

AVIZ

În conformitate cu prevederile *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 HG nr.117/2010, Agenția de Investigare Feroviară Română – AGIFER a desfășurat o acțiune de investigare în cazul accidentului feroviar produs la data de 13.12.2017, în jurul orei 16:50, pe raza de activitate a Sucursalei Regionale de Căi Ferate Craiova, pe secția de circulație Golești-Bradul de Sus (linie simplă, neelectrificată), la km 2+090, în circulația trenului de marfă nr.31700-1, aparținând operatorului de transport feroviar de marfă SNTFM "CFR Marfă" SA, prin deraierea primului boghiu al vagonului nr. 82537883589-6, situat al 25-lea (penultimul) în compunerea trenului, vagon încărcat cu țiței.

Prin acțiunea de investigare desfășurată, au fost strânse și analizate informații în legătură cu producerea accidentului în cauză, au fost stabilite condițiile, determinate cauzele și au fost emise recomandări de siguranță.

Acțiunea Agenției de Investigare Feroviară Română nu a avut ca scop stabilirea vinovăției sau a răspunderii în acest caz.

București
13 noiembrie 2018

Avizez favorabil
Director
dr. ing. Vasile BELIBOU

Constat respectarea prevederilor legale privind desfășurarea acțiunii de investigare și întocmirea prezentului Raport de investigare pe care îl propun spre avizare

Director General Adjunct
Eugen ISPAS

Prezentul Aviz face parte integrantă din Raportul de investigare al accidentului feroviar produs la data de 13.12.2017, în jurul orei 16:50, pe raza de activitate a Sucursalei Regionale de Căi Ferate Craiova, pe secția de circulație Golești-Bradul de Sus, la km 2+090, în circulația trenului de marfă nr.31700-2, aparținând operatorului de transport feroviar de marfă SNTFM "CFR Marfă" SA, prin deraierea de un boghiu a unui vagon din compunerea trenului.



MINISTERUL TRANSPORTURILOR

AGENȚIA DE INVESTIGARE FERROVIARĂ ROMÂNĂ - AGIFER



RAPORT DE INVESTIGARE

al accidentului feroviar produs la data de 13.12.2017, pe raza de activitate a Sucursalei Regionale Căi Ferate Craiova, pe secția de circulație Golești-Bradul de Sus, la km 2+090, în circulația trenului de marfă nr.31700-1 aparținând SNTFM "CFR Marfă" SA



EDIȚIE FINALĂ
13 NOIEMBRIE 2018

CUPRINS

	Pag.
A.PREAMBUL	3
<i>A.1. Introducere</i>	3
<i>A.2. Procesul investigației</i>	3
B. REZUMATUL RAPORTULUI DE INVESTIGARE	3
C. RAPORTUL DE INVESTIGARE	6
<i>C.1. Descrierea accidentului</i>	6
<i>C.2. Circumstanțele accidentului</i>	8
<i>C.2.1. Părțile implicate</i>	8
<i>C.2.2. Compunerea și echipamentele trenului</i>	9
<i>C.2.3. Descrierea echipamentelor feroviare implicate la locul producerii accidentului</i>	9
<i>C.2.4. Mijloace de comunicare</i>	10
<i>C.2.5. Declanșarea planului de urgență feroviar</i>	10
<i>C.3. Urmările accidentului</i>	10
<i>C.3.1. Pierderi de vieți omenești și răniți</i>	10
<i>C.3.2. Pagube materiale</i>	10
<i>C.3.3. Consecințele accidentului în traficul feroviar</i>	10
<i>C.3.4. Consecințele accidentului asupra mediului</i>	10
<i>C.4. Circumstanțe externe</i>	11
<i>C.5. Desfășurarea investigației</i>	11
<i>C.5.1. Rezumatul mărturiilor personalului implicat</i>	11
<i>C.5.2. Sistemul de management al siguranței</i>	11
<i>C.5.3. Norme și reglementări. Surse și referințe pentru investigare</i>	14
<i>C.5.4. Funcționarea instalațiilor tehnice, infrastructurii și a materialului rulant</i>	15
<i>C.5.4.1. Date constatate cu privire la linie</i>	15
<i>C.5.4.2. Date constatate cu privire la instalații</i>	23
<i>C.5.4.3. Date constatate la funcționarea locomotivelor și ale instalațiilor tehnice ale acestora</i>	23
<i>C.5.4.4. Date constatate la vagoane</i>	24
<i>C.5.5. Interfața om-mașină-organizație</i>	26
<i>C.6. Analiză și concluzii.</i>	26
<i>C.6.1. Concluzii privind starea tehnică a suprastructurii căii</i>	26
<i>C.6.2. Concluzii privind starea tehnică a vehiculelor feroviare</i>	27
<i>C.6.3. Analiza modului de producere a accidentului</i>	27
<i>C.6.4. Observații suplimentare</i>	29
D. CAUZELE ACCIDENTULUI	29
<i>D.1. Cauza directă</i>	29
<i>D.2. Cauze subiacente</i>	26
<i>D.3. Cauze primare</i>	26
E. MĂSURI CARE AU FOST LUATE	30
F. RECOMANDĂRI DE SIGURANȚĂ	30

PREAMBUL

A.1. Introducere

La data de 13.12.2017, în jurul orei 16:50, pe raza de activitate a Sucursalei Regionale de Căi Ferate Craiova, pe secția de circulație Golești-Bradul de Sus (linie simplă, neelectrificată), la km 2+090, pe pasajul inferior având axul la km 2+100, în circulația trenului de marfă nr. 31700-1, aparținând operatorului de transport feroviar de marfă SNTFM "CFR Marfă" SA, s-a produs deraierea de primul boghiu a unui vagon, încărcat cu țiței, situat al 25-lea (penultimul) în compunerea trenului, eveniment încadrat ca accident, conform prevederilor art.7(1), lit.b, - „deraiieri de vehiculele feroviare din compunerea trenurilor în circulație” din *Regulamentul de investigare*.

Agenția de Investigare Feroviară Română – AGIFER denumită în continuare AGIFER, desfășoară acțiuni de investigare în conformitate cu prevederile *Legii nr.55/2006* privind siguranța feroviară, denumită în continuare *Legea privind siguranța feroviară*, 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*.

Comisia de investigare compusă conform prevederilor Anexei 3 la *Regulamentul de investigare* a declanșat o acțiune de investigare în scopul prevenirii unor accidente cu cauze asemănătoare, prin stabilirea condițiilor, determinarea cauzelor și emiterea unor recomandări de siguranță dacă este cazul.

Acțiunea de investigare a AGIFER se realizează independent de orice anchetă judiciară și nu are ca scop stabilirea vinovăției sau a răspunderii, obiectivul acesteia fiind îmbunătățirea siguranței feroviare și prevenirea incidentelor sau accidentelor feroviare.

A.2. Procesul investigației

În temeiul art.19 alin.2 din *Legea privind siguranța feroviară*, coroborat cu art.48(1) din *Regulamentul de investigare*, AGIFER, în cazul producerii anumitor accidente sau incidente feroviare, are obligația, de a deschide acțiuni de investigare și să constituie comisii de investigare pentru strângerea și analizarea informațiilor cu caracter tehnic, stabilirea condițiilor de producere, inclusiv determinarea cauzelor și, dacă este cazul, emiterea unor recomandări de siguranță în scopul prevenirii unor accidente similare și pentru îmbunătățirea siguranței feroviare.

Având în vedere faptul că AGIFER a fost avizată de Revizoratul General de Siguranța Circulației din cadrul CNCF „CFR” - SA cu privire la accidentul feroviar produs la data de 13.12.2017, ora 16:50, pe raza de activitate a Sucursalei Regionale CF Craiova, între stațiile Golești și Bradul de Sus, la km 2+090, în circulația trenului de marfă nr.31700-1 (aparținând operatorului de transport feroviar de marfă SNTFM "CFR Marfă" SA), prin deraierea de un boghiu a unui vagon din compunerea acestuia și luând în considerare faptul că evenimentul a fost încadrat la art.7-alin.(1) lit.b) din *Regulamentul de investigare*, Directorul General al AGIFER a decis deschiderea unei acțiuni de investigare și numirea comisiei de investigare.

Astfel, prin Decizia nr.247 din data de 15.12.2017 a Directorului General al AGIFER, a fost numită comisia de investigare formată din personal aparținând AGIFER.

B. SUMMARY OF THE INVESTIGATION REPORT

Summary

On the 13th December 2017, at about 16:50 o'clock, in the railway county Craiova, branch line 102 (non-electrified single-track line), between the railway stations Golești and Bradul de Sus, km 2+090, in the running of the freight train no.31700-2, got by the railway undertaking SNTFM "CFR Marfă" SA, the first bogie of the wagon no 82537883589-6, loaded with oil, derailed in the running direction, being the last but one in the train composition (the 25th from the locomotive). The train was dispatched from the railway station Golești to the railway station Bradul de Sus. The derailment

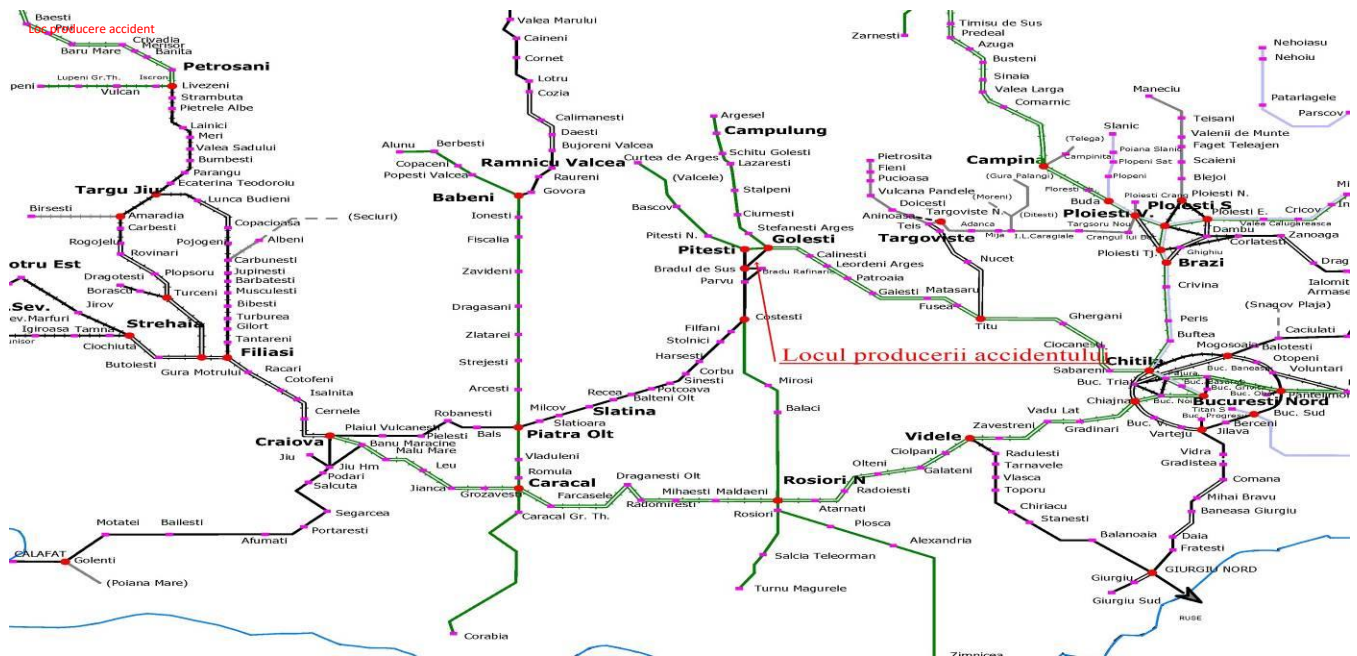
happened on the lower railway bridge over the Petrochimistilor Avenue from Pitești, having the centre at km 2+100, curved line, the train ran derailed about 1700m.

This accident did not generate victims or wounded persons, did not affect the environment.

There were registered damages at the railway infrastructure, consisting in the affecting or damaging of many elements of the lines and equipments.



Picture 1: accident site (satellite image)



Picture 1: accident site (railway map)

Direct cause

The direct cause of the accident is the overclimbing of the exterior rail of the curve by the guiding wheel (on the right side in the train running direction) from the wagon no. 82537883589-6, following the increase of the ratio between the guiding force and the load acting on that wheel, so exceeding the derailment stability limit.

The increase of the ratio between the guiding force and the load acting on the guiding wheel happened following the load transfer of the right wheel from the guiding axle and the increase of the lateral force (guiding) on this wheel.

Contributing factors

1. the factors contributing to the partial vertical transfer of the load of the guiding wheel:
 - inefficient Lenoir link friction at the wheels R7 and R8 (guiding axle) – the caps of the suspension springs were in contact with the bogie chassis;
 - a difference of 10 mm (the intermediary point „d” higher) found at the cross level between those two rails of the track, measured in the points marked with „0” and „d”, situated at 2,00m; that distance is relatively close to the distance between the axles of the leading bogie (1,8m) of the wagon no. 82537883589-6, it leading to the increase of the vertical loads acting on the wheels on the cross-over right back-left front and to the partial transfer of the vertical loads acting on the wheels of the another cross-over (right front – left back);
 - negative lateral accelerations existing in the derailment area.
1. Factors contributing to the increase of the lateral force (guiding one):
 - exceeding of the tolerances accepted for the values of the close track deflections measured on the circular curves with 20 m chord;
 - exceeding of the tolerances accepted at the gauge variations, in operation.

Underlying causes

- infringement of the provisions from Table 3 of „*Instructions on the technical inspection and maintenance of wagons in operation no. 250/2005*” with reference to the inefficient Lenoir friction link;
- infringement of the provisions from chapter I, art.7, letter B, point 1 from „*Instruction of norms and tolerances for the track construction and maintenance for lines with standard gauge no.314/1989*”, with reference to the tolerances accepted for the close track deflections in the circular curves measured in the middle of 20m chord;
- infringement of the provisions from chapter I, art.7, letter A, point 1 from „*Instruction of norms and tolerances for the track construction and maintenance for lines with standard gauge no.314/1989*”, with reference to the tolerances accepted for the cross level prescribed for one rail against the another one.

Root cause

- non-application of all provisions of the operational procedure code PO SMS 0-4.07 „Meeting with the technical specifications, standards and requirements relevant for whole life time of the lines in maintenance process” (including the annexes), part of the safety management system of the public railway infrastructure manager CNCF „CFR” SA, concerning the coordination of the line maintenance.
- infringement of some provisions from "Sheet of measurements for the risk prevention SMS", cod F 431-SMS-2, edition 2, revision 0, part of the safety management system of the railway freight undertaking SNTFM "CFR Marfă" SA, concerning the notification and removal from the train for wagons (that cannot be repaired within the train) with failures endanger the traffic.

Severity level

According to accident classification stipulated at art.7 from *Investigation Regulations*, taking into account the activity where it happened, the event is classified like railway accident according art.7(1), letter b.

Safety recommendations

During the investigation, the commission found that both the management of the infrastructure manager, central and regional level, and the railway undertaking identify but did not record the risks generated by the non-performance of the line maintenance, respectively of the wagons kept, in order to dispose consequently the solutions and measures viable for keeping under control the derailment hazard.

So, if they have been completely applied their own procedures of the safety management system, as well as the provisions of the practice codes, part of SMS, the infrastructure manager should have been able to keep the technical parameters of the track geometry between the tolerances imposed by the railway safety, and the railway undertaking should have been able to take measures in case of failures at its wagons, preventing the occurrence of that accident.

Taking into account the presented issues, the investigation commission recommends ASFR to take care that:

1. public railway infrastructure manager:
 - revise "Own register of hazards";
 - re-assess the measures for keeping under control the risks generated by the non-performance of the line maintenance.
2. railway undertaking:
 - revise "Own register of hazards";
 - manage efficiently the risks generated by the non-performance of the maintenance at the own wagons, as well as by the keeping in operation of the wagons with failures, through the re-assessment of the measures for keeping them under control.

C. RAPORTUL DE INVESTIGARE

C.1. Descrierea accidentului

La data de 13.12.2017, trenul de marfă nr.31700-1 (aparținând operatorului de transport feroviar de marfă SNTFM "CFR Marfă" SA), a fost expedit din stația CFR Golești având ca destinație stația CFR Bradu de Sus.

Trenul a circulat fără probleme privind siguranța circulației până pe pasajul inferior peste Bulevardul Petrochimiștilor din municipiul Pitești, pasaj aflat în curbă deviație stânga în sensul de mers al trenului.

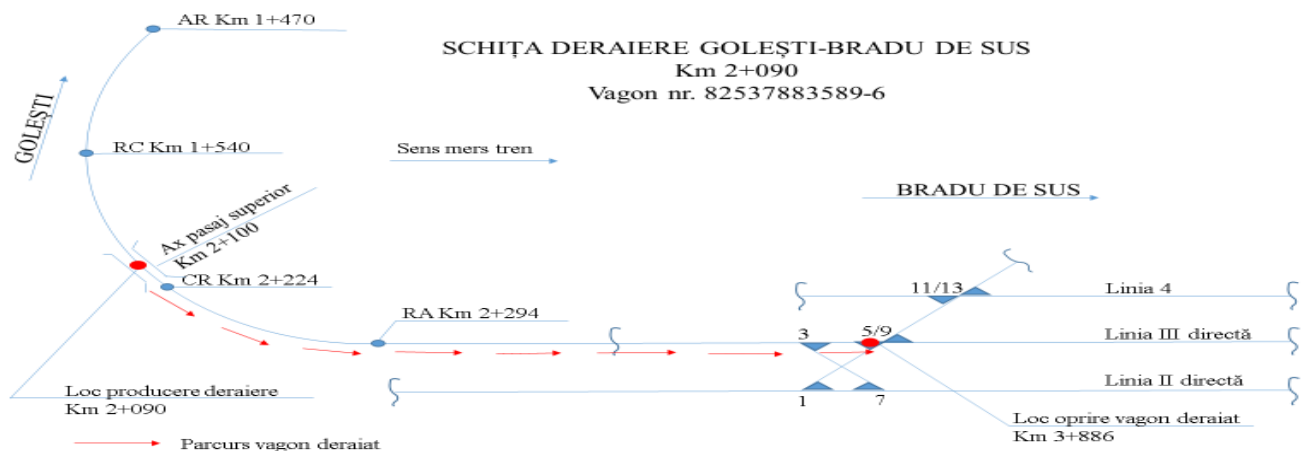


Figura 2 – Parcursul trenului de marfă nr.31700-1

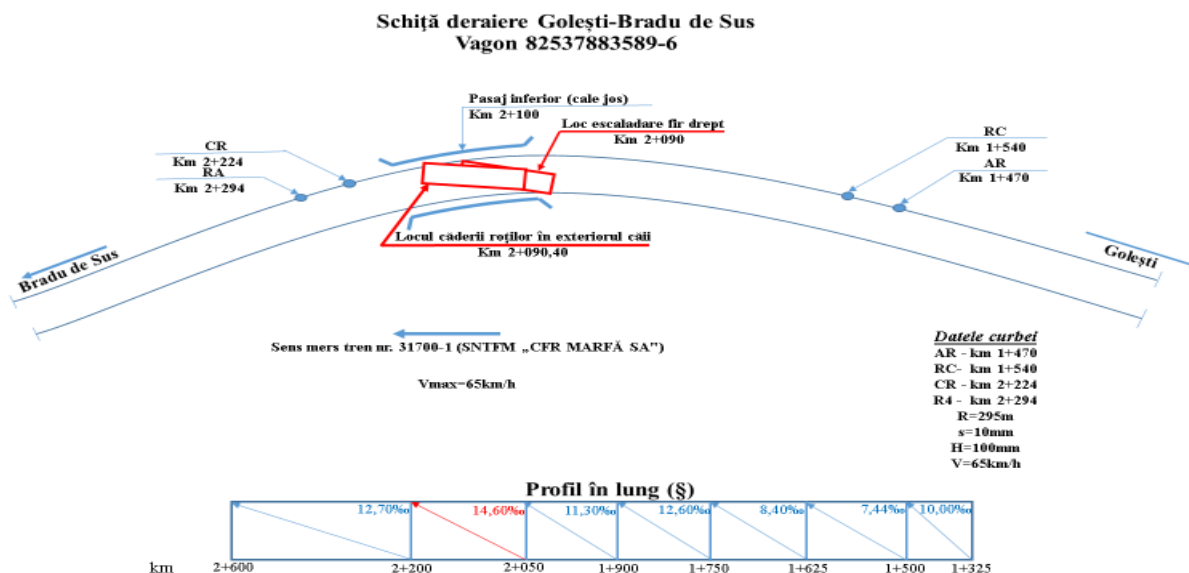


Figura 3 – Schiță zonei producerii deraierii

Pe acest pasaj, la km 2+090, s-a produs deraierea primului boghiu al vagonului numărul 82537883589-6, aflat al 25-lea în compunerea trenului. Astfel, prima roată din partea dreaptă (roata R8), în sensul de mers al trenului, a escaladat fața activă a ciupercii șinei exterioare a curbei, a rulat pe aceasta circa 40cm și a căzut în exteriorul căii, fiind urmată pe aproximativ aceeași traiectorie, în dinamica accidentului, de cea de-a doua roată din partea dreaptă a boghiului (roata R6). Pe partea opusă, roțile din stânga ale primului boghiu au părăsit de asemenea ciuperca șinei, căzând în interiorul căii.

Vagonul astfel deraiat a parcurs circa 1700 m, până la schimbătorul de cale numărul 3 al stației CFR Bradu de Sus, parte a bretelei 1-3-5/9-7, trenul având parcursul efectuat către linia III directă. După lovirea și smulgerea capacului ce asigura protecția aparatului de manevră al schimbătorului, pe șinele de legătură ale acestuia, a deraiat și cel de-al doilea boghiu al vagonului urmând ca în zona inimii de încrucișare toate roțile vagonului să revină pe ciuperca șinei, dar cu tendințe de înscriere pe direcții diferite. În această poziție, vagonul a talonat schimbătorul de cale numărul 5 aflat pe poziția "+" (pe directă), conducând la înscrierea ultimului vagon din compunerea trenului spre linia 4 abătută. Cu această ocazie s-a rupt cârligul cuplei vagonului deraiat și s-au smuls acuplările conductei generale de aer dintre vagonul deraiat și următorul vagon, conducând la frânarea trenului și oprirea acestuia la circa 17m de călcâiul schimbătorului de cale nr. 3.

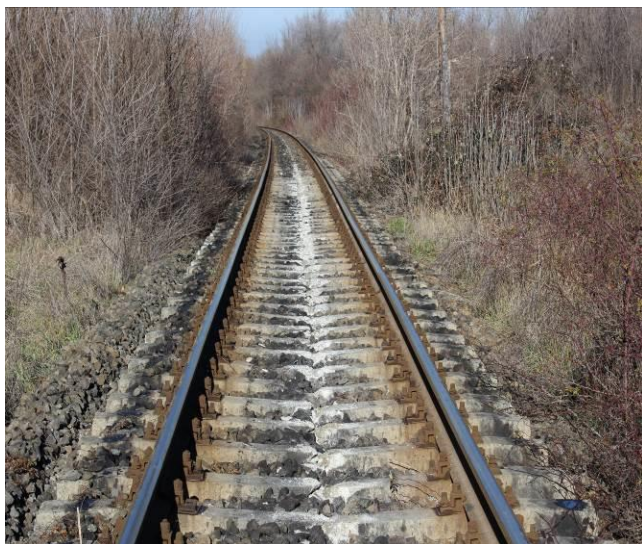


Foto 2,3,4,5: pagube produse la suprastructura căii



Foto 6: poziția ultimelor 2 vagoane din compunerea trenului în momentul opririi

C.2. Circumstanțele accidentului

C.2.1. Părțile implicate

Locul producerii accidentului feroviar, linia 102 Ramificație Golești-Bradul de Sus, este situat pe raza de activitate a Sucursalei Regionale de Căi Ferate Craiova.

Infrastructura și suprastructura căii ferate pe care s-a produs accidentul feroviar sunt în administrarea CNCF „CFR” SA - Sucursala Regională de Căi Ferate Craiova. Activitatea de întreținere a suprastructurii feroviare a fost efectuată de către personalul Districtului de Linii numărul 2 Pitești, aparținând Secției L1 Pitești.

Instalațiile de semnalizare, centralizare și blocare (SCB) sunt în administrarea CNCF „CFR” SA, fiind întreținute de către personalul Secției CT 3 Roșiori.

Instalația de comunicații feroviare din stația CF Bradul de Sus era în administrarea CNCF „CFR” SA, fiind întreținută de salariații SC Telecomunicații CFR SA.

Personalul de tracțiune și locomotiva de remorcare a trenului de marfă nr.31700-1 aparțineau operatorului de transport feroviar de marfă SNTFM "CFR Marfă" SA.

Instalația de comunicații feroviare de pe locomotivă era proprietatea operatorului de transport feroviar de marfă SNTFM "CFR Marfă" SA și era întreținută de agenți economici autorizați ca furnizori feroviari.

Vagoanele din compunerea trenului de marfă nr.31700-1 aparțineau operatorului de transport feroviar de marfă SNTFM "CFR Marfă" SA.

C. 2.2. Compunerea și echipamentele trenului

Trenul de marfă nr.31700-1 a fost remorcat cu locomotiva DA 1350 titulară și locomotiva DA 1103, multiplă tracțiune, și a avut următoarea compunere:

- 26 vagoane Zaes încărcate cu țiței;
- 104 de osii încărcate;
- 393 metri lungime;
- tonaj brut:1305 tone;
- tonaj net :1927 tone;
- tonaj necesar de frânat în regim automat:963 tone;
- tonaj frânat real în regim automat:1027 tone;
- tonaj necesar de frânat în regim manual:193 tone;
- tonaj frânat real în regim manual:534 tone.

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

C.2.3.1. Linii

Descrierea traseului și suprastructurii căii

Deraierea s-a produs pe linia 102 Ramificație Golești-Bradul de Sus, la km 2+090, aflat pe pasajul denivelat inferior peste Bulevardul Petrochimiștilor din municipiul Pitești. Pasajul are axul la km 2+100, având următoarele caracteristici:

- lungimea totală: $L_t=38,60m$;
- deschiderea teoretică: $L=2 \times 19,30m$;
- sistemul grinzilor: grinzi metalice cu inima plină, cale jos;
- înălțimea liberă sub grinzi până la radier: 5,00m;
- greutatea totală: 69,70t;
- poziția căii față de grinzile principale: cale jos;
- poziția axei podului în plan: curbă deviație stânga, $R=295m$.

Suprastructura căii pe pasaj era formată din șină tip 65, contrașine pe ambele fire, traverse speciale de pod 2,5x0,24x0,24m, cale cu joante (L=25m), prindere indirectă tip K.

Curba pe care a avut loc accidentul prezenta următoarele caracteristici:

- raza R=295m;
- supralărgirea s=10mm;
- supraînălțarea h=100mm;
- punctele caracteristice: AR-km 1+470, RC-km 1+540, CR-km 2+224, RA-km 2+294;
- declivitatea $\delta=14,60\%$, rampă în sensul de mers al trenului;
- viteza maximă de circulație: 65km/h.

Ultima refacție totală a liniei a avut loc în anul 2002, de atunci nu au mai fost executate alte reparații pe această linie.

C.2.3.2.Instalațiile feroviare

Stația Bradu de Sus este înzestrată cu instalații tip CR-3.

C.2.3.3.Materialul rulant

Vagoane

Vagonul nr. 82537883589-6 implicat în deraiere avea următoarele caracteristici tehnice:

- seria Zaes;
- tara 21,5t;
- boghiuri Y25Cs;
- glisiere elastice;
- ampatament boghiuri:1,8m;
- ampatament vagon:9,20m;
- lungimea între fețele exterioare ale tampoanelor:14,24m;
- capacitatea maximă de încărcare:70,4m³;
- RR, RIF: 10.2016;
- DA:09.2017.

Locomotiva

Trenul de marfă nr.31700-1 a fost remorcat cu locomotiva DA 1350 titulară și locomotiva DA 1103 multiplă tracțiune.

Personalul care a condus și a deservit aceste locomotive aparține operatorului de transport feroviar de marfă SNTFM "CFR Marfă" SA.

C.2.4. Mijloace de comunicare

Comunicarea între personalul 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 informațional precizat în *Regulament*, în urma căruia s-au prezentat la locul accidentului reprezentanți ai CNCF „CFR” SA - Sucursala Regională CF Craiova (administratorul de infrastructură feroviară publică), Agenției de Investigare Feroviară Română - AGIFER, Autorității de Siguranță Feroviară Română – ASFR, operatorului de transport feroviar de marfă SNTFM "CFR Marfă" SA și ai Poliției TF.

Pentru repunerea pe linie a vagoanelor deraiate a fost solicitat și îndrumat vagonul de intervenție specializat, dotat cu instalație de vinciuri hidraulice din Depoul Craiova.

Linia curentă Ramificație Golești-Bradul de Sus a fost redeschisă la data de 21.12.2017.

C.3. Urmările accidentului

C.3.1. Pierderi de vieți omenești și răniți

În urma producerii accidentului feroviar nu s-au înregistrat pierderi de vieți omenești sau răniți.

C.3.2. Pagube materiale

Din documentele transmise de către gestionarul de infrastructură feroviară publică și operatorul de transport feroviar de marfă, implicați în producerea accidentului feroviar, valoarea totală estimativă a pagubelor, la momentul întocmirii prezentului raport, este de **32208,59** lei cu TVA.

C.3.3. Consecințele accidentului în traficul feroviar

În urma producerii acestui accident feroviar nu au fost cauzate întârzieri de trenuri de persoane.

C.3.4. Consecințele accidentului asupra mediului

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

C.4. Circumstanțe externe

La data de 13.12.2017, în jurul orei 16.50, vizibilitatea în zona producerii accidentului nu a fost afectată de fenomene meteo, cer ușor înnorat, temperatura în aer de +9°C.

C.5. Desfășurarea investigației

C.5.1. Rezumatul mărturiilor personalului implicat

Din mărturiile personalului aparținând administratorului de infrastructură feroviară CNCF „CFR” SA au rezultat următoarele aspecte relevante:

Personalul cu atribuții de verificare și control aparținând Districtului nr. 2 Pitești nu a constatat elemente constructive ale suprastructurii căii care să se afle într-o stare necorespunzătoare, înainte de producerea accidentului. Linia a fost măsurată cu CMC în cursul trimestrului IV 2017, nu s-au înregistrat defecte ale căii semnificative. La măsurătoarea la săgeată a curbei implicate în accident, realizată în martie 2017, s-a înregistrat un defect de direcție (cot) pe zona producerii acestuia, dar acesta nu a putut fi remediat. Această situație a fost explicată prin faptul că, pasajul fiind un punct fix, lucrarea de remediere presupunea o retrasare a întregii curbe, lucru care conducea la deplasarea căii către interior, în zona lonjeroanelor pasajului.

S-a făcut referire la starea vagonului și la posibilitatea ca acesta să fi circulat frânat pe ultimii 200m înainte de producerea accidentului, existând unele urme pe suprafața de rulare (patinături, porțiuni din suprafața de rulare având o culoare diferită de argintiu metalic obișnuit), de asemenea s-a făcut referire la faptul că a existat posibilitatea blocării în mers a boghiului deraiat.

Din mărturiile personalului aparținând operatorului de transport feroviar de marfă SNTFM "CFR Marfă" SA au rezultat următoarele aspecte relevante:

La data de 13.12.2017, personalul de locomotivă a luat în primire locomotivele DA 1103 și DA 1350 aflate în remorcarea trenului 31700-1 în stația CFR Golești, având ca destinație stația CFR Bradu de Sus. S-a primit dispoziție de plecare la ora 16:37. Trenul a circulat până la intrarea în stația Bradu de Sus, unde personalul de locomotivă a fost observat o scădere a presiunii în conducta generală de aer. După parcurgerea a circa 100m, mecanicul de locomotivă a observat o scădere a presiunii în conducta generală de aer, luându-se măsuri de oprire. Mecanicul ajutor al locomotivei DA 1350, împreună cu revizorul tehnic de vagoane, s-au deplasat la urma trenului, găsind ultimul vagon detașat de corpul trenului, având cupla ruptă. De asemenea s-au constatat pe schimbătoarele de cale din parcursul trenului urme specifice de deraiere. Au fost avizate organele abilitate.

C.5.2. Sistemul de management al siguranței

Sistemul de management al siguranței al administratorului infrastructurii feroviare CNCF „CFR” SA

La momentul producerii accidentului feroviar CNCF „CFR” SA, 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 Ordinului ministrului transporturilor nr.101/2008 privind acordarea autorizației de siguranță administratorului/gestionarilor de infrastructură feroviară din România, aflându-se în posesia:

- Autorizației de Siguranță – Partea A cu nr. de identificare ASA09002 – prin care Autoritatea de Siguranță Feroviară Română din cadrul AFER, confirmă acceptarea sistemului de management al siguranței al gestionarului de infrastructură feroviară;
- Autorizației de Siguranță – Partea B cu nr. de identificare ASB15003 – prin care Autoritatea de Siguranță Feroviară Română din cadrul AFER, a confirmat acceptarea dispozițiilor adoptate de gestionarul de infrastructură feroviară pentru îndeplinirea cerințelor specifice necesare pentru garantarea siguranței infrastructurii feroviare, la nivelul proiectării, întreținerii și exploatării, inclusiv unde este cazul, al întreținerii și exploatării sistemului de control al traficului și de semnalizare.

La data producerii accidentului feroviar sistemul de management al siguranței feroviare cuprindea, în principal:

- declarația de politică în domeniul siguranței;
- manualul de management;
- obiectivele generale și cantitative ale managementului siguranței;
- procedurile operaționale elaborate/actualizate, conform Regulamentului UE nr.1169/2010.

În conformitate cu Anexa 3 a Legii nr.55/2006, la nivelul Sucursalei Regionale de Căi Ferate Craiova au fost difuzate „Obiectivele generale și cantitative ale managementului siguranței feroviare” pentru perioada 2014÷2017, iar prin decizii scrise ale Directorului Sucursalei Regionale de Căi Ferate Craiova, șefii compartimentelor din cadrul acestei sucursale, au fost numiți responsabili cu Sistemul de Management al Siguranței Feroviare în cadrul structurilor proprii.

Întrucât, din verificările și măsurările efectuate asupra stării liniei au rezultat neconformități privind desfășurarea lucrărilor de mentenanță, comisia de investigare a verificat dacă sistemul de management al siguranței al CNCF „CFR” SA dispune de proceduri pentru a garanta că :

- a) întreținerea este efectuată în conformitate cu cerințele relevante;
- b) sunt identificate riscurile 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.

Astfel s-a constatat că, pentru a îndeplini cerința de la litera a), administratorul infrastructurii feroviare publice a întocmit și difuzat celor interesați Procedura Operațională cod PO SMS 0-4.07 „Respectarea specificațiilor tehnice, standardelor și cerințelor relevante pe întreg ciclul de viață a liniilor în procesul de întreținere”. În Anexa 2 – „Tipuri de lucrări de întreținere” a acestei proceduri operaționale este menționată printre altele și lucrările: *menținerea nivelului transversal sau longitudinal și a poziției corecte a liniei în plan*, respectiv *riparea curbilor în puncte la săgeată*, având ca și corespondent în cadrul proceselor de evaluare a riscurilor asociate activităților feroviare codul de practică „*Instrucția de norme și toleranțe pentru construcția și întreținerea căii - linii cu ecartament normal - nr.314/1989*”.

În urma verificărilor făcute de către comisia de investigare și analizării documentelor puse la dispoziție de către CNCF „CFR” SA - Sucursala Regională de Căi Ferate Craiova s-a constatat că nu sunt respectate prevederile codului de practică mai sus amintit, existând depășiri ale toleranțelor la săgețile vecine în curbele arc de cerc, măsurate la mijlocul corzii de 20m pe zona producerii accidentului. De asemenea, au existat depășiri ale toleranțelor admise la variația ecartamentului prescris în exploatare.

S-a mai constatat că, pentru a îndeplini cerința de la litera b), administratorul infrastructurii feroviare publice a întocmit și difuzat celor interesați procedura operațională PO SMS 0-4.12 „Managementul riscurilor de siguranță feroviară”.

Constatările privind respectarea codului de practică „*Instrucția de norme și toleranțe pentru construcția și întreținerea căii - linii cu ecartament normal - nr.314/1989*” referitor la menținerea geometriei căii în limitele toleranțelor de exploatare au scos în evidență abateri de la acest cod de practică. Acest fapt reprezintă un pericol, care se manifestă prin deraierea vehiculelor feroviare.

În cadrul Sistemului de Management al Riscurilor al administratorului de infrastructură feroviară publică-CNCF CFR SA acest pericol este înregistrat și descris în „Registrul de evidență a pericolelor proprii CNCF CFR SA” având codul L45, iar riscul asociat acestui pericol este clasificat ca „nedorit”.

Măsura de siguranță pentru ținerea sub control a acestui risc, pe care CNCF CFR SA și-a propus-o, este respectarea prevederilor Cap.I, art. 7, lit. A, pct.2, respectiv Cap.I, art. 7, lit. B, pct.1 din codul de practică „*Instrucția de norme și toleranțe pentru construcția și întreținerea căii - linii cu ecartament normal - nr.314/1989*”.

Responsabilitatea aplicării acestei măsuri revine, conform aceleiași Registru de evidență a pericolelor proprii, personalului cu responsabilități SC din cadrul unităților de întreținere a căii.

Faptul că acest pericol s-a manifestat, demonstrează că măsura propusă pentru ținerea sub control a riscului asociat acestui pericol trebuie să fie reevaluată și dispuse măsuri în consecință.

În concluzie, comisia de investigare consideră că, deși la nivelul administratorului de infrastructură feroviară publică, în conformitate cu prevederile Regulamentului UE nr.1169/2010, „*există proceduri care garantează că infrastructura este gestionată și exploatată în siguranță, ținându-se cont de numărul, tipul și amploarea operatorilor care oferă servicii prin intermediul rețelei respective, inclusiv de toate interacțiunile necesare care depind de complexitatea operațiunilor*”, prevederile acestor proceduri nu sunt respectate în totalitate, motiv pentru care, în contextul Regulamentului UE nr.1077/2012, se poate contesta eficacitatea sistemului de gestionare a siguranței.

Sistemul de management al siguranței al operatorului de transport feroviar de marfă

La momentul producerii accidentului feroviar, SNTFM "CFR MARFĂ" SA, în calitate de operator de transport feroviar de marfă 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 Ordinului ministrului transporturilor 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 posesia următoarelor documente privind sistemul propriu de management al siguranței feroviare:

- Certificatului de Siguranță – Partea A cu numărul de identificare UE RO1120160023, valabil până la data de 04.08.2018, emis de Autoritatea de Siguranță Feroviară Română prin care se confirmă acceptarea sistemului de management al siguranței al operatorului de transport feroviar de marfă în conformitate cu Directiva 2004/49/CE și cu legislația națională aplicabilă;
- Certificatului de Siguranță - Partea B cu numărul de identificare UE RO1220160079, valabil până la data de 04.08.2018, emis de Autoritatea de Siguranță Feroviară Română prin care se confirmă acceptarea dispozițiilor adoptate de întreprinderea feroviară pentru a îndeplini cerințele specifice necesare pentru funcționarea în siguranță pe rețeaua relevantă în conformitate cu Directiva 2004/49/CE și cu legislația națională aplicabilă.

La data producerii accidentului feroviar sistemul de management al siguranței feroviare cuprindea, în principal:

- declarația de politică în domeniul siguranței;
- manualul de management;
- obiectivele generale și cantitative ale managementului siguranței;

- procedurile operaționale elaborate/actualizate, având ca document de referință, printre altele, Directiva 2004/49/CE a Parlamentului European și a Consiliului din 29 aprilie 2004.
- registrul de evidență a riscurilor privind fișele de evaluare precum și fișele de măsuri ale acestora întocmite conform prevederilor Regulamentului (UE) 1078/2012.

Au fost studiate procedurile operaționale relevante aflate în vigoare la data producerii accidentului, inclusiv *Registrul riscurilor asociate siguranței feroviare*.

În cadrul acestui *Registru*, "neconstatarea stării de funcționare și uzurile pieselor și subansamblelor componente dacă corespund condițiilor și limitelor prevăzute în *Instrucțiunile 250/2005*" este considerată un factor de risc, având un nivel de risc clasificat ca "nedorit". În acest caz, măsura de siguranță pentru ținerea sub control a riscului era respectarea Tabelului 3 din *Instrucțiunile privind revizia tehnică și întreținerea vagoanelor în exploatare nr. 250/2005*.

De asemenea, în "Fișa de măsuri de prevenire riscuri SMS" cod F 431-SMS-2, ediția 2, revizia 0, apare factorul de risc "notificarea vagoanelor cu defecte care pun în pericol siguranța circulației și nu pot fi reparate în corpul trenului, în vederea scoaterii lor din tren cu stabilirea condițiilor de circulație...", având un nivel de risc "nedorit". Acest factor nu a fost controlat corespunzător prin măsurile propuse, ducând la menținerea în exploatare a unui vagon cu defecte neadmise în această activitate.

Astfel, putem concluziona că managementul organizației nu a gestionat corespunzător riscul produs de menținerea în exploatare a 2 amortizoare Lenoir ineficace aparținând aceluiași vagon, având drept consecință creșterea forțelor verticale induse vehiculului în regim dinamic, conducând în acest caz la deraierea acestuia.

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

La investigarea accidentului feroviar s-au luat în considerare următoarele:

norme și reglementări

- Regulamentul 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 HG nr.117/2010;
- Directiva 2004/49/CE a Parlamentului European și a Consiliului privind siguranța căilor ferate comunitare și de modificare a Directivei 95/18/CE a Consiliului privind acordarea de licențe întreprinderilor feroviare și a Directivei 2001/14/CE privind repartizarea capacităților de infrastructură feroviară și perceperea de tarife pentru utilizarea infrastructurii feroviare și certificarea siguranței;
- Regulamentul (UE) nr. 1169/2010 al Comisiei Europene din 10 decembrie 2010 privind o metodă de siguranță comună pentru evaluarea conformității cu cerințele pentru obținerea autorizației de siguranță feroviară;
- Regulamentul (UE) nr. 1077/2012 al Comisiei Europene din 16 noiembrie 2012 privind o metodă de siguranță comună pentru supravegherea exercitată de autoritățile naționale de siguranță după eliberarea unui certificat de siguranță sau a unei autorizații de siguranță;
- Regulamentul UE nr.1078/2012 al Comisiei din 16 noiembrie 2012 privind o metodă de siguranță comună pentru monitorizarea pe care trebuie să o aplice administratorii de infrastructură după primirea unui certificate de siguranță sau a unei autorizații de siguranță precum și entitățile responsabile cu întreținerea;
- Regulamentul(UE) nr. 445/2011 al Comisiei din 10 mai 2011 privind un sistem de certificare a entităților responsabile cu întreținerea vagoanelor de marfă și de modificare a Regulamentului(UE) nr. 653/2007;
- Norma privind acordarea autorizațiilor de siguranță administratorului/gestionarilor de infrastructură feroviară din România aprobată prin OMT 101/2008;

- Legea nr.55/2006 privind siguranța feroviară;
- Regulamentul de Exploatare Tehnică Feroviară nr.002 aprobat prin Ordinul MLPTL nr.1186 din 29.08.2001;
- Regulamentul de remorcare și frânare nr.006/2005 aprobat prin Ordinul nr.1815 din 26.10.2005;
- Instrucțiuni pentru activitatea personalului de locomotivă în transportul feroviar nr.201/2006;
- Instrucțiuni privind revizia tehnică și întreținerea vagoanelor în exploatare nr. 250/2005;
- Norma tehnică feroviară "Vehicule de cale ferată. Prescripții tehnice pentru repararea cadrelor de boghiuri ce echipează vagoanele de marfă și călători nr. 81-005:2006", aprobată prin OMTCT 1404/27.07.2006;
- Ordinul nr.1260/2013 privind examinarea medicală și psihologică a personalului cu responsabilități în siguranța circulației;
- Ordinul MT nr.256/29.03.2013 pentru aprobarea normelor privind serviciul continuu maxim admis pe locomotivă, efectuat de personalul care conduce și/sau deservește locomotive în sistemul feroviar din România;
- Ordinul nr. 2262/2005 privind autorizarea personalului cu responsabilități în siguranța circulației care urmează să desfășoare pe propria răspundere activități specifice transportului feroviar;
- Ordinul MTI nr.815/2010 din 12 octombrie 2010 pentru aprobarea Normelor privind implementarea și dezvoltarea sistemului de menținere a competențelor profesionale pentru personalul cu responsabilități în siguranța circulației și pentru alte categorii de personal care desfășoară activități specifice în operațiunile de transport pe căile ferate din România și pentru actualizarea Listei funcțiilor cu responsabilități în siguranța circulației, care se formează - califică, perfecționează și verifică profesional periodic la CENAFER;
- Instrucția de întreținere a căii nr. 300/2003;
- Instrucția pentru fixarea termenelor și a ordinei în care trebuie efectuate reviziile căii nr.305/1997;
- Instrucția de norme și toleranțe pentru construcția și întreținerea căii - linii cu ecartament normal - nr.314/1989;
- Instrucțiuni pentru restricții de viteză, închideri de linii și scoateri de sub tensiune nr.317/2004;
- Îndrumătorul pentru folosirea vagoanelor și cărucioarelor de măsurat calea vagoanelor de măsurat calea nr.329/1966;
- Prescripții tehnice privind măsurarea uzurilor verticale și laterale a șinelor de cale ferată/1987;
- Norme de timp pentru lucrările de întreținere curentă și reparația periodică a liniilor de cale ferată normala - ediția 1990;
- Proceduri din cadrul SMS al CNCF „CFR” SA;
- Proceduri din cadrul SMS al SNTFM "CFR MARFĂ" SA.

surse și referințe

- declarațiile salariaților implicați în producerea accidentului feroviar;
- fotografii efectuate la locul producerii accidentului feroviar;
- acte, documente - copii conform cu originalul;
- corespondență realizată între comisia de investigare și agenții economici implicați.

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

Deraierea a avut loc pe pasajul inferior peste Bulevardul Petrochimistilor din municipiul Pitești, la km 2+090 și a constat în escaladarea flancului activ al ciupercii șinei de către roțile din partea dreaptă, în sensul de mers al trenului, ale primului boghiu al vagonului numărul 82537883589-6, rularea pe suprafața superioară a ciupercii șinei și căderea acestora în exteriorul căii, având drept consecință

căderea roților din partea stângă ale boghiului în interiorul căii. Vagonul a circulat astfel circa 1700m și a avut ca efect distrugerea sau avarierea mai multor elemente constructive ale căii (traverse, material de prindere, piese aparate de cale, instalații SCB). Pasajul se află în curbă cu raza de 295 m, deraierea având loc pe curba circulară cuprinsă între km 1+540 și km 2+224.

Punctul în care a fost identificată prima urmă de deraiere, pe firul drept în sensul de mers al trenului, a fost notat cu "0".

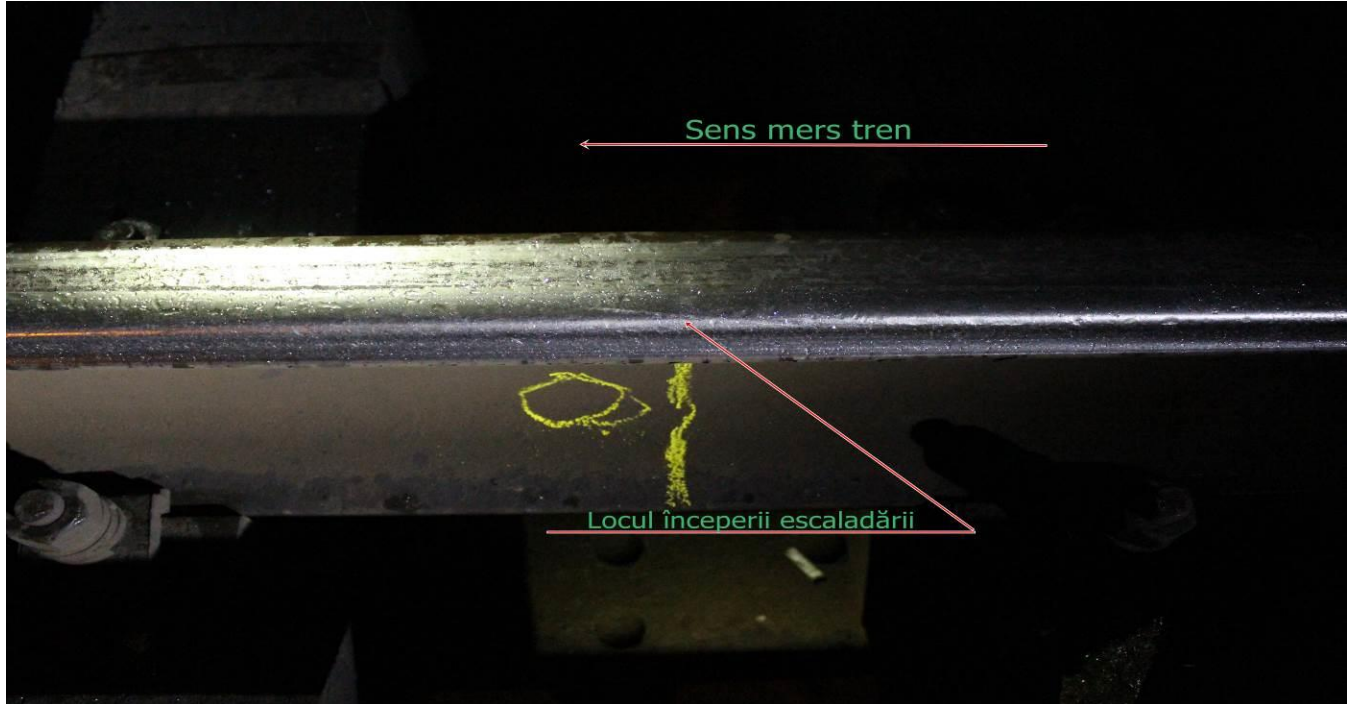


Foto 7,8: punctul 0

Din acest punct roata începe să părăsească ciuperca șinei spre exteriorul căii, parcurge circa 30cm pe ciuperca șinei și cade în exteriorul căii, fiind urmată de cea de-a doua roată din partea dreaptă a

boghiului. Pe partea opusă, roțile corespundente rulează pe o traiectorie către interiorul căii și cad între cele două fire aproximativ concomitent cu roțile de pe partea dreaptă.

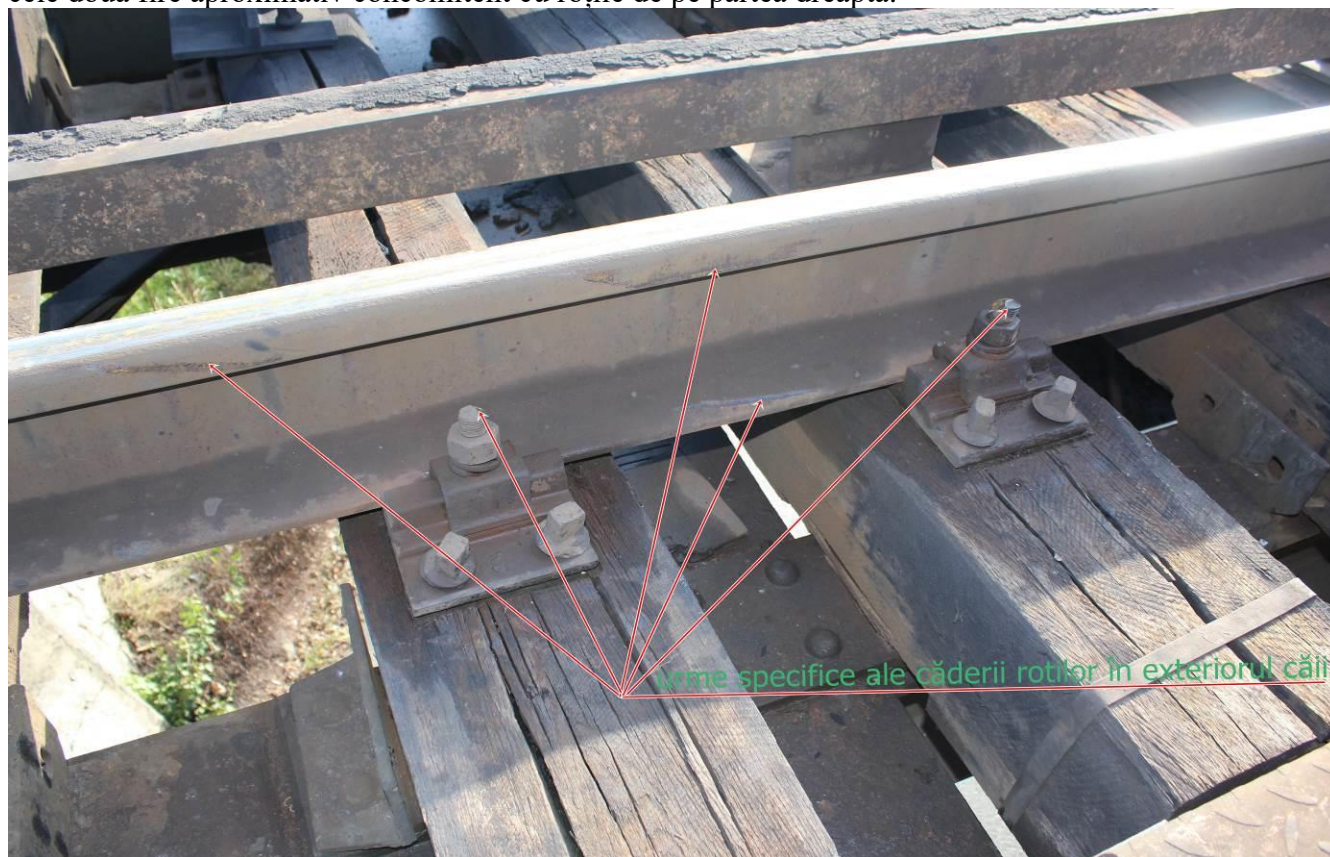


Foto 9: zona căderii roților din partea dreaptă în exteriorul căii

Cu boghiul astfel deraiat, vagonul a parcurs circa 1700m, până la frânarea și oprirea trenului.

Curba pe care a avut loc accidentul prezenta următoarele caracteristici: AR: km 1+470, RC: km 1+540, CR: km 2+224, RA: km 2+294, R=295m, s=10mm, h=100mm, CCJ, șină tip 65, traverse de lemn, beton precum și grinzi de pod, prindere indirectă tip K. Pe zona producerii accidentului existau grinzi de pod cu dimensiunile 24x24x250cm.

S-au numerotat grinzi de pod cu G₀-G₈, începând cu zona punctului "0" (aceasta se afla între grinzi G₀ și G₁), în sens invers deplasării trenului, până la capătul X al pasajului și s-au vizualizat, concluzionându-se următoarele:

- grinda G₀ – în stare generală bună, prindere completă;
- grinda G₁ – crăpături longitudinale fără afectarea prinderilor, un tirfon lipsă;
- grinda G₂ – în stare generală bună, prindere completă;
- grinda G₃ – în stare generală bună, prindere completă;
- grinda G₄ – crăpături longitudinale fără afectarea prinderilor, prindere completă;
- grinzi G₅-G₈ – dispuse în evantai, nu se poate asigura constructiv prinderea la toate grinzi pe firul interior (stâng), grinda G₅ prezenta crăpături longitudinale;
- lipsa majoritatea buloanelor orizontale de fixare a grinzilor de structura metalică a pasajului.

De asemenea, s-au numerotat cu G₁' -G₃' 3 grinzi aflate după punctul "0" și s-au vizualizat, nu au existat probleme deosebite la acestea.



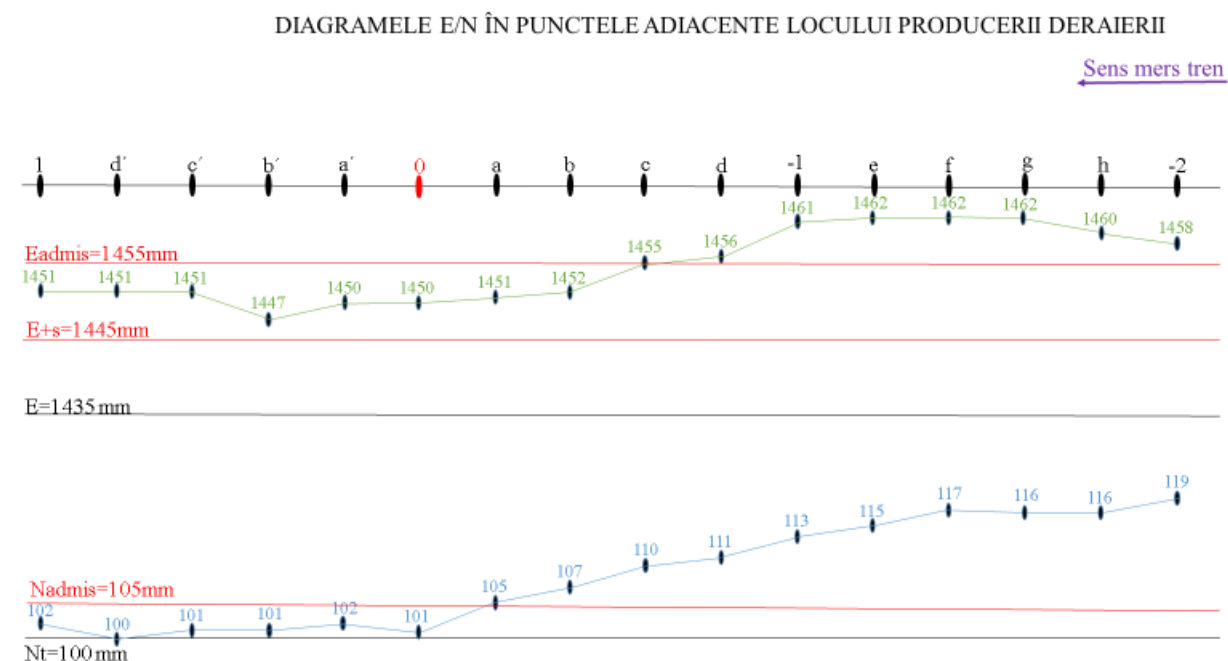
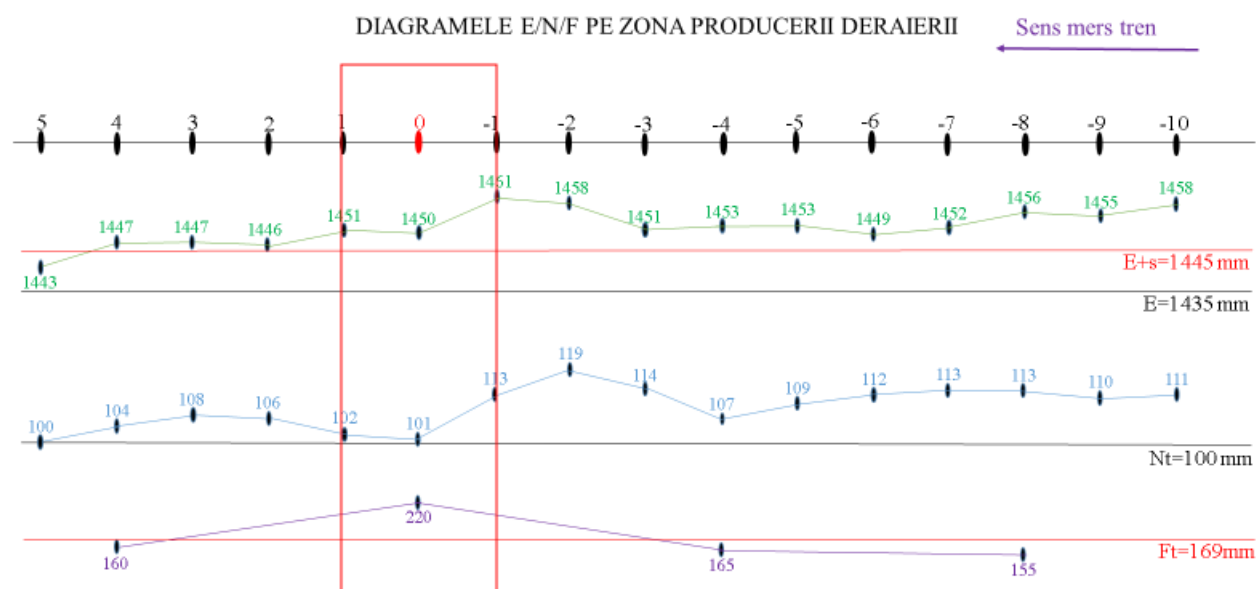


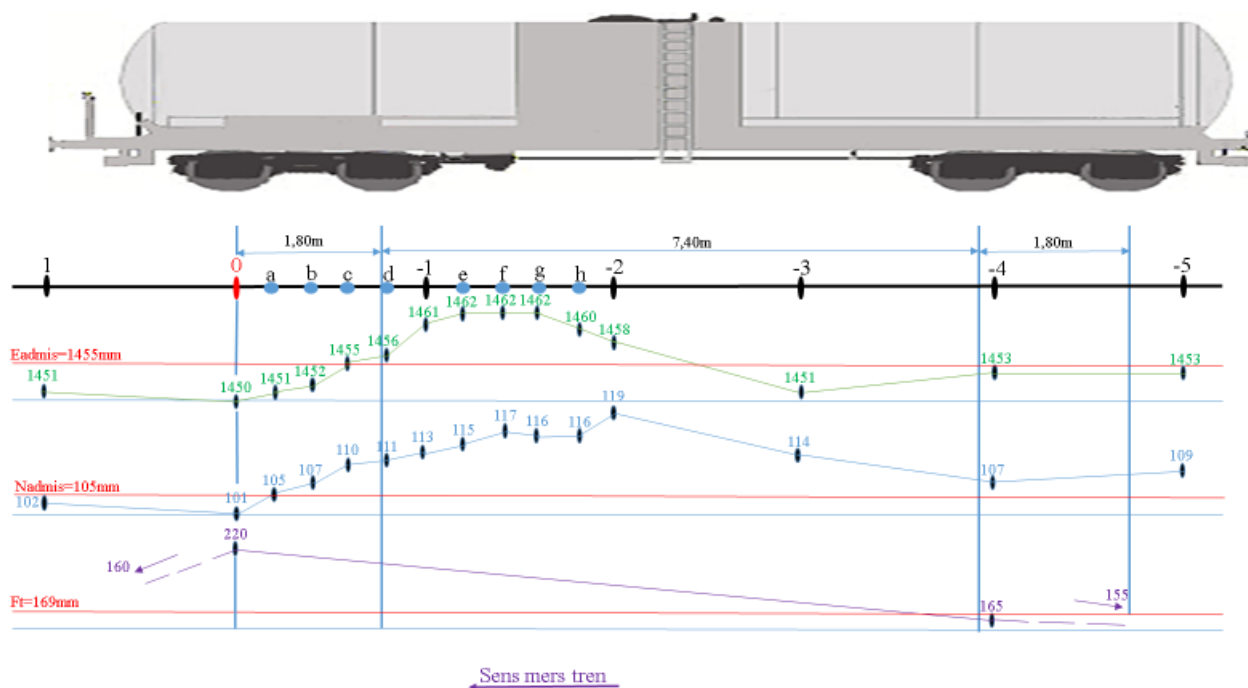
Foto 10,11,12: grinzile G₀-G₈

Grinzile de pod erau precedate de traverse de lemn normale pe terasamentul căii.

Măsurători efectuate la linie în zona deraierii

Din punctul 0, în sens invers circulației trenului, s-au pichetat 10 puncte, din 2,5 în 2,5m, numerotate de la -1 la -10 iar din punctul 0 în sensul circulației trenului s-au pichetat 5 puncte numerotate de 1 la 5. De asemenea, din punctul 0 până la punctul -2 s-au materializat, din 0,5 în 0,5m, picheți intermediari notați de la a la h iar din punctul 0 până la punctul 1 s-au materializat picheți intermediari notați de la a' la d'. În acești picheți s-au efectuat măsurători în regim static, cu tiparul de măsurat calea aparținând Secției L1 Pitești, la ecartament și nivel, de asemenea s-au măsurat săgețile curbei pe zona producerii deraierii cu coarda de 20m, reprezentarea grafică a acestora fiind următoarea:





Figurile 4,5,6: diagramele E/N/F pe zona accidentului

În urma acestor măsurători comisia a concluzionat următoarele:

- existența în punctul "0" a unui defect de direcție a căii (cot) dat de diferența de 55mm dintre valorile săgeților vecine măsurate "-4" și "0" peste toleranța admisă de 25mm, așa cum prevede *Instrucția de norme și toleranțe pentru construcția și întreținerea căii - linii cu ecartament normal - nr.314/1989, Cap. I, Art.7, lit. B, pct.1.*;
- o depășire a toleranței de 2mm/m, admise la abaterea ecartamentului în exploatare, așa cum prevede *Instrucția de norme și toleranțe pentru construcția și întreținerea căii - linii cu ecartament normal - nr.314/1989, Cap. I, Art.1, pct. 14.1, lit. c).* Astfel, între punctul "-1" și punctul intermediar "c", aflate la distanța de 1m, exista o variație a ecartamentului de 6mm/m, între punctele intermediare "c" și "a" aflate de asemenea la distanța de 1m exista o variație a ecartamentului de 5mm/m, iar între punctele "-1" și "0", aflate la distanța de 2,5m, există o variație medie a ecartamentului de 4,4mm/m;
- o depășire a toleranțelor de 5mm/m, admise la nivelul transversal măsurat pe liniile cu V_{max} mai mare ca 50km/h, așa cum prevede *Instrucția de norme și toleranțe pentru construcția și întreținerea căii - linii cu ecartament normal - nr.314/1989, Cap. I, Art. 7, lit. A, pct. 1*, cu valori cuprinse între 6mm (în punctul -10) și 14mm (în punctul -2);
- o depășire în puncte a toleranțelor de +5/-3mm, admise la ecartament, așa cum prevede *Instrucția de norme și toleranțe pentru construcția și întreținerea căii - linii cu ecartament normal - nr.314/1989, Cap. I, Art. 1, pct. 14.1, lit. c*, cu valoarea maximă de +6mm în punctul -1.

S-a analizat din punctul de vedere al variației nivelului transversal zona cuprinsă între punctele "0" (locul producerii escaladării) și "-1" (punctul premergător punctului "0", aflat la distanța de 2,5m), puncte între care s-a aflat boghiul II în momentul producerii escaladării, astfel:

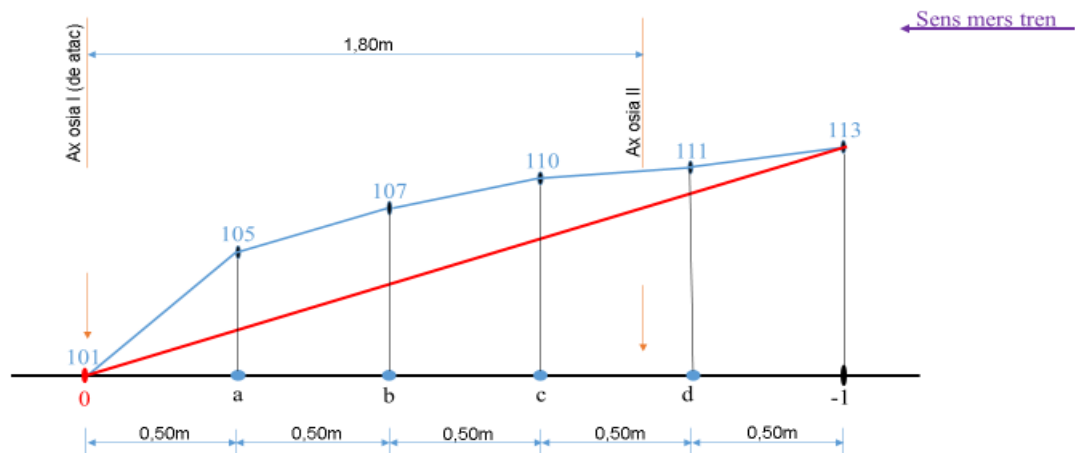


Figura 7: variația nivelului transversal între punctele 0 și -1

S-a observat o diferență de circa 10mm între valorile nivelului transversal existent între cele două fire transversale ale căii, măsurate între punctul 0 și punctul intermediar d, aflate la distanța de 2,00m (distanța dintre cele două osii fiind de 1,80 m), acest fapt conducând la o descărcare suplimentară de sarcină a osiei de atac, în regim dinamic.

S-a calculat rezultanta accelerațiilor transversale ce acționau asupra vehiculului în mișcare în punctul 0, astfel:

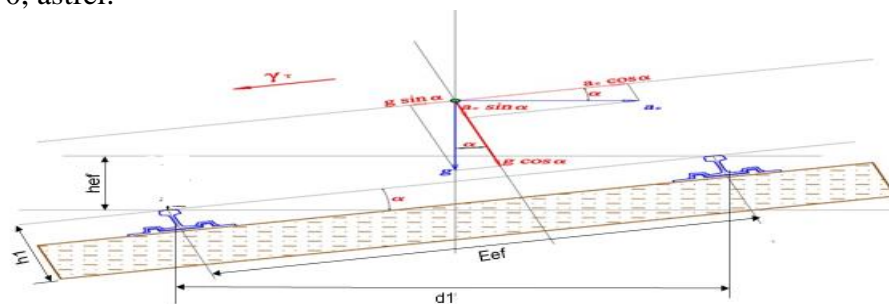


Figura 7: reprezentare grafică a accelerațiilor induse vehiculului în mișcare

Considerăm:

$g = 9,81\text{m/s}^2$ - accelerația gravitațională;

$E_{ef} = 1450\text{mm}$ – ecartamentul efectiv în pct. 0;

$h_{ef} = 101\text{mm}$ – supraînălțarea efectivă în pct. 0.

h_1 = distanța de la suprafața superioară a ciupercii șinei la talpa traversei $\approx 440\text{mm}$;

d_1 = distanța dintre axele celor două șine, măsurată pe orizontală $\approx 1500\text{mm}$;

$$\sin \alpha = h_1/d_1 = 440/1500 = 0,29 (\alpha \approx 17^\circ);$$

$$\cos \alpha = E_{ef}/d_1 = 1450/1500 = 0,96.$$

Putem face următoarele calcule și afirmații:

În punctul 0:

Având în vedere că, în momentul deraierii viteza de circulație a trenului a fost de circa 28 km/h, și raza efectivă calculată în acest punct a fost de 295m (pe curba circulară), se poate calcula accelerația centrifugă:

$$a_{c0} = v^2/13 \times R = 28^2/13 \times 295 = 0,20 \text{ m/s}^2$$

Calculând rezultanta accelerațiilor transversale \sqrt{T} în acest punct, rezultă

$$\sqrt{T_0} = a_{c0} \times \cos \alpha - g \times \sin \alpha = 0,20 \times 0,96 - 9,81 \times 0,29 = 0,19 - 2,84 = -2,65 \text{ m/s}^2$$

Rezultă că, în punctul 0 rezultanta accelerațiilor transversale a fost orientată spre interiorul curbei.

S-au efectuat măsurători ale uzurilor verticale și laterale ale ciupercii șinei în punctul 0 și în punctele adiacente, astfel:

Citire↓/Punct→	-2	-1	0	1
C_v	176	177	176	177
U_v	4	3	4	3
C_o	47	47	47	46

În conformitate cu prevederile *Prescripțiilor tehnice privind măsurarea uzurilor verticale și laterale a șinelor de cale ferată/1987*, Tabelul I, pentru șina tip 65, linii secundare cu viteza stabilită $V < 100$ km/h, citirea verticală limită admisă este $C_v = 162$ mm, fiindu-i corespondentă o uzură verticală limită admisă $U_v = 18$ mm. În Tabelul VII (pentru șina tip 65), la o citire $C_v = 176$ mm este admisă o citire orizontală limită $C_o = 49$ mm. Întrucât citirile înregistrate la măsurătorile efectuate pe zona producerii accidentului sunt mai mari decât cele limită admise, se poate trage concluzia că uzurile verticale și laterale ale șinei nu au putut influența producerea deraierii.

S-au efectuat măsurători ale rosturilor de dilatație la capetele panoului implicat în accident, s-au înregistrat următoarele valori:

$$R_{dr} = (10,7) \text{ mm};$$

$$R_{stg} = (7,1) \text{ mm}.$$

În conformitate cu prevederile *Instrucției de norme și toleranțe pentru construcția și întreținerea căii - linii cu ecartament normal - nr.314/1989*, Tabelul 12, mărimea rostului de montaj pentru șine cu o lungime de 25m, prindere indirectă, temperatura de 8-10°C, este de 10mm. Toleranțele în acest caz, conform prevederilor aceleiași instrucții, sunt +4/-1mm. Deși avem unele rosturi în afara toleranțelor admise, comisia a concluzionat că dimensiunile acestora nu puteau influența producerea deraierii.

C.5.4.2. Date constatate cu privire la instalațiile feroviare

Instalațiile SCB

În urma accidentului au fost înlocuite 2 inductoare autostop, un set de bare reglabile echipate EM5 și un set de liniare control.

Instalațiile liniei de contact IFTE

Nu a fost cazul.

C.5.4.3. Date constatate la funcționarea materialului rulant și a instalațiilor tehnice ale acestuia

Constatări privind locomotiva DA1350 care a remorcat trenul de marfă nr.31700-1

- instalația de control punctual al vitezei trenului (INDUSI) era în funcție și sigilată;
- instalația de siguranță și vigilență (DSV) era în funcție și sigilată;

- instalațiile de frână automată și directă erau în stare bună de funcționare;
- stația radio-telefon funcționa corespunzător;
- aparatele de ciocnire și legare erau corespunzătoare;
- compresorul de aer funcționa normal;
- manometrele de aer erau în stare normală, verificate metrologic.

Constatări efectuate în urma analizării datelor furnizate de instalația IVMS în funcție:

Din analiza diagramei instalației IVMS a locomotivei DA1103, pentru intervalul de remorcare al trenului de marfă nr.31700-2 cuprins între stația Golești, și locul opririi acestuia, pe linia III directă a stației Bradu de Sus, au rezultat următoarele:

- trenul a plecat din stația Golești la ora 16:38, ajungând, după parcurgerea a 2184m la viteza de 40km/h;
- trenul a redus treptat viteza și după o distanță de 624m a ajuns la 26km/h (proba de eficacitate);
- de la această viteză, într-o distanță de 2132m, viteza crește la 29km/h, pentru ca apoi, în 1092m, să scadă la 21km/h;
- viteza trenului a scăzut în continuare de la 21km/h la 13km/h pe o distanță de 624m urmată de o scădere mai accentuată a acesteia, de la 13km/h la 0km/h pe o distanță de 390m, oprind în stația Bradu de Sus.

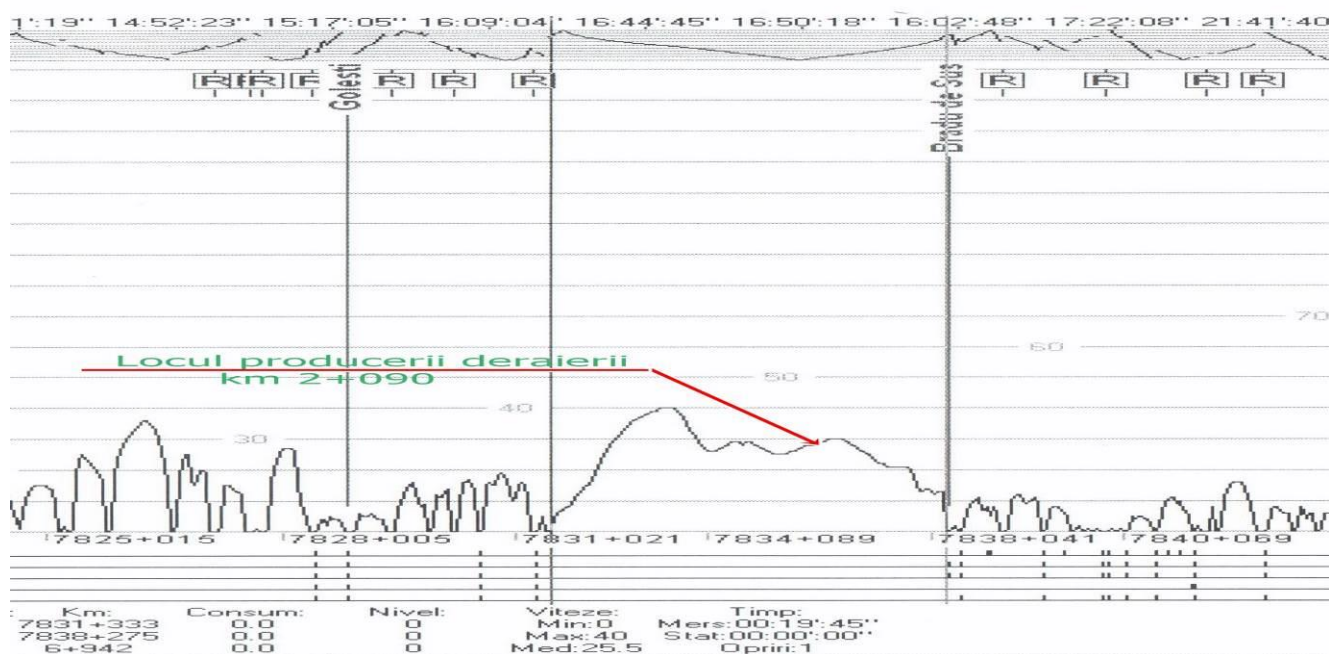


Figura 8: diagrama IVMS cu vitezele trenului înainte de producerea accidentului

S-a constatat astfel, că la momentul producerii deraierii viteza de deplasare a trenului era de circa 28 km/h.

C.5.4.4. Date constatate la vagoane

Constatări efectuate la vagonul 82537883589-6, după producerea accidentului:

- schimbătoarele de regim „Marfă – Persoane” și „Gol – Încărcat” de la toate vagoanele se aflau în poziții corespunzătoare stării vagonului;
- frâna automată se afla în acțiune;

- saboții de frână au fost găsiți în limitele de uzură admise de Instrucția nr.250/2005;
 - la primul boghiu în sensul de mers saboții de frână de la roțile 5-8 erau căzuți ca urmare a deplasării vagonului în stare deraiată;
 - cârligul de tracțiune dintre acest vagon și ultimul vagon din compunerea trenului era rupt (ruptură nouă);
 - rozetele conducătoare deformate în ambele părți ale vagonului;
 - levierul axelor triunghiulare de la boghiul cu roțile 5-8 aveau lipsă buloanele de prindere de pe lonjeronii intermediari;
 - tamponul din partea din stângă-spate avariata;
 - frâna de mână avariata;
 - etrierul de siguranță rupt;
 - glisiera superioară a boghiului II (roțile 5-8) , partea stângă în sensul de mers, călca pe lonjeron, fiind în contact și cu glisiera inferioară;
 - plăriile arcurilor de pe ambele părți aparținând roților 7-8 erau în contact cu reazemul boghiului;
 - plăcuța manganoasă de la roata 8 ruptă (ruptură nouă);
 - existau urme de lovire pe suprafața de rulare a tuturor roților.
- Vagonul a fost notificat cu notificare albă cu dungă roșie.

Constatări efectuate la vagonul deraiat în atelierul de reparații:

La data de 19.12.2017, la SNTFM "CFR MARFĂ" SA- CIRV – Revizia de Vagoane Craiova-Post Revizie Golești, a fost introdus și ridicat pe vinciuri vagonul deraiat, cu numărul 82537883589-6, în scopul efectuării următoarelor măsurători și verificări:

1. Măsurători:

- măsurarea elementelor geometrice ale profilului roților deraiate (cota qR, înălțimea și grosimea buzei bandajului, diametrul roților deraiate etc);
- măsurarea ecartamentului osiilor și a distanței dintre fețele interioare ale roților;
- măsurarea înălțimii centrelor tampoanelor, lungimii tampoanelor și distanței între axele tampoanelor;
- măsurarea jocul însumat între pietrele de frecare de pe ambele părți ale boghiului;

2. Verificări:

•la boghiul II (roțile 5-8):

- glisiera inferioară stânga prezenta urme de lucru;
- Suportul pietrei de frecare deformat și rupt din sudură;
- deformații locale ale lonjeronului boghiului cauzate de frecarea cu glisiera superioară;
- glisiera superioară stânga prezenta o uzură de 6-7mm uniformă, pe toată suprafața;
- traversa crapodinei inferioare deformată, fiind sub nivelul glisierii inferioare cu 2-3mm;
- crapodina superioară și inferioară corespunzătoare;
- placă poliamidă corespunzătoare;
- glisieră superioară și inferioară partea dreaptă cu urme de lucru;
- traversă crapodină sub glisiera inferioară dreapta deformată (înfundată în jos) ;
- **pălăriile arcurilor R7 și R8 în contact cu cadrul boghiului (reazem) – Foto 13,14;**
- cepii pălăriilor și a reazemelor prezintă urme de lovire;
- glisiera superioară stânga cu uzură de 6-7 mm uniformă pe toată suprafața.

•la boghiul I (roțile 1-4):

- glisieră inferioară stânga cu urme normale de lucru;
- glisieră superioară stânga cu uzură mai accentuată decât cea inferioară
- suport piatră frecare înfundat în traversa crapodină partea stângă
- uzură în glisiera superioară stânga de 7 mm.

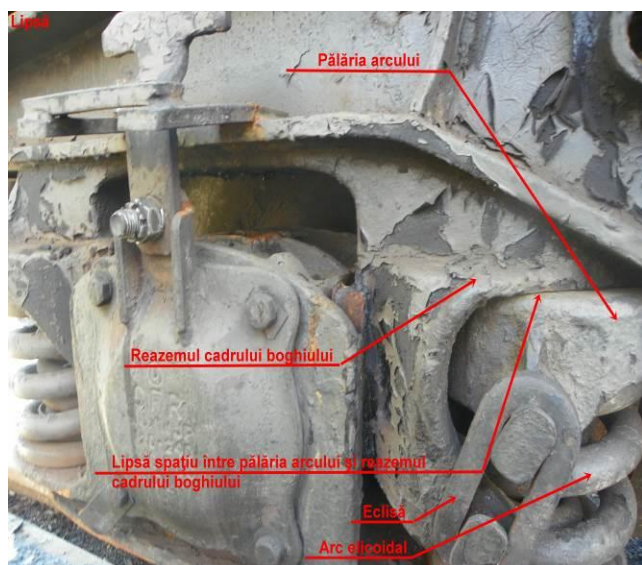


Foto 13: amortizor Lenoir R7 - boghiul nr. 2



Foto 14: amortizor Lenoir R8 - boghiul nr. 2

La data de 15.03.2018, la același Post de Revizie s-a dispus reverificarea vagonului, astfel:

1. S-au măsurat eclisele la interior unde s-au găsit valorile la R7 – 31,6-32,4/93,5-10,5 mm și la R8 – 31,4-33/97-98,5 mm (eclisă nouă – 30,5/103 mm).
2. S-au măsurat cepii de la pălăriile arcurilor și cadrul boghiului (reazem) unde s-au găsit valorile \varnothing 30/28-29,5 mm.

C.5.5. Interfața om-mașină-organizație

C.5.5.1. Timp de lucru aplicat personalului implicat

Personalul de locomotivă, care a condus și deservit locomotivele DA 1350 și DA 1103 ce au remorcat trenul de marfă nr.31700-1 din data de 13.12.2017, a luat în primire trenul la ora 19³⁰, în stația CFR Golești. Până la producerea accidentului feroviar, personalul de locomotivă a efectuat serviciu 1 oră și 45 de minute, această durată de timp încadrându-se în limitele admise de prevederile Ordinului MT nr.256 din 29 martie 2013.

C.5.5.2. Circumstanțe medicale și personale cu influență asupra accidentului

Personalul implicat în circulația trenului de marfă nr.31700-1 din data de 13.12.2017, deținea permise de conducere și autorizații valabile, fiind totodată declarat apt din punct de vedere medical și psihologic pentru funcția deținută, conform avizelor emise.

De asemenea, personalul responsabil cu mentenanța infrastructurii feroviare pe linia 102 Ramificația Golești-Bradul de Sus deținea, în conformitate cu prevederile OMTCT 2262/2005, autorizații de exercitare pe proprie răspundere a funcției valabile, fiind totodată declarat apt din punct de vedere medical și psihologic pentru funcția deținută, conform avizelor emise.

C.6. Analiză și concluzii

C.6.1. Concluzii privind starea tehnică a infrastructurii feroviare

Constatări referitoare la activitatea de întreținere a căii

În urma verificărilor și măsurărilor efectuate pe zona producerii accidentului, s-au constatat unele defecte ale geometriei căii în plan. Astfel, în punctul "0", s-a constatat un defect de direcție a căii (cot) pe ambele fire. De asemenea, în zona cuprinsă între punctele "-1" și "0" s-a constatat o depășire a abaterilor admise la variația ecartamentului în exploatare, precum și o depășire în puncte a toleranțelor admise la nivelul transversal prescris. Aceste neconformități sunt prezentate detaliat în Capitolul C.5.4.1. Date constatate cu privire la linie.

Ultimele lucrări efectuate în această zonă s-au realizat în datele de 25 ianuarie 2017 (rectificat ecartament la km 2+000-2+150) și 07 iulie 2017 (rectificat nivel la joante km 2+100-2+300).

Constatări referitoare la verificarea căii cu căruciorul de măsurat calea (CMC)

În urma ultimei măsurători efectuate cu CMC pe linia curentă 102 Ramificație Golești-Bradul de Sus a rezultat un defect de gradul 3 (L3), la km 1+910, neremediat la data producerii accidentului.

Constatări referitoare la activitatea de revizie și verificare a stării căii

Cu ocazia procesului de investigare comisia a constatat că în cursul anilor 2016 și 2017, la nivelul Districtului 2 Pitești au fost efectuate revizii și verificări ale liniilor, lucrărilor de artă și aparatelor de cale, în conformitate cu prevederile *Instrucției privind fixarea termenelor și a ordinei în care trebuie efectuate reviziile căii* nr.305/1997.

S-a măsurat curba implicată în producerea accidentului la E/N/S conform prevederilor Fișei nr. 4, art. 8 din *Instrucția* 305/1997, s-a întocmit diagrama săgeților din care a reieșit defecțiunea de direcție mai sus menționată, fără a se lua măsuri concrete de remediere.

În notele de constatare întocmite în urma reviziilor efectuate nu sunt consemnări referitoare la zona producerii accidentului.

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

C.6.2.1 Concluzii privind starea tehnică a locomotivei trenului

Având în vedere mențiunile consemnate în capitolul C.5.4.3. - *Date constatate la funcționarea materialului rulant și a instalațiilor tehnice ale acestuia*, se poate afirma că starea tehnică a locomotivei nu a influențat producerea accidentului.

C.6.2.2 Concluzii privind starea tehnică a vagoanelor

Având în vedere mențiunile consemnate în capitolul C.5.4.3. - *Date constatate la funcționarea materialului rulant și a instalațiilor tehnice ale acestuia*, se poate afirma că starea tehnică a vagonului nr. 82537883589-6, implicat în deraiere, a putut favoriza, în condițiile existenței unor defecte ale suprastructurii căii pe acea zonă, producerea accidentului. Astfel, în urma verificărilor efectuate la atât pe teren cât și în atelierul de reparații, s-au constatat amotizoarele Lenoir ineficace la roțile 7 și 8 ale acestuia. Acest fapt a condus la transformarea ansamblului osie-suspensii într-o structură rigidă, fără posibilitatea preluării presiunilor dinamice transmise asupra boghiului în urma deplasării pe o cale de rulare cu unele defecte locale, ducând astfel la o creștere a valorii forțelor verticale ce acționau asupra roților.

C.6.3. Analiza modului de producere a accidentului

Având în vedere constatările și măsurătorile efectuate la suprastructura căii respectiv asupra materialului rulant implicat, în speță vagonul nr. 82537883589-6, după producerea accidentului, precum și mărturiile salariaților cu rol în asigurarea mentenanței suprastructurii căii, prezentate în capitolele C.5.1. *Mărturiile personalului implicat*, C.5.4.1. *Date constatate cu privire la linie* C.5.4.3. *Date constatate la funcționarea materialului rulant și a instalațiilor tehnice ale acestuia*, se poate afirma că starea tehnică atât a suprastructurii căii cât și a vagonului implicat au favorizat producerea deraierii.

Din analiza acestora, comisia de investigare a concluzionat că dinamica producerii accidentului a fost următoarea:

La înscrierea în curba cu deviație stânga în sensul de mers al trenului, pe pasajul inferior având axul la km 2+100, la km 2+090, pe curba circulară, roata de atac din partea dreaptă (R8) a vagonului nr. 82537883589-6 (al 25-lea în compunerea trenului) s-a cățarat cu buza bandajului pe umărul activ al ciupercii șinei, a rulat pe suprafața superioară a acesteia circa 140cm și a căzut în exteriorul căii, fiind urmată pe aproximativ aceeași traiectorie, în dinamica accidentului, de cea de-a doua roată din partea dreaptă a boghiului (roata R6). Pe partea opusă, roțile din stânga ale primului boghiu au părăsit de asemenea ciuperca șinei, căzând în interiorul căii.

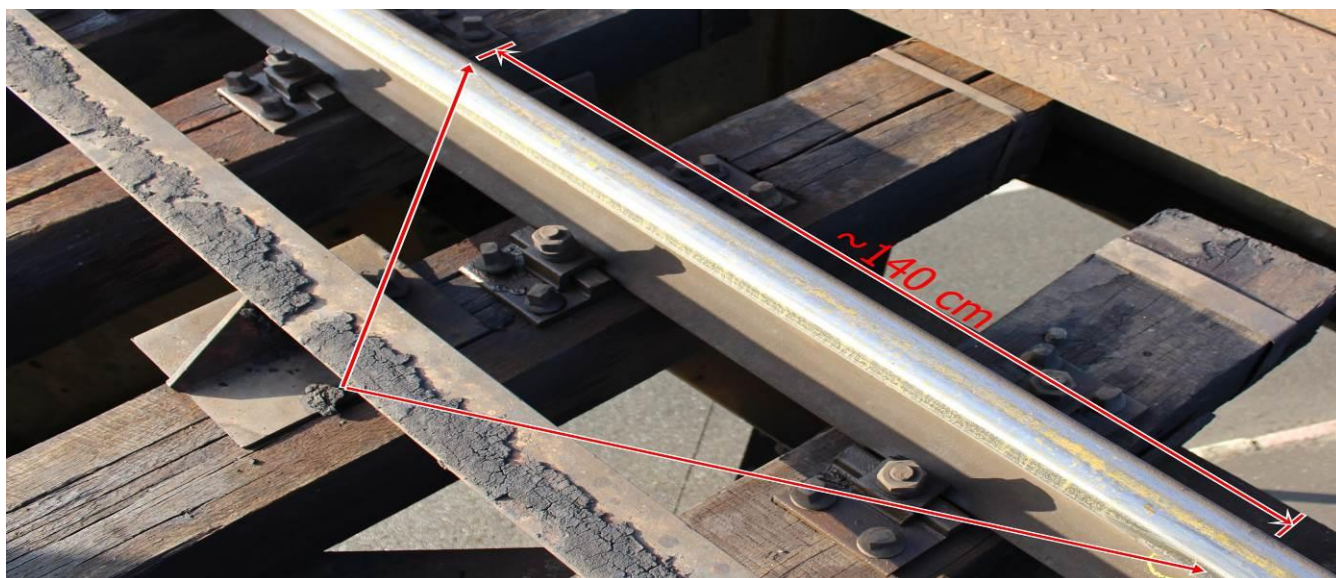


Foto 15: parcursul roții pe suprafața superioară a șinei

Cu vagonul astfel deraiat, trenul și-a continuat deplasarea către stația Bradu de Sus, afectând suprastructura căii (traverse, material mărunț de cale) pe circa 1700m, până la intrarea pe schimbătorul de cale nr.3 (parte din breteaua 1-3-5/9-7) al stației Bradu de Sus. Aici, vagonul deraiat a lovit capacul motorului de acționare a schimbătorului, deformându-l, a rupt traversele de lemn speciale din cuprinsul schimbătorului precum și o aripă a inimii schimbătorului, oprindu-se la circa 32m de călcâiul acestuia, în cuprinsul TJD 5/9.



Foto 16: parte din pagubele produse la schimbătorul de cale nr. 3

Suprastructura căii în zona producerii accidentului prezenta următoarele caracteristici:

- pasaj inferior având deschiderea 2x19,30m, structură metalică;
- cale sus, în curbă, CCJ, șină tip 65 (panouri de 25m), prindere indirectă tip K, grinzi speciale de pod 24x24x250cm;
- curba avea raza $R=295m$, supralărgire $s=10mm$, supraînălțare $h=100mm$;
- în profil longitudinal, traseul prezenta o declivitate $\text{‰} = 14,60$, rampă în sensul de mers al trenului.

Analizând toate datele și informațiile de la fața locului precum și cele ulterioare, comisia a stabilit faptul că escaladarea a putut avea loc în următoarele condiții:

► o suprastructură ce prezenta defecte locale cu rol în amplificarea factorilor dinamici ce acționează asupra unui material rulant în mișcare;

► o viteză de circulație în curbă și o supraînălțare care au condus la o rezultantă negativă (orientată spre interiorul căii) a accelerațiilor ce acționează asupra vehiculului, fapt ce a condus la descărcarea parțială de sarcini a roților din partea dreaptă (în sensul de mers al trenului), roți care rulau pe firul exterior al curbei;

► un vagon cu probleme la sistemul de suspensii, cauzate de existența și menținerea în exploatare a 2 amortizoare Lenoir ineficace la roțile de atac R7 și R8, fapt ce a condus la creșterea forțelor verticale transmise asupra vehiculului în mișcare.

Toate aceste neconformități suprapuse au avut rolul de a conduce la pierderea stabilității boghiului înscris în curbă și drept consecință escaladarea ciupercii șinei de către roata atacantă, așa cum a fost descrisă anterior.

C.6.4. Observații suplimentare

Cu ocazia desfășurării acțiunii de investigare au fost identificate nereguli la nivelul administratorului infrastructurii, care nu au relevanță asupra cauzelor producerii acestui accident:

- notele de constatare întocmite cu ocazia controalelor ierarhice la nivelul districtelor L nu își ating scopul, măsurile stabilite în urma acestor controale sunt de cele mai multe ori nerealizabile la nivel de subunitate, intrând în contradicție cu anumite prevederi din PO SMS 0-4.04, parte a SMS-ului implementat la nivelul companiei. De asemenea, notele întocmite nu sunt înaintate spre luare la cunoștință conducerii Sucursalei Regionala CFR Craiova.

D. CAUZELE PRODUCERII ACCIDENTULUI

D. ACCIDENT CAUSES

D.1. Direct cause

The direct cause of the accident is the overclimbing of the exterior rail of the curve by the guiding wheel (on the right side in the train running direction) from the wagon no. 82537883589-6, following the increase of the ratio between the guiding force and the load acting on that wheel, so exceeding the derailment stability limit.

The increase of the ratio between the guiding force and the load acting on the guiding wheel happened following the load transfer of the right wheel from the guiding axle and the increase of the lateral force (guiding) on this wheel.

Contributing factors

1. the factors contributing to the partial vertical transfer of the load of the guiding wheel:
 - inefficient Lenoir link friction at the wheels R7 and R8 (guiding axle) – the caps of the suspension springs were in contact with the bogie chassis;
 - a. a difference of 10 mm (the intermediary point „d” higher) found at the cross level between those two rails of the track, measured in the points marked with „0” and „d”, situated at 2,00m; that distance is relatively close to the distance between the axles of the leading bogie (1,8m) of the wagon no. 82537883589-6, it leading to the increase of the vertical loads acting on the wheels on the cross-over right back-left front and to the partial transfer of the vertical loads acting on the wheels of the another cross-over (right front – left back);
 - negative lateral accelerations existing in the derailment area.
2. Factors contributing to the increase of the lateral force (guiding one):
 - exceeding of the tolerances accepted for the values of the close track deflections measured on the circular curves with 20 m chord;
 - exceeding of the tolerances accepted at the gauge variations, in operation.

D.2. Underlying causes

- infringement of the provisions from Table 3 of „*Instructions on the technical inspection and maintenance of wagons in operation no. 250/2005*” with reference to the inefficient Lenoir friction link;
- infringement of the provisions from chapter I, art.7, letter B, point 1 from „*Instruction of norms and tolerances for the track construction and maintenance for lines with standard gauge no.314/1989*”, with reference to the tolerances accepted for the close track deflections in the circular curves measured in the middle of 20m chord;
- infringement of the provisions from chapter I, art.7, letter A, point 1 from „*Instruction of norms and tolerances for the track construction and maintenance for lines with standard gauge no.314/1989*”, with reference to the tolerances accepted for the cross level prescribed for one rail against the another one.

D.3. Root cause

- non-application of all provisions of the operational procedure code PO SMS 0-4.07 „Meeting with the technical specifications, standards and requirements relevant for whole life time of the lines in maintenance process” (including the annexes), part of the safety management system of the public railway infrastructure manager CNCF „CFR” SA, concerning the coordination of the line maintenance.
- infringement of some provisions from "Sheet of measurements for the risk prevention SMS", cod F 431-SMS-2, edition 2, revision 0, part of the safety management system of the railway freight undertaking SNTFM "CFR Marfă" SA, concerning the notification and removal from the train for wagons (that cannot be repaired within the train) with failures endanger the traffic.

E. MEASURES TAKEN

None.

F. SAFETY RECOMMENDATIONS

Safety recommendations

During the investigation, the commission found that both the management of the infrastructure manager, central and regional level, and the railway undertaking identify but did not record the risks generated by the non-performance of the line maintenance, respectively of the wagons kept, in order to dispose consequently the solutions and measures viable for keeping under control the derailment hazard.

So, if they have been completely applied their own procedures of the safety management system, as well as the provisions of the practice codes, part of SMS, the infrastructure manager should has been able to keep the technical parameters of the track geometry between the tolerances imposed by the railway safety, and the railway undertaking should have been able to take measures in case of failures at its wagons, preventing the occurrence of that accident.

Taking into account the presented issues, the investigation commission recommends ASFR to take care that:

1. public railway infrastructure manager:
 - revise "Own register of hazards";
 - re-assess the measures for keeping under control the risks generated by the non-performance of the line maintenance.
2. railway undertaking:
 - Revise "Own register of hazards";

- manage efficiently the risks generated by the non-performance of the maintenance at the own wagons, as well as by the keeping in operation of the wagons with failures, through the re-assessment of the measures for keeping them under control.

*

* *

Prezentul Raport de Investigare se va transmite Autorității de Siguranță Feroviară Română-ASFR, administratorului de infrastructură feroviară publică CNCF „CFR” SA, operatorului de transport feroviar de marfă SNTFM "CFR MARFĂ" SA.