

NEIZVJESNOST PRI ODLUČIVANJU KOD UPRAVLJANJA ODRŽAVANJEM VOZNIH SREDSTAVA

UNCERTAINTY IN DECISION MAKING IN MANAGEMENT OF ROLLING STOCK MAINTENANCE

Dr Mile Milekić
Saobraćajni fakultet Doboj

REZIME:

U radu su data osnovna obilježja sistema održavanja određenog tehničkog sredstva i pristupi kod upravljanja održavanjem vozničkih sredstava. Upravljanje procesom održavanja vrijeme u otkazu svodi se na minimum, odnosno parametri efektivnosti voznog parka se drže u granicama dozvoljenih odstupanja. Kako se upravljanje svodi na problem donošenja odluka, zadaci odlučivanja postaju nerazumljivi i teški, naročito u sistemima velikih voznih parkova. Zato je potrebno iskoristiti sve raspoložive informacije i smanjiti neizvjesnosti i nepreciznosti koje sadrže ove informacije ili koje su uzrokovane njihovom nepotpunošću.

Ključne riječi: vozna sredstva, sistemi održavanja, neizvjesnost odlučivanja

ABSTRACT:

This paper presents basic characteristics of the maintenance system of a certain technical device and approaches of maintenance managing. By managing the maintenance process, failure time is reduced to minimum i.e. efficiency parameters of the rolling stock are kept in the limits of tolerance. Since management is all about decision making tasks that lead to it become hard and difficult to understand, especially in systems of large rolling stock. That is why it is necessary to use all the available information and reduce uncertainty and imprecision caused by incomplete information.

Key words: rolling stock, maintenance systems, uncertainty in decision making

1. UVOD

Održavanje, ukoliko nije osnovna djelatnost, u našim uslovima u gotovo svim organizacijama stavlja se na margine dešavanja i uglavnom se smatra troškom (posebno preventivno i osnovno održavanje). Konceptijski, održavanje se ne razlikuje od sistema do sistema (tehničkih) – pažnja se usmjerava na osnovno i preventivno održavanje, da bi se korektivno svelo na najmanju moguću mjeru.

Održavanje predstavlja veoma bitan segment transportnih organizacija iz više razloga. Kao najbitniji iz pogleda korisnika, a sve više i pružaoca usluga, predstavlja bezbjednost putnika, osoblja i tereta, zatim kvalitet, okruženje, čemu je pretpostavka dobar rad sistema održavanja. Kada se govori o sistemima održavanja kao naročito pozitivni primjer mogu se izdvojiti avio kompanije, kako zbog specifičnosti koje predstavlja prevoz robe i putnika u avio saobraćaju, tako i zbog strogih zakonskih regulativa koje se primjenjuju u gotovo svim zemljama svijeta a

odnose se na bezbjednost avio saobraćaja. Posebna pažnja u smislu održavanja aviona posvećuje se od strane proizvođača prema aviokompanijama kojima se avioni isporučuju.

Informacije predstavljaju veoma bitan segment održavanja tehničkih sistema. Posmatrano sa stanovišta prakse, traži se raspoloživost podacima od trenutka kada se oprema (ili pripadajući dijelovi/sklopovi) nabavlja, do trenutka rashoda kako bi se mogla ocijeniti efikasnost sistema. Da bi se do informacija pravovremeno došlo, a da informacije imaju smisleni značaj za onoga ko ih koristi, neophodno je pravilno projektovati, a zatim i implementirati, informacioni sistem (IS) koji bi bio podrška procesu održavanja.

U radu su data osnovna obilježja sistema održavanja i pristupi kod upravljanja održavanjem voznih sredstava. Takođe, ukazano je na značaj i potrebu za informacijama, kako bi se smanjile neizvjesnosti i nepreciznosti kod upravljanja, odnosno donošenja upravljačkih odluka u sistemima održavanja voznih sredstava.

2. OBILJEŽJA SISTEMA ODRŽAVANJA I PRISTUPI U UPRAVLJANJU ODRŽAVANJEM VOZNIH SREDSTAVA

Sistem održavanja određenog tehničkog sistema može da se realizuje na više načina, u više međusobno različitih varijanata. Pojedine varijante, odnosno pojedina rješenja sistema održavanja mogu da se razlikuju u nizu detalja, ali i u osnovnim, za sistem bitnim obilježjima. Ovo se odnosi prije svega na koncepciju sistema održavanja, a zatim na primijenjenu tehnologiju i organizaciju. Pod koncepcijom sistema održavanja podrazumijeva se princip donošenja odluka o vremenu u kome treba da se sprovede postupci održavanja. U ovom pogledu postoje dvije osnovne mogućnosti: preventivno i korektivno održavanje. Tehnološki aspekt se odnosi na vrstu i način izvođenja postupaka održavanja a organizacija sistema je vezana za odnose pojedinih nivoa na kojima se sprovede postupci održavanja.

Održavanje prema stanju podrazumijeva sprovođenje redovnih tehničkih pregleda u određenim vremenskim periodima, a korektivno održavanje intervencije u slučaju pojave otkaza za vrijeme rada vozila.

Ovo znači da je osnovni cilj i zadatak sprečavanje pojave otkaza na elementima i agregatima voznog sredstva, odnosno smanjivanje vjerovatnoće pojave otkaza u narednom periodu rada voznog sredstva. Osim toga, sistem održavanja mora da obezbijedi i postupke otklanjanja već nastalih otkaza koji mogu da se pojave u bilo kom trenutku. Dosljednim sprovođenjem koncepcije preventivnog održavanja, međutim, značajno veći obim postupaka održavanja treba da se odnosi na sprečavanje pojave otkaza, a samo manji dio i na otklanjanje otkaza, tj. na korektivno održavanje.[5]

2.1. Upravljanje održavanjem voznih sredstava

U opštem slučaju se pod upravljanjem može smatrati postupak preduzimanja određenih akcija prema objektu upravljanja, tako da se dati objekt dovede u stanje koje je bliže ostvarenju ciljeva upravljanja. To je u osnovi novo stanje, koje se bitno razlikuje od stanja u kojem bi se inače sistem našao u slučaju odsustva usmjerene akcije od strane subjekata upravljanja.[1]

Upravljanje sistemom održavanja voznih sredstava treba, prije svega, da omogući operativno ili kratkoročno (dnevno) planiranje, ali i planiranje za duži vremenski period, kao i inovacije sistema održavanja i samih vozni sredstava (zahtjevi pri projektovanju sistema održavanja, pri pripremi vozni sredstava za eksploataciju i, na kraju, sugestije za povlačenje vozni sredstava iz upotrebe). U užem smislu, upravljanje procesom održavanja se sprovodi radi svodenja vremena u otkazu na minimum i stabilizovanja odvijanja procesa rada vozni sredstava, odnosno držanja parametara efektivnosti voznog parka u granicama dozvoljenih odstupanja.

Optimalnim upravljanjem, odnosno donošenjem optimalnih odluka o vrsti, obimu i momentu sprovođenja postupaka održavanja, može se smatrati samo odlučivanje koje donosilac odluke usvoji na kraju višekriterijumske optimizacije. Probleme odlučivanja u kompleksnim i dinamičkim sistemima održavanja (kakvi su po pravilu sistemi održavanja velikih voznih parkova) treba rješavati na bazi kvantitativnih analiza koje omogućavaju savremeni informacijski sistemi. Oni moraju biti računarski podržani jer treba da obezbijede veliki broj tačnih, potpunih i pravovremenih informacija o događajima iz eksploatacije i održavanja voznih sredstava.

3. NEIZVJESNOST U ZADACIMA ODLUČIVANJA KOD UPRAVLJANJA ODRŽAVANJEM VOZNIH SREDSTAVA

Upravljanje održavanjem voznih sredstava treba da omogući operativno planiranje i planiranje za duži vremenski period i u užem smislu se sprovodi radi svodenja vremena u otkazu na minimum i stabilizovanja odvijanja procesa rada vozila, odnosno držanja parametara efektivnosti voznog parka u granicama dozvoljenih odstupanja.

Upravljanje se svodi na problem donošenja niza odluka o tome:[3]

- da li, tj. **zašto** izvoditi akcije održavanja?
- koliko je srednje vreme između otkaza komponenata na vozilu, tj. **kada** izvoditi preventivne održavanje?
- koje akcije izvoditi, tj. **šta** raditi na vozilu?
- **kako** izvoditi akcije održavanja (makrotehnoški)?
- **gdje** izvoditi akcije održavanja?
- **koliko** će akcije održavanja trajati?

Kada je u pitanju održavanje, veoma je malo radova koji se bave problemima odlučivanja sa stanovišta neizvjesnosti. Tek zahvaljujući razvoju sistema zasnovanih na znanju (Knowledge Based System) u ovoj oblasti nastaju radovi koji tretiraju neodređenosti. Naime, velike mogućnosti elektronskog procesiranja podataka su počele da se koriste i kao podrška donošenju upravljačkih odluka i to na različite načine: informacijski sistemi (information systems - IS), sistemi za podršku odlučivanju (decision support systems - DSS) - sistem mora da prikaže informacije u adekvatnoj formi kako bi bile luke za razumijevanje i upravljanje, ekspertni sistemi (expert systems - ES).[2,7]

Neodređenosti su uključene u skoro sve komponente sistema zasnovanih na znanju, na primjer u baze podataka, u baze znanja i dr.

U literaturi [7] se navode razni mogući tipovi neodređenosti: podaci "sa šumom" (noisy data); leksičke nepreciznosti; opisni (formalni, predstavljen pravilima) jezik; slučajni procesi; nekompletni podaci; kontradiktorni podaci; neodređeno znanje; agregacija pravila iz različitih izvora znanja i od različitih eksperata.

Ovome bi se mogli dodati: mehanizam zaključivanja koji daje lošu implikaciju, zatim greška mjerenja kod podataka koji se dobijaju nekim mjerenjem, intervalne vrijednosti i dr. Mnogi od njih mogu se prepoznati u upravljanju održavanjem voznog parka.

Složenost sistema održavanja velikih voznih parkova dovodi do toga da zadaci odlučivanja postaju vrlo nerazumljivi i teški, pa je potrebno, s jedne strane, maksimalno iskoristiti sve raspoložive informacije i, s druge strane, smanjiti neizvjesnosti odnosno nepreciznosti koje sadrže ove informacije ili koje su uzrokovane njihovom nepotpunošću.

Kao dio sistema analize, podaci su svrstani u nekoliko klasa i to: podaci o voznim sredstvima koja čine vozni park, plan rada voznih sredstava, podaci o radu voznog sredstva, plan preventivnog održavanja voznog sredstva, podaci sa preventivnog održavanja, podaci o

otkazima, podaci o dijagnosticiranom stanju, podaci o korektivnom održavanju, podaci o pouzdanosti voznog sredstva, podaci o logističkoj podršci itd.

Izdvojene klase podataka očigledno nastaju iz odgovarajućih cjelina ili faza u procesu održavanja (i rada) voznog sredstva. Ove cjeline su okarakterisane svojim entitetima, karakteristikama i transformacijama i svaka od njih nosi mnogo nepreciznosti i neodređenosti. Osim toga, pojedini atributi kojima se opisuju entiteti su intervalnih vrijednosti. U različitim situacijama ove vrijednosti imaju različite granice.

Čak i samo vozno sredstvo, kao skup entiteta, atributa i zahtjeva oštih granica, u procesu rada i održavanja rasplinjava te karakteristike. Tako i u procesu odlučivanja o održavanju (da ili ne?, kada?, šta?, ...) nailazi se na rasplnutost i višeznačnost veza između entiteta na samom voznom sredstvu kao i veza sa drugim entitetima iz tehnološkog procesa održavanja, važnim za proces odlučivanja. Tako se generišu intervalne i neprecizne vrijednosti ostalih atributa entiteta čime se stvara nova neizvjesnost u zadacima odlučivanja.[7]

Neodređenosti i neizvjesnosti ima i kod većine podataka (slika 1):[9]

- radu voznog sredstva (opterećenju, putnim makro i mikro uslovima, i dr.),
- dijagnosticiranom stanju voznog sredstva od strane vozača,
- potrebnoj vrsti i sadržaju intervencije koju konstatuje dijagnostičar,
- konstatovanom uzroku otkaza (od strane vozača ili radnika koji otklanja otkaz.),
- vrsti kvara,
- urađenim poslovima i utrošenom materijalu i rezervnim dijelovima,
- vremenskom trajanju pojedinih intervencija,
- pouzdanosti sklopova na voznom sredstvu i njihovoj međusobnoj funkcionalnoj zavisnosti,
- iz plana i programa preventivnog održavanja (da li je neophodno vršiti preventivno održavanje npr. poslije pređenih 5000 km, odnosno koliko prekoračenje se može tolerisati, i da li je neophodno uraditi sve što je u programu predviđeno i sl.),
- rezervnim dijelovima (mogućnosti i brzini njihovog obezbjeđenja - nabavci ili izradi u sopstvenom pogonu, o cijeni i esencijalnosti dijela, o pouzdanosti dijela i dr.,
- kapacitetima za održavanje,
- planiranom trajanju intervencije održavanja - iz normativa proizvođača voznog sredstva ili sopstvenog normativa (iz ovoga neposredno proističe očekivana brzina oslobađanja kanala ili opreme ili radne snage koji su neophodni za sljedeću intervenciju održavanja).

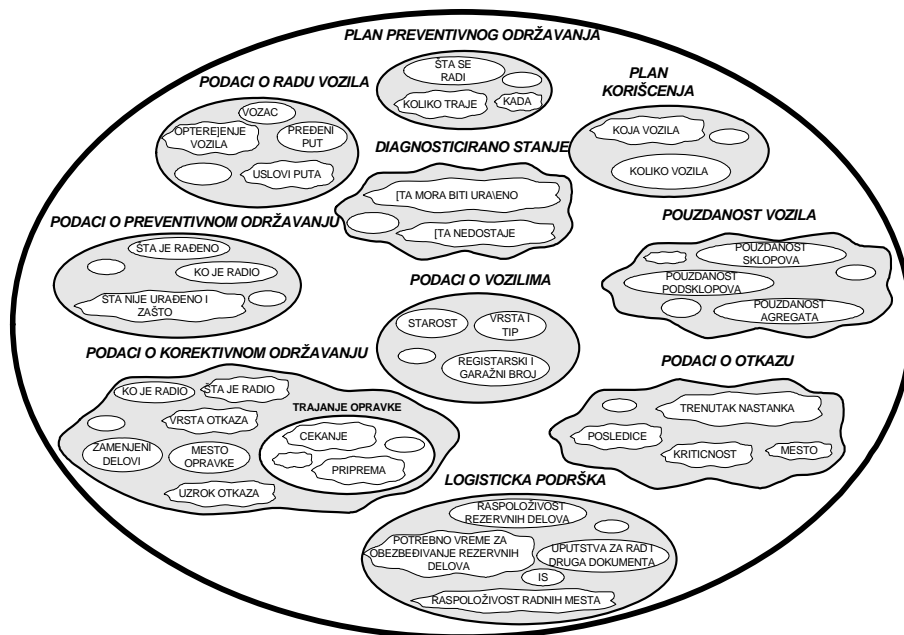
Dva osnovna izvora neizvjesnosti predstavljaju: vrijednosti atributa pojedinih entiteta i veze kojima se definišu odnosi između pojedinih entiteta.

Dosadašnja istraživanja u ovoj oblasti pokazala su da je za kvalitetno upravljanje radom i održavanjem voznog parka potrebno raspolagati podacima o pouzdanosti i pogodnosti održavanja, iz kojih neposredno proističe poznavanje gotovosti voznog parka. Jasno je, međutim, da se ove upravljačke aktivnosti ne odvijaju u uslovima "standardne" stohastičnosti, kako se to uobičajeno podrazumijeva, pa će se uslovi u kojima se odlučivanje sprovodi potpunije i realnije sagledati uzimanjem u razmatranje i prisutne neizvjesnosti usljed nedostatka ili nepotpunosti informacija.[3,7,9]

Kvalitet upravljačkih odluka, značajno je uslovljen poznavanjem pomenutih veličina - parametara, odnosno tačnošću podataka koji ih opisuju. Osnovni problem sa kojim se, u vezi s tim, susrećemo ogleda se, prema [7], u sljedećem:

- voznim parkom se mora upravljati od dana nabavke voznih sredstava pa su i informacije o posmatranim parametrima (o pouzdanosti, pogodnosti održavanja i gotovosti) neophodne od prvog dana korišćenja voznog sredstva, što gotovo nikada nije ispunjeno;

- vozna sredstva u jednom voznom parku su, gotovo po pravilu, heterogena po tipu i starosti, pa čak i po vrsti, tako da je skup informacija o grupi istih voznih sredstava dugo vremena statistički nedovoljan;
- proizvođač voznih sredstava nekada deklariše pojedine parametre, ali se oni najčešće ne poklapaju sa vrijednostima odgovarajućih parametara koje se realizuju u konkretnim uslovima rada voznog sredstva i njihovog održavanja;
- tokom rada voznog parka moguće su izmjene u sistemu održavanja (metode, tehnologije i sl.) koje direktno utiču na proces promjene stanja voznog sredstva, pa je i uticaj ovih promjena potrebno što prije registrovati i kvantifikovati.



Sl.1 Podaci potrebni za održavanje voznih sredstava [9]

Očigledan zaključak je da postoji problem određivanja performansi pouzdanosti i pogodnosti održavanja u uslovima kada nema dovoljno podataka za statističko zaključivanje. Drugim riječima, postoji problem odlučivanja i upravljanja u uslovima neizvjesnosti uslovljene nedostatkom odgovarajućih informacija.

Moraju se odabrati podaci koji se prikupljaju i odrediti vrijeme do koga se prikupljaju, a podaci potrebni za određivanje zakona pouzdanosti prikupljaju se samo za vitalne i veoma skupe sklopove na voznom sredstvu. Ovo je logično već po tome što nemaju istu složenost i "težinu" donošenja - odluke koje se odnose na skupe komponente i komponente čija ispravnost direktno utiče na aktivnu bezbjednost voznog sredstva u saobraćaju i odluke koje se odnose na održavanje drugih - manje važnih komponenata. Sa povećanjem vremena prikupljanja podataka, odnosno sa povećanjem količine informacija, troškovi prikupljanja podataka rastu, dok se korist od smanjenja neizvesnosti pri odlučivanju, odnosno od dobijenih informacija relativno smanjuje.

Moguće je odrediti optimalno vrijeme do koga treba prikupljati informacije, odnosno optimalnu količinu informacija koju treba obezbijediti.

Postoje odluke koje se donose (skoro) isključivo u determinisanoj okolini ili pri izvjesnosti, ali se najveći broj odluka donosi pri riziku i pri neizvjesnosti.[6,8,9] Odlučivanje uz rizik

predstavlja situaciju u kojoj su poznate vjerovatnoće pojavljivanja otkaza na voznim sredstvima, odnosno njihovim komponentama. U slučaju neizvjesnosti zna se samo da su određeni otkazi mogući.

Osnovni princip metoda održavanja koji se, u vezi sa ovim izlaže u [6,8] i koji uzima u obzir neizvjesnosti u zadacima odlučivanja, sastoji se u tome da:

- U situaciji u kojoj donosilac odluke raspolaže relevantnim i dovoljnim podacima (u statističkom smislu) odluke donosi na osnovu analiza koje omogućavaju poznati matematički aparati teorije pouzdanosti (određuje teorijske zakone raspodjele srednjeg vremena rada do pojave otkaza, izračunava vjerovatnoću otkaza sklopova ili sistema na vozilu metodom analize stabla otkaza i dr.);
- U situaciji u kojoj postoje neizvjesnosti ili neodređenosti ili nepreciznosti u zadacima odlučivanja, donosilac odluke koristi fazi pristup u određivanju karakteristika pogodnosti održavanja na primjer, ili pouzdanosti i sl.;
- U određenim situacijama donosilac odluke kombinuje ova dva matematička aparata ili ove dvije teorije u nastojanju da na najbolji način pristupi donošenju upravljačkih odluka.

Dakle, poželjno je da se, kad god je to moguće i opravdano (sa stanovišta troškova i ukupne koristi), razmatra problem odlučivanja uz rizik umjesto problema odlučivanja u uslovima neizvjesnosti.

Održavanje, kao i svaka druga funkcija u poslovanju, zahtijeva zadovoljavajući protok informacija između različitih tačaka njene interne organizacije i drugih funkcionalnih i organizacionih jedinica, u smislu postizanja postavljenih ciljeva i performansi.

Kompjutersko rešavanje problema će uvijek biti od značaja, ako je izvršena korektna specifikacija, selekcija i instalacija. Nijedno drugo sredstvo neće pružiti konciznu informaciju tako brzo i predstaviti je u lako prilagodljivoj grafičkoj formi.

Napredni, kompjuترزizovani sistemi održavanja čuvaju i održavaju podatke o imovini, postrojenjima i inventaru preduzeća. Informacije se mogu koristiti kao pomoć za planiranje poslova održavanja, praćenje statusa opreme, upravljanje inventarom i resursima uopšte, kao i za analizu troškova. Softveri održavanja pomažu u poboljšanju raspoloživosti i učinka proizvodne opreme tako što smanjuju operacione troškove, i to bez povećanja problema bezbjednosti.

4. ZAKLJUČAK

Održavanje, kao veoma bitan segment transportnih organizacija, kako sa stanovišta korisnika usluga tako i sa stanovišta pružaoca usluga, konceptijski (preventivno i korektivno održavanje), s tehnološkog stanovišta (vrste i načina izvođenja postupaka) i organizacije (odnosa pojedinih nivoa) ima sličnosti u organizovanju kao i kod ostalih tehničkih sistemima. Osnovni cilj i zadatak održavanja je smanjenje vjerovatnoće pojave otkaza u narednom periodu rada voznog sredstva i otklanjanje već nastalih otkaza.

Upravljanjem procesom održavanja vrijeme u otkazu svodi se na minimum a parametri efektivnosti voznog parka održavaju se u dozvoljenim granicama odstupanja.

Kako se upravljanje svodi na donošenje niza odluka, za kvalitetno upravljanje radom i održavanjem voznog parka potrebno je raspolagati podacima o pouzdanosti i pogodnosti održavanja. Zadaci odlučivanja, naročito kod održavanja velikih voznih parkova postaju vrlo nerazumljivi i teški, pa je nepohodno iskoristiti sve raspoložive informacije i smanjiti neizvjesnosti, odnosno nepreciznosti koje sadrže te informacije.

Očigledno je da postoji problem odlučivanja i upravljanja u uslovima neizvjesnosti uslovljene nedostatkom odgovarajućih informacija. Moguće je odrediti optimalno vrijeme do koga treba prikupljati informacije i optimalnu količinu informacija koju treba obezbijediti.

Najveći broj odluka donosi se pri riziku i neizvjesnosti, gdje je za slučaj odlučivanja uz rizik poznata vjerovatnoća pojavljivanja otkaza na voznim sredstvima i njihovim komponentama, a za slučaj neizvjesnosti zna se da su samo određeni otkazi mogući. Poželjno je da se razmatra problem odlučivanja uz rizik umjesto problema odlučivanja u uslovima neizvjesnosti.

Da bi se pružile koncizne specifikacije i selekcije, čuvanje svih relevantnih podataka i vršile potrebne analize neophodno je korišćenje računarske opreme i odgovarajućih softverskih paketa.

5. LITERATURA

- [1] Kostić, M., Elementi teorije sistema i informacija, Naučna knjiga, Beograd, 1987.,
- [2] Milekić, M.: Istraživanje performansi integrisanog menadžment sistema u socio-tehničkim sistemima na primjeru željeznica, Doktorska disertacija, Saobraćajni fakultet Doboj, 2009.,
- [3] Papić, Lj., Vujanović, N., Vasić, B.: Information Approach to reliability Management of Flexible Manufacturing Systems, 6th International MIRCE Symposium, Proceedings p. 165-174, Exeter, 1996.,
- [4] Todorović, J., Logistički prilaz održavanju motornih vozila, Mašinstvo br. 31, Beograd, 1982.
- [5] Todorović, J., Osnovi teorije održavanja, Mašinski fakultet, Beograd, 1984.,
- [6] Todorović, J., Vasić, B.: Šta je Fuzzy pristup i kako ga koristiti u održavanju vozila, Saobraćaj u gradovima br. 2, str. 9-14, Beograd, 1994.,
- [7] Vasić, B.: Metod održavanja vozila sa stanovišta neodređenosti u zadacima odlučivanja, Doktorska disertacija, Mašinski fakultet, Beograd, 1996.,
- [8] Vasić, B.: Uncertainty Modeling in Vehicle Fleet Maintenance Management, Euro Summer Institute - OR Models in Maintenance, Manchester, 1995.,
- [9] Vasić, B.: Neizvesnosti u zadacima odlučivanja kod upravljanja održavanjem motornih vozila, Časopis OMO, god. XXV, br. 2-3, str. 109-119, Beograd, 1996.,
- [10] Vasić, B. i ostali: Osnove za novi sistem održavanja voznih sredstava na J. P. „Železnice Srbije“, Projekat: iipp 05-06, Beograd, 2006.

