

Davor Belas, dipl. ing. stroj.<sup>1</sup>  
Stanislav Peruško, dipl. ing. el.<sup>2</sup>

# ISTRAŽIVANJE ISKLIZNUĆA ŽELJEZNIČKOG VAGONA

## 1. Uvod

Dana 10. siječnja 2010. u 6.42 sati na pruzi između Unešića i Perkovića dogodila se željeznička nesreća teretnog vlaka broj 65325, pri čemu je zbog otpalog kotača i osovine iskliznuo jedan vagon iz kompozicije. Vagon se prevrnuo te se rasuo teret – mineralno gnojivo.

Prema Zakonu o sigurnosti željezničkog prometa, koji je bio na snazi 2010. godine, nakon željezničke nesreće formirano je istražno povjerenstvo koje se sastojalo od zaposlenika iz svih segmenata željezničke strukture. Zadatak povjerenstva bio je istražiti uzroke nesreće i sastaviti izvješće. S druge su strane autori članka sudjelovali u istrazi, koju po Zakonu moraju provesti DORH i MUP RH, kao vještaci Centra za ispitivanja, istraživanja i vještačenja „Ivan Vučetić“ MUP-a RH, a njihov je zadatak bio utvrditi uzrok nesreće.

Osnivanjem Agencije za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu<sup>3</sup> 2013. istraživanje željezničkih nesreća preuzela je Agencija. U Agenciji istragu vodi istražitelj željezničkih nesreća, koji vodi istragu na terenu i s kojim surađuju i ostala istražna tijela (željezničko povjerenstvo, DORH, MUP RH te vještaci Centra za ispitivanja, istraživanja i vještačenja „Ivan Vučetić“ MUP-a RH).

## 2. Iskliznuće vagona iz tračnica

Uzroci iskliznuća tračničkog vozila pa i vagona mogu biti razni:

- prevelika brzina u zavoju zbog koje obod kotača prelazi preko tračnice i dolazi do izlijetanja
- pogreška na vijencu kotača
- prepreka na koju naiđe vijenac kotača te izdigne kotač iznad tračnice
- deformacija kolosijeka ili lom tračnica

- kvar ili presjek skretnice
- kvar na postolju ili osovinskom sklopu željezničkog vozila
- sudar
- pogrešno raspoređen teret na vagonu i dr.

Nakon što tračničko vozilo isklizne, može doći do prevrtanja jednog ili više vozila, što komplicira utvrđivanje uzroka i povećava štetu. Kod istraživanja takvih nesreća potrebno je znati kako se ponašaju kotači tračničkog vozila te kako se ponaša tračničko vozilo kod prevrtanja.

Tragove koji su nastali kao posljedica željezničke nesreće, odnosno iskliznuća i eventualnog prevrtanja tračničkog vozila, treba pomno sagledati i analizirati kako bi se utvrdio točan uzrok nesreće. Pritom treba saznati što je moguće više podataka o brzini vozila, zapažanjima osoblja vlaka tijekom vožnje prije nesreće, zapažanjima ostalog željezničkog osoblja na prolaznim punktovima vlaka (promjena brzine, trešnje, trzaji, lupanje, užareni dijelovi na vozilu itd.).

Iz vučnog vozila opremljenog računalom ili tahografom potrebno je izuzeti podatke i analizirati ih. Iz očitanih je podataka moguće saznati promjene brzine tijekom vožnje, a iz podataka računala i promjene tlakova u sustavu kočenja. Tumačenje tragova treba, ako je to moguće i/ili potrebno, potkrijepiti laboratorijskim analizama i zapisima servisnih radova na tračničkome vozilu koji ukazuju na mehaničke kvarove i/ili eventualne preinake tijekom eksploatacije tračničkog vozila. Sagledavajući i analizirajući sve dobivene podatke i tragove, potrebno je pokušati utvrditi slijed događaja koji je prethodio nesreći. Zaključke je potrebno bazirati isključivo na materijalnim tragovima.

## 3. Željeznička nesreća

U jutarnjim satima 10. siječnja 2010. u Kninu je bila pripremljena željeznička kompozicija teretnog vlaka broj 65325, koji je trebao voziti na relaciji Knin – Šibenik. Kompozicija vlaka sastojala se od dizel-električne lokomotive i više vagona za prijevoz rasutih tereta serije Tads-z. U vagonima je bilo utovareno mineralno gnojivo.

Vagoni serije Tads-z opremljeni su pokretnim krovom radi lakšeg utovara rasutog tereta, a na dnu imaju posebne otvore za istovar tereta. Vagoni imaju dva okretna postolja s po dvije osovine (slika 1).

Bruto nosivost pojedinog vagona je 54 t, a maksimalna brzina 100 km/h. Duljina jednog vagona preko odbojnika je 19 040 mm, a širina 2920 mm. Vagoni serije Tads-z koriste se za prijevoz rasutih materijala

<sup>1</sup> Davor Belas, dipl. ing. stroj., glavni istražitelj željezničkih nesreća  
<sup>2</sup> Stanislav Peruško, dipl. ing. el., stalni sudski vještak za elektrotehniku, jaku struju, eksplozivne naprave, uzroke požara i eksplozija, tračnička vozila-utvrđivanje uzroka nesreća  
<sup>3</sup> Agencija je osnovana na temelju Zakona o osnivanju Agencije za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu (NN 94/13).



(izvor željeznice.net)

**Slika 1: Vagon serije Tads-z**

granulacije 0-50 mm, koji ne smiju doći u dodir s vodom (nitrati, granulirano vapno, kalcinirana soda, žitarice i dr.). Prilikom utovara krov vagona otvara se ručno, uz pomoć prijenosnog mehanizma na platformi. Vagon se prazni gravitacijom kroz osam otvora na obje bočne strane (po četiri sa svake strane).

### 3.1. Opis željezničke nesreće

Prije polaska iz kolodvora Knin vlak br. 65325 je pregledan te je izvedena proba kočnja. Tom je prilikom utvrđeno da kočnice na svim vozilima vlaka rade ispravno. Vlak je na putu prema Šibeniku prolazio kroz željeznički kolodvor Unešić, gdje je prometnik, prilikom prolaska kompozicije, uočio nepravilnost u predjelu lijevoga prednjeg kotača drugog vagona odnosno žarenje. Procijenio je da je riječ o papučici kočnice te je o tome izvijestio i zaposlenike u kolodvoru Perković.

Vlak je nastavio vožnju prema željezničkom kolodvoru Perković. Na pruzi između kolodvora Unešić i Perković u 6.42 sati došlo je do željezničke nesreće, odnosno iz tračnica je iskliznuo drugi vagon koji se prevrnuo na lijevi bok te zaustavio pored pruge (slika 2).



**Slika 2: Prikaz prevrnutog vagona**

Pri prevrtanju vagona teret se rasuo po livadi. Nakon što je vagon iskliznuo, rastavljena kompozicija vlaka se zaustavila (slika 3). Dio je vagona kompozicije, koji su prošli pored prevrnutog vagona, malo mehanički oštećen zbog udaranja isturenih dijelova o kotače prevrnutoga vagona.



**Slika 3: Mjesto nesreće – rasuti teret**

### 3.2. Istraga i tragovi

Na mjesto nesreće izišli su djelatnici Policijske uprave šibensko-kninske te istražitelji za željezničke nesreće<sup>4</sup> kako bi utvrdili uzrok nesreće. Istražitelji su detaljno pregledali mjesto prevrtanja vagona, prevrnuti vagon, tragove na vagonima kompozicije, a nakon toga pružnu trasu kojom je vlak stizao do mjesta prevrtanja vagona u cilju pronalaska tragova uz pomoć kojih bi se utvrdio uzrok nesreće.

Pregledom pružne trase prije mjesta na kojemu je vagon iskliznuo utvrđeno je da na unutarnjoj strani drvenih pragova, pored desne tračnice (u smjeru vožnje vlaka) postoji kontinuirani trag mehaničkog oštećenja nastao utiskivanjem predmeta pravilnoga oblika, širine oko 2 cm u površinu praga. Praćenjem traga mehaničkog oštećenja utvrđeno je da se počeo pojavljivati na izlazu iz desnoga zavoja, oko 500 m prije mjesta izlijetanja vagona.

Pregledom pruge oko mjesta gdje se pojavio trag mehaničkog oštećenja na pragovima, s lijeve strane pruge na šljunčanom nasipu, pronađen je dio ovjesa vagona. Taj dio ovjesa vagona čine kućište valjkastih ležajeva i nosači opruga. Pregledom kućišta utvrđeno je da se u ležaju nalazi ostatak polomljene osovine kotača vagona. Također, pregledom su pronađeni tragovi taljenja metala, što ukazuje na to da je unutarnja strana ležaja bila izložena intenzivnom djelovanju toplinske energije te je došlo do taljenja osovine kotača i kućišta ležaja.

<sup>4</sup> Vještaci Centra za ispitivanja, istraživanja i vještačenja „Ivan Vučetić“ MUP-a RH



Slika 4: Prednja osovina s desnim ležajem

Pregledom prevrnutoga vagona utvrđeno je da na lijevoj strani prednje osovine nedostaje ležaj te da je rukavac osovine polomljen. Pregledom mjesta loma na osovini pronađeni su tragovi taljenja metala osovine što ukazuje na djelovanje izrazito visoke temperature.

### 3.3. Tijek događaja i uzrok nesreće

Na temelju dobivenih informacija i tumačenja otkrivenih tragova bilo je moguće odrediti tijek događaja do nesreće kao i neposredni uzrok nesreće. Pri prolasku kompozicije teretnog vlaka kroz kolodvor Unešić prometnik je zamijetio užareno mjesto u predjelu lijevoga prednjeg kotača drugog vagona. Budući da je procijenio da je riječ o papučici kočnice, što je i dojavio, osoblje vlaka zaključilo je da se pregled može obaviti u željezničkom kolodvoru Perković te da vlak nije potrebno zaustaviti.

Pregledom vagona na mjestu nesreće utvrđeno je da je došlo do loma rukavca na prednjemu lijevom kotaču prvog postolja vagona. Tragovi termičkih destruktura na polomljenom rukavcu ukazali su na to da se užario ležaj na rukavcu, a ne na kočnoj papučici. Uzrok toga bilo je povećanje trenja u ležaju, odnosno tzv. zaribavanje ležaja. Zbog toga je u rukavcu temperatura porasla do te mjere da je čelik omekšao, što je rezultiralo plastičnom deformacijom osovine. Posljedica je bio lom osovine pod utjecajem mase vagona te je ležaj s rukavcem i kućištem otpao kraj pruge, a osovina s kotačima ispala je iz tračnica. To se dogodilo oko 500 m prije mjesta na kojemu se vagon prevrnuo.

Desni je kotač dalje prolazio po drvenim pružnim pragovima, a obod je kotača ostavio trag na drvenim pragovima do pružnog prijelaza. Na tom je mjestu došlo do izlijetanja vagona i njegova prevrtanja. Strojovođa je osjetio trzaj i gubitak zraka u glavnom vodu te je lo-



Slika 5: Lijevi ležaj osovine

komotiva automatski počela kočiti a vlak se zaustavio. Zbog pucanja spojnoga glavnog voda za zrak ostali su vagoni počeli kočiti<sup>5</sup> i zaustavili se odmah do prvog vagona uz lokomotivu. Uzrok željezničke nesreće odnosno izlijetanja drugoga vagona iz kompozicije vlaka br. 65325 bio je lom rukavca lijeve prednje osovine drugoga vagona zbog zaribavanja ležaja.

### 3.4. Uzrok zaribavanja ležaja

Kako bi utvrdili uzrok zaribavanja ležaja koji je doveo do željezničke nesreće, istražitelji su nastavili istraživati te odredili da se mora obaviti pregled i vještačenje otpalog ležaja vagona. Kućište ležaja s ležajem i osovinom prebačeno je u pogon ovlaštene radionice<sup>6</sup> gdje se obavljaju servisi tračničkih vozila, pa tako i podvozja tračničkih vozila, posebno vagona.

Dana 14. siječnja 2010. u pogonu ovlaštene radionice obavljen je pregled kućišta ležaja i ležaja osovine vagona serije Tads-Z br. 31 78 082 2542-7, koji je 10. siječnja 2010. na pruzi Knin – Perković iskočio iz tračnica. U radionicu je dostavljena i osovina na kojoj su se nalazili desni ležaj i otpali lijevi ležaj vagona (slike 4 i 5).

Pregledom identifikacijskih oznaka na kućištima obaju ležajeva<sup>7</sup> utvrđena je oznaka 18110 84 7 1105 (slike 6 i 7). Broj 18110 oznaka je osovine, broj 84 označuje godinu proizvodnje osovine, a broj 1105 datum zadnjeg srednjeg popravka osovine, odnosno mjesec studeni 2005. godine.

<sup>5</sup> Pucanjem glavnog kočnog voda pada tlak u kočnim cilindrima te dolazi do automatskog kočenja.

<sup>6</sup> Poduzeće specijalizirano za servis željezničkih vagona.

<sup>7</sup> Na svakom kućištu nalazi se identifikacijska pločica s oznakama broja osovine, godine proizvodnje i posljednjega srednjeg popravka.



Slika 6: Pločica s oznakama ispravnog ležaja



Slika 7: Pločica s oznakama oštećenog ležaja

Uvidom u tehničku dokumentaciju vagona utvrđeno je da je vagon bio na srednjem popravku (SP) u radionici tijekom listopada i studenoga 2005. godine. SP je izveden 11. studenoga 2005. i vagon je predan vlasniku, odnosno društvu HŽ Cargu. Tada su i zamijenjeni ležajevi na osovini koja je ugrađena kao prednja osovina vagona. Sljedeći je SP na vagonu trebalo izvesti tijekom 2010. godine<sup>8</sup>.

Radovi koje obuhvaća SP teretnih vagona definirani su vrlo detaljno u Uputama za kontrolne preglede i redovite popravke željezničkih vozila (opisi radova za pojedine serije vozila) broj 241 – 1/15<sup>9</sup>. Srednji popravak podrazumijeva izvođenje potpunog popravka, između ostalog i okretnog postolja. U sklopu tih radova obavlja se i pregled dijelova ležajeva te po potrebi njihova zamjena. Osim „radova srednjeg popravka“ teretnih vagona u Uputama su definirani i radovi kontrolnog pregleda teretnih vagona te radovi „dvogodišnjeg pregleda“ (2-GP) teretnih vagona.

### 3.4.1. Ispitivanje desnog ležaja

Tijekom ispitivanja u sklopu istrage nesreće prvo se pristupilo rastavljanju i pregledu desnog, neoštećenog ležaja. Pregledom nerastavljenoga ležaja utvrđeno je da je izvana suh, tj. da iz njega ne istječe mazivo, a okretanjem ležaja oko osovine utvrđeno je da je on funkcionalan, tj. da se okreće oko osi bez otpora.

Rastavljanjem ležaja utvrđeno je da se sastoji od dva valjkasta ležaja postavljena na rukavac osovine (slika 8). Na rukavcu je osovine za svaki ležaj postavljena čelična košuljica koja predstavlja kliznu površinu za valjke ležaja. Također je pregledom utvrđeno da u njemu postoji dovoljna količina masti i da je mast bitno promijenila boju u odnosu na boju koju je imala kod ponovne ugradnje ležaja 2005. godine (slika 8).

Pregledom ležaja utvrđeno je i da je osigurač ležaja na svome mjestu i čvrst, da je ležajni prsten ispravan, da su valjići na oba ležaja neoštećeni te da se oba



Slika 8: Rukavac i ležaj desne osovine vagona

ležaja okreću. Na kliznoj stazi ležaja očitane su oznake YUGOSLAVIA, UTL, WJP 120x240. Na ležaju ne postoji oznaka datuma proizvodnje ili ugradnje. Pregledom košuljica rukavaca utvrđeno je da su ispravne.

### 3.4.2. Ispitivanje lijevog ležaja

U sljedećoj fazi ispitivanja pristupilo se pregledu i rastavljanju lijevog ležaja osovine (slika 5). Pregledom kućišta ležaja utvrđeno je da je ono termički i mehanički oštećeno s unutarnje strane (pozicija unutarnjeg ležaja) te da je ležaj ostao bez maziva. U ležaju se nalazio polomljeni rukavac osovine. Kućište ležaja zatim je otvoreno s prednje strane. Pregledom je utvrđeno da je prednja strana rukavca plastično deformirana na način da je došlo do smanjenja poprečnog presjeka i produljenja rukavca (slika 9).

Vijci osigurača ležaja su popucali te stoga osigurač nije obavljao svoju funkciju. Košuljica prednjega valjkastog ležaja mehanički je deformirana na način da se dio valjaka ležaja utisnuo u površinu košuljice (slika 10) te da je dio mjedenoga kaveza valjaka bio istopljen.

Vanjski valjkasti ležaj izvađen je iz kućišta i pregledan. Pregledom vanjskoga ležaja utvrđeno je da je me-



**Slika 9: Lijevi ležaj**



**Slika 10: Košuljica vanjskog ležaja**



**Slika 11: Istrošeni valjci vanjskog ležaja**



**Slika 12: Detalj kućišta i unutarnjeg ležaja**

hanički oštećen na način da je na dijelu valjaka skinut dio materijala (slika 11). Unutarnji valjkasti ležaj nije bilo moguće demontirati jer se kućište ležaja zavarilo za vanjski prsten ležaja (slika 12).

Da bi se pregledao unutarnji valjkasti ležaj, njegovu je kućište trebalo otvoriti rezanjem plinskim plamenikom. Nakon rezanja kućišta utvrđeno je da je unutarnji

valjkasti ležaj intenzivno termički i mehanički oštećen. Sedam od petnaest valjaka ležaja mehanički je oštećeno na način da je s njih skinut dio materijala (slika 13).

Košuljica ležaja intenzivno je termički i mehanički oštećena sa strane rukavca i sa strane ležaja (slika 14). Dio valjaka ležaja utisnuo se u površinu košuljice. Mjedeni kavez valjaka ležaja djelomično je istopljen.



**Slika 13: Oštećeni valjčići unutarnjeg ležaja**



**Slika 14: Košuljica unutarnjeg ležaja**

### 3.4.3. Dinamika oštećenja

Posljedica nedostatka maziva ili oštećenja kaveza unutarnjega valjkastog ležaja njegovo je zaribavanje, što je rezultiralo zaustavljanjem okretanja valjaka ležaja (zaribavanje ležaja), dok se rukavac osovine nastavio okretati po košuljici ležaja. Zaribavanje ležaja dovelo je do velikog trenja u ležaju, što je uzrokovalo zagrijavanje i užarivanje metala a time i omekšivanje materijala. Uzrok zaribavanja lijevog ležaja osovine broj 18 100 vagona broj 31 78 082 2542-7 kvar je unutarnjega valjkastog ležaja. Uzrok kvara ležaja mogao je biti nedostatak maziva ili oštećenje kaveza valjaka ležaja.

### 3.5. Pregled tehničke dokumentacije

Da bi utvrdili uzrok oštećenja kaveza valjaka ležaja, istražitelji su pristupili pregledu vođenja dokumentacije odnosno evidencije o servisiranju te načinu praćenja elemenata i sklopova pri ugradnji na podvozje i vagona. Istražitelji su prilikom pregleda dokumentacije došli do saznanja koja su ih iznenadila.

Pregledom tehničke dokumentacije o održavanju teretnih vagona serije Tads-Z utvrđeno je da se na osovine vagona ugrađuju valjkasti ležajevi tipa WJP 120x240 tvrtke SKF. Prema uputama proizvođača ležaja, tvrtke SKF, rok trajanja valjkastog ležaja tipa WJP 120x240 je 30 – 40 godina ili 2.000.000 prijeđenih kilometara.

Pregledom tehničke dokumentacije o održavanju teretnih vagona utvrđeno je i to da je svaka osovina označena brojem, godinom proizvodnje i datumom srednjeg servisa<sup>10</sup>. Dakle, vodi se evidencija ugradnje postolja na vagona i broj prijeđenih kilometara, no ne postoji evidencija o vremenu ugradnje valjkastih ležajeva na osovine vagona ni o broju prijeđenih kilometara ležajeva, a ležajevi nemaju ni identifikacijske oznake. Naime, ispravnost ležajeva utvrđuje se vizualnim pregledom te nakon takvog pregleda ugrađuju na osovine vagona, ne vodeći računa o tome koliko su kilometara ti ležajevi već prošli.

## 4. Uloga redovitog održavanja teretnih vagona

Redoviti popravak teretnog vagona naziva se revizija (u nastavku teksta REV), koja se u gornjem dijelu teksta naziva srednji popravak (SP). REV se izvodi u cilju dovođenja tehničkog stanja vagona na razinu koja

će omogućiti sigurnu uporabu vagona do sljedećega redovitog popravka.

REV teretnih vagona obuhvaća pregled, popravak i obnovu svih istrošenih i oštećenih dijelova ili sklopova na vagonima radi njihova dovođenja u tehnički ispravno stanje, a uključuje:

- detaljan pregled i popravak svih sklopova i sigurnosnih uređaja (voznog postroja, kočnica, vučnih i odbojnih uređaja) i mehanizama na vagonima,
- popravak i provjeru geometrije postolja i vagonskog sanduka.

Kriterij za izvođenje REV-a teretnih vagona može biti kalendarsko vrijeme ili ostvareni rad. Kod sustava održavanja koji je temeljen na vremenskom kriteriju, redoviti popravci izvode se nakon isteka vremena definiranog objavom UIC 579-1. Razdoblje između redovitih popravaka odgovara natpisu na vagonu. Kod sustava održavanja temeljenog na uporabnom kriteriju redoviti popravci izvode se kada vagon dosegne granicu uporabe mjereno u tonskim kilometrima, a kako je propisano objavom UIC 579-1.

Najveći dozvoljeni rok između dva redovita popravka teretnih vagona iznosi šest godina, s mogućim produljenjem od tri mjeseca, i to ako vagoni ispunjavaju sljedeće uvjete i opremljeni su:

- kočnicom: Bd, Ch, O, KE, WE, DK, WU ili WA
- automatskim regulatorom kočnog polužja
- ovjesom s dvostrukim karikama za vagona s pojedinačnim osovinama
- okretnim postoljima s lisnatim oprugama i ovjesnim karikama (uključujući i modernizirana okretna postolja tipa „Niesky“ na DB-ovim vagonima)
- okretnim postoljima sa zavojnim oprugama i prigušenjem tipa UIC ili s jednakim svojstvima
- odbojnicima u skladu s UIC-om 526-1 ili 526-2.

Izuzetak čine teretni vagoni koji ne ispunjavaju navedene uvjete za koje najdulji dozvoljeni rok između dva redovita popravka iznosi četiri godine, s mogućim produljenjem od tri mjeseca. Mogućnost produljenja roka valjanosti redovitog popravka za tri mjeseca mora biti označena oznakom „+3M“ pored oznake datuma zadnjeg REV-a.

Ako se teretni vagoni koriste samo u nacionalnom prometu, navedeni rokovi mogu biti produljeni uzastopce dva puta po šest mjeseci, ako to dopušta njihovo tehničko stanje, a o čemu, na prijedlog održavatelja, odluku donosi posjednik.

<sup>10</sup> Oznake se nalaze na identifikacijskoj pločici na svakom kućištu ležaja.

#### 4.1. Način održavanja ležajeva

Tijekom istrage nesreće autori članka dobili su uvid u način održavanja osovinu i ležajeva teretnih vagona. Održavanje se izvodi tako da se u ovlaštenoj radionici skupi određeni broj osovinu nekoliko vagona (jedna šarža). S osovinu se skidaju ležajevi, koji se zatim čiste na način da ih se stavi u jednu posudu u kojoj ih se pere. Nakon toga obavlja se vizualni pregled ležajeva kako bi se utvrdilo njihov stanje. Nakon pregleda osovinu i eventualnih popravaka ležajevi se montiraju na rukavce osovinu.

Budući da se tada nije vodila evidencija ležajeva, nije se znalo koji se ležaj vraća na pojedinu osovinu. Tako je bilo moguće da ležaj koji je prešao veliki broj kilometara (oko kilometraže koju je proizvođač predvidio kao maksimalnu koju ležaj može prijeći) završi na osovinu novijeg vagona i obratno.

U dokumentaciji vagona ne prati se broj prijeđenih kilometara ležajeva, a to je jedini element koji ima točan naputak o trajnosti (broj prijeđenih kilometara koji je naveo proizvođač). Takav način održavanja ležajeva mogao je dovesti i do nesreće jer uzrok zaribavanja ležaja mogla biti i njegova dotrajalost.

### 5. Zaključak

Istraga željezničke nesreće u Perkoviću pokazala je da je njezin uzrok tehničke prirode, zaribavanje ležaja na prednjoj osovinu drugog vagona kompozicije. Na temelju tog rezultata nesreća nije imala sudski epilog. Iz ovoga je rada vidljivo da je utvrđivanje uzroka željezničke nesreće vrlo složen zadatak koji nakon sagledavanja i utvrđivanja neposrednog uzroka nesreće od istražitelja zahtijeva da si postavljaju daljnja pitanja kako bi analizirali i postupke u sklopu održavanja željezničkih vozila i utvrdili eventualne nedostatke u sustavu upravljanja ili održavanja. Rezultati tih analiza mogu dovesti do smjernica za poboljšanja svih faza u održavanju i korištenju željezničkih vozila kako bi se smanjile mogućnosti budućih incidenata i nesreća.

U cilju smanjenja broja željezničkih nesreća uzrokovanih dotrajalošću ležajeva smatramo da treba uvesti praćenje ležajeva uvođenjem jedinstvenoga identifikacijskog broja svakog ležaja i praćenja prijeđene kilometraže, a nakon toga voditi evidenciju datuma montaže pojedinog ležaja na osovine vagona. Tako bi bilo moguće pratiti preporuku proizvođača ležaja o roku njegova trajanja i broju prijeđenih kilometara. To se preporuča i za druge dijelove željezničkih vozila koji se mogu seliti s jednog vozila na drugo kao što su okretna postolja.

### Literatura:

- [1] Upute za kontrolne preglede i redovite popravke željezničkih vozila (opisi radova za pojedine serije vozila) broj 241 – 1, Hrvatske željeznice, Zagreb 1994. godine
- [2] Pravilnik o uvjetima održavanja željezničkih vozila (NN 141/09)
- [3] Vještački nalazi autora članka
- [4] Šoh, F., Vrhovnik, M.: Tehnička sredstva željeznice, Željeznička tehnička škola u Zagrebu, Zagreb, 1998.
- [5] Kunac, J.: Uporaba vagona, Željeznička tehnička škola u Zagrebu, Zagreb, 2005.
- [6] Kunac, J.: Prijevoz robe željeznicom, Željeznička tehnička škola u Zagrebu, Zagreb, 2006.

### UDK: 625.2

Adresa autora:

Davor Belas, dipl. ing. str.  
Stanislav Peruško, dipl. ing. el.  
MUP RH, Centar za forenzična ispitivanja, istraživanja i vještačenja „Ivan Vučetić“  
Ilica 335, 10000 Zagreb  
davor.belas@ain.hr  
stanislav.perusko@gmail.com

#### SAŽETAK:

*U članku je prikazano utvrđivanje uzroka iskliznuća vagona željezničke kompozicije iz tračnica i njegova prevrtanja. Autori su sudjelovali u istrazi i vještačenju željezničke nesreće, a nakon što su utvrdili uzrok iskliznuća željezničkog vagona i njegova prevrtanja nastavili s istragom dok nisu utvrđene sve okolnosti koje su dovele do nesreće. Istraživanjem su obuhvatili i način održavanja željezničkih vozila i vođenje dokumentacije o održavanju. Važnost utvrđivanja uzroka nesreće izrazito je velika jer se iz zaključka mogu utvrditi eventualne odgovornosti i, što je možda još važnije, dati preporuke koje će pomoći u tome se u budućnosti takve nesreće izbjegnu.*

*Ključne riječi: nesreća, vagon, tragovi, istraga, vještačenje, uzroci*

#### SUMMARY:

##### **Investigation of railway wagon derailment**

*The report presents the research of railway accidents and establishing the cause of derailment of one rolling stock derailed out of a composition and its overturning. The authors participated in the investigation and forensic examination of accident and, after determining the cause of derailment of the rolling stock and its overturning continue with the investigation to identify all the circumstances that led to the accident. The study included a way to maintain the rolling stock and keeping records of maintenance. The importance of determining the causes of accidents is very significant because the conclusion can identify possible responsibility and / or make recommendations to such accidents in the future to avoid.*

*Key words: Accident, wagons, traces, investigation, expert opinion, samples*