

PRILOG ANALIZI LOMA OSOVINA NA LOKOMOTIVAMA SERIJE 441, 461 I 444

Dragan B. RAJKOVIĆ¹

Rezime – Rad je pokušaj da se sistematizuju podaci kod lomova osovina na elektro lokomotivama serija 441, 461 i 444 koje su u vlasništvu Železnica Srbije. Korišćeni su podaci iz izveštaja komisija koje su formirane kada se desio lom osovine na nekoj od lokomotiva. Sistematizovani su podaci koji su bili dostupni autoru. Pored podataka iz izveštaja komisija korišćena su iskustva iz dugogodišnjeg rada i saznanja iz literature koja se bavila ovom pojavom.

Ključne reči: lom osovina, elektro lokomotive serije 441, 444, 461.

1. UVOD

Osovinski sklopovi na lokomotivama serije 441, 461 i 444 su isti u potpunosti i koriste se na sve tri serije. Lokomotive su nabavljane u dugom vremenskom periodu (441: od 1969 do 1988, 461 od 1972 do 1980 godine). Modernizovane lokomotive 444 i 461-200 isporučene su u periodu od jula 1994 do maja 1994 godine. Na modernizovanim lokomotivama ostali su osovinski sklopovi od lokomotiva 441 i 461 koje su bile određene za modernizaciju. U terminologiji o greškama na osovinama koriste se reči lom osovine, koji podrazumeva razdvajanje osovine na dva dela, i pucanje osovine koji podrazumeva greške na osovini koja se otkriva putem neke od metoda bez razaranja.

2. LOMOVI OSOVINA

Prvi lom osovine u ŽTP Beograd desio se (formirana komisija da utvrdi uzroke loma) na lokomotivi 441 – 315 23.03.1993 godine.

Drugi lom osovine u ŽTP Beograd desio se na lokomotivi 441 – 418 14.04.2003 godine.

Treći lom osovine u ŽTP Beograd desio se na lokomotivi 461 – 418 03.08.2004 godine.

Četvrti lom osovine u ŽTP Beograd desio se na lokomotivi 444 – 002 19.04.2005 godine.

Peti lom osovine u ŽTP Beograd desio se na lokomotivi 444 – 013 09.09.2006 godine.

Šesti lom osovine u ŽTP Beograd desio se na lokomotivi 441 – 514 26.03.2007 godine.

Sedmi lom osovine u ŽTP Beograd desio se na lokomotivi 444 – 029 03.07.2007.godine.

2.1. KARAKTERISTIKE LOMOVA

Pod karakteristikama lomova biće navedeni razni podaci koji su vezani za vanredni događaj loma osovine na lokomotivi.

2.1.1 Mesto loma osovine i vrsta voza i stanje kretanja voza (kad je primećen lom osovine)

Tabela 1 Mesto loma osovine, vrsta voza i stanje kretanja voza

Lokomotiva	Mesto loma	Vrsta voza	Kretanje
441-315	Prijepolje	Putnički	Polazak
441-418	Sr. Karlovci	Teretni	Kočenje
461-006	Ristovac	Teretni	Otvorena
444-002	Mala Plana	Sama lok.	Otvorena
444-013	Beška	Teretni	Kočenje
441-514	Niš	Teretni	Stanica
444-029	Rakovica	Sama lok.	Skretnica

Mesto loma podrazumeva najbližu stanicu, vrsta voza je sastav voza ili sama lokomotiva, i kretanje podrazumava polazak vožnju na otvorenoj pruzi ili kočenje.

Iz tabele 1 se može videti da su se lomovi dešavali na svim prugama, pri vuči teretnih, putničkih vozova, kada je bila sama lokomotiva, u polasku, kočenju na otvorenoj pruzi i pri prelasku preko skretnica.

2.1.2 Mesto osovine u smeru kretanja, brzina kretanja lokomotive u trenutku kad je primećen lom osovine i zona loma na osovini

Zone su određene prema karakterističnim presecima osovine

¹ Dragan B. RAJKOVIĆ, dipl.inž.maš.Železnice Srbije, Novi Sad, Ložionička 7, draganbrajkovic@gmail.com.

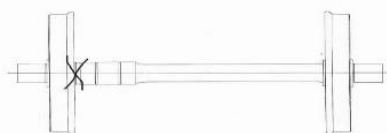
- I : između točka i reduktora,
 II : pored reduktora
 III : na sredini osovine
 IV : bliže glavčini daljeg točka.

Tabela 2 Mesto osovine, brzina kretanja lokomotive zona loma na osovini

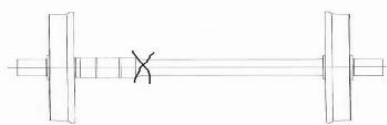
lokomotiva	Mesto os.	brzina	Zona loma
441-315	Druga	30	IV
441-418	Prva	30	I
461-006	Šesta	45	III
444-002	Prva	20	I
444-013	Prva	65	II
441-514	Treća	20	III
444-029	Druga	20	II

Zone loma su date prema skicama na slici 1.

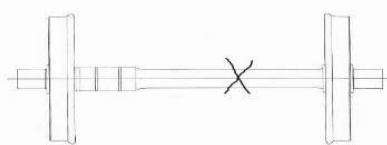
ZONA I



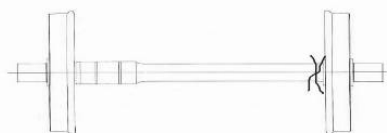
ZONA II



ZONA III



ZONA IV



Slika 1

Iz tabele 2 vidi se da mesto osovine u smeru kretanja može biti svako mesto, da je brzina uglavnom niska manja od 65 km/h i da su zastupljene sve zone loma osovine.

2.1.3 Materijal osovine, proizviđač i vrsta osovine

Tabela 3 Materijal osovine, proizviđač i vrsta osovine

Lokomotiva	Materijal	Proizv.	Vrsta os.
441-315	PČ 4732	Klockner	Puna
441-418	25NiCrMoV14,5	Thyssen	Šuplja
461-006	34MoCN15	UCMR	Puna
444-002	25NiCrMoV14,	UCMR	Šuplja
444-013	PČ 4732	Klockner	Puna
441-514	34MoCN15	UCMR	Puna
444-029	34MoCN15	UCMR	Puna

Iz tabele 3 vidi se da su se lomile osovine od svih materijala, svih proizvođača i pune i šuplje. Kao iza sve podatke koji će biti dati u radu mali je broj uzoraka za bilo kakvu statističku obradu ovih podataka.

2.1.4 Datum izrade, starost osovine u trenutku loma i broj meseci od pregleda u remontnoj radionici do loma.

Tabela 4 Datum izrade, starost osovine i vreme do loma

Lokomotiva	Datum izrade	Starost osovine	Meseci do loma
441-315	6.68	24 g 09m	22
441-418	5.79	24 g 11m	14
461-006	1.72	32g 07m	19
444-002	5.76	29g 11m	22
444-013	8.69	37g 01m	2,5
441-514	11.71	35g 04m	9
444-029	5.73	34g 01m	4,5

Tabela 4 daje jako interesantne podatke vezane za starost osovine koja se kreće od 24 do 37 godina, i broj meseci od pregleda u remontnoj radionici koji se kreću od 2,5 do 22 meseca.

2.1.5 Kilometar od ugradnje do loma, datum zadnje ultrazvučne kontrole, broj dana od zadnje ultrazvučne kontrole

Tabela 5 Datum izrade, starost osovine i vreme do loma

Lokomotiva	Km do loma	Datum UZ	Dana od UZ
441-315	260,000	04.03.1991	660
441-418	111,814	07.03.2003	38
461-006	227,935	13.06.2004	51
444-002	67,515	14.03.2005	36
444-013	28,793	08.08.2006	32
441-514	133,152	09.03.2007	17
444-029	31,127	25.05.2007	39

Kilometar od ugradnje do loma predstavlja pređeni

kilometar od izvršenja zadnje redovne opravke kod remontera a datum UZ (ultrazvučne kontrole) predstavlja datum zadnje kontrole. Dana od UZ predstavlja proteklo vreme u danima od zadnje ultrazvučne kontrole u depoima za održavanje lokomotiva.

2.1.6 Površina preloma i ukupno pređeni kilometar lokomotiva do loma osovine

Površina preloma kod svih lomova sastoji se od dva dela i to prvi deo (I) koji predstavlja lom u tabeli (oko 1/3) koji je svetao i ima oblik čupanja materijala. Drugi deo (II) je braon boje i nema oblik čupanja materijala i relativno su ravne površine, na slikama 1 i 2 se taj deo lepo vidi.

Tabela 6 Datum izrade, starost osovine i vreme do loma

Lokomotiva	Površina preloma (I)	Ukupno Km lokomotive
441-315	Jako oštećena	Oko 2 miliona
441-418	Oko 1/3	3.958.374
461-006	Jako oštećena	2.158.960
444-002	Oko 1/3	3.514.442
444-013	Oko 1/3	4.401.402
441-514	Oko 1/3	3.335.559
444-029	Oko 1/3	3.044.824



Slika 1 Prelom sa vidljivim zonama I i II



Slika 2 Prelom sa površinama braon boje (II) ostali deo preloma je posledica autogenog sečenja a na tom delu bilo čupanje materijala (I)

Deo (I) preloma ima razne položaje u lomu i to tri osnovne grupe: a) kroz osu osovine, b) dva odvojena dela koji ne idu kroz osu osovine i c) jedan deo koji ne

ide kroz osu osovine.

Kod osovina koje imaju jako oštećen prelom pokazuje da je proteklo dosta vremena od loma do zaustavljanja lokomotive.

Pređeni kilometar lokomotive od puštanja u saobraćaj do loma osovine je između 2 i 4,4 miliona km.

2.1.7 Pređeni kilometar lokomotiva

Pređeni kilometar osovina može da se prati preko pređenog kilometra lokomotiva. Tu postoji greška koja se sastoji u tome da se osovine kod bilo kakve intervencije na njima ne vraćaju uvek pod lokomotivu sa koje je skinuta. Tokom eksploatacije 96 lokomotiva serije 441 i 78 lokomotiva serije 461 prešle su ukupno do 31.12.2009 godine.

441: 319 412 398 km;

461: 183 992 017 km i

444: 14 613 192 km

Što za sve tri serije iznosi: 519 017 607 km.

Prosečni kilometar po lokomotivi veći je od 3 miliona kilometara s tim što ima lokomotiva koje su pretrčale više od 4,9 miliona kilometara.

3. ANALIZA PODATAKA

Podaci koji su analizirani su podaci koji su evidentirani u izveštajima o radu komisija koje su formirane posle loma osovine. Svi podaci koji su nabrojani ne ukazuju na neki uzrok koji se izdvaja i za koji se može reći da se ponavlja u svim slučajevima loma osovina.

Lomovi su se dešavali na prugama Beograd - Bar i Subotica – Preševo, pri vuči putničkih, teretnih i pri kretanju same lokomotive, pri polasku, kočenju i na otvorenoj pruzi.

Mesto slomljene osovine u obrtnim posteljima je bilo prva druga treća i šesta u smeru kretanja lokomotive. Lomovi su se dešavali u zonama I, II, III i IV a brzina pri kojoj je primećen lom se kretala od 20 do 65 km/h.

Materijali slomljenih osovina su svi korišćeni materijali na osovinama i to 34NiCrMoV14,5; PČ4732; 34MoCN15 proizvođača UCMR, Klekner, Thyssen u izvedbi pune i šuplje osovine.

Površina preloma se sastoji od zone sa čupanjem materijala i zone sa relativno ravnim površinama. Pređeni km osovina se kreće od oko 2 miliona do 4,4 miliona kilometara stim da su sve lokomotive do 31.12.2009 godine prešle preko 2 miliona km a u proseku od oko 3 miliona km, stim da ima par lokomotiva koje su blizu 5 miliona km.

Jedan ciklus opterećenja osovine predstavlja jedan obrtaj točka tako da se za 1 km pređenog puta desi 250 ciklusa. Na osnovu ovoga sve osovine imaju od 500 miliona do milijardu i 250 miliona ciklusa.

Važna napomena da do sada nije slomljena ni

jedna osovina na lokomotivi koja ima reduktore za brzinu od 140 km/h koje su stare od 22 do 34 godine a prešle su od oko 2 miliona do 3,9 miliona km.

Starost slomljenih osovina je od 24 godina a ima ih slomljenih i sa 37 godina a osovine koje su danas na lokomotivama imaju starost od 22 do 41 godinu.

Sa obzirom da su lokomotive serija 441, 461 i 444 ukupno prešle 519 017 607 km jedan lom se desio na 74,14 miliona pređenih kilometara lokomotiva. Učestalost pojave loma može se računati na broj lokomotiva onda se lom desio na svakoj 24 lokomotivi ili na 4% lokomotiva. Ako se učestalost loma računa na broj osovina koji je oko 900 jer su nabavljane osovine za agregatnu zamenu onda je broj slomljenih osovina 0,77% ili 1 od 129.

Šteta koja je nastala pri lomu osovine je samo šteta koja je nastala na lokomotivi pri tome nije bilo iskliznuća cele lokomotive i nije bilo iskliznuća vagona iz voza.

Na lokomotivama serije 444 došlo je do loma osovina, u relativno kratkom razmaku, na tri lokomotive 444-002 (2005 godine posle 67515km), 444-013 (2006 godine posle 28793km) i 444-029 (2007 godine posle 31127 pređenih kilometara). Posle više izmena na protivkliznoj zaštiti nije bilo lomova osovina.

Ultrazvučna kontrola osovine, prema pravilniku JŽ 241 vrši se pri svakoj redovnoj opravci i na kontrolnim pregledima ranga P3, P6, i P12 stim da je za seriju 444 uvedeno da se kontrola ultrazvukom radi i na pregledu P1. Iz ličnih saznanja (razgovora sa ljudima koji vrše UZ kontrolu) na kontrolama ultrazvukom pri kontrolnim pregledima nije uočen ni jedan nedostatak na osovina i nema evidentiranog nedostatka. Kod remontera na redovnim opravkama evidentirano je u zadnjih pet godina nedostataka koji su uočeni kod ultrazvučne kontrole kod 21 osovine. Ove osovine su izbačene iz upotrebe ali nije vršena superkontrola drugim načinima ispitivanja radi potvrde ultrazvučnog nalaza.

U radu "Lomovi pogonskih vratila-osovina električnih lokomotiva" [1] na osnovu rađenih elaborata o merenju napona u obrtnom postolju i vibracijama osovina i na osnovu izvedenih proračuna i analiza dati su sledeći zaključci:

1. Lom nije neposredna posledica radnih opterećenja koja dovode do savijanja i uvijanja vratila. Ipak, u zoni koncentracije napona, kod osovina koje su u radu dva miliona i više kilometara, verovatnoća loma usled savijanja nije zanemarljiva.

2. Lom nastaje tako što vibracije dovedu do inicijalne naprsline, a savijanje vrlo brzo proširi naprslinu do potpunog loma.

3. Zbog toga što naprslina nastaje u površinskom sloju i što se nakon nastanka vrlo brzo širi, kontrola ultrazvukom je potpuno neefikasna.

4. Ako se vibracije ne mogu otkloniti, osovine

treba ojačati i revitalizovati površinskim kaljenjem.

4. ZAKLJUČAK

Prikazani podaci, koji su sakupljeni posle lomova sedam osovina na sedam lokomotiva, u potpunosti potvrđuju zaključke rada "Lomovi pogonskih vratila-osovina električnih lokomotiva"[1]. Sa obzirom na učestalost loma koji se vrlo retko događa, otklonjene izvore vibracija kod serije 444 i šteta koje su do sada nastajale kao posledica loma osovina, može se razmisliti o potrebi preduzimanja i redosledu mera za otklanjanje pojave loma osovina na elektro lokomotivama.

LITERATURA

- [1] Milisav Ognjanović, Mileta Ristivijević, Milorad Milić "Lomovi pogonskih vratila-osovina električnih lokomotiva". Železnice, 1997, broj 1-2.(23-28), Beograd.
- [2] Izveštaji komisija za lom osovina za lokomotive 441-315, 441-418, 461-006, 444-002, 444-013, 444-029. ŽTP"Beograd, Železnice Srbije. 1993, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007 godine, Beograd.
- [3] Pravilnik JŽ 241, 1983, Beograd.

SUPPLEMENT FOR THE AXLE BREAKAGE ANALYSIS ON THE ELECTRIC LOCOMOTIVES SERIES 441, 461 AND 444

Dragan B. RAJKOVIĆ

Abstract – The paper represents the effort to systematize collected axle breakage data on the electric locomotives series 441, 461, and 444 owned by Serbian Railways. The paper uses data from the reports made by the committees formed to analyze the axle breakage on the locomotives. Author has systematized the available data and used the knowledge from his long term experience from the filed and available literature that analyzed this problem.

Keywords – axle breakage, electric locomotives series 441, 444, 461