

# Neki pokazatelji za ocenu uspešnosti modifikacija na lokomotivama serije 441

*Dragan B. RAJKOVIĆ, dipl.inž., Sektor ZOVS, Novi Sad,  
Miroslav ZELJKOVIĆ, dipl.inž., Sekcija ZOVS, Novi Sad  
Nenad KRNDIJA, dipl.inž., Sekcija ZOVS Novi Sad, Ložionička 7*

## 1. Uvod

Tokom 1978. i 1979. godine pojačane su aktivnosti za poboljšanje pouzdanosti lokomotiva serije 441, koje su počele još 1974. godine. Komisija za razvoj i eksploataciju električnih vučnih vozila ZJŽ i koordinaciona komisija ZJŽ — "Rade Končar" Zagreb za razvoj tiristorske lokomotive sačinile su predlog poboljšanja na delovima lokomotive serije 441 koje su uzrokovali povećanje imobilizacije i broja defekata, odnosno smanjenje pouzdanosti. Na lokomotivama serije 441 podserije "000" (12 komada), "300" (7 komada) i "400" (7 komada), ukupno 26 komada, urađene su na sistemima, agregatima, sklopovima i delovima modifikacije u fabrici "Rade Končar" Zagreb, u periodu od 1978. godine do 1986. godine. U tom razdoblju na lokomotivama su u vreme izvođenja redovnih opravki radene i modifikacije po spisku koji je postojao pod nazivom "Dodatni dogovoreni radovi na elektrolokomotivama serije JŽ 441" koji je dat u prilogu I. U periodu 1978—1986. lokomotive su ulazile na redovnu opravku, odnosno modifikaciju, jedanput do tri puta, uglavnom dva puta. Zbog različitog broja ulaza u redovnu opravku, odnosno modifikacije, postoje i razlike u nivou, odnosno broju modifikacija koje su izvedene na lokomotivama. Osnovne modifikacije izvedene su na svih 26 lokomotiva. Od 1984. godine modifikacije se izvode prema spisku modifikacija pod nazivom "Popis modifikacija za elektrolokomotive serije JŽ 441 podserije 000, 300, 400, 500, 600" koji je sadržao i sve modifikacije prethodnog spiska i ponuđen je još veći broj modifikacija. Ovaj popis podeljen je na tri grupe modifikacija:

**A.** prioritetne modifikacije, koje povećavaju pouzdanost lokomotive, smanjene troškove održavanja, imobilizaciju, te omogućuju unificirano upravljanje lokomotivama;

**B.** modifikacije koje takođe povećavaju pouzdanost lokomotiva i smanjuju troškove održavanja i imobilizacije. (Njihovo sprovođenje zavisi od stanja svake pojedine lokomotive);

**C.** modifikacije koje ne remete unifikaciju, a izvode se prema željama i mogućnostima železničkih organizacija.

Popis ovih modifikacija dat je u prilogu II, s tim što su dati samo naslovi modifikacija, a sadržaj, odnosno radovi na modifikacijama nisu dati. Da bismo ilustrovali i sadržaj modifikacija, data je modifikacija A1 koja je u prilogu III. Ona je i karakteristična jer je sistem za stvaranje trofaznog napona, jedno od najslabijih tačaka lokomotive, izazivao najveći broj kvarova. Od predloženih 68 modifikacija "A" urađeno je 35 modifikacija na svim lokomotivama, nije urađeno 25 modifikacija, a delimično je urađeno 8 modifikacija (delimično znači da je urađeno ne više od 13 lokomotiva ili više od pola predviđenog obima modifikacije). Od predloženih 21 modifikacije "B" urađeno je na svim lokomotivama 9, nije 11, a delimično 1 modifikacija. Od predloženih 15 modifikacija "C" urađene su na svim lokomotivama 2, nije urađeno 13 modifikacija.

## 2. Pokazatelji uspešnog rada lokomotive Pouzdanosti lokomotive

Izvođenje ovih modifikacija uticalo je na to da se pouzdanost lokomotive poveća, odnosno da se snizi imobilizacija i broj defekata. Da bi se utvrdila opravdanost modifikacija, potrebno je da se između ostalog, utvrdi ocena tehničke uspešnosti sprovedenih modifikacija. Ka-

rakteristike pouzdanosti rada lokomotiva su: procenat imobilizacije i broj defekata na 100.000 odnosno 1.000.000 km pređenog puta lokomotive. Zbog uočenog velikog uticaja kvarova na sistemu za stvaranje trofaznog napona (27% i više) na ukupan broj kvarova, ova analiza će predstaviti i taj pokazatelj preko broja zamenjenih motora pomoćnog pogona na 100.000, odnosno 1.000.000 km pređenog puta lokomotive.

### 2.1. Broj defekata lokomotiva

Broj defekata je ustanovljen iz evidencije koja se vodi u sekcijama za vuču vozova Novi Sad, Ruma i Subotica jer su u periodu od 1984. do 1991. godine posedale mašinovođe ovih sekcija za vuču vozova. Iz evidencije su uzimani svi defekti bez obzira na to da li se taj kvar kasnije pojavio u radionici ili nije, a bilo je primera da se nije pojavljivao kvar koji je bio defekt. U periodu 1984 – 1991. god. 26 modifikovanih lokomotiva prešle su ukupno 25.948.817 km i za to vreme napravile 1147 defekata. Deset lokomotiva podserije 700 (701–710) pretrčale su 10.605.945 km i napravile 374 defekta, a osam lok. podserije 700 (746 – 753) pretrčale su 4.700.835 km i napravile 194 defekta. Podaci o pretrčanim kilometrima uzeti su iz COK-ovih LISTA EV–3B (mazivi kilometar) prema ovim podacima broj defekata na 100.000 km po grupama lokomotiva iznosi:

podserija	000.300.400	701-710	746–753
broj defekata	4,420	3,526	4,128

### 2.2. Procenat imobilizacije lokomotiva

Procenat imobilizacije uzet je iz COK–ovih lista EV–5A i iznosi po godinama:

1986. godine	20%
1987. godine	20%
1988. godine	21%
1989. godine	30%
1990. godine	27%

Ovaj procenat imobilizacije sadrži sve uzroke zbog kojih su lokomotive bile van saobraćaja, i to: zbog kontrol-

no-tehničkih pregleda, vanrednih opravki, redovnih opravki i čekanja na opravke. Karakteristično povećanje sa oko 20% na oko 30% je zbog povećanja vremena čekanja na redovne opravke. Broj lokomotiva za koje je računat procenat imobilizacije je 44 koje su po osnovnim karakteristikama pomoćnog pogona iste.

### 2.3. Motori pomoćnog pogona

Iz evidencije koja se vodi u Sekciji ZOVS Novi Sad u kojoj se održavaju 23 lokomotive serije 441, na kojima je pomoćni pogon sveden na podseriju 700, u periodu od 1.1. 1986. do 31. 12. 1991. god. zamenjeni su sledeći motori pomoćnog pogona: 1 motor pumpe za ulje, 6 motora glavnog kompresora, 4 motora hladnjaka ulja i 12 motora ventilatora za hlađenje vučnih motora i ispravljača. Ukupan broj motora je 23 i za to vreme su lokomotive pretrčale 14.816.907 kilometara.

Broj zamenjenih motora u periodu od 6 godina svedeno na 100.000 km pretrčanog puta lokomotiva iznosi 0,155 kvarova. Radi poređenja, dati su i podaci za 1995. godinu kada je promenjen jedan motor glavnog kompresora i 3 motora ventilatora za hlađenje vučnog motora i ispravljača. Broj zamenjenih motora je 4, a za to vreme su lokomotive pretrčale 2.057.225 km, što iznosi 0,194 kvara na 100.000 km. Broj zamenjenih motora predstavlja ukupan broj zamenjenih motora bez analize uzroka kvara koji može biti mehanički (kvar ležajeva ili elise ventilatora) ili električni.

## 3. Zaključak

Navedeni elementi koji pokazuju pouzdanost lokomotiva serija 441 modifikovanih prema programu modifikacija mogu koristiti za poređenje pouzdanost lokomotiva na kojima nisu urađene modifikacije. Pouzdanost se može povećati tako što bi se analizirali kvarovi na lokomotivama i na osnovu toga sačinio program za povećanje obima održavanja i nalaženje optimalne pouzdanosti vezane za obim održavanja lokomotiva.

*Prilog I*

**DODATNI DOGOVORENI RADOVI NA  
ELEKTROLOKOMOTIVAMA SERIJE JŽ – 441**

1. Vremensko ograničenje rada pomoćnog kompresora na 3 minuta uz ugradnju tastera za uključivanje i isključivanje na ormariću F2, vremenskog releja i sklopnika EG 20
2. Izvođenje spojeva motora pomoćnog pogona (osim motora glavnog i pomoćnog kompresora) sa višepolnim utikačima
3. Ugradnja topljivog osigurača domaće proizvodnje na naponski trafo
4. Zamena postojećih spojnih stezaljki u S5 ormaru (380V) sa stezaljkama za vijajčno spajanje kabelaških stopica
5. Izvođenje spojeva kablova srednjeg krova preko višepolnog utikača
6. Ugradnja signalnih lampica i tastera domaće proizvodnje na ormarić F2
7. Ugradnja odbojnika 59 Mp
8. Ugradnja ampermetra za kontrolu punjenja AKU baterija u upravljačnici
9. Smanjenje broja ćelija AKU baterija sa 60 na 55, podešavanje uređaja za punjenje AKU baterija na 85,2 V i ugradnja preko strujnog automata K 20 za punjač baterija
10. Ugradnja pojačanih naponskih izolatora (B3.2.6) na teretnu preklopku regulatora napona
11. Ugradnja signalizacije pritegnutosti ručne kočnice
12. Ugradnja novih motora kalorifera u "F" izolacionoj klasi, novih ventilatora, kondenzatora od 5F i novih termostata za zaštitu grejača po fazi
13. Ugradnja retrovizora na obe strane upravljačnice
14. Ugradnja plastičnih senila
15. Ugradnja gumenih poklopaca za zupčaste spojke vučnih motora
16. Ugradnja natpisanih pločica od AL lima i učvršćenje zakovica
17. Ugradnja novog, pojačanog čeonog pluga
18. Ugradnja vrata umesto poklopac na stalke S – S4
19. Prepravka pomoćnog pogona sa ugradnjom nove opreme
20. Ugradnja vazdušnih poluspojki za "INTERCITY"

21. Podmazivanje venca bandaža (bez poprečne spojnice)
22. Rasterećenje odvodnog voda glavnog kompresora
23. Pojačanje kolvke
24. Pojačanje poda u zoni glavnog kompresora
25. Premeštanje sklopnika grejanja iz S5 i S2
26. Zaštita od eksplozije u regulatoru napona
27. Prepravka funkcije električne kočnice
28. Izmena položaja ugaonog ventila glavnog rezervoara
29. Prepravka funkcije grebenaste preklopke AKU baterija
30. Ugradnja rolnica od kvalitetnijeg materijala (SiPAS) na pomoćne kontakte regulatora napona
31. Ugradnja bele čeonne lampe umesto zelene
32. Ugradnja cilindrične brave na ulazu vrata upravljačnice "A"
33. Ugradnja graničnika ručke za zatvaranje bočnih prozora upravljačnice
34. Na kondenzatorske stalke ugraditi kvalitetnije i gušće zaštitne mreže sa novim načinom učvršćenja
35. Ugradnja novog pojačanog rastavljača za uzemljenje sa plastificiranom ručkom
36. Prepravka učvršćenja vučnih motki u smislu poslednje ASEA izvedbe
37. Pomoćnu rasvetu instrumenata u upravljačnicama izvesti tako da radi samo u slučaju kada lokomotiva ostane bez naizmennog napona
38. Kontrola ventilacije bloka trafo-hladnjak-prigušnica bez vremenskog zatezanja
39. Izbacivanje sklopnika vuče i svetlosna signalizacija kod pregrevanja glavnog transformatora
40. Ugradnja COMBIFLEX releja

*Prilog II*

**POPIS MODIFIKACIJA  
SA ELEKTROLOKOMOTIVA SERIJE 441 PODSERIJE 000,  
300, 400, 500, 600**

A. PRIORITETNE MODIFIKACIJE KOJE POVEĆAVAJU  
POUZDANOST LOKOMOTIVA, SMANJUJU TROŠKOVE  
ODRŽAVANJA I IMOBILIZACIJU, TE OMOGUĆUJU  
UNIFICIRANO UPRAVLJANJE LOKOMOTIVAMA. SPROVODE  
SE NA REDOVNIM OPRAVKAMA

1. Prepravka postojećeg pomoćnog pogona tako da po izvedbi bude kao pomoćni pogon na el. lokomotivama podserije 700
2. Prepravka funkcije električne kočnice
3. Ugradnja termosondi uz namote glavne prigušnice za njihovu termičku zaštitu
4. Prepravka protivklizne zaštite, izvedba automatske vožnje, dozemne zaštite kao na podseriji 700
5. Ugradnja naponskog transformatora na krov lok. i njegova zaštita topljenim osiguračem
6. Vremensko ograničenje rada pomoćnog kompresora
7. Ugradnja novog dvostranog rastavljača za uzemljenje sa sistemom za zaključavanje stalaka, ormara i VN prostora
8. Ugradnja tlačne sklopke u krug glavnog prekidača sa signalizacijom
9. Ugradnja tastera i kip prekidača istog tipa domaće proizvodnje na F2 ormariće u upravljačnicama
10. Signalizacija i blokiranje vožnje u slučaju pritegnutosti ručne kočnice

11. Signalizacija pregrevanja glavnog transformatora uz blokiranje vožnje
12. Ugradnja kontrolnika pritiska u rashladnom bloku "glavni transformator – glavna prigušnica" bez vremenskog zatezanja
13. Izvedba pomoćne rasvete instrumenata u upravljačnicama tako da radi samo kad lok, ostane bez naizmjeničnog napajanja
14. Prebacivanje sklopke grejanja iz S.5 i S.2 omar
15. Ugradnja ampermetra za kontrolu punjenja AKU baterija na F2 ormariće u upravljačnicama
16. Ugradnja RDU i ugradnja novih držača reda vožnje
17. Zamena signalnih releja pomoćnim relejima na signalnim tablama za signalizaciju glavnih funkcija i prolaznih kvarova i defekata u upravljačnicama (u kombifleks izvedbi)
18. Prepravka funkcije čeonne rasvete kao na podseriji 700 i 800
19. Izvedba novih zbirnih mesta naizmjeničnih i istosmernih krugova
20. Rastavljivi spojevi upravljačkih i mernih krugova
21. Ugradnja budnika koji je odobrila ZJŽ
22. Ugradnja fiksnih lampi za pomoćnu rasvetu instrumenata i osvetljenje novog reda vožnje
23. Ugradnja natpisnih pločica od A1 lima sa graviranim tekstom
24. Prepravka sanduka akumulatorskih baterija sa kolicima
25. Ugradnja retrovizora sa spoljašnje strane upravljačnice
26. Ugradnja plastičnih senila
27. Ugradnja vazdušnih poluspojki za 10 bara ("INTERCITY")
28. Izmena položaja i tipa ugaonih slavina glavnog rezervoara
29. Ugradnja cilindara brave za zaključavanje ulaznih vrata kabine "A"
30. Prepravka mehova vučnih motora
31. Ugradnja vatrogasnih aparata po UIC propisima
32. Ugradnja gumenih tepiha na pod mašinskog prostora
33. Ugradnja sušionika vazduha na lok. sa klipnim kompresorima
34. Ugradnja manometra na pneumatski stalak
35. Termička izolacija lima oko cevi kočnika u upravljačnicama
36. Ugradnja gumenih poklopaca na zupčaste spojke vučnih motora
37. Prepravka uvršćenja vučnih motki i poprečne spojnice obrtnog postolja i pojačanje ušice za uvršćenje poprečne spojnice
38. Prepravka reduktora u smislu nepropusnosti i ulja uz ugradnju rasteretnog uljnog voda kao na podseriji 700
39. Ugradnja limova za zaštitu osovine od mehaničkih oštećenja
40. Osiguranje kočionog regulatora žičanim užetom, prepravka kočionog polužja za ugradnju kočionog regulatora RL2
41. Izvedba funkcije pojedinačnog merenja struje vučnih motora
42. Prepravka birača napona
43. Smanjenje čelije AKU-baterija i promene u napojnom delu upravljačkih krugova
44. Ugradnja AS uređaja
45. Rasterećenje odvodnog voda glavnog kompresora
46. Prepravka podmazivanja venaca točkova (pumpa na svakom postolju)
47. Pojačanje kolevki obrtnih postolja za 5 g.
48. Pojačanje poda u zoni glavnog (klipnog) kompresora
49. Rekonstrukcija vlačne spreme
50. Rekonstrukcija centralnog svornjaka
51. Ugradnja odbojnika 579 kN
52. Prepravka vrata S5 ormara da se mogu otvoriti kada je grejanje uključeno

53. Ugradnja zamenljivih čaura na ušice reduktora
54. Vidljivo označavanje položaja otvoreno – zatvoreno slavina za ulje glavnog transformatora
55. Ugradnja skupljača ulja glavnog transformatora
56. Ugradnja ventila za automatski ispušt kondenzatora iz glavnog rezervoara
57. Ugradnja graničnika ručki za zatvaranje bočnih prozora
58. Ugradnja okapnica iznad bočnih prozora upravljačnice
59. Ugradnja sklopke za grejanje voza u transformatorski prostor
60. Ugradnja novih prekostrujnih automata domaće proizvodnje
61. Modifikacija radioničkog priključka
62. Ugradnja tastera i EP-ventila za aktiviranje vazdušnih sirovlina
63. Ispod glavnog kompresora ugraditi kadu za ulje sa rezervoarom
64. Ojačanje ušice za ovešanje reduktora i ugradnja zamenljivih
65. Mezalice na obrtnim postoljima zaštiti plasičnim kapama
66. Pобољшanje odvoda kondenzatora iz vučnih motora
67. Zaštita kablov bailze al. cevi
68. Ugradnja novih električnih instrumenata na F2 ormariće

#### B. MODIFIKACIJE KOJE POVEĆAVAJU POUZDANOST I SMANJUJU TROŠKOVE IMOBILIZACIJE SPROVODE SE U ZAVISNOSTI OD STANJA LOKOMOTIVE

1. Prepravka kalorifera u upravljačnicama
2. Zamena grebenastih prekloppi domaćim "RK"
3. Ugradnja dvokrilnih vrata na stalke S1 + S4 umesto poklopca
4. Ugradnja domaćeg uređaja za podmazivanje venaca točkova
5. Ugradnja uređaja za pranje čeonih prozora "MZT"
6. Ugradnja novog tipa stolice za mašinovođu
7. Ugradnja čeonih stakala debljine 18 mm
8. Ugradnja kanala za odvod vode ispod ulaznih vrata upravljačnice i mašinskog prostora
9. Izvedba dijagonalnih prozora u mašinskom prostoru sa mogućnošću otvaranja
10. Izmena metalne kompenzacione cevi glavnog kompresora gumenom cevi
11. Ugradnja releja domaće proizvodnje u "combiflex" izvedbi
12. Ugradnja podesivnih čistača žina ispred prednjih točkova
13. Ugradnja štitnika za prijemne glave auto-stop uređaja
14. Ugradnja "Hasler" brzinoera umesto "DELTA"
15. Zamena potpornih izolatora krovnih vodova potpornim izolatorima za pantografe
16. Docneno uvršćenje kalbova vučnog motora radi sprečavanja njihovog oštećenja o pod lokomotive
17. Ugradnja novih pojačanih čeonih plugova
18. Ugradnja trećih opruga sekundarnog ogibljenja uz prepravku kolevki i dodavanje balasta do mase od 82 t
19. Ugradnja kvalitetnijih, gušćih zaštitnih mreža kondenzatorskih stalaka uz novi način njihovog uvršćenja
20. Ugradnja pojačanih držača gumenih elemenata primarnog ogibljenja
21. Ugradnja gumenih elemenata primarnog ogibljenja poboljšanih karakteristika

C. MODIFIKACIJE KOJE NE REMETE UNIFIKACIJU, A IZVODE SE PREMA ŽELJAMA I MOGUĆNOSTIMA ŽTP— a

1. Ugradnja tiristorskog potvarača za napajanje pomoćnog pogona
2. Ugradnja elektronike protivklizne zaštite
3. Ugradnja klimatizera iznad upravljačnica
4. Ugradnja fižidera u upravljačnici A
5. Zamena pisoara kvalitetnijim
6. Ugradnja "BAUER" vijaačnog glavnog kompresora sa sušionikom
7. Ugradnja ladice u upravljačnici A za ručice i sitan pribor
8. Ugradnja novih osovinskih slogova sa osovinama prečnika 200 mm sa šupjinom i monoblok točkovima
9. Ugradnja električne kočnice na podseriju 000, 500, 600, 700
10. Ugradnja upravljanja sa dve lokomotive iz jedne upravljačnice
11. Zakretanje pantografa za 180°
12. Prepravka namotaja grejanja glavnog transformatora i promena otepea za napajanje pomoćnih pogona
13. Pomicanje utičnica za grejanje voza (kod novog pluga)
14. Ugradnja umivaonika sa rezervoarom za vodu u sklopku sanduka za alat
15. Zaštita instrumenata na F2 omaru pleksiglasom.

Prilog III

**MODIFIKACIJA A1:**

- A1. Prepravka postojećeg pomoćnog pogona tako da po izvedbi bude kao pomoćni pogon na el. lokomotivama JŽ 441-700.

Ovom prepravkom sprovodi se sledeće:

- a) naponski reguliran start motora pomoćnih pogona;
- b) optimiranje broja kondenzatora zavisno od broja/uključenih ventilacijskih motora;
- c) zaštita prelaznih otpornika i otepea na glavnom transformatoru za napajanje pomoćnih pogona od prevelikih struja;
- d) zaštita otepea na glavnom transformatoru od prenapona i tranzijentna napona, koji se kapacitivno prenose;
- e) zaštita ventilacijskih motora AS prekidačima;
- f) ugradnja ventilacijskih motora klase F i snage 5,5 kW;
- g) ugradnja motora kompresora snage 42 kW šticeenog termostadama i termičkim relejom, te AS-prekidačem;
- h) ugradnja novih eklopnika tipa EH, odnosno EG;
- i) ugradnja novih grebenastih sklopki (obavezno uz a) i b));
- j) prepravka vrata za AS-prekidače i grebenaste sklopke;
- k) izvođenje spojeva ventilacijskih motora preko višepolnih utikača i utičnica;
- l) zamena postojećih reljaja i relajnih pojačala relajima i relajnim pojačalima u "combi-flex" izvedbi;
- m) izvođenje signalizacije rada i kvarnih stanja pomoćnih pogona u kabinama uz mogućnost kvitiranja prolaznih kvarova iz kabina;
- n) poboljšanje smeštaja sklopnika i pripadnih otpornika;
- o) ugradnja izbojnih otpornikana startne i prenaponske kondenzatore;
- p) zamena starih ASEA kondenzatora kondenzatorima MINEL;
- q) zamena postojećih rednih stezaljki (380 V) u S5 omaru stezaljkama za vijačno spajanje kabelaških stopica.