



## Razvoj motocikla sa aspekta pasivne bezbjednosti u saobraćaju<sup>1</sup>

Senad Sinanović<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Auto škola „Zeleni Val“, Srebrenik, BiH

**Rezime:** U radu se ukazuje na značaj primjene pasivnih elemenata sigurnosti u serijskoj proizvodnji savremenih motocikala. Radi motociklista, potreba za daljnjim razvojem sigurnosnog motocikla je danas sve više naglašena. Činjenično stanje je vidljivo iz sprovedenih analiza i statističkih podataka o saobraćajnim nesrećama u kojima sudjeluju motociklisti.

**Ključne reči:** pasivna bezbjednost; razvoj, sigurnost

### 1. UVOD

Ponude i konstruktivna rješenja sigurnosnih elemenata motocikla treba da nađu svoju primjenu u praksi kod šireg broja proizvođača motocikala. Bitno je i to, da ta nova sigurnosna rješenja budu i estetski prihvatljiva od strane vrlo izbirljivih mladih kupaca, vlasnika i vozača motocikla. Cilj ovog rada je da se pokrenu nove rasprave, koje bi stvorile nove pobude proizvođačima motocikla i opreme za savremeni razvoj na ovom zanemarenom području. Potrebno je uvesti homologaciju elemenata pasivne sigurnosti za motocikle, kao i opreme vozača motocikla, te uvesti i zakonske norme njihove primjene u praksi na cestovnim putevima. Današnja civilizacija je nezamisliva bez savremenog prometa, tog izrazitog obilježja našeg vremena. Promet utiče na naš život i usko je vezan sa ljudskom psihom, a vozilo, uopšteno gledano, je dobilo status „člana familije“.

Motocikli su postali danas jedan od vrlo masovnih i interesantnih sudionika u svakidašnjem prometu. Razloga tome ima više, počevši od saobraćajne gužve na saobraćajnicama, te nastalih problema energetike i ekonomije, kao i ekološkog aspekta. Motocikl je predmet zadovoljstva, u prvom redu omladinske mobilnosti. Najčešće u rukama mladih, pa i najmađih, sa nedovoljno saobraćajnog iskustva i kulture, sigurnosna vožnja se pretvara u svoju suprotnost donoseći često puta teške povrede sa tragičnim završetcima.

Savremeni motocikli posjeduju visoke konstruktivne tehničke karakteristike i dinamičke sposobnosti. Radi toga ova vrsta prevoznog sredstva magično privlači mlade, a osim toga je motocikl još uvijek najjeftinije pa zato često i prvo vlastito prevozno motorno sredstvo [1].

---

<sup>1</sup> Rad je razvijen u okviru istraživanja doktorske disertacije „Uticaj pasivne bezbjednosti vozača i putnika korišćenjem vozila-invalida u saobraćaju

### 1.1.Pravci razvoja motocikla

Današnji motocikl je podesean za upravljanje u gradskom prometu i praktičan za duža i kraća putovanja, brz i ekonomičan, pa je postao omiljeno prevozno sredstvo, te nailazi na sve više pristalica u onim zemljama gdje je do sada isključivo vladao automobil. Tome treba pridodati i probleme parkiranja vozila u prezasićenim urbanim sredinama. Smatra se da će u budućnosti motocikl pružati sve više čovjeku u zadovoljenju ljudskih potreba u oblasti kretanja, rekreacije, sporta i turizma. Radi toga svjetska motociklistička industrija očigledno je zacrtala svoju budućnost razvoja motocikla, pa sve više ulaže i pruža u razvoju motornog dvotočkaša. Međutim, danas ima više vrsta i tipova motocikla koji se proizvode u ovisnosti o njihovoj namjeni. Motocikl sa vozačem može biti vrlo blag i relativno neopasan sudionik u prometu, kada se radi o biciklu sa pomoćnim motorom ili pak i vrlo opasan, snažan, brz i agresivan kada se radi o motociklima koje pogone jaki motori radnog volumena preko 1000 (ccm) i koji imaju snage preko 100 (kW) sa masom oko 500 (kg) računajući i vozača. Sve je to navelo vodeće svjetske proizvođače motocikla, da sa više angažovanja rade na povećanju aktivne i pasivne sigurnosti, te se na to ulaže veliki kapital u više tehničkih razvijenih zemalja.

Osnovni razlog tome je, to što na motociklima stradaju najviše mladi ljudi, koji nerjetko postaju doživotni i invalidi, a što predstavlja ogromno opterećenje za društvo.

## 2. KONSTRUKCIJA MOTOCIKLA SA ASPEKTA PASIVNE BEZBJEDNOSTI

Veća sigurnost motociklista u prometu se bazira na kvalitetnim konstrukcijama motocikla i dobrim putevima po kojima voze, pa do svestranog opšteg i stručnog obrazovanja. Tu spada i temeljno stručno podučavanje i upoznavanje sa mogućnostima i opasnostima koje vožnja na dva točka nosi i krije u sebi praćena sa mnogim i čestim prometnim opasnostima drugih učesnika, saobraćajnim zankama.Paralelno sa tim se osjećaju i postupci zakonodavaca, dosta ih je već potpuno ili djelimično ostvareno, a neki novi zakoni su nagoviješteni.Istovremeno je automobilska industrija dosta ranije reagovala na posrast broja nesreća u saobraćaju, preduzevši intenzivne napore i troškove pri usavršavanju vozila primjenom savremenih konstrukcija u cilju postizanja što veće pasivne sigurnosti. [2].Potpuno ista situacija postoji danas pri gradnji motocikla. Enormna tehnička i optičko-oblikovana rješenja kod atraktivnih serijskih modela su usmjerena protiv broja saobraćajnih nesreća, koje doduše pomalo i stangiraju, ali su još uvijek na jednom neprihvatljivom nivou.Sada treba poželjeti, da se kao i na području automobilizma razmisliti temeljno po pitanju sigurnosti i kod daljnjeg razvoja motocikla. Ovo se odnosi posebno na područje pasivne sigurnosti pri nesrećama koju još ne uzimaju u obzir i ne obrađuju mnogi proizvođači motocikla.Razloge treba potražiti u činjenici, da su na tom području postignuta samo poneka saznanja o mogućnostima poboljšanja pasivne sigurnosti kod motocikla, a da nedostaje cjelovito istraživanje i kompletna obrada ove složene teme.

### 2.1. Prijedlozi za sigurnost motociklista

Da bi se takav cjelovit istraživački ptojekt postavio i obradio, osnovane su u Njemačkoj, Japanu, Italiji posebne razvojne grupe i Instituti za sigurnost dvotočkaša. Na tom vrlo složenom i odgovornom zadatku su osim tehničara uključeni dizajneri, medicinari, psiholizi i druga zanimanja. Težiste kod ovog idejno-razvojnog rada se bazira na ovim područjima:

- Uzete su u obzir i istražene sve kategorije statističkih podataka o nesrećama kod motocikla

- Analizirane su i obrađene pojedinačne nesreće
- Ispitivani su uzroci i tokovi kolizije između ličnih vozila i motocikala
- Analizirani su naleti motocikla na pješake
- Ispitivane su kolizije između motocikla i ostalih jačih sudionika prometa: teretnih vozila, autobusa, traktora, tramvaja itd.
- Određivani se međusobni sudari između motocikla i motocikla.

Na osnovi ovih iznijetih i obavljenih ispitivanja, izrađana je detaljna stručna analiza pojedinačnih slučajeva i svi dobiveni rezultati su sistematizirani i većim dijelom objelodanjeni u stručnim časopisima i knjigama. Dobijeni podaci ispitivanjem na osnovu izvršenih analiza su konstruktivno razrađeni, pa su na temelju njih izrađene skice i modeli konstruktivnog projekta sigurnosnog motocikla. Pri tome je autorima bio osnovni zadatak da se uz saradnju dizajnera izradi projekat (skica-model), koji će integrisati sigurnosnu opremu motocikla kao i sigurnosnu odjeću njegovog vozača. Dakle, trebalo je na osnovu dizajna prihvatiti komercijalno što atraktivniji motocikl sa osnovnom koncepcijom konstrukcije i izrade realno sigurnosnog motocikla.

## 2.2. Primjeri vrsta povreda

Na osnovu vrsta povreda koje se dešavaju motociklistima, prema podacima dobivenim ispitivanjem i analizom nesreća u kojima sudjeluju motocikli, ustanovljeno je da se uglavnom dešavaju dva tipa povreda, i to:

**1. Povrede donjih ekstremiteta** kod vozača motocikla, jer kod većine motocikla noge vozača predstavljaju najugroženije mjesto sistema vozač-motocikl. Naime, utvrđeno je da kod svih bočnih kontakata i sudara noge vozača, pa i suvozača bivaju najčešće povređene i tako dobivaju primarne povrede.



*Slika br. 1. Kinematika povreda [7].*



*Slika br. 2. [7].*

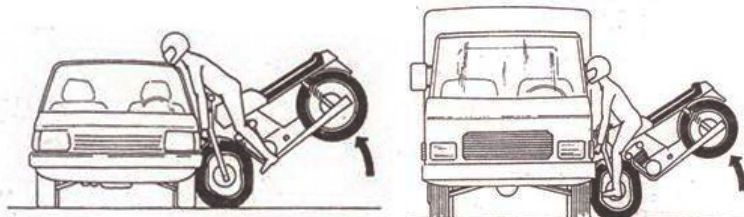
Na slikama br. 1 i 2 su prikazani slučajevi bočnog kontakta motocikla i automobila. U oba slučaja je povredama izložen bočni dio motocikla u odnosu na automobil koji na slici br. 1 ima bočni kontakt sa motociklom. A na slici br. 2 frontalni kontakt automobila opet sa bočnom stranom motocikla.

Bočna strana motocikla je više ugrožena i izložena kontaktu, jer je ona dimenziono duža i ima veću kontaktnu površinu.

Uopšteno se može još dodati, da kod praktično svakog oblika nesreće prijete svakom vozaču motocikla još i kompresija tijela između automobila i motocikla. Ne uspije li vozaču motocikla kod sudara da se odvoji i oslobodi motocikla, po pravilu će se još noga koji nije pomakao, uklještit ili prignječiti između motocikla i podloge na koju je pao.

Posljedice su prvo, da će se noga u pravom smislu riječi oguliti ili ostrugati, a drugo, vozaču je putem takvog kritičkog položaja i povrede, oduzeta svaka mogućnost da aktivno utiče na proces daljeg nekontrolisanog klizanja po podlozi ili okolini.

2. Povrede gornjih ekstremiteta i tijela vozača su prikazane u slučajevima na slikama br. 3 i 4. [7].



*Slika br. 3. Kinematika povreda [7]. Slika br. 4. Kinematika povreda*

Na slici br. 3 je prikazan primjer sudara između motocikla i putničkog automobila, a na slici br. 4 sudar sa teretnim automobilom. Glavni uzrok kod vrlo čestih slučajeva frontalnih sudara vozača motocikla za nastanak povreda je odvajanje tijela motocikliste i sraz sa višom zaprekom: lično vozilo, teretno vozilo, autobus, traktor ili neka nepomična prepreka. Na slici br. 3 je dat primjer načina sudara na bočni dio putničkog prostora kod ličnih vozila, a u slučaju naleta na motorni ili prtljažni dio karoserije vozila je kinematika sraza još složenija zbog leta tijela preko karoserije vozila.

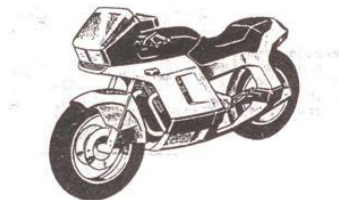
Prema navedenim primjerima najčešćih sudara motocikla se da zaključiti, da se pasivna sigurnost sistema motocikl-vozač ne bi smjela ograničiti samo na motocikl, već treba i sudarnog-kolizionog protivnika (učesnika u saobraćaju) uključiti u tom smislu a području oblikovanja i konstrukcije. Posebno se treba obratiti pažnja na putničke automobile kao najmasovnije učesnike u saobraćaju.

To pokazuju dosadašnja ispitivanja i analiza slučajeva iz prakse, kao i analiza tipičnih sudarnih zona na vozilima koje treba konstruktivno tako izvesti i izraditi iz takovih materijala da apsorbuju čim više energije sraza.

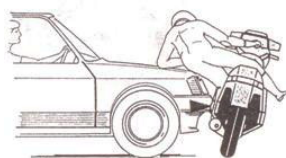
Svakako da kvalitet podloge puteva, kao i zaštitna odeća i obuća vozaca motocikla utiču na ishod povreda motocikliste.

### 3. NOVI MODELI MOTOCIKLA

Na bazi dosadašnjih iskustava iz prakse i analize saobraćajne sigurnosti motociklista, te postignutih konstruktivnih i tehnoloških rešenja, izgrađen je model sigurnosnog motocikla današnjice. Model jednog takvog motocikla je prikazan na slici br. 5. Kao što se na slici vidi na motociklu su zastupljeni slijedeći sigurnosni elementi:



*Slika br. 5. Prijedlog model sigurnosnog motocikla*



**Slika br. 6.** Sudarni položaj prednjeg branika putničkog automobila i bočnog ojačanja na motociklu radi zaštite vozačevih nogu

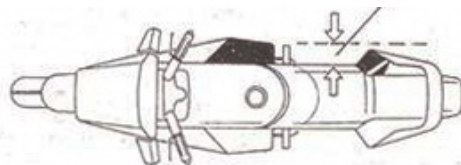
1. Dupla prednja puna svjetla, radi bolje osvijetljenosti puta pri noćnoj vožnji, jer su se i istovremeno tijekom svog razvoja automobili već obezbijevali intenzivnim halogenim svjetlima. Zbog toga je u toku noćne vožnje vozač motocikla u saobraćaju bio hendikepiran. Radi boljeg uočavanja gabaritno manjeg motocikla u saobraćaju je u nekim evropskim zemljama donešen zakon da i po danu imaju upaljeno dugo ili oboreno putno svjetlo. Kao što je poznato, svjetla za motocikle se kupuju u vrlo širokoj maloprodajnoj mreži od raznih proizvođača, te su različitih kvaliteta i vijeka trajanja. Svjetla se često i mnogo korsite radi bolje uočljivosti po danu, a podvrgnuta su i intenzivnom djelovanju vibracija od vozila i podloge po kojoj se motocikl kreće. Zbog toga se dešava, da kod noćnih vožnji sa motociklom, ponekad dođe do iznenadnog i neočekivanog pregaranja ili pucanja žarne niti svjetiljke, a što može dovesti do teških nesreća, kako je to u praksi ispitivanjem ustanovljeno. Ova opasnost se može eliminisati ugradnjom duplih svjetala ili rezervnim farom, koji bi se automatski uključio kod pregaranja sijalice u glavnom faru – putnom svjetlu. Radi navedenog danas sve više na putevima susrećemo motocikle sa diplim putnim svjetlima, i uključenim jednim farom i po danu. [6].
2. Ugrađuju se bočni branici za vozačeve i suvozačeve noge u cilju zaštite prilikom sudara. Kod starijih tipova motocikla je potrebno posebno ugrađivati te zaštitne elemente motocikla, radi zaštite donjih ekstremiteta. Kod novih konstrukcija savremenih motocikla su ovi zaštitni branici već konstruktivno ugrađeni i uklopljeni skupa sa ramom, tj. okvirom motocikla. Naime, kod približno polovine svih nesreća, u kojima su učesnici motocikli, dešava se da učestvuje, kontaktura i biva oštećen baš bočni deo motocikla. Zato se, na temelju studija zbog veće sigurnosti, ugrađuju jaki, stabilni i čvrsto uokvireni bočni branici. Zbog skoro jednake visine svih prednjih branika iznad puta, na ličnim automobilima određen je i konstruktivni položaj i visina bonog branika zaštite na motociklu. Njegova širina je tako koncipirana da se za vozača i suvozača proađe siguran prostor za njihove noge, koje trebaju biti zaštićene, kao što je prikazano na slici br. 6. Radi ovakvih sudarnih situacija, koje doživljavaju motociklisti potrebno je uz bočne ojačane branike na motociklu predvidjeti i bočni oklop. Bočni oklop ima višestruku namjenu, počevši od zaštite od kiše, estetskog izgleda, aerodinamičnog oblika i smanjenja otpora vazduha, pa do zaštite od bočnih sudara. Bočni oklop spada u jedan od elemenata opreme sigurnosnog motocikla, koji je preuzet sa trkačkih motocikla, jer je na trkalištima u slučajevima padova vozača dokazao svoje kvalitete. Izgled modela sigurnosnog motocikla sa bočnim oklopom i bočnim branikom je prikazan na slici br. 7. Radi zaštite ruku vozača motocikla u predjelu upravljača, zamišljeno je oblaganje prednjeg dijela motocikla u sklopu oklopa ili kao separata zaštita ruku. Taj zaštitni oklop je izveden tako široko, da je, gledajući sa prednje strane,

cijeli vozač zaštićen. U vezi zaštite nogu motocikliste, izvodi se bočna zaštitna glatka površina okolpa, koja ima zadatak da odstrani i onemogući opasna zasijecanja prilikom bočnih kontakata motocikla sa zaprekom[6].



**Slika br. 7.** Model sigurnosnog motocikla opremljenog sa bočnim branikom (metlani branik) radi zaštite donjih ekstremiteta[6].

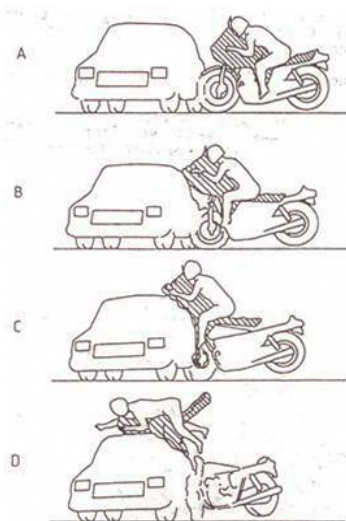
Ako se gleda motocikl odozgo, kao što se vidi na slici br. 8, uočava se klinasti oblik, jer se na taj način izbjegavaju usijecanja kod sudara pod uglom, kao i kod frontalnih i bočnih sudara. Zaštitna zona nogu vozača i suvozača na Sigurnosnom modelu motocikla



**Slika br. 8.** Model sigurnosnog motocikla gledan odozgo[6].

3. Antidive system je još jedan od elemenata doprinosa povećanju pasivne sigurnosti savremenih motocikla, a ugrađen je u vilici prednjeg točka. Zadatak tog sistema je u tome, da spriječava jako uranjanje prednjeg dijela motocikla prilikom kočenja. Naročito se narušava i poremeti dinamička stabilnost sistema vozač-motocikl pri slučajevima jačeg ili ekstremnog kočenja jer dolazi do pojave sniženja i spuštanja vozačeve pozicije sjedenja i poremećaja težišta sistema. Prednji dio novog sigurnosnog motocikla je predviđeno da bude izrađen od lako deformišuće plastike, a naročito u području obloge putnih svjetala (farova). Ovakove apsorbcione plastične materije prilikom deformacije ne pucaju, te ne stvaraju krhotine kao staklo, klasična plastika ili oštre rezne rubove kao što je slučaj kod limenih površina pri sudarima vozila. Savremeni plastični materijali omogućavaju kod frontalnih sudara da se podiže zadnji dio motocikla. Osim toga takav mekši prednji dio motocikla omogućava da se prilikom sudara sa pješakom smanje povrede.
4. Ispusna cijev, sa prigušivačem zvuka u toku vožnje, može se zagrijati i do 600°C, pa je predviđeno da bude obloženo zaštitnim limom koje ima ulogu termo-izolatora u slučaju kontakta dijelova tijela motocikliste sa tim vrućim dijelovima motocikla, koji stvaraju opekotine prilikom dodira. Opasnost od opekotina, koje su prilično učestale kod pojedinačnih nesreća motociklista i kod sudara sa pješacima se na ovaj način bitno umanjuju.

5. U raznim studijama optimalne pasivne sigurnosti savremenih motocikla se danas predlažu konstruktivne kombinacije sigurnosnih slemenata a jedna od tih je i varijanta da se prilikom sudara pomakne u kombinaciji sa zračnim jastukom „Airbagom“ i vozačevo sjedište. Tim načinom bi se izbjegao direktan kontakt tijela vozača sa površinom po kojoj klizi i u koju udara. Priložena slika br. 9 prikazuje djeovanje jedna takve sigurnosne opreme motocikla pri sudaru sa automobilom u fazama od „A“ do „D“.



*Slika br. 9. Predloženi model povećane pasivne sigurnosti, koji je konstrukcionog predloga da pri dinamici sudara dolazi do odvajanja sjedišta uz aktiviranje vazdušnog jastuka – AIRBAG-a[7].*

6. Konačno je potrebno spomenuti činjenicu da su danas mnogi serijski motocikli opremljeni sa „ABS“ kočnim sistemom. Neki proizvođači motocikla ugrađuju na zahtjev kupca „ABS“ kočni sistem kao dodatnu opremu koja se posebno doplaćuje. Na svjetskom tržištu šarolike ponude serijskih motocikla se pri kupovini motocikla može posebno naručiti automatski mjenjač kao dodatna oprema. **Električni motor** koji pokreće studiju C1-E, dizajniran je za eksploataciju u gradskim uslovima i baziran je na komponentama koji je razvila kompanija Vetrix. Zbog boljih voznih osobina, a sve u cilju smanjenja ukupne mase vozila, BMW je ugradio litijum-jonske baterije koje su lakše kod konvencionalnih, metal hidridnih jedinica. Pored elektropogona kompanija BMW ostavlja mogućnost ugradnje benzinskog motora sa niskom emisijom izduvnih gasova. Predosti transporta na dva točka ne treba posebno naglašavati - kako po pitanju protoka saobraćaja, tako i po pitanju količine izduvnih gasova. Međutim, 80 procenata saobraćajnih nezogoda dešava se u gradovima, zbog čega su gradovi Pariz, Rim, Barselona i London pokrenuli eSUM projekat. Ovo je jedan od glavnih razloga zbog čega je BMW stavio akcenat na bezbednost. Inače, BMW je sredinom prošle godine proizveo milioniti motocikl opremljen ABS sistemom. Ovo prevozno sredstvo nastalo je kao rezultat rada BMW-a i doprinosa evropskog projekta za bezbednost koji se zove eSUM. Ljudi u BMW-u tvrde da **C1-E** nudi odličnu zaštitu vozača. Za razliku od motocikala i skutera ovaj model pored velikog vetrobranskog stakla poseduje

sigurnosnu ćeliju odnosno roll-over bar i dva pojasa – slično kao u automobilu. Takođe, napred i pozadi nalaze se elementi «karoserije» koji apsorbuju sile nastale od sudara odnosno kontakta. Pored unapređenja aktivne i pasivne bezbednosti vozača, C1-E ima i bolju zaštitu od loših vremenskih uslova, a ovaj model može da se pohvali činjenicom da je to jedini dvotočkaš gde vozač u većini evropskih zemalja nije obavezan da nosi kacigu.



*Slika br. 10. Model sigurnosnog motocikla sa ugrađenim elementima pasivne sigurnosti[10].*

#### **4. ZAKLJUČAK**

Centralni član porodice dvotočkaša „motocikl“ je danas nakon stogodišnjeg postojanja i razvoja, studijskom konstrukcijom i vođen idejom o sigurnosnom motociklu postao model sa donekle „fantomskim izgledom“.

Novi model sigurnosnog motocikla pokazuje nove elemente konstruktivne razlike u odnosu na dosadašnje izvedbe serijskih motocikala.

Konačno se prilaže i realni model jednog savremenog motocikla sa elementima pasivne sigurnosti, koje se danas ugrađuju na serijske motocikle, kako se to vidi na priloženoj slici br. 10

#### **LITERATURA**

- [1] Conradin Gaukler: Verkehrs Unfall und FT-3/85-M 3881 E 7000 Stuttgart 80
- [2] Motorrad – E 4793 D – 1989. 7000 Stuttgart 10
- [3] Tuttomoto – N139- 1990 – Via Vitruvio 43 – 20124 Milano
- [4] Motociclismo – Anno 77 – 20123 Milano, Via Boccaccio 47.
- [5] Mototecnica – Anno III e IV- 1989/90, Direzione e redaz. Via Molise 3 – 20085 Locate Triulzi – Milano.
- [6] Der motorrandunfall beschreibung – analyse – pravention – Institut fur Zweiradsinherheit e. V. – Bochum – von Hubert Koch – 1986.
- [7] Ivo Jakovljević – J. Jurum: „Kinetički elementi prometnih nezgoda s motociklima“ Zbornik radova I-II, Jugoslovensko savetovanje o saobraćajno-tehničkom veštačenju saobraćajnih nezgoda na putevima, Beograd 21, 22. IX – 1989.
- [8] Poensgen: „Das grosse handbuch fur motorrad fahrer“ ISBN3-87943-492-1, Motorbuch Verlag Stuttgart-1983.
- [9] P. E. Irving: „Tuning for speed“ – Temple pres Limited 1960. Bowling Green Lane – London, E. C. 1.
- [10] [http://www.vrelegume.rs/strana.php?id\\_cikkek=1654#](http://www.vrelegume.rs/strana.php?id_cikkek=1654#)