



MINISTERUL TRANSPORTURILOR

AGENȚIA DE INVESTIGARE FERROVIARĂ ROMÂNĂ - AGIFER



RAPORT DE INVESTIGARE

Privind accidentul feroviar produs la data de 05.08.2016, în jurul orei 17:22, pe raza de activitate a Sucursalei Regionale de Căi Ferate Galați, linia 500, secția de circulație Mărășești – Buzău, linie dublă electrificată, între halta de mișcare Boboc și stația CFR Buzău, pe firul II de circulație la Km 135+680, prin apariția unui incendiu la locomotiva EA 818 (depoul Galați), aflată în remorcarea trenului de călători nr.5110, aparținând operatorului de transport feroviar de călători „CFR Călători” SA.



*Raport de investigare
Ediție finală
14 iulie 2017*

CUPRINS

	Pag.
A. PREAMBUL.....	3
<i>A.1. Introducere.....</i>	<i>3</i>
<i>A.2. Procesul investigației.....</i>	<i>4</i>
B. REZUMATUL RAPORTULUI DE INVESTIGARE.....	4
C. RAPORTUL DE INVESTIGARE.....	8
<i>C.1. Descrierea accidentului.....</i>	<i>8</i>
<i>C.2. Circumstanțele accidentului.....</i>	<i>10</i>
<i>C.2.1. Părțile implicate.....</i>	<i>10</i>
<i>C.2.2. Componența și echipamentele trenului.....</i>	<i>11</i>
<i>C.2.3. Descrierea echipamentelor feroviare implicate la locul producerii accidentului..</i>	<i>11</i>
<i>C.2.3.1. Linii</i>	<i>11</i>
<i>C.2.3.2. Instalații</i>	<i>11</i>
<i>C.2.3.3. Locomotiva</i>	<i>11</i>
<i>C.2.3.4. Vagoane</i>	<i>12</i>
<i>C.2.4. Mijloace de comunicare.....</i>	<i>12</i>
<i>C.2.5. Declanșarea planului de urgență feroviar.....</i>	<i>12</i>
<i>C.3. Urmările accidentului.....</i>	<i>12</i>
<i>C.3.1. Pierderi de vieți omenești și răniți.....</i>	<i>12</i>
<i>C.3.2. Pagube materiale.....</i>	<i>12</i>
<i>C.3.3. Consecințele accidentului în traficul feroviar.....</i>	<i>12</i>
<i>C.3.4. Consecințele accidentului asupra mediului.....</i>	<i>13</i>
<i>C.4. Circumstanțe externe.....</i>	<i>13</i>
<i>C.5. Desfășurarea investigației.....</i>	<i>13</i>
<i>C.5.1. Rezumatul mărturiilor personalului implicat.....</i>	<i>13</i>
<i>C.5.2. Sistemul de management al siguranței.....</i>	<i>15</i>
<i>C.5.3. Norme și reglementări. Surse și referințe pentru investigare.....</i>	<i>18</i>
<i>C.5.4. Funcționarea instalațiilor tehnice, infrastructurii și a materialului rulant...</i>	<i>19</i>
<i>C.5.4.1. Date constatate cu privire la linie.....</i>	<i>19</i>
<i>C.5.4.2. Date constatate cu privire la instalații.....</i>	<i>19</i>
<i>C.5.4.3. Date constatate la funcționarea materialului rulant și a instalațiilor tehnice ale acestuia.....</i>	<i>19</i>
<i>C.5.5. Interfața om mașină organizație</i>	<i>28</i>
<i>C.6. Analiză și concluzii.....</i>	<i>29</i>
<i>C.6.1. Analiza modului de producere a accidentului.....</i>	<i>29</i>
<i>C.6.2. Concluzii privind starea tehnică a suprastructurii căii.....</i>	<i>29</i>
<i>C.6.3. Concluzii privind starea tehnică a vehiculelor feroviare</i>	<i>35</i>
<i>C.6.3.1. Concluzii privind starea tehnică a locomotivei</i>	<i>35</i>
<i>C.6.3.2. Concluzii privind starea tehnică a vagoanelor din componența trenului ..</i>	<i>36</i>
D. CAUZELE ACCIDENTULUI.....	36
<i>D.1. Cauza directă</i>	<i>36</i>
<i>D.2. Cauze subiacente</i>	<i>36</i>
<i>D.3. Cauze primare</i>	<i>36</i>
E. RECOMANDĂRI DE SIGURANȚĂ	37

A. PREAMBUL

A.1. Introducere

Agenția de Investigare Feroviară Română – AGIFER, denumită în continuare AGIFER, desfășoară acțiuni de investigare a accidentelor/incidentelor feroviare, în conformitate cu prevederile din ***Legea nr.55/2006 privind siguranța feroviară*** coroborată cu ***HG nr.716/2015 privind organizarea și funcționarea AGIFER*** și cu ***HG nr.117/2010*** pentru aprobarea ***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***, denumit în continuare ***Regulament de investigare***.

Obiectivul acțiunii de investigare desfășurate de către AGIFER este îmbunătățirea siguranței feroviare și prevenirea accidentelor și a incidentelor feroviare.

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

A.2. Procesul investigației

În temeiul **art.19, alin.(2)** din ***Legea privind siguranța feroviară***, coroborat cu art.1 alin.(2) din HG nr.716/02.09.2015 și cu art.48 alin.(1) din ***Regulamentul de Investigare***, AGIFER, a deschis acțiunea de investigare și a constituit comisia de investigare pentru strângerea și analizarea informațiilor cu caracter tehnic, stabilirea condițiilor de producere, determinarea cauzelor și emiterea unor recomandări de siguranță în scopul prevenirii unor accidente similare și pentru îmbunătățirea siguranței feroviare.

Având în vedere Fișa de avizare nr.256/05.08.2016 a Revizoratului Regional de Siguranța Circulației din cadrul Sucursalei Regionale de Căi Ferate Galați, referitoare la accidentul feroviar produs la data de 05.08.2016, în jurul orei 17:22, pe raza de activitate a Sucursalei Regionale de Căi Ferate Galați, linia 500, secția de circulație Mărășești – Buzău, linie dublă electrificată, între halta de mișcare Boboc și stația CFR Buzău, pe firul II de circulație la Km 135+680, prin incendiul declanșat la locomotiva EA 818 (depoul Galați), aflată în remorcarea trenului de călători nr.5110, aparținând operatorului de transport feroviar CFR „CFR Călători” SA și luând în considerare faptul că evenimentul feroviar se încadrează ca accident în conformitate cu prevederile **art.7, alin.(1), lit.e** din ***Regulamentul de investigare***, AGIFER a decis deschiderea unei acțiuni de investigare.

Prin **Decizia nr.210/08.08.2016, Directorul General AGIFER** a numit comisia însărcinată să efectueze această investigare, astfel:

- **investigator principal** – Toader Eugen;
- investigator – Tudor Ciolacu;
- Investigator – Topor-Țvirco Cezar.

B. SUMMARY OF THE INVESTIGATION REPORT

Summary

On the 5th August 2016, at about 17:22 o'clock, in the railway county Galați, line 500, track section Mărășești – Buzău, electrified double-track line, between the railway stations Boboc and Buzău, on the track II, km 135+680, a fire burst into the locomotive EA 818 (engine shed Galați), hauling the passenger train no.5110, got by the railway passenger undertaking „CFR Călători” SA. *(Picture no.1)*

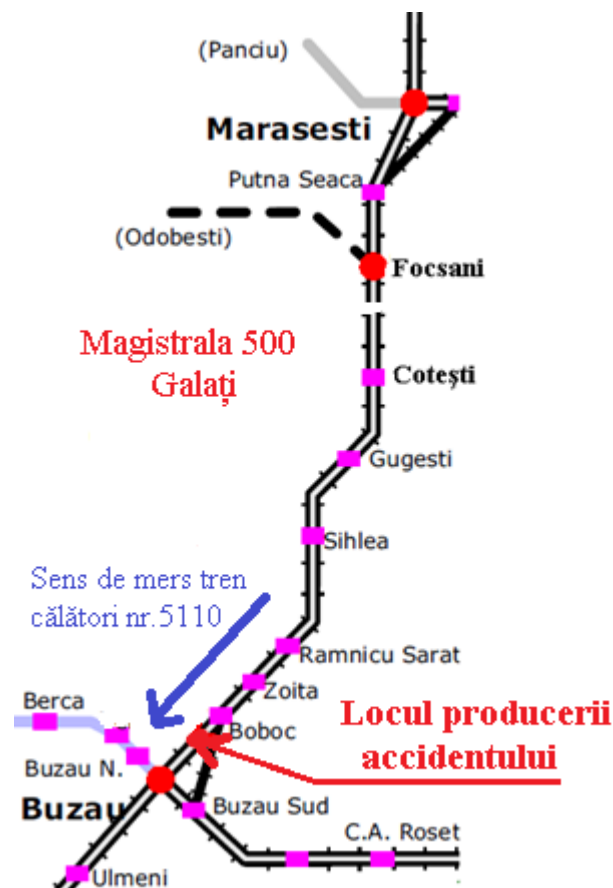


Fig. nr.1

The passenger train no.5110, hauled by the locomotive EA 818, consisting in 5 coaches, scheduled for running between Mărășești and Buzău, on the 5th August 2016, was dispatched from the railway station Boboc, at 17:18 o'clock. After about 4 minutes, the driver smelled burnt insulation. He opened the door to the engine room and found out a lot of smoke, when the power supply of the locomotive was cut off. He handled the driver cock on quick braking. The train was stopped at km 135+680. He tried to extinguish the fire with the extinguisher in house, but because high density of the smoke in the engine room, he could not identify the fire source. The train manager too, tried to extinguish the fire with the extinguisher from the first wagon.

Taking into account the fire could not be extinguished with the own means, the Emergency

National Service 112 was called.

Accident consequences

Track superstructure

None.

Rolling stock

Locomotive EA 818 (Picture no. 1):



Picture no. 1

- the whole locomotive body, both inside and outside, was affected;
- all the components inside the locomotive body were burnt. The flammable materials burnt completely;
- the traction electric engines were affected because the burning of the electro-insulating parts and of the power supply cables;
- the rectifiers of the traction engines were damaged through burning. At the rectifier of the traction engine no.3, all the aluminum coolers afferent to the diodes were melted. After their melting, the aluminum was kept by the forced ventilation, through the ventilation channel, into the interior of the traction engine. When aluminum solidified (the temperature decreased), it blocked the rotor of the traction engine no.3.

At the coach no.50532616001-5, first after the locomotive (Picture no.2):



Picture no. 2

- the thermic and acoustic insulation, the plywood plates of the walls and chairs burnt;
- the power supply cables and the lamps burnt;
- four lateral glass broken;
- the coach body, at the end from the locomotive, had the paint burnt;
- the gangway rubber tube, at the end with hand brake, burnt;
- the access coach doors and the ones inside the coach burnt and blocked half-opened.

Railway equipments

No damage at the railway equipments.

The power supply for the contact line was cut off, so that the firemen can act.

Injuries

None

Railway traffic interruptions

Following the railway accident, the running line between the railway stations Boboc and Buzău was closed:

- track I, on the 5th August 2016, between the 18:27 o'clock and 21,15 o'clock;
- track II, from the 5th August 2016, 17:50 o'clock, to the 6th August 2016, 12:05 o'clock.

17 passenger trains had a delay of 2396 minutes and 2 freight ones 454 minutes.

Causes and contributing factors

Direct cause

The direct cause of the fire was a short-circuit at the cables for the power supply of the traction engine no.3 (when it worked in traction condition), generated by the aluminum from the cooler of the diodes from the rectifier, that melted, because the decrease of the capacity for the heat transfer in the forced convective process and the leaking of the melted material on the terminal block for the fastening of the cables at the entry in the traction engine

Contributing factors

- unsuitable condition of the surfaces of the aluminum coolers from the rectifier afferent to the traction engine no.3, by their covering with a layer of impurities;
- the unsuitable condition of the surfaces inside the locomotive body, by their covering with a layer of petrol substances resulted from frequent oil leakages of the compressors;
- keeping in operation of the locomotive EA 818, after reaching and exceeding the norms of time/km for the performance of the planned repairs;
- the environment conditions when the fire happened, air temperature was about 32°C and insignificant speed of the wind (hot summer day);
- keeping in operation of the locomotive with the traction engines no.2 and no.4 off.

Underlying causes

Infringement of the provisions of the Railway Norm 67-006:2011 "Railway vehicles. Types of inspections and planned repairs. Norms of time or norms of km run for the performance of inspections and planned repairs", approved through Order of the Minister of Transports and Infrastructure - OMTI no.315/2011, amended by OMTI no.1359/2012, respectively:

- chapter 3 – Norms for the performance of inspections and planned repairs at the railway vehicles and their periodicity (cycle), sub-point 3.1, that is the locomotive EA 818 was not withdrawn from running when it reached the norm of time and km stipulated for the performance of the planned repairs;

- chapter 3 – Norms for the performance of the inspections and planned repairs of the railway vehicles and their periodicity (cycle), Table 3.1, letter A, position no.1, that is the cycle of planned repairs for the locomotive EA 818 was not met.

Root causes

Infringement of the requirements stipulated in the operational procedure PO-07.1-14 ***“Planning of the inspections and repairs for the locomotives, diesel and electric multiple units got by SNTFC “CFR Călători” SA”*** chapter 4.7 – Organization of the planning of the scheduled repairs, point. 4.7.5 – Sequence and periodicity of the inspections and planned repairs - Annex no.1 code F-PO-7.1-14-01 – point A.1 concerning the Norm of time or km run for the performance of the planned repairs. So, according to the procedure requirements, overhauls had to be performed at the electric locomotive EA 818 in 2007, respectively repairs type RR in 2012.

The operational procedure PO-07.1-14 ***“Planning of inspections and repairs for locomotives, motorized trains and multiple units got by SNTFC “CFR Călători” SA”*** is not complete, that is it does not contain concrete provisions on the measures that have to be established for the rolling stock that reaches the norm of time/km for the performance of the planned repairs.

Severity level

According to the accident classification stipulated in the ***Regulations for the investigation of accidents and incidents, for the development and improvement of Romanian railway and subway safety***, approved through the **Government Decision 117/2010**, taking into account the activity where it happened, the fact is classified as railway accident according to the **art.7, paragraph (1), letter e**.

Safety recommendations

The railway accident happened on the 5th August 2016, in the running of the passenger train no.5110, fire in the locomotive EA 818 generated by the short-circuit at the cables for the power supply of the traction engine no.3, because the melted aluminum from the coolers of the diodes of the rectifier, happened because the unsuitable condition of the locomotive that had to be controlled through inspections and specific maintenance, performed during the planned repairs.

During the investigation, one found out that the locomotive EA 818 was kept in operation after reaching the norms of time/km for the performance of the planned repairs, contrary the provisions of OMTI no.1359/2012 for the amendment of the Railway Norm "Railway vehicles. Types of inspections and planned repairs. Norms of time or norms of km run for the performance of inspections and planned repairs", approved through the OMTI no. 315/2011, it being a factor contributing the accident occurrence.

Concerning the safety management system

At SNTFC „CFR Călători” SA one found out:

- problems in the implementation of the operational procedure PO-07.1-14 ***„Planning of the inspections and repairs for the locomotives, diesel and electric multiple units got by SNTFC “CFR Călători” SA”***, that is no planned repair RR, RG, according to „Plan for repairs and maintenance” at the locomotive EA 818 was performed;

- problems at the implementation of the „Guide for the prevention of the fires in locomotives” that is the locomotive EA 818 was not equipped with face guards against the smoke and gasses, necessary for intervention in case of fire;

- problems in the draft of „*Sheet for the identification of dangers/assessment of generated risks*” **Code: F-PO-0-8.5.3-05-03** , because for the danger „*Infringement of the cycle of inspections and repairs of the rolling stock*” the general danger was not identified „*Fires in the rolling stock*”.

Taking into account the causes and the factors contributing the accident occurrence, as well as that the monitoring of the economic operators in the railway field is in charge of Romanian Railway Safety Authority – ASFR, the investigation commission considers necessary to issue the next safety recommendations:

1. during the controls and state inspections, ASFR ensure that the railway undertakings control the risks of fire appearance in the rolling stock, generated by the non-performance of the planned maintenance;

2. ask the railway undertaking SNTFC „CFR Călători” SA to review the *Sheet for the identification of dangers/assessment of the generated risks Code: F-PO-0-8.5.3-05-03* , so that the danger „*Non-meeting with the cycle of inspections and repairs of the rolling stock*” the generated risk „*Fires in the rolling stock*” be identified;

3. ask the railway undertaking SNTFC „CFR Călători” SA to review the operational procedure PO-07.1-14 „*Planning of the inspections and repairs for locomotives, diesel and electric multiple-units got by SNTFC “CFR Călători” SA*”, so that it be completed with concrete provisions concerning the measures that had to be established if the rolling stock reaches the norm of time/km for the performance of the planned repairs;

4. analyze with the railway undertakings the opportunity to provide the motorized rolling stock with some equipments for the detection of smoke emissions in the critical areas with fire potential;

5. analyze with the railway undertakings the opportunity to replace the joint pipes (exit and suction) of the main transformer tank with the oil cooler, made of inflammable materials with pipes made from inflammable materials, in order to avoid leakage of a big quantity of oil in the locomotive oil, in case of their deterioration;

6. analyze with the railway undertakings and with the management of the General Inspectorate for Emergency Situations, the intervention way of the firemen in case of fires in the rolling stock so that, for the consequence limitation, not use water as extinguish agent.

C. RAPORTUL DE INVESTIGARE

C.1. Descrierea accidentului

La data de 02.08.2016 locomotiva Ea 818, a sosit în stația CFR Galați la ora 16:35 cu trenul de călători nr.5105. La ora 17:50 a fost introdusă în Depoul Galați, unde la data de 03.08.2016, conform situației de lucrări nr.254/ 862 /09.08.2016 au fost executate lucrări de reparații accidentale și anume: „demonstat, reparat, montat sacadare ,efectuat diagrama graduator ;vopsit bandajele ;inlocuit bec ”.

La data de 03.08.2016, locomotiva EA 818 aflată în remorcarea trenului de călători nr.7362, a plecat din stația CFR Galați la ora 15:30 și a sosit la stația CFR Buzău la ora 18:27.

La data de 04.08.2016 locomotiva EA 818 aflată în remorcarea trenului de călători nr.5103 a plecat din stația CFR Buzău la ora 05:35 și a sosit la stația CFR Mărășești la ora 07:30. La ora 08:40 a plecat cu trenul de călători nr.5301 la stația CFR Comănești, unde a sosit la ora 11:24. La ora 12:50 a plecat cu trenul de călători nr.5306 la stația CFR Mărășești unde a sosit la ora 15:40. La ora 16:40 a plecat cu trenul de călători nr.5101 la stația CFR Buzău unde a sosit la ora 18:35. În toată această perioadă locomotiva EA 818 a avut motoarele electrice de tracțiune nr.2 și nr.4 izolate.

La data de 05.08.2016, ora 11:00, locomotiva EA 818 a fost luată în primire de către mecanicul de locomotivă în stația CFR Buzău având motoarele electrice de tracțiune nr.2 și nr.4 izolate. A fost atașată garniturii trenului de călători nr.5109, care avea în compunere două vagoane. Trenul de călători nr.5109 a fost expedit din stația CFR Buzău la ora 11:05 și a sosit în stația CFR Mărășești la ora 12:56, la linia 4.

În stația CFR Mărășești, la garnitura trenului de călători nr.5109 au fost atașate 3 vagoane pentru formarea garniturii trenului de călători nr.5110.

După efectuarea reviziei tehnice la compunere, trenul de călători nr.5110 având în compunere 5 vagoane, remorcat cu locomotiva EA 818, conducere simplificată, a fost expedit de la linia 4 a stației CFR Mărășești către stația CFR Buzău la ora 15:45.

În stația CFR Focșani (sositor ora 16:09), mecanicul a efectuat revizia exterioară a locomotivei și nu a constatat nereguli.

În stația CFR Râmnicul Sărat, (sositor ora 16:54) mecanicul a efectuat revizia în sala mașinilor și nu a constatat nereguli.

În halta de mișcare Boboc, trenul de călători nr.5110 a sosit la ora 17:16 și a fost primit, conform livret, la linia 2. Impiegatul de mișcare a înmănat mecanicului de locomotivă ordinul de circulație nr.927574, în care erau stipulate condițiile impuse pentru circulația trenului până la stația CFR Buzău (restricția de viteză de 50 Km/h pe linia 3 din stația CFR Buzău). Aflat lângă locomotiva EA 818 pentru înmânarea ordinului de circulație, impiegatul de mișcare nu a sesizat nicio neregulă (nu a simțit miros de fum sau de izolație electrică arsă). Trenul a plecat din halta de mișcare Boboc la ora 17:17.

La ora 17:21, după aproximativ 4 minute de mers, mecanicul de locomotivă a simțit miros de fum. A deschis ușa de acces în sala mașinilor și a constatat existența unui fum dens, moment în care s-a produs deconectarea automată a locomotivei de la rețeaua de alimentare cu energie electrică. A acționat frâna automată, trenul oprindu-se la km 135+680 (**Fig. nr.2**). A asigurat menținerea pe loc a trenului, a intrat în sala mașinilor cu stingătorul de incendiu din cabina de conducere (postul II) și a deconectat bateriile de acumulatori din comutatorul aflat în blocul cu aparate S7. Datorită densității mari de fum, nu a reușit să identifice sursa și fără a folosi stingătorul de incendiu a coborât de pe locomotivă.

La ora 17.25 a apelat la Sistemul Național Unic pentru Apeluri de Urgență – 112, pentru intervenția pompierilor militari.

La ora 17:30 a avizat operatorul RCT de la stația Buzău și a solicitat locomotivă de ajutor.

La ora 17:33 operatorul RCT a transmis avizarea la RC Galați (înregistrată cu nr. 53).

La ora 17:40 trenul IR 1752, care a circulat pe fir I Boboc – Buzău, conform dispoziției RC cu nr. 52, a oprit la km 135+680 în vederea preluării călătorilor și a sosit în stația CFR Buzău la ora 17:46.

La ora 17:58, conform dispoziției RC Galați nr.56, a fost închis firul II de circulație Boboc-Buzău (ocupat cu trenul de călători nr.5110 cu locomotiva defectă), s-a scos de sub tensiune linia de contact aferentă firului II de circulație Buzău-Boboc și a fost îndrumată, pe firul II de circulație, drezina pantograf DP-1022 din stația CFR Buzău.

La ora 18:28, conform dispoziției RC Galați nr.61, s-a scos de sub tensiune linia de contact aferentă firului I de circulație Boboc-Buzău (ocupată cu tren de călători nr.1665, plecat din stația CFR Buzău la ora 17:55, care a oprit la km 134+300).

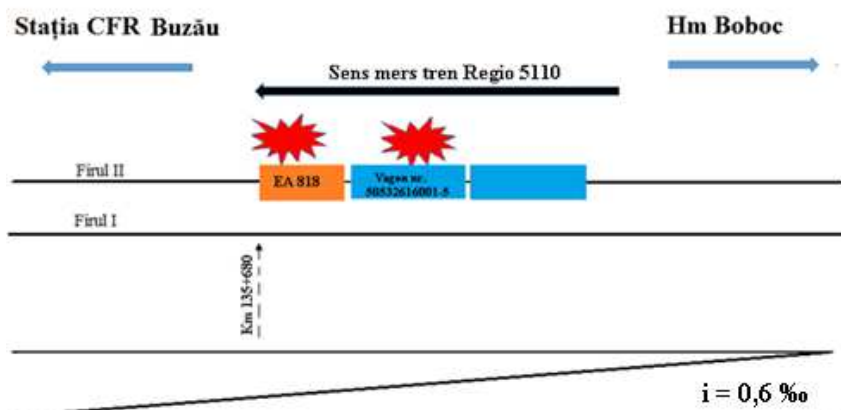


Fig. nr.2 – linia CF Boboc – Buzău

Pentru intervenția pompierilor militari, la ora 18:28 a fost pusă la pământ linia de contact prin montarea a patru scurtcircuitoare mobile, la ambele capete ale garniturii trenului de călători nr.5110 pe ambele fire de circulație.

La ora 19:06, conform dispoziției RC Galați nr.66, a fost îndrumată pe firul II de circulație, locomotiva izolată DA 1693 pentru retragerea în halta de mișcare Boboc a celor patru vagoane din garnitura trenului de călători nr.5110 care nu au fost afectate de incendiu. Locomotiva DA 1693 și cele 4 vagoane au fost retrase în halta de mișcare Boboc la ora 19:47.

La ora 20:10, conform dispoziției RC Galați nr.68, a fost îndrumată pe firul I de circulație, locomotiva izolată DA 1693 pentru aducerea în halta de mișcare Boboc a trenului de călători nr.1665. Locomotiva și garnitura trenului au garat în halta de mișcare Boboc la ora 20:41.

Conform dispoziției RC Galați nr.73, la ora 20:52 a fost redeschisă circulația trenurilor pe firul I de circulație Boboc-Buzău.

După finalizarea acțiunii de stingere a incendiului de către formația de pompieri militari (ISU Buzău), conform dispoziției RC nr.78 la ora 21:20 s-a repus sub tensiune linia de contact aferentă firului I de circulație Buzău-Boboc.

Pentru retragerea în stația Buzău a locomotivei EA 818 și a primului vagon din garnitura trenului de călători nr.5110 (afectat de incendiu), conform dispoziției RC Galați nr.81, pe firului I de circulație a fost îndrumată din stația CFR Buzău locomotiva de ajutor DHC 334 la ora 22:35. Deoarece osia nr.3 a locomotivei EA 818 era blocată (nu putea fi remorcată) locomotiva de ajutor a fost retrasă izolată în stația CFR Buzău la ora 23:58.

În data de 06.08.2016 la ora 01:48 s-a repus sub tensiune linia de contact aferentă firului II de circulație Boboc-Buzău.

La ora 08:33 a fost îndrumată locomotiva de ajutor EC 100 pentru retragerea în stația CFR Buzău a locomotivei EA 818 și a vagonului afectat de incendiu. La ora 11:47 locomotiva EA 818 și vagonul afectat de incendiu au fost retrase în stația CFR Buzău.

La ora 12:05, conform dispoziției RC Galați nr.34, a fost redeschisă circulația trenurilor pe firul II Boboc-Buzău.

Circulația trenurilor pe firul I Buzău-Boboc a fost închisă din data de 05.08.2016 ora 18:27 până la data de 05.08.2016 ora 21:15.

Circulația trenurilor pe firul II Boboc-Buzău, a fost închisă din data de 05.08.2016, ora 17:50, până la data de 06.08.2016, ora 12:05.

C.2. Circumstanțele accidentului

C.2.1. Părțile implicate

„CFR Călători” SA

Locomotiva EA 818 (Depou domiciliu Galați) este în proprietatea „CFR Călători” SA.

Personalul de conducere, respectiv de deservire a trenului de călători nr.5110, aparține Sucursalei Regionale de Transport Feroviar de Călători Galați.

SCRL Brașov

Activitatea de întreținere, revizii planificate și reparații la locomotiva EA 818, a fost asigurată de Secția de Reparații Locomotive Galați (subunitate din cadrul SCRL Brașov).

CNCF „CFR” SA - Sucursala Regională de Căi Ferate Galați

Infrastructura unde a avut loc accidentul feroviar este în administrarea CNCF „CFR” SA-Sucursala Regională de Căi Ferate Galați.

Accidentului s-a produs pe magistrala 500, secția de circulație Mărășești-Buzău, linie dublă electrificată, între halta de mișcare Boboc și stația CFR Buzău, pe firul 2 de circulație la km 135+680.

Activitatea de întreținere a suprastructurii feroviare este efectuată de către personal specializat al Districtului de linii nr.6 Boboc, aparținând Secției L4 Focșani.

Instalațiile SCB din stația CFR Buzău, halta de mișcare Boboc și BLA Buzău-Boboc, sunt întreținute de către salariați din cadrul Districtului SCB nr.2 Buzău, aparținând Secției CT 2 Buzău.

Instalațiile de comunicații feroviare din stația CFR Buzău și halta de mișcare Boboc sunt întreținute de către salariații SC TELECOMUNICAȚII CFR SA.

Instalația feroviară de tracțiune electrică din zona producerii accidentului feroviar este întreținută de către salariații SC ELECTRIFICARE CFR SA – Centrul de Electrificare Buzău.

C.2.2. Compunerea și echipamentele trenului

Trenul de călători nr.5110, care a circulat în data de 05.08.2016, a fost remorcat cu locomotiva EA 818 și a avut următoarea compunere: 5 vagoane de călători (seria Bmee), 158 m lungime, 284 tone brute, 20 osii încărcate, masă frânată automat: după livret 242 t/de fapt 340 t, masă frânată de mână: după livret 23 t/de fapt 79 t.

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

C.2.3.1. Linii

În zona producerii accidentului linia este în aliniament cu panta de **0,6 ‰** în sensul de mers al trenului.

Șina este de tip 65, montată pe traverse de beton T17, cu prindere indirectă.

C.2.3.2. Instalații

Circulația feroviară între halta de mișcare Boboc și stația CFR Buzău se efectuează în baza indicațiilor semnalelor luminoase de trecere ale blocului de linie automat (BLA).

C.2.3.3. Locomotiva

Trenul de călători nr.5110 a fost remorcat cu locomotiva electrică EA 818, de 5100 kW, aparținând operatorului de transport feroviar „CFR Călători” SA.

Principalele caracteristici tehnice ale locomotivei sunt:

- | | |
|---|-------------------------|
| - felul curentului | - alternativ monofazat; |
| - tensiunea nominală, minimă și maximă în linia de contact | - 25 kV/19 kV/27,5 kV; |
| - frecvența nominală | - 50 Hz; |
| - formula osiilor | - Co' – Co'; |
| - lungimea între tampoane | - 19800 mm; |
| - ecartament | - 1435 mm; |
| - sarcina pe osie | - 21 t; |
| - viteza maximă | - 120 km/h; |
| - transformator principal tip | - TFVL 580; |
| - motorul electric de tracțiune de curent continuu, ondulat, tip LJE 108. | |

Din datele înscrise în cartea tehnică și din evidențele locomotivei EA 818 rezultă că a fost construită la Intreprinderea Electroputere Craiova în anul 1988.

A efectuat reparații în ateliere specializate astfel:

- RG în data de 10.12.1997 la SC RELOC SA Craiova;
- RR în data de 20.06.2002 la SC RELOC SA Craiova (după 609 270 km parcurși până la data introducerii în reparație).

De la data de 20.06.2002 și până la data producerii accidentului, 05.08.2016, în cei 14 ani de exploatare, locomotiva EA 818 a parcurs 1.437.125 km fără a avea executate lucrări de reparații.

Reviziile planificate, începând cu data de 03.08.2015, au fost executate după cum urmează:

Data efectuării reviziei	Tipul reviziei	Societatea reparatoare	Km parcurși
03.08.2015	RT	SCRL Brașov – Secția Galați	1 373 379

28-29.09.2015	R2	SCRL Braşov – Secţia Galaţi	1 376 913
23.11.2015	RT	SCRL Braşov – Secţia Galaţi	1 388 167
28.01.2016	R1	SCRL Braşov – Secţia Galaţi	1 388 390
21.03.2016	RT	SCRL Braşov – Secţia Galaţi	1 399 869
23-24.05.2016	R2	SCRL Braşov – Secţia Galaţi	1 418 899
13.07.2016	RT	SCRL Braşov – Secţia Galaţi	1 432 627

C.2.3.4. Vagoane

În compunerea trenului de călători nr.5110, care a circulat la data de 05.08.2016, au fost 5 vagoane de călători etajate din Seria Bmee.

Vagonul la care s-a extins incendiul, primul din compunere cu nr.50532616 001-5, are ca stație de domiciliu stația CFR Buzău și are următoarele caracteristici:

- frână tip KE-P-A;
- lungimea vagonului peste tamponare : 26 800 mm;
- distanța între pivoți : 19 500 mm;
- ampatamentul boghiului : 2 500 mm.

În anul 2005 la SC Electroputere VFU Pașcani SA a fost efectuată reparație capitală (RK).

La data de 05.12.2013, a fost efectuată reparație planificată (RP) la PC Pașcani.

La data de 19.01.2016, a fost efectuată revizie tehnică intermediară (RTI 3) la RBU (Revizia vagoane Buzău).

C.2.4. Mijloace de comunicare

Comunicarea între personalul de locomotivă și impiegații de mișcare, până la momentul producerii accidentului, a fost asigurată prin intermediul stațiilor de radiotelefon. După producerea accidentului comunicările au fost efectuate prin intermediul telefoanelor mobile.

C.2.5. Declanșarea planului de urgență feroviar

Imediat după producerea accidentului a fost declanșat planul de urgență feroviar conform prevederilor din Regulamentul de investigare.

La locul producerii accidentului s-au prezentat reprezentanții Sucursalei Regionale de Căi Ferate Galați, ai operatorului de transport feroviar CFR Călători SA, ai Agenției de Investigare Feroviare Române și Autorității de Siguranță Feroviară Română.

În urma avizării accidentului la serviciul apelului de urgență 112, la locul producerii au sosit reprezentanți ai Inspectoratului pentru Situații de Urgență Buzău, ai Comisariatului Regional de Mediu Buzău și ai Secției Regionale de Poliție Transporturi Galați.

C.3. Urmările accidentului

C.3.1. Pierderi de vieți omenești și răniți

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

C.3.2. Pagube materiale

În urma producerii accidentului feroviar s-au înregistrat pagube materiale astfel:

- a. **la locomotiva EA 818**, conform act nr. GL 23/9/1/599/31.05.2017 din Depoul de Locomotive Galați, s-a stabilit valoarea pagubei de **5.675.057 lei fără TVA**.
- b. **la vagonul nr.50532616 001-5** – conform deviz nr.6824/05.09.2016 s-a stabilit valoarea pagubei de **1.522.400 lei fără TVA**.
- c. pentru intervenția drezinei pantograf, Sucursala Electrificare Galați a întocmit devizul nr.2/2/7/2/2331/2016 prin care s-a stabilit valoarea de **1.292 lei fără TVA**;
- d. la linii și instalații nu au fost înregistrate pagube.

C.3.3. Consecințele accidentului în traficul feroviar

Ca urmare a accidentului feroviar, linia curentă dintre halta de mișcare Boboc și stația CFR

Buzău a fost închisă astfel:

- firul I de circulație, din data de 05.08.2016 ora 18:28, până la data de 05.08.2016 ora 21:20;
- firul II de circulație, din data de 05.08.2015 ora 17:55, până la data de 06.08.2015 ora 12:05.

Repercursiuni în circulația trenurilor:

- au întârziat **17 trenuri de călători** cu un total de **2396 minute**;
- au întârziat **2 trenuri de marfă** cu un total de **454 minute**.

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 05.08.2016, în jurul orei 17:22, vizibilitatea în zona producerii accidentului a fost bună, cerul era senin, viteza vântului nesemnificativă iar temperatura în aer a fost de aproximativ 32°C (zi toridă de vară).

Vizibilitatea indicațiilor semnalelor a fost conformă cu reglementările specifice în vigoare.

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:

IDM de serviciu la Hm Boboc

- în data de 05.08.2016 s-a prezentat la serviciu conform graficului de lucru și a luat serviciul în primire la ora 17:08 cu linia curentă Fir II Zoița-Boboc ocupată cu trenul de călători nr.5110 la care se efectuase parcurs de intrare la linia 2 directă;
- trenul de călători nr.5110 a garat la linia 2 la ora 17:16 și a plecat la ora 17:17, conform livret de mers, după avizarea prin ordin de circulație a restricției de viteză de 50 km/h introduse pe linia 3 din stația CFR Buzău;
- la supravegherea prin defilare, atât la primirea cât și la expedierea trenului 5110, nu a constatat nimic deosebit;
- după ieșire completă a trenului din stație a transmis avizul de plecare la stația CFR Buzău la ora 17:18;
- în jurul orei 17:23 a observat că secțiunea izolată 2AD pe firul II Boboc-Buzău era în continuare ocupată;
- a încercat să ia legătura prin stația RTF cu mecanicul trenului de călători nr.5110 dar acesta nu a răspuns;
- a comunicat situația operatorului RC. Acesta a transmis dispoziția nr.52, ora 17:28, pentru circulația trenului de călători nr.1752 pe fir I Boboc-Buzău.

IDM de serviciu la stația Rm. Sărat

- a primit avizul de plecare a trenului 5110 din halta de mișcare Sihlea la ora 16:40;
- trenul de călători nr.5110 a garat la linia 2 în stația CFR Rm. Sărat ora 16:55 și a plecat la ora 16:56 (conform livret);
- la supravegherea prin defilare, atât la primirea cât și la expedierea trenului, nu a constatat nimic deosebit.

IDM de serviciu la halta de mișcare Zoița

- a primit avizul de plecare a trenului 5110 din Hm. Sihlea la ora 16:40;
- trenul de călători nr.5110 a garat la linia 2 în halta de mișcare Zoița ora 17:05 și a plecat la ora 17:06 conform livret;

- la supravegherea prin defilare, atât la primirea cât și la expedierea a trenului, nu a constatat nimic deosebit.

Din mărturiile personalului aparținând operatorului de transport feroviar de călători, care a deservit trenul de călători nr. 5110, din data de 05.08.2016, au rezultat următoarele aspecte relevante:

mecanicul de locomotivă

- la ora 11:05 a luat în primire locomotiva EA 818 în stația CFR Buzău cu motoarele de tracțiune nr.2 și nr.4 izolate. A efectuat revizia locomotivei. A remorcat trenul de călători nr.5109 până la stația CFR Mărășești;
- în stația CFR Mărășești a efectuat activitate de manevă pentru formarea garniturii trenului de călători nr.5110;
- în timpul staționării la peronul stației CFR Mărășești până la expedierea terenului de călători nr.5110 a efectuat revizie la aparatul de rulare, în sala mașinilor;
- pe durata remorcării trenului de călători nr.5110 a efectuat revizie la exterior în stația CFR Focșani și revizie în sala mașinilor în stația CFR Rm. Sărat;
- în halta de mișcare Boboc, până la sosirea IDM pentru înmânarea ordinului de circulație, a oprit ventilația pe motoarele de tracțiune, a deschis ușa de acces în sala mașinilor și nu a constatat nereguli;
- la ora 17:17 a pus trenul în mișcare prin acționarea treptată a controlerului până la treapta 25-26. A ajuns la viteza de aproximativ 73-74 km/h. A acționat controlerul în sensul descreșterii treptelor până la treapta 1;
- după aproximativ 3-5 minute, de la plecarea din halta de mișcare Boboc, a simțit miros de izolație încinsă (arsă). A deschis ușa de acces în sala mașinilor și a observat existența unui fum dens, moment în care s-a produs deconectarea disjuncteurului de la rețeaua de alimentare cu energie a locomotivei;
- a acționat frâna automată și a observat dispariția curentului de comandă prin stingerea tuturor lămpilor de semnalizare și control, stingerea indicatorului pentru trepte graduator inclusiv a instalației de înregistrare a vitezei din postul de conducere;
- a asigurat trenul contra pornirii din loc, a luat stingătorul de incendiu din postul de conducere și a intrat în sala mașinilor pentru localizarea sursei de fum. A deconectat bateriile de acumulatori din comutatorul aflat în blocul S7;
- a încercat să localizeze sursa degajării de fum dar din cauza fumului dens nu a reușit;
- a coborât de pe locomotivă și a apelat la Sistemul Național Unic pentru Apeluri de Urgență – 112.
- a sunat de pe telefonul mobil operatorul RCT Buzău pentru a declara locomotiva defectă;
- până la sosirea pompierilor a încercat împreună cu șeful de tren să dezlege locomotiva de la garnitura trenului dar nu au reușit;
- în aproximativ 25 minute au sosit la fața locului pompierii militari care au intervenit pentru stingerea incendiului produs la locomotivă.

șeful de tren

- la data de 05.08.2016 la ora 15:00 a luat serviciul în primire în stația CFR Mărășești. A pregătit din punct de vedere tehnic și comercial trenul de călători nr.5110;
- trenul a circulat fără probleme până la halta de mișcare Boboc;
- după plecare din halta de mișcare Boboc trenul de călători nr.5110 a avut o frânare bruscă și s-a oprit la km 135+680. Prin stația radio portabilă mecanicul de locomotivă i-a solicitat să se prezinte la locomotivă;
- în timpul deplasării a observat emanație puternică de fum la locomotivă;

- ajuns în cabina de conducere a strigat mecanicul de locomotivă care se afla în sala masinilor, pentru a se convinge că este teafăr deoarece nu era vizibil din cauza fumului dens;
- mecanicul a revenit din sala mașinilor și au coborât de pe locomotivă din cauza fumului dens pătruns în postul de conducere;
- mecanicul trenului i-a solicitat să aducă două stingătoare de incendiu din dotarea vagoanelor. Au utilizat aceste stingătoare în încercarea de a lichida incendiul;
- a decuplat fișa IT și semiacuplarile de aer ale primului vagon de lângă locomotivă;
- a încercat să decupleze cupla de tracțiune dintre locomotivă și primul vagon dar nu a reușit;
- a anunțat călătorii să coboare din tren comunicându-le că vor fi preluați de trenul de călători nr.1752;
- trenul de călători nr.1752 a oprit pe firul I de circulație în dreptul garniturii trenului de călători nr.5110. A ajutat la transbordarea călătorilor în trenul nr.1752;
- a avizat operatorul regional Galați, șeful stației CFR Buzău și comanda personalului despre situația existentă în acel moment;
- a dezlegat vagon cu vagon (începând de la ultimul) garnitura trenului de călători nr.5110;
- ajutat de mai multe persoane prezente la fața locului a împins cu brațele, vagon cu vagon, pentru îndepărtarea acestora de locul incendiului;
- vagonul de lângă locomotivă nu a putut fi îndepărtat deoarece era cuprins de flăcări;
- a coordonat manevra grupului de 4 vagoane neafectate de incendiu pentru îndrumarea la halta de mișcare Boboc.

conductor de tren

- la data de 05.08.2016, a plecat cu trenul de călători nr.5110 din stația CFR Mărășești la ora 15:45;
- după plecare din halta de mișcare Boboc, când se afla în sectorul de activitate la vagonul 5 (ultimul din compunere), a sesizat oprirea bruscă a trenului;
- s-a deplasat până la primul vagon unde a primit sarcină de la șeful de tren să coboare călătorii cu bagajele pentru transbordare în trenul de călători nr.1753;
- a ajutat la transbordarea călătorilor în trenul de călători nr.1752;
- a ajutat șeful de tren la dezlegarea vagoanelor și la îndepărtarea acestora;
- împreună cu șeful de tren a efectuat manevra de retragere a grupului de 4 vagoane neafectate de incendiu în halta de mișcare Boboc.

C.5.2. Sistemul de management al siguranței

A. Sistemul de management al siguranței la nivelul administratorului infrastructurii feroviare publice

La momentul producerii accidentului feroviar (05.08.2016) 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** cu valabilitate până la data de **21.12.2019** – 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 **ASB11006** cu valabilitate până la data de **21.12.2019** – 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 Galați au fost difuzate „Obiectivele generale calitative și cantitative ale managementului siguranței feroviare” pentru perioada 2014 – 2017, iar prin Deciziile nr. **700/D/11/21.01.2015**, **700/D/12/21.01.2015**, **700/33/1.03.2010** și **700/35/31.03.2010** au fost desemnați responsabili cu Sistemul de Management al Siguranței Feroviare din cadrul Sucursala Regională de Căi Ferate Galați.

În vederea prevenirii și menținerii sub control a situațiilor de urgență, CNCF „CFR” SA a întocmit și difuzat sucursalelelor regionale CF din subordine:

- Procedura Operațională cod **PO SMS 0-4.44** „Procedura privind identificarea tipurilor de situații de urgență”;
- Procedura Operațională cod **PO SMS 0-4.45** „Avizarea și contactarea serviciilor de urgență”;
- Procedura Operațională cod **PO SMS 0-4.46** „Procedura privind coordonarea planurilor de urgență ale operatorilor economici feroviari”.

La nivel local, între Sucursala Regională de Căi Ferate Galați și Inspectoratele pentru Situații de Urgență teritoriale, nu sunt încheiate convenții sau protocoale de lucru.

B.Sistemul de management al siguranței al operatorului de transport feroviar de călători SNTFC „CFR Călători” SA

SNTFC „CFR Călători” SA, în calitate de operator de transport feroviar de călători la momentul producerii accidentului 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.535/2007 (modificat și completat prin Ordinele M.T.I. nr.884/2011, nr.2179/2012, nr.1502/2014 și nr.270/2016) privind acordarea certificatului de siguranță în vederea efectuării serviciilor de transport feroviar pe căile ferate din România și deținea:

- Licență pentru efectuarea serviciilor de transport feroviar de călători nr.13/09.11.2007, cu ultima revizuire la data de 06.11.2015;
- Certificatul de siguranță - Partea A nr.RO1120150018 cu valabilitate de la data de 10.11.2015 până la 10.11.2017, prin care Autoritatea de Siguranță Feroviară Română, din cadrul AFER, confirmă acceptarea sistemului de management al siguranței feroviare;
- Certificatul de Siguranță Partea B cu număr de identificare RO1220150099 cu valabilitate de la data de 10.11.2015 până la 10.11.2017, prin care Autoritatea de Siguranță Feroviară Română, din cadrul AFER, confirmă acceptarea dispozițiilor adoptate de SNTFC „CFR Călători” SA pentru îndeplinirea cerințelor specifice necesare pentru funcționarea în siguranță pe rețeaua relevantă, în conformitate cu Directiva 2004/49/CE și cu legislația națională aplicabilă.

Sistemul de management al siguranței feroviare implementat la nivelul SNTFC „CFR Călători” SA cuprinde în principal următoarele:

- declarația de politică în domeniul siguranței feroviare;
- obiective generale ale SNTFC „CFR Călători” SA pentru anul 2016;
- manualul managementului siguranței (MMS);
- proceduri operaționale.

Întrucât, în cursul investigației s-a constatat faptul că, locomotiva EA 818 a fost menținută în serviciu după atingerea normelor de timp/kilometri pentru efectuarea reparațiilor planificate, comisia de investigare a verificat dacă sistemul de management al siguranței dispune de proceduri pentru a garanta:

- identificarea riscurilor asociate siguranței feroviare;
- întreținerea și exploatarea locomotivelor în conformitate cu cerințele relevante.

Conform procedurii operaționale cod: PO-0-8.5.3-05 – “Managementul Riscurilor asociate siguranței feroviare” ediția 3, revizia 0, a fost întocmită Fișa de identificare pericole/evaluare riscuri generate cod. F-PO-0-8.5.3-05-03 cu numărul **GI 11 /1/ /188-1/ 2016** unde, la punctul 48 a fost identificat pericolul **“Nerespectarea ciclului de revizii și reparații material rulant”**, ce poate genera următoarele riscuri: **“Defecte și deranjamente în activitatea de exploatare feroviară: ruperi de osii, ruperi de roți sau bandaje, șerpuirea liniilor de cale ferată, supraîncălzirea cutiei de osie”**.

Riscurile identificate au fost clasificate ca „Acceptabile”, monitorizarea lor se efectuează în conformitate cu prevederile procedurii operaționale „Planificarea reviziilor și reparațiilor la locomotive, automotoare și rame electrice aparținând SNTFC „CFR Călători”” cod: PO-0-7.1-14 și constituie responsabilitatea Directorului Material Rulant.

Din analiza riscurilor generate s-a constatat că nu a fost identificat riscul producerii unui incendiu la materialul rulant.

Din analiza procedurii operaționale **„Planificarea reviziilor și reparațiilor la locomotive, automotoare și rame electrice aparținând SNTFC „CFR Călători””** cod: PO-0-7.1-14 s-au constatat următoarele:

- nu conține prevederi concrete referitoare la măsurile ce trebuie luate în cazul în care materialul rulant atinge norma de timp/kilometri pentru efectuarea reparațiilor planificate;

- la cap. 4 – **Descrierea procedurii**, punctul 4.2 se specifică **obiectivele activității de revizii și reparații planificate și anume:**

1. **menținerea stării tehnice corespunzătoare a locomotivelor**, automotoarelor și ramelor electrice în vederea exploatării, evitarea imobilizărilor datorate opririlor accidentale;

2. **eliminarea posibilităților de declanșare a avariilor (incendii, evenimente de cale ferată, etc.)**, reducerea sistematică a cheltuielilor de întreținere și reparații, întocmirea unei baze de date care să permită calculul fiabilității și manevrabilității agregatelor și subansamblelor.

- la cap. 4.7 - **Organizarea activității de planificare a reparațiilor programate**, punctul 4.7.2 se specifică faptul că personalul tehnic-ingineresc aparținând Secțiilor de Reparații 1-14 SCRL „CFR SCRL Brașov” SA, vor întocmi semestrial scadențele la reparații planificate pentru întreg parcul de material rulant.

Conform scadențelor întocmite, locomotiva EA 818, era scadentă la reparație din anul 2007.

- la cap. 4.7 - **Organizarea activității de planificare a reparațiilor programate**, punctul 4.7.3 specifică faptul că programarea reparațiilor planificate pentru anul următor se realizează la nivelul SRMLARE (**Serviciul Reparații și Modernizări Locomotive, Automotoare, Rame Electrice**) în strictă conformitate cu bugetul anual alocat, în urma centralizării scadențelor la reparații întocmite la depouri, pe tipuri de material rulant.

Din documentele puse la dispoziție a rezultat faptul că până la data producerii accidentului feroviar locomotiva EA 818 nu a fost programată la reparație planificată, deși avea norma de timp/km pentru efectuarea acestora depășită.

- la cap. 5 – **Responsabilități**, sunt precizate atribuții legate de reparațiile materialului rulant, astfel:

Director Material Rulant

- coordonează, urmărește și răspunde de activitatea de întreținere, reparații și exploatare a locomotivelor, automotoarelor și ramelor electrice care deservește trenurilor de călători, în condiții de siguranță circulației și eficiență economică;

- urmărește și stabilește măsuri după caz, privind activitatea de reparații și modernizare a locomotivelor, automotoarelor și ramelor electrice din dotare.

Şeful SRMLARE

- răspunde de elaborarea programului de reparații și modernizări locomotive cu încadrarea în prevederile bugetului de venituri și cheltuieli;
- programează, introduce și urmărește execuția reparațiilor RR, RG, în societățile reparatoare;
- avizează specificațiile tehnice și caietele de sarcini pentru fiecare tip de reparație la locomotive sau agregate;

Cu toate că locomotiva EA 818 a atins norma de timp/kilometri pentru efectuarea lucrărilor de reparații planificate din anul 2005, în perioada scursă până la data producerii accidentului feroviar (aproximativ 14 ani) nu a fost dispusă nici o măsură pentru retragerea acesteia din serviciu.

Procedura mai sus amintită nu conține prevederi concrete referitoare la modul în care trebuie procedat în cazul în care materialul rulat atinge norma de timp/kilometrii pentru efectuarea reparațiilor planificate astfel încât riscurile generate de pericolul **“Nerespectarea ciclului de revizii și reparații material rulant”** să fie ținute sub control.

SNTFC „CFR Călători” SA utilizează în activitățile de transport feroviar de călători locomotive pe care le repară/revizuieste la operatori economici autorizați/agrementați tehnic/certificați pentru funcții de întreținere de către Autoritatea Feroviară Română – AFER.

SCRL „CFR SCRL Brașov” SA - Secția de Reparații Galați a efectuat ultima revizie planificată tip RT la locomotiva EA 818 în data de 13.07.2016. În calitate de operator economic ce desfășoară activități conexe și adiacente transportului feroviar, SCRL „CFR SCRL Brașov” SA la data producerii accidentului deținea:

- Certificat pentru Funcții de Întreținere, cu număr de referință intern NNI RO/FIV/L/0016/2009, care confirmă acceptarea sistemului de întreținere, în conformitate cu Directiva 2004/49/CE și OMT 635/2015 emis la data de 09.05.2016 cu valabilitate în perioada 10.05.2016 - 09.05.2017 și care are specificat în Anexa nr.1 domeniile de întreținere pentru tip vehicul feroviar LE 5100 KW – tip de întreținere solicitat/număr document de referință pentru efectuarea următoarelor funcții de întreținere: Pth3/ST 5/2004 , RT/ST 5/2004, R1/ST 5/2004, R2/ST 5/2004, Reparații accidentale/ST 5/2004.

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;
- Regulamentul de Exploatare Tehnică Feroviară nr.002 aprobat prin Ordinul MLPTL nr.1186 din 29.08.2001;
- Regulamentul pentru circulația trenurilor și manevra vehiculelor feroviare nr.005, aprobat prin Ordinul Ministrului Transporturilor Construcțiilor și Turismului nr.1816 din 26.10.2005;
- Regulamentul de remorcare și frânare nr.006/2005 aprobat prin Ordinul MTCT nr.1815/2005;
- Instrucțiuni pentru activitatea personalului de locomotivă în transportul feroviar nr.201/2006 aprobate prin Ordinul MTCT nr.2229/2006;
- Ordinul nr.1260/2013 privind examinarea medicală și psihologică a personalului cu responsabilități în siguranța circulației;
- Normativul feroviar cod NF 67-006:2011 „Vehicule de cale ferată. Tipuri de revizii și reparații planificate. Normele de timp sau normele de kilometrii parcurși pentru efectuarea reviziilor și reparațiilor planificate”, aprobat prin Ordinul Ministrului Transporturilor și Infrastructurii nr.315/2011, cu modificările și completările ulterioare; modificat și completat prin Ordinul Ministrului Transporturilor și Infrastructurii nr.1359/2012;

- Ordinul ministrului transporturilor nr. 366/18.03.2008 privind aprobarea Normei tehnice feroviare „Vehicule de cale ferată. Locomotive electrice de 5.100 kW și 3.400 kW. Prescripții tehnice pentru revizii și reparații planificate”;
- Îndrumător pentru prevenirea incendiilor la locomotivă, aprobat prin ordinul 17RL/1/1988 al Departamentului Căilor Ferate Române.
- Cartea mecanicului de locomotive electrice - Ed. 1980.
- Schemele electrice și comenzile locomotivelor - Ed. Tehnică 1992.
- Dosar EA 818 cu „Schemele electrice LE 5100 KW cu IPCS și ZU-111 (varianta 2002)”, SC RELOC SA – Departament Tehnic”;
- Bazele transferului de căldură și masă – Ed. Academiei Române 2004, de Prof. dr. ing. Adrian Alexandru Badea
- Ghid privind tehnica și tactica stingerii incendiilor – Ministerul Afacerilor Interne, București 2013.

surse și referințe:

- declarațiile personalului implicat în producerea accidentului feroviar;
- fotografii efectuate la locul producerii accidentului;
- procese verbale de constatare tehnică a infrastructurii feroviare și procese verbale de constatare tehnică în atelier a locomotivei cât și a vagoanului de călători, afectate de incendiu;
- corespondență cu agenții economici.

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

C.5.4.1. Date constatate cu privire la linie

Suprastructura căii ferate nu a fost afectată pe porțiunea aflată sub locomotivă și nici cea aflată sub vagon, în urma incendiului produs la materialul rulant.

C.5.4.2. Date constatate cu privire la instalațiile feroviare

Instalația de semnalizare centralizare și bloc (SCB)

Nu a fost afectată instalația SCB în urma incendiului produs la materialul rulant.

Instalația fixă – tracțiune feroviară (IFTE)

Nu a fost afectată linia de contact și nici stâlpii de susținere a acesteia în urma incendiului produs la materialul rulant.

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

Constatări efectuate la locomotiva EA 818 după producerea incendiului

Starea tehnică a locomotivei a fost verificată la fața locului, în Grupa Tehnică aparținând Reviziei de Vagoane Buzău și în cadrul SCRL Brașov – Secția RL Galați.

În urma verificărilor efectuate s-au constatat:

A. Cutia locomotivei:

1. Cabinele de conducere (Foto nr.3, 4 și 5)

În ambele cabine de conducere au ars complet materialele combustibile iar părțile metalice au fost deformat sub acțiunea temperaturii ridicate dezvoltate în timpul incendiului, astfel:

- vitezometre IVMS arse complet, carcasele topite și deformat;
- aparatajul de comandă ars;
- aparatele și lămpile indicatoare arse;
- panou aparate plafon căzut și ars;
- stația RTF arsă;
- controlerul cu blocul de contacte deformat, supraîncălzit și căzut din suport;
- bloc comandă INDUȘI de pe pupitru ;

- dispozitiv pneumatic DSV cu carcasa topită;
- pedala DSV și pedala nisipar supraîncălzite;
- placa de borne cu izolația cablajului arsă și regletele supraîncălzite;
- cofret DSV supraîncălzit;
- cofret INDUȘI cu carcasa din aluminiu topită și aparatul interior ars;
- robineții KD2 și FD1 supraîncălziti cu mânerele arse;
- ștergătoarele de parbriz arse și cu ventilele de comandă supraîncălzite;
- îmbrăcămintea interioară a postului de conducere arsă complet;
- geamuri sparte și cu chederele arse;



Foto nr.3 – Cabina de conducere I



Foto nr.4 - Cabina de conducere I



Foto nr.5 - Cabina de conducere II – Stația RTF

Din cauza distrugerii instalațiilor de pe locomotivă, generate de temperaturile ridicate, nu a fost posibilă culegerea informațiilor din baza de date stocată, și nu a fost posibilă verificarea modului de funcționare a protecțiilor de pe locomotivă.

2. Sala mașinilor (Foto nr.6, 7, 8 și 9)

În **sala mașinilor** au ars complet materialele combustibile iar părțile metalice au fost deformat sub acțiunea temperaturii ridicate dezvoltate în timpul incendiului. A ars aproximativ două treimi din cantitatea de ulei existent în cuva transformatorului principal.

2.1 Transformatorul principal

- cuva deformată;
- izolatoarele pentru fanioane la motoarele de tracțiune cu garniturile arse;
- izolatoarele de trecere pentru serviciile auxiliare crăpate cu garniturile arse;

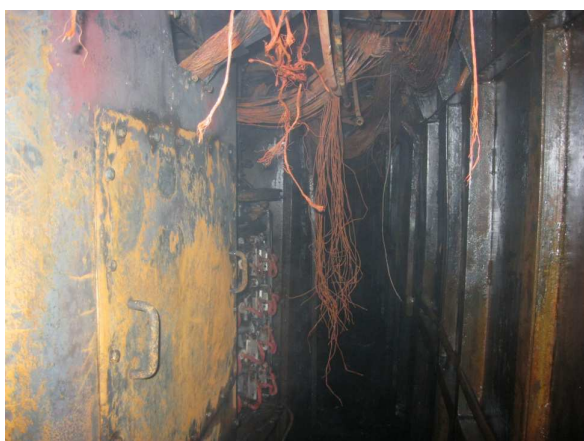


Foto nr.6



Foto nr. 7 – culoar sala mașinilor – în zona transformatorului principal

- transformatoarele de măsură și izolația cablajului de forță arse;
- contactoarele de comutare în sarcină cu camerele de stingere sparte și căzute, barele de susținere arse;
- contactele auxiliare ale graduatorului arse;
- transformatorul de absorbție ars și cu cablurile topite;
- ventilatoarele transformatorului arse, turbinele topite;

- manșoanele de cauciuc din circuitul de răcire al uleiului de transformator arse în totalitate;
- vanele de ulei rămase deschise;
- pompa de ulei cu suportul deformat;



Foto nr.8



Foto nr.9

2.2 Blocurile de aparate S1, S2, S4, S5 și S6

La blocurile de aparate menționate au ars complet materialele combustibile iar părțile metalice au fost deformat sub acțiunea temperaturii ridicate dezvoltate în timpul incendiului, astfel:

- Blocurile redresoare cu mantaua de plexiglas topită, diodele distruse prin ardere (*Foto nr. 10*);



Foto nr. 10 (Bloc S1 – redresor cu siliciu)

- grupele de ventilație cu carcasele deformat, motoarele și cablurile de alimentare arse;
- contactoarele electropneumatice cu camerele de stingere sparte, contactele fără urme de sudură, suportii de textolit arși;
- cablurile de forță cu izolația arsă;
- înversorul de sens afectat de temperatură;
- condensatorul de protecție al blocului redresor ars;
- scurtcircuitul ars cu carcasa topită;
- rezistențele de slăbire a câmpului deformat;
- scurtcircuitul ars cu carcasa topită;
- rezistențele de slăbire a câmpului supraîncălzite și deformat.

2.3 Blocul de aparate S3:

La blocul de aparate S3 au fost distruse prin ardere toate elementele componente (materialele combustibile arse complet, părțile metalice deformat) astfel:

- contactoarele de linie, de frânare, de slăbirea câmpului cu materialele electroizolante arse. Elementele metalice topite parțial, supapele electropneumatice din cadrul racordurile de alimentare cu aer sub presiune rupte și cazute de pe poziție (**Foto nr.11**);

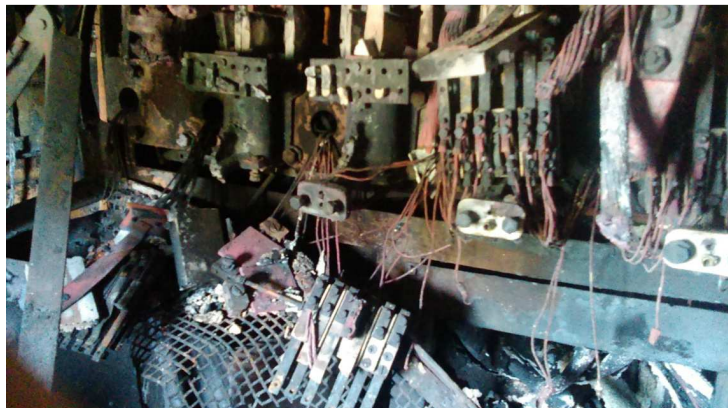


Foto nr.11

- suportul pentru contactoarele de linie deformat;
- scurtcircuitoarele, transformatoarele de impuls cu premagnetizare, inversorul de mers, ventilatoarele motoarului de tracțiune și releele de presiune distruse;
- la blocul redresor toate cele 48 de radiatoare din aluminiu, aferente diodelor, topite.
- tijele metalice izolate cu teflon, fixate pe cadrul din profil U, deformat. Materialele izolante arse;
- barele de conexiune din cupru deformat (**Foto nr.12**). Cablurile de alimentare distruse;
- la toate diodele capacele de protecție desprinse de capsule.

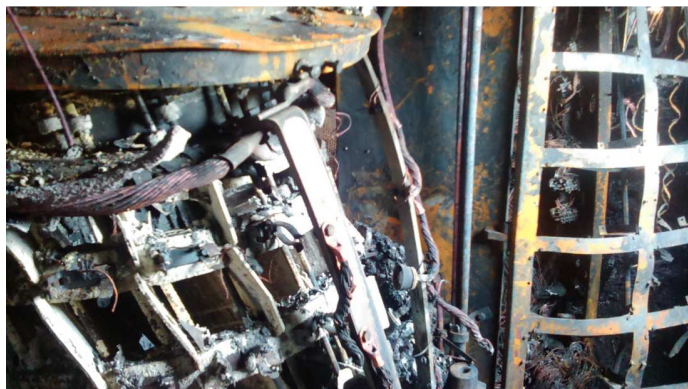


Foto nr.12

2.4 Blocurile de aparate S7 și S8

La blocurile de aparate S7 și S8 au ars complet materialele combustibile iar părțile metalice au fost deformat sub acțiunea temperaturii ridicate dezvoltate în timpul incendiului.

2.5 Condensatoare servicii auxiliare:

- condensatoarele de pornire cu carcassele deformat;
- condensatoarele de defazaj cu carcassele deformat;

2.6 Cablajul de forță pe canalul de cabluri cu izolația arsă complet iar în zona transformatorului topit pe alocuri.

2.7 Cablajul de comandă și servicii auxiliare cu izolația arsă și pe alocuri topit.

2.8 Compresorul principal 1 (**Foto nr.13**):



Foto nr.13

- cu carcasa autoventilatorului motorului de acționare topită parțial;
- conductele de aer deformat;
- supapa de sens unic și supapa de siguranță deformat.

2.9 Compresorul principal 2:

- carcasa autoventilatorului deformată;
- conductele de aer deformat.

2.10 Alte constatări

- conductele de aer la blocurile S1,S2,S4, S5 și S6, pantografe, afectate de incendiu iar conducta de aer la intrarea în contactorii electro-pneumatici de linie situați în blocul S3 topită;
- în sala mașinilor existau șase stingătoare de incendiu neutilizate iar în cabinele de conducere trei stingătoare neutilizate;
- suportul metalic inferior (șasiul locomotivei), nu prezintă urme vizibile de deformare;
- stâlpul lateral al cutiei locomotivei, în dreptul blocului S3, deformat;
- tabla cutiei locomotivei deformată (ondulată); (**Foto nr.14**);
- geamurile laterale sparte și chederele de fixare arse;
- capacele de la acoperiș deformat;



Foto nr.14

- izolatorii conductorului de trecere de 25 KV, de la pantografe la disjunctori IAC de pe acoperiș, spărți. (**Foto nr.15 și nr.16**)



Foto nr.15



Foto nr.16

3. Motoarele de tracțiune:

- MT1, MT2, MT4, MT5 și MT6 au suportii portperii fixați corespunzător, bandaj rotoric intact, colectorul cu uzuri normale de exploatare iar cablurile de forță pentru alimentare au izolația degradată prin ardere;

- MT3, în zona periilor colectoare și a înfășurării statorice (vizibile prin gura de vizitare), există bucăți de aluminiu topit (în stare solidă) cu impurități de material electroizolant în amestec (**Foto nr.17 și nr.18**). Aceste bucăți de aluminiu cu impurități, provin de la radiatoarele diodelor din puntea redresoare aferentă MT3, care în urma topirii, au fost antrenate de aerul ventilației forțate și introduse în interiorul motorului de tracțiune prin gura de ventilație.



Foto nr.17



Foto nr.18

Existența acestor bucăți de aluminiu cu impurități în zona periilor colectoare (parte opusă gurei de ventilație) confirmă faptul că în momentul topirii radiatoarelor ventilația era în funcție, iar aluminiul topit a traversat pe orizontală motorul electric, ajungând în zona periilor colectorului;

- pe jugul de fixare a cablurilor de alimentare a motorului (**Foto nr.19**) se află o cantitate de aluminiu solidificat provenit din topirea radiatoarelor aferente diodelor, fapt ce a determinat arderea izolației și punerea în scutircuit a cablurilor (**Foto nr.20 și Foto nr.21**);



Foto nr.19

(stare normală a jugului de fixare a cablurilor la intrarea în motorul de tracțiune)

- în zona jugului de fixare, cablurile din cupru multifilar sunt sudate între ele datorită topirii respectiv solidificării cuprului;



Foto nr.20

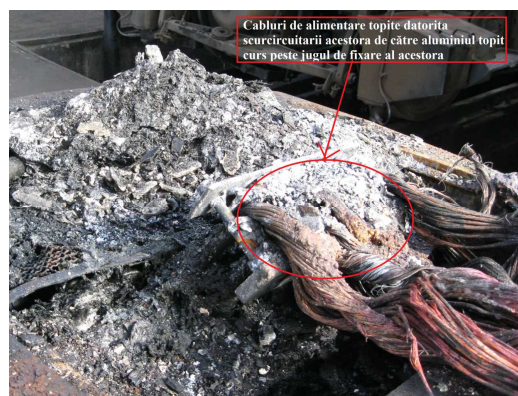


Foto nr.21

- plasa de protecție la intrarea aerului în MT3 degradată de materialul topit (**Foto nr.22 și Foto nr.23**).



Foto nr.22



Foto nr.23

Constatări privind vagoanele din compunerea trenului de călători nr.5110

Incendiul s-a propagat la vagonul nr.50532616001-5 (primul de la locomotivă) prin aprinderea burdufului de intercomunicație dinspre locomotivă;

La verificările efectuate s-au constatat următoarele:

Partea de interior

- peronul frontal, din capatul cu tabloul electric are pereții afectați de fumul pătruns în zona respectivă;
- dispersorii de la corpurile de iluminat deformați din cauza temperaturilor ridicate;
- peronul frontal din capatul cu frâna de mână are izolația termică și fonică arsă, geamurile laterale sparte (*Foto nr.21 și 22*);



Foto nr.21



Foto nr. 22

Etajul superior (*Foto nr.23 și 24*):

- izolația termică și fonică, plăcile de placaj ale peretilor, scaunele, corpurile de iluminat și cablajul instalației electrice arse;
- două geamuri laterale sparte.

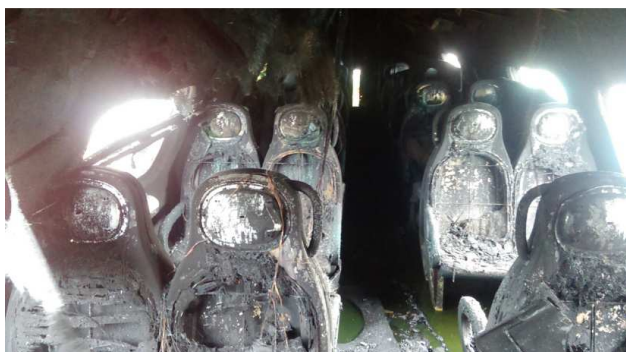


Foto nr.23



Foto nr.24

Etajul inferior (*Foto nr.25*):

- patru corpuri de iluminat din capătul culoarului de urcare în vagon (capătul cu frâna de mână) distruse;



Foto nr.25

- izolația termică și fonică, plăcile de placaj ale pereților, corpurile de iluminat și cablajul instalației electrice arse și cu scaunele afectate de incendiu, o parte dintre ele fiind arse iar cealaltă parte acoperite cu negru de fum ;
- două geamuri laterale sparte;
- ușile frontale de comunicație distruse de incendiu.

Culoarul de urcare în vagon din capătul cu frâna de mână (Foto nr.26 și 27):



Foto nr.26



Foto nr.27

- două uși de acces în vagon afectate termic și blocate.

Partea de exterior (Foto nr. 28) cu:

- cutia vagonului în zona de capăt, la partea superioară și în partea frontală cu vopeaua arsă;
- burduful de intercomunicație al vagonului, din capătul cu frâna de mână ars.



Foto nr.28

La partea de rulare a vagonului nu au fost constatate nereguli.

C.5.5. Interfața om-mașină-organizație

C.5.5.1. Timp de lucru aplicat personalului implicat

Mecanicul de locomotivă, în data de 05.08.2016, de la luarea în primire a locomotivei și până la ora producerii accidentului a efectuat serviciu timp de 6h și 20 min.

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

Personalul implicat în circulația trenului de călători nr.5110 din data de 05.08.2016, deținea permise de conducere și autorizații valabile, fiind totodată declarat apt din punct de vedere medical și psihologic pentru funcția deținută, conform avizelor emise.

C.5.6. Evenimente anterioare cu caracter similar

În perioada anterioară au fost înregistrate două evenimente cu caracter similar în cadrul operatorului de transport feroviar de călători SNTFC „CFR Călători” SA, după cum urmează:

- La data de 23.01.2016, în jurul orelor 06:00, pe raza de activitate a Sucursalei Regionale de Căi Ferate București, în Hm Aninoasa, s-a produs un accident feroviar prin declanșarea unui incendiu la automotorul Desiro nr.2114, ce forma trenul de călători Regio nr.9438;

- La data de 14.06.2016, în jurul orei 16:45, între Hm Cața și stația CFR Rupea, s-a produs un accident feroviar prin declanșarea unui incendiu la locomotiva EA 557 inactivă, ce se afla poziționată după locomotiva titulară EA 919 a trenului de călători Regio nr.3536.

Accidentele feroviare menționate au fost investigate de către AGIFER, investigațiile fiind finalizate prin întocmirea rapoartelor de investigare, în care au fost stabilite cauzele și factorii care au contribuit la producerea acestora.

Din analiza comparativă a celor două accidente feroviare cu cel investigat în prezentul raport s-a constatat existența aceleiași cauze subiacente:

- nerespectarea prevederilor Normativul Feroviar 67-006:2011 „Vehicule de cale ferată. Tipuri de revizii și reparații planificate. Normele de timp sau normele de kilometri parcurși pentru efectuarea reviziilor și reparațiilor planificate”, aprobat prin Ordinul Ministrului Transporturilor și Infrastructurii nr.315/2011 modificat și completat prin Ordinul MTI nr.1359/2012.

S-a constatat și existența unui factor comun:

- menținerea în serviciu a materialului rulant, după depășirea normei de timp/kilometri pentru efectuarea reparațiilor planificate.

C.6. Analiză și concluzii

C.6.1. Analiza modului de producere a accidentului

C.6.1.1 Analiza modului de funcționare a diodelor redresoare cu siliciu tip Si A 250

Pe locomotiva EA 818, 25 kV, 50 Hz, tip 060EA de 5100kW, pentru redresarea curentului de forță al motoarelor de tracțiune s-au folosit diode cu siliciu (regiunile p și n , cărora li se aplică contacte metalice sunt din siliciu) de tip Si A 250.

Datele constructive ale diodelor Si A 250 sunt:

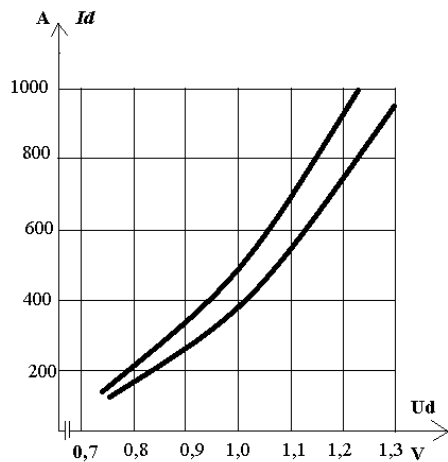
Denumire	Date
Tensiunea inversă U_i de vârf:	
- nerepetitivă	1500 V
- repetitivă	1200 V
Curentul mediu direct (redresat) – I_d	300 A
Valoarea de vârf a curentului direct repetitiv	1500 A
Curent direct de suprasarcină (durată 10ms, 150 °C)	4,8 kA
Rezistența termică (la un debit de aer de răcire 100 dm ³ /s):	
- joncțiune-capsulă	0,2 °C/W
- capsulă-radiator	0,17 °C/W
- totală	0,37 °C/W
Putere disipată:	
- la curenți medii	Fig. c
- la curenți mari	Fig. d
Temperatura de regim	-50 °C la +185 °C
Tensiunea de prag (bariera de potențial) a joncțiunii la 185 °C	0,725-0,76 V
Rezistența de conducție (la 300-1000 A)	0,50-0,55 miliohmi
Caracteristica directă (la 185 °C temperatură a joncțiunii):	
- la curenți medii	Fig. a
- la curenți mari	Fig. b
Caracteristica inversă	Fig. e
Greutatea diodei inclusiv radiatorul de răcire	2,6 kg

Caracteristica directă

Caracteristica directă arată faptul că la polarizare directă, după depășirea tensiunii de prag, rezistența diodei scade ceea ce are ca efect creșterea curentului direct I_d . Acesta crește foarte repede cu tensiunea fiind în funcție de rezistența circuitului alimentat (motorul electric). Valoarea maximă a curentului direct este foarte riguros limitată de încălzirea diodei, deoarece joncțiunea fiind foarte subțire se încălzește în câteva fracțiuni de secundă, distrugându-se dacă temperatura depășește valoarea prescrisă (La dioda Si A 250 joncțiunea se distruge la depășirea temperaturii de 200 °C).

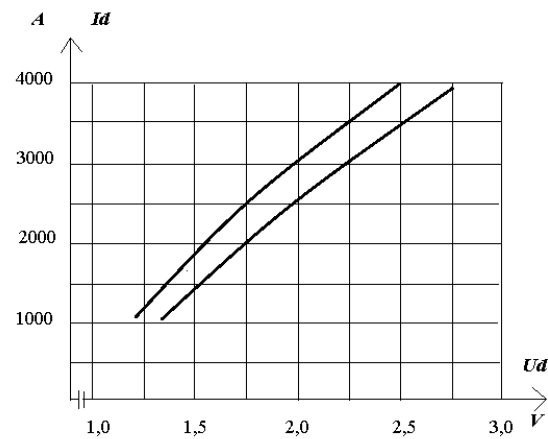
Caracteristica inversă

Caracteristica inversă arată faptul că la polarizare inversă, joncțiunea se comportă teoretic ca un izolator, curentul invers având o valoare foarte mică și aproape constantă la creșterea tensiunii (sutimi de microamperi la o tensiune inversă de sute de volți).



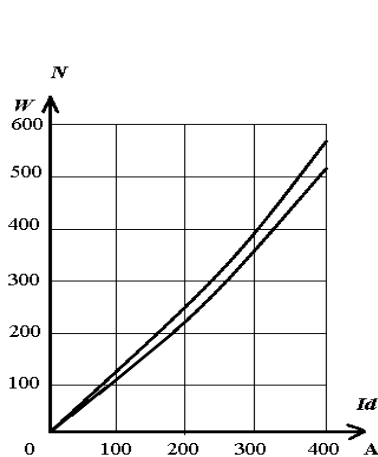
Caracteristica directă în regiunea de curenți medii

Fig. a



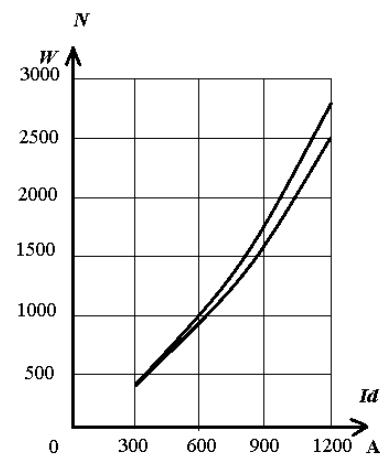
Caracteristica directă în regiunea de curenți mari

Fig. b



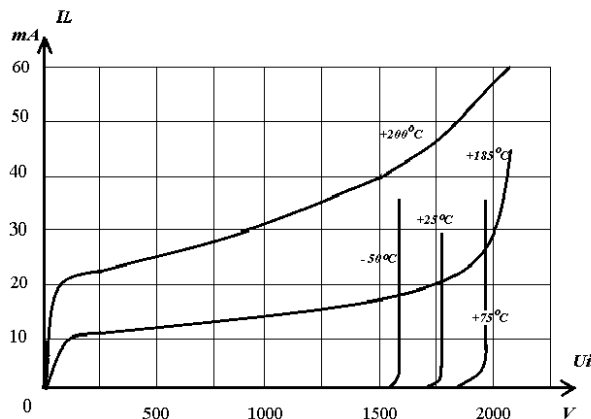
Puterea totală disipată în regiunea de curenți medii

Fig. c



Puterea totală disipată în regiunea de curenți mari

Fig. d



Caracteristica inversă

Fig. e

Funcționarea diodei funcție de temperatură

La o tensiune constantă aplicată joncțiunii pn , la creșterea temperaturii crește atât curentul direct cât și curentul invers.

La depășirea *temperaturii maxime de regim* ($+185^{\circ}\text{C}$), concentrația de goluri și electroni crește foarte mult, ceea ce are ca efect creșterea exponențială a temperaturii. Curentul invers crește și el tot exponențial cu temperatura. Pentru dioda Si A 250 curentul invers se dublează la fiecare creștere cu 6°C a temperaturii joncțiunii (Fig. e).

La depășirea *temperaturii maxime de funcționare* ($+200^{\circ}\text{C}$) concentrația de goluri și electroni crește atât de mult, încât dispare deosebirea între regiunile p și n ale diodei, iar curentul invers ajunge comparabil cu cel direct și dioda se defectează. La defectare dioda își pierde proprietatea de redresare și permite trecerea curentului în ambele sensuri.

Pentru funcționarea corectă a diodei Si A 250 trebuie menținută *temperatura de regim* cuprinsă între -50°C și $+185^{\circ}\text{C}$.

Puterea electrică absorbită

În timpul trecerii curentului prin diodă aceasta absoarbe o putere electrică egală cu **produsul valorilor instantanee ale tensiunii și curentului**. Această putere este disipată de diodă sub formă de căldură în mediul înconjurător.

Temperatura joncțiunii depinde de puterea electrică absorbită de diodă, de condițiile de transmitere a căldurii de la diodă la mediul ambiant și de temperatura mediului ambiant.

Puterea electrică disipată de dioda Si A 250, funcție de regimul de funcționare este reprezentată grafic în fig. c și fig. d.

La depășirea *temperaturii maxime de funcționare* ($+200^{\circ}\text{C}$) puterea electrică absorbită de diodă crește exponențial. La fel și temperatura joncțiunii.

Efectul Joule al curentului electric

Cantitatea de căldură W care se degajă la trecerea unui curent continuu de intensitate I printr-un conductor de rezistență R , în timpul t , este dată de relația **$W = R I^2 t$** .

Cantitatea de căldură este direct proporțională cu pătratul intensității curentului (creștere exponențială).

C.6.1.2 Analiza influenței stării tehnice a blocului redresor aferent motorului de tracțiune nr.3

Creșterea temperaturii diodelor s-a produs din cauza stării tehnice necorespunzătoare a blocului redresor cu diode la care nu au fost executate lucrările de reparații (**RR, RG**).

În cei 14 ani de exploatare a locomotivei fără executarea lucrărilor de reparații suprafețele radiatoarelor din aluminiu au fost acoperite cu o peliculă de impurități.

Neexecutarea lucrărilor de reparații la blocul redresor, demontarea și curățarea suprafețelor diodelor și a radiatoarelor din aluminiu precum și strângerea conexiunilor electrice la forțele stabilite în documentația tehnică, a afectat:

- rezistența electrică de contact a diodelor cu radiatoarele;
- rezistența electrică de contact a catodului diodelor cu radiatoarele (anodul) diodelor vecine;
- rezistența electrică de contact a diodelor din capetele ramurilor punții redresoare cu barele de conexiune din cupru.
- rezistența termică de contact a diodelor cu radiatoarele;
- rezistența termică de contact a catodului diodelor cu radiatoarele diodelor vecine;
- rezistența termică de contact a diodelor din capetele ramurilor punții redresoare cu barele de conexiune din cupru.
- rezistența termică de contact a suprafețelor radiatoarelor din aluminiu cu aerul, care a afectat direct transferul de căldură în procesul convecției forțate.

Creșterea rezistențelor electrice și implicit termice a avut ca efect o creștere a temperaturii radiatoarelor din aluminiu în timpul funcționării motoarelor în regim de tracțiune.

Starea suprafețelor radiatoarelor din aluminiu prin acoperire cu impurități în procesul de exploatare a locomotivei, a afectat transferul de căldură al diodelor către radiatoare (**conducție termică**) și al acestora către mediul înconjurător (**convecție forțată**), în condițiile în care era asigurat debitul de aer în procesul ventilației forțate (nu au fost semnalizate anomalii în funcționarea ventilației).

C.6.1.3 Descrierea lanțului de evenimente

Investigarea prezentului accident a avut la bază următoarele date concrete:

- La data de 05.08.2016, în jurul orei 17:22 temperatura în aer a fost de aproximativ 32°C iar viteza vântului nesemnificativă (zi toridă);

- În halta de mișcare Boboc, unde trenul de călători nr.5110 a staționat timp de două minute, mecanicul de locomotivă a oprit ventilația. Oprirea ventilației, pentru motoarele de tracțiune, a avut ca efect uniformizarea temperaturii în ansamblul diodă-radiator. Temperatura radiatoarelor din aluminiu a crescut devenind egală cu cea a joncțiunilor diodelor. Această creștere a temperaturii radiatoarelor din aluminiu s-a produs deoarece a scăzut intensitatea procesului de convecție forțată, care depindea în măsură esențială de mișcarea aerului;

- La înmânarea ordinului de circulație, atât IDM de serviciu cât și mecanicul de locomotivă, nu au simțit miros de fum sau miros specific de izolație electrică încinsă sau arsă, ceea ce înseamnă că fenomenul nu avea amploare;

- Înainte de pornirea trenului mecanicul de locomotivă a pornit ventilația;

- Nu au existat semnalizări privind apariția unor anomalii în funcționarea ventilației locomotivei pe tot parcursul trenului de călători nr.5110;

- La demararea trenului de călători nr.5110 din halta de mișcare Boboc, la locomotiva EA 818 doar patru motoare au funcționat în regim de tracțiune. Motoarele de tracțiune nr.2 și nr.4 erau izolate.

- Mecanicul de locomotivă a acționat controlerul locomotivei până la treptele 25-26 a graduatorului și a crescut viteza trenului până la 72 km/h.

- În procesul de demarare, datorită creșterii curentului de tracțiune, a avut loc o creștere a temperaturii diodelor cu siliciu la blocurile redresoare aferente motoarelor de tracțiune active.

- La blocul redresor aferent motorului de tracțiune nr.3, radiatoarele din aluminiu au depășit temperatura de 660,3 °C (punct de topire aluminiu). La atingerea temperaturii de 660,3 °C a început fenomenul de topire al radiatoarelor;

- În timpul topirii radiatoarelor din aluminiu nu a intrat în acțiune niciun circuit de protecție. Topirea radiatoarelor a fost produsă de către curentul electric de acționare a motorului nr.3 în regim de tracțiune;

- În timpul topirii radiatoarelor din aluminiu a funcționat ventilația forțată. Antrenat de aerul ventilației forțate, o parte din aluminiul topit a pătruns în interiorul motorului de tracțiune nr. 3 prin pâlnia de ventilație, a trecut (pe orizontală) printre statorul și rotorul motorului ajungând în zona colectorului și a coroanei portperiei iar o altă parte din aluminiul topit a curs pe jugul de fixare a cablurilor de alimentare la intrarea în motorul de tracțiune nr. 3;

- Temperatura aluminiului topit a distrus izolația electrică a jugului și a cablurilor de alimentare;

- Aluminiul topit, după distrugerea izolației electrice, a produs scurtcircuitarea cablurilor de alimentare și punerea la masă a acestora. Cablurile de alimentare (din cupru multifilar) au urme de topire și sunt sudate între ele. Temperatura de topire a cuprului este 1085 °C. Topirea cablurilor de alimentare din cupru s-a produs în momentul apariției arcului electric la scurtcircuit.

- După scurtcircuitarea cablurilor de alimentare și punerea la masă a acestora s-a produs deconectarea disjuncteurului;

- Motoarele de tracțiune au funcționat în regim de tracțiune aproximativ 3-4 minute;

- În momentul în care mecanicul de locomotivă a simțit miros de fum controlerul locomotivei era pe treapta 1;

- După deschiderea ușii de acces în sala mașinii mecanicul a constatat existența fumului dens;
- Momentul deschiderii ușii de acces în sala mașinii a coincis cu deconectarea disjuncteurului locomotivei;
- Frânarea trenului a fost făcută după deconectarea disjuncteurului locomotivei;
- Trenul de călători nr.5110 a fost oprit de către mecanicul de locomotivă prin acționarea frânei automate, după aproximativ 3-5 minute de la plecarea din halta de mișcare Boboc;
- La intrarea în sala mașinii mecanicul de locomotivă nu a văzut flacăra (era un fum dens), ceea ce demonstrează că, la momentul respectiv, incendiul nu avea amploare;
- După stingerea incendiului s-a constatat faptul că toate cele 48 de radiatoare din aluminiu, aferente blocului redresor de la motorul de tracțiune nr.3, au fost topite integral.

C.6.1.4 Analiza modului de producere a incendiului

La demararea trenului din halta de mișcare Boboc patru motoare funcționau în regim de tracțiune. Puterea electrică necesară în procesul demarării trenului era distribuită în mod egal pe cele patru motoare active. Această putere, are aceeași valoare, indiferent de numărul de motoare de tracțiune active ale locomotivei.

La izolarea unui motor de tracțiune puterea electrică necesară în procesul demarării trenului se distribuie pe celelalte cinci active. Aceasta înseamnă o creștere a puterii pe un motor activ cu 20%.

La izolarea a două motoare de tracțiune puterea electrică necesară în procesul demarării trenului se distribuie pe celelalte patru active. Aceasta înseamnă o creștere a puterii electrice pe un motor activ cu 50%.

Această creștere a puterii electrice pe un motor rămas activ se realizează prin creșterea intensității curentului electric ce trece prin motorul respectiv, deoarece tensiunea aplicată la bornele acestuia, pe o treaptă a graduatorului, este constantă. Acest fenomen se produce pe fiecare treaptă a graduatorului.

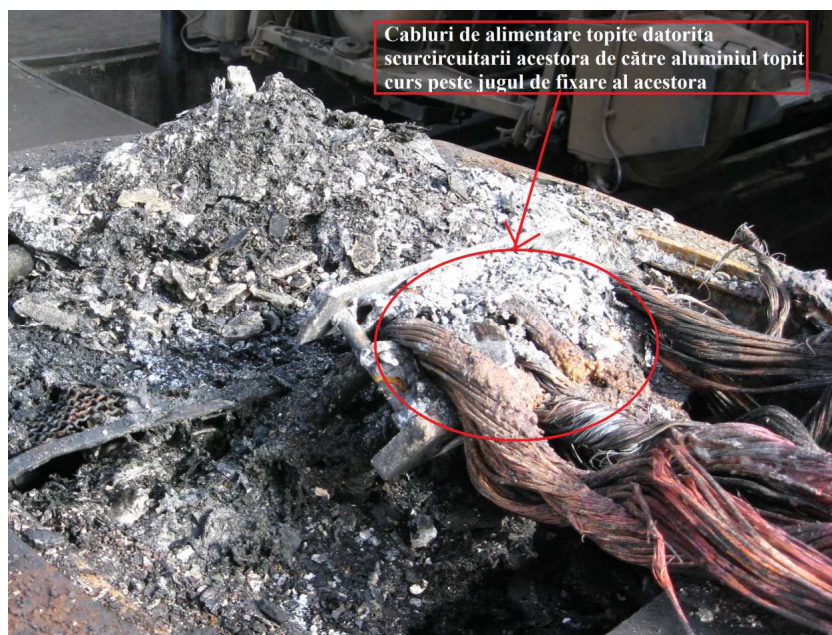
Creșterea intensității curentului cu 50% prin motoarele de tracțiune a avut efect asupra diodelor cu siliciu din blocurile redresoare prin creșterea exponențială a cantității de căldură ce trebuia disipată în mediul înconjurător de ansamblul diodă-radiator prin procesul de convecție forțată.

Deoarece starea suprafețelor radiatoarelor din aluminiu prin acoperire cu impurități în procesul de exploatare a locomotivei, a afectat transferul de căldură al diodelor către mediul înconjurător (**convecție forțată**), în condițiile în care era asigurat debitul de aer în procesul ventilației forțate a avut loc o creștere a temperaturii acestora.

La depășirea **temperaturii maxime de regim (+185 °C) a diodelor** a început fenomenul de mărire a concentrației electronilor și golurilor în semiconductor, ceea ce a dus la creșterea curentului direct și a curentului invers prin diode. Aceeași creștere a avut și puterea electrică absorbită de diode. Puterea electrică absorbită de diode (egală cu produsul valorilor instantanee ale tensiunii și curenților), s-a transformat în căldură. Creșterea puterii electrice absorbită de diode a avut ca efect creșterea temperaturii diodelor (curentul invers s-a dublat la fiecare creștere cu 6 °C a temperaturii joncțiunii).

La depășirea **temperaturii maxime de funcționare (+200 °C)** concentrația de goluri și electroni a crescut atât de mult încât a dispărut deosebirea între regiunile *p* și *n* ale diodelor, **curentul invers a ajuns comparabil cu cel direct ceea ce a avut ca efect străpungerea diodelor**. Diodele străpunse și-au pierdut proprietatea de redresare permițând trecerea curentului în ambele sensuri. În această situație puterea electrică absorbită de diode, la fel și temperatura joncțiunilor, a crescut exponențial.

Creșterea temperaturii diodelor a avut ca efect creșterea temperaturii radiatoarelor. La atingerea temperaturii de 660,3 °C (punct de topire aluminiu) a început fenomenul de topire a radiatoarelor. Aluminiul, în stare topită, a curs pe jugul de fixare a cablurilor de alimentare la intrarea în motorul de tracțiune nr.3. Temperatura acestuia a distrus izolația electrică a jugului și a cablurilor, după care a produs scurtcircuitarea conductoarelor la intrarea în motor (conductoarele din cupru multifilar au urme de topire și sunt sudate între ele. Temperatura de topire a cuprului este 1085 °C). (**Foto nr.29**)



(Foto nr.29)

În momentul scurtcircuitării cablurilor de alimentare a motorului a intrat în acțiune circuitul de protecție, s-a produs deconectarea disjuncteurului locomotivei și au fost afectați contactorii de linie din blocul S3.

Distrugerea izolației electrice a cablurilor și a jugului de fixare de către aluminiul în stare topită, la temperatura minimă de 660,3 °C s-a produs cu degajare de fum.

Sub influența temperaturii din interiorul canalului de ventilație, dezvoltată de către aluminiul topit s-a creat un climat propice apariției incendiului prin mărirea concentrației amestecului de gaze și vapori (amestec combustibil).

Arcul electric, apărut în momentul scurtcircuitării cablurilor de alimentare a motorului de tracțiune de către aluminiul topit, a creat energia de activare a incendiului.

C.6.1.5 Analiza factorilor care au contribuit la producerea incendiului

La inițierea incendiului

- Menținerea locomotivei în exploatare timp de 14 ani, fără efectuarea lucrărilor de reparații, a afectat intensitatea fluxului termic convectiv al radiatoarelor din aluminiu aferente diodelor din blocurile redresoare prin formarea unei pelicule de impurități pe suprafețele acestora. **Pentru menținerea în parametrii proiectați a intensității fluxului termic convectiv al radiatoarelor din aluminiu există o singură metodă: curățirea periodică a suprafețelor acestora.** Pentru aceasta s-a stabilit ca în cadrul lucrărilor de reparații planificate (RR, RG) să se execute lucrări de demontare și curățare a suprafețelor diodelor și a radiatoarelor din aluminiu. De la ultima reparație planificată, efectuată în luna iunie 2002 și până la data producerii incendiului 05.08.2016, în cei 14 ani de exploatare fără reparații, locomotiva EA 818 a parcurs 1.437.125 km.

- Izolarea motoarelor de tracțiune nr.2 și nr.4 a avut ca efect creșterea intensității curentului de tracțiune prin blocurile redresoare, cu 50%. Aceasta a avut efect creșterea exponențială a cantității de căldură ce trebuia disipată în mediul înconjurător de ansamblul diodă-radiator prin procesul de convecție forțată.

- Acoperirea suprafețelor din interiorul cutiei locomotivei cu un strat foarte fin de particole de ulei și alte produse petroliere (provenite de la pierderile frecvente de ulei ale compresoarelor, menționate în fișele de bord), sub influența temperaturii din interiorul canalului de ventilație (dezvoltată de către

radiatoarele din aluminiul topit), a creat un climat propice apariției incendiului prin mărirea concentrației amestecului de gaze și vapori (amestec combustibil).

- Apariția arcului electric în momentul scurtcircuitării cablurilor de alimentare a motorului de tracțiune de către aluminiul topit a creat energia de activare a incendiului.

La menținerea arderii:

- Creșterea cantității de combustibil (pătrunderea oxigenului în sala mașinii) prin deschiderea ușii de acces de către mecanicul de locomotivă;

La amploarea incendiului:

- Dotarea necorespunzătoare a locomotivei cu mijloace de intervenție în caz de incendiu. Mecanicul de locomotivă, datorită fumului dens existent în sala mașinii, nu a putut depista sursa apariției incendiului și nu a putut interveni cu stingătoarele din dotare. A folosit, fără eficiență (la întâmplare din ușa de acces), un singur stingător din totalul de 10 existente.

- Distrugerea prin ardere a conductei din sistemul de răcire al uleiului din cuva transformatorului. Conducta, confecționată din material combustibil, este racordată la o înălțime de o treime de baza cuvei. Distrugerea acesteia a avut ca efect curgerea unei cantități de peste 2 tone de ulei din cuva transformatorului în interiorul cutiei locomotivei. *(Foto nr.30)*



Foto nr.30

(amestec format pe pardoseala culoarului de trecere din sala mașinii)

- Intervenția cu apă a pompierilor militari a creat condiții favorabile propagării incendiului prin mărirea suprafeței acestuia. Nu s-a avut în vedere faptul că uleiul de transformator nu este miscibil (nu se amestecă) cu apa. Acesta a plutit la suprafața apei fiind împrăștiat de la un capăt la celălalt al locomotivei.

Menționăm faptul că incendiile la materialul rulant motor sunt incendii de clasă B (de lichide de tipul benzine, uleiuri, eteruri, petrol, etc.) și conform clasificării din „Ghid privind tehnica și tactica stingerii incendiilor – Ministerul Afacerilor Interne, București 2013” la intervenția pentru stingerea acestora agenții de stingere cei mai eficienți sunt pulberea pentru arderile de mică intensitate și spumă pentru suprafețele arzânde cu întindere mare.

C.6.2. Concluzii privind starea tehnică a suprastructurii căii

Starea tehnică a infrastructurii feroviare nu a influențat producerea accidentului.

C.6.3. Concluzii privind starea tehnică a vehiculelor feroviare

C.6.3.1 Concluzii privind starea tehnică a locomotivei

Incendiul s-a produs datorită stării tehnice necorespunzătoare a locomotivei EA 818 prin menținerea acesteia în exploatare fără efectuarea lucrărilor de reparații tip RR, RG. Se impunea retragerea din exploatare a locomotivei din anul 2007.

C.6.3.2 Concluzii privind starea tehnică a vagoanelor din compunerea trenului

Starea tehnică a vagoanelor nu a influențat producerea accidentului.

C.6.3.3 Concluzii privind sistemul de management al siguranței al operatorului de transport feroviar de călători

Operatorul de transport SNTFC „CFR Călători” SA deține o procedură operațională pentru identificarea riscurilor asociate siguranței feroviare („Managementul Riscurilor asociate siguranței feroviare” ediția 3, revizia 0), dar ***nu a identificat riscul producerii unui incendiu la materialul rulant***;

Operatorul de transport feroviar de călători SNTFC „CFR Călători” SA deține o procedură operațională referitoare la întreținerea materialului rulant (Planificarea reviziilor și reparațiilor la locomotive, automotoare și rame electrice aparținând SNTFC „CFR Călători”), dar aceasta ***nu conține prevederi concrete pentru ținerea sub control a riscurilor generate de pericolul reprezentat de “Nerespectarea ciclului de revizie și reparații material rulant”***.

D. CAUZELE PRODUCERII ACCIDENTULUI

D.1. Direct cause

The direct cause of the fire was a short-circuit at the cables for the power supply of the traction engine no.3 (when it worked in traction condition), generated by the aluminum from the cooler of the diodes from the rectifier, that melted, because the decrease of the capacity for the heat transfer in the forced convective process and the leaking of the melted material on the terminal block for the fastening of the cables at the entry in the traction engine

Contributing factors

- unsuitable condition of the surfaces of the aluminum coolers from the rectifier afferent to the traction engine no.3, by their covering with a layer of impurities;
- the unsuitable condition of the surfaces inside the locomotive body, by their covering with a layer of petrol substances resulted from frequent oil leakages of the compressors;
- keeping in operation of the locomotive EA 818, after reaching and exceeding the norms of time/km for the performance of the planned repairs;
- the environment conditions when the fire happened, air temperature was about 32°C and insignificant speed of the wind (hot summer day);
- keeping in operation of the locomotive with the traction engines no.2 and no.4 off.

D.2. Underlying causes

Infringement of the provisions of the Railway Norm 67-006:2011 "Railway vehicles. Types of inspections and planned repairs. Norms of time or norms of km run for the performance of inspections and planned repairs", approved through Order of the Minister of Transports and Infrastructure - OMTI no.315/2011, amended by OMTI no.1359/2012, respectively:

- chapter 3 – Norms for the performance of inspections and planned repairs at the railway vehicles and their periodicity (cycle), sub-point 3.1, that is the locomotive EA 818 was not withdrawn from running when it reached the norm of time and km stipulated for the performance of the planned repairs;

- chapter 3 – Norms for the performance of the inspections and planned repairs of the railway vehicles and their periodicity (cycle), Table 3.1, letter A, position no.1, that is the cycle of planned repairs for the locomotive EA 818 was not met.

D.3. Root causes

Infringement of the requirements stipulated in the operational procedure PO-07.1-14 ***“Planning of the inspections and repairs for the locomotives, diesel and electric multiple units got by SNTFC “CFR Călători” SA”*** chapter 4.7 – Organization of the planning of the scheduled repairs, point. 4.7.5 – Sequence and periodicity of the inspections and planned repairs - Annex no.1 code F-PO-7.1-14-01 – point A.1 concerning the Norm of time or km run for the performance of the planned repairs. So, according to the procedure requirements, overhauls had to be performed at the electric locomotive EA 818 in 2007, respectively repairs type RR in 2012.

The operational procedure PO-07.1-14 ***“Planning of inspections and repairs for locomotives, motorized trains and multiple units got by SNTFC “CFR Călători” SA”*** is not complete, that is it does not contain concrete provisions on the measures that have to be established for the rolling stock that reaches the norm of time/km for the performance of the planned repairs.

E.SAFETY RECOMMENDATIONS

The railway accident happened on the 5th August 2016, in the running of the passenger train no.5110, fire in the locomotive EA 818 generated by the short-circuit at the cables for the power supply of the traction engine no.3, because the melted aluminum from the coolers of the diodes of the rectifier, happened because the unsuitable condition of the locomotive that had to be controlled through inspections and specific maintenance, performed during the planned repairs.

During the investigation, one found out that the locomotive EA 818 was kept in operation after reaching the norms of time/km for the performance of the planned repairs, contrary the provisions of OMTI no.1359/2012 for the amendment of the Railway Norm "Railway vehicles. Types of inspections and planned repairs. Norms of time or norms of km run for the performance of inspections and planned repairs", approved through the OMTI no. 315/2011, it being a factor contributing the accident occurrence.

Concerning the safety management system

At SNTFC „CFR Călători” SA one found out:

- problems in the implementation of the operational procedure PO-07.1-14 ***„Planning of the inspections and repairs for the locomotives, diesel and electric multiple units got by SNTFC “CFR Călători” SA”***, that is no planned repair RR, RG, according to „Plan for repairs and maintenance” at the locomotive EA 818 was performed;

- problems at the implementation of the „Guide for the prevention of the fires in locomotives” that is the locomotive EA 818 was not equipped with face guards against the smoke and gasses, necessary for intervention in case of fire;

- problems in the draft of ***„Sheet for the identification of dangers/assessment of generated risks ” Code: F-PO-0-8.5.3-05-03***, because for the danger ***„Infringement of the cycle of inspections and repairs of the rolling stock”*** the general danger was not identified ***„Fires in the rolling stock”***.

Taking into account the causes and the factors contributing the accident occurrence, as well as that the monitoring of the economic operators in the railway field is in charge of Romanian Railway Safety Authority – ASFR, the investigation commission considers necessary to issue the next safety recommendations:

1. during the controls and state inspections, ASFR ensure that the railway undertakings control the risks of fire appearance in the rolling stock, generated by the non-performance of the planned maintenance;

2. ask the railway undertaking SNTFC „CFR Călători” SA to review the ***Sheet for the identification of dangers/assessment of the generated risks Code: F-PO-0-8.5.3-05-03***, so that the danger ***„Non-meeting with the cycle of inspections and repairs of the rolling stock”*** the generated risk ***„Fires in the rolling stock”*** be identified;

3. ask the railway undertaking SNTFC „CFR Călători” SA to review the operational procedure PO-07.1-14 „*Planning of the inspections and repairs for locomotives, diesel and electric multiple-units got by SNTFC “CFR Călători” SA*”, so that it be completed with concrete provisions concerning the measures that had to be established if the rolling stock reaches the norm of time/km for the performance of the planned repairs;

4. analyze with the railway undertakings the opportunity to provide the motorized rolling stock with some equipments for the detection of smoke emissions in the critical areas with fire potential;

5. analyze with the railway undertakings the opportunity to replace the joint pipes (exit and suction) of the main transformer tank with the oil cooler, made of inflammable materials with pipes made from inflammable materials, in order to avoid leakage of a big quantity of oil in the locomotive oil, in case of their deterioration;

6. analyze with the railway undertakings and with the management of the General Inspectorate for Emergency Situations, the intervention way of the firemen in case of fires in the rolling stock so that, for the consequence limitation, not use water as extinguish agent.

*

* *

Prezentul Raport de Investigare se va transmite Autorității de Siguranță Feroviară Română - ASFR, operatorului de transport feroviar SNTFC „CFR Călători” SA și administratorului de infrastructură feroviară publică CNCF „CFR” SA.

Membrii comisiei de investigare:

Eugen TOADER - investigator principal

Cezar TOPOR-TVIRCO - membru

Tudor CIOLACU - membru