



MINISTERUL TRANSPORTURILOR

AGENȚIA DE INVESTIGARE FERROVIARĂ ROMÂNĂ - AGIFER



RAPORT DE INVESTIGARE

al accidentului feroviar produs la data de 23.12.2014 pe raza de activitate a
Sucursalei Regionala CF București, în stația CFR Ploiești Sud,
în circulația trenului de marfă nr.80386



*EDIȚIE finală
25 noiembrie 2015*

CUPRINS

	Pag.
A.PREAMBUL.....	3
<i>A.1. Introducere.....</i>	<i>3</i>
<i>A.2.Procesul investigației.....</i>	<i>3</i>
B.REZUMATUL RAPORTULUI DE INVESTIGARE.....	4
C. RAPORTUL DE INVESTIGARE.....	5
<i>C.1. Descrierea accidentului.....</i>	<i>5</i>
<i>C.2. Circumstanțele accidentului.....</i>	<i>7</i>
<i>C.2.1.Părțile implicate.....</i>	<i>7</i>
<i>C.2.2.Compunerea și echipamentele trenului.....</i>	<i>7</i>
<i>C.2.3.Descrierea echipamentelor feroviare implicate la locul producerii accidentului</i>	<i>7</i>
<i>C.2.3.1. Linii.....</i>	<i>7</i>
<i>C.2.3.2.Instalații.....</i>	<i>8</i>
<i>C.2.3.3. Vagoane.....</i>	<i>8</i>
<i>C.2.3.4. Locomotive.....</i>	<i>9</i>
<i>C.2.4.Mijloace de comunicare.....</i>	<i>9</i>
<i>C.2.5.Declanșareaplanului de urgență feroviar.....</i>	<i>9</i>
<i>C.3. Urmările accidentului.....</i>	<i>9</i>
<i>C.3.1.Pierderi de vieți omenești și aniți.....</i>	<i>9</i>
<i>C.3.2. Pagube materiale.....</i>	<i>9</i>
<i>C.3.3. Consecințele accidentului în traficul feroviar.....</i>	<i>10</i>
<i>C.3.4. Consecințele accidentului asupra mediului</i>	<i>10</i>
<i>C.4. Circumstanțe externe.....</i>	<i>10</i>
<i>C.5. Desfășurarea nvestigației.....</i>	<i>10</i>
<i>C.5.1. Rezumatul mărturiilor personalului mplicat.....</i>	<i>10</i>
<i>C.5.2. Sistemul de management al igranței.....</i>	<i>11</i>
<i>C.5.3. Norme și reglementări. Surse și referințe pentru nvestigare.....</i>	<i>12</i>
<i>C.5.4. Funcționarea instalațiilor tehnice, infrastructurii și a materialului rulant.....</i>	<i>13</i>
<i>C.5.4.1. Date constatate cu privire la inie.....</i>	<i>13</i>
<i>C.5.4.2.Date constatate la funcționarea materialului rulant și a instalațiilor tehnice ale acestuia.....</i>	<i>15</i>
<i>C.5.5. Interfața om-mașină-organizație.....</i>	<i>22</i>
<i>C.5.5.1. Circumstanțe medicale și personale.....</i>	<i>22</i>
<i>C.6. Analiză și oncluzii.....</i>	<i>22</i>
<i>C.6.1. Concluzii privind starea tehnică a suprastructurii aii.....</i>	<i>22</i>
<i>C.6.2. Concluzii privind starea tehnică a materialului rulant și a instalațiilor tehnice al acestuia</i>	<i>22</i>
<i>C.6.2.1 Concluzii privind starea tehnică a vagoanelor din compunerea trenului.....</i>	<i>22</i>
<i>C.6.2.2 Concluzii privind starea tehnică a locomotivelor din compunerea trenului.....</i>	<i>24</i>
<i>C.6.3. Analiză și concluzii privind modul de producere a deraierii trenului...</i>	<i>24</i>
D. CAUZELE ACCIDENTULUI.....	26
<i>D.1. Cauze directe</i>	<i>26</i>
<i>D.2. Cauze subiacente</i>	<i>26</i>
<i>D.3. Cauze primare</i>	<i>26</i>
<i>D.4. Observații suplimentare.....</i>	<i>26</i>
E. MĂSURI CARE AU FOST LUATE	26
E. RECOMANDĂRI DE SIGURANȚĂ	27

A. PREAMBUL

A.1. Introducere

Organismul de Investigare Feroviar Român denumită în continuare OIFR, în prezent Agenția de Investigare Feroviară Română denumită în continuare AGIFER, desfășoară acțiuni de investigare în conformitate cu prevederile *Legii nr.55/2006* privind siguranța feroviară, cu modificările și completările ulterioare, denumită în continuare *Legea privind siguranța feroviară*, a Hotărârii Guvernului României nr.716/2015 privind organizarea și funcționarea Agenției de Investigare Feroviară Română – AGIFER și pentru modificarea și completarea HG nr.21/2015 privind organizarea și funcționarea Ministerului Transporturilor precum și a *Regulamentului de investigare a accidentelor și a incidentelor, de dezvoltare și îmbunătățire a siguranței feroviare pe căile ferate și pe rețeaua de transport cu metroul din România* aprobat prin hotărârea guvernului nr.117/2010, denumit în continuare *Regulament de investigare*.

Acțiunea de investigare a OIFR în prezent AGIFER are ca scop îmbunătățirea siguranței feroviare și prevenirea incidentelor sau accidentelor feroviare.

Investigația este realizată independent de orice anchetă judiciară și nu se ocupă în nici un caz cu stabilirea vinovăției sau a răspunderii.

La data constatării, evenimentul a fost încadrat preliminar ca accident, conform prevederilor art.7(1), lit.b, - „deraiieri de vehiculele feroviare din compunerea trenurilor în circulație” din *Regulamentul de investigare*.

A.2. Procesul investigației

Având în vedere nota informativă a Revizoratului General de Siguranța Circulației din cadrul CNCF „CFR” SA din data de 23.12.2014 precum și fișa de avizare a Revizoratului Regional de Siguranța Circulației din cadrul Sucursalei Regionala CF București, privind accidentul feroviar produs, la data de 23.12.2014, ora 02:03, în circulația trenului de marfă nr.80386, aparținând operatorului de transport feroviar de marfă SC GRUP FEROVIA ROMÂN SA, pe raza de activitate a Sucursalei Regionala CF București, la ieșirea din stația CFR Ploiești Sud, prin deraierea de toate osiile a 3 vagoane (nr.84537850118-1 al 4-lea, nr.84537850017-5 al 5-lea și nr.84537851087-7 al 6-lea de la locomotivă) și luând în considerare faptul că evenimentul feroviar se încadrează ca accident, în conformitate cu prevederile art.7 alin.1 pct.b din *Regulamentul de investigare*, directorul OIFR a decis deschiderea unei acțiuni de investigare și numirea comisiei de investigare.

Astfel, prin decizia nr.160 din data de 23.12.2014 a directorului OIFR, a fost numită comisia de investigare, după cum urmează:

- | | | | |
|----|---------------------|--------------|--------------------------|
| a. | Mitu-Costel AFANASE | investigator | - investigator principal |
| b. | Eduard STOIAN | șef serviciu | - membru |
| c. | Tudor CIOLACU | investigator | - membru |
| d. | Ștefan CIOCHINĂ | investigator | - membru |

B. REZUMATUL RAPORTULUI DE INVESTIGARE

Descrierea pe scurt

La data de 23.12.2014, în jurul orei 02:03, pe raza de activitate a Sucursalei Regionale CF București, în stația CFR Ploiești Sud, la ieșirea de la linia nr.2, în abatere, în direcția Brazi, în circulația trenului de marfă nr.80386, aparținând operatorului de transport feroviar de marfă SC GRUP FERROVIAR ROMÂN SA, s-a produs deraierea de toate osiile a 3 vagoane (nr.84537850118-1 al 4-lea, nr.84537850017-5 al 5-lea și nr.84537851087-7 al 6-lea de la locomotivă). Deraierea s-a produs pe schimbătorul de cale nr.57 prin escaladarea acului curb (în zona călcâiului) de către roata din stânga a osiei nr.1-2 a vagonului nr.84537850017-5, prima în sensul de mers. Vagoanele nu erau încărcate și aparțin operatorului de transport feroviar SC GRUP FERROVIAR ROMÂN SA.

În urma producerii acestui accident circulația feroviară între stațiile CFR Ploiești Sud – Brazi și Ploiești Sud – Ploiești Vest a fost închisă la data de 23.12.2014 ora 02:04. Circulația trenurilor s-a reluat pe firul nr.I de circulație Ploiești Sud-Brazi pe bază de ordin de circulație la ora 03:30, iar de la ora 04:07 cu viteză normală. Pe firul nr.I de circulație Ploiești Vest-Ploiești Sud a fost reluată circulația începând cu ora 08:07. Circulația pe firul nr.II de circulație Ploiești Sud-Brazi a fost reluată începând cu ora 22:37. Pe firul nr.II circulație Ploiești Vest-Ploiești Sud circulația a fost reluată la data de 24.12.2014 începând cu ora 21:22.

Ca urmare a producerii acestui accident feroviar au întârziat 64 trenuri de călători cu un total de 1614 minute și 3 trenuri de marfă cu un total de 2000 minute.

Vagoanele deraiate au fost ridicate cu ajutorul trenului de intervenție utilizându-se macaraua EDK 750 tf și vagonul de ajutor cu vinciuri hidraulice.

În urma acestui accident nu s-au înregistrat pierderi de vieți omenești sau răniți.

Cauza directă, factori care au contribuit:

Cauza directă a producerii acestui accident o constituie escaladarea acului curb al schimbătorului de cale nr.57, în zona călcâiului acului, de către roata atacantă nr.2 a vagonului nr.84537850017-5 ca urmare a creșterii raportului dintre forța conducătoare și sarcina ce acționau pe această roată, depășindu-se astfel limita de stabilitate la deraiere. Creșterea a fost generată de acțiunea combinată a următorilor factori:

- descărcarea de sarcină a roții nr.2, provocată de ruperea arcului de suspensie în foi aferent fusului de osie nr.3, în condițiile unei fisuri vechi existentă în zona de racordare a foii principale a arcului cu ochiul acesteia, care s-a amplificat în regim dinamic.
- apariția unui unghi de atac defavorabil al osiei în cale datorită depășirii toleranțelor admise în exploatare la ecartamentul prescris pentru aparatele de cale.

Deraierea roții atacante nr.2 a vagonului nr.84537850017-5 s-a produs prin cumularea celor doi factori, respectiv ruperea foii principale a arcului și valoarea ecartamentului căii, niciunul dintre aceștia neputând determina singur deraierea.

Cauze subiacente:

Nu au fost identificate cauze subiacente.

Cauze primare:

Lipsa unor reglementări referitoare la efectuarea de verificări, între reviziile planificate, în scopul identificării unor defecte ascunse (care nu pot fi observate în cadrul reviziilor tehnice la trenuri) la suspensia care echipează vagoanele cu boghiuri tip H.

Grad de severitate

Conform clasificării accidentelor prevăzută la art.7 din *Regulamentul de investigare a accidentelor și incidentelor, de dezvoltare și îmbunătățire a siguranței feroviare pe căile ferate și*

pe rețeaua de transport cu metroul din România, aprobat prin HG 117/2010, având în vedere activitatea în care s-a produs, fapta se clasifică, ca accident feroviar conform art.7(1), lit.b.

Recomandări de siguranță:

În cazul accidentului produs în circulația trenului de marfă nr.80386 s-a constatat că ruperea foii principale a arcului de suspensie, corespunzător cutiei de osiei nr.2, a vagonului nr.84537850017-5 s-a produs la oboseală, pe fondul unui tratament termic necorespunzător, în condițiile existenței pe fețele foii principale a arcului de suspensie a concentratorilor de tensiune proveniți din rugozitatea grosolană a suprafeței, precum și din cavitățile de coroziune ce au avansat în material și au condus, în timp, la apariția unor rețele de fisuri de oboseală.

Rețelele de fisuri de oboseală ar fi putut fi identificate în condițiile în care, cadrul de reglementare ar fi prevăzut ca efectuarea verificării arcurilor pentru suspensiile boghiurilor tip H în zonele greu accesibile ale acestora, să se efectueze la intervale de timp astfel determinate, încât apariția fisurilor în aceste zone să fie identificată din timp astfel încât ruperea arcurilor să fie împiedicată.

Având în vedere cele menționate, comisia de investigare consideră necesară emiterea unei recomandări de siguranță către Autoritatea de Siguranță Feroviară Română – ASFR în sensul ca aceasta să se asigure că Sistemul de Management al Siguranței al operatorilor de transport feroviar de marfă conține suficiente măsuri pentru ținerea sub control a riscurilor manifestate prin defectarea componentelor suspensiilor vagoanelor cu boghiuri tip H.

C. RAPORTUL DE INVESTIGARE

C.1. Descrierea accidentului

Trenul de marfă nr.80386 a fost expedit din stația CFR Bacău la data de 22.12.2014, ora 16:40 și avea ca destinație stația CFR Brazi.

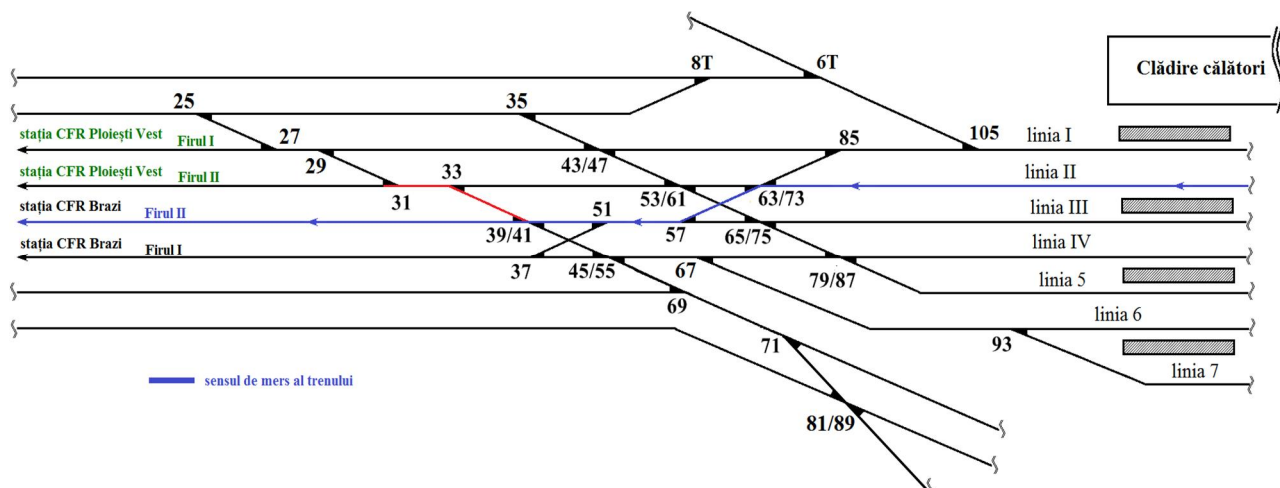
La plecarea din stația CFR Bacău trenul era compus din 44 vagoane goale, 176 osii, 967 tone.

În stația CFR Buzău au fost efectuate operațiuni de manevrare pentru introducerea în tren a locomotivei DA 60-1507-7, în stare inactivă (poziționată după locomotiva de remorcă), după care trenul a fost expedit către stația CFR Brazi în jurul orei 22:53.

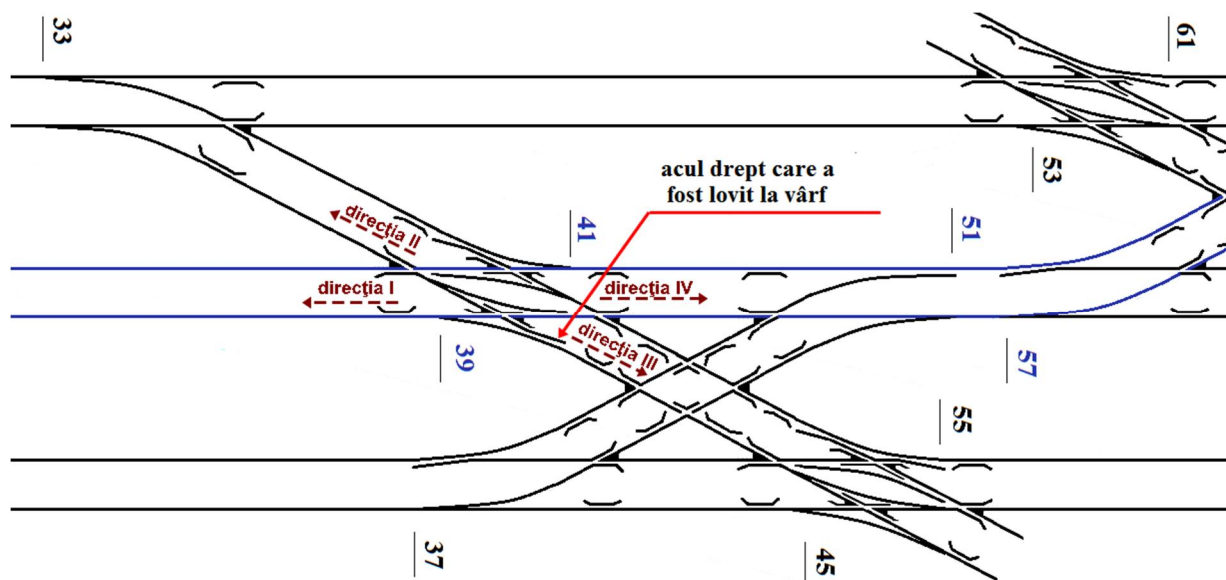
Pe distanța Bacău – Ploiești Sud nu au fost înregistrate probleme în circulația trenului.

Trenul de marfă nr.80386 a fost remorcat de locomotiva EB 425 186-0 (aparținând operatorului de transport feroviar de marfă SC GRUP FEROVIA ROMÂN SA). Personalul care deservea această locomotivă aparținea aceluiași operator de transport feroviar de marfă.

La data de 23.12.2014, în jurul orei 02:03, în stația CFR Ploiești Sud, la ieșirea de la linia nr.2, în abateră, în direcția Brazi, s-a produs deraierea de toate osiile a 3 vagoane (nr.84537850118-1 al 4-lea, nr.84537850017-5 al 5-lea și nr.84537851087-7 al 6-lea de la locomotivă). Prima urmă de deraiere a fost identificată pe acul curb al schimbătorului de cale nr.57 (schimbătorul nr.57), provenind de la escaladarea acului curb (în zona călcâiului) de către roata din stânga a osiei nr.1-2 a vagonului nr.84537850017-5, prima în sensul de mers. Deraierea s-a produs prin escaladarea acului curb al schimbătorului de cale nr.57 de către buza bandajului roții din partea stângă a primei osii în sensul de mers (osia nr.1-2) a vagonului nr.84537850017-5, rularea acesteia pe suprafața de rulare a acului curb și a contraacului drept, urmată de căderea acestei roți în exteriorul căii și antrenarea în deraiere a roții din partea dreaptă a aceleiași osii.



Vagonul a circulat cu această osie deraiată până la vârful acelor traversării cu jonțiune dublă (TJD) nr.39/41, unde a lovit puternic cu roata din partea stângă vârful acului drept al direcției III forțând lipirea acestuia de contraacul curb al acestei direcții și implicit manevrarea acelor macazului nr.41 cu talonarea electromecanismului de macaz. În urma acestei acțiuni s-a realizat accesul vagoanelor pe diagonala formată din TJD nr.39/41 și schimbătorul nr.33.



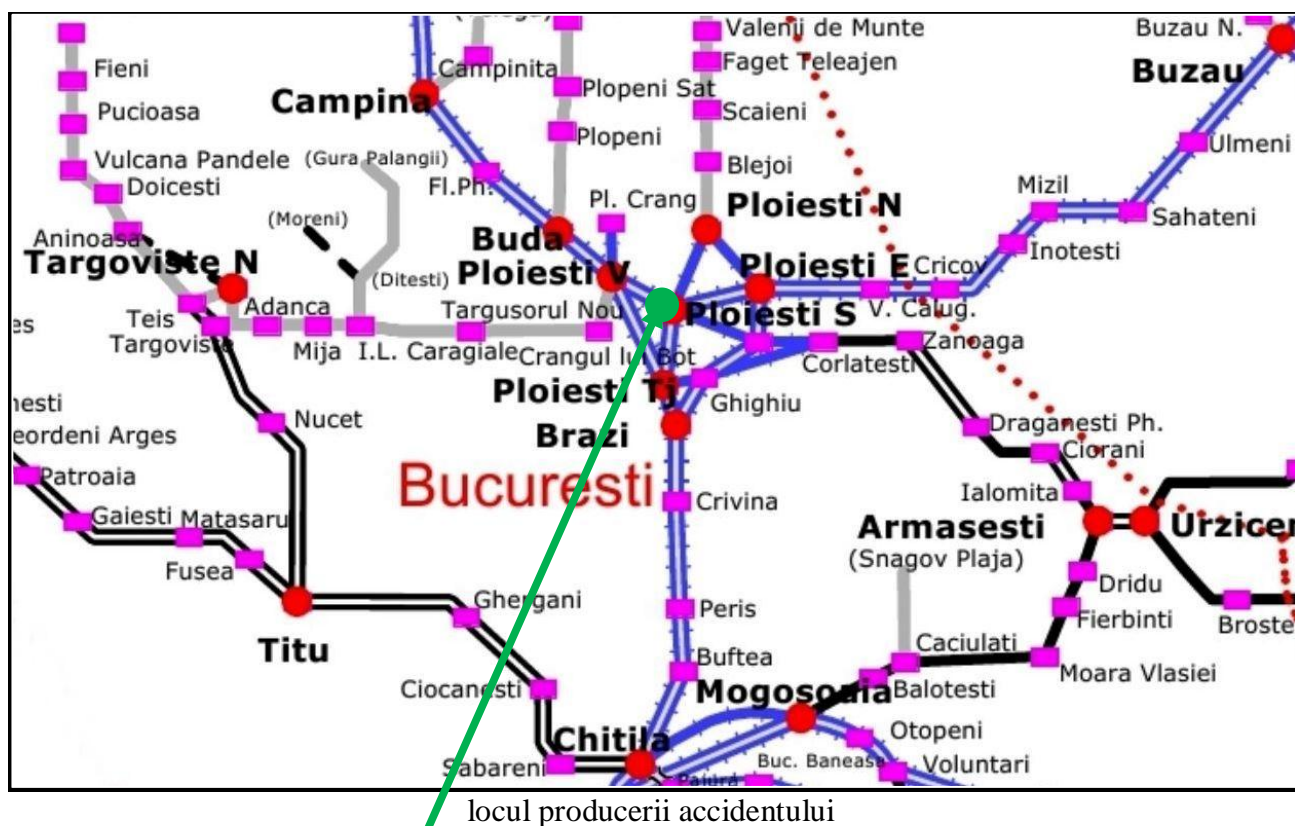


figura nr.1.

Cele trei vagoane au circulat în stare deraiată pe o distanță de aproximativ 170 m.

Nu s-au înregistrat victime sau răniți ca urmare a producerii acestui accident.

În urma avizării producerii acestui accident feroviar, efectuată conform prevederilor reglementărilor specifice, la fața locului s-au deplasat specialiști ai Organismului de Investigare Feroviar Român (OIFR), Autorității de Siguranță Feroviară Română (ASFR), Sucursalei Regionale CF București, operatorului de transport feroviar SC GRUP FEROVIA ROMÂN SA și reprezentanți ai Poliției TF.

C.2.Circumstanțele accidentului

C.2.1. Părțile implicate

Infrastructura și suprastructura căii ferate unde a avut loc accidentul feroviar sunt în administrarea Companiei Naționale de Căi Ferate „CFR” S.A. - Sucursala Regională CF București. Activitatea de întreținere a suprastructurii feroviare este efectuată de către personal specializat al Districtului de linii nr.7 Ploiești Sud.

Locomotiva de remorcare EB 425 186-0 și vagoanele deraiate din compunerea trenului de marfă nr.80386 sunt proprietatea SC GRUP FEROVIA ROMÂN SA.

Revizia tehnică la trenul de marfă nr.80386 a fost asigurată de către agentul economic SC Grampet Service SA.

Instalația de comunicații feroviare de pe locomotiva de remorcare este proprietate a operatorului de transport feroviar SC GRUP FEROVIA ROMÂN SA și este întreținută de către agenți economici autorizați ca furnizori feroviari.

Personalul care conducea și deservea locomotiva de remorcare era salariat al operatorului de transport SC GRUP FEROVIA ROMÂN SA.

C.2.2. Compunerea și echipamentele trenului

Trenul de marfă nr.80386 a plecat din stația CFR Buzău, stație unde a avut ultima modificare a compunerii trenului, remorcat de locomotiva EB 425 186-0 și avea următoarea compunere: 44 vagoane, tip Z goale, plus locomotiva DA 60-1507-7, în stare inactivă (poziționată după locomotiva de remorcare), având o lungime de 640 m, 180 osii, tonaj 1087 tone, tonaj frânat automat real/necesar 1089/544, tonaj frânat de mână real/necesar 906/109.

C.2.3. Descrierea echipamentelor feroviare implicate la locul producerii accidentului

C.2.3.1. Linii

Descrierea traseului căii

Locul producerii accidentului este situat pe raza de activitate a Sucursalei Regionale CF București, în capătul X al stației CFR Ploiești Sud, peste breteaua nr.53/61-65/75-57-63/73, în cuprinsul schimbătorului de cale nr.57.

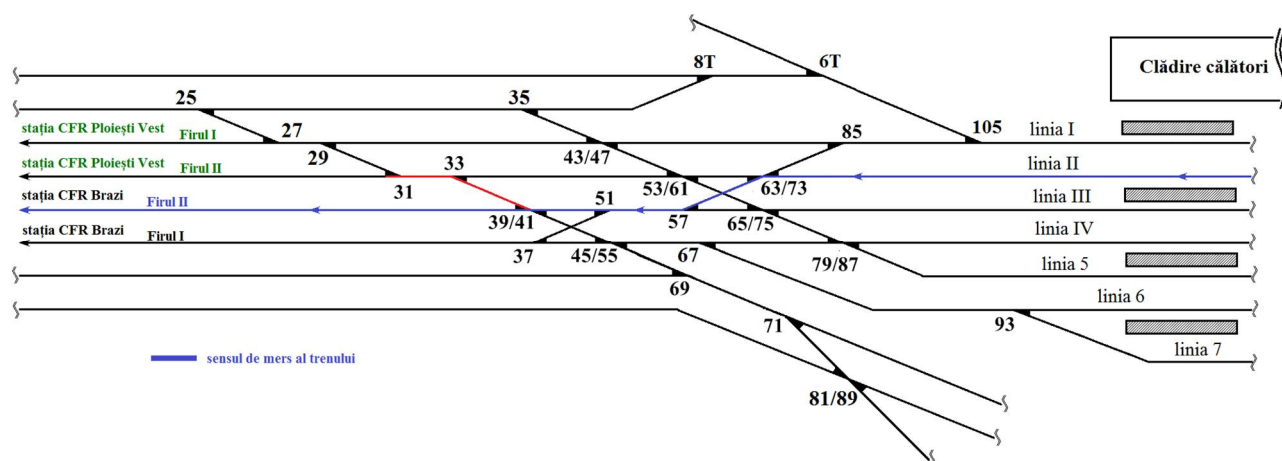
În profilul în lung breteaua nr.53/61-65/75-57-63/73 din capătul X al stației CFR Ploiești Sud, care cuprinde schimbătorul de cale nr.57 este în palier (declivitate 0 ‰);

Descrierea suprastructurii căii

Bretea nr.53/61-65/75-57-63/73, a fost introdusă în cale la data de 22.12.1989 și este o bretea combinată tip 49 alcătuită din 3 traversări cu joncțiune dublă (TJD) și un schimbător de cale simplu, având distanța între axe $D=4750$ mm. Schimbătoarele de cale sunt cu ace flexibile, au raza $R=190$ m, tangenta $tg=1/9$.

Deraierea s-a produs în cuprinsul schimbătorului de cale nr.57, prin escaladarea acului curb în dreptul ultimului proțap (primul în sensul de mers).

Schimbătorul de cale nr.57 a fost atacat pe la călcâi în abatere, trenul circulând pe linia nr.II directă a stației CFR Ploiești Sud, peste diagonala 63/73-57 și ieșire spre direcția Brazi pe firul II de circulație, trecând peste macazele nr.51 și 41/39 (din breteaua 37-51-39/41-45/55) manevrate în poziție „pe directă”.



stația CFR Ploiești Sud capătul X - detaliu

Schimbătorul de cale nr.57 are următoarele caracteristici: tip 49, raza $R=190$ m, tangenta $tg=1/9$, deviație stânga, ace flexibile, fixător de vârf cu cleme, traverse lemn, prindere indirectă tip K. Macazul schimbătorului de cale nr.57 este centralizat electrodinamic și este acționat de electromecanism tip EM5.

Suprastructura căii aferentă liniei curente fir II Brazi-Ploiești Sud este alcătuită cu șină tip 65 montată pe traverse de beton T17. Acest tip de suprastructură se racordează cu suprastructura tip 49 din care este alcătuită TJD nr.39/41 prin intermediul unui cupon de tranziție 65/49.

Schimbătoarele de cale nr.33 și nr.31 afectate ca urmare a înscrierii vagoanelor deraiate pe diagonala 39/41-33 cu acces pe firul II de circulație Ploiești Sud-Ploiești Vest au următoarele caracteristici:

- schimbătorul de cale nr.33 - tip 65, raza **R=300 m**, tangenta **tg:1/9**, deviație dreapta, ace flexibile, traverse de lemn, prindere indirectă tip K;
- schimbătorul de cale nr.31 - tip 60, raza **R=300 m**, tangenta **tg:1/9**, deviație dreapta, ace flexibile, traverse de lemn, prindere indirectă tip K;

Viteza maximă de circulație în abatere peste toate schimbătoarele de cale este de 30 km/h.

C.2.3.2. Instalații

Circulația prin stația CFR Ploiești Sud se face pe baza indicațiilor semnalelor blocului de linie automat.

În urma verificărilor efectuate la instalațiile interioare și exterioare, nu s-au constatat nereguli în funcționarea instalațiilor feroviare.

C.2.3.3. Vagoane

Caracteristicile tehnice ale vagoanelor nr.84537850118-1, nr.84537850017-5, nr.84537851087-7 implicate în deraiere:

- seria vagoanelor	-Zas;
- tipul frânei automate	-KE- 2c AL;
- regulator SAB	-DRV 2 AT 450;
- frână de mână	-manevrabilă de pe platformă;
- tipul boghiurilor	-Y25Cs;
	-H;
	-H;
- tipul roților	-cu bandaj aplicat;
- ampatamentul vagonului	-6,800 m;
- ampatamentul boghiului	-1,800 m;
- lungimea totală	-12,600 m;
- tara	-22,260 kg;
	-22,800 kg;
	-22,800 kg;
- capacitatea de încărcare	-40,7 tone;
	-40,2 tone;
	-40,2 tone
- data efectuării ultimei reparații planificate	-REV 23.04.2013 (6) SIM;
	-REV 29.06.2012 (6) SIM;
	-REV 31.07.2012 (6) SIM.

C.2.3.4. Locomotive

Trenul de marfă nr.80386 a fost remorcat de locomotiva electrică EB 425 186-0. În corpul trenului, poziționată după locomotiva de remorcă, era introdusă și locomotiva DA 60-1507-7, în stare inactivă.

C.2.4. Mijloace de comunicare

Comunicarea între mecanicii de locomotivă și impiegații de mișcare, a fost asigurată prin instalații radio-telefon.

C.2.5. Declanșarea planului de urgență feroviar

Imediat după producerea accidentului feroviar, declanșarea planului de intervenție pentru înlăturarea pagubelor și restabilirea circulației trenurilor s-a realizat prin circuitul informațiilor precizat în Regulamentul de investigare, în urma cărora s-au prezentat reprezentanți ai Sucursalei Regionale CF București, ai operatorului de transport feroviar SC GRUP FEROVIA ROMÂN SA, ai Autorității Feroviare Române – AFER și ai Poliției TF.

C.3. Urmările accidentului

C.3.1. Pierderi de vieți omenești și răniți

În urma acestui accident feroviar nu au fost victime sau persoane rănite.

C.3.2. Pagube materiale

În urma acestui eveniment feroviar sau constatat următoarele avarii:

A. La linii

Pe zona în care materialul rulant a circulat în stare deraiată au fost afectate o parte din traverse, șine, piese metalice ale aparatelor de cale și din materialul metalic mărunț care asigură fixarea pieselor metalice de traverse, precum și cel care intră în alcătuirea joantelor.

Conform devizului estimativ s-au produs avarii majore, pe aparatele de cale, pentru care a fost necesară înlocuirea unor subansamble respectiv:

- 2 bucăți ansamblu ac curb + contraac drept tip 49, **R=300 m**, tangenta **tg:1/9**, ace flexibile;
- 1 bucată ansamblu ac curb + contraac drept tip 60, **R=300 m**, tangenta **tg:1/9**, ac flexibil;
- 1 bucată ansamblu ac curb + contraac drept tip 65, **R=300 m**, tangenta **tg:1/9**, ac flexibil;
- 1 bucată ansamblu șină – contrașină inimă directă tip 49 pentru schimbător de cale cu raza **R=300 m** și tangenta **tg:1/9**.

B. La instalațiile din cale:

- distrugerea în totalitate a 2 electromecanisme de macaz tip Siemens S700KM talonabile;
- distrugerea a 2 seturi de bare de electromecanism de macaz;
- distrugerea unui sistem de prindere pe traverse a electromecanismului de macaz;
- distrugerea capacului de la distribuitorul de semnale tip D7-49.

C. La linia de contact:

Firul liniei de contact atât pentru direcție Brazi, cât și pentru direcția Ploiești Vest a fost rupt ca urmare a distrugerii a doi stâlpi de susținere a acestuia și a deteriorării unor elemente constructive folosite pentru ancorarea, tensionarea și realizarea geometriei firului liniei de contact.

D. La materialul rulant:

- suprafețele de rulare la 12 osii având urme de rulare în stare deraiată;
- 5 aparate de ciocnire cu urme specifice de încălecare;
- un aparat de ciocnire deteriorat;
- șasiul și boghiurile de la un vagon deformat;
- un arc suspensie în foi rupt;
- recipientul de la un vagon cu ușoare deformații în zona frontală inferior și laterală central;
- scările de acces la partea superioară și platforma frânarului la un vagon deteriorate;
- un robinet golire cu conducta aferentă deteriorate;
- un ventil central deteriorat;
- o tablă de inscripții deteriorată.

Conform devizelor întocmite de deținătorii mijloacelor fixe, implicați în producerea accidentului, **valoarea estimativă** a pagubelor produse în urma acestui accident fiind de **403 183,73 lei**.

C.3.3. Consecințele accidentului în traficul feroviar

În urma producerii acestui accident circulația feroviară între stațiile CFR Ploiești Sud – Brazi și Ploiești Sud – Ploiești Vest a fost închisă la data de 23.12.2014 ora 02:04. Circulația trenurilor s-a reluat pe firul nr.I de circulație Ploiești Sud-Brazi pe bază de ordin de circulație la ora 03:30, iar de la ora 04:07 cu viteză normală. Pe firul nr.II de circulație Ploiești Vest-Ploiești Sud a fost reluată circulația începând cu ora 08:07. Circulația pe firul nr.II de circulație Ploiești Sud-Brazi a fost reluată începând cu ora 22:37. Pe firul nr.II circulație Ploiești Vest-Ploiești Sud circulația a fost reluată la data de 24.12.2014 începând cu ora 21:22.

Ca urmare a producerii acestui accident feroviar au întârziat 64 trenuri de călători cu un total de 1614 minute și 3 trenuri de marfă cu un total de 2000 minute.

Vagoanele deraiate au fost ridicate cu ajutorul trenului de intervenție utilizându-se macaraua EDK 750 tf și vagonul de ajutor cu vinciuri hidraulice.

C.3.4. Consecințele accidentului asupra mediului

În urma producerii acestui accident feroviar nu au fost urmări asupra mediului.

C.4. Circumstanțe externe

La data de 23.12.2014, în jurul orei 02:03 vizibilitatea indicațiilor semnalelor luminoase se încadra în prevederile reglementărilor specifice în vigoare.

C.5. Desfășurarea Investigației

C.5.1. Rezumatul mărturiilor personalului implicat

Din mărturiile personalului aparținând Companiei Naționale de Căi Ferate „CFR” S.A. au rezultat următoarele aspecte relevante:

Referitor la breteaua combinată nr.53/61-65/75-57-63/73 din capătul X al stației Ploiești Sud în cuprinsul căreia a fost depistată, la data de 23.12.2014, prima urmă de deraiere a vagoanelor din compunerea trenului de marfă nr.80386. Personalul Districtului L 7 Ploiești Sud care asigură întreținerea aparatelor de cale din stația CFR Ploiești Sud, declară că la această bretea sau la schimbătoarele de cale din cuprinsul ei de la introducerea acestei bretele în cale și până la data producerii accidentului nu au fost executate lucrări de reamplasare. La schimbătorul de cale nr.57 unde pe acul curb (în zona călcâiului) a fost identificată, la data de 23.12.2014, prima urmă de deraiere a vagoanelor din compunerea trenului de marfă nr.80386, au fost executate lucrări de rectificare a valorilor ecartamentului cu respectarea procesului tehnologic aferent acestei lucrări.

Din mărturiile personalului aparținând operatorului de transport feroviar de marfă SC Grup Feroviar Român SA au rezultat următoarele aspecte relevante:

La data de 22.12.2014 la ora 14:30 personalul de locomotivă s-a deplasat cu locomotiva EB 425 186-0 de la Remiza Bacău la stația CFR Bacău în vederea remorcării trenului de marfă nr.80386 pe relația Bacău – Brazi. După cuplarea locomotivei la tren s-a efectuat proba de frână completă de către revizorul tehnic de vagoane. Personalul de locomotivă nu a verificat dacă revizorul tehnic de vagoane a semnat foaia de parcurs a locomotivei EB 425 186-0.

În jurul orei 16:40 trenul de marfă nr.80386 a fost expedit din stația CFR Bacău având ca destinație stația CFR Brazi. Trenul de marfă nr.80386 a fost oprit în stația CFR Buzău, unde a fost atașată după locomotiva de remorcă a trenului și locomotiva DA 60-1507-7. După expedierea din stația CFR Buzău trenul de marfă nr.80386 a circulat fără probleme până la stația CFR Ploiești Sud unde a fost primit pe linia nr.II directă cu ieșire în abatere.

Trecerea prin stația CFR Ploiești Sud s-a făcut cu viteza de maxim 25 km/h și poziția graduatorului pe zero. După depășirea semnalului de ieșire al stației și parcurgerea a aproximativ 300 metri a dispărut tensiunea din linia de contact, presiunea din conducta generală a scăzut iar locomotiva a început să circule sacadat pe o porțiune de 75-100 metri până când s-a oprit. După oprirea trenului s-au constatat vagoane deraiate din compunerea acestuia precum și stâlpi de susținere ai liniei de contact ruși.

Din mărturiile personalului aparținând agentului economic SC Grampet Service SA au rezultat următoarele aspecte relevante:

La data de 22.12.2014 în jurul orei 11:00 revizorul tehnic de vagoane s-a prezentat în stația CFR Bacău pentru efectuarea reviziei tehnice la compunere cu probă de frână completă la trenul de

marfă nr.80386. După verificarea de către impiegatul de mișcare a stării fizice și punerea la dispoziție a trenului de marfă nr.80386, revizorul tehnic de vagoane s-a deplasat la linia nr.10 unde era compus trenul. Cu ocazia reviziei tehnice la compunere a trenului de marfă nr.80386 nu a depistat lipsuri, defecte sau uzuri peste limitele instrucționale la vagoane. A efectuat proba de frână completă ocazie cu care au fost depistate un număr de 6 vagoane având frâna automată defectă. Vagoanele cu frâna automată defectă au fost evidențiate în formularul Notă de frână, pe care l-a predat șefului de tren care a întocmit arătarea vagoanelor. Nu a făcut mențiuni și nu a semnat în foaia de parcurs a locomotivei. La ora 15:55 a înscris sub semnătură, în registrul de mișcare al stației CFR Bacău, terminarea reviziei tehnice la compunere a trenului precum și faptul că trenul se poate expedia în condiții de siguranța circulației. A efectuat supravegherea prin defilare a trenului de marfă nr.80386, la expedierea din stația CFR Bacău, fără a avea constatări.

C.5.2. Sistemul de management al siguranței

La momentul producerii accidentului feroviar, CNCF „CFR” S.A. în calitate de administrator al infrastructurii feroviare, avea implementat sistemul propriu de management al siguranței feroviare, în conformitate cu prevederile Directivei 2004/49/CE privind siguranța pe căile ferate comunitare, a Legii nr.55/2006 privind siguranța feroviară și a Ordinul ministrului transporturilor nr.101/2008 privind acordarea autorizației de siguranță administratorului/gestionarilor de infrastructură feroviară din România.

La momentul producerii accidentului feroviar, SC Grup Feroviar Român SA în calitate de operator de transport feroviar avea implementat sistemul propriu de management al siguranței feroviare, în conformitate cu prevederile Directivei 2004/49/CE privind siguranța pe căile ferate comunitare, a Legii nr.55/2006 privind siguranța feroviară și a Ordinul Ministrului Transporturilor și Infrastructurii nr.535/2007 (modificat prin Ordinul M.T.I. nr.884/2011 și completat prin Ordinul M.T.I. nr.2179/2012) privind acordarea certificatului de siguranță în vederea efectuării serviciilor de transport feroviar pe căile ferate din România.

S.C. GRAMPET SERVICE SA, în calitate de executant al reviziei tehnice la compunere a trenului, la momentul producerii accidentului feroviar deținea:

- agrementul tehnic feroviar pentru produsul încadrat în clasa de risc 1A „revizia tehnică a trenurilor în stații CF (la compunere, în tranzit, la sosire)” seria AT, nr.811/16.07.2012 cu valabilitate până la 15.07.2016;
- autorizație de furnizor feroviar pentru „revizia trenurilor de marfă în stații” seria AF nr.6338 cu valabilitate până la 26.06.2016.

Membrii comisiei de investigare au analizat procesele și procedurile privind identificarea și evaluarea riscurilor asociate operațiunilor feroviare, inclusiv cele care rezultă direct din activitățile profesionale, organizarea muncii sau volumul de lucru și din activitățile altor organizații și/sau persoane, ale SC Grup Feroviar Român SA și S.C. GRAMPET SERVICE SA, și au constatat următoarele aspecte în legătură cu sistemul de management al siguranței:

- ❖ SC Grup Feroviar Român SA deține proceduri operaționale pentru identificarea riscurilor asociate activităților feroviare, parte componentă a SMS acceptat, inclusiv cele care rezultă din colaborarea cu alte entități (PSSF – 01.03 – Managementul procesului identificare factori de risc, PS – 20 - Elaborarea și instituirea măsurilor de control al riscurilor; Monitorizarea eficacității măsurilor de control al riscurilor și pentru implementarea schimbărilor, atunci când este cazul și PS – 21 – Colaborarea cu alte entități), dar nu a fost identificat ca și factor de risc potențial posibil - *defectarea unor componente din suspensia materialului rulant și a faptului ca depistarea în cadrul reviziilor tehnice a trenurilor a acestor defectări să nu poată fi posibilă*, implicit nu a fost evaluat nivelul de risc și nici nu a fost întocmită o fișă de măsuri pentru ținere sub control a acestuia;

❖ Există Instrucțiuni comune de lucru între SC Grup Feroviar Român SA și S.C. GRAMPET SERVICE SA, întocmite ulterior încheierii Contractului de prestări servicii nr.D.2/3652/01.10.2013, IL 7.5.1-23 privind atât activitatea de efectuare revizie tehnică a trenurilor cât și organizarea și nr.809/08.11.2013 privind desfășurarea activității de mentenanță preventivă a vagoanelor de marfă utilizate la transport, dar prevederile acestora nu sunt respectate în totalitate de către personalul de execuție și nu sunt urmărite a fi respectate de către salariații cu atribuții în acest sens. În sensul că la două din cele trei vagoane implicate în acest accident feroviar nu au fost respectate termenele de mentenanță preventivă impuse prin reglementările proprii (periodicitate - la maxim un an);

❖ S.C. GRAMPET SERVICE SA deține ca procedură operațională pentru identificarea riscurilor asociate activităților feroviare, inclusiv cele care rezultă direct din activitatea de revizie tehnică a trenurilor (PO – 01 – Managementul riscurilor ediția a 2-a revizia 0 în vigoare de la data de 01.01.2014), la care s-a constatat că deși a fost identificat factorul de risc „o foaie din primele trei foi ale arcului de suspensie, ruptă sau crăpată”, dar nu a fost evaluat nivelul de risc și nici nu a fost întocmită o fișă de măsuri pentru ținere sub control a acestuia.

C.5.3. Norme și reglementări. Surse și referințe pentru investigare

Norme și reglementări

- Regulamentul pentru circulația trenurilor și manevra vehiculelor feroviare nr.005, aprobat prin ordinul ministrului transporturilor, construcțiilor și turismului nr.1816 din 26.10.2005;
- Instrucțiuni privind revizia tehnică și întreținerea vagoanelor în exploatare nr.250 aprobată prin ordinul ministrului transporturilor, construcțiilor și turismului nr.1817 din 26.10.2005;
- Instrucțiuni pentru activitatea personalului de locomotivă în transportul feroviar nr.201 aprobate prin ordinul ministrului transporturilor, construcțiilor și turismului nr.2229 din 23.11.2006;
- Instrucția de norme și toleranțe pentru construcții și întreținerea căii - linii cu ecartament normal nr.314/1989 aprobată prin Ordinul Adjunctului Ministrului Transporturilor și Telecomunicațiilor nr.89 din 10.01.1989;
- Instrucția privind fixarea termenelor și a ordinii în care trebuie efectuate reviziile căii nr.305 aprobată prin Ordinul Ministrului Transporturilor nr.71 din 17.02.1997;
- Prescripțiile tehnice privind măsurarea uzurilor verticale și laterale ale șinelor de cale ferată” aprobate prin ordinul nr. 30/1298/1987 al DLI București.

Surse și referințe pentru investigare

- copii ale documentelor depuse ca anexe la dosarul de investigare;
- fotografii realizate imediat după producerea accidentului de către membrii comisiei de investigare;
- documentele privitoare la întreținerea liniilor puse la dispoziție de responsabilii cu mentenanța acestora;
- rezultatele măsurărilor efectuate imediat după producerea accidentului feroviar la suprastructura căii și la vagonul deraiat;
- examinarea și interpretarea stării tehnice a elementelor implicate în accident: infrastructură, instalații feroviare și tren;
- chestionarea salariaților implicați în producerea accidentului feroviar.

C.5.4. Funcționarea instalațiilor tehnice, infrastructurii și a materialului rulant

C.5.4.1. Date constatate cu privire la linie

Constatări și măsurători făcute la linie, după producerea deraierii și eliberarea gabaritului

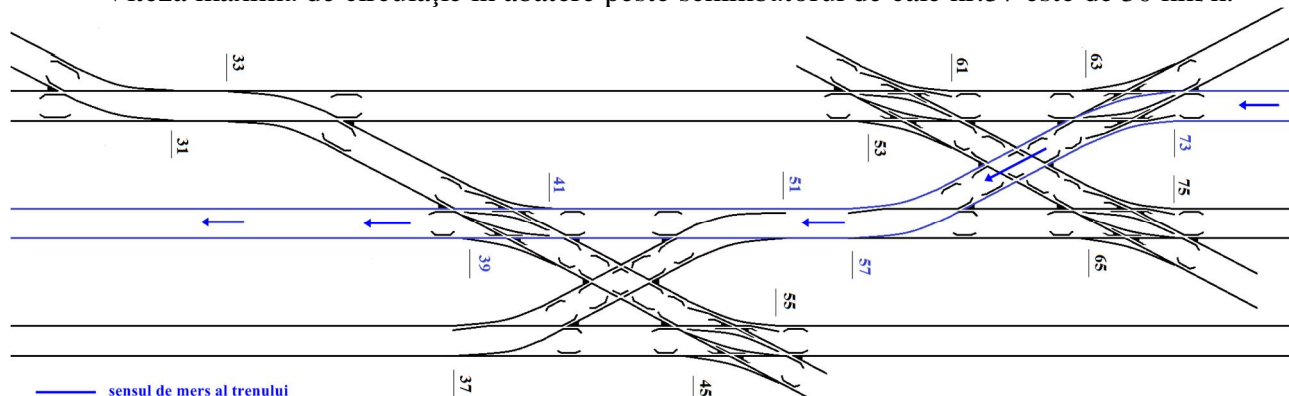
Deraierea s-a produs pe schimbătorul de cale nr.57 din cuprinsul bretelei nr.53/61-65/75-57-63/73 aflată în capătul X al stației CFR Ploiești Sud.

Schimbătorul de cale nr.57 a fost atacat pe la călcâi în abatere, trenul circulând cu trecere de pe linia II a stației CFR Ploiești Sud pe firul II Ploiești Sud-Brazi, peste diagonala 73-57 a bretelei nr.53/61-65/75-57-63/73.

Bretea nr.53/61-65/75-57-63/73 a fost introdusă în cale la data de 22.12.1989, este tip 49, raza $R=190$ m, tangenta $tg=1/9$, ace flexibile, distanța între axe $D=4,75$ m, traverse de lemn, prindere indirectă tip K.

Schimbătorul de cale nr.57, pe care s-a produs deraierea este de tip 49 montat pe traverse de lemn cu prindere indirectă tip K, are raza $R=190$ m, tangenta $tg=1/9$, ace flexibile, deviație stânga. Macazul propriu-zis al acestui schimbător de cale este dotat cu fixător de vârf cu cleme este centralizat electrodinamic și acționat de electromecanism tip EM5.

Viteza maximă de circulație în abatere peste schimbătorul de cale nr.57 este de 30 km/h.



Prima urmă de escaladare a ciupercii șinei pe acul curb al schimbătorului de cale nr.57 a fost identificată în dreptul ultimului proțap (zona călcâiului), la 9,27 m de joanta de vârf. Acest punct a fost marcat cu „0”.

De la punctul „0” în sens invers de mers al trenului au fost marcați pe teren picheți din 2,5 m în 2,5 m, în punctele rezultate (7 puncte) fiind efectuate verificări ale ecartamentului și nivelului transversal al căii cu tiparul de măsurat calea.

Valorile ecartamentului și ale nivelului care sunt prezentate în diagrama de mai jos (figura nr.2).

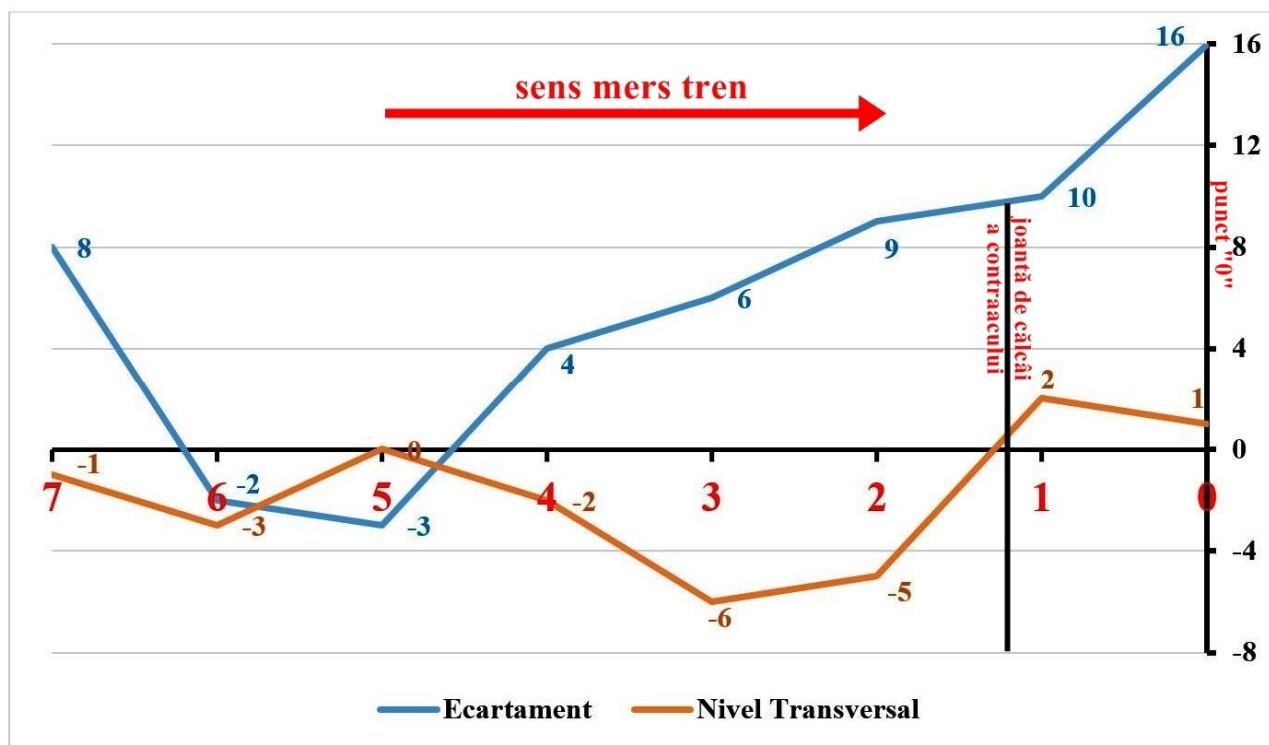


Figura nr.2 – Diagrama valorilor măsurate ale ecartamentului și nivelului

Analizarea valorilor măsurate ale ecartamentului și nivelului transversal al căii au scos în evidență faptul că:

- în zona punctului deraierii (punctele 0-3) valorile măsurate ale ecartamentului căii sunt mai mari decât cele prevăzute în Instrucția de norme și toleranțe pentru construcții și întreținerea căii - linii cu ecartament normal nr.314/1989, toleranțele admise fiind depășite cu valori cuprinse între +1 mm și +5 mm, în punctul nr.0 toleranța maximă fiind depășită cu +5 mm;
- toleranța la nivelul transversal al căii este depășită cu + 1 mm în punctul nr.3.

Verificarea geometriei curbei schimbătorului de cale nr.57

Pentru verificare geometriei în plan orizontal a curbei arc de cerc a schimbătorului de cale nr.57, au fost însemnate pe linia directă a schimbătorului de cale un număr de 6 puncte la echidistanțe de 2 m începând de la punctul 0 spre vârful inimii de încrucișare a schimbătorului de cale. În aceste puncte au fost măsurate ordonatele curbei raportate la abscisă, respectiv linia directă. Ulterior acestei măsurători au fost efectuate și verificări ale valorilor ordonatelor curbei schimbătorului de cale în punctele indicate de producătorul schimbătorului de cale în proiectul nr.439-0.

Valorile măsurate ale ordonatelor au fost comparate cu valorile proiectate, rezultatele obținute au fost reprezentate în diagrama de mai jos (**figura nr.3**).

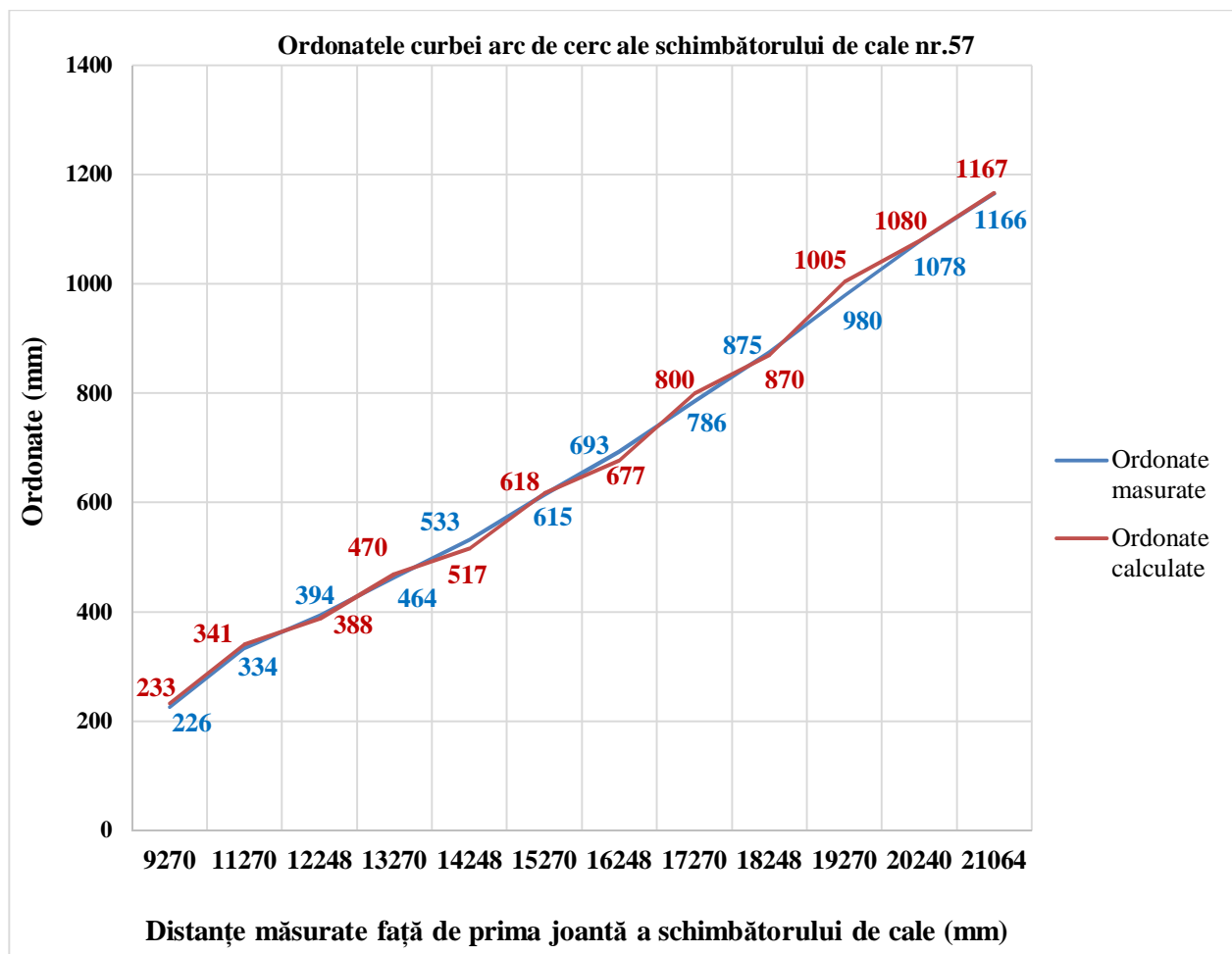


Figura nr.3 - Diagrama ordonatelor

Uzura șinelor

Au fost efectuate verificări cu șublerul de măsurat uzura șinei în punctele „0” și „1”.

După analizarea datelor măsurate privind uzura șinelor s-a constatat că uzura verticală “U_v” și uzura laterală “U_l” a șinei se încadrează în limitele admise de *Instrucția de norme și toleranțe pentru construcția și întreținerea căii - linii cu ecartament normal - nr.314/1989*, la tabelul 24 respectiv tabelul 25 și “*Prescripțiile tehnice privind măsurarea uzurilor verticale și laterale ale șinelor de cale ferată*” aprobate prin ordinul nr.30/1298/1987 al DLI București.

C.5.4.2. Date constatate la funcționarea materialului rulant și a instalațiilor tehnice al acestuia

Constatări efectuate la vagoanele din compunerea trenului

- schimbătoarele de regim „Marfă – Persoane” și „Gol – Încărcat” se aflau în poziții corespunzătoare tipului de tren și stării de încărcare, respectiv în poziția M și G;
- trenul avea în compunerea sa 6 vagoane cu frâna automată izolată, cu respectarea repartizării frânelor automate la trenurile de marfă;
- cupla în funcțiune a aparatelor de legare a vagoanelor era strânsă corespunzător pentru trenuri de marfă, cu excepția a 3 cazuri unde aparatele de legare mai trebuiau strânse cu circa 5-6 filete (între vagoanele 845378500464 – 845378501181, 335379913619 – 338078552472 și 825379933178 – 335379631179);

Constatări la vagoanele nr.84537850118-1, nr.84537850017-5, nr.84537851087-7, implicate în deraiere, efectuate la Linia de reparații din Ploiești Sud, aparținând SC GRAMPET SERVICE SA:

- cotele și dimensiunile măsurate la cele trei vagoane se încadrează în limitele admise instrucțional;

- vagonul nr.84537850017-5 prezenta deformații ale șasiului și boghiurilor datorate deraierii.

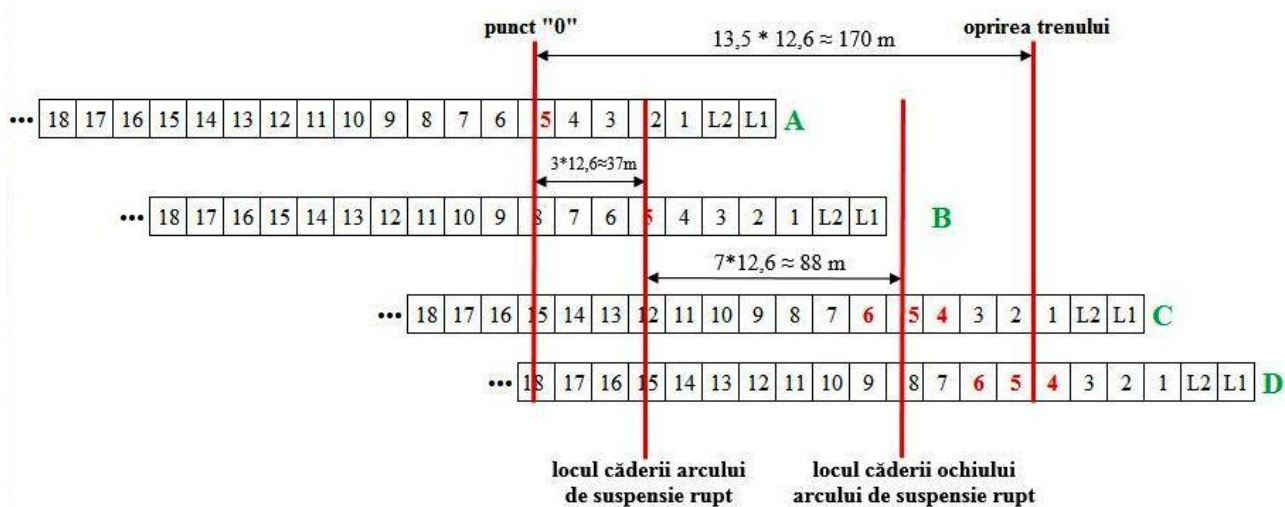
Constatări efectuate la suspensia boghiului tip H cu osiile 1-2, 3-4 de la vagonul cu nr.84537850017-5:

La locul producerii evenimentului feroviar:

- suspensia boghiului este formată din 4 arcuri în foi 8x1200 mm cu săgeată negativă;
- arcul de suspensie în foi cu săgeată negativă, corespunzător roții nr.3 lipsă;
- arcul de suspensie lipsă a fost identificat între firele căii de rulare a liniei nr.2 sub vagonul nr.82537993317-9 (aflat al 15-lea de la locomotivă), având un ochi al foii principale rupt și lipsă (cel situat în sensul de mers al vagonului). Prima urmă de deraiere, identificată pe schimbătorul de cale nr.57, era sub al 18-lea vagon de la locomotivă;
- ochiul foii principale a arcului de suspensie a fost găsit între liniile nr.2 și nr.3, decalat față de locul identificării arcului de suspensie cu 7 vagoane spre locomotivă, respectiv în dreptul vagonului nr.33537965358-8. Împreună cu ochiul arcului de suspensie au fost găsite și piesele atelajului de suspensie aferente (2 inele suspensie, 2 mosoare, un bulon cap arc și piesele de asigurare); Pozițiile în care au fost identificate arcul de suspensie rupt și ochiul foii principale în raport cu vagonul nr.84537850017-5, al 5-lea din compunerea trenului, sunt prezentate în desenul de mai jos (**figura nr.4**).

SCHIȚĂ

cu pozițiile ocupate de primele 18 vagoane de la momentul producerii deraierii până la oprirea trenului

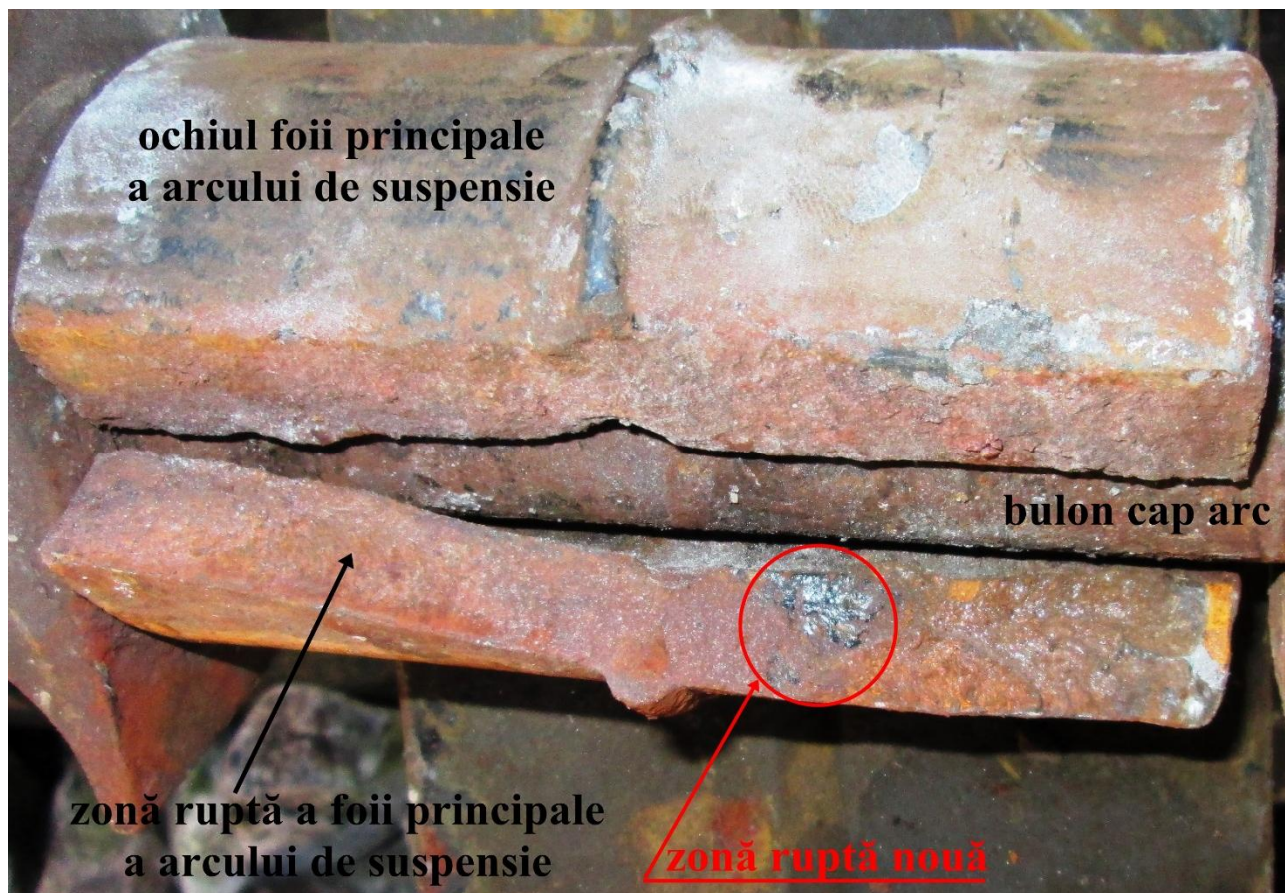


- A** - poziția în momentul producerii deraierii
- B** - poziția la momentul căderii arcului de suspensie rupt de la vagonul al 5-lea
- C** - poziția la momentul căderii ochiului arcului de suspensie rupt de la vagonul al 5-lea
- D** - poziția la oprirea trenului

lungimea unui vagon = 12,60 m

Figura nr.4

- pentru cele două părți rupte, ale foii principale a arcului de suspensie, a fost verificată corespondența rupturii, rezultatul fiind pozitiv;
- ruptura dintre ochiul arcului de suspensie și foaia principală era ruptură veche 95 % (fotografia nr.5 și nr.6).



Fotografia nr.5 – Aspectul zonei rupte pe ochiul foii principale a arcului de suspensie



*Fotografia nr.6 – Aspectul zonei rupte pe foaia principală a arcului de suspensie
După preluarea, arcului de suspensie împreună cu ochiul foii principale și piesele atelajului de suspensie aferente, de la Postul de Poliție TF Ploiești Sud:*

- Arcul în foi, cu săgeată negativă, prezintă pe legătura de arc următoarele inscripții (fotografiile nr.7, foto nr.8):

Fața nr. 1 – foto.7	12	577	DB 89 (sau 12 89)	86	XII	DB01 (sau 601)	17 IX	MAV
	3							
Fața nr. 2 – foto.8	577	DB (sau D6) 84		II	577	VII	Ⓢ	MAV



Fotografia nr.7



Fotografia nr.8

- Pentru a verifica posibilitatea depistării, de către revizorul tehnic de vagoane a existenței fisurii vechi cu ocazia reviziei tehnice a trenului, membrii comisiei de investigare au așezat ochiului foi principale a arcului de suspensie în poziția pe care acesta o avea înainte de producerea ruperii. În urma acestei verificări a fost constatat faptul că zona unde s-a produs ruperea foi principale a arcului de suspensie nu era vizibilă, situația prezentându-se astfel:

- partea inferioară a zonei unde s-a produs ruperea era acoperită de cea de-a doua foaie a arcului de suspensie în foi nefiind vizibilă, **fotografia nr.9;**



Fotografia nr.9

- partea laterală a zonei unde s-a produs ruperea era acoperită de piesele atelajului de suspensie (suportul inelului de suspensie și inelul de suspensie) nefiind vizibilă, **fotografia nr.10;**



Fotografia nr.10

- partea superioară a zonei unde s-a produs ruperea era acoperită de ochiul foi principale nefiind vizibilă, **fotografia nr.11**;



Fotografia nr.11

Date rezultate din raportul tehnic de încercări mecanice, analize chimice și metalografice pentru foaia principală a arcului de suspensie rupt de la vagonul nr.84537850017-5:

Pentru stabilirea cât mai exactă a cauzelor care au condus la ruperea foi principale a arcului de suspensie, Organismul de Investigare Feroviar Român în conformitate cu prevederile art.52 alin (1) lit.d) din *Regulamentul de investigare*, a solicitat la SC GRUP FERROVIAR ROMÂN SA, prin adresa nr.4120/744/19.03.2015, a solicitat efectuarea, într-un laborator de specialitate acreditat, analize metalografice, chimice și încercări mecanice în conformitate cu normativele de referință privind fabricarea arcurilor în foi.

Raportul de încercări, al expertizei tehnice efectuate de AFER – ONFR – Laboratoare - Serviciul Încercări, Teste Vehicule Feroviare, cuprinzând încercări mecanice, analize chimice și examinări metalografice pentru foaia principală a arcului de suspensie rupt de la vagonul nr.84537850017-5, a evidențiat următoarele aspecte:

- ❖ Aspectarea și examinarea macroscopică a zonei de rupere:
 - foaia de arc prezintă numeroase neregularități (aspect rugos cu imprimări de rugină) și cavități (ciupituri) de coroziune;
 - ruptura s-a produs oblic în secțiune transversală, rezultând desprinderea completă a ochiului foi principale de arc, cele două suprafețe de rupere prezentând preponderent rupere la oboseală, cu aspect solzos;
 - fronturile succesive de rupere, cu orientări diferite, de forma unor arce de cerc, denotă că ruperea a fost inițiată din mai mulți concentratori de tensiune situați atât pe suprafața superioară, cât și pe cea inferioară a foi principale;
 - măsurarea grosimii foi principale de arc în 8 puncte, situate în zona ruperii, precum și a diametrului ochiului desprins după rupere, a indicat ieșirea din cotele impuse de NTF 81-004:2005.
- ❖ Examinarea macrografică (amprenta de sulf prin metoda Baumann), efectuată pe o felie transversală prelevată din imediata vecinătate a zonei de rupere, are tentă omogenă, fără

urme de segregatii de sulfuri și nu a evidențiat discontinuități în materialul arcului ca: urme de retasură, sufluri, fisuri marginale, fulgi sau incluziuni nemetalice;

- ❖ Determinarea compoziției chimice a materialului prin metoda spectrală, efectuată pe un eșantion prelevat din imediata vecinătate a rupturii foii de arc, a relevat că oțelul foii principale a arcului se încadrează în limitele elementelor chimice componente corespunzătoare pentru oțelul 56Si17 A, conform STAS 795-92;
- ❖ Încercarea de duritate Brinell s-a efectuat prin determinări în 10 puncte, valorile obținute fiind sub limita minimă impusă de Fișa UIC 821-85, ed. 5 și NTF 81-004:2005, pot indica un tratament termic de călire și revenire medie incorect executat;
- ❖ Încercarea la tracțiune, efectuată pe două epruvete pentru determinarea caracteristicilor mecanice (limita de curgere convențională și rezistența la rupere), a relevat valori sub valorile minime impuse de STAS 795-92, fapt ce denotă că tratamentul termic de călire și revenire medie nu și-a atins scopul, materialul arcului prezintă plasticitate, dar nu și rezistență la rupere și la oboseală;
- ❖ Încercarea la încovoiere prin șoc, realizată pe 3 epruvete, a dus la obținerea de valori ale rezilienței sub limita impusă de Fișa UIC 821-85, ed. 5 pentru reziliența foilor de arc de categoria 1, dar fără impuneri pentru foile de arc de categoria 2;
- ❖ Examinarea microscopică (decarburare, structură, mărime de grăunte, grad de puritate) efectuată pe suprafețele (transversală și longitudinală) eșantioanelor micro, a scos în evidență următoarele:
- ❖ Suprafața exterioară a secțiunii:
 - a) rugoasă cu neregularități rezultate din neregularitatea suprafețelor înainte de asamblarea arcului, cu depuneri de oxizi din timpul prelucrărilor la temperaturi înalte imprimate după forjare (prelucrarea prin deformare plastică la cald și suprapunere de material cu aspect colțuros, ce poate deveni amorsa de fisurare);
 - b) uzură de coroziune localizată, de forma unor cavități de coroziune, unele cu dezvoltare de rețele de fisuri la bază;
 - c) decarburare superficială, parțială, nesemnificativă.
- în centrul secțiunii:
 - a) microstructura este preponderent sorbito – bainitică - troostitică, fiind rezultată în urma unui tratament de călire și revenire înaltă;
 - b) mărimea granulației structurale corespunde valorilor impuse de STAS 795-92.

În concluzie, rezultatele obținute în urma examinărilor și încercărilor efectuate relevă că ruperea foii principale de arc s-a produs la oboseală din cauza cumulării mai multor factori:

- suprafețele foii principale de arc prezintă un grad avansat de rugozitate, cu defecte imprimate în adâncituri, ceea ce denotă că nu au fost rectificate, curățate și controlate după prelucrările prin deformare plastică la cald. Astfel, amorsele de rupere au fost constituite din concentratori de tensiune plasați atât pe suprafața superioară, cât și pe cea inferioară a foii, cu efect de „crestătură”. Aceștia au provenit din rugozitatea grosolană a suprafeței, precum și din cavitățile de coroziune ce au avansat în material.
- microstructura materialului foii este omogenă, dar după tratament termic (de călire și revenire de la temperatură prea înaltă), constituentul ferită probainitică rămas în structură nu a conferit nici duritate suficientă arcului, și nici proprietăți de rezistență.
- în timpul exploatării îndelungate a arcului, este posibil ca acesta să nu mai fi fost întreținut periodic, nici controlat dimensional, pentru a se constata ieșirea din cotele impuse, îndeosebi pentru diametrul ochiului sau grosimea foii de arc.

Constatări efectuate la locomotiva EB 425 186-0 care a remorcat trenul de marfă nr.80386:

- frâna automată în stare de funcționare;
- frâna de mână în stare de funcționare;
- instalația de control automat al vitezei trenului (INDUSI) era în funcție și sigilată;
- instalația de siguranță și vigilență (DSV), era în funcție și sigilată;
- stația radio-telefon (RTF) de pe locomotivă în stare de funcționare.

Constatări efectuate la locomotiva DA 60-1507-7, aflată în stare inactivă (poziționată după locomotiva de remorcare a trenului de marfă nr.80386):

- heblul deconectat;
- robineții KD2 în poziția III – neutră;
- robineții frânei directe în poziția defrânat;
- instalația de control automat al vitezei trenului (INDUSI) era izolată;
- instalația de siguranță și vigilență (DSV), era izolată.

C.5.5. Interfața om-mașină-organizație

C.5.5.1. Circumstanțe medicale și personale

Personalul aparținând părților implicate, respectiv administratorul de infrastructură feroviară publică CNCF „CFR” SA, operatorul de transport feroviar de marfă SC GRUP FEROVIA ROMÂN SA și societatea SC GRAMPET SERVICE SA care a efectuat revizia tehnică la compunere a acestui tren, deținea avizele medico - psihologice și era autorizat pentru exercitarea funcției conform reglementărilor în vigoare.

C.6. Analiză și Concluzii

C.6.1. Concluzii privind starea tehnică a suprastructurii căii

Pe zona unde s-a produs deraierea, în urma verificărilor efectuate, a fost constatată depășirea toleranței admise la ecartamentul prescris, prevăzute în art.19.2 din *Instrucția de norme și toleranțe pentru construcția și întreținerea căii - linii cu ecartament normal - nr.314/1989* cu +5 mm.

Depășirea valorii toleranței la ecartament cu +5 mm în dreptul ultimului proțap (primul în sensul de mers al trenului), în condițiile în care fixarea pieselor metalice de traverse ale acestui schimbător de cale era executată conform proiectului de montare și era activă, iar viteza maximă de circulație în abateră peste schimbătoarele de cale este de 30 km/h putea influența deraierea numai în condițiile în care valoarea raportului dintre forța conducătoare și sarcina pe roată ar fi fost influențată și de alte cauze.

C.6.2. Concluzii privind starea tehnică a materialului rulant și a instalațiilor tehnice al acestuia

C.6.2.1 Concluzii privind starea tehnică a vagoanelor din compunerea trenului

În fotografia nr.12 este prezentată suspensia boghiului tip H, tip de boghiu care a echipat vagonul nr.84537850017-5 aflat al 5-lea în corpul trenului de marfă nr.80386, cu indicarea poziției ochiului foi principale a arcului de suspensie găsit rupt.

Greutatea șasiului vagonului cu recipientul și instalațiile aferente este transmisă prin intermediul crapodinelor către cele două boghiuri (forța G) acestea la rândul lor distribuind-o fiecare, prin intermediul arcurilor de suspensie, către cutiile de osie aferente roților vagonului (forțele R1÷R4). Schematic distribuția sarcinilor pentru acest tip de boghiu fiind reprezentată în figura nr.13.

În circulația trenului de marfă nr.80386 s-a produs ruperea ochiului foi principale a arcului de suspensie aferent roții nr.3, fapt care a condus la o modificare a repartizării sarcinilor preluate de către cutiile de osie aferente roților acestui boghiu. În figura nr.14 este prezentată poziția pe care o are arcul după ruperea ochiului foi principale a arcului de suspensie. Se observă ca în timp ce capătul rupt al arcului de suspensie se ridică, până la cadrul boghiului, celălalt capăt coboară simetric și odată cu acesta și colțul boghiului pe care acesta îl susținea prin intermediul atelajului de suspensie. Deplasarea în jos a colțului boghiului aferent roții nr.3 are ca efect deplasarea în sens opus (ridicarea) colțului boghiului aferent roții nr.2 (aflat în diagonală), producându-se astfel o descărcare de sarcină a acestei roți, acest efect fiind amplificat în regim dinamic.

Precizăm că efectul complet (deformațiile boghiului fiind neglijabile), obținut după ruperea arcului de suspensie este: coborârea colțului boghiului aferent roții nr.3 având ca efect deplasarea în sens opus (ridicarea) colțului boghiului aferent roții nr.2, producându-se un transfer de sarcină de pe

roata nr.2 către roata nr.3, respectiv o ușoară creștere a sarcinii aplicate roților nr.1 și nr.4 (influență în producerea escaladării acului curb al schimbătorul de cale nr.57 având doar descărcarea de sarcină a roții nr.2).



Fotografia nr.12 - Boghiu tip H cu marcarea poziției unde s-a produs ruptura foii principale

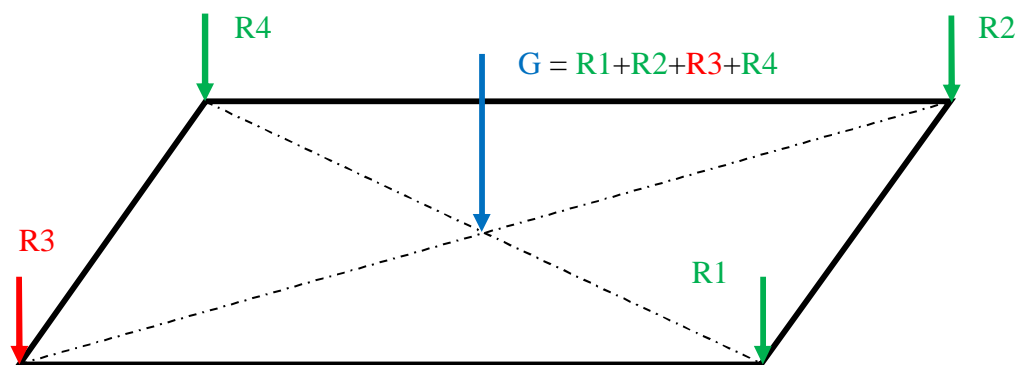


Figura nr.13 – Schema distribuției sarcinilor pe un boghiu

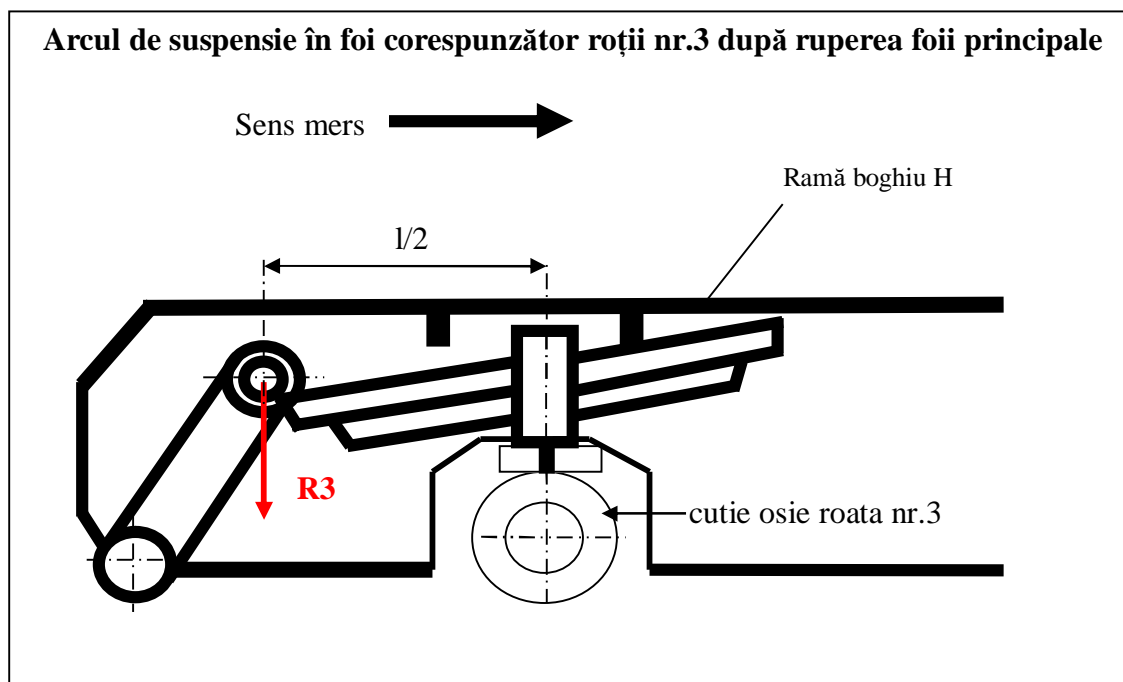


Figura nr.14 – Poziția arcului de suspensie după ruperea ochiului foii principale

Analizând situația arcurilor de suspensie la vagoane constatate cu defecte, în ultimele trei luni ale anului 2014, de către personalul SC GRAMPET SERVICE SA, cuprinsă în actul nr.S.C.-

I.1/9/16.01.2015, s-a constatat că acest tip de arc cu săgeată negativă este cel mai predispus defectării, astfel din total de 47 cazuri înregistrate un număr de 41 defecțiuni producându-se la acest tip de arc, iar din acestea 37 cazuri constând în ruperea foii principale a arcului. Având în vedere că, în medie, a fost depistată producerea unui defect al arcurilor de suspensie odată la 2 zile, iar în particular defectul „foaie principală arc suspensie ruptă” odată la trei zile, s-a concluzionat că defectul „foaie principală arc suspensie ruptă” constatat la vagonul cu nr.84537850017-5 nu este un caz izolat, iar producerea lui nu este urmată obligatoriu de deraierea vagonului.

Având în vedere constatările și măsurătorile efectuate la vagoane, după producerea deraierii, prezentate în capitolul C.5.4.2 - *Date constatate la funcționarea materialului rulant și a instalațiilor tehnice al acestuia*, se poate afirma că starea tehnică a vagonului cu nr.84537850017-5 a influențat, prin descărcarea de sarcină a roții nr.2, valoarea raportului dintre forța conducătoare și sarcina pe roată.

C.6.2.2 Concluzii privind starea tehnică a locomotivelor din compunerea trenului

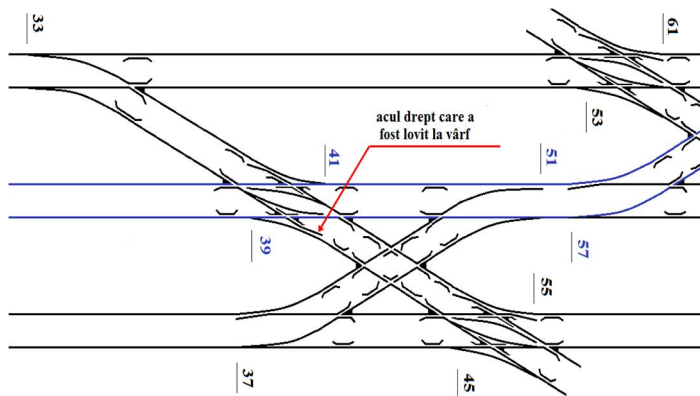
Având în vedere constatările efectuate la locomotive, după producerea deraierii, prezentate în capitolul C.5.4.2 - *Date constatate la funcționarea materialului rulant și a instalațiilor tehnice al acestuia*, se poate afirma că starea tehnică a locomotivelor nu a influențat deraierea.

C.6.3. Analiză și concluzii privind modul de producere a deraierii trenului

Din analiza constatărilor efectuate la locul producerii accidentului (urmele lăsate de circulația roților vagoanelor în stare deraiată, poziția vagoanelor după oprirea trenului, etc), a geometriei și a stării a tehnice căii, a constatărilor efectuate la vagoanele implicate în accident, s-a concluzionat că accidentul feroviar s-a produs prin escaladarea acului curb al schimbătorului de cale nr.57 de către buza roții nr.2 de la prima osie a primului boghiu în sensul de mers (roata atacantă) a vagonului nr.84537850017-5 (al 5-lea în sensul de mers).

Escaladarea s-a produs în zona călcâiului acului curb, în dreptul ultimului proțap al schimbătorului de cale (primul în sensul de mers al trenului). Buza bandajului roții nr.2 a primei osii de la primul boghiu al celui de al 5-lea vagon a circulat pe o lungime de aproximativ 7,85 m pe suprafața de rulare a acestui ac (și a contraacului drept de care era lipit), după care a căzut în exteriorul căii antrenând în deraiere și roata corespondentă din partea dreaptă a aceleiași osii (roata nr.1), care a căzut între firele căii. Deraierea acestei osii a determinat deraierea și celei de a doua osii a aceluiași boghiu.

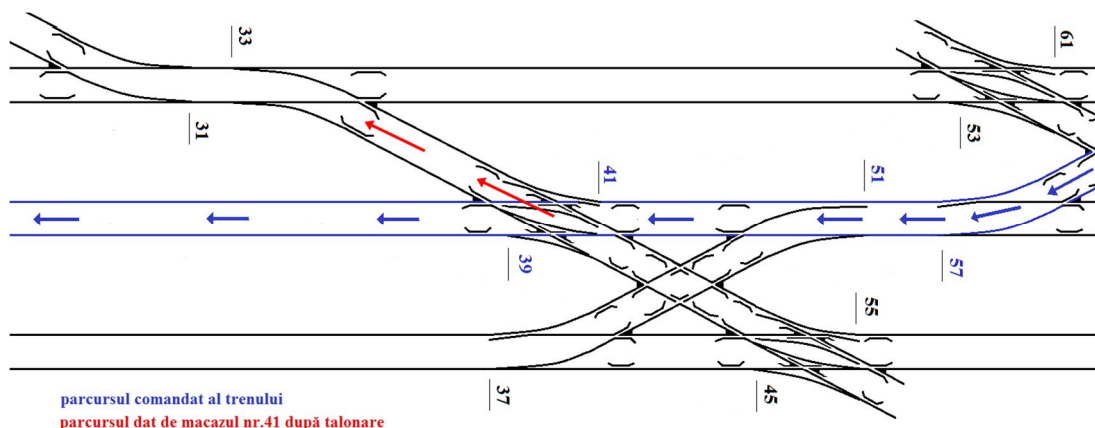
Vagonul nr.84537850017-5 a circulat cu primul boghiu în stare deraiată până la TJD nr.39/41, unde la vârful acelor macazului nr.41 a lovit violent acul drept aflat pe direcția de circulație a roții deraiate nr.2 (direcția III), producând ruperea unei bucăți din talpa acestuia (fotografia nr.15).



Fotografia nr.15 - Acul drept al schimbătorului de cale nr.41,

care a fost lovit la vârf de roata nr.2

Ca urmare a impactului puternic s-a produs manevrarea forțată a acelor acestui macaz din poziția „pe directă” în poziția „pe abatere” cu acces pe diagonala 39/41-33 spre firul nr.II de circulație Ploiești Vest-Ploiești Sud.



Ca urmare a manevrării forțate a acelor macazului nr.41 în poziție „pe abatere”, cel de-al doilea boghiu al vagonului nr.84537850017-5 (vagonul al 5-lea) s-a înscris pe noul parcurs, fiind urmat și de restul vagoanelor până la oprirea trenului. Datorită noului parcurs pe care s-a înscris cel de-al doilea boghiu al vagonului nr.84537850017-5, care era deja deraiat de primul boghiu, s-a produs deraierea tuturor osiilor acestui vagon și poziționarea lui transversală între cele două fire de circulație: firul II Ploiești Sud-Brazi (parcursul corect al trenului) respectiv firul II de circulație Ploiești Vest-Ploiești Sud (parcursul realizat prin manipularea forțată a schimbătorului de cale nr.41). Forțele și reacțiile create în corpul trenului datorită circulației în stare deraiată a vagonului nr.84537850017-5 au produs deraierea de toate osiile și a vagoanelor adiacente nr.84537850118-1 și nr.84537851087-7, cel din fața sa și respectiv cel din spatele său (vagoanele al 4-lea și al 6-lea de la locomotivă).

Escaladarea acului curb (în zona călcâiului acestuia) al schimbătorului de cale nr.57 de către buza roții nr.2 de la prima osie a primului boghiu în sensul de mers (roata atacantă) a fost posibilă ca urmare a depășirii limitei de siguranță la deraiere datorită efectului cumulat dat pe de o parte de descărcarea de sarcină a roții atacante, produsă ca urmare a ruperii arcului de suspensie aferent roții diametral opuse nr.3, iar pe de altă parte de poziția defavorabilă a acestei roți în raport cu șina, datorată depășirii toleranțelor admise în exploatare a ecartamentului prescris pentru aparatele de cale.

Poziționarea vagoanelor după oprirea trenului fiind prezentată în schița nr.16.

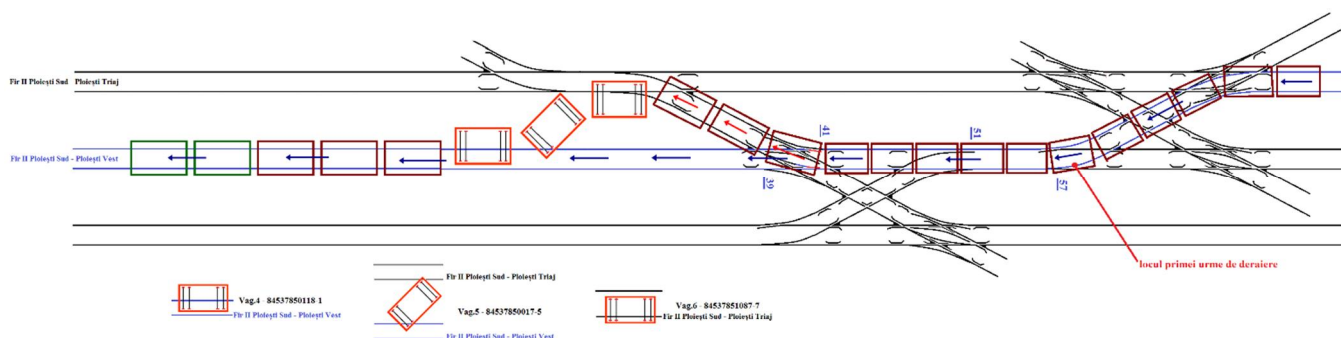


Figura nr.16 – Schița poziției vagoanelor la oprirea trenului

D. CAUZELE ACCIDENTULUI

D.1. Cauza directă, factori care au contribuit:

Cauza directă a producerii acestui accident o constituie escaladarea acului curb al schimbătorului de cale nr.57, în zona călcâiului acului, de către roata atacantă nr.2 a vagonului nr.84537850017-5 ca urmare a creșterii raportului dintre forța conducătoare și sarcina ce acționau pe această roată, depășindu-se astfel limita de stabilitate la deraiere. Creșterea a fost generată de acțiunea combinată a următorilor factori:

- descărcarea de sarcină a roții nr.2, provocată de ruperea arcului de suspensie în foi aferent fusului de osie nr.3, în condițiile unei fisuri vechi existentă în zona de racordare a foii principale a arcului cu ochiul acesteia, care s-a amplificat în regim dinamic.
- apariția unui unghi de atac defavorabil al osiei în cale datorită depășirii toleranțelor admise în exploatare la ecartamentul prescris pentru aparatele de cale.

Deraierea roții atacante nr.2 a vagonului nr.84537850017-5 s-a produs prin cumularea celor doi factori, respectiv ruperea foii principale a arcului și valoarea ecartamentului căii, niciunul dintre aceștia neputând determina singur deraierea.

D.2. Cauze subiacente:

Nu au fost identificate cauze subiacente.

D.3. Cauze primare:

Lipsa unor reglementări referitoare la efectuarea de verificări, între reviziile planificate, în scopul identificării unor defecte ascunse (care nu pot fi observate în cadrul reviziilor tehnice la trenuri) la suspensia care echipează vagoanele cu boghiuri tip H .

D.4. Observații suplimentare

Cu ocazia desfășurării acțiunii de investigare au rezultat următoarele constatări privind unele deficiențe și lacune, fără relevanță pentru concluziile asupra cauzelor:

- revizorul tehnic de vagoane nu a semnat foaia de parcurs a trenului de marfă nr.80386 la terminarea reviziei tehnice la compunere, efectuată în stația Bacău, la data de 22.12.2014, încălcând prevederile art.6, pct.u din Instrucțiuni privind revizia tehnică și întreținerea vagoanelor în exploatare nr.250 /2005;
- personalul OTF care a întocmit arătarea trenului nu a încercuit valoarea masei frânate a tuturor vehiculelor feroviare cu frână automată defectă sau izolată menționate în formularul „Nota de frâne”, respectiv nu a calculat corect masa reală frânată automat, încălcând prevederile art.40, pct.4 și pct.7 din Regulamentul pentru circulația trenurilor și manevra vehiculelor feroviare nr.005/2005;
- mecanicul de locomotivă, înainte de îndrumarea trenului de marfă nr.80386 la data de 22.12.2014, nu a verificat dacă pe foaia de parcurs există semnăturile agenților autorizați care au efectuat revizia tehnică și proba frânelor la tren, încălcând prevederile art.89, pct.c, din Instrucțiuni pentru activitatea personalului de locomotivă în transportul feroviar nr.201/2006;
- lipsa unor prevederi care să reglementeze toleranțele admise în exploatare pentru ordonatele aparatelor de cale.

E. MĂSURI CARE AU FOST LUATE

Pe durata desfășurării investigației, pentru a reduce riscurile apariției de accidente cu cauze similare, operatorului de transport feroviar SC GRUP FERVIAR ROMÂN SA a luat o serie de măsuri referitoare la verificarea vizuală și dimensională a arcurilor de suspensie în cadrul operațiilor

de revizie tehnică a trenurilor sau cu ocazia introducerii vagoanelor în stația de spălare sau pe liniile de reparații.

F. RECOMANDĂRI DE SIGURANȚĂ

În cazul accidentului produs în circulația trenului de marfă nr.80386 s-a constatat că ruperea foii principale a arcului de suspensie, corespunzător cutiei de osiei nr.2, a vagonului nr.84537850017-5 s-a produs la oboseală, pe fondul unui tratament termic necorespunzător, în condițiile existenței pe fețele foii principale a arcului de suspensie a concentratorilor de tensiune proveniți din rugozitatea grosolană a suprafeței, precum și din cavitățile de coroziune ce au avansat în material și au condus, în timp, la apariția unor rețele de fisuri de oboseală.

Rețelele de fisuri de oboseală ar fi putut fi identificate în condițiile în care, cadrul de reglementare ar fi prevăzut ca efectuarea verificării arcurilor pentru suspensiile boghiurilor tip H în zonele greu accesibile ale acestora, să se efectueze la intervale de timp astfel determinate, încât apariția fisurilor în aceste zone să fie identificată din timp astfel încât ruperea arcurilor să fie împiedicată.

Având în vedere cele menționate, comisia de investigare consideră necesară emiterea unei recomandări de siguranță către Autoritatea de Siguranță Feroviară Română – ASFR în sensul ca aceasta să se asigure că Sistemul de Management al Siguranței al operatorilor de transport feroviar de marfă conține suficiente măsuri pentru ținerea sub control a riscurilor manifestate prin defectarea componentelor suspensiilor vagoanelor cu boghiuri tip H.

Prezentul Raport de Investigare se va transmite Autorității de Siguranță Feroviară Română, administratorului de infrastructură feroviară publică CNCF „CFR” SA, operatorului de transport feroviar SC GRUP FERVIAR ROMÂN SA și societății SC GRAMPET SERVICE SA al cărei personal a efectuat revizia tehnică la compunere a acestui tren.

Membrii comisiei de investigare:

- | | | | |
|----|---------------------|-------------------|--------------------------|
| a. | Mitu-Costel AFANASE | investigator OIFR | - investigator principal |
| b. | Eduard STOIAN | șef serviciu OIFR | - membru |
| c. | Tudor CIOLACU | investigator OIFR | - membru |
| d. | Ștefan CIOCHINĂ | investigator OIFR | - membru |