

Homologacija vozila u odnosu na elektromagnetsku kompatibilnost

Aleksandar M. Kovačević

Apstrakt—U ovom radu je prikazana homologacija vozila u odnosu na elektromagnetsku kompatibilnost prema zahtevima iz Pravilnika br. 10 Ekonomske komisije Ujedinjenih nacija za Evropu.

Ključne reči—Homologacija; vozilo; elektromagnetska kompatibilnost.

I. UVOD

VOZILO i njegovi električni/elektronski sistemi ili podsklopovi moraju biti tako konstruisani, proizvedeni i ugrađeni tako da omogućavaju da vozilo u uobičajenim uslovima upotrebe zadovoljava zahteve Pravilnika br. 10 Ekonomske komisije Ujedinjenih nacija za Evropu (UN/ECE) – Jedinstvene odredbe o homologaciji vozila u odnosu na elektromagnetsku kompatibilnost (u daljem tekstu Pravilnik br. 10) [1]. Pri tome, električni/elektronski sistem je električni i/ili elektronski uređaj ili grupa uređaja zajedno s pridruženim električnim vezama koji su deo vozila, ali nisu namenjeni za homologaciju tipa odvojeno od vozila. Pored toga, električni/elektronski podsklop (ESA) je električni i/ili elektronski uređaj ili grupa uređaja koji su zajedno s pridruženim električnim vezama i ožičenjem namenjeni da budu deo vozila i da obavljaju jednu ili više specijalizovanih funkcija. ESA se može homologovati na zahtev proizvođača kao „sastavni deo” vozila ili „zasebna tehnička jedinica” [1]. Homologaciono ispitivanje jeste postupak utvrđivanja karakteristika tipa vozila, odnosno uređaja, sklopova i opreme na vozilima u skladu sa procedurom definisanom u odgovarajućem UN Pravilniku [2]. Pravilnik br.10 se odnosi na homologaciju vozila kategorija L, M, N i O, kao i sastavne delove i zasebne tehničke jedinice namenjene za ugradnju u ta vozila u pogledu elektromagnetske kompatibilnosti (EMC). Pri tome, kategorija vozila L se odnosi na mopede, motocikle, tricikle i četvorocikle; kategorija vozila M na vozila za prevoz lica; kategorija vozila N na teretna vozila i kategorija O na priključna vozila.

Vozilo i njegovi električni/elektronski sistemi ili podsklopovi (ESA) treba da budu tako projektovani i ugrađeni da zadovolje zahteve [1]:

- 1) Koji se odnose na imunost na radijacione smetnje (smetnje zračenja) i kondukcione smetnje (smetnje provođenja) za funkcije koje su povezane s direktnim

upravljanjem vozila, sa zaštitom vozača, putnika ili drugih učesnika u saobraćaju, te sa smetnjama koje bi mogle dovesti u zabunu vozača ili druge učesnike u saobraćaju, vezane uz funkcionalnost sabirnice podataka, u odnosu na smetnje, koje bi mogle uticati na propisane podatke vozila;

- 2) Koji se odnose na kontrolu neželjenih radijacionih i kondukcionijskih emisija radi zaštite predviđene upotrebe električne ili elektronske opreme u samom ili susednim ili bliskim vozilima, te na smetnje od opreme koja se može naknadno ugraditi u vozilo.
- 3) Koji se odnose na vozila koja imaju sisteme priključenja za napajanje opreme sistema za skladištenje energije s mogućnošću ponovnog punjenja (RESS), vezano uz kontrolu emisije i imunosti od te veze između vozila i električne mreže (dodatni zahtevi).

Vozilo mora biti ispitano na radijacione emisije i na imunost na radijacione smetnje. Ispitivanja kondukcione emisije ili imunost na kondukcione smetnje nisu potrebna za homologaciju tipa vozila. Pri tome, ESA podsklopovi koji su namenjeni da budu deo vozila moraju biti ispitani na radijacione i kondukcione emisije, kao i na imunost na radijacione i kondukcione smetnje [1].

Tehnički opitni centar (TOC) [3], specijalizovana vojna naučnoistraživačka ustanova, dobio je ovlašćenje od strane Instituta za standardizaciju Srbije, broj Up. 1044/10-4/3-02/2005 od 11.11.2005. godine, a koje se odnosi na: Homologaciona ispitivanja i kontrolu saobraznosti homologacionih ispitivanja vozila u odnosu na elektromagnetsku kompatibilnost, prema Uredbi o homologaciji vozila ("Službeni list SRJ" br. 51/98) i odredaba propisa E/ECE 324 E/ECE/TRANS 505 Add.9/Rev.2, E/ECE 324 E/ECE/TRANS 505 Add.9/Rev.2/Corr.1, E/ECE 324 E/ECE/TRANS 505 Add.9/Rev.2/Amend.1, E/ECE 324 E/ECE/TRANS 505 Add.9/Rev.2/Amend.2. Kasnije, od Agencije za bezbenost saobraćaja [4] TOC je dobio novo ovlašćenje da bude homologaciona laboratorija za navedenu vrstu ispitivanja.

Cilj ovog rada da se kroz jedan primer vozila (u ovom slučaju autobus) prikažu postupci homologacije radi izdavanja Saopštenja o dodeli homologacije za određeni tip vozila, u pogledu elektromagnetske kompatibilnosti, prema Pravilniku br.10. Pri tome, homologaciona ispitivanja autobusa su obuhvatila ispitivanja radijacione emisije prema standardu CISPR 12 [5] i imunosti na radijacione smetnje prema

Aleksandar M. Kovačević – Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Kragujevcu, Svetog Save 65, 32000 Čačak, Srbija (e-mail: aleksandar.kovacevic@ftn.kg.ac.rs).

standardima ISO 11451-1 i ISO 1451-2 [6, 7], na koje se poziva Pravilnik br. 10.

II. POSTUPCI HOMOLOGACIJE

Postupci homologacije obuhvataju podnošenje zahteva, dostavljanje i pregled dokumentacije, izdavanje naloga tehničkoj službi (ovlašćena homologaciona laboratorija), homologaciono ispitivanje sa izdavanjem izveštaja i dodelu odgovarajućeg Saopštenja o homologaciji [2].

Agencija za bezbednost saobraćaja Republike Srbije podnela je zahtev za ispitivanje vozila u TOC-u: vozilo IKARBUS, tip IK113, varijanta 113 C225 A2 587, kategorija M3 (teški autobus), proizvođača A.D. IKARBUS iz Beograda, u pogledu elektromagnetske kompatibilnosti prema Pravilniku br. 10. Pri tome, saglasno zahtevima Pravilnika br. 10 dostavljena je potrebna tehnička dokumentacija.

Proizvođač je kroz zahtev odabrao postupak homologacije instalacije autobusa kao homologaciju tipa autobusa. Pored navedene, homologacija tipa vozila se može dobiti kroz postupak ispitivanja pojedinih ESA podsklopova [1]. Kako je proizvođač autobusa odabrao prvi postupak, onda se ne zahteva nikakvo posebno ispitivanje električnih/elektronskih sistema ili ESA podsklopova.

Pregledom homologacione dokumentacije konstatovano je da je proizvođač A.D. IKARBUS iz Beograda ispunio postavljene zahteve prema Informacionom dokumentu iz Pravilnika br. 10.

Br.	Uređaj	Marka	Tip	Ser.broj	Datum	Strana
01.	Elektronika PC/IFR	Mercedes-Benz	A 002 446 21 02	0172	08.11.2013.	25
02.	Pedala gasa	Continental	A2053371340		02.10.2013.	25
03.	Elektronika motora PLD	Evobus	A 000 300 02 04	0441	02.10.2013.	30
04.	Elektronika menjača	Daimler AG	A 083 447 84 40	457 966-C-0282895	-	33
05.	Elekt. tastature menjača	ZF	6070003011	00146580	-	34
06.	Elektronika EBS BUS	WABCO	446 130 062 0	026901	45/13	44
07.	EBS axle modulator	WABCO	480 105 086 0	-	44 13	44
08.	ESAC 6x2/BUS	Mercedes-Benz	A 000 426 42 24	-	44/13	46
09.	Elektronika SCR	WABCO	446 171 203 0	026359	44/13	51
10.	Gateway	Mercedes-Benz	A 002 540 90 45 RM 2000	0040511244 SCR-RM	-	51
11.	Nox senzor	TEMI	A 035 545 66 32	13450183	-	51
12.	Instrument tabla	Mercedes-Benz	A 009 153 36 28	1310180897	-	51
13.	Tahograf	Continental	A 382 446 26 21	00114445	02/09/13	54
14.	Capacitive Sensor Switch	Continental	115.161.106X	0002670079	-	56
15.	ECU MTS-PX	VDO	1381.1070109022	-	-	66
16.	Dodatni grejač	SANEL	STC 01B	-	-	75
17.	Pumpa za vodu	WABCO	446 190 001 0	254103	05/14	75
18.	Grejač	SPHEROS	254049	13169254	-	92
19.	Grejač	SPHEROS	THERMO 300	13169254	-	92
20.	Prednji grejač	HERCULES 3	U 4856	#U8363	-	92
21.	Klima-uređaj	PNEUMO-LOGIC	2503.00.00	#U8364	-	92
22.	Komandna jedinica	PNEUMO-LOGIC	2609.00.00	#R1518	-	92
23.	Krovni otvor	PNEUMO-LOGIC	ORION 4.10.GT	-	-	94
24.	Sirena	PNEUMO-LOGIC	20410.00.00	-	-	95
25.	Motor brisača vetrobrana	AC 332	2936.00.00	-	-	97
26.	Pumpe posude za tečnost	CANEL OTOMOTIV	915.600200	-	-	104
27.	Upravljačka konzola	FER BELMA	8413.18/132	-	-	110
28.	Informacioni paneli	DOGA	259.3705.30.00	-	-	122
29.	Informacioni paneli	NOVATRONIC	201.0051.30.00	-	12/11/12	122
30.	Informacioni paneli	NOVATRONIC	Control Unit NB 2009	GP07173	23.01.2014	122
31.	Informacioni paneli	NOVATRONIC	NBAL 17.160.13.3x10.2v1	GP07303	04.04.2014	122
32.	Mobilni DVR	NOVATRONIC	NBL 8.120v1	GP04708	23.07.2013	122
33.	Kamere	NOVATRONIC	NBAL 17.128.13.3x10.2v1	GP07305	04.04.2014	122
		NOVATRONIC	NBAL 17.32.13.3x10.2v1	GP07311	04.04.2014	122
		HIKVISION	DS-8108HMF1-TH/GW	408599173	-	124
				439185567		
				439185576		
				439155578		
				439155566		

Sl. 1. Spisak značajnijih električnih/elektronskih sklopova i podsklopova ugrađenih u autobus IK113.

Spisak značajnijih električnih/elektronskih sklopova i podsklopova ugrađenih u autobus IK113, sa stanovišta ispitivanja elektromagnetske kompatibilnosti, dati su tabelarno na Sl. 1.

Identifikacija vozila izvršena je na dostavljenom vozilu tipa IK 113, varijanta 113 C225 A2 587, kategorija M3 (u daljem tekstu autobus IK113), oznaka proizvođača motora: "DAIMLER AG" OM 457 hLa. V/11-02, upoređivanjem njegove identifikacione pločice sa podacima koji su dati u dostavljenoj dokumentaciji. Takođe, vršena je provera podataka značajnijih električnih/elektronskih sklopova i podsklopova ugrađenih u autobus IK113 sa podacima koji su dati u dostavljenoj dokumentaciji.

Ispitivanje radijacione emisije i imunosti na radijacione smetnje izvršeno je u hangaru TOC-a prema Pravilniku br.10.

III. USLOVI ISPITIVANJA

Ispitivanje radijacione emisije autobusa IK113 obuhvata merenje radijacione širokopojasne i uskopojasne elektromagnetske emisije.

Radijaciona širokopojasna elektromagnetska emisija (u daljem tekstu širokopojasna emisija) je emisija koja ima širinu opsega veću od propusne širine opsega datog mernog uređaja ili prijemnika. Radijaciona uskopojasna elektromagnetska emisija (u daljem tekstu uskopojasna emisija) je emisija koja ima širinu opsega manju od propusne širine opsega datog mernog uređaja ili prijemnika [8].

Za merenje širokopojasne emisije koristi se detektor kvazi-vršne vrednosti (QP) [5]. Rezultati merenja se izražavaju u dBμV/m (μV/m) za širinu opsega (oznaka B) od 120 kHz. Ako se širina opsega B mernog prijemnika (izražena u kHz) razlikuje od 120 kHz (na primer B = 100 kHz), čitanje rezultata merenja (npr. u dBμV/m) se konvertuje na širinu opsega od 120 kHz pomoću multiplikativnog faktora 120/B. Zbog bržeg skeniranja (prebrisavanja) rezultata merenja, obično se koristi detektor vršne vrednosti (Peak). Pri tome, kada bilo koja tako izmerena vrednost, na određenoj frekvenciji, pređe granicu datu za detektor kvazi-vršne vrednosti, mora se ponoviti merenje, u frekventijskom podopsegu (opseg oko date frekvencije), korišćenjem detektora kvazi-vršne vrednosti. Na isti način, za merenje uskopojasne emisije koristi se detektor srednje vrednosti (AVG) ili detektor vršne vrednosti [5].

Merno mesto treba da bude čista površina, bez elektromagnetskih reflektujućih površina u krugu najmanjeg prečnika 30 m mereno od središnje tačke između autobusa IK113 i antene, a u skladu sa zahtevima [1, 5]. Ukoliko ne može da se obezbedi takva površina, može se koristiti i ispitna prostorija manjih dimenzija od navedenih, pod uslovom da se može uspostaviti korelacija sa rezultatima na otvorenom prostoru [1]. U našem slučaju, ispitivanje radijacione emisije i imunosti na radijacione smetnje izvršeno je u hangaru TOC-a, čija površina definisana elipsom (alternativno merno mesto) ispunjava zahteve standarda CISPR 16-1-4 [9].

Da bi se obezbedilo da nema elektromagnetskih smetnji ili signala iz okruženja, dovoljne amplitude da značajnije utiče

na merenje, treba obaviti merenja pre i posle glavnog ispitivanja. Ako je prisutno vozilo kada se vrše merenja smetnji okoline, neophodno je obezbediti da nikakva emisija sa vozila ne utiče značajno na merenja smetnji okoline, na primer premeštanjem vozila iz ispitne oblasti, uklanjanjem ključa za paljenje, ili odspajanjem akumulatora [1]. U našem slučaju, uklanjanjem ključa za paljenje autobusa IK113 bilo je obezbeđeno da isti ne utiče značajno na merenja smetnji okoline (ambijent).

U radu je prikazano merenje radijacione uskopojasne elektromagnetske emisije (Sl. 2). Merenje je izvršeno u opsegu od 30 MHz do 1000 MHz, sa odgovarajućom prijemnom antenom (ultraloga antena), koja je postavljena na rastojanje 3 m od autobusa IK113, na visini 1,8 m iznad podloge na kojoj je autobus IK113. Pri tome, nijedan deo bilo kog prijemnog elementa antene nije bio bliže od 0,25 m od podloge na kojoj je bio autobus IK113. Pored toga, ni jedna tačka autobusa IK113 i antene nije bila na rastojanju manjem od 1 m od zidova hangara.



Sl. 2. Merenje radijacione uskopojasne elektromagnetske emisije sa prednje strane autobusa IK113.

Pre početka ispitivanja uskopojasne emisije izvršeno je merenje smetnji okoline (ambijent) pri čemu su bili isključeni motor i svi električni/elektronski sklopovi i podsklopovi autobusa IK113.

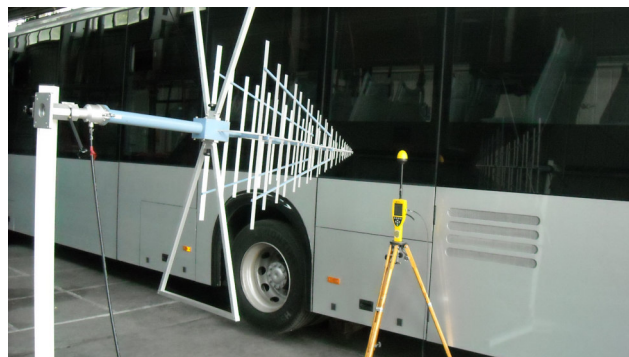
Nakon toga, izvršeno je merenje radijacione uskopojasne elektromagnetske emisije autobusa IK113 u radu sa uključenim značajnijim električnim/elektronskim sklopovima i podsklopovima (videti Sl. 1). Merenja su izvršena za horizontalnu i vertikalnu polarizaciju, sa prednje i zadnje strane autobusa IK113.

Ispitivanje imunosti na radijacione smetnje izvršeno je pri dva položaja merne antene: sa prednje i sa bočne strane autobusa IK113 (Sl. 3).

Pri tome, ispitivanje je izvršeno automatizovano, sa jačinom elektromagnetskog polja (polje smetnje) od 25 V/m, u frekventijskom opsegu od 60 MHz do 990 MHz, pri vertikalnoj polarizaciji predajne antene, korišćenjem sopstvenog softverskog programa (razvijen u MATLAB-u [10]).

Zbog nemogućnosti dostizanja jačine elektromagnetskog polja od 25 V/m na nižim frekvencijama (nižim od 60 MHz),

izostavljeno je automatsko ispitivanje imunosti na radijacione smetnje autobusa IK113 na istim. Zato su izdvojene pojedinačne frekvencije od 30 MHz i 45 MHz, u skladu sa Pravilnikom br. 10, pa je izvršeno ručno ispitivanje imunosti na radijacione smetnje.



Sl. 3. Ispitivanje imunosti na radijacione smetnje sa bočne strane autobusa IK113.

Predajna antena (ultraloga antena, korišćena je ista antena jer se može koristiti i kao prijemna i kao predajna antena) je postavljena na 1 m udaljenosti od merača elektromagnetskog polja (senzor) i na visini 1,8 m od podloge (Sl. 3). Senzor za kontrolu jačine elektromagnetskog (EM) polja je bio smešten izvan autobusa IK113 u slučaju ispitivanja imunosti na radijacione smetnje sa bočne strane autobusa IK113 (videti Sl. 3), dok je u slučaju ispitivanja imunosti na radijacione smetnje sa prednje strane autobusa IK113 bio smešten unutra.

Pre početka ispitivanja izvršena je kalibracija jačine EM polja, u frekventijskom opsegu od 60 MHz do 300 MHz i od 300 MHz do 990 MHz, korišćenjem sopstvenog softverskog programa (razvijen u MATLAB-u). Pri tome, kalibracija je sprovedena u koracima od 2% od prethodne frekvencije.



Sl. 4. Prikaz kontrolne table pri ispitivanju imunosti na radijacione smetnje.

Stanje autobusa IK113 tokom ispitivanja:

- Autobus IK113 izdignut od podloge da bi se omogućilo slobodno okretanje pogonskih točkova;
- Stalno uključen motor autobusa IK113 i podešena brzina kretanja od 50 km/h, pri broju obrtaja od 1500 obrtaja/minutu (Sl. 4);

- Stalno uključeni sledeći elektronski/električni sklopovi i podsklopovi: brisači (na maksimalnoj brzini), indikator smeru na vozačevoj strani, srednja svetla.

Kriterijum provere za ocenu imunosti (neprihvatljiv odziv): Prilikom generisanja ometajućeg signala ne sme da dođe do poremećaja u radu kontrolisanih funkcija autobusa IK113 (vizuelno su kontrolisani brzina autobusa IK113, broj obrtaja, rad brisača, neočekivano otvaranje automatskih vrata i svetlosne signalizacije).

Za ispitivanje radijacione emisije i imunosti na radijacione smetnje korišćena su sledeća merna sredstva i oprema:

- EMC analizator spektra E7402A, Agilent, od 100 Hz do 3 GHz;
- Signal generator 8642B, HP, od 100 kHz do 2100 MHz;
- RF pojačavač 5126, OPHIR, 120 W, od 20 MHz do 1000 MHz;
- Ultralog antena HL562, R&S, od 30 MHz do 3 GHz;
- Merač elektromagnetskog polja NBM – 550, NARDA od 100 kHz do 3 GHz;
- Stoni računar ASUS sa aplikacijom za automatizaciju merenja (EMC Measurement Application E7415A);
- Laptop ACER sa sopstvenim softverom za automatizovano ispitivanje imunosti (razvijen u MATLAB-u);
- RF limiter 11867A, Agilent;
- Optički kabl,
- Kabl RG-214/U.

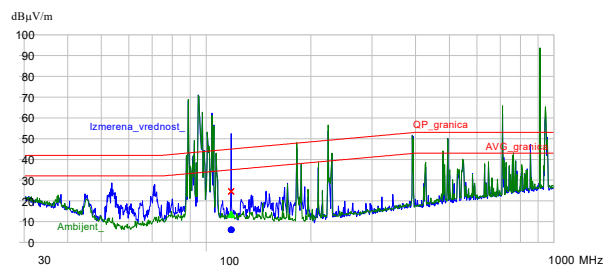
Pre početka ispitivanja je konstatovano da je navedena merna oprema metrološki ispravna jer ima prihvatljivu metrološku sledivost, koju prate dokumenta o pregledu, odnosno isprave o usaglašenosti merne opreme sa propisanim zahtevima, a u skladu sa Pravilnikom o metrološkoj delatnosti u oblasti odbrane [11].

Uslovi okoline:

- temperatura okoline: $21^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$,
- relativna vlažnost vazduha: $60\% \pm 15\%$.

IV. REZULTATI ISPITIVANJA

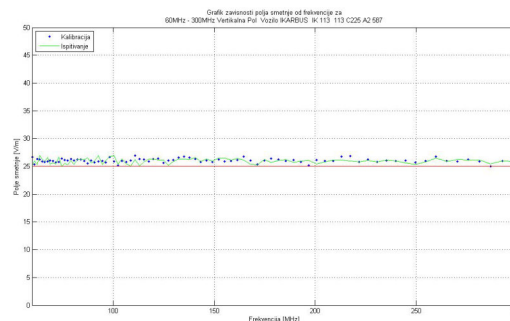
Grafički prikaz rezultata merenja radijacione uskopojasne elektromagnetske emisije, pri horizontalnoj polarizaciji antene, dat je na Sl. 5.



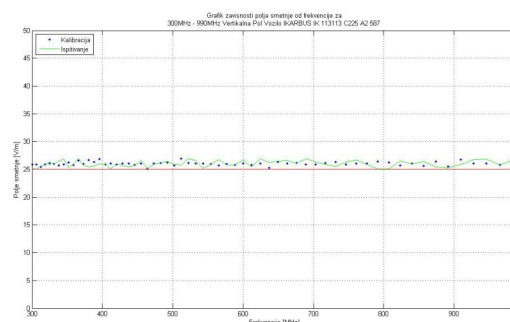
Sl. 5 Grafički prikaz rezultata merenja radijacione uskopojasne elektromagnetske emisije, pri horizontalnoj polarizaciji antene.

Na osnovu dobijenih rezultata utvrđeno je da autobus IK113 u radu ne generiše radijacione uskopojasne elektromagnetske emisije iznad dozvoljenih granica, u frekventijskom opsegu od 30 MHz do 1000 MHz, pa isti ispunjava zahteve iz Pravilnika br. 10.

Postignute vrednosti jačine elektromagnetskog polja (polje smetnje) pri kalibraciji (plave tačke) i pri ispitivanju autobusa IK113 (zeleno izlomljena linija) u odnosu na zadatu vrednost (crvena puna linija), u frekventijskom opsegu od 60 MHz do 300 MHz i od 300 MHz do 990 MHz, date su na Sl. 6 i Sl. 7, respektivno.



Sl. 6. Polje smetnje pri kalibraciji i ispitivanju u odnosu na zadatu vrednost (crvena puna linija), vertikalna polarizacija, za frekventijski opseg od 60 MHz do 300 MHz.



Sl. 7. Polje smetnje pri kalibraciji i ispitivanju u odnosu na zadatu vrednost (crvena puna linija), vertikalna polarizacija, za frekventijski opseg od 300 MHz do 990 MHz.

U toku izlaganja autobusa IK113 ometajućem elektromagnetskom polju (polje smetnje), u frekventijskom opsegu od 30 MHz do 1000 MHz, pri vertikalnoj polarizaciji antene, nije dolazilo do neprihvatljivih odziva, pa isti ispunjava zahteve iz Pravilnika br. 10.

Proširena merna nesigurnost, U_m , za merenje radijacione emisije ($k = 2$), kada se za merenje koristi ultralog antena, iznosi 5,69 dB i u skladu je sa preporukama standarda CISPR 16-4-2:2018 [12]. Pri tome, obračun merne nesigurnosti za električno polje EM smetnji dat je detaljno u internoj Proceduri za određivanje merne nesigurnosti kod ispitivanja EMC [13].

Na osnovu gore dobijenih pozitivnih rezultata datih u Izveštaju TOC-a, Agencija za bezbednost saobraćaja je izdala Saopštenje o dodeli homologacije za vozilo IKARBUS, tip IK113, varijanta 113 C225 A2 587, kategorija M3 (teški autobus), proizvođača A.D. IKARBUS iz Beograda, u pogledu elektromagnetske kompatibilnosti, prema Pravilniku br. 10 (oznaka Saopštenja za Srbiju je E 10).

V. ZAKLJUČAK

U ovom radu su kroz jedan primer vozila (teški autobus) prikazani postupci homologacije u pogledu elektromagnetske kompatibilnosti prema Pravilniku br. 10. Pri tome, Tehnički opitni centar, kao ovlašćena homologaciona laboratorija, izvršio je homologaciona ispitivanja, koja su obuhvatila merenje radijacione emisije i ispitivanje imunosti na radijacione smetnje, prema Pravilniku br. 10, i o tome izradio Izveštaj.

Na osnovu pozitivno dobijenih rezultata datih u Izveštaju TOC-a, Agencija za bezbednost saobraćaja je izdala Saopštenje (oznaka E 10) o dodeli homologacije za vozilo IKARBUS, tip IK113, varijanta 113 C225 A2 587, kategorija M3 (teški autobus), proizvođača A.D. IKARBUS iz Beograda, u pogledu elektromagnetske kompatibilnosti, prema Pravilniku br. 10.

LITERATURA

- [1] *Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to electromagnetic compatibility*, UN Regulation No. 10, E/ECE/324/Add.9/Rev.4–E/ECE/TRANS/505/Add.9/Rev.4, United Nations Economic Commission for Europe, 2012.
- [2] *Pravilnik o homologaciji*, Sl. glasnik RS, br. 129/2021, 110/2022 i 23/2023, Republika Srbija, 2023.
- [3] <http://www.toc.rs>.
- [4] <http://www.abs.gov.rs>.

- [5] *Vehicles, boats and internal combustion engine driven devices - Radio disturbance characteristics - Limits and methods of measurement for the protection of receivers except those installed in the vehicle/boat/device itself or in adjacent vehicles/boats/devices*, CISPR 12, 2001. i Amd 1:2005.
- [6] *Road vehicles — Vehicle test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy — Part 1: General principles and terminology*, ISO 11451-1, 2005. i Amd 1:2008.
- [7] *Road vehicles — Vehicle test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy — Part 2: Off-vehicle radiation sources*, ISO 11451-2, 2005.
- [8] *Radio disturbance characteristics for the protection of receivers used on board vehicles, boats, and on devices - Limits and methods of measurement*, CISPR 25, 2002. i Corr 1:2004.
- [9] *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus - Antennas and test sites for radiated disturbance measurements*, CISPR 16-1-4, 2010.
- [10] MATLAB® version 7.10.0.499 (R2010a), www.mathworks.com.
- [11] *Pravilnik o metrološkoj delatnosti u oblasti odbrane*, Službeni vojni list br. 19, Ministarstvo odbrane Republike Srbije, 2018.
- [12] *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – part 4–2: Uncertainties, statistics and limit modeling – Measurement instrumentation uncertainty*, CISPR 16-4-2, IEC, 2018.
- [13] *Procedura za određivanje merne nesigurnosti kod ispitivanja EMC*, Interni dokument, TOC, 2018.

ABSTRACT

This paper presents the homologation of vehicles with regard to electromagnetic compatibility according to the requirements in Regulation no. 10 of United Nations Economic Commission for Europe.

Homologation of vehicles with regard to electromagnetic compatibility

Aleksandar M. Kovačević