 6.2. Local poate fi necesară instalarea unui radier temporar la coroana (clasele 4.4, 6.3, 6.4, și 6.5). Datorită încărcărilor mici și a frecvenței mari ale discontinuităților în apropierea suprafeței terenului, în zona portalelor, bare de oțel au fost folosite pentru susținere.

Sucesiunea de excavare, modul de excavare, lungimile corespunzătoare și măsurile de susținere pentru clasele de excavație 4.1 până la 4.4 și 6.1 până la 6.5 sunt menționate în EC 1-9.

Aceste clase de excavare diferă în privința lungimii etapei inițiale, a pasului plasei de armare și numărul de ancoreși barele de oțel pentru fiecare etapă.

Învelișul de beton torcretat este armat în interior și în exterior cu plase de armare. Dacă este necesar, fațada tunelului a fost proiectată să fie izolată cu beton torcretat.

Distanța la care se vor afla bancheta (D) și radierul (E), va fi determinată în funcție de rezultatele monitorizării și a condițiilor geotehnice întâlnite în timpul excavărilor, dar și în funcție de rezultatele analizelor statice.

În zonele cu sol problematic, spațiul necesar pentru excavarea tunelului va fi sprijinit adițional de ancore (clasa 6.5), realizate din țevi cu lungimea de 15.0 m, cu o înclinație de aprox. 5% și o suprapunere mai mare de 3 m. Construcția acestora va continua din nise.

### 3.3.1 Tunelul T1 and T2

#### Tunelul T1 and T2 (Zam 1 și 2)

Tunelul T1 (de la km 523.757 la 524.367) are o lungime de 610 m. Tunelul T2 (de la 524.870 la km 525.097) are o lungime de 227 m. Secțiune adeschisă sădintre tunele are 503 m lungime.

Un profil înformă de gură cu o lățime excavată de 13.2 m și o înălțime de 11.0 m a fost construită pentru tunelul cu cale dublă. Acesta este profilul standard pentru tunelurile cu cale dublă ale noii linii de cale ferată. Volumul de pământ excavat, conform secțiunii transversale, este de aprox. 122 m<sup>2</sup>.

#### Tunel T1 (Zam 1)

- Portal Sud	Săpătură deschisă	20 m
- Tunel T1	NATM	610 m
- Portal Nord	Săpătură deschisă	20 m

#### Tunel T2 (Zam 2)

- Portal Sud	Săpătură deschisă	20 m
- Tunel T2	NATM	227 m
- Portal Nord	Săpătură deschisă	20 m

Zona acestor tunele conține următoarele elemente ale aliniamentului.

Tunel	Element	Rază [m]	Lungime [m]	Suprainlatarea sainei [mm]	Declivitate [%]

Tunel T1	Raza curbei	1500	678	150	+0,3
Tunel T2	Curba de racordare	1500	268	0-150	-0,3

Declivitatea liniei de cale ferată este de 0.3% în tuneluri.

Ca un prim pas, stratificarea geologică în zonele noilor tuneluri, a fost evaluată pe baza hațurilor geologice, scara 1:200.000. Pe viitor sunt necesare investigații geologice, în special forajele mecanice în carotaj continuu, teste de teren și laborator, pentru a verifica aceste supoziții.

Zona tunelului Zam (T1 și T2) este parte din zona cu formațiuni din magmatismul mezozoic, Jurasicul superior (J3) și Cretacic (ne, vr+cm) din partea de sud a munților metaliferi. În zona tunelului 1 și 2 în special depozite cretacice compuse din secvențe alternante de gresii, ardezii marnoase, marne calcaroase, argile și arenite calcaroase, cunoscute și drept stratul sinaia. În unele zone au fost identificate la suprafață bazalturi mezozoice (spilite). Suprapunerea cu roci spațiate, interceptate sub solul vegetal, are o adâncime de 0,7 m până la 3,0 m de suprafață. Rocile spațiate conțin praf argilos-nisipos, praf argilos, nisip argilos, argilă pudrăși nisip cu pietriș.

Pe baza datelor cercetărilor geofizice, putem presupune faptul că tunelul Zam –T1 traversează (trece prin) roci cu caracteristici fizice și mecanice bune și extrem de bune (gresie cuarțită). Tunelul Zam –T2 trec eprin roci cu caracteristici fizice și mecanice mai slabe (calcar fisurat intens și alterat). Nu sunt găsite discontinuități majore (breșe), nici existența unui nivel clar hidrostatic în zonă influențat de tunel, dar există riscul unei infiltrații în zonele breșelor găsite.

Grosimea membranei de beton torcretat este acceptată la 20-30 cm.

Grosimea căptușelei interioare este de 60 cm. Căptușeala interioară va fi alcătuită din beton armat permeabil, C30/37.

Grosimea portalului este de 80 cm. Portalele vor fi alcătuite din beton armat permeabil, C30/37. Portalele vor avea în plus o foaie de etanșare și un strat de beton de protecție.

Lungimea maximă a blocurilor este de 10 m. În rosturile dintre blocuri, o panglică circulară din elastomer cu margini din oțel este introdusă. În rostul de lucru, dintre bancheta și radier, este introdus un rost de metal. Blocul din beton este realizat cu tăieturi transversale pentru suprastructură, iar marginea va avea integrat un șant pentru cabluri, pe ambele părți.

### 3.3.2 Tunelul 3

#### Tunelul T3 (Batuta)

Tunelul 3 (de la km 559+967 la 560+570) are o lungime de 603m.

Profilul, în formă de gură, cu o lățime de excavare de 13.2 m și o înălțime de 11.0 m, a fost construit pentru un tunel cu linie dublă. Acesta este profilul standard pentru tunelurile cu linie dublă, folosit pentru noua linie de cale ferată. Volumul de pământ excavat, conform secțiunii transversale, este de aprox. 122 m<sup>2</sup>.

- Portal Sud                      Săpătură deschisă      10 m
- Tunel 3                              NATM                              586 m
- Portal Nord                      Săpătură deschisă      7 m

Zona acestui tunel conține următoarele elemente ale aliniamentului.

Tunel	Element	Rază [m]	Lungime [m]	Suprainlatarea sinei [mm]	Declivitate [%]
Tunel T3	Razacurbeisi a curbei de racordare	1500	603	0-150	+0,3

Declivitatea liniei de cale ferată este de 0.3% în tunel.

Ca un prim pas, stratificarea geologică în zonele noilor tuneluri, a fost evaluată pe baza hașurilor geologice, scara 1:200.000. Pe viitor sunt necesare investigații geologice, în special forajele mecanice în carotaj continuu, teste de teren și laborator, pentru a verifica aceste supoziții.

Cercetările au găsit, sub suprafața stratului vegetal, depozite bune, considerabile, reprezentate de nisip pulbere. Suprapunerea cu roci spațiate, interceptate sub solul vegetal, are o adâncime de 0,2 m până la 15,0 m de suprafață. Stratul de rocă al tunelului 3 este în principal compus de bazalturi mezozoice și andezite (spilite) în partea sudică și de depozite din cretacicul incipient (stratul sinaia) în partea de nord. Ambele unități stratigrafice sunt tăiate de o fisură situată aproape în partea centrală a tunelului. Pe baza cercetărilor, putem presupune că tunelul traversează prin roci cu caracteristici fizice și mecanice bune și extrem de bune, cu excepția următoarelor două zone:

- Zona de contact dintre blocul bazaltic și blocul de rocă calcaroasă cuarțită, situată între km 560+140 m ÷ km 560+220 m,
- Zona dintre km 560+540 m ÷ km 560+600 m.

Interpretarea rezultatelor măsurătorilor geofizice nu au arătat existența vreunui nivel hidrostatic. Cu toate acestea, la zona de contact dintre blocul bazaltic și blocul calcaros, pot apărea infiltrații de apă în timpul execuției și, posibil, în timpul exploatarei (zona dintre km 560+180 m).

Grosimea membranei de beton torcretat este acceptată la 20-30 cm.

Grosimea căptușelii interioare este de 60 cm. Căptușeala interioară va fi din beton armat permeabil, clasa C30/37.

Grosimea portalului este de 80 cm. Portalurile vor fi realizate din beton armat permeabil, clasa C30/37. Portalurile obțin în plus o foaie de etanșare și o protecție de beton.

Lungimea maximă a blocurilor este de 10 m. În rosturile dintre blocuri, o panglică circulară din elastomer cu margini din oțel este introdusă. În rostul de lucru, dintre bancheta și radier, este introdus un rost de metal. Blocul din beton este realizat cu tăieturi transversale pentru suprastructură, iar marginea va avea integrat un șant pentru cabluri, pe ambele părți.

## **4 Capitolul IV - TEHNOLOGIA DE EXECUȚIE A LUCRĂRII**

### **4.1 Ordinea și tehnologia de execuție a lucrărilor**

#### **4.1.1 Tunel**

##### **4.1.1.1 Săpătură deschisă în zona portalurilor**

- Excavarea deschisă în zona portalului și suportul acesteia cu beton torcretat precum și cu ancore pentru roca și sol
- Execuția secțiunii arcului suspendat

##### **4.1.1.2 Săpătură și suport, stratul exterior de căptușeală**

- Startul săpăturii și suportul coroanei
- Formarea coroanei
- Formarea fundației
- Săpătura
- Prepararea suprafeței tunelului prin egalizare cu beton torcretat

##### **4.1.1.3 3. Captuseala interioara**

- Asezarea unei folii de separatie in zona inferioara
- Instalarea armaturii
- Asezarea segmentelor pentru rosturi si a benzilor metalice pentru rosturi
- Asezarea cofrajului din zona inferioara
- Turnarea betonului in zona inferioara
- Curatarea rosturilor de lucru

- Asezarea foliei de separatie in zona custii de armatura
- Asezarea armaturii din zona custii incluzand tevile injectate
- Instalarea liniei superioare ancorate
- Potrivirea segmentelor dintre rosturi precum si a custii cofrajului
- Turnarea betonului in zona custii cofrajului

#### 4.1.1.4 Executia sapaturii deschise si a zonei portalurilor

- Asezarea unei folii de separatie in zona inferioara
- Asezarea armaturii din zona inferioara
- Asezarea segmentelor pentru rosturi si a benzilor metalice pentru rosturi
- Asezarea cofrajului din zona inferioara
- Turnarea betonului in zona inferioara
- Curatarea rosturilor de lucru
- Asezarea armaturii din zona custii
- Instalarea liniei superioare ancorate
- Potrivirea segmentelor dintre rosturi precum si a custii cofrajului, respectiv a cofrajului din zona portalurilor
- Turnarea betonului in zona custii cofrajului
- Sigilarea custii cu doua straturi de placi asfaltice
- Instalarea betonului armat cu rol de protectie
- Realizarea drenajului precum si a straturilor filtrante din pietris
- Realizarea rambleului din zona portalurilor

#### 4.1.1.5 Echipamente

- Realizarea tevilor pentru echipamentul tehnic
- Turnarea de beton cu realizarea tevilor pentru cablaje
- Realizarea puturilor pentru cabluri in zona portalurilor
- Instalarea teviei pentru apa in caz de incendiu cu valve laterale de-a lungul peretilor tunelului
- Instalarea prizelor in tunel
- Montarea mainii curente (balustradei)
- Instalarea conectorilor de impamantare intre cale si mana curenta
- Instalarea luminilor de urgenta

## 5 Capitolul V - CONTROLUL CALITĂȚII LUCRĂRILOR

Verificarea calității lucrărilor se va realiza conform programului de control și prevederilor din caietul de sarcini anexate la proiect.

Verificarea calității lucrărilor și recepționarea lor se va face în conformitate cu Hotărârea nr. 273/14.06.1994, completată și modificată cu Hotărârea nr. 940/2006, Hotărârea nr. 1303/2007 și Hotărârea nr. 940/2006 și cu prevederile Normativului C 56-2002.

Conform Ordinului nr. 290/2000 privind admiterea tehnică a produselor și/sau serviciilor destinate utilizării în activitățile de construire, modernizare, întreținere și de reparare a infrastructurii feroviare și a materialului rulant, pentru transportul feroviar și cu metroul, modificat prin Ordinul nr. 2068/2004, materialele necesare pentru realizarea soluțiilor proiectate se vor putea utiliza numai după obținerea prealabilă a agrementelor tehnice, respectiv a certificatelor de conformitate de la AFER.

## 6 Capitolul VI - MĂSURI DE SIGURANȚA CIRCULAȚIEI

Pentru realizarea circulației feroviare în condiții de siguranță, în proiect s-au prevăzut următoarele măsuri:

- măsuri privind acoperirea liniei cu semnale, conform prevederilor instrucției desemnalizare;
- agenți pentru paza semnalelor și pentru avertizare.

Executarea fiecărei operații în condițiile instrucțiunilor și ordinelor constituie elementul de bază în asigurarea circulației trenurilor în deplină siguranță.

- realizarea săpăturilor cu sprijinirea pereților;
- agenți pentru avertizare;

## 7 CAPITOLUL VII – SĂNĂTATE ȘI SECURITATE ÎN MUNCĂ

Executantul va lua toate măsurile pentru desfășurarea execuției lucrărilor în condiții de siguranță în conformitate cu:

- Legea nr. 319/2006 privind sănătatea și securitatea în muncă;
- HG nr. 300/2006 privind cerințele minime de securitate și sănătate pentru șantierele temporare sau mobile;
- Instrucțiuni proprii de sănătate și securitate în muncă pe infrastructura feroviară aprobate prin Dispoziția CNCF "CFR" S.A. nr. 26/2008.
- HG nr. 971/2006 privind cerințele minime pentru semnalizarea de securitate și/sau de sănătate la locul de muncă;
- HG nr. 1.091/2006 privind cerințele minime de securitate și sănătate pentru locul de muncă;
- HG nr. 1.146/2006 privind cerințele minime de securitate și sănătate pentru utilizarea în munca de către lucrători a echipamentelor de muncă;

Din "Instrucțiunile proprii de sănătate și securitatea în muncă pe infrastructura feroviară" ale CNCF "CFR" S.A. se vor respecta cu precădere capitolele:

- Capitolul II - Prevederi specifice căii ferate;
- Capitolul IV - Prevederi specifice ramurii liniei.

În afara normelor existente - și care sunt obligatorii - se accentuează unele măsuri suplimentare pentru prevenirea accidentelor:

- la limitele zonei de lucru se vor planta semnale de avertizare;
- în pauze muncitorii să nu se așeze pe cale sau în gabarit;
- agenți pentru paza semnalelor și pentru avertizare.

## 8 CAPITOLUL VIII - PROTECȚIA MEDIULUI

În perioada de execuție a lucrărilor, *constructorul* este obligat să ia toate măsurile pentru:

- respectarea acordului de mediu emis de autoritatea competentă pentru protecția mediului.
- reducerea poluanților emiși la funcționarea mijloacelor de transport și a utilajelor ce urmează a fi folosite prin efectuarea, la începerea lucrărilor și periodic, a reviziei tehnice;
- menținerea calității aerului în zonele protejate, conform Ordinului nr. 592/2002 pentru aprobarea "Normativului privind stabilirea valorilor limită, a valorilor de prag și a criteriilor și metodelor de evaluare a dioxidului de sulf, dioxidului de azot și oxizilor de azot, pulberilor în suspensie (PM10 și PM2,5), plumbului, benzenului, monoxidului de carbon și ozonului în aerul înconjurător", completat cu Ordinul nr. 27/2007 pentru modificarea și completarea unor ordine care transpun acquisul comunitar de mediu și STAS 12574-87 - „Aer în zonele protejate. Condiții de calitate”;
- eliminarea pericolului de contaminare cu produse petroliere a solului și implicit a apelor subterane, prin efectuarea schimburilor de ulei de la utilaje în stații speciale;
- protecția apei de suprafață și subterane prin respectarea prevederilor Legii nr. 107/1996 - "Legea apelor" cu modificările și completările ulterioare.
- eliminarea pierderilor de material (lapte de ciment) care pot duce la alcalinitatea apei prin efectuarea cu atenție a operațiilor de turnare a betoanelor pentru fundații;

- eșalonarea cât mai eficientă a lucrărilor de execuție astfel încât nivelul de zgomot exterior să se mențină în limitele prevăzute de STAS 10009/88 “Acustica urbană. Limite admisibile ale nivelului de zgomot”, Ord. 536/1997 pentru aprobarea “Normelor de igienă și a recomandărilor privind mediul de viață al populației”, Ord. 152/558/1.119/532 pentru aprobarea Ghidului privind adoptarea valorilor limită și a modului de aplicare a acestora atunci când se elaborează planurile de acțiune, pentru indicatorii L<sub>zsn</sub> și L<sub>noapte</sub>, în cazul zgomotului produs de traficul rutier pe drumurile principale și în aglomerări, traficul feroviar pe căile ferate principale și în aglomerări, traficul aerian pe aeroporturile mari și/sau urbane și pentru zgomotul produs în zonele din aglomerări unde se desfășoară activități industriale prevăzute în anexa nr. 1 la Ordonanța de urgență a Guvernului nr. 152/2005 privind prevenirea și controlul integrat al poluării, aprobată cu modificări și completări prin Legea nr. 84/2006; în proiect s-au prevăzut panouri fonoabsorbante în zonele populate sicu nivele de zgomot peste limite;
- gestionarea corespunzătoare a deșeurilor rezultate conform H.G nr. 856/2002 - “Hotărâre privind evidența gestiunii deșeurilor și pentru aprobarea listei cuprinzând deșeurile, inclusiv deșeurile periculoase” completată cu Hotărârea nr. 210/2007 pentru modificarea și completarea unor acte normative care transpun acquisul comunitar în domeniul protecției mediului și Legii 211/2011 privind regimul deșeurilor, prin selectarea și colectarea pe tipuri de deșeurii în locuri amenajate, recuperarea deșeurilor re folosibile și valorificarea acestora (prin integrarea, în măsura posibilităților la alte lucrări), respectiv eliminarea periodică a deșeurilor neutilizabile prin contract cu firme specializate;
- asigurarea unui sistem de gestionare a materialelor necesare execuției lucrărilor în condiții corespunzătoare (gospodărirea materialelor de construcție se va face numai în limitele terenului deținut de proprietar, fără a deranja vecinătățile);
- respectarea zonelor de protecție ale conductelor și rețelelor ce traversează amplasamentul lucrării, precum și condițiile impuse prin avizele obținute;
- evacuarea din vecinătatea amplasamentului lucrării a tuturor materialelor rămase în urma execuției;
- readucerea terenurilor afectate de lucrări la starea inițială.

În perioada de exploatare, impactul asupra factorilor de mediu se estimează a fi favorabil/pozitiv ca urmare a lucrărilor proiectate și realizate în conformitate cu legislația de protecție a mediului în vigoare.

Conform Ord. 135/2011 privind aprobarea „Metodologiei de aplicare a evaluării impactului asupra mediului pentru proiecte publice și private”, la finalizarea proiectului, autoritatea competentă pentru protecția mediului efectuează un control de specialitate pentru verificarea respectării prevederilor deciziei etapei de încadrare și a acordului de mediu. Verificarea se finalizează cu întocmirea unui proces-verbal care se anexează și face parte integrantă din procesul-verbal de recepție la terminarea lucrărilor.

În perioada de execuție, impactul asupra factorilor de mediu se estimează a fi favorabil/pozitiv ca urmare a lucrărilor proiectate și realizate în conformitate cu legislația de protecție a mediului în vigoare.

## 9 Capitolul IX - DIVERSE

- 9.1 Categoria de importanță a lucrărilor: categoria de importanță "B", în conformitate cu Hotărârea Guvernului României Nr. 766 din 21 noiembrie 1997, Anexa Nr. 3: "Regulamentul privind stabilirea categoriei de importanță a construcțiilor".
- 9.2 Modelul de asigurare a calității: modelul nr. 1 sau 2.
- 9.3 Exigențele de verificare de către verficatorul M.L.P.A.T., stabilite prin "Regulamentul de atestare tehnico-profesională a specialiștilor cu activitate în construcții" din H.G. Nr.925/1995 sunt: Af, A7, B5, D5, A5, B3, D.
- 9.4 Clasa de risc a lucrării: 1A, conform Ordinului MT nr. 290/2000.
- 9.5 Relațiile dintre contractant (oferant), consultant și persoane juridică achizitoare (investitor) sunt reglementate prin Ord. MF - MLPTL nr. 1013/873/2001 și 1014/874/2001.

Întocmit,  
Dipl.-Ing. Jens Werfling

Verificat,  
Dipl.-Ing. Michael Diegmann

*J. Werfling*

