

# Utjecaj tehničkih preinaka vozila na sigurnost cestovnog prometa

---

**Tomić, Karlo**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:574977>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-18**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -  
Institutional Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Karlo Tomić

UTJECAJ TEHNIČIH PREINAKA VOZILA NA  
SIGURNOST CESTOVNOG PROMETA

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2020.

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet Prometnih Znanosti

## ZAVRŠNI RAD

UTJECAJ TEHNIČIH PREINAKA VOZILA NA  
SIGURNOST CESTOVNOG PROMETA

IMPACT OF VEHICLE TECHNICAL  
MODIFICATIONS ON ROAD TRAFFIC SAFETY

**Mentor:** prof. dr. sc. Goran Zovak

**Student:** Karlo Tomić, 0135245636

Zagreb, rujan 2020.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**  
ODBOR ZA ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 31. ožujka 2020.

Zavod: **Zavod za cestovni promet**  
Predmet: **Cestovna prijevozna sredstva**

## ZAVRŠNI ZADATAK br. 5763

Pristupnik: **Karlo Tomić (0135245636)**  
Studij: **Promet**  
Smjer: **Cestovni promet**

Zadatak: **Utjecaj tehničkih preinaka vozila na sigurnost cestovnog prometa**

Opis zadatka:

U radu je potrebno opisati vozilo kao čimbenik sigurnosti cestovnog prometa. Analizirati tehničke preinake aktivnih i pasivnih elemenata sigurnosti vozila te prikazati utjecaj tehničkih preinaka na eksploatacijske značajke vozila

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za  
završni ispit:

---

prof. dr. sc. Goran Žovak

# UTJECAJ TEHNIČIH PREINAKA VOZILA NA SIGURNOST CESTOVNOG PROMETA

## SAŽETAK

Motorna vozila su vozila koja se pokreću snagom vlastitog motora. Mogu se podijeliti prema raznim parametrima, a neki od najosnovnijih su osobni automobili, motocikli, mopedi, teretni automobili, autobusni, traktori i dr. Pojavom motornih vozila dolazi i do pojave tehničkih preinaka na vozilima, te se one uglavnom vrše na aktivnim i pasivnim parametrima sigurnosti vozila. Aktivni elementi sigurnosti vozila su kočnice, pneumatici, upravljački mehanizam, uređaji za povećanje vidnog polja, svjetlosni uređaji, konstrukcija sjedala, spojleri, buka i vibracija, dok u pasivne elemente spadaju karoserija, vrata, sigurnosni pojas i zračni jastuk, nasloni za glavu, stakla, zrcala i odbojnici. Jedna od najčešćih preinaka je manipulacija programa rada motor kako bi se povećale ili smanjile eksploatacijske značajke motornog vozila. Iako norme i pravila za cestovna vozila i njihove ispušne plinove postaju iz godine u godinu sve stroža, može se reći da se napretkom tehnologije automobilske industrije još uvijek uspješno drže korak sa svim normama. Važno je napomenuti da se mnoge tehničke preinake na motornim vozilima izrađuju u svrhu poboljšanja izgleda samog vozila te to može dovesti do znatnih posljedica u smislu povećanja rizika nastanka prometnih nesreća, a može i doći do znatnog smanjenja eksploatacijskih značajki motornog vozila. Danas se smatra da je za svaku treću prometnu nesreću na cesti glavni krivac tehnički nedostatak na vozilu, što dovoljno govori o važnosti ispravnosti svih naknadno ugrađenih dijelova na vozilu. Svaka tehnička preinaka na vozilu zahtjeva opširne proračune i istraživanja kako bi zadovoljili sve sigurnosne norme za korištenje vozila na gradskim, prigradskim i međugradskim cestama. Nažalost još uvijek veliki dio modificiranih dijelova nije licenciran od strane samog proizvođača vozila na kojem se izvode tehničke preinake. Sve modifikacije motornog vozila mora izvesti licencirani mehaničar koji ima svo potrebno znanje, iskustvo i proračune kako bi spriječio smanjenje sigurnosti vozila i vozila u prometu.

**KLJUČNE RIJEČI:** motorna vozila, motor, tehničke preinake vozila, sigurnost vozila i ostalih sudionika, aktivni i pasivni elementi sigurnosti

**IMPACT OF VEHICLE TECHNICAL MODIFICATIONS ON ROAD  
TRAFFIC SAFETY**

## SUMMARY

Motor vehicles are vehicles that are powered by their own engine. They can be divided according to various parameters and some of the most basic are passenger cars, motorcycles, mopeds, trucks, buses, tractors, etc. With the advent of motor vehicles, there are even more technical modifications to vehicles and they are mainly performed on active and passive parameters. Active vehicle safety elements are brakes, tires, steering, field-of-sight devices, lighting devices, seat construction, spoilers, noise and vibration, while passive elements include bodywork, doors, seat belt and air bag, head restraints, glass, mirrors and bumpers. One of the most common modifications is to manipulate the engine operation program to increase or decrease the performance of the motor vehicle. Although the norms and rules for road vehicles and their exhaust gases are becoming stricter year by year, it can be said that with the advancement of technology the automotive industry is still successfully keeping pace with all the norms. It is important to note that many technical modifications to motor vehicles are made to improve the appearance of the vehicle itself and this can lead to significant consequences in terms of increasing the risk of accidents and can significantly reduce the performance of the motor vehicle. Today, it is considered that for every third traffic accident on the road, the main reason why is a technical defect on the vehicle, which speaks volumes about the importance of the correctness of all subsequently installed parts on the vehicle. Any technical modification to the vehicle requires extensive calculations and research to meet all safety standards for the use of vehicles on urban, suburban and interurban roads. Unfortunately, a large part of the modified parts is still not licensed by the manufacturer of the vehicle on which the technical modifications are performed. All modifications of the motor vehicle must be performed by a licensed mechanic who has all the necessary knowledge, experience and calculations to prevent a reduction in the safety of vehicles and vehicles in traffic.

**KEY WORDS:** motor vehicles, engine, technical modifications of vehicles, safety of vehicles and other participants, active and passive safety elements

# SADRŽAJ

## Table of Contents

1.	UVOD .....	1
2.	VOZILO KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI U CESTOVNOM PROMETU .....	3
2.1.	AKTIVNI ELEMENTI SIGURNOSTI VOZILA .....	4
2.1.1.	KOČNICE.....	5
2.1.2.	PNEUMATICI .....	6
2.1.3.	UPRAVLJAČKI MEHANIZAM .....	7
2.1.4.	UREĐAJI KOJI POVEĆAVAJU VIDNO POLJE VOZAČA .....	8
2.1.5.	SVJETLOSNI I SIGNALNI UREĐAJI .....	8
2.1.6.	KONSTRUKCIJA SJEDALA.....	9
2.1.7.	SPOJLERI (USMJERIVAČI ZRAKA).....	9
2.1.8.	UREĐAJI ZA GRIJANJE, HLAĐENJE I PROVJETRAVANJE .....	10
2.1.9.	BUKA I VIBRACIJA.....	10
2.2.	PASIVNI ELEMENTI SIGURNOSTI VOZILA .....	10
2.2.1.	KAROSERIJA I VRATA.....	11
2.2.2.	SIGURNOSNI POJAS I SIGURNOSNI ZRAČNI JASTUK .....	12
2.2.3.	NASLONI ZA GLAVU .....	12
2.2.4.	VJETROBRANSKA STAKLA I ZRCALA .....	13
2.2.5.	ODBOJNICI .....	13
3.	TEHNIČKE PREINAKE AKTIVNIH ELEMENATA SIGURNOSTI VOZILA.....	14
3.1.	TEHNIČKE PREINAKE – PRENUMATICI.....	14
3.2.	TEHNIČKE PREINAKE – SVJETLOSNI UREĐAJI .....	18
3.3.	TEHNIČKE PREINAKE – USMJERIVAČI ZRAKA .....	19
4.	TEHNIČKE PREINAKE PASIVNIH ELEMENATA SIGURNOSTI VOZILA.....	23
4.1.	TEHNIČKE PREINAKE – KAROSERIJA.....	23
4.2.	TEHNIČKE PREINAKE – SJEDALA I SIGURNOSNI POJASEVI .....	26
4.3.	TEHNIČKE PREINAKE – ODBOJNICI.....	28
5.	MANIPULACIJE PROGRAMA RADA MOTORA U SVRHU MIJENJANJA EKSPLOATACIJSKIH ZNAČAJKI VOZILA .....	31
5.1.	MANIPULACIJA RADA MOTORA U NOVIJE DOBA .....	31
5.2.	PRIMJERI MANIPULCIJE RADA MOTORA.....	32
6.	USPOREDNA ANALIZA MOTORNIH VOZILA SA I BEZ TEHNIČKIH PREINAKA .....	36
7.	ZAKLJUČAK.....	40
	LITERATURA.....	42

POPIS SLIKA .....	44
POPIS TABLICA.....	44



# 1. UVOD

Tehničke preinake vozila korijene vuku još od davnih vremena, praktički od pojave prvih automobila. Čovjek ima potrebu da njegov automobil bude upečatljiv, izazovan, što brži te efektivniji od drugih. Tehničke preinake odnosno modifikacije vozila posebno su bile izražene u prošlom stoljeću, kada je u ponudi bilo puno manje automobila nego sada. Tada je neki model automobila imao samo jedan do dva motora u ponudi te su ljudi uglavnom sami radili tehničke preinake na svojim vozilima. U tadašnjem vremenu modifikacije nisu bile puno razvijene tako da nisu bile česte, također propisane norme koja korisnici moraju poštivati su bile puno manje zahtjevne.

Danas je u ponudi puno više automobila i puno više modela motora, a sukladno s razvitkom tehnologije, materijali i potrebna literaturasu dostupni svima. I dandanas postoji puno ljudi koji pokušavaju modificirati svoje automobile, no na području Europske Unije na kojem spada i Republika Hrvatska, postoje stroge direktive pod nazivom *Euro VI* norme koje značajno otežavaju taj postupak.

Tema ovog završnog rada je Utjecaj tehničkih preinaka vozila na sigurnost cestovnog prometa. Cilj završnog rada je navesti koji su čimbenici sigurnosti cestovnog prometa te opisati vozilo kao čimbenik sigurnosti cestovnog prometa, opisati i objasniti tehničke preinake aktivnih i pasivnih elemenata sigurnosti vozila, objasniti manipulacije programa rada motora u svrhu mijenjanja eksploatacijskih značajki vozila, a zatim analizirati razlike između vozila bez tehničkih preinaka i vozila sa tehničkim preinakama. Završni rad podijeljen je u 7 poglavlja:

1. Uvod
2. Vozilo kao čimbenik sigurnosti
3. Tehničke preinake aktivnih elemenata sigurnosti vozila
4. Tehničke preinake pasivnih elemenata sigurnosti vozila
5. Manipulacije programa rada motora u svrhu mijenjanja eksploatacijskih značajki motora
6. Usporedna analiza motornih vozila sa i bez tehničkih preinaka

## 7. Završetak

U drugom poglavlju detaljno je objašnjeno motorno vozilo i njegova svrha u sigurnosti prometa, njegove karakteristike i podjela i objašnjenje aktivnih i pasivnih elemenata sigurnosti vozila. Također prikazana je kompletna podjela aktivnih i pasivnih elemenata sigurnosti vozila te njihovo značenje za ostale sudionike u prometu.

U trećem poglavlju detaljno su analizirani oni aktivni elementi sigurnosti motornog vozila koji se najčešće mijenjaju, odnosno na kojima se najčešće vrši neka tehnička preinaka.

U četvrtom poglavlju analizirani su oni pasivni elementi sigurnosti motornog vozila za koje se smatra da su najčešće izmjenjivani, odnosno na kojima se u najvećem broju ugrađuje neka tehnička preinaka.

U petom poglavlju detaljno je analiziran i objašnjen princip tehničke preinake vozila i to u smislu manipulacije programa rada motora kako bi se vozilu promijenile eksploatacijske i sigurnosne značajke.

U šestom poglavlju naglasak se stavlja na konačnu analizu i usporedbi dvaju vozila sa i bez tehničkih preinaka te utjecaj na njihove sigurnosne i eksploatacijske značajke.

## 2. VOZILO KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI U CESTOVNOM PROMETU

Promet je vrlo složena pojava pri kojoj dolazi do mnogih konfliktnih situacija. Da bi se povećala sigurnost prometa, potrebno je provesti brojne mjere, čiji je cilj otklanjanje odnosno smanjenje opasnosti. Opasnost od prometnih nesreća koje nastaju pri kretanju vozila i pješaka može se prikazati stanjem u sustavu čimbenika koji se pritom pojavljuju. Analizirajući moguće uzroke, cestovni se promet može pojednostavljeno promatrati kroz tri osnovna podsustava: čovjek, vozilo i cesta. [1]

Sve do prije par godina mislilo se da je čovjek odnosno vozač kriv za 85% nesreća, a svi ostali samo 15%. Problem je bio u tome da se nakon što se dogodi nesreća, nije moglo točno odrediti koji čimbenik je uzrok za tu nesreću. Naime, brojni autori navode da je vozilo kao uzrok prometnih nezgoda zaslužan samo za 3-4%. S obzirom da su to podaci za zemlje koje su većinom gospodarski razvijene od Hrvatske te je njihov vozni park uvelike mlađi, a time i kvalitetniji, zaključuje se da će u Hrvatskoj postotak biti veći od 3-4. Na sigurnost prometa utječu elementi vozila koji se mogu podijeliti na aktivne i pasivne.

Naime, čovjek na svojim motornim vozilima ugrađuje razne preinake iz različitih razloga. Neke preinake se ugrađuju zbog prilagodbe okolišu u kojem će vozilo funkcionirati, neke zbog opsega posla, neki zbog dizajna, a neki zbog povećavanja eksploatacijskih značajki motornih vozila. Sve te naknadno ugrađene preinake vozila, prema zakonima i normama, moraju proći postupak ispitivanja ugrađenih modifikacija koji se još naziva atest. On služi kao inspekcija za sva motorna vozila i pravilnim ispitivanjem povećava sigurnost sudionika u prometu te pomaže pri smanjenju štetnih čestica u okolišu.

Kako bi se odobrilo da bilo kakva izvedba preinake vozila može na siguran i ekološki prihvatljiv način uključiti u cestovni promet potrebno je pristupiti ispitivanju vozila da bi se u samom postupku ispitivanja provjerila sukladnost s različitim propisima i normama koji se primjenjuju na tom području. [25]

Centar za vozila Hrvatske provodi atestiranje svih vrsta motornih vozila te vrste ispitivanja dijeli na više kategorija od kojih su najbitniji „veliki atesti“, a to su:

- Ispitivanje vozila – utvrđivanje tehničkih podataka
- Ispitivanje vozila – promjena vrste vozila
- Ispitivanje vozila – promjena oblika karoserije
- Ispitivanje vozila – promjena najveće dopuštene mase
- Ispitivanje vozila – promjena motora
- Ispitivanje vozila – promjena školjke
- Ispitivanje vozila – promjena broja sjedala
- Ispitivanje vozila – promjena klase / razreda
- Ispitivanje vozila – samogradnja [25]

Kako bi motorno vozilo u potpunosti zadovoljilo propisane kriterije za korištenje cesta u Republici Hrvatskoj potrebna je i homologacija vozila.

Homologacija vozila, odnosno dijelova, sklopova i uređaja vozila je ispitivanje i utvrđivanje sukladnosti ispitivanih dijelova prema ECE pravilnicima ili EEC/EC direktivama i EU uredbama koje se odnose na ispitivani dio i na određenu kategoriju vozila. Homologacijsko ispitivanje mogu obavljati samo međunarodno priznati laboratoriji. [26]

## 2.1. AKTIVNI ELEMENTI SIGURNOSTI VOZILA

Aktivni elementi vozila koji utječu na sigurnost cestovnog prometa su ona tehnička rješenja koja imaju zadaću pokušati smanjiti vjerojatnost nastanka prometne nesreće. U aktivne elemente sigurnosti pripadaju:

- Kočnice
- Pneumatici
- Upravljački mehanizam
- Uređaji koji povećavaju vidno polje vozača
- Svjetlosni i signalni uređaji
- Konstrukcija sjedala
- Spojleri (usmjerivači zraka)

- Uređaji za grijanje, hlađenje i provjetravanje unutrašnjosti vozila
- Buka i vibracije vozila

### 2.1.1. KOČNICE

Uređaj za kočenje služi za usporavanje i potpuno zaustavljanje vozila te osiguranje mirovanja vozila za vrijeme stajanja na određenom nagibu ceste i pri svim opterećenjima vozila.[2]. Jedan od najvažnijih uređaja na vozilu su kočnice, bitne su za sigurnost prometa. Na motornim vozilima postavljaju se tri vrste kočnica, radna, pomoćna i parkirna kočnica. Najvažnija kočnica za sigurnost vozila je radna kočnica, ona izravno utječe na sve kotače. Radna kočnica je obavezna u svim uvjetima (brzina, opterećenje, stanje kolnika, nagib ceste) omogućiti da se vozilo efikasno i sigurno zaustavi. Takva kočnica mora biti izvedena tako da vozač može prilikom zaustavljanja vozila imati obje ruke na rukohvatu upravljača te sila djelovanja kočenja mora biti jednaka na svakom kotaču iste osovine. Pomoćna kočnica služi vozaču kao alternativna opcija u slučaju otkazivanja radne kočnice te mora omogućiti vozaču da prilikom korištenja može držati barem jednu ruku na rukohvatu upravljača. Parkirna kočnica služi kako bi se vozilo nakon zaustavljanja te izlaska vozača iz vozila, moglo zadržati na tom istom mjestu. Radi na principu mehaničkog uređaja.



*Slika 1. Mercedes G klasa - karbon keramičke disk kočnice*

Izvor: [3]

Iz gore navedenog, vozač ima više opcija zaustavljanja, za sigurnost je najvažnija radna kočnica jer ona djeluje na sve kotače neposredno. Vozilo koči pomoću kočnog mehanizma koji je sastoji od disk kočnica i bubanj kočnica. Također, postoji i mješoviti sustav koji uglavnom na prednjim kotačima ima disk kočnice, a na zadnjim bubanj kočnice. Bubanj kočnice se sve rjeđe primjenjuju na vozilima a razlog tomu je što disk kočnice imaju puno više prednosti.

Disk kočnice, za razliku od kočnica s bubnjem, ne samo da omogućavaju brže i ujednačenije kočenje vozila nego su, zbog znatno boljeg odvođenja topline i znatno manje osjetljive na povećano termičko opterećenje koje nastaje pri višestrukom uzastopnom i dugotrajnom kočenju. Kod disk kočnica ne dolazi do pojave efekta samokočnosti.[2]. Danas postoje razne inačice, jedna od njih su karbon keramičke kočnice koje *Mercedes* koristi u svojim vozilima više klase (slika 1.).

Najveća opasnost za sigurnost prometa pri naglom kočenju je blokiranje kotača jer se pritom gubi oko 60 posto sile kočenja. Ako su blokirani prednji kotači, ne može se upravljati vozilom, a pri blokiranju stražnjih kotača vozila se zanosu. Da bi se spriječilo blokiranje kotača, na vozilo se ugrađuju uređaji koji ograničuju veličinu sile kočenja na vrijednost pri kojoj još ne nastaje blokiranje. Danas su u svijetu poznati razni antiblok sustavi (*A-B-S*).[1]. Njemačke autoindustrije *BMW* i *Mercedes* jedne su od prvih koji su u svoje automobile počele ugrađivati takav sustav. Od 1991. godine u sve autobuse i teretna vozila obavezna je ugradnja antiblok sustava.

### 2.1.2. PNEUMATICI

Na sigurnost prometa posebno utječu pneumatici koji vozilo povezuju s podlogom. Dobar gazni sloj odnosno dobar narez omogućuje sigurniju vožnju. Za osobne automobile dubina gaznog sloja ne smije biti manja od jednog milimetra, a za autobuse i teretna vozila ne smije biti manja od dva milimetra. Na slici 2, prikazana su dva osnovna tipa pneumatika s obzirom na izvedbu protektora. Na slici lijevo je prikazan pneumatik koje kombinacija gušćih i rjeđih rebrate je kao takav pogodan za uvjete tijekom cijele godine, a desno je prikazan pneumatik sa rjeđim rebrima pogodan za zimske uvjete.



*Slika 2. Ljetni pneumatik (lijevo) i zimski pneumatik (desno)*

Izvor: [4]

Pneumatici se dijele na dijagonalne i radijalne. Prednosti radijalnih pneumatika nad dijagonalnim su sljedeće:

- Za vrijeme vožnje manje se griju, a vijek trajanja im je dulji
- Bolje iskorištenje snage motora pri većim ubrzanjima
- Bolja je stabilnost vozila
- Kraći je put kočenja
- Smanjuju potrošnju goriva
- Za 25 posto su sigurnije na mokroj cesti i omogućuju lakše upravljanje vozilom

Još veće prednosti imaju niskoprofilni radijalni pneumatici, koji zbog manje visine težišta smanjuju visinu težišta vozila pa je vozilo stabilnije. [1].

### 2.1.3. UPRAVLJAČKI MEHANIZAM

Neispravnost mehanizma za upravljanje može biti jedan od razloga prometne nesreće. Razni su uzroci, a jedni od njih može biti velika zračnost u njihovim dijelovima ili zbog neispravnosti upravljačkog kola čime može doći do zaključavanja kola te sprječavanja okretanja kola. Istrošeni dijelovi se moraju na vrijeme promijeniti kako bi se povećala sigurnost vozila.

Na motornim vozilima se često ugrađuje servouređaj koji omogućuje vozaču da zaokreće vozilo s manjim silama, umanjuje se prijenos sila na volan pri udaru upravljačkih kotača o

neravnine ceste i umanjuje se opasnost zakretanja vozila pri pucanju pneumatika prednjeg kotača. Najčešće se izvode kao:

- Hidraulični
- Pneumatski
- Hidropneumatski
- Električni

U slučaju kvara servouređaja mora i dalje biti osigurano upravljanje vozilom, iako s nešto većim silama na kolu upravljača.

#### 2.1.4. UREĐAJI KOJI POVEĆAVAJU VIDNO POLJE VOZAČA

Vidno polje je prostor u kojemu se primjećuju predmeti i situacija oko vozača izvan točke fiksacije. Vidno polje može biti horizontalno i vertikalno, a njegova veličina ovisi o brzini kretanja i vozačevim sposobnostima. Kako bi se povećalo vozačevo vidno polje koriste se razni uređaji u i na vozilu. Među uređaje koji povećavaju vidno polje vozača ubrajaju se:

- Prozorska stakla na vozilu
- Brisači i perači vjetrobrana
- Vozačka zrcala

Vjetrobranska i bočna prozorska stakla moraju biti prozirna i ne smiju iskrivljavati sliku. Obojena prednja stakla su pogodna jer smanjuju zasljepljivanje i toplinu, ali smanjuju i vidljivost. U lošim vremenskim uvjetima nužna je uporaba brisača. Vozila su sve češće opremljena i brisačima na stražnjem staklu i na farovima. Pri onečišćenim staklima na farovima jačina svjetla se smanjuje i do 50 posto. Vozačka zrcala omogućuju vozaču praćenje prometa iza vozila. Vozila bi trebala imati tri zrcala, i to jedno u unutrašnjosti vozila i po jedno izvana, sa svake strane vozila.[1].

#### 2.1.5. SVJETLOSNI I SIGNALNI UREĐAJI

Vozač svoju pozornost najviše usmjerava na situaciju ispred vozila, kako bi mu to bilo omogućeno prilikom svakog trenutka u 24 sata, koriste se svjetlosni uređaji. Signalni uređaji označuju položaj vozila na cesti te daju odgovarajuće signale. Svjetlosno-signalni uređaji



mogu se nalaziti na prednjoj, stražnjoj, lijevoj i desnoj strani vozila te svaki od njih ima svoju namjenu. Vozač pravilnim pristupom i uporabom svjetlosnim uređajima povećava sigurnost u prometu. Nepravilnim pristupom može doći do prometnih nesreća.

Ispitivanja su pokazala da je jednako važno vidjeti i biti viđen na cesti. Posebna su opasnost neosvijetljena spora vozila (bicikli, traktori i sl.) koja se ne mogu na vrijeme uočiti. Svjetlosni i signalni uređaji moraju zadovoljavati, sa stajališta sigurnosti, ove uvjete:

- Za vrijeme vožnje noću moraju rasvjetljivati cestu i njezinu bližu okolicu
- Moraju omogućivati promet vozila i u uvjetima slabe vidljivosti
- Moraju upozoravati ostale sudionike u prometu o svakoj promjeni pravca i brzine kretanja vozila
- Stalni svjetlosni izvori ili reflektirajuća svjetla moraju obilježavati vozila s prednje i sa stražnje strane [1]

## 2.1.6. KONSTRUKCIJA SJEDALA

Sjedalo u vozilu mora biti konstruirano tako da omogućuje udobno sjedenje, da pridržava vozača pri djelovanju centrifugalne sile u zavoju, da omogućuje dobru vidljivost i da je optimalno udaljeno od uređaja za komandu vozila. Sjedalo mora biti konstruirano tako da se može lako namještati i u horizontalnom i u vertikalnom smjeru.[1]

## 2.1.7. SPOJLERI (USMJERIVAČI ZRAKA)

Spojler je automobilski aerodinamični uređaj čija je dizajnerska funkcija namijenjena popraviti nepovoljno kretanje zraka kroz tijelo vozila u pokretu. Nepovoljno kretanje zraka često se opisuje kao turbulencija. Najčešće se nalaze na stražnjoj strani vozila. Pravilnim postavljanjem usmjerivača zraka na vozilo, smanjuje se otpor čijom posljedicom se smanjuje i potrošnja goriva, također vozilo je stabilnije pri velikim brzinama. Jedna od najčešćih tehničkih preinaka na vozilu jest i postavljanje spojlera, no oni se uglavnom postavljaju zbog samog izgleda vozila. Takvo postavljanje može donijeti više negativnih posljedica nego pozitivnih. Jedna od najčešćih negativnih posljedica jest da se previše smanji otpor zraka te vozilo postane nestabilno, takve posljedice smanjuju sigurnost na cesti i mogu izazvati prometnu nesreću.

## 2.1.8. UREĐAJI ZA GRIJANJE, HLAĐENJE I PROVJETRAVANJE

Grijanje, hlađenje i provjetravanje važno je za radnu sposobnost vozača, a time i sigurnost prometa. Već pri temperaturi nižoj od 13°C i višoj od 30°C radna sposobnost čovjeka otpada. Zimi, naročito pri vožnji u gradu, unutrašnjost vozila nije dovoljno ugrijana, a ljeti je zagušljivo i prevruće. Stoga je potreban dobar uređaj za provjetravanje i grijanje. Srednja temperatura u vozilu trebala bi zimi biti od 17°C do 22°C, a ljeti do 28°C. uređaji za grijanje u većini su vozila izvedeni tako da istovremeno služe i za provjetravanje i za hlađenje.[1].

Uređaji za grijanje postoje u poluautomatskoj verziji, gdje korisnik hlađenje i grijanje podešava kontrolnim dijelom uređaja tako što povećava ili smanjuje brzinu ventilatora i automatsko uređaj koji korisnik samo odredi koju temperaturu želi u vozilu.

Takvi uređaji povećavaju sigurnost prometa tako što se zrak usmjerava na vjetrobranska stakla, čime se sprječava njihovo zamrzavanje i zamagljivanje te tako povećava vidljivost prometnice.

## 2.1.9. BUKA I VIBRACIJA

Vozilo je vrlo složen oscilatorni sustav. U njemu su i putnici i vozač djelomično izolirani od izravnog djelovanja vibracija s pomoću naslona i sjedala, a vibracije se prenose putem stopala na ostale dijelove tijela. To neugodno djelovanje vibracija povećava se pri često promjeni ubrzanja vozila.[1]

Intenzivna buka djeluje na živčani sustav i na unutarnje organe. Ona izražava glavobolju, vrtoglavicu i razdražljivost te smanjuje radnu sposobnost vozača. Djelovanje buke iznad 80 dB štetno je za organe sluha.[1]

## 2.2. PASIVNI ELEMENTI SIGURNOSTI VOZILA

Pasivni elementi vozila koji utječu na sigurnost cestovnog prometa su ona tehnička rješenja koja imaju zadaću, ako se dogodi prometna nesreća, ublažiti njezine posljedice. U pasivne elemente sigurnosti vozila pripadaju:

- Karoserija i vrata
- Sigurnosni pojasevi i sigurnosni zračni jastuk
- Nasloni za glavu
- Vjetrobranska stakla i zrcala
- Odbojnici

### 2.2.1. KAROSERIJA I VRATA

Uz šasiju i opremu motornog vozila, karoserija spada u jedan od tri osnovna dijela motornog vozila. Spojena je za okvir odnosno šasiju te služi sa smještaj putnika i vozača, njihove prtljage ili tereta. U suvremeno doba izvodi se kao samonosiva konstrukcija u putničkim i teretnim vozilima. Karoserija je izrađena od različitih materijala, ponajviše radi ublažavanja posljedica nakon prometne nesreće. Slika 3. prikazuje različite materijale automobila marke *Volvo*.



*Slika 3. Prikaz različitih materijala karoserije Volvo automobila*

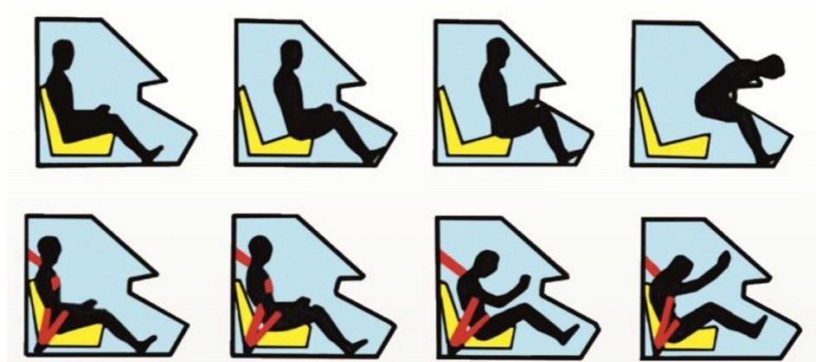
Izvor: [5]

Vrata moraju održati sve vrste udarnog opterećenja i spriječiti savijanje školjke. Na njima mora biti ugrađen sustav blokiranja protiv otvaranja u trenutku udara koji će istovremeno

omogućiti lako otvaranje vrata radi spašavanja ozlijeđenih. Ispitivanja su pokazala da su najbolja klizna pomična vrata koja naliježu s vanjske strane jer povećavaju krutost srednjeg dijela. Nedostatak im je što se u slučaju sudara iskrivljuju klizači na koje vrata naliježu pa se ona ne mogu otvoriti.[1]

## 2.2.2. SIGURNOSNI POJAS I SIGURNOSNI ZRAČNI JASTUK

Sigurnosni pojas je najvažnije tehničko rješenje pasivnih elemenata sigurnosti. Prema HAK-ovom istraživanju deset puta veća šansa je da putnik pogine ako nije koristio sigurnosni pojas, te da pri brzini od samo 30 km/h, kada se nerijetko ne aktiviraju zračni jastuci, pokazalo da bi osoba koja nije vezana mogla imati smrtne posljedice. Pri toj brzini vezana osoba ne bi imala nikakve posljedice (slika 4.). Više od 40% poginulih vozača i putnika tijekom 2011. godine u Republici Hrvatskoj nije koristilo sigurnosni pojas.[6]



Slika 4. Simulacija kretanja tijela vozača pri frontalnom sudaru

Izvor: [6]

Sigurnosni zračni jastuk se automatski otvara pri sudaru. Prilikom otvaranja puni se dušikom i štiti tijelo putnika. U napunjenom stanju ostaje oko jedne i pol sekunde i nakon toga se prazni. Zračni jastuk je dobra zaštita, ali on mora djelovati zajedno s pojasevima. Nakon nesreće sigurnosni pojas ostaje zaglavljnjen kako bi putnikovo tijelo ostalo u sigurnom položaju.

## 2.2.3. NASLONI ZA GLAVU

Naslone za glavu su bitni element sigurnosti, no njega vozači i putnici često zanemaruju i shvaćaju olako. U slučaju prometne nesreće, a pogotovo one gdje stražnje vozilo udari u prednje, zbog nepravilno namještenog naslona za glavu može doći do teških ozljeda. Njihova

zadaća je podupiranje glave i vrata te da rastereti vratne kralješke. Sigurnosni naslon za glavu, prema europskim normama koji se koriste kod nas, treba izdržati silu od 1000N naviše.

#### 2.2.4. VJETROBRANSKA STAKLA I ZRCALA

Vjetrobranska stakla uzrok su oko 90 posto svih ozljeda glave, pa pri konstrukciji vozila treba nastojati povećati razmak između putnika i vjetrobranskog stakla. Nosači vjetrobranskog stakla trebali bi biti lakše konstrukcije kako bi se u slučaju naleta vozača ili putnika lako deformirali i na taj način smanjili mogućnost nastanka ozljeda. Nosač zrcala treba obložiti savitljivim limom da u slučaju sudara ne izazove ozljede putnika.[1]

#### 2.2.5. ODBOJNICI

Odbojnice ili branike dijelimo na prednje i zadnje, svaki automobil ima svoj dizajn branika, te autoindustrije pokušavaju što više uklopiti branike u karoseriju. Njihova zadaća je upiti što više kinetičke energije koja se dogodi prilikom nesreće. Oni su često od plastike te budu obloženi gumenim elementima, a u rijetkim slučajevima budu od čelika.



*Slika 5. Peugeot 307 - prednji odbojnik*

Izvor: [10]

## 3. TEHNIČKE PREINAKE AKTIVNIH ELEMENATA SIGURNOSTI VOZILA

Popularnost tehničkih preinaka vozila potječe još od samih početaka autoindustrije. Već tada ljudi na svojim vozilima sami pokušavaju popraviti ili nadograditi svoje vozilo. Danas tehničke preinake vozila imaju puno širu svrhu. Ono se može koristiti za potrebe razvoja vozila, povećanje sigurnosti vozača i putnika, u svrhu ljepšeg dizajna, boljih ekspanzija karakteristika, za razna natjecanja poput „drift“ natjecanja, izložbe i slično. Neke od najčešćih preinaka aktivnih elemenata vozila su promjene pneumatika, svjetlosni uređaji i usmjerivači zraka.

### 3.1. TEHNIČKE PREINAKE – PNEUMATICI

Kako je gore već navedeno pneumatici povezuju vozilo s kolnikom. Bez obzira na kojoj vrsti ceste se vozilo kreće, vozač želi da mu vozilo ima maksimalne performanse, povećana sigurnost u zavojima, pri većim brzinama i naglom kočenju. Naime, prilikom većih brzina oslobađa se toplinska energija s pneumatika na kolnik, dokazano je da pri većoj temperaturi pneumatika vozilo ima bolje prisanjanje uz kolnika, no to povećava trošenje pneumatika. Kako bi cijeli sloj kontaktnog pneumatika radio maksimalno, potrebno je postići optimalni tlak i nagib pneumatika.

Jedan od najpopularnijih preinaka pneumatika je ugrađivanje pneumatika niskog profila (slika 5.). One omogućuju postavljanje većih naplatka te zadržavanje ukupne rotacije kotača, također nude veću razinu prisanjanja i omogućuju veće brzine u zavojima. Pneumatik niskog profila se prepoznaje pomoću koda koji se nalazi na pneumatiku. Naime, ako je na pneumatiku zapisano P215/65 R15, gleda se broj 65 koji prikazuje da je visina jednaka 65 posto širine. Pneumatik s brojem 50 ili niže se smatra niskoprofilnim. Prednosti niskoprofilnih pneumatika su:

- Bolje prisanjanje uz kolnik
- Stabilnost pri velikoj brzini i promjeni smjera
- Bolja stabilnost pri mokrim uvjetima

Nedostatci niskoprofilnih pneumatika su:

- Ne apsorbiraju dovoljnu količinu energije prilikom udara u rupu
- Zbog nedovoljnog apsorpiranja energije smanjuje se komfornost vožnje
- Velika mogućnost ispuhivanja pneumatika prilikom udara u rupu
- Zbog povećane širine stvara se dodatni šum
- Ako se ne koriste propisane niskoprofilni pneumatici može se oštetiti ovjes



Slika 6. Pneumatik 275/35 R19 na vozilu BMW M4 GTS

Izvor: [7]

Jedan od velikih čimbenika koji utječe na korisnika je i visoka cijena niskoprofilnih pneumatika, naime kada se u obzir uzme i njihovo često mijenjanje vozaču se ne isplati njihova ugradnja odnosno tehnička preinaka vozila.

Drugi način promjene pneumatika je ugrađivanje takozvanih „*MUD terrain*“ pneumatika (slika6.). Oni se pretežito ugrađuju u *4x4* vozila, *SUV* vozila te *pick-up* vozila. Takva vozila uglavnom dolaze uz pneumatike za svaki teren, no vlasnici iz različitih razloga ih zamjenjuju. *MUD terrain* pneumatici imaju prednosti i manje, prednosti su:

- Pogodne za teške i kamenite terene
- Izvrsne na labavom tlu
- Daju agresivniji izgled vozilu

Nedostatci takvih pneumatika su:

- Proizvode glasan šum na kolniku i neudobnost u vožnji
- Nepogodne u vlažnim uvjetima



*Slika 7. Jeep Wrangler s ugrađenim MUD terrain pneumaticima*

Izvor:[8]

Treći način je ugrađivanje pneumatika pogodne za „drift“ vožnju odnosno vožnju za proklizavanje automobila sa stražnjim pogonom. Takva tehnička preinaka izvodi se na način da se na prednje kotače ugrađuju pneumatici sa širokim u agresivnim gaznim slojem, obično su sa širokim i dubokim utorima i otvorima. One se modificiraju kako bi podnijeli veliki pritisak i bili imuni na spaljivanje i oštećenja od vrućine. Bočne stjenke su ojačane kako bi se osiguralo čvrsto prijanjanje na tlu i smanjilo trenje.



*Slika 8. Prerađena Toyota Corolla sa pneumaticima za proklizavanje*

Izvor:[9]



Pneumatici na stražnjoj strani, odnosno oni koji zapravo proklizavaju, imaju plitki gazni sloj, a ponekad ga opće ni nemaju. Upravo iz tog razloga, oni imaju laku upravljivost, malo trenja i odlično smanjuju nastalu toplinu. Također, izdržljivost je bitan čimbenik takvih pneumatika, jer ako je mala izdržljivost može lagano doći do puknuće pneumatika i teških posljedica za korisnika. Na slici 7. prikazano je vozilo *Toyota Corolla* koje je modificirano posebno za natjecanje u prosklizavanju za vozila na stražnji pogon. Njegovi pneumatici su bitno različiti od onih na osnovnom modelu.

U Republici Hrvatskoj česti su primjeri zamjene pneumatika i kotača na motornim vozilima u svrhu tehničke preinake. Naime u zadnje vrijeme sve veću popularnost dobivaju kotači šireg obujma većeg promjera te veće širine. Primjeri variraju od modela do modela, količini snage kojom motorno vozilo raspolaže, kojom kulturom vlasnik vozila želi nadograditi svoje vozilo i tako dalje. Nažalost većina takvih automobila nema zakonski propisane pneumatike i kotače za određeni model te ne mogu položiti atestiranje u centru za vozila Republike Hrvatske. Kako bi se pneumatici uspješno upisali u prometnu knjižicu vozila moraju položiti ispitivanje u određenim stanicama za tehnički pregled. Vlasnici moraju priložiti svu potrebnu traženu dokumentaciju, potvrdu od mehaničara koji je ugradio kotače te na kotačima mora biti upisan serijski broj koji potvrđuje legitimnost tog kotača.

Nažalost na cestama Republike Hrvatske se još uvijek često mogu uočiti primjeri motornih vozila na kojima je veoma jasno prepoznati da su ugrađeni kotači i pneumatici nelegalni te predstavljaju veliku opasnost za sudionike u prometu. Također, na cestama se uočavaju vozila s jasno vidljivim pneumaticima koji ne pripadaju određenom kotaču, odnosno uže su od kotača. Jedan od najvećih problema takvih preinaka jest u tome da su pneumatici nesvakidašnjih promjera i veličina puno skuplje od onih regularnih te je to jedan od glavnih razloga zašto se na cestama uviđaju pneumatici bez ikakvih ili tankih šara. Takvi „ćelavi“ pneumatici predstavljaju veliku opasnost jer može doći do prosklizavanja, skretanja s kolnika, puknuća pneumatika itd. Također je bitno napomenuti da vozila na kojima se izvode preinake uglavnom imaju veliku povećanu snagu motora te je jako teško svu tu dodatnu snagu „spustiti“ na kotače, stoga je veoma bitno da se u takvim slučajevima pneumatici atestiraju kako bi bili sigurni da neće doći do prometne nesreće zbog takve ugradnje, jer posljedice mogu biti velikih razmjera. Na slici 9 se primjećuje nesigurna ugradnja pneumatika i kotača.



Slika 9. Nezakonito ugrađeni pneumATICI i kotači

Izvor:[27]

### 3.2. TEHNIČKE PREINAKE – SVJETLOSNI UREĐAJI

Stariji modeli vozila su u većini dolazili sa halogen rasvjetom, takva rasvjeta često je dovodila do kvarova na električnim spojevima. Izumom *LED* rasvjete na vozilima povećala se vidljivost i sigurnost u prometu, no započela ugradnja takve rasvjete na starije modele. Ugradnjom *LED* rasvjete nastaje problem jer takva rasvjeta nije napravljena za takve modele pa se podliježe raznim preinakama poput dodavanja akumulatora zbog povećanje snage potrebne struje. *LED* žarulje stvaraju veći snop svjetlosti u odnosu na halogen rasvjetu, te omogućavaju bolju osvijetljenost prednje i stanje strane vozila. Ugradnja *LED* svjetala je zakonom zabranjena ako je to starije vozilo koje nema u tvorničkim postavkama *LED* rasvjetu, odnosno dozvoljeno je jedino ako se vozilo u tvornici moglo kupiti sa *LED* svjetlima. Kako bi vozilo prošlo tehnički pregled i zadovoljilo uvjete „Zakona o sigurnosti na cestama“ potrebno je da ugradnju obavi stručnjak te da su nove *LED* žarulje kupljenje kod ovlaštenih operatera.



Slika 10. Xenon svijetla (lijevo) i LED svijetla (desno)

Izvor:[10]

Jedno od trenutno najpopularnijih tehničkih preinaka kod svjetlosnih uređaja je ugradnja takozvanih „*Angeleyes*“ odnosno anđelskih očiju. Takva vrsta modifikacije najviše se koristi kod modela marke *BMW*, no može se uvidjeti i kod ostalih marki. Njihova ugradnja je veoma lagana i zahtjeva mala financijska ulaganja stoga je češća kod mlađih vozača. One doprinose atraktivnijem izgledu i također mogu jako utjecati na sigurnost u prometu ako se nepravilno postave i nisu predviđene u tvorničkim postavkama. Na slici 9. uočava se velika razlika između tvorničke *Xenon* i ugrađene *LED* rasvjete, naime u ovom slučaju ugradnja je legalna jer je napravljena na modelu *BMW F30 320D* iz 2014. godine kada je bilo moguće kupiti isti taj model s *LED* rasvjetom. Taj model je primjer *LED* rasvjete koja ujedno ima i *Angeleyes* koja se mogu lako uočiti jer su kružnog oblika.

Ugradnja *LED* žarulja umjesto halogen žaruljica može biti posebno opasno stoga su rijetki slučajevi koji su uspješno prošli atest ugrađenih *LED* umjesto halogen svjetlosnih uređaja. Razlog tome je što takva motorna vozila nisu projektirana i konstruirana za *LED* svjetla koja imaju puno veću snagu i ako se postave pod krivim kutom mogu zaslijepiti vozača u suprotnom smjeru, pa i onog ispred sebe te tako dovesti do izazivanja prometne nesreće. Takve nepravilno ugrađene *LED* žarulje u običan halogeni far posebno dolaze do izražaja u teškim vremenski uvjetima poput kiše. Naime, žaruljice bi trebalo pravilno namjestiti kako snop svjetla ne bi nepravilno bacao svjetlost, posebno prilikom kiše gdje svjetlo može imati povećanu razinu refleksije. Nepravilna razina refleksije može dovesti do zbunjivanja vozača te tada on može krivo procijeniti udaljenost od nekog vozila ili objekta, što dovodi do povećanog rizika za nastanak prometne nesreće.

Uz veliku preglednost situacije na cesti, koja pogotovo pomaže pri vožnji noću ili nepovoljnim atmosferskim uvjetima, *LED* žarulja se pokazala povoljnom jer traje puno duže od halogene. Modifikacija svjetlosnih uređaja poželjna je ako će se ona obaviti na zakonski način i s time povećati sigurnost prometa, no ako se ugrađuje na krivi način postoji velika mogućnost kvara na električnim instalacijama, a s time i do smanjenja sigurnosti vozila.

### 3.3. TEHNIČKE PREINAKE –USMJERIVAČI ZRAKA

Usmjerivači zraka odnosno spojleri u većini slučajeva se koriste za razvoj sportskog auta visokih performansi. Neki od glavnih zahtjeva takvih automobila su agresivno ubrzavanje, visoka vršna brzina i što manja potrošnja goriva, no kako bi se to postiglo potrebno je da karoserija automobila ima što manji otpor zraka. Kako bi se smanjila sila otpora uzgona potrebno je da zrak odlazi tamo gdje može najviše pomoći, a to se postiže pomoću *splittera*, spojlera i difuzora. Također potrebno je naglasiti da spojleri ponekad imaju i svrhu aerodinamične kočnice, no ona se najviše koristi kod trkačkih automobila gdje su vozila jako lagana, a posjeduju veliku snagu.

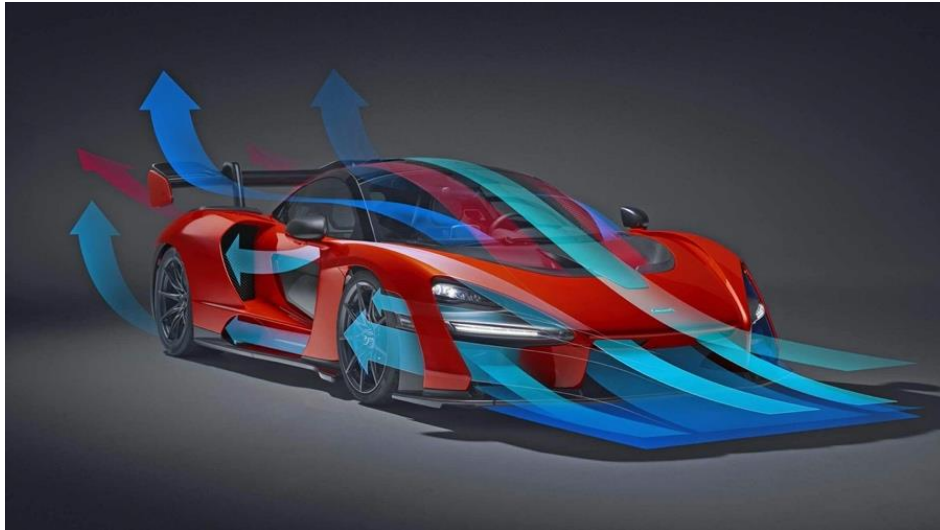
*Lamborghini*, talijanski proizvođač visokih performansi osmislio je sustav koji je nazvao „*AerodinamicaLamborghiniAttiva*“, koji u prijevodu znači aktivna aerodinamika *Lamborghinija*, koji u svojim automobilima ne vidi prednost u pokretnim spojlerima, već u rupama u prednjem blatobranu i kanalima za strujanje zraka kod stražnjeg spojlera. Takav sustav opisuje slika 10 na primjeru *LamborghiniAventadora SVJ* koja prikazuje strujanje zraka pri ispitivanju u zračnom tunelu. *ALA* sustav pomoću prednjeg spojlera pridonosi većoj stabilnosti i stabilnosti pri velikim brzinama, dok stražnji spojler omogućava maksimalnu akceleraciju i maksimalnu brzinu. Također pri maksimalnom kočenju sustav omogućava povećanje sile kočenja za 750 posto.



Slika 11. Strujanje zraka kroz karoseriju

Izvor:[11]

Britanska tvornica automobila *McLaren*, sa svojim modelom *Senna* je išla korak dalje i razvila dodatne aerodinamične komponente koje tom svega 800 kilograma teškom modelu pri brzini od 250 km/h povećavaju „downforce“ s 200 kilograma na 800 kilograma.



Slika 12. McLarenSenna

Izvor:[11]

U Hrvatskoj su takvi sportski i luksuzni modeli rijetki ili ih ni nema, tako da se ljudi više posvećuju ugradnji spojlera na automobile srednje ili niže klase. Ugradnja spojlera na stražnji dio vozila veoma je lagan i praktičan, može se ugraditi pomoću dvostrane ljepljive trake ili pomoću vijaka. Upravo iz tog razloga nastaje problem smanjenje sigurnosti jer se uglavnom ne može pogoditi pravilan kut postavljanja te tada spojler ima negativnu ulogu poput povećane potrošnje goriva i pogoršanje aerodinamike.

Poboljšanje performansi, stabilnosti i sigurnosti vožnje se može postići pravilnom ugradnjom spojlera, no to treba prepustiti kvalificiranom stručnjaku koji će koristiti pravilnu opremu i provesti ispitivanje u zračnom tunelu. Također je potrebno napomenuti da u većini slučajeva spojler poboljšava performanse tek pri brzinama većim od 90 km/h, dok do te brzine nema nikakvu eksploatacijsku korist. Također bitan element spojlera je od čega je on izrađen, jeftinije verzije su izrađene od plastike, dok su oni skuplji izrađeni od karbonskog vlakna. Kod plastičnih spojlera može lako doći do pucanja i do raznih oblikovanja prilikom visokih temperatura, dok oni od karbonskih vlakana imaju veliku čvrstoću što je jako korisno jer se vozilu pri velikim brzinama pojavljuju velike vrijednosti sile otpora zraka. Korisnici uglavnom postavljaju spojlere kako bi automobilu dodali agresivniji i sportski izgled te ne razmišljaju

kako ih spojler može dovesti do veće potrošnje goriva te poremećene aerodinamike koja može biti uzrok novonastale prometne nesreće.

Na primjeru *Honde Accord* iz 2018. godine, koji je česti primjer na cestama u Hrvatskoj, uočava se primjena ugrađivanja velikog spojlera na stražnji prtljažnik motornog vozila. Takva ugradnja ne može proći ispitivanje, odnosno atestiranje te nije u skladu s homologacijom u Republici Hrvatskoj. Slika 13 predočuje jedan takav primjer gdje se primjećuje velika razlika u odnosu na običnu *Hondu Accord* koja nema spojler na stražnjem prtljažniku. Razlog zašto takav spojler nije u skladu s homologacijom jest u tome da se iskrivljuje putanja zraka prilikom kretanja motornog vozila te tako može doći do zanošenja vozila u stranu, prekomjerne sile na stražnjem dijelu vozila te razni drugi problemi.



Slika 13. Naknadno ugrađen spojler na prtljažnik vozila

Izvor:[28]

Takve preinake koje nisu u skladu s homologacijom predstavljaju veliku opasnost i za ostale sudionike u prometu poput pješaka, jer vozilo prilikom zanošenja može skrenuti s kolnika na pješačku zonu prilikom čega nema nikakvu kontrolu nad motornim vozilom i brzinom kretanja.

## 4. TEHNIČKE PREINAKE PASIVNIH ELEMENATA SIGURNOSTI VOZILA

### 4.1. TEHNIČKE PREINAKE – KAROSERIJA

Karoserija je noseća konstrukcija na koju se pričvršćuju svi ostali sustavi vozila, primjerice motor, upravljanje, ovjes, transmisija, itd. Kod osobnih automobila po vrsti razlikujemo:

- Limuzina
- Kabrio limuzina
- *Pullman* limuzina
- Kombi
- Kabriolet
- Vozila višenamjenske svrhe
- Specijalna vozila

Dok po konstrukciji karoserije razlikujemo

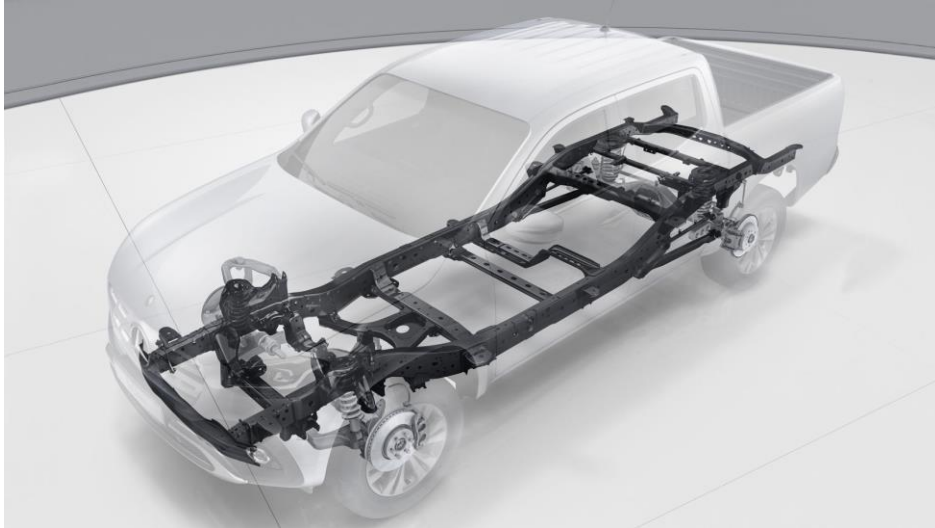
- Odvojenu karoseriju,
- S nosivim okvirima
- Samonosivu karoseriju[12]

Ona se još naziva kostur automobila, odnosno nosač svega na automobilu. Također služi za smještaj vozača, putnika i prtljage.

Karoserija je sama po sebi jako složeno područje konstrukcije vozila i kao takva se rijetko rade preinake nakon tvorničke proizvodnje, no u svrhu povećanja sigurnosti prometa i vozača, inženjeri rade razne modifikacije. Tako je sve do nedavno čelik bio jedini materijal izrade, a danas su uz njega tu još i dijelovi izrađeni od plastike, aluminija, karbonskih vlakana te mnogih drugih sintetičkih materijala.

Tako su inženjeri *Mercedes-Benz* model X klasu osmislili posebno ojačanje nosivog okvira sa preko 5000 točkastih zavarenih mjesta i debljine do 4 mm kako bi njihov model bio manje osjetljiv i otporniji od modela sa samonosivom karoserijom. Prema njihovim podacima X model zahvaljujući nosivom okviru može nositi teret do 1000 kilograma i vući prikolice mase

do 3500 kilograma.[13]. Također kako je taj dio ujedno i najniži dio vozila ono služi kao zaštita karoseriji u slučaju dodira s tlom. Kao zaštita od korozije nosivi okvir je premazan prahom, površinski obrađen i obojen te kao takav nije u opasnosti pod vodom, snijegom, soli i pješčanim pijeskom.



Slika 14. Nosivi okvir

Izvor:[13]

Američka modifikacijska firma *HennesseyPerformanceEngineering* je išla korak dalje te *Fordov* model *F-150 Raptor* preradila u *VelociRaptor 6x6*. Jedna od najvećih preinaka je dodavanje još jedne osovine na okvir automobila. Preinaka se uradi na način da se siječe originalno podvozje iza originalnih nosača za stražnju osovinu. Između dva dijela okvira naknadno je zavaren 76 centimetara dug nastavak. Izvorna stražnja osovina nakraju obrade se nalazi u krajnjem stražnje položaju, dok druga osovina služi da prenese pogon na treću odnosno izvornu osovinu. Takvom modifikacijom nastaje 5.6 metara dugo i 2 metra visoko vozilo. Povećanjem dimenzija povećao se i nosivi prostor, no kako bi dokazali da to kupcima nije od prevelike važnosti, *HennesseyPerformanceEngineering* nije naveo te podatke. Osim preinaka na karoseriji vozilo također dobiva novi branik s ugrađenim šipkama za dodatnu rešetku, četiri svijetla za maglu iznad vjetrobranskog stakla, 20-inčnim aluminijskim felgama s terenskim pneumaticima, zaključavanjem stražnjih osovinu i potpuno podesivim ovjesom. *VelociRaptor* se proizveo u samo 50 primjeraka te osim dodatne osovine i dva dodana kotača, slika [13], očituje se svojom visokom cijenom koja se za oko pet puta viša od cijene osnovnog modela.





Slika 15. Ford VelociRaptor 6x6

Izvor:[14]

Još jedan od mogućih tehničkih preinaka je ugrađivanje kaveza protiv prevrtanja. On se uglavnom ugrađuje u vozila namijenjena za trkače ili *cross* staze kako bi se povećala sigurnost prilikom prevrtanja vozila. Kavez protiv prevrtanja služi kao pojačanje tvorničke karoserije te da prilikom sudara zaštiti unutrašnjost kabine gdje se nalaze vozač i putnici. Takav način preinake vozile je popularan za sve vrste, ali zbog sigurnosnih razloga nije preporučljiva njegova ugradnja u sve automobile osim sportskih ili trkačkih. Jedan od glavnih razloga zašto se takav kavez ne bi trebao ugrađivati u osobne automobile jest to što su neki dijelovi u obliku dugih metalnih šipki ugrađene na mjesta iznad vozačeve glave te bi prilikom sudara glava velikom silom udarila u šipku i ozbiljno ozlijedila čovjekovu lubanju. Kod trkačkih vozila je ono korisno jer je profesionalan vozač obavezan imati kacigu na glavi koja će apsorbirati velik dio naslale sile udarca.

Tehničke preinake na karoseriji je složen proces modifikacije vozila te ga treba prepustiti stručnjacima kako bi se izbjegla moguća pucanja i kvarovi. Snaga i konstrukcija su od vitalnog značenja za sigurnost automobila, također karoserija služi kako bi apsorbirala nastalu energiju prilikom sudara i tako spasila živote. Čvrsta i pravilno konstruirana karoserija ne znači da će u svakom sudaru spasiti vozača i putnike, ali uvelike povećava šanse za preživljavanje. Svaka nepravilnost može utjecati na nastanak prometne nesreće i velikih materijalnih šteta.

## 4.2. TEHNIČKE PREINAKE – SJEDALA I SIGURNOSNI POJASEVI

Sjedala i sigurnosni pojasevi imaju veliku ulogu u zaštiti i sigurnosti vozača i putnika, no svejedno postoje razne preinake poput skidanja zbog smanjivanja mase vozila, zamjene sjedala zbog udobnosti ili promjene boje zbog izgleda itd. Također, postoje primjeri gdje se uklanjaju nasloni za glavu kako bi se dobio bolji kut prilikom snimanja nekog videozapisa, serije ili filma.

Tehnička preinaka sjedala se može izvesti u načinu da u postojećem sjedalu izmjene neke pojedinosti poput izbacivanja zračnih jastuka, zamjene tkanine, a može se i potpuno zamijeniti. Potpuna zamjena se uglavnom izvodi da se tvorničko sjedalo izmjeni s onim namijenjenim za trkače staze, ona se očituju u smanjenoj masu u odnosu na tvornička, čvrstom materijalu, bez ugrađenih zračnih jastuka, potpuno su manualna, bez ugrađenog sustava za grijanje i hlađenje, masaže itd. Prednosti sportskih sjedala su:

- Postavljanje bržeg vremena kruga na stazi
- Smanjenje ukupne mase vozila
- Sprječavanje pomicanja prepona vozača
- Eliminacija potrebe da se tijelo ponovno namjesti na sjedalo
- Osiguravanje položaja tijela na mjestu

Nedostatci sportskih sjedala su:

- Leže jako nisko podlozi pa se smanjuje vidno polje vozača
- Ulazak i izlazak iz vozila može biti otežan
- Loša udobnost, pogotovo za duža putovanja
- Većina ih ima minimalno punjenje spužvom
- Neudobna za vožnju cestama s pukotinama

Ugrađivanje sportskih sjedala može uštediti i do 45 kilograma na masi vozila, ako su prethodna sjedala bila na električno podešavanje koja mogu imati masu i do 50 kilograma. Međutim za očekivati je da prosječna sjedala teže od 25 do 30 kilograma, a prosječna

sportska sjedala od 15 do 20 kilograma, stoga ako će to biti jedina preinaka na vozilu, ona neće imati utjecaja na eksploatacijske vrijednosti vozila. Ako se uz zamjenu sjedala još izbace svi dijelovi iz unutarnje karoserije koji dodaju na masi vozila poput suvozačevog i stražnjeg sjedala, tapeta, konzole, klima uređaja i tako dalje, onda će to imati utjecaja na eksploatacijske značajke vozila.

Kada je 2012. godine *Mercedes-Benz* pustio u prodaju svoj limitirani model *AMG C63 Black Series* kao besplatnu opciju svojim kupcima je ponudio da biraju hoće li kupiti vozilo sa ili bez stražnjih sjedala, čime su htjeli dokazati kako je to automobil kojemu je cilj imati što bolje eksploatacijske značajke [15].



*Slika 16. Mercedes-Benz AMG C63 Black Series s opcijom bez stražnje klupe*

Izvor:[15]

Sigurnosni pojasevi ne bi smjeli podlijegati nikakvim tehničkim preinakama osim onim gdje dolazi samo do promjene boje pojasa. Ono se uglavnom izmjenjuje kako bi odgovarali detaljima iz unutrašnjosti vozila. Totalno izbacivanje sigurnosnih pojaseva dovodi do katastrofalnih posljedica prilikom malih i velikih brzina.

U Hrvatskoj je u automobilima 2011. poginulo 215 osoba, a od toga 88, ili 41 posto nije koristilo sigurnosni pojas. To je alarmantno zna li se da je vezanje pojasa obavezno po Zakonu o sigurnosti cestovnog prometa, i to na svim sjedalima na kojima su pojasevi ugrađeni. S obzirom na zakonsku obvezu i kaznu od 500 kuna, te da se veći dio putnika ipak

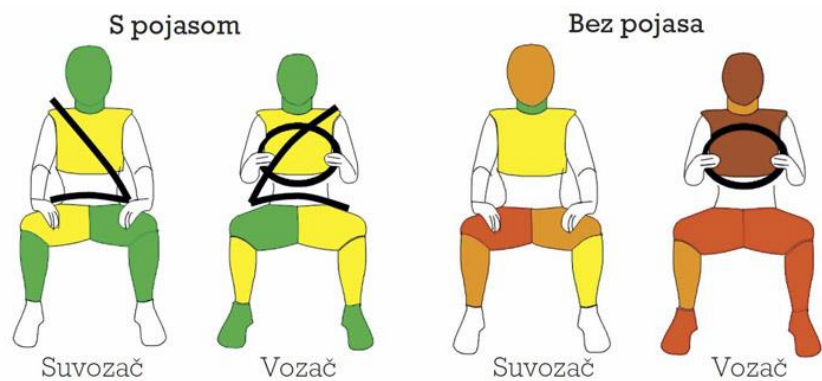
pridržava te mjere, visoki broj poginulih u vožnji bez pojasa govori samo o jednome – da je mnogo rizičnije voziti se ako vozači nisu vezani pojasom [16].

Rezultat jednostavnog testa vidljiv je i na slici 15, dvije lutke koje nisu bile vezane sigurnosnim pojasevima letjele su i na kraju ostale zaglavljene. U HAK-u ističu kako se nakon udara tijela počinju kretati, prvo koljena udaraju plastičnu armaturu ispod instrumentalne ploče, potom glava lutke udara u strop i vjetrobransko staklo. Prsa probijaju zračni jastuk i udaraju u upravljač. Dok se putnik na prednjem sjedalu zaustavlja na zračnom jastuku, vozač sa zračnog jastuka klizi na prozor. U sljedećoj fazi i putnik probija zračni jastuk te udara u plastičnu armaturu. Na kraju, obje lutke vraćaju se unatrag udarajući jedna drugu u glavu [16].

#### REZULTATI TESTIRANJA

Rizici ozljeđivanja

	vrlo mali
	mali
	srednji
	veliki
	vrlo veliki



Slika 17. Rizici ozljeđivanja

Izvor:[16]

### 4.3. TEHNIČKE PREINAKE – ODBOJNICI

Odbojници su dio konstrukcije vozila koji su pričvršćeni na prednji ili zadnji kraj motornog vozila. Integrirani su kako bi apsorbirali energiju u manjem sudaru i minimizirali troškove popravka. Prvi odbojници koji su se pojavili na motornim vozilima su bili od metala, dok se danas uglavnom koriste plastične mase odnosno umjetni materijali.

Razlozi zbog kojih se plastične mase koriste u izradi odbojnika su:

- Manja specifična težina i zbog toga znatna ušteda na težini
- Otpornost na koroziju
- Velika sloboda oblikovanja

- Neosjetljivost na udarce
- Izrada dijelova bez naknadne obrade
- Nastale štete, uz odgovarajuće znanje, mogu se popraviti uz male troškove [12]

Uklanjanje branika u suvremeno doba postaje sve popularnije kako bi se naglasio neki dio motornog vozila. Uglavnom se to odnosi na stražnji branik gdje se zbog ugradnje velikog spojlera ili krila, ugradnje ispuha od titanijima, on uklanja kako bi se naglasio izgled tih dvaju elemenata kao na slici 16.



*Slika 18. Lamborghin Huracán s uklonjenim stražnjim odbojnikom*

Izvor:[17]

Takav način uklanjanja može biti jako opasan jer onda stražnji dio motornog vozila nema nikakvu zaštitu prilikom naleta stražnjeg vozila na prednje. Također nema glavnog dijela karoserije koji bi apsorbirao novonastalu silu prilikom sudara vozila. Sa strane eksploatacije vozila uklanjanje ima pozitivan utjecaj na način da se smanjila ukupna masa vozila i da su ispuh i dijelovi motora uvijek na atmosferskom zraku te tako postoji manja opasnost od pregrijavanja.

Nadogradnja odbojnika je još jedan od načina preinake odbojnika. Ono se izvodi postavljanjem rešetki, metalnih šipki te raznim pojačivačima prednjih i stražnjih odbojnika. Ono možda ima pozitivan utjecaj na motorno vozilo prilikom udara u neki objekt na cesti te

zaštiti od ogrebotina, malih udara itd., no ako se takvo nadograđeno vozilo sudari s drugim vozilom, može izazvati velike posljedice na drugom vozilu. Upravo iz tog razloga se ne preporuča jačanje tvorničkih odbojnika. Potrebno je naglasiti da cijevni zaštitni luk ili „*bull-bar*“ služi za zaštitu od sudara sa životinjama ili drveta, no on kao takav nije potreban na gradskim i prigradskim ulicama, te kako je već navedeno, može nanijeti teže ozljede ostalim sudionicima u prometu. Pješak obično preživi sudar s vozilom koje putuje brzinom od ili ispod 60 km/h. Međutim, ako je automobil opremljen cijevnim zaštitnim lukom, brzina kojom će pješak preživjeti je samo 30 km/h. Drugim riječima, postavljenjem ograde u vozilo, faktor preživljavanja pješaka smanjuje se za 50 posto[18]. Slika 17 pokazuje prikaz gdje se na motornom vozilu *Jeep Rubicon* naknadno ugradio *Bull bar* na prednji branik kako bi povećao svoju sigurnost i smanjio rizik od većih oštećenja na prednjem dijelu vozila.



Slika 19. Naknadno ugrađen Bull bar na motorno vozilo

Izvor:[24]

## 5. MANIPULACIJE PROGRAMA RADA MOTORA U SVRHU MIJENJANJA EKSPLOATACIJSKIH ZNAČAJKI VOZILA

Manipulacija programa rada motora nastala je odmah nakon što su elektronika, odnosno računala i čipovi postali sastavni dio motornog vozila. Povećanje snage motora pomoću ugradnje čipa u novije vrijeme postaje jedan od glavnih tehničkih preinaka na vozilima. Takav zahtjev na automobilu je mnogo jednostavniji i lakše izvediv od drugih kompliciranih preinaka na motoru i ispušnom sustavu pomoću kojih se prije povećavala snaga motora. U novije doba manipulacija programa rada motora je uvelike napredovala, te je rijetko kojem automobilu novije izvedbe potrebno ugraditi novi čip. Naime, sve što treba jest spojiti računalo automobila na osobno računalo, ubaciti novi upravljački sustav i način rada motora automobila biti će promijenjen. Promjena softvera se kod većine vozila radi preko dijagnostičkog priključka *OBD*, a na vozilima koji nemaju taj priključak potrebno je izvaditi računalo motora i softver ubaciti izravnim spajanjem na ploču. U praksi se softverskim putem snaga motora može povećati 20, 30 pa sve do maksimalnih 50 posto. Postoje tri razine manipulacija rada motora, prva je sportska mapa za svakodnevnu upotrebu, druga ima za cilj maksimalno izvlačenje snage uz promjenu nekih mehaničkih komponenti poput kočnica, hlađenja, pneumatika itd., i treća koja se koristi samo za trkače automobile.

Čipiranjem motora mijenjaju se karakteristike upravljačkih jedinica te motor u određenim režimima rada dobiva drugačije mješavine zraka i goriva. Posebnu efikasnost imaju motori s turbopunjačem kod kojeg se dobivaju najbolji rezultati. U teoriji, snagu motora je moguće povećati i dvostruko, ali to nije preporučljivo jer postoji rizik od težih kvarova na motornom vozilu. Stoga se, vlasnici uglavnom odlučuju za povećanje snage od 10 do 30 posto. Osim što se može povećati snaga motora, „*chiptuningom*“ se može smanjiti i potrošnja goriva. Takav način regulacije programa rada naziva se „*ECO tuning*“.

### 5.1. MANIPULACIJA RADA MOTORA U NOVIJE DOBA

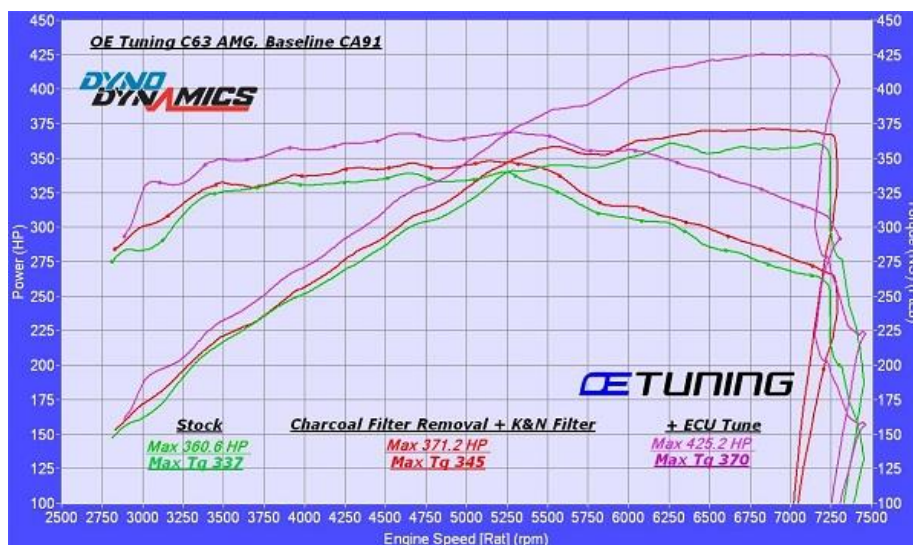
Popularnost ovakvog mijenjanja eksploatacijskih značajki vozila u novije doba je sve veće, ponajviše zbog svoje niske cijene i lakoće ugradnje. Koliko je to štetno za sami motor

odlučuje agresivnost novog softvera, naime ako je softver previše agresivan, ono donosi više štete nego koristi. Prenaglo razvijanje momenta dovodi do povećanog trošenja pneumatika i spojke, a vožnju čini puno neugodnijom. Također je potrebno naglasiti da se manipulacijom programa rada motora često snaga toliko poveća da se mijenja i kategorija osiguranja kojoj je vozilo pripadalo, te je tada potrebno izmjeriti novu snagu i upisati je u prometnu dozvolu vozila.

Promjena programa rada motora u svrhu manipulacije eksploatacijskih značajki vozila skraćuje i vijek trajanja drugih komponenti automobila. Zbog većeg naprezanja brže se troši spojka, mjenjač je više opterećen, brže se troše homokinetički pogonski zglobovi. Nerijetko dolazi i do kvara filtera čestica ili njegovog češćeg začepljivanja jer motor s novim ugrađenim softverom (posebice dizelski) nerijetko proizvodi više čađe. Pati i katalizator, drugi dijelovi ispuha (zbog povećane temperature). Na loše napravljen „chiptuning“ posebno su osjetljive skupe i sofisticiranebrizgaljke goriva, a prije će se pokvariti i turbopunjač. Također motor je i više osjetljiv na lošiju kvalitetu goriva. [19] Bitno je naglasiti da svako manipuliranje programa rada motora poništava tvorničko jamstvo vozila.

## 5.2. PRIMJERI MANIPULCIJE RADA MOTORA

Na prvom primjeruMercedesa C63 AMG (slika 18.) iz 2011. godine sa nešto više od 3200 kilometara na satu vidi se velika razlika između vozila na tvorničkim postavkama (zelene linije) i istog tog vozila sa manipuliranim programom rada motora (ljubičaste linije).



Slika 20. Tvorničke postavke (zeleno) i novi softver (ljubičasto)



Izvor:[20]

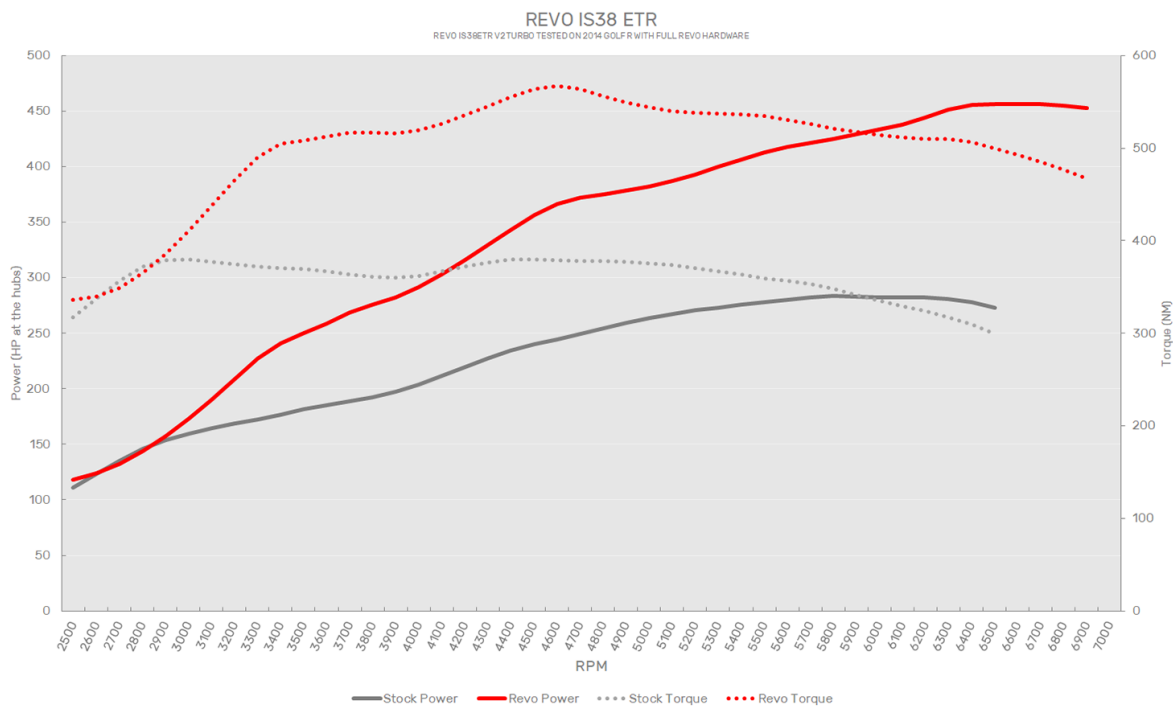
Naime, stavljanjem vozila na dinamometar dobivaju se rezultati. U prvom slučaju vozilo je imalo 360.6 konjskih snaga, dok mu je maksimalni okretni moment bio 337 Nm. U drugom slučaju vozilo ima 425.2 konjskih snaga, što je za 64.6 konjske snage više od tvorničkih postavki, također maksimalni okretni moment se povećalo za 33 i on sada iznosi 370 Nm. Vozilo je četvrtinu milje sa tvorničkim postavkama u najboljem slučaju moglo proći za 11.6 sekundi, dok je vozilo nakon „chiptuninga“ taj isti put u najboljem slučaju prošlo za 11.15 sekundi. Takvo smanjenje vremena pokazuje da se samo sa manipulacijom programa rada motora, bez mehaničkih promjena, može uvelike promijeniti njegova eksploatacijska svojstva.

Na drugom primjeru, vozilo *Volkswagen Golf VII R 2.0. TSI* iz 2014. godine bez mape na dinamometru pokazuje sljedeće brojke:

- 283 konjske snage
- 379 njutn metara

Isto vozilo s ugrađenom mapom *REVI IS38ETR*, odnosno punim *REVO* performansama i verzijom 1 i verzijom 2 turbo, pokazuje sljedeće brojke:

- 457 konjskih snaga (+174, odnosno povećanje za 38 posto)
- 563 njutn metara (+184, odnosno povećanje za 33 posto)



Slika 21. Dijagram tvorničkih postavki i REVO postavki

Izvor:[21]

Dijagram sa slike 19. prikazuje tu razliku, gdje puna i isprekidana siva linija prikazuju podatke za vozilo na tvorničkim postavkama, a puna i isprekidana crvena linija podatke za vozilo sa ugrađenom *REVO IS38ETR* mapom.

Ispitivanje performansi vozila provela je automobilska industrija *REVO* na privatnoj stazi u Velikoj Britaniji na istom vozilu sa *REVO Rv019* kotačima, cestovnim pneumaticima *Nankang*, isključenim sustavom protiv prosklizavanja pogonskih kotača, koristeći *ShellvPower* s 99 oktana gorivo. Prosječna vremena su uzeta iz pet uzastopnih vožnji.

Tablica 1. Vremena ubrzanja

Softver motora	0-100 km/h	0-160 km/h	50-210 km/h	160-320 km/h
Tvorničke postavke	4.90 s	12.30 s	-	-
<i>REVO stage 1</i>	3.71 s	9.05 s	-	-
<i>REVO IS38ETR 2</i>	3.11 s	7.10 s	11.16 s	7.82 s

Izvor:[21]

Podatci iz Tablice 1. prikazuju vremena mjerenja za *Golf 7 R* sa tri različita softvera. Naime, vozilo sa tvorničkim softverom i 283 konjske snage te 379 njutn metara sa mjesta do 100 kilometara na sat postiže za 4.9 sekundi, dok isto vozilo, sa ugrađenim *REVO IS38ETR v2* softverom, do 100 kilometara na sat dolazi za 3.11 sekundi, što je za 1.79 sekundi brže od prve verzije vozila.

Kako bi se u potpunosti smanji rizik od preopterećenja motora i mogućih kvarova na motornom vozilu, automobilska industrija *REVO* pri prodaji svog softvera *IS38ETR*, prilaže preporuku drugih elemenata na vozilu koju bi vlasnik trebao zamijeniti odnosno poboljšati.

Dijelovi koji bi se trebali ugraditi u vozilo su [21]:

- *REVO* hladnjak stlačenog zraka
- *REVO* ulazni ventil od karbonskih vlakana
- Nadogradnja cjevovoda za hladnjak
- Nadogradnja kvačila za manualna vozila
- Ispušni sustav s velikim protokom zraka
- Nadograđeni ovjes

- Nadograđeni kočioni sustav
- *REVO* nosači motora

Ispitano vozilo sa svojim tvorničkim karakteristikama programa rada motora može postići maksimalnu brzinu od 253 km/h, dok je istom vozilu sa ugrađenim *REVO IS38ETR* softverom maksimalna brzina 330 km/h. Svi ti podaci pokazuju koliko eksploatacijske značajke vozila mogu napredovati uz pomoć novog softvera.

Još jedna od velikih prednosti ugradnje novog softvera u svrhu manipulacije programa rada motora je u tome što se na vrlo jednostavan način ono može vratiti na tvorničke postavke. Sve što treba napraviti je pomoću *OBD* priključka (slika 20.), vratiti tvornički softver.



Slika 22. *OBD* priključak

Izvor:[22]

## 6. USPOREDNA ANALIZA MOTORNIH VOZILA SA I BEZ TEHNIČKIH PREINAKA

Sa sve većom potražnjom za tehničkim preinakama na motornim vozilima, nije rijedak primjer da vozilo sa svojim tvorničkim postavkama nikad ne bude na cesti, nego samim izlaskom iz salona ide u mehaničku radnju kako bi se izmijenile postavke vozila. Iako su takvi slučajevi u malim količinama, njihov primjer sijedi sve veći broj vlasnika motornih vozila.

Kako bi se prikazale jasne razlike između vozila sa svim tvorničkim postavkama i motornog vozila sa mnogim tehničkim preinakama, za usporedbu su uzeta dva vozila istih početnih karakteristika i specifikacija.

### a) *Toyota Supra A90 3,0 litarski motor*

Za potrebe analize motornih vozila sa i bez tehničkih preinaka izabrano je motorno vozilo *Toyota Supra A90* sa 3,0 litarski motorom iz 2020. godine. *Toyota Supra* potječe iz Japana te su još prijašnje generacije takvog modela bili dio japanske kulture modifikacije vozila, stoga ne čudi kako je i generacija iz 2020-e godine podlegla raznim tehničkim preinakama.



Slika 23. *Toyota Supra*

Izvor:[24]

Točnije primjer ove analize biti će *Supra „LaunchEdition“* koja u svojih 1500 primjeraka iz tvornice dolazi sa 3,0 litarski redni, šesterocilindričnim motorom sa 304 konjske snage, 358

Nm po kotaču i 8-stupnjim mjenjačem, također opremljen je turbopunjačem s dvostrukim kolom, direktnim ubrizgavanjem goriva i promjenjivim radom ventila.

#### **b) Modificirana Toyota Supra A903,0 litarski motor**

Za potrebe usporedbe izabrano je vozilo *Toyota Supra MKV A90* iz 2020. godine. (slika 22.), no izabrano vozilo ima čitav niz preinaka poput:

- Uklonjen ograničavač brzine
- *ThePandem* aerodinamični dodatci za karoseriju vozila
- *SKOL SK3* 20-inčni kovani kotači
- Mat ljubičasta *3M* samoljepljiva folija
- *AccuAirAirrdeair* ovjes kontroliran upravljačem
- *Fi-Exhaust* sportski ispušni sustav
- *VF Engineering ECU* softver

Sve nabrojane tehničke preinake vozila na takvom automobilu dovode do znatnih poboljšanja vozila u smislu eksploatacijskih značajki, no potrebno je napomenuti kako takvo motorno vozilo nakon toliko modifikacija nije legalno korištenje na javnim cestama u većini zemalja na svijetu. Spomenuto vozilo se može koristiti jedino kao izložbeni primjerak ili na trkaćim stazama.



Slika 24. Modificirana Toyota Supra

Izvor:[23]

Takvo vozilo sa svojim 3,0 litarskim rednim motorom i ugrađenim *ECU* softverom na dijagnostikom uređaju pokazuje podatke od 390 konjskih snaga po kotaču u prosjeku te 441 Nm po kotaču u prosjeku. Uspoređujući taj model i osnovni model vozila, ono je za 60 konjskih snaga i 83 Nm po kotaču.

Povećanjem snage motora, širine vozila i veličine kotača, te ugrađivanjem podesivog ovjesa, promatrano motorno vozilo naspram vozila sa tvorničkim specifikacijama će imati bitne razlike u dizajnu i u eksploatacijskim značajkama. Naime, vozilo je ugradnjom aerodinamičnih dodataka prošireno za 70 milimetara s prednje strane i za 110 milimetara sa stražnje strane, također vozilo sada ima veliki stražnji spojler te veće kotače.

Tablica 2. Usporedba motornog vozila Toyota Supra

	<i>Toyota Supra</i>	<i>Toyota Supra</i> (modificirana)
Motor	3,0 litarski, redni	3,0 litarski, redni
Max. Snaga, KS	304	390
Okretni moment (Nm)	358	441
Širina prednjeg dijela	1854 mm	1924 mm
Širina stražnjeg dijela	1854	1924
Veličina kotača	19-inčni	20-inčni
Vrijeme od 0-100 km/h	3.8	3.9 s
Prosječna potrošnja goriva (litara na 100 km)	7.5	10.1

Izvor:[23]

Povećanjem snage motora, širine vozila i veličine kotača, te ugrađivanjem podesivog ovjesa, promatrano motorno vozilo naspram vozila sa tvorničkim specifikacijama će imati bitne razlike u dizajnu i u eksploatacijskim značajkama. Naime, vozilo je ugradnjom aerodinamičnih dodataka prošireno za 70 milimetara s prednje strane i za 110 milimetara sa stražnje strane, također vozilo sada ima veliki stražnji spojler te veće kotače. Iz tablice 2. se uočava da vozilo s povećanjem snage motora za 0.1 sekundu sporije u ubrzanju do 100 km/h

od osnovnog modela. Razlog tome je višeznačan, no glavni uzroci su da sada vozilo ne može kontrolirati svu snagu jer vozilo nije tako inženjerski konstruirano, također razlog sporijem ubrzanju je i veliki stražnji spojler koji je na motorno vozilo ugrađeno ponajviše radi izgleda samog vozila. Ugradnjom novog softvera u računalo motornog vozila maksimalna snaga je povećana za 86 konjskih snaga (slika 23.), a kao posljedica tog postupka potrošnja goriva se povećala u prosjeku za 2.6 litara na 100 km pri vožnji na otvorenoj cesti (tablica 2.).



Slika 25. Dijagram povećane maksimalne snage motora

Izvor:[23]

## 7. ZAKLJUČAK

Razvoj automobilske industrije i cestovnih sredstava direktno je povezan sa razvojem i utjecajem tehničkih preinaka na motornim vozilima, pa se iz tih razloga na gradskim i prigradskim cestama sve više viđaju motorna vozila sa raznim oblicima modifikacija. Također, na prostorima Republike Hrvatske su sve češći takvi primjeri. Posljednjih godina na scenu dolaze sve strože norme i zabrane, stoga je korisnicima sve teže napraviti neke tehničke preinake na vozilu. Razvojem tehnologije automobilska industrija još uvijek uspijeva držati korak s strogim normama i različitim proizvodima udovoljava zahtjevima korisnika.

Kako bi se ugrađeni dijelovi u motorna vozila mogli na siguran i ekološki način kretati cestama bitno je da njihovo ispitivanje uz svu potrebnu dokumentaciju provede licencirana stanica za tehnički pregled. Također bitno je da svi novo ugrađeni dijelovi budu atestirani prema propisanim uredbama kako bi vozač bio siguran da mu ugrađena preinaka donosi poboljšanje, a ne nedostatak.

Prema navedenom vidljivo je da je sam proces preinake vozila vrlo zahtjevan i složen, te da sve postupke i tehničke preinake koje se izvode na motornom vozilu treba prepustiti licenciranim stručnjacima kako bi se izbjegle posljedice za vozilo, putnike i ostale sudionike u prometu. Neke od tehničkih preinaka izgledaju vrlo jednostavno te vlasnik potencira da ugradnju obavi sam, no kako je i navedeno može dovesti do više rizika za vozilo i sudionike nego koristi.

Na žalost još uvijek ima puno pitanja i nesuglasica oko ugradnje pojedinih elemenata u cestovna vozila, te tako dolazi to zbunjivanja vlasnika i korisnika vozila. Razni zakoni i pravilnici se mogu krivo protumačiti te tada korisnik radi preinake na svom vozilu koja zapravo stvaraju povećanje rizika u smislu nastanka prometnih nesreća.

Tehničke preinake motornih vozila mogu dovesti do značajnih povećanja performansi i samog izgleda vozila, također postoje primjeri gdje se tehničkim preinakama povećava sigurnost vozila, no potrebno je naglasiti da preinake treba shvatiti ozbiljno i pripremiti se potrebnim znanjem za pojedini dio vozila koji se želi modificirati.



Potreban je angažman vodećih automobilskih industrija zajedno sa manjim inženjerskim tvornicama koji se bave proučavanjem, dizajnom, konstrukcijom i izradom dijelova za promjenu eksploatacijskih svojstava i raznim preinakama dijelova motornih vozila, kako bi korisniku bilo jasno što on svojim preinakama na automobilu utječe. Također, potrebna je bolja edukacija vozača kako bi on razumio moguće opasnosti od povećanja snage motora, ugradnje aerodinamičnih dijelova poput spojlera, ugradnje većih kotača i širih pneumatika itd.

# LITERATURA

- [1] Cerovac, V. (2001): Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb
- [2] Zovak, G., Šarić. Ž. (2017): CPS prezentacije, nastavni materijal, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb
- [3] <https://tro-nik.com/product/carbon-ceramic-brakes-set-for-mercedes-gelendwagen-63-2019/> , pristupljeno: 26.08.2020.
- [4]<https://www.expresswaytoyota.com/winter-tires-vs-all-season-tires-which-should-i-have-on-my-vehicle/> , pristupljeno: 26.08.2020.
- [5]<https://www.media.volvocars.com/global/en-gb/media/pressreleases/136653/new-scalable-product-architecture-enables-volvo-car-group-to-move-faster-towards-a-crash-free-future> , pristupljeno 26.08.2020.
- [6] <https://www.hak.hr/sigurnost-u-prometu/prometna-preventiva/koristenje-sigurnosnog-pojasa-spasava-zivote/> , pristupljeno: 06.04.2020.
- [7] <https://www.bmwblog.com/2016/06/13/michelin-pilot-sport-cup-2-first-impressions/> , pristupljeno: 06.04.2020.
- [8] <https://www.adamsjeepofmaryland.com/adams-extreme.html> , pristupljeno: 14.04.2020.
- [9] <https://www.racingjunk.com/Other/184026301/2017-Toyota-Corolla-iM-Formula-Drift-Car.html> , pristupljeno: 14.04.2020.
- [10] <https://fiat-mrksa.hr/proizvod/branik-peugeot-307-prednji/> , pristupljeno: 29.04.2020.
- [11] <https://ams.hr/aerodinamika-supersportskih-automobila/> , pristupljeno: 29.04.2020.
- [12] Bohner. M., Ficher. R., Gscheidle. R., Keil. W., Leyer. S., Saier. W., Schlogl. B., Schmidt, H., Siegmayer. P., Wimmer. A., Zwickel. H. (2006):Tehnika motornih vozila, Preveo sa njemačkog jezika Goran Popović, Pučko otvoreno učilište Zagreb, Zagreb

- [13] <https://www.la.mercedes-benz.com/en/passengercars/mercedes-benz-cars/models/x-class/x-class-pickup/explore/pickup/robustness.html> , pristupljeno: 06.05.2020.
- [14] <https://ourautoexpert.com/we-drive-the-hennessey-velociraptor-6x6/> , pristupljeno: 06.05.2020.
- [15] <https://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/ko/The-new-Mercedes-Benz-C-63-AMG-Coup-Black-Series-The-most-powerful-C-Class-of-all-time.xhtml?oid=9694288> , pristupljeno: 06.05.2020.
- [16] <https://www.hak.hr/vijest/261/crash-test-voznja-bez-sigurnosnog-pojasa-2012> , pristupljeno: 06.05.2020.
- [17] <https://drivingenthusiast.com.au/2018/07/tr3-performance-creates-mental-lamborghini-huracan-twin-turbo/> , pristupljeno: 10.06.2020.
- [18] <https://www.vicroads.vic.gov.au/safety-and-road-rules/vehicle-safety/bullbars> , pristupljeno: 01.07.2020.
- [19] <https://www.oryx-asistencija.hr/savjeti-za-vozace/savjeti/chip-tuning-automobil-12008> , pristupljeno: 01.07.2020.
- [20] <http://oetuning.com/blog/tag/c63-amg-dyno/> , pristupljeno: 15.07.2020.
- [21] <https://www.onlyrevo.com/product-details/software/volkswagen/golf-vii/181/stage-3> , pristupljeno: 15.07.2020.
- [22] <https://www.ebay.com/itm/OBD-Diagnostic-Port-Plug-Pigtail-Wiring-VW-93-99-Jetta-Golf-GTI-Cabrio-MK3-/312360569031> , pristupljeno: 15.07.2020.
- [23] <https://vfengineering.com/products/toyota-supra-ecu-tuning-software> , pristupljeno: 25.07.2020.
- [24] [https://medium.com/@4wheeler\\_jimny/bull-bar-the-purpose-and-its-kind-2ff281f0438b](https://medium.com/@4wheeler_jimny/bull-bar-the-purpose-and-its-kind-2ff281f0438b) , pristupljeno 26.08.2020.
- [25] <https://www.cvh.hr/ispitivanje/dokumentacija/> , pristupljeno: 26.08.2020.
- [26] <https://www.cvh.hr/homologacija/> , pristupljeno: 26.08.2020.
- [27] <https://www.optikwerks.com/VWBodyKits/index.html> , pristupljeno: 28.08.2020.

[28] <https://deltastyling.com/buy/honda-accord-type-r-spoiler/> , pristupljeno: 28.08.2020.

## POPIS SLIKA

Slika 1. Mercedes G klasa - karbon keramičke disk kočnice.....	5
Slika 2. Ljetni pneumatik (lijevo) i zimski pneumatik (desno) .....	7
Slika 3. Prikaz različitih materijala karoserije Volvo automobila.....	11
Slika 4. Simulacija kretanja tijela vozača pri frontalnom sudaru.....	12
Slika 5. Peugeot 307 - prednji odbojnik.....	13
Slika 6. Pneumatik 275/35 R19 na vozilu BMW M4 GTS.....	15
Slika 7. Jeep Wrangler s ugrađenim MUD terrain pneumaticima .....	16
Slika 8. Prerađena Toyota Corolla sa pneumaticima za prosklizavanje .....	16
Slika 9. Nezakonito ugrađeni pneumatici i kotači .....	18
Slika 10. Xenon svjetla (lijevo) i LED svjetla (desno).....	18
Slika 11. Strujanje zraka kroz karoseriju.....	20
Slika 12. McLaren Senna.....	21
Slika 13. Naknadno ugrađen spojler na prtljažnik vozila.....	22
Slika 14. Nosivi okvir .....	24
Slika 15. Ford VelociRaptor 6x6.....	25
Slika 16. Mercedes-Benz AMG C63 Black Series s opcijom bez stražnje klupe.....	27
Slika 17. Rizici ozljeđivanja .....	28
Slika 18. Lamborghini Huracan s uklonjenim stražnjim odbojnikom .....	29
Slika 19. Naknadno ugrađen Bull bar na motorno vozilo.....	30
Slika 20. Tvorničke postavke (zeleno) i novi softver (ljubičasto).....	32
Slika 21. Dijagram tvorničkih postavki i REVO postavki .....	33
Slika 22. OBD priključak.....	35
Slika 23. Toyota Supra .....	36
Slika 24. Modificirana Toyota Supra.....	37
Slika 25. Dijagram povećane maksimalne snage motora .....	39

## POPIS TABLICA

Tablica 1. Vremena ubrzanja .....	34
Tablica 2. Usporedba motornog vozila Toyota Supra .....	38



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
10000 Zagreb  
Vukelićeva 4

### IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj \_\_\_\_\_ završni rad  
isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na  
objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.  
Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz  
necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.  
Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj  
visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.  
Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu \_\_\_\_\_ završnog rada  
pod naslovom **UTJECAJ TEHNIČKIH PREINAKA VOZILA**  
**NA SIGURNOST CESTOVNOG PROMETA**  
na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom  
repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

U Zagrebu, 4.9.2020 \_\_\_\_\_

Student/ica:

KARLO TOMIĆ

(potpis)