

# BEZBEDNOST I ODRŽAVANJE VOZILA NA ELEKTRIČNI POGON\*

## ELECTRIC POWER VEHICLES SAFETY AND MAINTENANCE

mr Zoran Marjanović<sup>1)</sup>, Radomir Brzaković<sup>2)</sup>

**Rezime:** Veliki deo ukupne zakonske regulative koja uređuje bezbednost saobraćaja na putevima odnosi se na zahteve koje treba da ispune vozila koja učestvuju u javnom saobraćaju, odnosno na tzv. tehničku regulativu. Ispunjenje ovih zahteva je veoma složen zadatak, koji traži i velika materijalna sredstva. Zato je veoma logično da se pri utvrđivanju pojedinih odredbi tehničke regulative kritički analizira stvarni stepen uticaja na bezbednost saobraćaja, a zatim i uticaj na razvoj vozila, odnosno primenu novih tehnoloških rešenja.

**Ključne reči:** bezbednost saobraćaja, zakonski propisi, tehnička regulativa

**Abstract:** A larger part of the total legislation concerning road safety relates to requirements which have to fulfill vehicles in public traffic, or so called technical legislation. The fulfillment of these requirements is a very complex task, followed by large financial means. Therefore it is very logic to critically analyze each separate prescription of technical legislation, regarding the real impact on road safety and the influence on vehicle development and application of new technology.

**Key words:** road safety, legislation, technical regulations

### 1. UVOD

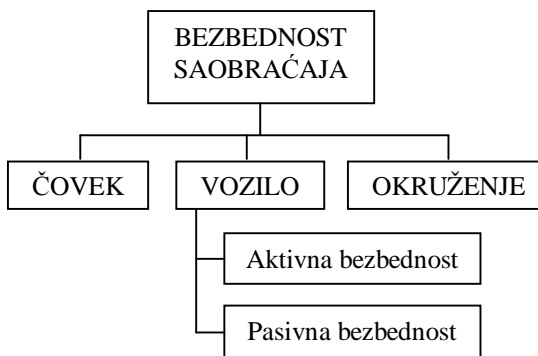
Bezbednost saobraćaja je jedan od najvećih problema u svim društvenim zajednicama, u svim zemljama sveta. Godišnje 1,3 miliona ljudi pogine a 50 miliona bude teže i lakše povređeno u saobraćajnim nezgodama na putevima širom sveta. U Srbiji stanje je alarmantno, jer prema podacima Ministarstva unutrašnjih poslova u 2007. godini u saobraćajnim nezgodama poginulo je 968 ljudi, teško povređeno 5.318 a lakše povređeno 16.891.

Veliki broj poginulih, trajno onespoboljenih i teško povređenih ljudi, kao i ogromne materijalne štete, zahtevaju da se bezbednost saobraćaja suštinski i značajno poveća, odnosno da se osmišljeno preduzimaju mere koje će obezbediti:

- odgovarajuće ponašanje vozača i drugih učesnika u saobraćaju,
- visok kvalitet vozila i
- visok kvalitet puteva i saobraćajne infrastrukture.

Svaka zemlja zainteresovana za blagostanje svojih građana ozbiljno razmišlja o nivou bezbednosti vozila koja oni koriste. Nažalost na pitanje šta je to bezbedno vozilo ne postoji za sada jedinstven odgovor, iako je najveći broj zemalja (pa i naša) potpisnik Bečke konvencije o minimalnim uslovima tehničke ispravnosti vozila radi međusobnog priznavanja pregleda tehničke ispravnosti.

Na slici 1 data je šema podele bezbednosti saobraćaja sa posebnim osvrtom na bezbednost vozila.



Slika 1 - Struktura bezbednosti saobraćaja

Kada je reč o održavanju vozila, polazimo od šeme održavanja drumskih vozila, slika 2.

Uloga i značaj preventivnog održavanja se najbolje shvataju ako se zna da su Marfijevi zakoni našli najširu primenu kod eksploatacije vozila. To znači da se otkaz pojavljuje u najgore moguće vreme, odnosno kada nam je vozilo najpotrebnije, i traje od nekoliko časova do nekoliko dana. Najbolje je ako se kroz preventivne aktivnosti, tj. prvenstveno pregledom stanja – tehničkom dijagnostikom vozila, registruje potencijalni problem i u pogodno vreme interveniši i spreči pojava otkaza.

1) mr Zoran Marjanović, dipl. ing., email: [z.marjanovic74@yahoo.com](mailto:z.marjanovic74@yahoo.com)

2) Radomir Brzaković, dipl. inf., Fiat automobili Srbija, Kragujevac, email: [brzijax@yahoo.com](mailto:brzijax@yahoo.com)

\*) Ovaj rad je nastao kao rezultat istraživanja u toku izrade doktorske disertacije autora.



Slika 2 - Struktura sistema održavanja vozila

Kod korektivnog održavanja se eksploatacija vozila vrši do pojave otkaza, a bez prethodnih pregleda i praćenja stanja vozila. Zadatak korektivnog održavanja je da vozilo iz stanja "u otkazu" dovede u stanje "u radu". Element koji je pri tome otkazao popravljiva se ili zamenjuje novim. Kontrolni pregledi kod vozila – tehnički pregled obavlja se obavezno jednom godišnje pri registraciji vozila, jer je to zakonska obaveza.

U ovom radu, pri razmatranju bezbednosti i održavanja vozila na električni pogon, posebna pažnja biće posvećena komponentama alternativnih vozila koje se razlikuju od konvencionalnih. Ostali aspekti bezbednosti i održavanja vozila na alternativni pogon su isti kao kod konvencionalnih i neće biti razmatrani.

## 2. TEHNIČKA REGULATIVA

Kada se radi o vozilima na električni pogon, neophodno je obezbediti visok kvalitet tih vozila u pogledu svih za bezbednost saobraćaja važnih performansi, kako aktivne (bezbednost vožnje, uslovna bezbednost, bezbednost opažanja, bezbednost upravljanja...) tako i pasivne bezbednosti (deformaciono ponašanje karoserije, spoljni oblik karoserije, branici, jačina putnog prostora, sistem za zadržavanje putnika, sistem za upravljanje, mogućnost izbavljenja putnika, zaštita od požara...), a zatim i u pogledu tehničke ispravnosti i svojstava pouzdanosti, odnosno verovatnoće ispravnog rada i adekvatnog reagovanja u kritičnim situacijama. Da bi se to ostvarilo neophodno je postojanje adekvatne tehničke regulative.

Tehnička regulativa kojom se propisuju zahtevi koje treba da zadovolje vozila da bi učestvovala u saobraćaju uređuju se na dva nivoa:

- prvi nivo čine zahtevi u pogledu opremljenosti vozila i onih performansi čija se ispunjenost može relativno lako i brzo proveravati, uz pomoć jednostavnih mernih uređaja i instalacija, a
- drugi nivo čine zahtevi koji se odnose na konstrukcijske osobine i performanse vozila za čije je određivanje, odnosno proveru potrebno znatno više vremena i često veoma složene merne i opitne instalacije.

Ispunjenje zahteva na prvom nivou proverava se, po pravilu, na svakom pojedinačnom vozilu redovnim ili vanrednim pregledima, na licu mesta ili u odgovarajućim stanicama za tehničke preglede.

Ovi zahtevi obuhvataju, pre svega:

- osnovne performanse vozila sa stanovišta aktivne bezbednosti (kočne karakteristike, svetlosni uređaji, pneumatici, sistem za upravljanje, itd.),
- opremljenost vozila uređajima i opremom značajnom za bezbednost saobraćaja (sigurnosni pojasevi, tahogaf, itd.),
- obavezu redovne provere tehničke ispravnosti, odnosno obavljanja redovnih pregleda.

Propisi sa zahtevima drugog nivoa se odnose na razne vrste homologacije, odobravanje tipa vozila, atestiranje i druge vrste ispitivanja koja se obavljaju na uzorku jednog odredjenog tipa vozila koji se serijski proizvodi. Pri tome se podrazumeva, odnosno predpostavlja, da su sva vozila tog tipa jednaka, odnosno saobrazna ispitivanom uzorku (što se u određenim slučajevima povremeno i proverava).

Propisi na ovom nivou su značajno širi od regulative na prvom nivou, obuhvatajući i niz performansi vozila sa stanovišta pasivne bezbednosti (čvrstoća karoserije, oblikovanje i uređenje spoljnih površina i unutrašnjosti vozila i drugo), a takođe i sa stanovišta uticaja na okolinu (sastav izduvnih gasova, nivo buke, radio smetnje i drugo).

Homologacijska i druga slična ispitivanja sprovode se prema posebnim uputstvima, propisima i pravilima, i to uz pomoć obično složenih opitnih i mernih instalacija. Ovaj deo tehničke regulative je najvećim delom uređen na međunarodnom nivou.

Za našu zemlju su u tom pogledu najvažniji pravilnici Ekonomske komisije OUN za Evropu, odnosno tzv. ECE Pravilnici, a zatim i odgovarajuća regulativa Evropske zajednice, odnosno EEC Direktive. Na razvoju ovih Pravilnika i Direktiva radi se već niz godina tako da danas već ima više stotina ovih propisa.

Jedan deo ECE regulative je shodno odgovarajućim međudržavnim ugovorima uključen i u naše pozitivne propise, te se primenjuje i u našoj zemlji.

Međutim, nastojanja da naša zemlja postane ravnopravni član Evropske unije iziskuje nužnost da se ukupna tehnička regulativa Evropske unije prenese i u naše zakonodavstvo. To predstavlja izuzetno veliki i složen zadatak. Još veći problemi će se svakako javiti u vezi sa sprovođenjem i zadovoljenjem ovih, veoma sofisticiranih propisa.

Nužno je da se istakne da svi propisi iz okvira tehničke regulative, i na jednom i na drugom nivou, sadrže ili, po pravilu, treba da sadrže, sledeće osnovne elemente:

- zahtevane performanse (najmanji koeficijent, najviši sadržaj oksida azota, itd.),
- način provere, odnosno metodologiju ispitivanja, uključujući i zahteve u pogledu prostora, okoline i drugih elemenata važnih za sprovođenje merenja, provere ili ispitivanja,
- merne uređaje, instrumente i instalacije za proveru, odnosno za ispitivanje, potrebnu tačnost ovih uređaja i način i rokove provere tačnosti (baždarenja),
- potrebne kvalifikacije, radno iskustvo i druge važne karakteristike lica koja obavljaju ove provere ili ispitivanja.

Dakle, propisi iz ovog širokog domena tehničke regulative ne utvrđuju samo kakve performanse treba da ima i koje zahteve treba da ispuni vozilo, već određuju i kako to treba da se proverava, odnosno ispituje, kojim metodama, pomoću kojih mernih uređaja i instalacija, kao i to ko ima pravo da obavlja ove poslove, koje uslove treba da ispunjava odgovarajući centar za ispitivanje ili laboratorija.

Iz ovog sasvim okvirnog i sažetog prikaza lako se dolazi do zaključka da su propisi iz okvira tehničke regulative izvanredno složeni i da je ispunjavanje svih zahteva koji se danas postavljaju pred vozila veoma težak zadatak.

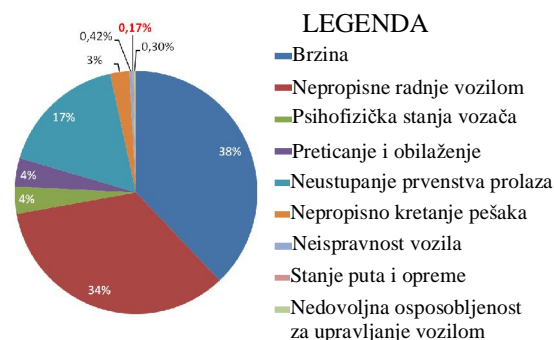
S tim u vezi mogu da se postave dva bitna pitanja:

1. Da li ima smisla tako detaljno razrađena tehnička regulativa kojom se utvrđuju potrebni zahtevi kvaliteta vozila u javnom saobraćaju, a posebno da li ima smisla ulagati tako velika sredstva u razvoj odgovarajuće merne opreme, uređaja i laboratorija, kao i ulaganje velikih sredstava za sprovođenje samih ispitivanja i provere kvaliteta, kada se dobro zna da je u svim zemljama sveta vozilo uzročnik saobraćajnih udesa u samo nekoliko procenata, prosečno oko 3 do 5%, od ukupnog broja udesa?

2. Da li ovako detaljno normiranje i propisivanje svih za bezbednost važnih karakteristika i osobina vozila ne utiče negativno na razvoj vozila na alternativni pogon, odnosno na bržu primenu rezultata novih tehnologija i novih konstrukcija, koje mogu biti od interesa za razvoj automobilizma, pa i za povećanje bezbednosti saobraćaja?

Ako se govori o stepenu uticaja na bezbednost saobraćaja postojeće, obimne i detaljno razrađene tehničke regulative, može se tvrditi da je vozilo tako retko uzrok saobraćajnih udesa baš zato što su zahtevi kvaliteta detaljno razrađeni i precizni i što se proverama kvaliteta vozila poklanja velika pažnja. Činjenica je, međutim, da je i u statistikama od pre 30 i više godina, kada praktično nisu ni postojala homologacijska i slična ispitivanja i kada se u mnogim zemljama nisu redovno obavljali čak ni tehnički pregledi, vozilo i tada veoma retko bilo uzročnik saobraćajnih udesa, takođe na nivou od nekoliko procenata. Dakle, ako se pođe od toga, moglo bi se tvrditi da ovako detaljna i sve složenija tehnička regulativa nije, bar dosada, značajnije doprinela većoj bezbednosti saobraćaja.

Takođe u Srbiji, kao i u svetu, drumska vozila bez obzira na njihovu veliku starost (veću od 16 godina) veoma su retko uzrok saobraćajnih udesa (manje od 0,5%). Na slici 3 dati su osnovni uzroci saobraćajnih nezgoda u Srbiji, u 2009. godini, prema podacima Ministarstva unutrašnjih poslova Vlade Srbije.



Slika 3 - Osnovni uzroci saobraćajnih nezgoda u Srbiji, u 2009. godini

Međutim, iako je vozilo veoma retko neposredni uzročnik saobraćajnih nezgoda nije teško da se zaključi da je postojeća, detaljno razrađena tehnička regulativa u suštini potrebna i korisna. Ona odražava intenzivan tehnološki razvoj u ovoj oblasti i uređuje sva pitanja vezana za vozilo kao faktor bezbednosti saobraćaja na nivou današnjih znanja i tehnoloških mogućnosti. Zbog brojnosti i složenosti ovih pitanja neminovno je da ovi propisi budu obimni, da utvrđuju veliki broj

pojedinačnih zahteva i da se formulišu u obliku dokumenata koji imaju različito pravno dejstvo i koji nameću različite odgovornosti.

Treba napomenuti da se možda u razradi pojedinih zahteva u nekim detaljima otišlo i preširoko, možda su neki propisi nepotrebno detaljni i neracionalni, ali nesporno je da je u celini gledajući postojeća tehnička regulativa svakako veoma potrebna i značajna sa stanovišta uticaja na bezbednost saobraćaja i zaštitu okoline.

Što se tiče odgovora na drugo pitanje, sasvim je logično da tehnička regulativa mora da prati razvoj vozila. Vozila su se poslenjih decenija toliko promenila da vozila danas, takoreći, ne liče na konstrukcije od pre samo desetak godina. U tom smislu su i današnji propisi znatno širi, uređuju i karakteristike i osobine vozila o kojima se ranije nije ni razmišljalo. Pošto se vozila i dalje ubrzano razvijaju, postoji stalna potreba da se i odgovarajući tehnički zahtevi stalno usavršavaju i šire. Otuda na razvoju tehničke regulative neprestano rade odgovarajući stručni timovi u mnogim zemljama, posebno najrazvijenijim, a zatim i grupe eksperata u okviru ECE OUN, Evropske komisije i drugih međunarodnih organizacija.

Međutim, i pored nastojanja da tehnička regulativa prati razvoj vozila na alternativni pogon, dešava se ponekad da određeni propisi sputavaju ili bar odlažu uvođenje novih tehničkih i tehnoloških rešenja. Iako to nije čest slučaj, zakonodavci i stručni timovi koji rade na razvoju tehničke regulative o ovome moraju da vode računa.

### 3. BEZBEDNOST I ODRŽAVANJE VOZILA NA ELEKTRIČNI POGON

U ovom radu od vozila na električni pogon, posmatračemo bezbednost i održavanje električnih/hibridnih vozila (EV/HEV), jer su ona doživela svoju eksploataciju dok su ostala električna vozila u fazi razvoja i ispitivanja.

Električne mašine (elektromotor i generator) EV/HEV u toku eksploatacije rade u ekstremnim uslovima. Kada je reč o bezbednosti i održavanju EV/HEV ekstremni uslovi mogu da dovedu do niza problema i rizičnih situacija, kao i do skraćenja životnog veka ovih vozila.

Naročiti problemi mogu da se očekuju usled ekstremnih temperatura pri kojima se vozilo koristi, kao i od prodora stranih tela i vlage u unutrašnjost električne mašine. Svakako treba pomenuti mogućnost pregrevanja električne mašine u slučaju eksploatacije na velikim nadmorskim visinama (zbog slabijeg hlađenja), štetno dejstvo soli i drugih hemikalija, vibracija.

Za HEV je značajno pomenuti i zaštitu od požara kojoj treba posvetiti posebnu pažnju zbog postojanja električne mašine i benzina. Zbog svega ovoga je teško govoriti o opštim pokazateljima bezbednosti i održavanja EV/HEV jer se uslovi eksploatacije mogu značajno razlikovati.

Saobraćajne nesreće HEV pred spasioce stavlja i nove izazove. Električna komponenta hibridnog vozila radi na 500 V što je oko dvaput više od struje "iz zida" ili oko četiri puta više od 12-voltnog akumulatora. Prilikom teške nesreće i gužvanja HEV dolazi do opasnosti od pojave visokog napona na metalnim delovima automobila. "Visokog napona na karoseriji ne bi smelo biti, ali ne mogu garantovati da je nemoguće da u slučaju nesreće on tamo dospe", tvrdi Chris Peterson iz Tojote za njihov Prius. Zbog vlastite bezbednosti, američkim vatrogascima dostavljena su detaljna tehnička uputstva kako se ponašaju pri raščišćavanju olupina hibridnog automobila. Napominjemo da, vatrogasci najčešće nemaju vremena proći sva bezbedonosna ispitivanja i procedure, pa se u slučaju vađenja putnika zarobljenih u olupini HEV, nastradalima pristupa rezanjem krova, a HEV se proglašava predmetom pod naponom.



Slika 4 - Spašavanje povredjenih iz hibridnog električnog vozila

Razlike u načinu održavanja i eksploatacije naročito postoje između EV i vozila sa motorom SUS. Hibridna vozila imaju u svom sastavu i elektromotor pa na prvi pogled može da izgleda teže održavati takvo vozilo od klasičnog.

Električni motori se uglavnom izrađuju sa kugličnim ležajevima koji ne zahtevaju sistem za podmazivanje. To je jedan podsistem manje u odnosu na klasične automobile. Ovo je naročito značajno jer se radi o podsistemu koji zahteva neprestanu pažnju pri održavanju.

Dosta je čest slučaj da se električni vučni motor hladi vodom. Ovo znači da se pri eksploataciji i održavanju mora voditi računa o tom podsistemu kao i kod klasičnih vozila. Pumpa sistema za hlađenje kao i ostali pomoćni uređaji u EV se pokreću elektromotorom što ne zahteva neko naročito održavanje, za razliku od kaišastih prenosnika snage (remena) koje se primenjuje kod klasičnih automobila.

Periodično održavanje EV se svodi na proveru tačnosti u sistemu za hlađenje i zaptivenosti tog sistema. Osim ovoga, kod EV čiji se pogon napaja iz klasičnih olovnih akumulatora neophodno je voditi računa o nivou elektrolita u ćelijama i stanju kontakata. Samo praćenje električnog stanja ćelija se obavlja uz pomoć računara i ne predstavlja naročito opterećenje. Održavanje akumulatora je zanemarljivog obima kod klasičnih vozila.

Održavanje i eksploatacija HEV podrazumevaju obavljanje svih radnji koje su potrebne pri održavanju motora SUS (zamene ulja, remenja, svećica, filtera...), ali i održavanje akumulatora. Kada se ne bi posmatrale i ostale komponente vozila, HEV bi sa aspekta održavanja i eksploatacije bila vrlo nepovoljna. Međutim, HEV, a pogotovu EV, zahvaljujući mogućnosti rekuperativnog kočenja značajno smanjuju opterećenje kočnica tako da se troškovi i aktivnosti u vezi sa njihovim održavanjem drastično smanjuju. Npr. na EV posle pređenih 85.000 km istrošenost kočionih obloga iznosila svega 30%. Ovo znači da bi originalne obloge mogle da traju i preko 280.000 km što se izjednačava sa životnim vekom vozila (slične uštede na održavanju hibridnih autobusa ostvaruje i Metropolitan Transit Authorities iz New York). Osim ovoga ušteda se ostvaruje i na osnovu toga što ne postoji mehanički prenosnik koji je podložan otkazu i koji je neophodno održavati.

Uzimajući u obzir i to da su same električne mašine koje se koriste za EV/HEV izuzetno jednostavne i da se na njima troše jedino ležajevi, ukupan utisak je da su ova vozila neuporedivo povoljnija za održavanje od klasičnih.

#### 4. ZAKLJUČAK

Namera ovog rada je da inicira kritička razmišljanja o svim bitnim aspektima tehničke regulative koja uređuje zahteve koje treba da ispune vozila na alternativna goriva koja učestvuju u drumskom saobraćaju Srbije.

Takođe treba pri utvrđivanju odgovarajućih propisa kritički analizirati svaku pojedinačnu odredbu, i to kako sa stanovišta neposrednog uticaja na bezbednost saobraćaja tako i sa stanovišta uticaja na razvoj vozila i na uvođenje novih tehničkih i tehnoloških rešenja.

Pri tome se podvlači da i pored velike složenosti postojećih propisa i zahteva, a posebno i pored veoma ozbiljnih ekonomskih i drugih problema vezanih za ispunjenje ovih zahteva, tehnička regulativa predstavlja neophodan i to izuzetno važan elemenat bezbednosti saobraćaja. Da ovi propisi ne postoje i da se ne poštuju, na putevima bi bilo svakako znatno više udesa. To što se time rešava samo manji deo problema ukupne bezbednosti saobraćaja ne umanjuje visoke doprinose tehničke regulative, već pre svega ukazuje da i u odnosu na druge faktore bezbednosti, a posebno u odnosu na čoveka i njegovo ponašanje, odgovarajuća regulative treba znatno intenzivnije da se razvija.

#### LITERATURA

- [1] Todorović J.: Pozitivno društveno okruženje za bezbedan saobraćaj, Zbornik savetovanja "Saobraćaj za novi milenijum", 2003, Teslić
- [2] Marjanović Z.: Tehnički, bezbedonosni i ekonomski aspekt primene alternativnog pogona kod drumskih vozila u Srbiji, doktorska disertacija u izradi (odobrena), Mašinski fakultet, 2008, Kragujevac
- [3] Todorović J.: Sistemski prilaz bezbednosti saobraćaja, Zbornik seminara PREVING, 2003, Arandelovac
- [4] Spiegel B.: Braking from the behavior's viewpoint, Fortschritt-Berichte VDI, Reihe 12, Nr. 440, 2005, Dusseldorf
- [5] Rumar K.: The Human Factor in Road Safety, ARRB (The Australian Road Research Board) Conf., 2004, Melbourne