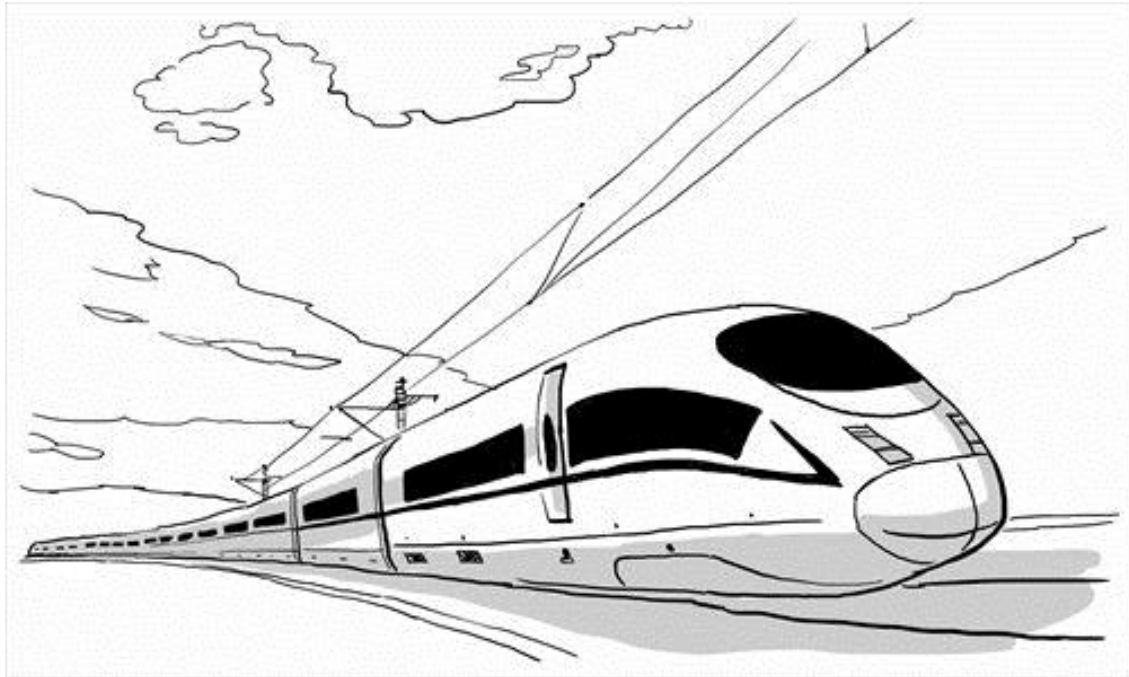




REPUBLIKA HRVATSKA

Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu  
Odjel za istrage nesreća u željezničkom prometu

KLASA: 341-09/16-02/33  
URBROJ: 699-06/1-17-75  
Zagreb, 31.08.2017.



# **KONAČNO IZVJEŠĆE**

## **Željeznička nesreća u tunelu Sljeme, 16. srpnja 2016.**



## Objava izvješća i zaštita autorskih prava

Ovo izvješće je izradila i objavila Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu (u daljnjem tekstu AIN) na temelju članka 6., stavka 1. i 4. Zakona o osnivanju Agencije za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu („Narodne novine“ broj: 54/13), članka 7., stavka 1 i 4. Statuta Agencije za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu, članka 115. Zakona o sigurnosti i interoperabilnosti željezničkog sustava („Narodne novine“ broj: 82/13 i 18/15).

**Nitko ne smije proizvoditi, reproducirati ili prenositi u bilo kojem obliku ili na bilo koji način ovo izvješće ili bilo koji njegov dio, bez izričitog pisanog dopuštenja AIN-a.**

**Ovo izvješće može se slobodno koristiti isključivo u obrazovne svrhe.**

**Za sve dodatne informacije kontaktirajte AIN.**

## Vodič za čitanje

Sve dimenzije i brzine u ovom izvješću su izražene u Međunarodnom sustavu jedinica (SI). Sve skraćenice i tehnički termini (*oni koji se pojavljuju u kurzivu prvi put se pojavljuju u izvješću*) su objašnjeni u pojmovniku.

Opisi i grafički prikazi mogu biti pojednostavljeni kako bi ilustrirali koncepte za ne-tehničke čitatelje.

**Cilj istraga koje se odnose na sigurnost ni u kojem slučaju nije utvrđivanje krivnje ili odgovornosti.**

**Istrage su neovisne i odvojene od sudskih ili upravnih postupaka i ne smiju dovoditi u pitanje utvrđivanje krivnje ili odgovornosti pojedinaca.**

**Konačno izvješće ne može biti korišteno kao dokaz u sudskom postupku koji ima za cilj utvrđivanje građanskopravne, upravnoopravne ili kaznenopravne odgovornosti pojedinca.**



## Predgovor

Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu (AIN) osnovana je Zakonom o osnivanju Agencije za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu („Narodne novine“, broj: 54/2013) kao pravna osoba s javnim ovlastima. Osnivač Agencije je Republika Hrvatska, a osnivačka prava obavlja Vlada Republike Hrvatske.

Na način obavljanja poslova Agencije primjenjuju se posebni propisi, odnosno zakoni kojima se uređuje zračni promet, pomorstvo, te sigurnost i interoperabilnost željezničkog prometa, odnosno propisi doneseni za njihovu provedbu.

Odjel za istrage nesreća u željezničkom prometu je samostalna i nezavisna ustrojstvena jedinica AIN koja obavlja stručne poslove koji se odnose na istrage ozbiljnih nesreća i izvanrednih događaja u željezničkom prometu na željezničkoj mreži u Republici Hrvatskoj. Istrage se provode na temelju odredaba Zakona o sigurnosti i interoperabilnosti željezničkog sustava („Narodne novine“, broj: 82/13, 18/15 i 110/15).

AIN istražuje sve ozbiljne nesreće u željezničkom prometu, a to su svi događaji koji uključuju sudar vlakova ili iskliznuće vlaka koje ima za posljedicu smrt najmanje jedne osobe ili *teške ozljede* pet ili više osoba ili *veliku štetu* na vozilima, željezničkoj infrastrukturi ili okolišu, kao i svaka druga slična nesreća s očiglednim utjecajem na sigurnost željezničkog sustava ili na upravljanje sigurnošću.

AIN može istraživati i one nesreće i incidente koje su pod neznatno drugačijim okolnostima mogle dovesti do ozbiljnih nesreća, uključujući tehničke otkaze u radu strukturnih podsustava ili njihovih sastavnih dijelova.

AIN provodi sigurnosne istrage u svrhu sprečavanja nesreća i ozbiljnih nezgoda, što uključuje prikupljanje i analizu podataka, izradu zaključaka uključujući utvrđivanje uzroka i kada je to prikladno, izradu sigurnosnih preporuka kako bi se spriječile nesreće i incidenti u budućnosti i poboljšala sigurnost u željezničkom prometu.



POJMOVNIK OZNAKA I KRATICA .....	5
<b>1 SAŽETAK.....</b>	<b>6</b>
<b>2 PODACI O DOGAĐAJU .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1 Događaj .....</b>	<b>7</b>
2.1.1 Poduzete mjere spasilačkih i hitnih službi .....	7
2.1.2 Odluka o pokretanju istraživanja .....	7
2.1.3 Područje istraživanja.....	7
2.1.4 Izvor podataka .....	8
2.1.5 Tehnike za analizu.....	8
<b>2.2 Pozadina događaja .....</b>	<b>8</b>
2.2.1 Strane i sudionici nesreće .....	8
2.2.2 Vlakovi i njihov sastav .....	8
2.2.3 Opis infrastrukture i signalno-sigurnosnog sustava.....	8
2.2.4 Radovi koji se izvode na ili u blizini mjesta događaja .....	9
2.2.5 Pokretanje plana za slučaj opasnosti javnih spasilačkih službi, policije i zdravstvenih službi i s njim povezan slijed događanja.....	10
<b>2.3 Stradali, ozlijeđeni i materijalna šteta .....</b>	<b>10</b>
2.3.1 Smrtno stradali i ozlijeđeni .....	10
2.3.2 Teret, prtljaga i druga imovina .....	10
2.3.1 Vozila, infrastruktura i okoliš.....	10
<b>2.4 Vremenski uvjeti i zemljopisni podaci.....</b>	<b>10</b>
<b>3 ZAPISI O ISTRAŽIVANJU I ANALIZAMA .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1 Sažetak izjava .....</b>	<b>11</b>
3.1.1 Sudionika .....	11
<b>3.2 Sustav upravljanja sigurnošću.....</b>	<b>11</b>
3.2.1 Školovanje .....	11
3.2.2 Pregled vlaka .....	11
<b>3.3 Propisi i pravila .....</b>	<b>11</b>
3.3.1 Zakon o sigurnosti i interoperabilnosti željezničkog sustava.....	11
3.3.2 Pravilnik o načinu i uvjetima za obavljanje sigurnog tijeka željezničkog prometa .....	12
3.3.3 Smjernice za utovar tereta .....	13
<b>3.4 Statička stabilnost tijela.....</b>	<b>16</b>
<b>3.5 Vagoni serije Rilns .....</b>	<b>17</b>
<b>3.6 Prometovanje vlaka.....</b>	<b>18</b>
<b>3.7 Očevid .....</b>	<b>18</b>



3.8	Način rada željezničkih vozila i tehničke opreme .....	21
3.9	Način postavljanja i osiguranja tereta.....	22
3.10	Sučelje čovjek-stroj-organizacija .....	26
3.11	Prethodni slični događaji .....	26
4	ANALIZE I ZAKLJUČCI .....	26
4.1	Slijed događaja .....	26
4.2	Analiza i zaključci .....	26
4.2.1	Prethodni slični događaji .....	27
4.2.2	Analiza načina utovara .....	28
4.2.3	Zaključci .....	28
4.3	Dodatna zapažanja .....	28
5	PODUZETE MJERE .....	28
6	SIGURNOSNE PREPORUKE.....	29

## POJMOVNIK OZNAKA I KRATICA

AIA – Air, Maritime and Railway Accidents Investigation Agency,

AIN – Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu,

ASŽ – Agencija za sigurnost željezničkog prometa,

GK – glavni kolodvor,

ERA – Europska agencija za željeznice,

EZ – Europska zajednica,

HŽ – Hrvatske željeznice,

ID3 – Oznaka za istražno izvješće Povjerenstva HŽ-a,

M 202 - oznaka pruge Rijeka – Zagreb Glavni,

NSA – National Safety Authority (ASŽ),

PV – kratica za radno mjesto pregledač vagona,

UIC – međunarodna željeznička asocijacija,

US – United States,

SS – signalno – sigurnosni uređaj,

SK ZSSK – Željeznički prijevoznik iz Slovačke.

## 1 SAŽETAK

Dana 16. srpnja 2016. godine u 05:35 sati, na pruzi M202 u tunelu Sljeme došlo je do željezničke nesreće, pada tereta s osmog vagona vlaka broj 60300. Radi se o teretnome vlaku koji je prometovao na relaciji Zagreb Zapadni kolodvor - Rijeka. Nesreća je rezultirala iskliznućem devetog i dvanaestog vagona te raskinućem vlaka. Vlak se nakon raskinuća zaustavio na izlaznom portalu tunelu Sljeme. Pruga je nakon nesreće otvorena za promet vlakova dana 17.07.2016. godine u 12:35 sati.

U ovoj nesreći nitko nije stradao, ali je nastala materijalna šteta.

*Izravni uzrok ove nesreće:*

- Pomicanje kotura lima i pucanje traka za osiguranje tereta (poglavlje 4.2).

*Čimbenici koji su pridonijeli ovoj nesreći:*

- Teret je prevožen na vagonu bez čvrstih bočnih stranica (poglavlje 3.4).

*Organizacijski čimbenici:*

- Način postavljanja i osiguranja tereta na vagon rezultirao je da je trenje između tereta i palete bilo manje nego trenje između saonica i podnice vagona što je prilikom pojave inercijskih sila dovelo do pomicanja kotura lima, a kasnije i pomicanja saonica po podnici vagona (poglavlje 4.2).

### Sigurnosna preporuka

Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu u cilju poboljšanja sigurnosti željezničkog sustava izdaje nacionalnom tijelu Republike Slovačke, nadležnom za sigurnost željezničkog sustava, slijedeću sigurnosnu preporuku:

**AIN/06 SR 4/2017** : Uzevši u obzir predmetnu nesreću te činjenicu da je i ranije znalo doći po pomicanja kotura lima na paletama, vlasnik vagona bi trebao napraviti analizu načina pakiranja kotura limova iz koje bi se moglo utvrditi koliko je ovakav način pakiranja sukladan UIC smjernicama za utovar i poduzeti mjere na sprječavanju budućih nesreća.

### SUMMARY

On 16th June 2016 at 05:35 hours, on the line M202, in the Sljeme Tunnel, a load dropped of the eight wagon of the freight Train No 60300. The event caused derailment of ninth and twelfth wagon of the train. The train stopped in the tunnel. The railway line was reopened for traffic on 17<sup>th</sup> June 2016 at 12:35 hours.

*The direct cause of this is accident:*

- Is moving of the Roller of steel and braking of securing tapes (Chapter 4.2.).

*Contributing factors:*

- The cargo was transported on the wagon without lateral sides (Chapter 3.4).

*Organizational factors:*

- The loading mode and mode of securing of the load is organized in such a way that the friction between the good and the pallet was less than the friction between the sledge and the floor of the rolling stock. So when inertial forces started to influence on the Roller, it started to move (chapter 4.2).

## Safety recommendation

Air, Maritime and Railway Accidents Investigation Agency in order to improve the safety of the railway system issued to Slovak Railway Safety Agency following safety recommendation:

### AIN/06 SR 4/2017 :

Taking into account the accident and the fact that in some previous cases come to the movement of some roller coils on pallets, the owner of the wagon should make an analysis of the way in which packaging and securing of roller coils is in conformity with the UIC Loading Guidelines, and according the analysis make measures to prevent future accidents.

## 2 PODACI O DOGAĐAJU

### 2.1 Događaj

Dana 16.07.2016. godine u 05:35 sati, na pruzi M202 između kolodvora Lokve i Fužine, u km 603+580, s osmog vagona vlaka broj 60300 ispao je teret (kotur lima težine oko 8 tona). U trenutku ispadanja tereta vlak je prolazio tunelom Sljeme stoga je ispadanje tereta s osmog vagona, serije Rilns, imalo za posljedicu iskliznuće devetog i dvanaestog vagona te raskinuće vlaka jer se teret zaglavio između vagona i stjenke tunela i pomaknuo je vagon udesno. Deveti vagon vlaka je bio vagon serije Shimmns, vlasništvo društva CH – ZSSKC, tovaren limom. Deveti vagon je iskliznuo s oba postolja. Dvanaesti vagon je bio serije Lgs, tovaren dvama praznim kontejnerima, vlasništvo društva HŽ Cargo. Dvanaesti vagon je iskliznuo s jednim postoljem. U nesreći je došlo do raskidanja vlaka između 12. i 13. vagona. Raskidanjem vlaka došlo je do otvaranja glavnog kočnog voda što je rezultiralo automatskim zavođenjem kočnja i zaustavljanjem vlaka neposredno nakon raskinuća. Vagoni u vlasništvu društva CH – ZSSKC su bili tovareni paketima limova u obliku kotura, te zatvoreni i plombirani u Slovačkoj.

Pruga je ponovo otvorena za promet dana 17.07.2016. godine u 12:35 sati.

#### 2.1.1 Poduzete mjere spasilačkih i hitnih službi

Nakon obavljanja očevida na mjesto događaja je došao specijalni vlak, koji je podigao iskliznula vozila.

#### 2.1.2 Odluka o pokretanju istraživanja

AIN je dojavu o nesreći zaprimio putem telefona i elektronske pošte od strane Upravitelja infrastrukture. Temeljem prikupljenih informacija odlučeno je da će istražitelj AIN-a izaći na mjesto događaja. Po obavljenom očevidu i dodatno prikupljenim informacijama utvrđeno je da je došlo do ugrožavanja sigurnosti željezničkog sustava stoga je odlučeno da će se pokrenuti istraživanje predmetne nesreće. Odluka o pokretanju istraživanja donesena je na temelju Zakona o sigurnosti i interoperabilnosti željezničkog sustava („Narodne novine“, broj 82/13, 18/15 i 110/15), članka 110, stavka 2.

#### 2.1.3 Područje istraživanja

AIN je utvrdio opseg istraživanja kako bi se osiguralo da se prikupe i pregledaju informacije bitne za provođenje istraživanja kako slijedi:

- Utvrditi slijed događaja,
- Utvrditi uzrok i kontributivne faktore uzroka,
- Ispitivanje relevantnih elemenata sigurnosnog sustava,

- Ispitivanje svih ostalih značajki sigurnosnog sustava.

Istragu su proveli glavni istražitelj željezničkih nesreća i istražitelj željezničkih nesreća AIN-a.

#### **2.1.4 Izvor podataka**

- Očevid istražitelja AIN-a,
- Zapisi o ispitivanju sudionika i svjedoka,
- Podaci od Upravitelja infrastrukture i Željezničkog prijevoznika,

#### **2.1.5 Tehnike za analizu**

- Analiza ponašanja tereta na vagonu.

### **2.2 Pozadina događaja**

#### **2.2.1 Strane i sudionici nesreće**

U ovoj ozbiljnoj nesreći sudjelovali su djelatnici društva HŽ Cargo d.o.o., vozila su u vlasništvo društva HŽ Cargo d.o.o i društva ZSSK CARGO, a prometovala su dijelom infrastrukture kojim upravlja društvo HŽ Infrastruktura d.o.o. Teret je tovaren u čeličani US Steel u Košicama, R. Slovačka.

Uključene osobe:

- strojovođe,
- pregledači vagona.

#### **2.2.2 Vlakovi i njihov sastav**

Vlak broj 60300, koji je sudjelovao u nesreći, sačinjavale su zaprežna lokomotiva serije 1141-210 i vozna lokomotiva serije 1141-005, koje su vukle mješoviti sastav od osamnaest vagona, i to: prvi vagon od lokomotive je bio vagon serije Smmps tovaren transformatorom, nakon toga su bila tri vagona serije Eas, jedan vagon serije Tams tovaren čelikom, dva vagona Eas tovarena drvetom, četiri vagona serije Rils/Shimmns tovarena kolotovima lima, jedan vagon serije Lgs tovaren s dva prazna kontejnera, jedan vagon serije Kgs tovaren kočnim umetcima, dva vagona serije Lgs tovarena praznim kontejnerima; tri vagona serije Eamos tovarena granulatom (ukupno osamnaest vagona). Brzina vlaka je zbog prijevoza specijalnog tereta bila ograničena na 40 km/h.

#### **2.2.3 Opis infrastrukture i signalno-sigurnosnog sustava**

Dionica pruge između kolodvora Lokve i Fužine (od km 600+891 do km 609+662) je dio pruge M202. Pruga M202 je glavna međunarodna, jednokolosiječna, elektrificirana pruga Zagreb Glavni kolodvor - Rijeka. Na predmetnoj dionici pruge je napravljen remont 2011./2012. godine u kojem je kompletno zamijenjena kolosiječna rešetka:

- Tračnice su tipa 60E1,
- Drveni kolosiječni pragovi sa SKL priborom,
- Tucanik LA 20 debljine 40 -45 cm.

Dio pruge od kolodvora Lokve do tunela Sljeme najvećim dijelom nalazi se u horizontalnim lukovima različitih polumjera, a minimalni je R=265 m s nadvišenjem h=140mm od km 603+137 do km 603+176,28. Navedena dionica pruge je u usponu cijelom duljinom od kolodvora Lokve do tunela Sljeme, dijelom i 17,1‰. Na dionici pruge između kolodvora Lokve i Fužine nalaze se dva tunela Bukovac i Sljeme. Na mjestu nesreće u tunelu Sljeme, u km 603+580 pruga je u prijelaznom luku radijusa R=266m s nadvišenjem

$h=135\text{mm}$  i nagibom od 0,8‰. Promet vlakova se na pruži regulira međukolodvorskim razmakom. Dozvoljena brzina vožnje na navedenoj dionici pruge iznosi 60 km/h.



Slika 1. Željezničko vozilo serije 1141-200 (Izvor: željeznice.net)



Slika 2. Željeznički vagon serije Rilns (Izvor: AIN)

#### 2.2.4 Radovi koji se izvode na ili u blizini mjesta događaja

U blizini mjesta nesreće nije bilo radova.

## 2.2.5 Pokretanje plana za slučaj opasnosti javnih spasilačkih službi, policije i zdravstvenih službi i s njim povezan slijed događanja.

O događaju su obaviješteni svi zainteresirani sukladno Zakonu. Nije bilo potrebe za intervencijom spasilačkih službi.

## 2.3 Stradali, ozlijeđeni i materijalna šteta

### 2.3.1 Smrtno stradali i ozlijeđeni

U vlaku su se u trenutku nesreće nalazila dvojica strojovođa od kojih nitko nije stradao.

Radi preglednosti u donjoj tablici korištena je taksonomija Agencije Europske unije za željeznice (EURA).

	putnici	osoblje	drugi	UKUPNO
Smrtno stradali	0	0	0	0
Teške tjelesne ozlijede	0	0	0	0
Lakše tjelesne ozlijede	0	0	0	0

### 2.3.2 Teret, prtljaga i druga imovina

Vozila uključena u ovaj događaj prevozila su teret, na teretu je nastala velika materijalna šteta.

### 2.3.1 Vozila, infrastruktura i okoliš

Na vlaku i infrastrukturi je nastala velika materijalna šteta.

## 2.4 Vremenski uvjeti i zemljopisni podaci

Nesreća se dogodila u tunelu, temperatura zraka je iznosila 12°C.



Slika 3. – Karta mjesta nesreće, tunel Sljeme (izvor slike: Google earth)

### 3 ZAPISI O ISTRAŽIVANJU I ANALIZAMA

#### 3.1 Sažetak izjava

##### 3.1.1 Sudionika

**Strojovođa je izjavio:** Tijekom vožnje vlaka brzinom oko 40 km/h kroz tunel Sljeme, u blizini izlaza iz tunela u pravcu kolodvora Fužine osjetio se trzaj, a nakon toga je došlo do pada tlaka zraka u glavnom vodu. Nakon toga sam odmah zaveo brzo kočenje, te se vlak zaustavio u km 603+900.

**Pregledač vagona:** Vlak je pregledan u kolodvoru Moravice, prije polaska prema Rijeci. Pregledom vlaka na istome nisu uočene nepravilnosti. Vagoni u kojima su se nalazili koturi limova su bili plombirani stoga pregledači nisu mogli napraviti pregled tereta.

**Radnici** u Luci Rijeka, koji su ranije radili na obradi tereta kakav je bio i predmetni teret, izjavili su da se i kod ranijih pošiljaka kotura lima postavljenih na palete, znalo povremeno događati da prilikom otvaranja vagona zateknu poneki kotur lima pomaknut iz središta palete. Kod drugih vrsta kotura lima znalo se ranije događati da se koturi pomaknu u tolikoj mjeri da se lim ošteti. O istome je obaviješten i vlasnik robe. Nakon predmetne nesreće nije bilo slučajeva pomicanja kotura lima na paleti.

Neposrednog svjedoka predmetne nesreće nema.

#### 3.2 Sustav upravljanja sigurnošću

Sukladno sustavu upravljanja sigurnošću, društvo HŽ infrastruktura provelo je istragu i izradilo je dokumente ID-1 Prijava o izvanrednom događaju i ID-2 Zapisnik o očevidu, dok je sukladno Sporazumu o imenovanju i radu zajedničkih istražnih povjerenstava za istragu izvanrednih događaja u željezničkom prometu od strane uključenog prijevoznika HŽ Carga d.o.o. imenovano istražno tijelo sastavilo Istražno izvješće ID-3.

Društvo SK ZSSK C način tovarjenja kotura limova baziralo je na UIC smjernicama za utovar tereta. Također, društvo ima uspostavljenu službu pregled vagona prije otpreme vlaka.

##### 3.2.1 Školovanje

Pregledači vagona društva HŽ Cargo, koji su obavili pregled predmetnoga vlaka, su prošli redovito poučavanje, imaju adekvatnu stručnu spremu.

##### 3.2.2 Pregled vlaka

Društvo HŽ Cargo ima ustrojenu službu pregleda vagona. Uloga pregledača vagona je pregled vagona nakon sastavljanja i u usputnim kolodvorima u kojima se vlak zadržava. Predmetni vlak je pregledan u kolodvoru Moravice, zadnji kolodvor u kojem se vlak zaustavio prije nesreće.

#### 3.3 Propisi i pravila

##### 3.3.1 Zakon o sigurnosti i interoperabilnosti željezničkog sustava

*Održavanje i unaprjeđenje sigurnosti željezničkog sustava*

Članak 18.

(1) Upravitelji infrastrukture i željeznički prijevoznici odgovorni su za sigurnost željezničkog sustava i nadziranje povezanih rizika u okviru svoje djelatnosti.

(2) Upravitelji infrastrukture i željeznički prijevoznici moraju provoditi mjere potrebne za nadziranje rizika, po potrebi međusobno surađujući, trebaju primjenjivati nacionalna sigurnosna pravila te uspostaviti sustav upravljanja sigurnošću u skladu s ovim Zakonom.

#### Članak 76.

(2) Upravitelj infrastrukture i željeznički prijevoznik odgovorni su da njihovi radnici koji neposredno sudjeluju u odvijanju željezničkog prometa, uključujući vanjsko ugovoreno osoblje obavljaju poslove na propisan i siguran način.

### 3.3.2 Pravilnik o načinu i uvjetima za obavljanje sigurnog tijeka željezničkog prometa

#### Dužnosti preglednog radnika

#### Članak 73.

(1) Pregledni radnik utvrđuje:

– stanje zakočenosti i otkočenosti kočnih papuča

– na vozilima s pokazivačima stanje zakočenosti i otkočenosti utvrđuje na pokazivačima uređaja automatske i ručne kočnice.

(3) Pošto vlak uđe u krajnji kolodvor gdje se obavljaju poslovi tehničkog pregleda vagona, pregledač vagona mora zatražiti od strojovođe usmeni izvještaj o stanju kočnica u vlaku. Prijavljene i ustanovljene kvarove i nedostatke pregledač vagona mora pokušati otkloniti, a ako ne uspije, olistava neispravne vagone propisanim listicama.

#### Članak 74.

(1) Pregledni radnik vodi probu kočenja.

#### VI. PRIPREMA VLAKA

#### *Sastavljanje vlaka*

#### Članak 94.

(1) U vlak se smiju uvrstiti samo ona vozila koja glede sigurnosti prometa udovoljavaju propisanim tehničkim uvjetima i propisima o održavanju tih vozila i koja, prazna ili s teretom, ne prekoračuju dopuštenu masu po osovini, masu po duljinskom metru i profil vozila za prugu, osim ako se prevoze u skladu s posebnim uvjetima prijevoza (izvanredne pošiljke).

#### Članak 95.

(1) Sposobnost vagona za uključivanje u promet u skladu s dopuštenim opterećenjem i teretnim profilom ustanovljuje radnik željezničkog prijevoznika koji preuzima stvari na prijevoz.

(2) Tehničku ispravnost vagona ustanovljuje pregledač vagona. Tehnički ispravan vagon je svaki vagon koji odgovara uvjetima propisanim Pravilnikom o tehničkim uvjetima za sigurnost željezničkog prometa kojima moraju udovoljavati željeznička vozila.

(3) U kolodvorima gdje nema pregledača vagona, ako se posumnja u tehničku ispravnost vagona konačnu odluku o daljnjoj otpremi takva vagona donosi strojovođa.

(4) Ako je tehnička neispravnost vagona takva da zahtijeva posebne sigurnosne uvjete otpreme, te uvjete određuje pregledač vagona.

#### *Priprema vlaka u polaznom kolodvoru*

#### Članak 111.

(8) Osoblje upravitelja infrastrukture i željezničkog prijevoznika koje sudjeluje u provedbi tehnološkog procesa rada kolodvora odnosno poslovnog reda kolodvora II. dio mora se dokazno upoznati s njihovim odredbama.

### **3.3.3 Smjernice za utovar tereta**

#### **SMJERNICE ZA UTOVAR**

##### **Svezak 1**

##### **Temeljna načela**

#### ***1.3 Naprezanja koja na teret djeluju kod prijevoza***

Kod željezničkog prijevoza valja uzeti u obzir sile naprezanja koje iznose:

- u uzdužnom smjeru vagona:

- kod krutog utovara tereta do 4-struke
- do vrijednosti mase tereta (1 G) vrijednosti njegove mase (4 G)
- kod tereta koji može klizati u uzdužnom smjeru do vrijednosti njegove mase (1G)

- u poprečnom smjeru vagona do 50 posto mase tereta (0,5 G)

- u okomitom smjeru do 30 posto mase tereta (0,3 G) (ta sila pogoduje pomicanju tereta).

Vrijeme trajanja spomenutih sila iznosi oko 1/10 sekunde (mjerenje ubrzanja filtrira se na 15-20 Hz). Kod osiguravanja tereta te sile moraju se uzeti u obzir kao kvazistatičke sile.

Sile koje tijekom vožnje na teret djeluju u poprečnome i u okomitom smjeru vagona, prouzrokuju vibracije od 2 do 8 Hz.

#### ***1.4 Tereti***

Smjernice za utovar i primjeri načina utovara razlikuju se:

- za teretne jedinice sastavljene od čvrsto svezanih predmeta koje se za vrijeme prijevoza ponašaju kao pojedinačni predmeti (paketi, svežnjevi, bale, povezani složeni tereti itd.).

Unutar prijevoznih jedinica (teretni vagoni, kontejneri itd.):

- tereti moraju biti raspoređeni ravnomjerno

- tereti moraju biti osigurani tako da se ne pomiču, da se ne mogu izgubiti i da se ne mogu prevrnuti

Za utovar i za osiguravanje tereta unutar tovarenih vozila na kotačima i vozila s gusjenicama kao i prijevoznih jedinica u kombiniranom prijevozu, koji moraju biti prikladni za određene terete, vrijede odgovarajuće odredbe iz Sveska 1. Iznimka od toga jesu načini utovara s mogućnošću klizanja; njihova primjena nije dopuštena unutar prijevoznih jedinica u kombiniranom prijevozu.

### **1.5 Oblikovanje teretnih jedinica**

Za slaganje i vezanje tereta u teretne jedinice prikladne su:

- veze od čeličnih traka, od čeličnih žica, od sintetičkih traka ili pojasa od prediva, koje moraju biti zategnute, a njihova prekidna čvrstoća kao i njihovih spojeva kod zatezanja u istom smjeru mora biti najmanje:

- 500 daN za paletizirani teret mase do 500 kg
- 700 daN za paletizirani teret mase veće od 500 kg (rezano drvo, drveni okrajci s korom, drveni otpiljci, bale celuloze itd.)
- 1000 daN za obrađeno rezano drvo, drvene pragove, čelične i betonske ploče itd.
- 1400 daN za pakete lima, koture lima (pojedinačne koture), svežnjeve čeličnih cijevi, čeličnih profila i čeličnih šipki, koture valjane žice, čelične trake, čelične ingote, za naslagane šperploče ili prešane ploče, za kamene blokove itd.
- 2000 daN za zajedničko vezanje više kotura lima
- 4000 daN za zajedničko vezanje čeličnih cijevi kod kojih drugi slojevi na sloj osiguran klinovima (kajlama) naliježu sedlasto.

Broj veza raspoređenih ravnomjerno – najmanje 2 – ovisi o svojstvima tereta. Za zajedničko vezanje više kotura lima moraju se uporabiti najmanje 4 veze.

Zbog posebne opasnosti od kidanja i moguće nesreće nije dopušteno rabiti čelične trake za zajedničko obuhvaćanje složenoga rezanog drva, složenih drvenih okrajaka s korom te složenih drvenih otpiljaka u otvorenim vagonima.

- Rastezljive, skupljajuće folije ili folijski prekrivači (kod paletiziranog tereta trebaju se obuhvatiti nožice paleta) u željezničkom prijevozu moraju izdržati sva mehanička i klimatska opterećenja. U slučaju potrebe valja osigurati i to da su folije otporne i na biološka opterećenja (mikroorganizmi, kukci,..).

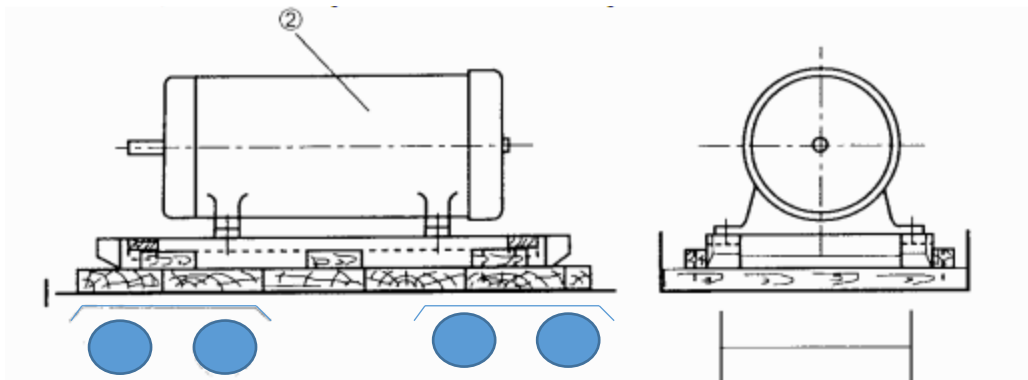
### **1.6 Trenje**

Odnosi trenja između tereta i utovarne površine imaju odlučujući utjecaj na izvedbu osiguravanja tereta. Za procjenu osiguranja tereta mjerodavan je isključivo klizni koeficijent trenja  $\mu_{GL}$  koji se određuje za trenje između parova tereta i utovarne površine odnosno između naslaganog tereta; (u daljnjem tekstu: Koeficijent trenja  $\mu$ ). Pri uporabi materijala s visokim koeficijentom trenja valja izabrati tehničko rješenje koje će rezultirati s najvećim koeficijentom trenja - u idealnom slučaju  $\mu \geq 0,7$ .

### **5.5 Utovar s mogućnošću klizanja tereta u uzdužnom smjeru vagona**

Mogućnost klizanja mora se predvidjeti u pojedinačnim vagonima i u vagonским skupinama:

Da bi se spriječilo klizanje teretnih jedinica u poprečnom smjeru vagona, a time i prekoračivanje teretnog profila ili odnosa opterećenja kotača u istome osovinskom sklopu od 1 : 1,25, tereti se moraju osigurati bočno.

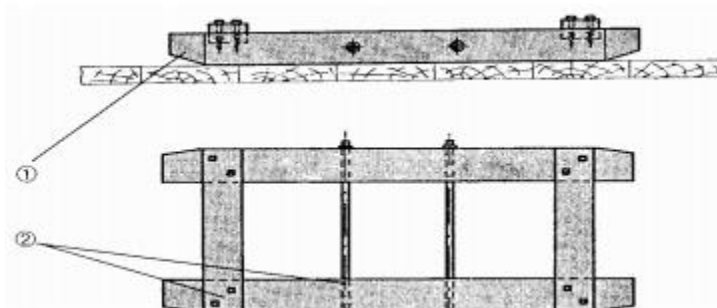


Slika broj 4: Primjer bočnog osiguranja tereta na saonicama (Izvor: Smjernice za utovar)

### Klizni uređaji

1 Klizne gredice i klizaljke saonica za teret moraju ležati na vagonjskome podu u uzdužnom smjeru. Njihovi donji čelni rubovi moraju biti zakošeni da bi se izbjeglo zapinjanje za podne neravnine.

2 Pojedini dijelovi saonica za teret moraju se čvrsto međusobno spojiti pomoću steznih vijaka ili pomoću poprečnih gredica. Poprečne gredice ponajprije moraju biti pričvršćene prolaznim vijcima ili vijcima za drvo. Ako se pojedini dijelovi postolja iznimno spajaju čavlima, tada valja rabiti vijčane čavle koji u drvo moraju prodrijeti najmanje 40 mm.



Slika broj 5: Primjer drvenih saonica za teret (Izvor: Smjernice za utovar)

## SMJERNICE ZA UTOVAR

### Svezak 2

### Tereti

#### *Smjernica za utovar svezak 2, poglavlje 1.3.2*

#### Teret

1 Koturi lima postavljeni okomito na vagonjski pod ako im je promjer najmanje 7/10 visine (H) ili pak okomito na drvene podmetače ako im je promjer najmanje jednak visini (H),

2 Koturi povezani čeličnim trakama (prekidne čvrstoće najmanje 14 kN), i to:

- najmanje 2 puta po obodu ili
- najmanje 1 put po obodu i 1 put kroza središnji otvor ili



- stanja dodirnih površina (hrapavosti);
- podmazivanja dodirnih površina (suho, polusuho ili mješovito i tekuće trenje);
- površinskog pritiska  $p = F_N/A$ , (A je dodirna površina);
- brzine klizanja.

Budući da je faktor trenja mirovanja  $\mu_o$ , kako su to pokusi pokazali, veći od faktora trenja klizanja, to će za tijelo u stanju mirovanja vrijediti:

$$F_o \leq \mu_o * F_N,$$

a najveća sila opterećenja pri kojoj tijelo još miruje, tj. to je sila kod koje je tijelo statički stabilno

$$F_o = F_{to} = \mu_o * F_N.$$

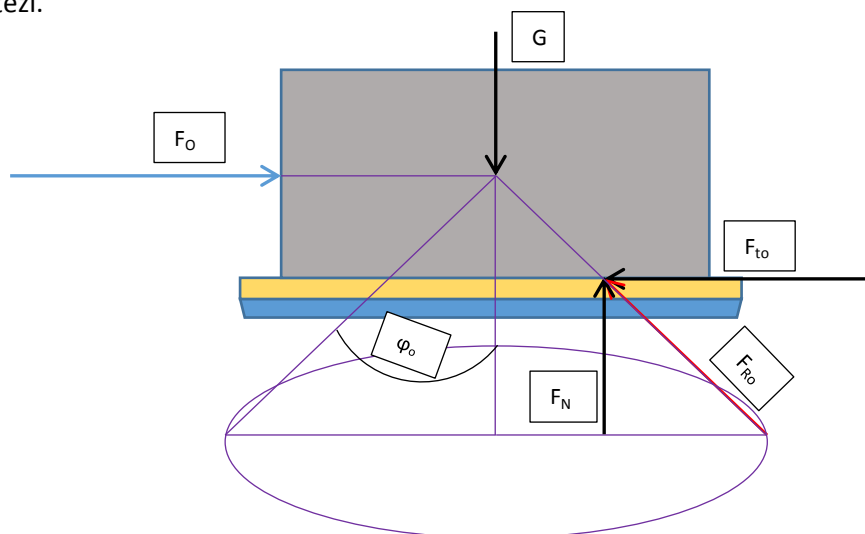
Kako je  $\mu_o > \mu$ , to je i  $F_o > F$ .

Poveća li se sila  $F$ ; za mali iznos, tijelo će se početi gibati jednoliko ubrzano, dok će za održavanje jednolikog gibanja tijela silu trebati smanjiti na iznos  $F = \mu F_N$ .

U graničnom slučaju ravnoteže ukupna reakcija podloge je:

$$F_{Ro} = \sqrt{F_N^2 + F_{to}^2} = F_N \sqrt{1 + \mu_o^2}$$

Kutovi  $\varphi$  i  $\varphi_o$  što ga reakcije  $F_R$  i  $F_{ro}$  zatvaraju s normalom nazivaju se kutovi trenja. Rotacijom pravca reakcije  $F_{Ro}$  oko vertikale opisuje pravac konusnu plohu s vršnim kutom  $2\varphi_o$  - tzv. konus trenja. Ako se pravac ukupne reakcije nalazi unutar konusa trenja ili na njegovu plaštu (granični slučaj), tijelo je u statičkoj ravnoteži.



Slika broj 7: Konus trenja

### 3.5 Vagoni serije Rilns

Vagon serije Rilns-z (slika 2) je četveroosovinski plato-vagon. Tovarni prostor omeđen je visokim čelnicima koje su na gornjoj strani zasvođene te platnenim pokrovom koji sa strane i odozgo potpuno obuhvaća pomične arnjeve oblikovane prema obrisu čelnih stranica. Pomični arnjevi omogućuju skupljanje pokrova na jednu stranu vagona kako bi se pri utovaru ili istovaru oslobodio pristup u tovarni prostor. Drveni pod pogodan je da se za nj čavlima zabijaju drvena sredstva koja služe za sprječavanje ili ograničavanje pomicanja tereta ili pak da se u nj utiskuju trnovi onda ako su ta sredstva od kovine. Za terete što ih je potrebno vezati u pod su ugrađeni prihvatni prsteni.

### 3.6 Prometovanje vlaka

Predmetni vagon broj 31 56 3552 146 bio je tovaren u čeličani US Steel u Košicama, R. Slovačka. Utovar su obavili radnici čeličane. Vagon su preuzeli radnici prijevoznika SK-ZSSKC i stavili plombe na vagon. Vagon je preko Mađarske ušao u Hrvatsku gdje ga je preuzeo prijevoznik HŽ Cargo. Nakon što je predmetni vagon sastavljen u vlak broj 60300 u kolodvoru Zagreb Zapadni, vlak je dana 15.07.2016., prema redu vožnje u 21:14 sati, otpremljen prema Rijeci. Manevriranje u kolodvoru Zagreb Zapadni obavljano je manevarskom vožnjom. U navedenom kolodvoru ne postoje uvjeti za manevriranje odbacivanjem i spuštanjem vagona.

### 3.7 Očevid

Pregled mjesta događaja obavljen je od strane istražitelja AIN-a. Istražitelj AIN-a se odmah nakon obavijesti o ozbiljnoj nesreći uputio prema mjestu nesreće u tunelu Sljeme. Pregledom je utvrđeno da se vozna lokomotiva vlaka zaustavila ispred izlaznog portala tunela Sljeme, te da je u tunelu, u km 603+580 došlo do iskliznuća dva vagona i to devetog i dvanaestog, oba vagona su isklizla s oba okretna postolja.

Dalje, pregledom je utvrđeno da je na osmom vagonu, s lijeve strane gledano u smjeru vožnje, vidljivo oštećenje cerade vagona (slika 8 izvješća) i arnjeva (slika 9). Pregledom vagona utvrđeno je da se radi o vagonu serije Rilns 31 56 3552 146, vlasništvo SK-ZSSKC, tovarenom sa šest kotura lima, od kojih je jedan od kotura lima ispao s lijeve strane vagona u tunelu.

Pregledom osmoga vagona utvrđeno je slijedeće:

- U vagonu se nalazi pet kotura limova, svaki težine oko 8 t. Cijevna konstrukcija koja drži ceradu (arnjevi) i cerada vagona su oštećeni s lijeve strane vagona i to u poziciji na kojoj se nalazio kotur lima koji je ispao (slike osam i devet).
- Odnos visine i promjera tereta iznosi oko 3/2, odnosno 1,5.
- Pregledom tereta na vagonu utvrđeno je da je kotur, koji se nalazio ispred kotura koji je ispao (treći gledano u pravcu vožnje), pomaknut s izvorne pozicije i pao s palete na kojoj se nalazio i zaustavio se na podnici vagona (slika 11). Traka koja je osiguravala teret na trećoj paleti je polomljena.
- Dalje, pregledom vagona utvrđeno je da su letve od kojih je bilo izrađeno bočno osiguranje tereta, u poziciji tereta koji je ispao iz vagona, popucale te da je podnica vagona je oštećena.
- Na vanjskim rubovima pokriva vagona nalaze se originalne plombe.
- Na mjestu gdje se nalazila paleta s koje je ispao teret (četvrta paleta gledano iz pravca vožnje), drvena podnica vagona je mehanički oštećena (slika 16). Prema izgledu oštećenja zaključuje se da je isto svježije, tj. da je nastalo u ovoj nesreći kao posljedica ispadanja kotura lima. Paleta s koje je pao teret je pomaknuta u lijevo (gledano u pravcu vožnje) gotovo do ruba vagona. Na središnjoj gredi palete uočeni su tragovi utora, nastali vezivanjem tereta trakom za osiguranje (slika 13). Paleta je polomljena na strani sa koje je pao kotur lima. Saonice na kojima je paleta i paleta nasjele su na gredicu bočnog osiguranja i zaokrenute su za 90°. Oko palete se nalaze polomljene polimerna i metalna traka za vezivanje tereta. Zaštitni plašt od pocinčanoga lima četvrtog kotura je pronađen na podnici vagona. Pregledom šeste palete utvrđeno je da traka koja je osiguravala teret od bočnog pomicanja polomljena, ali se još uvijek nalazi na teretu.
- Oba iskliznula vagona su iskliznula na desnu stranu (gledano u pravcu vožnje vlaka) te su kotači tih vagona oštetili betonske poklopce kanala kroz koji prolaze SS kablovi te pragove i pričvrtni pribor preko kojih su prešli. Pregledom ispalog kotura lima utvrđeno je da je isti potpuno mehanički uništen, a nalazi se na poziciji trinaestog vagona od osamnaest vagona vlaka 60300 (slika 12).



Slika 8. – Opći snimak osmoga vagona u tunelu (izvor slike: AIN)



Slika 9. – Bliži snimak unutrašnjosti osmoga vagona (izvor slike: AIN)



Slika 10. – Blži snimak teretnice osmog vagona (izvor slike: AIN)



Slika 11. – Blži snimak unutrašnjosti osmog vagona (izvor slike: AIN)

Oštećeni vagon je prevezen u luku Rijeka gdje je obavljen dodatni pregled tereta vagona. Pregledom je utvrđeno slijedeće:

- koturi limova su bili postavljeni na nestandardne drvene palete za koje su bili pričvršćeni metalnom i polimernom trakom deklarirane čvrstoće od 3500 daN (slika 14). S obje strane drvenih paleta su bile postavljene letve za osiguranje paleta od pomicanja, koje letve su bile čavlima pričvršćene za drvenu podnicu vagona. Metalna traka, kojom je ispali kotur (prikazan na slici 11) bio pričvršćen za paletu, je pukla.
- Na vagonu je pronađen ostatak polomljene letve koja je trebala bočno osigurati paletu tereta koji je ispao s vagona (slika 9 i slika 15). Utvrđeno je da je letva pukla po sredini. Pregledom letvi za osiguranje paleta na vagonu, utvrđeno je da su iste veličine 100x10,4x10cm. Izrađene od pet slojeva iverice, od kojih je četiri sloja debljine 2cm, a jedan 1,4cm. Gornja i donja ploča od iverice su prekrivene pločama od lesonita debljine 5mm. Ploča od lesonita se nalazi i između druge i trače ploče iverice (u sredini letve), ista je debljine 3mm. U letvi su izbušene četiri rupe kroz koje se zabadaju čavli prilikom zakivanja letve u drvenu podnicu. Dijelovi letve su spojeni s osam čavala. Dvije središnje ploče od iverice su izrađene od dva dijela koja se dodiruju u sredini. Letve su bile postavljene s obje strane paleta duž cijelog vagona. Također, došlo je do pomaka gotovo svih letvica osiguranja tereta i pomicanja paleta s teretom.
- Teret na prvoj paleti je pronađen pomaknut, a pomaknuo se u smjeru suprotnom od kretanja vlaka.
- Teret na drugoj paleti je ostao na mjestu, dok je teret na trećoj paleti pao s palete i polomio obje trake, ali se zaustavio na podnici vagona (slika 11). Palete broj pet i šest su se pomakle prema kraju vagona (slika 19).
- Pregledom tereta koji nisu ispali utvrđeno je da su koturi lima prekriveni limenim poklopcima s gornje strane, te su obloženi trakom od pocinčanog lima. Trake za vezivanje tereta za paletu su postavljene preko zaštitnog poklopca.
- Pregledom vagona i tereta utvrđeno je da je do pomicanja tereta došlo u smjeru suprotnom od smjera vožnje vlaka, kada se nesreća dogodila.
- Na teretnicima vagona nalazi se oznaka za zabranu manevriranja vagonom odbacivanjem ili spuštanjem.

### 3.8 Način rada željezničkih vozila i tehničke opreme

Na vagonu broj: 31 56 3552 146, serije Rils (osmi vagon vlaka), utvrđena su slijedeća oštećenja: kutna stuba je oštećena, brodska kuka je savijena, pet nosača cerade s vodilicama deformirana, tri podne daske su oštećene, 8m<sup>2</sup> cerade je potrgano.

Na vagonu broj: 31 85 4777 090, serije Shimmps (deveti vagon vlaka), utvrđena su slijedeća oštećenja: dvije kutne stube nedostaju, dvije bočne stube su savijene, mjenjač vrste i sile kočenja te uključno isključna slavina savijeni, nedostaje vijaka poklopca ležaja broj 1, potrebo je tokarenje osovina.

Na vagonu broj: 31 56 3552 193, serije Rilns (deseti vagon vlaka), utvrđena su slijedeća oštećenja: polomljen vijaka poklopca ležaja broj 4, savijena pritvrdna kočnica, savijen mjenjač vrste i sile kočenja, savijena uključno isključna slavina, kutija za lisnice deformirana, natpisna ploča deformirana, kutna stuba deformirana, otkinuta jedna bočna stuba.

Na vagonu broj: 31 56 3552 084, serije Rilns (jedanaesti vagon vlaka), utvrđena su slijedeća oštećenja: čeonu slavina sa poluspojkom nedostaje, kutna stuba je deformirana, ploče s natpisima savijene, uključno

isključna slavina oštećena, mjenjači polomljeni, nosač pritvrdne kočnice polomljen, kutija za listice deformirana, bočna stuba savijane, polomljena cerada cca 2m<sup>2</sup>.

Na vagonu broj: 21 78 4423 112, serije Lgs (dvanaesti vagon vlaka), utvrđena su slijedeća oštećenja: polomljena je brodska kuka, kolo pritvrdne kočnice je otkinuto, mjenjač vrste-sile kočenja je polomljen. Kutna stuba je savijena.

Na vagonu broj: 21 78 3329 162, serije Kgs (trinaesti vagon vlaka), utvrđena su slijedeća oštećenja: kvačilo je raskinuto, potrgano crijevo zračne poluspojke, potrgana je kutija za listice, potrgano je kolo pritvrdne kočnice, spojne vodilice kotača broj 4 su savijene, gibanj je ispao iz ležišta. Na ostalim vagonima vlaka 60300 nisu uočena oštećenja.



Slika 12. – Bliži snimak ispalog tereta (izvor slike: AIN)

### 3.9 Način postavljanja i osiguranja tereta

Pregledom tereta na vagonu serije Rils, broj: 31 56 3552146 utvrđeno je da se na njemu prije ove nesreće nalazio teret u obliku šest kotura lima prosječne težine 8 tona po koturu. Koturi lima su u naravi cilindri odnosa visine i promjera 2,5/3. Isti su bili položeni na podlogu na jednoj bazi valjka. Svaki pojedini kotur je bio postavljen na drvenu paletu te povezan za paletu čeličnom trakom nosivosti 3500daN te dodatno osiguran polimernom trakom. Palete su bile postavljene na drvene klizne saonice. Djelomično su između tereta i palete bili postavljeni podlošci od crnog ekspaniranog polimernog materijala. Klizne saonice su bile postavljene tako da leže na vagonskome podu u uzdužnom smjeru. Njihovi donji čelni rubovi su zakošeni kako bi se izbjeglo zapinjanje za podne neravnine. Da bi se spriječilo klizanje teretnih jedinica u poprečnom smjeru vagona ili odnosa opterećenja kotača u istome osovinskom sklopu od 1:1,25, tereti su osigurani bočno gredicama od iverice (slike 17 i 18) koje su čavlina bile zakucane u drvene podnice vagona. Gredice bočne zaštite, postavljene nakon prve, odnosno šeste palete su bile postavljene ukošeno prema unutra, kako bi se dodatno osigurao teret od uzdužnog pomicanja.



Slika 13. Detalj palete s tragom vezanja tereta na paleti (izvor slike: AIN)



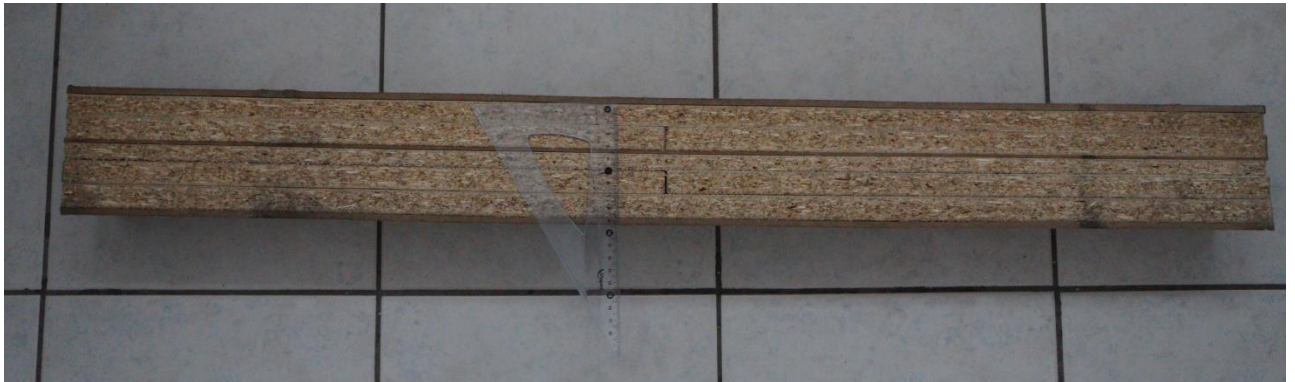
Slika 14. – Bliži snimak tereta na vagonu dopremljenom u Luku (izvor slike: AIN)



Slika 15. – Bliži snimak polomljene letve koja je osiguravala teret na vagonu (izvor slike: AIN)



Slika 16. – Bliži snimak oštećenja podnice vagona (izvor slike: AIN)



Slika 17. – Bliži snimak letvice za osiguranje paleta od pomicanja (izvor slike: AIN)



Slika 18. – Bliži snimak letvice za osiguranje paleta od pomicanja (izvor slike: AIN)



Slika 19. Bliži prikaz paleta i kliznih saonica (izvor AIN).

### 3.10 Sučelje čovjek-stroj-organizacija

Radno vrijeme uključenih strojovođa i pregledača prijevoznika HŽ Cargo bilo je u skladu sa propisima, zdravstveno su bili sposobni i stručno su bili osposobljeni za rukovanje opremom.

### 3.11 Prethodni slični događaji

U razdoblju od 01.01.2006. godine do 12.06.2016. godine na prugama kojima upravlja društvo HŽ Infrastruktura zabilježeno je ukupno tri istovrsna izvanredna događaja (ispadanje tereta s vagona ili izlaženje tereta izvan profila vagona) u kojima nije bilo stradalih. Jedan incident je bio na pruzi M202, nadzorni kolodvor Jastrebarsko i dva na pruzi R202, nadzorni kolodvor Kloštar. Niti u jednoj od navedenih nesreća nije se radilo o teretu kakav je predmetni (koturi lima).

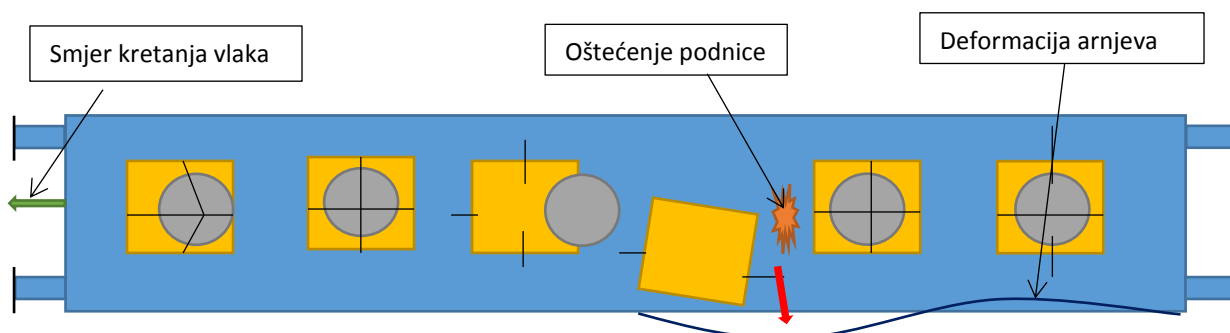
## 4 ANALIZE I ZAKLJUČCI

### 4.1 Slijed događaja

Vlak broj 60300 krenuo je dana 15.07.2016. godine u 21:14 sati iz kolodvora Zagreb zapadni prema Luci Rijeka. Prije polaska obavljen je pregled vlaka od strane pregledača vagona zaposlenika društva HŽ Cargo. Pregledači vagona na vlaku nisu uočili nepravilnosti. Zadnji pregled vlaka prije ulaska u tunel Sljeme, obavljen je u kolodvoru Moravice. Pregledači vagona na vlaku nisu uočili nepravilnosti. Dana 16.07.2016. u tunelu Sljeme došlo je do nesreće pri brzini vlaka od 40 km/h. Dozvoljena brzina vožnje vlakova na navedenoj dionici iznosi 60 km/h. Brzina predmetnog vlaka je od kolodvora Zagreb Zapadni do Rijeke bila ograničena na 40 km/h zbog prevoženja specijalnog tereta.

Vagon s kojeg je ispao teret je tovaren u čeličani US Steel u Košicama, R. Slovačka. Vagon je prije polaska pregledan od strane pregledača CH – ZSSKC, a nakon toga plombiran.

### 4.2 Analiza i zaključci



Slika 20 - Shematski prikaz rasporeda tereta i oštećenja na vagonu nakon nesreće (Izvor AIN)

Koturi limova prevoženi su na vagonu serije Rilns, što odgovara preporukama UIC smjernica za utovar. Radi se o seriji vagona sa ravnim podnicama koja nema bočne stranice već pokrov od cerade koji je navučen na pomičnu cijevnu konstrukciju (arnjeve). Društvo ZSSK Cargo mjesečno preuzima oko 260 pošiljaka s koturima limova od čeličane US Steel Košice.

U predmetnoj nesreći je tijekom transporta došlo do pomicanja tereta, kotura limova, od kojih je na trećem i četvrtom koturu došlo do loma traka koje su osiguravale teret od pomicanja (slika 19). Četvrti kotur je ispao iz vagona u tunelu Sljeme. Teret, nakon što je pao, se zaglavio između stjenke tunela i vagona što je

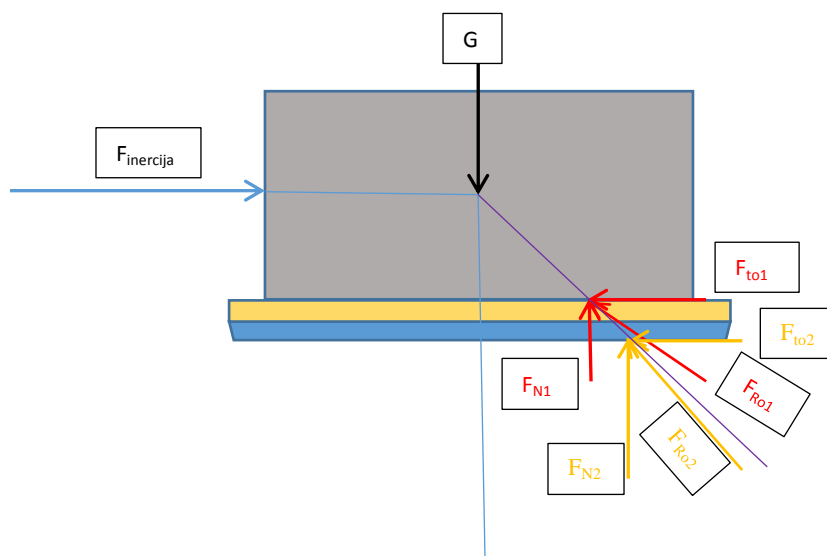
rezultiralo iskliznućem devetoga i dvanaestoga vagona te raskinućem vlaka između dvanaestog i trinaestog vagona.

Temeljem tragova pronađenih na mjestu događaja utvrđeno je da je u predmetnoj nesreći koeficijent trenja između kotura lima i palete bio manji nego između saonica i podnice vagona. Ovo je rezultiralo time da je djelovanjem inercijskih sila tijekom transporta umjesto pomicanja saonica (koje su imale ulogu kliznih površina) došlo do klizanja tereta po paletama (slika 20).

Teret, koturi lima, bili su postavljeni na palete, a palete su bile postavljene na saonice. Smjernice za utovar ne predviđaju ovakav način prevoženja kotura lima. Smjernice za utovar ne predviđaju da se koturi limova vežu za podlogu. Također, Smjernice ne predviđaju da se koturi limova postavljaju na palete koje se postavljaju na saonice, već predviđa postavljanje tereta na dva podmetača od mekog drveta (poprečnog presjeka 5x12cm, slika 5). Koturi limova se slobodno postavljaju na drvene podmetače kako bi se omogućilo uzdužno pomicanje kotura u slučaju pojave većih inercijskih sila tijekom prevoženja tereta. Slobodno pomicanje tereta će spriječiti preokretanje tereta. Do ispadanja kotura iz vagona došlo je u horizontalnom luku.

Dimenzije tereta (odnos visine i promjera kotura) iznosi 3/2, odnosno 1,5 te su sukladne Smjernicama za utovar koje predviđaju da taj omjer bude najmanje 7/10.

Kada je točno došlo do inicijalnog pomicanja tereta na paletama i što je konkretno iniciralo pokretanje tereta, provedenim istraživanjem nije bilo moguće utvrditi jer teret nije bio pregledavan tijekom putovanja. No, s obzirom da je do pomicanja tereta došlo u pravcu suprotnom od kretanja vlaka i nagiba pruge, za pretpostaviti je da je do pomicanja tereta došlo tijekom jedne od manevarskih vožnji predmetnoga vagona.



Slika 21 - Shematski prikaz djelovanja sila na teret (Izvor AIN)

#### 4.2.1 Prethodni slični događaji

Od vlasnika vagona dobivena je informacija da se koturi limova transportiraju i osiguravaju na ovakav način od 2000. godine i šalju na različite destinacije (Rumunjska, Grčka, Danska, Bjelorusija, Hrvatska i dr.) te do ove nesreće nisu zabilježili istovrsnu nesreću.

Od društva „Luka Rijeka“, čiji djelatnici otvaraju vagone s koturima lima dobivena je informacija da je do ove nesreće i ranije zabilježen pomak tereta (kotura lima) na paletama, ali nije došlo do ispadanja tereta s vagona.

#### 4.2.2 Analiza načina utovara

Prema podacima dostavljenima od prijevoznika društva ZSSK Cargo, utovar i pakiranje tereta na vagone obavljaju zaposlenici čeličane u Košicama. Pregled vagona prije polaska obavljaju zaposlenici društva ZSSK Cargo. Odabir rješenja pakiranja i slaganja tereta na vagone napravljen je temeljem UIC smjernica za utovar. Način postavljanja tereta (koturi lima postavljeni okomito na pod vagona) odgovara preporukama Smjernica za utovar.

Analizama predloženih rješenja u Smjernicama za utovar od strane istražitelja proizlazi da rješenja koja koristi prijevoznik za prijevoz kotura limova nisu onakva kakva Smjernice sugeriraju. Smjernice ne predviđaju:

- Da se koturi limova vežu za podlogu (u konkretnom slučaju radi se o drveno paleti),
- Da se koturi lomova postavljaju na palete koje se postavljaju na saonice,
- Da se između kotura lima i podloge postavljaju dodatni materijali.

#### 4.2.3 Zaključci

*Izravni uzrok ove nesreće* je pomicanje kotura limova i pucanje traka za osiguranje kotura (poglavlje 4.1).

*Čimbenici koji su pridonijeli ovoj nesreći:* teret je prevožen na vagonu bez čvrstih bočnih stranica (poglavlje 3.5).

*Organizacijski čimbenici:*

Način postavljanja i osiguranja tereta na vagon je rezultirao da je trenje između tereta i palete bilo manje nego trenje između saonica i podnice vagona što je prilikom pojave inercijskih sila dovelo do pomicanja kotura lima, a kasnije i pomicanja saonica po podnici vagona (poglavlje 4.2).

#### 4.3 Dodatna zapažanja

Teret u pečaćenim vagonima, koji se preuzimaju na granici, pregledači vagona društva HŽ Carga nisu ovlašteni otvarati ako se pregledom vagona izvana ne utvrdi da je došlo do pomicanja tereta ili slično. Način manevriranja vagonom s kojeg je ispao teret prije kolodvora Zagreb Zapadni mogao je imati utjecaja na ovu nesreću, međutim zbog manjka podataka u istrazi taj aspekt nije mogao biti istražen.

### 5 PODUZETE MJERE

Društvo ZSSK Cargo kod svog kupca redovito obavlja preglede u svezi načina utovara tereta sukladno Smjernicama UIC-a za utovar tereta. Tijekom tih kontrola i pregleda nisu utvrđena kršenja odredbi navedene smjernice. Od 2000. godine iz pogona čeličane u Košicama mjesečno se preuzima 260 pošiljki kotura limova te do nesreće u tunelu Sljeme nije zabilježena niti jedna druga nesreća. Nakon ove nesreće društvo ZSSK Cargo više ne upotrebljava drvene gredice načinjene iz dva dijela za bočno osiguranje tereta.



## 6 SIGURNOSNE PREPORUKE

Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu u cilju poboljšanja sigurnosti željezničkog sustava izdaje nacionalnom tijelu Republike Slovačke nadležnom za sigurnost željezničkog prometa slijedeću sigurnosnu preporuku:

**AIN/06 SR 4/2017:** Uzevši u obzir predmetnu nesreću te činjenicu da je i ranije znalo doći po pomicanja kotura lima na paletama, vlasnik vagona bi trebao napraviti analizu načina pakiranja kotura limova iz koje bi se moglo utvrditi koliko je ovakav način pakiranja sukladan UIC smjernicama za utovar i poduzeti mjere na sprječavanju budućih nesreća.