Analiza utjecaja aktivnih elemenata sigurnosti vozila na sigurnost cestovnog prometa

Štrbo, Nino

Undergraduate thesis / Završni rad

2015

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:119:830256

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Nino Štrbo

ANALIZA UTJECAJA AKTIVNIH ELEMENATA SIGURNOSTI VOZILA NA SIGURNOST CESTOVNOG PROMETA

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2015.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

ANALIZA UTJECAJA AKTIVNIH ELEMENATA SIGURNOSTI VOZILA NA SIGURNOST CESTOVNOG PROMETA

ANALYSIS OF THE IMPACT OF ACTIVE VEHICLE SAFETY ELEMETS ON ROAD TRAFFIC SAFETY

Mentor: izv. prof. dr. sc. Grgo Luburić
Student: Nino Štrbo, 0231028548

Zagreb, rujan 2015.

ANALIZA UTJECAJA AKTIVNIH ELEMENATA SIGURNOSTI VOZILA NA SIGURNOST CESTOVNOG PROMETA

SAŽETAK

Ubrzani razvoj cjelokupnog prometnog sustava, a posebno cestovne grane prometa kao važnog elementa tog sustava, rezultirao je velikim brojem prometnih nezgoda, te samim time nedostatnom razinom sigurnosti prometa. Čovjek, vozilo i cesta temeljni su čimbenici koji utječu na sigurnost cestovnog prometa i samo njihovim zajedničkim sagledavanjem, analiziranjem i unapređenjem možemo doprinijeti sigurnijem odvijanju prometa. Stoga su unutar ovog završnog rada prikazani svi ti čimbenici sigurnosti, a posebno je težište stavljeno na prikaz vozila kao čimbenika sigurnosti, uz detaljan prikaz aktivnih elemenata sigurnosti vozila. Aktivna sigurnost s aspekta vozila obuhvaća primjenu takvih konstruktivnih mjera i tehničkih rješenja vozila čiji je zadatak i cilj sprečavanje mogućnosti nastanka prometne nezgode.

KLJUČNE RIJEČI: sigurnost cestovnog prometa; prometna nezgoda; čimbenici sigurnosti; vozilo kao čimbenik sigurnosti; aktivni elementi sigurnosti vozila

---

SUMMARY

The rapid development of the entire transport system has resulted in a large number of traffic accidents, and thus insufficient level of safety. The man, vehicles and road are fundamental factors that affect the safety of road transport. In this thesis presented all these factors of safety, and placed particular emphasis on the display of vehicles as factor of safety, along with a detailed overview of the active vehicle safety elemets. Active safety from the point of vehicles includes the application of such constructive measures and technical solutions on the vehicle whose task and aim to prevente possibility of a traffic accident.

KEYWORDS: road traffic safety; traffic accident; safety factor; vehicle as a safety factor; active vehicle safety elements

SADRŽAJ

1. Uvod 1
2. Čimbenici sigurnosti prometa 3
2.1. Čovjek kao čimbenik sigurnosti prometa 6
2.1.1. Osobne značajke vozača 7
2.1.2. Psihofizička svojstva 7
2.1.3. Obrazovanje i kultura 9
2.1.4. Stanja čovjeka koja utječu na sigurnost cestovnog prometa 9
2.1.5. Čovjek i vozilo 11
2.2. Cesta kao čimbenik sigurnosti prometa 12
2.3. Dopunski čimbenik sigurnosti prometa 16
3. Vozilo kao čimbenik sigurnosti prometa 19
4. Aktivni elementi sigurnosti vozila 22
4.1. Kočni sustav 22
4.1.1. Kočni mehanizam 22
4.1.1.1 Bubanj kočnice 23
4.1.1.2. Disk kočnice 23
4.2. Pneumatici 25
4.3. Upravljački mehanizam 28
4.4. Konstrukcija sjedala 30
4.5. Konstrukcija komandnih uređaja 31
4.5.1. Upravljač 31
4.5.2. Papučica spojke 33
4.5.3. Papučica gasa (akceleratora) 33
4.5.4. Papučica kočnice 33
4.5.5. Poluga mjenjača brzine 34
4.6. Usmjerivači zraka 34
5.Elementi koji omogućuju bolji prijem informacija iz vozila 35
5.1. Vjetrobrani i bočna stakla 35
5.2. Vozačka zrcala (retrovizori) 36
5.3. Uređaj za pranje i brisanje stakala 37
5.4. Svjetlosni i signalni uređaji 38
5.4.1. Svjetla na prednjoj strani vozila 38

5.4.2. Svjetla na stražnjoj strani vozila 39
6. Elementi vezani uz fiziološke i psihološke osobine čovjeka 41
6.1. Klimatizacija i provjetravanje unutrašnjosti vozila 41
6.2. Buka vozila 42
6.3. Vibracije vozila 44
7. Načini unapređenja aktivnih elemenata s ciljem povećanja sigurnosti cestovnog prometa 46
7.1. ABS – sustav protiv blokiranja kotača prilikom kočenja 46
7.2. BAS– elektronski pojačivač sile kočenja 47
7.3. ESP- elektronski program stabilnosti vozila 48
7.4. ASR– elektronski sustav protiv proklizavanja pogonskih kotača 48
7.5. BLIS – sustav za pregled mrtvog kuta 49
7.6. LDW– sustav upozorenja o nenamjernom izlasku iz prometne trake 49
7.7. ACC – sustav nadzora razmaka između vozila 50
8. Zaključak 51
Literatura 52
Popis slika 54
Popis grafikona 54
Popis tablica 55
Popis kratica 55

1. UVOD

Sigurnost cestovnog prometa u proteklih nekoliko desetljeća privlači sve više pažnje svih društvenih slojeva. Razlog tome je veliki broj prometnih nezgoda u kojima smrtno stradava, te biva ozlijeđen veliki broj ljudi, odnosno u kojima nastaje materijalna šteta, što donosi velike gubitke društvu u cjelini. Veličinu i značaj tog problema dokazuje i to što je Generalna skupština Ujedinjenih naroda razdoblje od 2011. do 2020. godine proglasila „desetljećem akcije cestovne sigurnosti“. Samim time se nameće potreba za angažiranjem svih bitnih čimbenika sigurnosti cestovnog prometa na podupiranju te akcije, te sinergijskim djelovanjem tih čimbenika na povećanje sigurnosti cestovnog prometa na predviđenu razinu.

Osnovni čimbenici koji utječu na broj prometnih nezgoda, a samim time i na sigurno odvijanje prometa su čovjek, cesta i vozilo. Kao jedan od preduvjeta smanjenja broja prometnih nezgoda, odnosno sigurnog odvijanja prometa je korištenje suvremenih, tehnički ispravnih vozila. Vozilo kao čimbenik sigurnosti možemo promatrati kroz njegove aktivne i pasivne elemente, što će biti posebno objašnjeno kroz ovaj završni rad.

Sama tema završnog rada je **Analiza utjecaja aktivnih elemenata sigurnosti vozila na sigurnost cestovnog prometa**, dok je cilj ovog završnog rada prikazati sve čimbenike koji utječu na sigurnost cestovnog prometa s detaljnom analizom aktivnih elemenata sigurnosti vozila, odnosno svih onih elemenata i tehničkih rješenja vozila čija je svrha smanjenje mogućnosti nastanka prometnih nezgoda.

Završni rad je izložen u sljedećih osam poglavlja:

1. **Uvod**
2. **Čimbenici sigurnosti prometa**
3. **Vozilo kao čimbenik sigurnosti prometa**
4. **Aktivni elementi sigurnosti vozila**
5. **Elementi koji omogućuju bolji prijem informacija iz vozila**
6. **Elementi vezani uz fiziološke i psihološke osobine čovjeka**
7. **Načini unapređenja aktivnih elemenata s ciljem povećanja sigurnosti prometa**
8. **Zaključak**

Unutar drugog poglavlja nabrojani su i opisani osnovni čimbenici sigurnosti prometa koji su već ranije spomenuti tj. čovjek i cesta, uz dodatak dopunskog čimbenika sigurnosti.

U trećem poglavlju završnog rada prikazano je vozilo kao čimbenik sigurnosti prometa kroz njegove pasivne i aktivne elemente.

U četvrtom poglavlju završnog rada detaljno su analizirani svi aktivni elementi sigurnosti vozila. Svaki aktivni element u ovom poglavlju posebno je objašnjen, prikazana je njegova uloga i zadaća, te utjecaj na sigurnost prometa.

Elementi koji omogućuju bolji prijem informacija iz vozila kao dio aktivnih elemenata sigurnosti vozila prikazani su u petom poglavlju.

Unutar šestog poglavlja analizirani su elementi koji utječu na čovjeka tijekom korištenja vozila kao što su mikroklima unutar vozila, buka i vibracije što također utječe na sigurnost prometa.

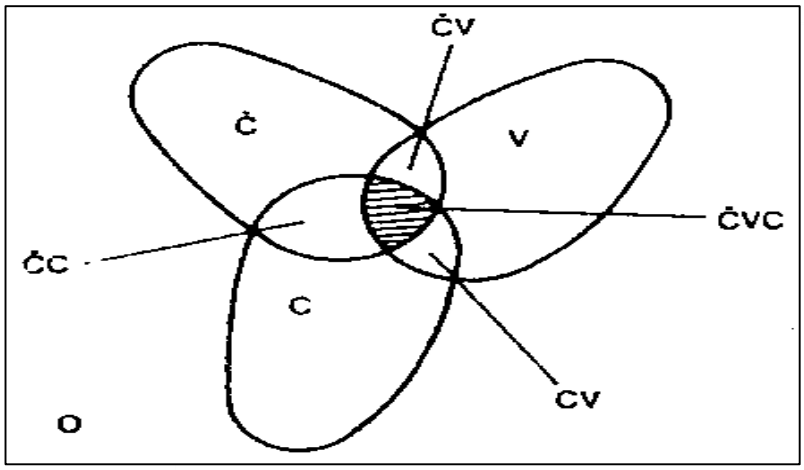
Načini unapređenja aktivnih elemenata s ciljem povećanja sigurnosti cestovnog prometa opisani su u sedmom poglavlju, a zatim su u završnom dijelu rada iznijeti zaključci dobiveni na temelju analize aktivnih elemenata sigurnosti vozila koji su detaljno analizirani u prijašnjim poglavljima.

Za izradu završnog rada korištena je stručna literatura, te relevantni podaci prikupljeni na internetu koji se bave problematikom sigurnosti cestovnog prometa.

2. ČIMBENICI SIGURNOSTI PROMETA

Uzevši u obzir činjenicu da u prometu na cestama sudjeluje veliki broj vozača koji se međusobno razlikuju prema brojnim osobnim značajkama, psihofizičkim svojstvima i stupnju obrazovanja, te veliki broj različitih vrsta vozila koja prometuju na raznovrsnim cestovnim površinama za vrijeme različitih atmosferskih prilika, možemo zaključiti da na sigurnost cestovnog prometa djeluje čitav niz čimbenika i okolnosti koje su međusobno višestruko povezane. Stoga je potrebno unutar tog mnoštva čimbenika koji utječu na sigurno odvijanje prometa istaći osnovne čimbenike sigurnosti.

Osnovni čimbenici sigurnosti prometa su, kao što je već spomenuto, **čovjek, vozilo i cesta** čije se međudjelovanje može predočiti sljedećim Vennovim dijagramom.



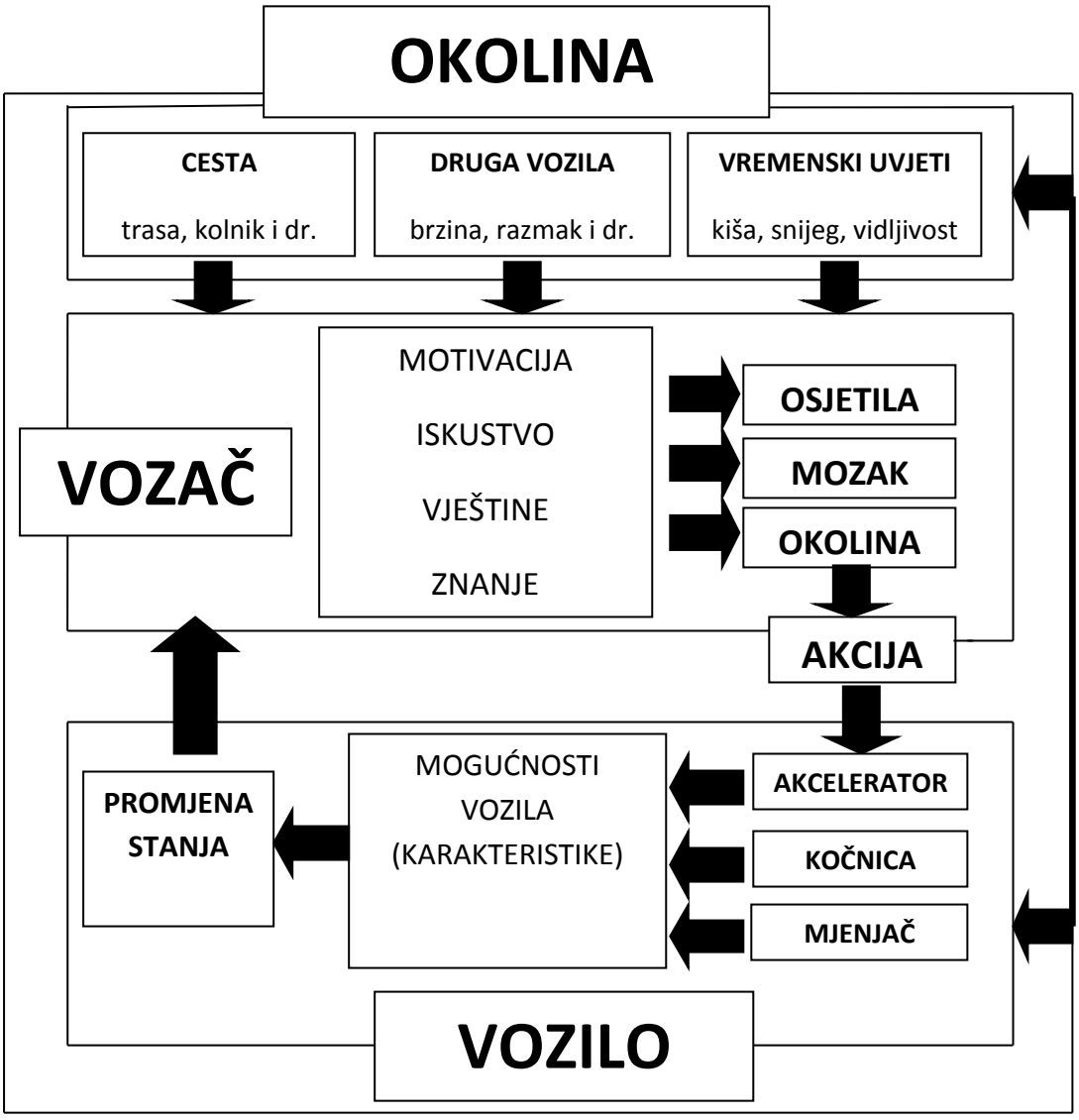
Grafikon 1. Vennov dijagram

Izvor: [1.]

Iz Vennovog dijagrama se može uočiti da u strukturi sustava cestovnog prometa postoji mehanički podsustav koji se sastoji od veze „vozilo-cesta“ i biomehanički podsustav koji se sastoji od veze „čovjek-cesta“ i „čovjek-vozilo“. Za sigurnost cestovnog prometa najznačajniji je prostor gdje se preklapaju svi podsustavi (ČVC).[1] To znači da samo sveukupno sagledavanje svih čimbenika sigurnosti prometa i djelovanje na njih može dati trajne rezultate i rješenja. Unapređenje jednog od elemenata tog sustava neće mnogo doprinijeti poboljšanju stanja sigurnosti, već se to postiže unapređenjem svih elementa prikazanog sustava.

[1] Cerovac, V.: *Tehnika i sigurnost prometa,* Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001., p. 23.

Čimbenike čovjek, vozilo i okolina (cesta) možemo promatrati u kibernetskom sustavu[2] (sadrži upravljački i upravljani dio, te ima određenu razinu organiziranosti) kroz sljedeće suodnose: funkciju upravljanja obavlja čovjek (vozač), objekt upravljanja je vozilo, a okolina u kojoj se preklapaju ovi čimbenici jest izvor obavijesti na osnovu kojih se definira stanje cijelog sustava (slika 2.1). Možemo uočiti postojanje dvostruke razmjene obavijesti između okoline i vozila, odnosno vozača i vozila, te jednostruke između okoline i vozača.[3]



Slika 2.1. Elementi kibernetskog sustava čovjek – vozilo – okolina

Izvor: [5.]

Tijekom kretanja vozač prima informacije od vozila i okolice. Primljene informacije vozač obrađuje, procjenjuje ih i donosi određeni zaključak. Po donesenom zaključku vozač

[2] Kibernetički sustav - skup elemenata međusobno povezanih vezama koji djeluju jedan na drugi. Kibernetički sustav može biti biološki, društveni, tehnički (bavi se problemom upravljanja, reguliranja i obrade informacija u tehničkim sustavima).

[3] Perotić, V.: *Prometna tehnika 1*, Škola za cestovni promet, Zagreb, 1994., p. 2-2.

počinje reagirati određenim komandnim uređajem vozila (zakretanjem upravljača, kočenjem ili dodavanjem snage motoru). Na taj način izravno utječe na vozilo, odnosno na njegov način kretanja. Novi način kretanja vozila daje nove informacije vozaču te se opisani ciklus ponavlja.[4] Uzrokom prometne nezgode može biti narušavanje međusobnih odnosa u prikazanom sustavu.

Nabrojani čimbenici sigurnosti (čovjek, vozilo i cesta) nisu jedini koji utječu na sigurno odvijanje prometa, te je potrebno izdvajanje još dva čimbenika (čimbenik promet na cesti i incidentni čimbenik), koje zajednički možemo nazvati **dopunskim čimbenikom sigurnosti**[5] cestovnog prometa.

Stoga možemo zaključiti da opasnost od nastanka prometnih nezgoda postaje funkcija pet čimbenika koji čine sustav, a to su:

- **čovjek**
- **vozilo**
- **cesta**
- **promet na cesti**
- **incidentni čimbenik**.[6]

U niže navedenoj tablici prikazani su osnovni uzročnici prometnih nezgoda u Republici Hrvatskoj u 2013. godini, te možemo uvidjeti koji je od navedenih čimbenika sigurnosti prometa najvažniji.

Tablica 1. Uzroci prometnih nezgoda

Pogreške	**Prometne nesreće**					
	Ukupno	%	S poginulima	%	S ozlijeđenima	%
Pogreške vozača	32162	94.5	312	95.1	10414	95.6
Pogreške pješaka	433	1.3	12	3.7	351	3.2
Ostali uzroci (vozilo, incidentni čimbenik)	1426	4.2	4	1.2	132	1.2
SVEUKUPNO	**34021**	100	328	100	10897	100

Izvor: [7.]

Analizirajući tu tablicu uviđamo da je čovjek uzročnik preko 95% prometnih nezgoda, a glavninu tih nezgoda čovjek je prouzročio kao vozač. Ostali uzroci su neočekivana pojava opasnosti (incidentni čimbenik) i iznenadni kvar vozila sa 4,2%. Utjecaj vozila na sigurnost

[4] Rotim, F.: *Elementi sigurnosti cestovnog prometa (svezak 2),* Zagreb, 1991., p.187.
[5] Perotić, V.: *Prometna tehnika 1,* Škola za cestovni promet, Zagreb, 1994., p. 2-2.
[6] Cerovac, V.: *Tehnika i sigurnost prometa,* Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001., p. 25.

prometa je često mnogo veći nego što to statistika pokazuje. Razlozi za takvu procjenu su višestruki. Raspoznavanje parametara koji se odnose na vozilo kao uzročnika nezgode često je nemoguće kada su posljedice nezgode vrlo teške. Kada je vozilo uzrok nezgode navode se isključivo veliki kvarovi (npr. lom nekog dijela vozila, potpuno otkazivanje sustava za kočenje, puknuće pneumatika i sl.), ali ne i ostali manji kvarovi koji uvelike utječu na sigurnost prometa kao što su: neujednačenost kočionih sila na svim kotačima, nepodešenost upravljačkog mehanizma, neodgovarajući tlak u pneumaticima i sl., što također može pridonijeti izazivanju nezgode.[7] Na taj način se umjesto vozila uzročnikom prometne nezgode imenuje neki drugi čimbenik (najčešće čovjek), što dovodi do krive interpretacije statističkih podataka, koje zatim ima i loše preduvjete za daljnje akcije sa svrhom prevencije prometnih nesreća. Prema podacima tvrtke Dekra, koja se od 1976. godine bavi provedbom tehničkih pregleda vozila u Saveznoj Republici Njemačkoj, čak 36% vozila koja su sudjelovala u prometnim nezgodama bilo je tehnički neispravno. Prema njihovim podacima najčešći su uzroci prometnih nezgoda bili sljedeći dijelovi vozila: pneumatici 30%, kočioni sustav 30%, te karoserija oko 20%[8].

Najraširenije je mišljenje da su vozači krivi za oko 85% ukupnog broja nezgoda, a na loše ceste, neispravna vozila i druge čimbenike otpada ostalih 15%.[9]

2.1. Čovjek kao čimbenik sigurnosti prometa

Čovjek je sagradio ceste, konstruirao vozilo, koje i održava, te je tvorac zakona i kontrolira promet, a osim toga direktno sudjeluje u prometu kao vozač ili pješak, te je stoga najznačajniji čimbenik sigurnosti. On svojim osjetilnim organima prima obavijesti iz okoline, te na temelju tih obavijesti, a uzevši u obzir vozilo i prometne propise, određuje način kretanja vozila.

Na ponašanje čovjeka u prometu prvenstveno utječu:

- osobne značajke vozača
- psihofizička svojstva
- obrazovanje i kultura.[10]

[7] Perotić, V.: *Prometna tehnika 1*, Škola za cestovni promet, Zagreb, 1994., p. 3-1.
[8] Hrvatska. Nacionalni program sigurnosti cestovnog prometa Republike Hrvatske 2011. – 2020. godine. Vlada Republike Hrvatske; 2011.
[9] Cerovac, V.: *Tehnika i sigurnost prometa*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001., p. 25.
[10] Cerovac, V.: *Tehnika i sigurnost prometa*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001., p. 27.

2.1.1. Osobne značajke vozača

Mogu se okarakterizirati sljedećim psihičkim osobinama:

• **sposobnost**- skup prirođenih ili stečenih uvjeta koji omogućuju obavljanje neke aktivnosti. Vozač bi trebao imati razvijene sposobnosti brzog zapažanja i reagiranja na sve potencijalne opasnosti u prometu, te sposobnost njihovog uspješnog otklanjanja.[11]

• **stajališta**- težnja da se na različite situacije, pojave, ljude i sl. u okolini reagira pozitivno ili negativno, odnosno da se sadržaj prihvaća ili odbija. Karakterizira ih vrlo teško mijenjanje, a rezultat su odgoja u obitelji i školi, utjecaja društva i učenja. Bitni su sljedeći ispravni stavovi u prometu: apstinencija od alkohola i cigareta, odmaranje u toku vožnje, kritičnost u procjeni vlastitih mogućnosti, poštivanje prometnih propisa, dok npr. nekritičko stajalište prema vožnji, odnosno samouvjerenost i nepoštivanje prometnih znakova često dovode do prometnih nezgoda.

• **temperament**- možemo ga definirati kao urođenu osobinu koja se očituje u načinu mobiliziranja psihičke energije. Općenito govoreći, temperament čovjeka očituje se u jačini emocionalnog doživljavanja, brzini izmjenjivanja emocionalnih stanja, načinu kako se emocije izražavaju, te općem tonu raspoloženja koje kod čovjeka prevladava. Prema temperamentu ljudi se dijele na kolerike, sangvinike, melankolike i flegmatike. Za vozača nisu pogodni kolerici i flegmatici.[12]

• **osobne crte**- označavaju trajnu tendenciju da se u različitim situacijama ponašamo na sličan ili isti način.

• **karakter**- označava čovjekove psihičke osobine koje predstavljaju moralnu stranu njegove osobnosti. Izražava se u čovjekovom odnosu prema drugima i radu. Svaki pojedinac ima određene karakterne osobine koje mogu biti pozitivne (poštenje, marljivost, hrabrost, skromnost, društvenost) i negativne (sebičnost, lažljivost, plašljivost, hvalisavost, neodgovornost). Osobe s negativnim karakternim osobinama potencijalno su veća opasnost po sigurnost prometa od osoba s razvijenim pozitivnim karakternim osobinama.

2.1.2. Psihofizička svojstva

Za vozače su posebno značajne sljedeće psihofizičke osobine, koje uvelike utječu na sigurnost prometa:

[11] Cerovac, V.: *Tehnika i sigurnost prometa*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001., p. 27.
[12] Cerovac, V.: *Tehnika i sigurnost prometa*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001., p. 37.

- funkcije organa osjeta (senzorne sposobnosti)
- mentalne sposobnosti
- psihomotorne sposobnosti.[13]

Zadaća **osjetilnih organa** je da čovjeku omoguće zapažanje okoline, odnosno pomoću osjetilnih organa koji podražuju živčani sustav nastaje osjet vida, sluha, ravnoteže i dr. Za upravljanje vozilom najvažniji su osjeti vida, sluha, ravnoteže, mirisa, te mišićni osjet.

Od svih tih osjeta najvažniji za obavještavanje vozača je **osjet vida**. Više od 95% svih odluka koje vozač donosi ovisi o osjetu vida.[14] Za vozača su bitne slijedeće sposobnosti organa vida:

- prilagodba oka na svijetlo i tamu
- sposobnost razlikovanja boja
- vidno polje
- oštrina vida
- stereoskopsko zamjećivanje[15]

Osjetilo sluha ima vrlo važnu ulogu u komuniciranju između sudionika u cestovnom prometu, te za kontroliranje rada motora. Pomoću osjeta sluha određujemo mjesto izvora zvuka, smjer, kretanje, odmicanje i primicanje izvora zvuka, a dobivamo podatke i o građi, te veličini izvora zvuka, što u određenim okolnostima može imati važno značenje po sigurnost cestovnog prometa.

Osjet ravnoteže je osobito važan za vozače motocikala. S pomoću osjeta ravnoteže uočava se nagib ceste, ubrzanje ili usporenje vozila, djelovanje centrifugalne sile u zavoju i sl.[16]

Osjet mirisa omogućuje primanje signala iz okoline koji mogu pravodobno upozoriti na prijeteću opasnost (gorenje instalacija, preveliko zagrijavanje kočnica i sl.)

Mišićni osjet dobiva podražaj putem osjetnih stanica u mišiću. On daje vozaču obavijest o djelovanju vanjskih sila zbog promjene brzine i o silama koje nastaju pritiskom na kočnicu, spojku i sl.[17]

[13] Cerovac, V.: *Tehnika i sigurnost prometa*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001., p. 30.
[14] Cerovac, V.: *Tehnika i sigurnost prometa*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001., p. 31.
[15] Cerovac, V.: *Tehnika i sigurnost prometa*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001., p. 31.
[16] Cerovac, V.: *Tehnika i sigurnost prometa*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001., p. 36.
[17] Cerovac, V.: *Tehnika i sigurnost prometa*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001., p. 37.

Nakon primljene informacije pomoću osjetilnih organa važno je donijeti ispravnu odluku na osnovu koje se upravlja vozilom. Donošenje odluke vezano je uz misaone procese, odnosno **mentalne sposobnosti**. Važnije mentalne sposobnosti su: mišljenje, pamćenje, inteligencija i učenje. Osoba s razvijenim mentalnim sposobnostima bolje upoznaje okolinu, te se brže prilagođuje novonastalim okolnostima, odnosno uvjetima odvijanja prometa, dok mentalno nedovoljno razvijenu osobu karakterizira pasivnost svih psihičkih procesa, a time i nemogućnost prilagođavanja uvjetima odvijanja prometa.

Pod **psihomotoričkim sposobnostima** podrazumijevamo sposobnosti koje omogućuju izvođenje pokreta koji zahtijevaju brzinu, preciznost i usklađen rad raznih mišića. Kod upravljanja motornim vozilom dolaze do izražaja sljedeće psihomotoričke sposobnosti: brzina reagiranja, brzina izvođenja pokreta rukom, sklad pokreta i opažanja.[18]

2.1.3. Obrazovanje i kultura

Važnu ulogu na ponašanje čovjeka u prometu ima obrazovanje. Odgovoran i kulturan vozač koji posjeduje određeno prometno obrazovanje poštuje prometne propise, te se odgovorno odnosi prema ostalim sudionicima u prometu. Kvalitetno obrazovanje i učenje je nužno za sigurno odvijanje prometa. Obrazovanje treba omogućiti poznavanje zakona i propisa o reguliranju prometa, poznavanje kretanja vozila i poznavanje vlastitih sposobnosti.[19]

2.1.4. Stanja čovjeka koja utječu na sigurnost cestovnog prometa

Na sposobnosti čovjeka veliki utjecaj ima konzumacija alkohola, droga, lijekova, te umor, što se posebno zapaža u prometu, jer su upravo vozači pod utjecajem alkohola, odnosno umorni vozači uzrokom velikog broja prometnih nezgoda, što možemo potvrditi tablicom i grafikonom ispod.

Tablica 2. Prometne nesreće koje su skrivili vozači prema stupnju alkoholiziranosti u 2013. godini.

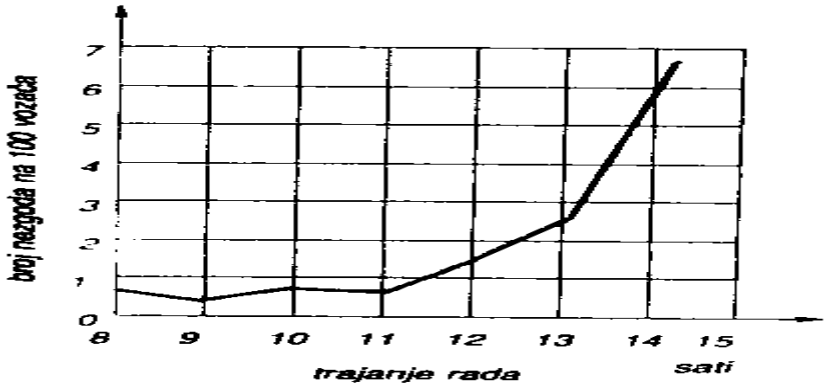
Prometne nesreće koje su prouzročili vozači pod utjecajem alkohola koncentracije	**Prometne nesreće**					
	ukupno	%	S poginulima	%	S ozlijeđenima	%
Do 0,5 g/kg	132	3,1	0	0	51	2,9
Od 0,5 do 1,5 g/kg	1954	45,6	26	41,3	741	41,5
Više od 1,5 g/kg	2200	51,3	37	58,7	992	55,6
UKUPNO	4286	100	63	100	1784	100

Izvor: [7.]

[18] Cerovac, V.: *Tehnika i sigurnost prometa*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001., p. 37.
[19] Cerovac, V.: *Tehnika i sigurnost prometa*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001., p. 40.

Iz tablice je vidljivo da konzumacija alkohola i stupanj alkoholiziranosti direktno utječu na broj prometnih nezgoda, te na broj ozlijeđenih, odnosno poginulih. I najmanja količina alkohola u krvi čovjeka djeluje štetno na čitav organizam. Posebnu opasnost za sigurnost prometa predstavlja njegov početni učinak na vozača koji se očituje u sljedećem: izaziva osjećaj snage, boljeg raspoloženja, te stvara iluziju smanjenja utjecaja umora. Zajedno s tim osjećajem lažne sigurnosti i hrabrosti javlja se i ono što u prometu predstavlja neposrednu opasnost i rizik, a to je: popušta opreznost, smanjuje se mogućnost kvalitetnog rasuđivanja, precjenjuju se vlastite sposobnosti, podcjenjuje se opasnost, ne poštuju se ograničenja brzine, javlja se sklonost kritiziranju drugih sudionika u prometu, te se ne poštuju ostala prometna i sigurnosna pravila. Daljnje uzimanje alkohola dovodi do poremećaja u funkcioniranju mozga i slabljenja sposobnosti koje su bitne za komuniciranje u prometu i rješavanje složenih prometnih situacija: reakcije na vanjske podražaje postaju spore ili pogrešne, pokreti postaju nesigurni, remeti se ili gubi osjećaj ravnoteže, pogrešno se procjenjuje udaljenost ili brzina drugih vozila, javlja se pospanost i sl.[20]

Umor, kao stanje organizma i pojava kod vozača, nastaje kao posljedica dugotrajnog rada i vožnje, nepravilnog korištenja odmora, narušavanja dnevnog bioritma, te rada koji zahtijeva velike psihičke napore (kao što su vožnja u nepovoljnim vremenskim uvjetima, vožnja po magli, kiši, snijegu i ledu). Umor se očituje u malaksalosti mišića, smanjenju radnog učinka, te u slabljenju: rada centralnog živčanog sustava, sposobnosti percepcije, uočavanja predmeta i pojava u okruženju, brzini i točnosti reagiranja, mogućnosti procjenjivanja udaljenosti, brzine i opasnosti uopće.[21]



Grafikon 2. Odnos između broja nezgoda i vremena rada

Izvor: [5.]

[20] Zuber, N., Filipan, I., Lončar, P.: *Zaštita na radu u cestovnom prometu,* Škola za cestovni promet, Zagreb, 1993., p. 5-5.
[21] Zuber, N., Filipan, I., Lončar, P.: *Zaštita na radu u cestovnom prometu,* Škola za cestovni promet, Zagreb, 1993., p. 5-3.

Na grafikonu iznad se jasno uočava korelacija između broja nezgoda i prekovremenog rada nakon osmosatnog radnog vremena. Zbog toga je zakonski definirano vrijeme trajanja upravljanja vozilom profesionalnim vozačima, no bez obzira na zakonska ograničenja vozači bi sami morali uzimati potrebne odmore tijekom vožnje prema vlastitim nahođenjima.

Dugotrajno i pretjerano uzimanje **droge** jako oštećuje živčani sustav, dovodi do snažnih psihičkih poremećaja, promjene ličnosti i razorno djeluje na čitav organizam tako da vozači pod utjecajem droge uopće nisu sposobni upravljati vozilom.

Lijekovi koji služe za smirivanje bolova ili smirivanje živčanog sustava, za reguliranje rada srca i slični ne smiju se uzimati prije ili za vrijeme vožnje, odnosno osoba koja je pod terapijom s takvim lijekovima ne smije upravljati vozilom. Takvi lijekovi na ambalaži imaju znak crvenog trokuta.

2.1.5. Čovjek i vozilo

Čovjek kao čimbenik koji utječe na sigurnost cestovnog prometa sklon je pogreškama. Stoga je ostale čimbenike sigurnosti (vozilo, cesta) potrebno planirati, projektirati, te proizvesti/sagraditi takvima da minimiziraju utjecaj tih pogrešaka na sigurnost na najmanju moguću mjeru. Uzevši u obzir čovjekove antropometrijske mjere, vidno polje i zone dosega dijelova tijela moguće mu je maksimalno prilagoditi vozilo.[22] Tim problemom bavi se ergonomija. Ergonomija kao interdisciplinarna znanost treba učiniti radni proces što sigurnijim, učinkovitijim, bržim, te ugodnijim. Ergonomski oblikovano radno mjesto uključuje pravilan raspored pribora i materijala, kontrolnih instrumenata, komandi u automobilskoj kabini, te racionalan raspored poluga i komandi za upravljanje vozilom.[23] Pravilno ergonomsko oblikovanje unutrašnjosti vozila odnosno radnog prostora vozača rezultira sljedećim: bolja koncentracija u radnom procesu, sprečavanje umora i mogućnosti pogrešnog upravljanja, a samim time i ozljeđivanja, što sve zajedno doprinosi podizanju razine sigurnosti cestovnog prometa.

Brojni aktivni elementi sigurnosti vozila koji trebaju spriječiti mogućnost nastanka prometne nesreće također trebaju biti konstruirani na način koji najviše odgovara čovjeku, odnosno moraju biti optimalno prilagođeni čovjeku, olakšavati upravljanje vozilom,

[22] Jurum-Kipke J, Hozjan D, Baksa S.: Kognitivna znanstvena virtualizacija u funkciji sigurnosti u prometu. Sigurnost. 2008; 50(1), p.3.
[23] Perić, T., Ivaković, Č.: *Zaštita u prometu,* Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001., p.116.

omogućiti maksimalno iskorištavanje čovjekovih senzornih i psihomotornih sposobnosti, spriječiti nastanak umora i sl., te time doprinijeti većoj sigurnosti u prometu.

2.2. Cesta kao čimbenik sigurnosti prometa

Cesta kao čimbenik sigurnosti prometa u statističkim podacima, s obzirom na uzrok broja nezgoda, sudjeluje s relativno malim postotkom, ali prema provedenim istraživanjima postotak učešća u prometnim nezgodama iznosi 20% pa i više.[24]

Kako bi ceste kao čimbenik sigurnosti bile što manje uzrokom prometnih nezgoda potrebno je posvetiti veliku pažnju projektiranju novih cesta, njihovu pravovremenom i odgovarajućem održavanju tokom eksploatacije, te rekonstrukciji postojeće cestovne mreže.

Cestu kao čimbenik sigurnosti prometa obilježavaju:

- trasa ceste
- tehnički elementi ceste
- stanje kolnika
- oprema ceste
- rasvjeta ceste
- raskrižja
- održavanje ceste[25]

Trasa ceste je prostorna konstrukcija s tri osnovne dimenzije i projekcije (horizontalnom projekcijom – tlocrt, vertikalnom projekcijom kroz os ceste – uzdužni presjek, vertikalnom projekcijom okomitom na os ceste – poprečni presjek).[26] Samo trasiranje je postupak usklađivanja tih triju projekcija s dinamičkom komponentom, tj. brzinom, te samim time određivanja smjera i visinskog položaja ceste, odnosno prostorno vođenje linije. Kod oblikovanja trase ceste važno je da ona bude skladna i harmonizirana. Treba izbjegavati primjenu graničnih vrijednosti horizontalnih elemenata (duljine pravaca, prijelaznih i kružnih lukova, polumjera kružnih lukova), izbjegavati primjenu maksimalnog uzdužnog nagiba te minimalnih konveksnih i konkavnih zaobljenja vertikalnih zavoja. Smišljenom kombinacijom tih elemenata postiže se optimalno prostorno vođenje linije, te je takva trasa ceste prilagođena

[24] Perotić, V.: *Prometna tehnika 1*, Škola za cestovni promet, Zagreb, 1994., p. 4-15.
[25] Cerovac, V.: *Tehnika i sigurnost prometa*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001., p. 52.
[26] Bilješke s predavanja kolegija Cestovne prometnice 1, akademska godina 2014./2015.

terenu kroz koji prolazi, postojećoj vegetaciji i izgradnji što uvelike pridonosi većoj sigurnosti prometa.

Pod **tehničkim elementima ceste** bitnim za sigurno odvijanje prometa podrazumijevamo elemente poprečnog presjeka ceste (širina i broj prometnih traka, biciklističke i pješačke staze, rubne trake, bankine, trake za spora vozila, zaustavne trake, razdjelni pojas), zatim tlocrtne elemente ceste (pravac i duljine pravaca, prijelazne i kružne lukove i njihove veličine), potom elemente vertikalnog toka prometne trase (uzdužni nagib ceste i zaobljenja prijeloma nivelete).

Kolnik kao dio cestovne površine namijenjen isključivo prometu motornih vozila sastoji se od gore spomenutih prometnih, rubnih, zaustavnih i dodatnih (za spora vozila, ubrzanje, usporenje, usmjerivanje) trakova. Nepropisna širina kolnika odnosno njegovih elemenata predstavlja opasnost za sigurno odvijanje prometa. Najčešće je kolnik izveden s dva prometna traka dok je za sigurno odvijanje prometa najpogodniji kolnik s četiri prometna traka međusobno odvojenih razdjelnim pojasom.

Pješačke i biciklističke staze grade se na cestama za mješoviti promet gdje postoji jači pješački ili biciklistički promet. Zbog sigurnosnih razloga potrebno ih je odvojiti od kolnika zaštitnim trakom ili ih visinski odvojiti rubnjakom.

Rubni trak je granični vizualni element u funkciji sigurnosti prometa koji ograničava površinu namijenjenu kretanju motornih vozila. Ako nije moguće izvesti rubne trakove poželjno je barem označiti rubne crte pomoću kojih vozač dobiva dodatno optičko sredstvo vođenja što znatno doprinosi sigurnosti u uvjetima lošije vidljivosti.

Bankina se izvodi neposredno uz rubni trak kao sigurnosni element, te služi smještaju prometnih znakova, smjerokaznih stupića, zaštitnih ograda i zaustavljanju vozila u nuždi. Povećanjem širine bankine znatno se povećava sigurnost, te njezina širina utječe na sami broj prometnih nezgoda.

Tlocrtne elemente ceste (pravce, prijelaznice i kružne lukove kao elemente tlocrtnih zavoja) treba graditi u skladu s postojećim pravilnicima, jednako kao i elemente vertikalnog toka prometne trase (uzdužni nagib i zaobljenja prijeloma nivelete).

Loše **stanje kolnika** prvenstveno karakteriziraju udarne rupe i vrlo glatke površine kolnika. Udarne rupe nastaju iz sljedećih razloga: slabe kvalitete kolničkog zastora, nepravilnog održavanja, te posljedica smrzavanja.[27] Udarne rupe su posebno opasne kada pada kiša. Voda ih ispuni i vozač ih ne može vidjeti i ocijeniti koliko su duboke. Uz štete na

[27] Cerovac, V.: *Tehnika i sigurnost prometa*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001., p. 57.

vozilu udarne rupe pri brzini kretanja od samo 40 km/h mogu biti uzrokom izbijanja kola upravljača iz ruku vozača što može dovesti do prometne nezgode.[28] Glatke površine kolnika uzrokom su slabog koeficijenta prianjanja između pneumatika i kolničkog zastora što značajno utječe na sigurnost prometa, a posebno dolazi do izražaja u kombinaciji s mokrim i onečišćenim kolničkim zastorom. Osim udarnih rupa i lošeg koeficijenta prianjanja na sigurnost prometovanja mogu utjecati i kolotrazi koji nastaju uzdužno na kolniku zbog velikog osovinskog pritiska vozila na kolnik. Na dijelovima ceste gdje se učestalo koči ili na prilazima raskrižjima, kolnički zastor je vrlo često poprečno naboran što uzrokuje poskakivanje vozila, a prema tome i slabije prianjanje pneumatika uz zastor. Na stanje kolnika veliki utjecaj ima održavanje.

Oprema ceste obuhvaća uređaje i sredstva koja omogućuju sigurno kretanje vozila i pravovremeno obavješćivanje vozača o uvjetima odvijanja prometa. Odgovarajućom opremom povećava se sigurnost što naročito dolazi do izražaja pri velikim brzinama i velikoj gustoći prometa. Prometnu opremu cesta čine: prometni znakovi kao njezin najvažniji dio ,te oprema za označivanje ruba kolnika, odnosno vrha prometnog otoka, oprema, znakovi i oznake za označivanje radova (zapreka) i oštećenja kolnika, svjetlosni znakovi za označivanje radova (zapreka) i oštećenja kolnika, oprema za vođenje i usmjeravanje prometa u zoni radova na cesti, potom branici i polubranici, prometna zrcala, ograde (zaštitne odbojne, žičane, pješačke, protiv zasljepljivanja), ublaživači udara i oznake za ručno upravljanje prometom. U pojedinim predjelima za sigurno odvijanje prometa vrlo su važni vjetrobrani i snjegobrani. Sami prometni znakovi, signalizacija i oprema cesta ugrađuju se na temelju prometnog projekta te su značajan element sigurnosti prometa.

Primjenom odgovarajuće **rasvjete** značajno doprinosimo sigurnosti prometa što potvrđuju i podaci da se broj prometnih nezgoda za vrijeme noćne vožnje smanjuje za 20 do 30% ako su prometnice dobro osvijetljene.[29] Zbog određenih razloga rasvjetu nije moguće primijeniti na svim javnim cestama, ali na pojedinim kritičnim točkama kao što su raskrižja, pješački prijelazi, veći objekti, a posebno tuneli potrebna je odgovarajuća rasvjeta. Dobrom rasvjetom povećava se udobnost vožnje, smanjuje umor vozača, te osiguravaju svi preduvjeti za sigurnu noćnu vožnju čime se prometno opterećenje raspoređuje jednoliko tijekom čitavog dana.

[28] Perotić, V.: *Prometna tehnika 1,* Škola za cestovni promet, Zagreb, 1994., p. 4-10.
[29] Perotić, V.: *Prometna tehnika 1,* Škola za cestovni promet, Zagreb, 1994., p. 4-15.

Raskrižjima kao mjestima na kojima se događa veliki broj prometnih nezgoda posebnu pozornost potrebno je posvetiti još u fazi projektiranja. Treba se osigurati dobra preglednost, te optimalan način regulacije prometa u samom raskrižju. Najbolje rješenje bi bilo izgraditi raskrižja u dvije ili više razina jer se takvim rješenjem ukida izravno križanje dviju prometnica, što doprinosi manjem broju konfliktnih točaka. Križanja cestovnih prometnica sa željezničkom prugom najbolje je izvesti izgradnjom cestovnih objekata (nadvožnjaka, podvožnjaka), a gdje to nije moguće treba osigurati dovoljnu preglednost i postaviti odgovarajuću prometnu signalizaciju.

Kontinuiranim provođenjem **održavanja** cestovne mreže osigurava se nesmetano i sigurno odvijanje prometa. Ciljevi održavanja su: sprečavanje propadanja cesta, omogućavanje sigurnog odvijanja prometa, smanjenje troškova korisnika dobrim stanjem cesta i sl. Održavanje cestovne mreže može biti redovno i izvanredno. Redovno održavanje provodi se tijekom cijele godine, a obuhvaća sljedeće skupine radova: na kolniku, na bočnim dijelovima ceste (bankine, usjeci, zasjeci, nasipi, zidovi), na uređajima za odvodnju, na održavanju vegetacije, na održavanju opreme ceste, na održavanju građevina, te radovi zimske službe. Za sigurnost prometa posebno se ističu radovi na kolniku. Uglavnom se svode na održavanje čistoće, ravnosti, hrapavosti i dobre odvodnje kolnika. Poseban značaj u sklopu redovnog održavanja ima i rad zimske službe koja mora omogućiti uklanjanje svih smetnji po sigurno odvijanje prometa tijekom zime. Izvanrednim održavanjem podrazumijevaju se radovi većeg opsega koji se dugoročnije planiraju, te radovi na sanaciji posljedica izvanrednog nepredviđenog događaja (odron, klizište i sl.)

Vožnjom na suvremenim cestovnim površinama koja je izgrađena na temelju gore iznesenih načela postiže se veća razina sigurnosti i manji utjecaj čimbenika ceste na broj prometnih nezgoda. Međutim, tako izgrađena cesta omogućuje kretanje cestovnim motornim vozilima velikim brzinama, te je stoga na vozilima potrebno provesti niz zahvata i primijeniti niz tehničkih rješenja kako bi tu novonastalu opasnost (veliku brzinu) anulirali. Jednako tako vožnjom po cestama koje ne pružaju maksimalnu razinu sigurnosti (loše stanje kolnika, oštri zavoji, loše održavana cesta, nedovoljno osvijetljena cesta i sl.) opet je vozilo to koje sve te opasnosti mora anulirati i omogućiti sigurno odvijanje prometa. Elementi vozila pomoću kojih se to prvenstveno postiže su aktivni elementi sigurnosti vozila i to ponajprije upravljački mehanizam, kočioni sustav, pneumatici, svjetlosni uređaji, sustavi potpore vozačima i slični elementi koji se još jednom pokazuju kao najvažniji sigurnosni elementi vozila.

2.3. Dopunski čimbenik sigurnosti prometa

Dopunskim čimbenikom sigurnosti obuhvaćeni su incidentni čimbenik i čimbenik promet na cesti koji obuhvaćaju sljedeće elemente:

- atmosferski uvjet
- nečist kolnik (trag ulja, odron i sl.)
- pojava divljači i sl.

} „incidentni čimbenik“

- sredstva za upravljanje prometom
- zakoni i propisi
- kontrola prometa

} „čimbenik promet na cesti“

Atmosferski uvjeti koji nepovoljno djeluju na sigurnost prometa su: kiša, snijeg, poledica, magla, vjetar, sunce, atmosferski tlak i sl. Navedeni atmosferski uvjeti mogu se svrstati u dvije skupine i to:

• atmosferski utjecaji koji djeluju direktno na vozilo kao čimbenik sigurnosti: prva kiša, kiša, vjetar, poledica, snijeg i magla.

• atmosferski utjecaji koji djeluju direktno na čovjeka kao čimbenika sigurnosti: sunce i atmosferski tlak.[30]

S obzirom da ovaj završni rad analizira utjecaj vozila (aktivnih elemenata) na sigurnost cestovnog prometa pobliže su objašnjeni atmosferski uvjeti iz prve skupine.

Kiša kao atmosferski utjecaj donosi niz opasnosti i često je uzrok nezgoda zbog sljedećih razloga: smanjeno prianjanje pneumatika uz podlogu, smanjena vidljivost, mogućnost otkazivanja kočnica, mogućnost pojave *aquaplaninga* (skijanja vozila na sloju vode). Smanjeno prianjanje osobito se osjeća kod puta kočenja koji postaje znatno dulji zbog smanjenja koeficijenta trenja kod vlažnog kolničkog zastora u odnosu na suhi kolnički zastor i do 25%.[31] Kod padanja kiše smanjuje se vidljivost i po dnevnoj, te osobito po noćnoj vožnji. Problem smanjene vidljivosti nastaje zbog: prskanja vode po vjetrobranskom staklu koji ovisi o intenzitetu kiše, prskanjem od strane drugih vozila najčešće pri mimoilaženju, te zbog zamagljivanja stakla uslijed razlike temperature unutar vozila i vanjske temperature. Osiguranje dobre vidljivosti u ovim uvjetima osigurava se uređajima za pranje i brisanje vjetrobrana, te uređajima za provjetravanje i klimatizaciju unutrašnjosti vozila koji sprečavaju zamagljivanje stakala. Trenutno otkazivanje kočnica i dinamički udarci mogu nastati prilikom

[30] Perotić, V.: *Prometna tehnika 1,* Škola za cestovni promet, Zagreb, 1994., p. 5-2.
[31] Perotić, V.: *Prometna tehnika 1,* Škola za cestovni promet, Zagreb, 1994., p. 5-3.

nailaska vozila na lokve vode na kolniku. Uslijed prskanja voda se može probiti između papučica kočnice i diska/bubnja stvarajući između njih „film“ što uzrokuje niski koeficijent trenja.

Prva kiša djeluje nepovoljno na sigurnost prometa jer u kratkom vremenskom periodu i na kratkom dijelu ceste zajedno s prašinom, blatom i uljem stvara tanki klizavi „film“ između pneumatika i kolničkog zastora s vrlo malim koeficijentom trenja. Prelazak vozila s ceste na kojoj pada prva kiša na cestu na kojoj kiša pada duži vremenski period znatno poboljšava uvjete stabilnosti. Dugotrajno i obilno padanje kiše ispire prljavštinu i masnoću s ceste pa je prianjanje između pneumatika i kolničkog zastora mnogo bolje.

Poledica je naročito opasna po sigurno odvijanje prometa kod prvog susreta s njom. Nepovoljno utječe jer se smanjuje koeficijent prianjanja između pneumatika i kolničkog zastora.

Snijeg, posebno ako je ugažen na kolničkoj površini, izaziva vertikalno osciliranje vozila, što izaziva oscilacije sile trenja i direktno utječe na produljenje puta kočenja.[32] Općenito je prisutno smanjeno trenje između pneumatika i ceste prekrivene snijegom što se osjeća i kod pokretanja vozila s mjesta. Klizanje pogonskih kotača izbjegava se uporabom zimske opreme, te pravilnim pokretanjem vozila u odgovarajućem stupnju prijenosa. Snijeg jednako tako utječe na otežavanje vidljivosti iz vozila. Odbijanjem svjetala vozila od bijele površine snijega dolazi do zasljepljivanja i umaranja vozača. Vožnja po snijegu stavlja veliko opterećenje na rad uređaja za brisanje vjetrobrana, te je moguće nagomilavanje snijega i njegovo zamrzavanje između blatobrana i pneumatika što izaziva blokiranje kotača i otežava upravljanje vozilom.

Magla je jedan od najčešćih uzročnika koji izaziva prometne nezgode zbog smanjene vidljivosti. Nerijetko dolazi i do smanjenog prianjanja zbog atmosferske vlage. U takvim uvjetima vozači moraju prilagoditi brzinu uvjetima vidljivosti kako bi izbjegli prometnu nezgodu, te koristiti odgovarajuće svjetlosne uređaje vozila.

Kao što je vidljivo iz gornjeg izlaganja brojni atmosferski utjecaji negativno utječu na sigurnost prometa. Jednako kao i kod čimbenika čovjeka, te ceste, vozilo i njegove elemente treba proizvesti kako bi u svim atmosferskim uvjetima osigurali zadovoljavajuću razinu sigurnosti i spriječili mogućnost nastanka prometnih nezgoda. Ovo je još jedan dokaz koliko je vozilo važno kao čimbenik sigurnosti, te se preko njega isprepliću ostali čimbenici

[32] Perotić, V.: *Prometna tehnika 1,* Škola za cestovni promet, Zagreb, 1994., p. 5-5.

sigurnosti, a ono je tu da negativne utjecaje tih čimbenika (čovjek, cesta, dopunski) pokuša otkloniti i zajedničkim djelovanjem s ostalim čimbenicima spriječiti mogućnost nastanka prometne nezgode. Elementi vozila pomoću kojih se ovo postiže nazivaju se aktivnim elementima sigurnosti vozila, čija je analiza i sam zadatak ovog završnog rada, a učinjena je od sljedećeg poglavlja ovog rada.

3. VOZILO KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI PROMETA

Permanentno korištenje cestovnih motornih vozila postalo je dio našeg svakodnevnog života, te stoga ne čude napori koje ulaže automobilska industrija kako bi ih učinila što sigurnijima. Cestovna motorna vozila su složeni tehnički sustavi koja dok se koriste stvaraju opasnost po druge sudionike u prometu i okolinu, naročito ako se nepravilno i neoprezno koriste ili nedovoljno održavaju. Na sigurnost prometa vozilo utječe nizom svojih konstruktivnih, proizvodnih i eksploatacijskih parametara. Potrebno je dakle postići još u fazi projektiranja i konstrukcije da vozilo u eksploataciji što manje negativno utječe na druge sudionike u prometu i na okolinu. Vozilo mora biti tako konstruirano da mogućnost pojave ili izazivanje prometne nezgode svede na minimum, a kad do nesreće dođe da osigurava maksimalno moguću zaštitu sudionika u prometu. Iz zadnje rečenice proizlaze i dvije temeljne skupine elementa sigurnosti vozila i to: **aktivni i pasivni elementi sigurnosti vozila.**

Aktivna sigurnost s aspekta vozila obuhvaća prije svega sve preventivne mjere koje konstruktor vozila mora obuhvatiti i poduzeti još u fazi projektiranja, a koje se odnose na sustav vozač – vozilo – okolina, kako ne bi došlo do konfliktnih situacija. Drugim riječima, vozilo treba optimalno prilagoditi čovjeku i cesti, te primjenjivati takva tehnička rješenja kod vozila koja imaju zadaću mogućnost nastanka prometnih nezgoda svesti na najmanju moguću mjeru. Elementi vozila koji to omogućavaju nazivaju se aktivnim elementima sigurnosti vozila.

Elementi aktivne sigurnosti vozila osiguravaju:

- **sigurnost vožnje** (mogućnost pravovremenog i pouzdanog upravljanja, usporenja, ubrzanja¸ stabilnost vozila)
- **pravovremenost opažanja** (ispravna oprema za osvjetljavanje i signalizaciju, vidljivost kroz vjetrobransko staklo – pranje i brisanje vjetrobranskog stakla, pravilno postavljena vozačka zrcala)
- **uvjetnu sigurnost** (udobnost vožnje: ergonomija sjedala i komandnih uređaja, niska razina buke i vibracija unutar vozila, povoljna mikroklima u vozilu).[33]

Elementi aktivne sigurnosti vozila koji omogućavaju gore navedeno (sigurnost vožnje, pravovremenost opažanja, uvjetnu sigurnost) su:

- kočni sustav

[33] Stefanović, A.: *Drumska vozila – osnovi konstrukcije,* Centar za motore i motorna vozila mašinskog fakulteta u Nišu, Niš, 2010., p. 377.

• pneumatici
• upravljački mehanizam
• konstrukcija sjedala
• usmjerivači zraka
• konstrukcija komandnih uređaja
• elementi vidljivost iz vozila
• svjetlosni i signalni uređaji
• uređaji za pranje i brisanje vjetrobranskog stakla
• uređaji za klimatizaciju i provjetravanje unutrašnjosti vozila
• akustična izolacija

Pored ovih klasičnih elemenata aktivne sigurnosti vozila u vozila se u sve većem broju ugrađuju brojni sustavi elektronske kontrole kretanja vozila, tzv. inteligentni sustavi aktivne sigurnosti vozila.[34] Osnovna funkcija takvih elemenata aktivne sigurnosti je da pomoću senzora postavljenih na vozilu prikupljaju informacije i „donose odluke“, odnosno obavještavaju vozača o potrebnim intervencijama ili da čak poduzmu određene akcije u vozačevo ime. Takvi aktivni elementi prikazani su u 7. poglavlju ovog završnog rada odnosno u načinima unapređenja aktivnih elemenata s ciljem povećanja sigurnosti cestovnog prometa.

Pasivni elementi sigurnosti kod vozila uključuju ona tehnička rješenja koja imaju zadaću da pri prometnoj nezgodi ublaže njezine posljedice. Tu se prvenstveno misli na sljedeće elemente:

• karoserija vozila
• vrata vozila
• vjetrobranska stakla i zrcala
• položaj motora, spremnika goriva, rezervnog kotača i akumulatora
• odbojnik
• sigurnosni pojasevi i nasloni za glavu
• sigurnosni zračni jastuci

Prema podacima Centra za vozila Hrvatske (CVH) ukupni broj tehnički pregledanih cestovnih vozila 2014. godine iznosio je 1 900 434, a od tog ukupnog broja vozila tehničke neispravnosti su utvrđene na ukupno 412 653 vozila ili na njih 21,71%. Veliki udio unutar tog broja tehnički neispravnih vozila sačinjavaju neispravnosti na elementima aktivne sigurnosti. Najčešće neispravnosti nalazimo na upravljačkom mehanizmu, kočnom sustavu, svjetlosno

[34] Lindov,O.: *Sigurnost u cestovnom sobraćaju,* Fakultet za saobraćaj i komunikacije, Sarajevo, 2007., p. 174.

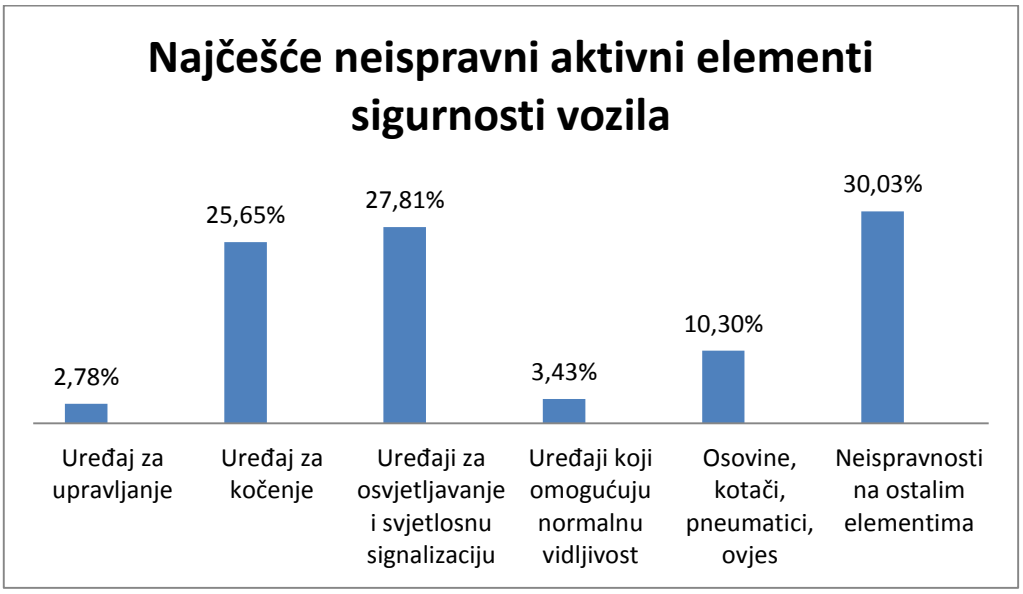
signalnim uređajima i uređajima koji omogućavaju normalnu vidljivost, te na pneumaticima, što je zornije prikazano tablicom i grafikonom 3.

Tablica 3. Broj utvrđenih neispravnosti po pojedinim sklopovima vozila

Ukupni broj pregledanih cestovnih vozila	1900434	21,71%
Ukupni broj neispravnih vozila	412653	
Najčešće neispravnosti aktivnih elemenata i % u ukupnom broju neispravnosti		[%]
Uređaj za upravljanje		2,78
Uređaj za kočenje		25,65
Uređaji za osvjetljavanje i svjetlosnu signalizaciju		27,81
Uređaji koji omogućuju normalnu vidljivost		3,43
Osovine, kotači, pneumatici, ovjes		10,03

Izvor: [23.]

Kao što je vidljivo iz tablice 3. neispravnosti koje su utvrđene prilikom tehničkog pregleda vozila u čak 70% slučajeva bile su prouzrokovane kvarom nekih od aktivnih elemenata. Značajnom udjelu u ukupnom broju neispravnosti pridonosi i to što se kod samih tehničkih pregleda obraća velika pažnja u ispitivanju upravo aktivnih elemenata kao najvažnijih u kompletnom sustavu vozila.



Grafikon 3. Najčešće neispravni aktivni elementi sigurnosti vozila

Izvor: [23.]

4. AKTIVNI ELEMENTI SIGURNOSTI VOZILA

Unutar ovog poglavlja završnog rada prikazani su sljedeći aktivni elementi sigurnosti vozila: kočni sustav, pneumatici, upravljački mehanizam, konstrukcija sjedala, konstrukcija komandnih uređaja, te usmjerivači zraka.

4.1. Kočni sustav

Kočnice su jedan od najvažnijih aktivnih elemenata vozila bitne za sigurnost cestovnog prometa. One omogućuju vozaču da uspori vožnju ili u potpunosti zaustavi vozilo. To postižu trenjem, kojim se energija gibanja vozila pretvara u toplinu. Kod cestovnih vozila susrećemo:

- **radnu kočnicu** – omogućuje usporavanje ili zaustavljanje vozila, a izvedena je tako da vozač na nju može djelovati sa sjedala bez ispuštanja kola upravljača iz ruku (pritiskom nogom na papučicu kočnice). Djeluje na sve kotače.
- **parkirnu kočnicu** – osigurava vozilo u zakočenom položaju na terenu sa ili bez nagiba. Prijenos sile kočenja je obično mehanički i djeluje na kotače samo jedne osovine (obično zadnje). Aktivira se rukom.

Kod teretnih cestovnih vozila susrećemo još:

- **pomoćnu kočnicu** – zaustavlja ili usporava vozilo u slučaju otkaza radne kočnice.
- **trajnu kočnicu** - omogućuje dugotrajno usporavanje vozila ili održavanje brzine vozila na dugim padovima ceste. Ugrađuje se na teretna vozila i autobuse, te je za razliku od radne i pomoćne kočnice tako konstruirana da može izdržati dugotrajno kočenje.

Općenito uređaj za kočenje se sastoji od:

- kočnog mehanizma
- prijenosnog mehanizma
- regulirajućih elemenata[35]

4.1.1. Kočni mehanizam

Kočni mehanizam je smješten u kotačima ili rjeđe u transmisiji. Pomoću njega se osigurava usporenje, odnosno zaustavljanje vozila pretvarajući kinetičku energiju vozila u toplinu. Ovu nastalu toplinsku energiju treba odvoditi s tarnih površina i predati je okolini.

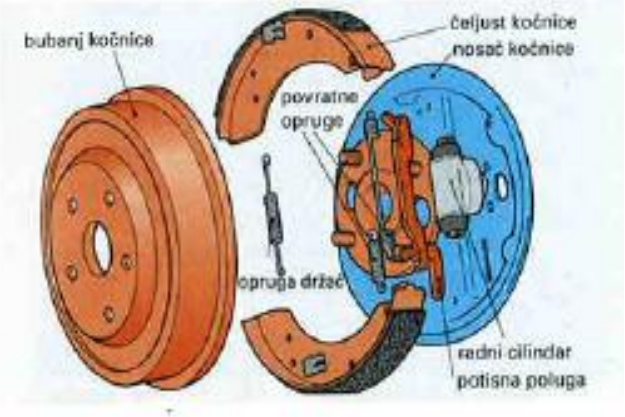
[35] Zavada J. Prijevozna sredstva. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2000., p.103.

Posljedica povećanja temperature na površinama trenja je pogoršavanje frikcijskih svojstava materijala, što može dovesti do razaranja materijala i potpunog otkazivanja kočnica tzv. *fading*. Sam kočni mehanizam izvodi se uglavnom kao:

- bubanj kočnica
- disk kočnica
- kombinacija disk-bubanj kočnica

4.1.1.1 Bubanj kočnice

Bubanj kočnice danas se primjenjuju kod osobnih vozila na stražnjoj osovini, te na svim kotačima kod teretnih vozila. Glavni dijelovi bubanj kočnice su bubanj koji je povezan s kotačem i polukružne čeljusti obložene tarnom oblogom. Pošto je bubanj povezan s kotačem zajedno s njim se i okreće, a kad se ukoči bubanj zaustavlja se i okretanje kotača. Kočenje bubnja, odnosno kotača ostvaruje se trenjem između samog bubnja i čeljusti koje se pri aktiviranju kočnice (pritiskom na papučicu) razmiču i naliježu na unutarnju stranu bubnja. Razmicanje čeljusti pri aktiviranju kočnica ostvaruje se ekscentrom ili konusnim umetkom kod kočnica s mehaničkim i pneumatskim prijenosnim mehanizmom. U kočnica s hidrauličnim ili hidro-pneumatskim prijenosnim mehanizmom razmicanje čeljusti se ostvaruje hidrauličnim kočnim cilindrom. Prestankom djelovanja sile kojom se razmiču čeljusti, opruga odvaja čeljusti od bubnja i time prestaje kočenje.



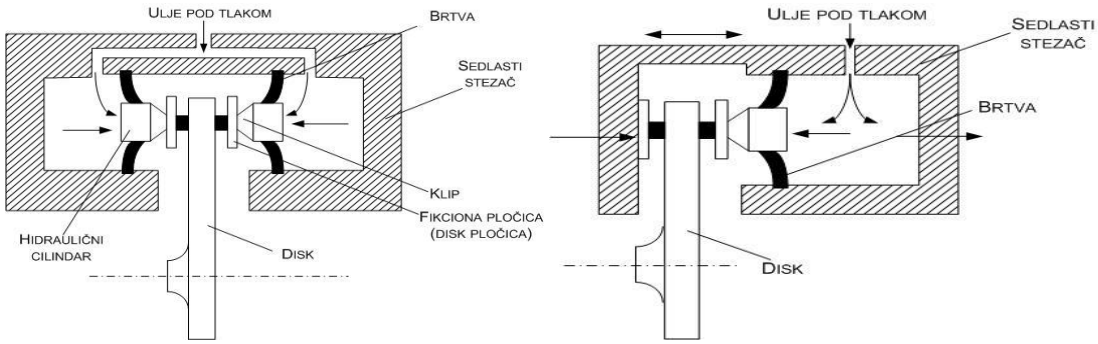
Slika 4.1. Bubanj kočnice

Izvor: [14.]

4.1.1.2. Disk kočnice

Disk kočnice bez obzira na izvedbu sastoje se od diska koji rotira zajedno s kotačem i nepomičnog sedlastog stezača koji sadrži jedan ili više radnih hidrauličnih cilindara koji pritišću kočne obloge na disk. Uglavnom se postavljaju na prednjim kotačima vozila. Sila kočenja se ostvaruje dovođenjem tekućine za kočnice pod povećanim tlakom u kočne cilindre izrađene u sedlu. Tekućina potiskuje klipove, a oni kočne obloge na disk. Prestankom djelovanja tlaka tekućine prestaje i kočenje. Tada se kočne obloge vraćaju u prvobitno stanje (otkočene su), neposredno uz disk osiguravajući uvijek stalni zazor i mogućnost brzog djelovanja.

Po svojoj izvedbi disk kočnice mogu biti izvedene s **fiksnom i pomičnom stegom**. Kod **fiksne stege** sedlasti stezač sadrži najmanje dva nasuprotno smještena hidraulična cilindra. Prilikom aktiviranja kočnice pod utjecajem porasta tlaka radnog medija dolazi do aksijalnog pomaka klipova čime kočne obloge bivaju pritisnute na bočne stjenke diska. Sedlasti stezač disk kočnica s **pomičnom stegom** sadrži jedan ili više radnih hidrauličnih cilindara smještenih samo s jedne strane diska, te se može aksijalno pomicati. Prilikom aktiviranja kočnice pod utjecajem porasta tlaka radnog medija, dolazi do aksijalnog pomaka radnog klipa koji pritišće kočnu oblogu na disk. Zbog djelovanja tlaka radnog medija na dno hidrauličnog cilindra dolazi i do aksijalnog pomaka samog sedlastog stezača čime biva i druga kočna obloga pritisnuta uz disk.



Slika 4.2. Disk kočnice s fiksnom i pomičnom stegom

Izvor: [20.]

Tarna obloga izrađuje se od materijala s metalokeramičkom osnovom koja podnosi visoke temperature, visoke tlakove i ima postojani koeficijent trenja. Površina nalijeganja tarnih obloga na disk znatno je manja nego između čeljusti i bubnja kod bubanj kočnica, pa su tarne obloge kod disk kočnica više opterećene i brže se troše zbog čega ih je potrebno češće mijenjati. Za povećanje učinkovitosti disk-kočnica u sedlo mogu biti ugrađena i po četiri ili više kočnih cilindara, te su pritom kočne obloge veće površine.

Prednosti pred bubanj kočnicama:

- znatno bolje odvode toplinu, te su stoga manje osjetljive na povećano termičko opterećenje koje nastaje pri višestrukom uzastopnom i dugotrajnom kočenju.
- znatno manje osjetljive na promjenu vrijednosti koeficijenta trenja između obloge i diska što osigurava veću ujednačenost kočenja pojedinih kotača i veću kočnu stabilnost vozila
- zbog male zračnosti između obloga i diska dolazi do efekta samočišćenja[36]

[36] Bilješke s predavanja kolegija Cestovna prijevozna sredstva, akademska godina 2014./2015.

Najveću opasnost pri naglom kočenju izaziva blokiranje kotača. Kod blokiranih prednjih kotača ne može se upravljati vozilom, a ako blokiraju stražnji kotači dolazi do zanošenja vozila. Kako bi se izbjegle ovakve opasne situacije, na vozila se ugrađuju uređaji koji ograničavaju veličinu sile kočenja pri kojoj još ne nastaje blokiranje kotača, tzv. antiblokirajući sustav ABS.

4.2. Pneumatici

Pneumatikom nazivamo vanjsku i unutarnju gumu, a u suvremenih konstrukcija samo vanjsku gumu. Aktivni su element sigurnosti vozila koji povezuje vozilo s podlogom, te su jedan od najznačajnijih elemenata aktivne sigurnosti vozila i kao takvi moraju ispunjavati mnogobrojne zahtjeve. Zahtjevi koji se postavljaju na pneumatik su sljedeći:

- omogućavanje sigurnog preuzimanja svih statičkih i dinamičkih opterećenja vozila
- posjedovanje vrlo dobrih svojstava prianjanja u cilju omogućavanja prijenosa velikih vučnih, kočnih i bočnih sila vođenja kako bi se osiguralo optimalno iskorištenje vozila u smislu ubrzanja, usporenja i sl.
- osigurati što manju zavisnost svojstava prianjanja o brzini kretanja vozila i stanja podloge
- omogućiti vozilu postizanje velikih brzina kretanja bez opasnosti od eksplozije ili naglog pražnjenja
- posjedovati dovoljnu elastičnost u cilju amortizacije jakih dinamičkih udara prilikom kretanja vozila po neravnoj podlozi, kako bi se postigla veća udobnost vožnje i dulji vijek trajanja pojedinih elemenata sklopova vozila
- ekonomičnost u odnosu na cijenu koštanja i uporabni vijek.[37]

Za sigurnu je vožnju najvažnije da pneumatik ima dobar gazeći sloj (protektor). Od izvedbe protektora ovisi prianjanje pneumatika na podlogu, što se pozitivno odražava na: **većoj stabilnosti vozila** (naročito kod vožnje kroz zavoje – manja mogućnost klizanja i bočnog zanošenja vozila, te kod vožnje na podlogama sa smanjenim koeficijentom prianjanja (kiša, snijeg, blato, poledica), **mogućnost prenošenja većih pogonskih sila** (mali izgledi za klizanje pogonskih kotača kod kretanja s mjesta ili u vožnji**), djelotvornije zaustavljanje vozila** (mali izgledi za klizanje i zanošenje vozila), **nemogućnost pojave „skijanja“ na vodi** (*aquaplaninga*). Izgled gaženog sloja i dubina nareza ovisi o namjeni i uvjetima eksploatacije (profili za blato, snijeg, kišu i sl.)

[37] Bilješke s predavanja kolegija Cestovna prijevozna sredstva, akademska godina 2014./2015.

Optimalan tlak zraka u pneumaticima je također vrlo važan za sigurnost prometa. Prevelik ili premalen tlak zraka u pneumaticima onemogućuje njihovo optimalno prianjanje uz podlogu i brže trošenje samih pneumatika. Zbog prevelikog unutarnjeg tlaka cijelo opterećenje se prenosi na središnji pojas pa se on intenzivnije troši, te pri nailasku na prepreke zbog koncentracije opterećenja na manjem dijelu pneumatika može doći do cijepanja karkase. Smanjenje tlaka u pneumaticima uzrokuje iskrivljavanje središnjeg sloja pneumatika prema unutra a cijelo opterećenje se prenosi preko krajnjih zona protektora što dovodi do pregrijavanja i raslojavanja pneumatika zbog neravnomjerne raspodjele specifičnog tlaka u ravnini dodira. Preopterećenje vozila teretom/putnicima ima slične posljedice na pneumatik kao i kod eksploatacije s povišenim tlakom zraka. Uz to pri brzoj vožnji, većem opterećenju i toplom vremenu pneumatici se mogu zagrijati, pa se tlak zraka u njima poveća iznad dopuštenog. Tada ako je pneumatik star ili istrošen može doći do njegove eksplozije ili kod vožnje zavojem do iskliznuća pneumatika s naplatka.



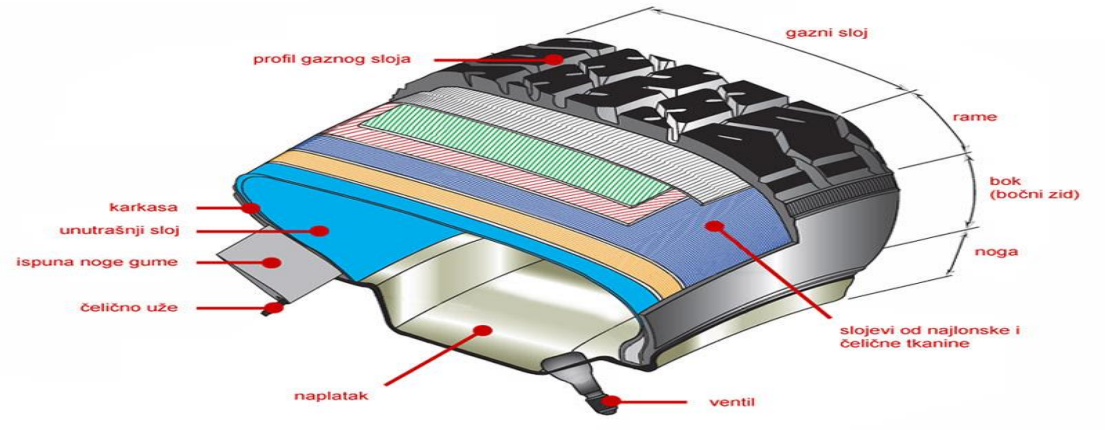
Slika 4.3. Prianjanje pneumatika kod različitog tlaka zraka

Izvor: http://www.vujacic-company.me/sve-o-gumama/pritisak-u-gumi_25/, 16.8.2015.

Dijelovi pneumatika su nosivi kordni skelet (karkasa) koji je sastavljen od različito položenih slojeva tkiva koji oblikuju presjek gume (u radijalno konstruiranih guma karkasa je opasana s više pojasnih uložaka). Tkivo skeleta zaliveno je gumenim materijalom koji obuhvaća gazeći sloj i bočne stjenke s profiliranim urezima po kojima se guma kotrlja. Rame gaženog sloja dijagonalnih pneumatika ima oštriji rub, a u radijalnih je zaobljen. U nozi/stopi gume u donjem dijelu boka gume nalazi se žičani obruč kojim pneumatik nasjeda na naplatak, te ventil za održavanje optimalnog tlaka zraka u samim pneumaticima. Pneumatici mogu biti izvedeni sa zračnicom (*tube type*) ili bez nje (*tubeless*). Prednost *tubeless* pneumatika pred pneumaticima sa zračnicom je veća sigurnost u vožnji jer ne dolazi do naglog ispuštanja zraka kod bušenja pneumatika, te ne može doći do eksplozije zračnice. Pneumatici se uglavnom dijele na već spomenute:

• radijalne pneumatike

• dijagonalne pneumatike



Slika 4.4. Konstrukcija pneumatika

Izvor: http://www.autonet.hr/kotaci-i, 16.8.2015.

Radijalni pneumatici pojavljuju se 60-ih godina prošlog stoljeća i zamjenjuju dijagonalne pneumatike koji su se do tada koristili. Kod radijalnih pneumatika niti karkasa položene su u radijalnom smjeru u odnosu na sam pneumatik, odnosno poprečno na smjer vožnje (od noge/stope pneumatika do noge/stope pneumatika). Prednosti radijalnih pneumatika pred dijagonalnim su sljedeće:

• manje se griju, te im je vijek trajanja duži

• bolja stabilnost vozila

• kraći put kočenja

• smanjuju potrošnju goriva

• veća udobnost vožnje (posebno pri većim brzinama) i sl.[38]

Osim navedenog u radijalno konstruiranih guma karkasa je opasana s više pojasnih uložaka, te se zbog toga gazeća površina u toku vožnje minimalno deformira.

Kod **dijagonalnih pneumatika**, niti karkase se križaju koso (dijagonalno), te odatle i sam naziv dijagonalni pneumatik. Danas se rijetko koriste i to samo kod pneumatika na motociklima, poljoprivrednim strojevima i sl.



Slika 4.5. Konstrukcija dijagonalnog i radijalnog pneumatika

Izvor: [16.]

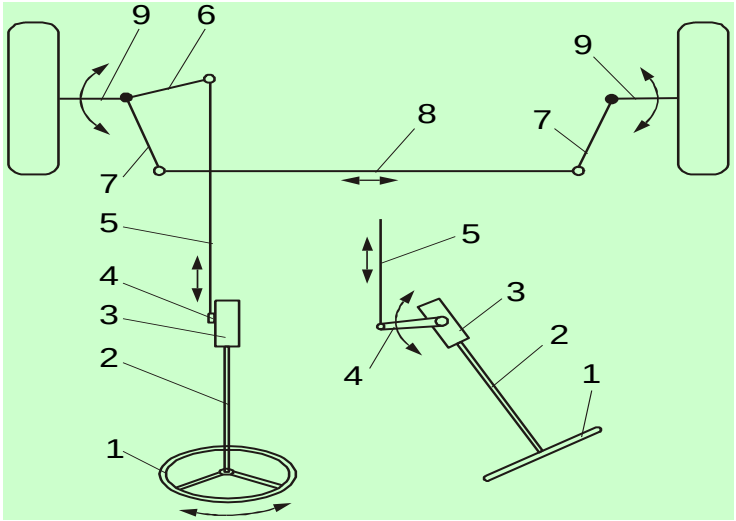
[38] Cerovac, V.: *Tehnika i sigurnost prometa*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001., p. 44.

4.3. Upravljački mehanizam

Uređaj za upravljanje omogućuje vozaču promjenu ili održavanje pravca kretanja, odnosno manevriranje vozilom. Uzevši u obzir utjecaj uređaja za upravljanje na sigurnost i opterećenje vozača, on treba ispunjavati sljedeće zahtjeve:

- sigurnost i pouzdanost u radu
- lagano upravljanje (malim silama)
- potpuno kotrljanje svih kotača pri zakretanju vozila
- vraćanje upravljačkih kotača u srednji položaj tijekom vožnje, ako se kolo upravljača ispusti iz ruku i stabilno ostajanje u tom položaju
- minimalno prenošenje dinamičkih udara na kolo upravljača.[39]

Samo upravljanje vrši se na sljedeći način. Vozač okreće kolo upravljača (1), što se prenosi vratilom upravljača (2) na prijenosni mehanizam u kućištu upravljača (3). Tada se zakreće poluga upravljača (4) koja potom pomiče uzdužnu sponu (5), te polugu rukavca (6). Ona zakreće rukavac kotača (9), a zakretanje se preko spojne poluge rukavca (7) i poprečne spone (8) prenosi na drugi kotač.[40]



Slika 4.6. Upravljački mehanizam

Izvor: [20.]

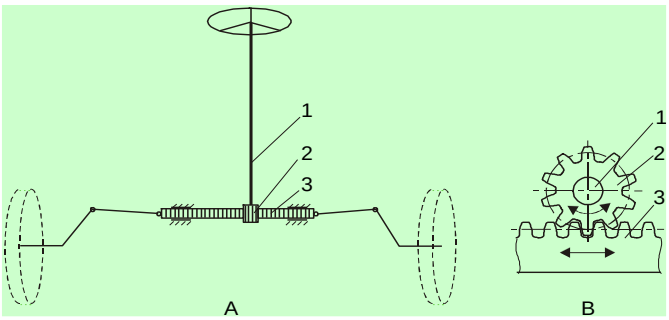
Sama težina vozila i sile koje djeluju na njega preopteretile bi vozača kada bi prijenos s vozača bio neposredan. Iz tog razloga uređaji za upravljanje imaju prijenosni mehanizam u kojem se stvara takav prijenosni odnos koji omogućuje smanjenje napora vozača pri okretanju kola upravljača. Uz to prijenosni mehanizam omogućava da se brojni okreti kola upravljača pretvore u kratka i sporija gibanja poluga i kotača. Prijenosni mehanizam je najčešće izveden kao:

- prijenosni mehanizam s pužnim prijenosom
- prijenosni mehanizam sa zupčastim prijenosom

[39] Bilješke s predavanja kolegija Cestovna prijevozna sredstva, akademska godina 2014./2015.
[40] Bilješke s predavanja kolegija Cestovna prijevozna sredstva, akademska godina 2014./2015.

Prijenosni mehanizam s pužnim prijenosom dobro prihvaća dinamičke udare kotača o neravnine na cesti ne prenoseći ih na ruke vozača. Glavna mana mu je da zbog velikog unutrašnjeg prijenosa ovakav upravljač zahtijeva pri određenom kutu zakreta upravljivih kotača povećani broj zakreta kola upravljača. Ovakav način prijenosa se lako podešava i održava.

Zupčasti prijenos (upravljač sa zupčastom letvom) vrlo se često koristi kod manjih vozila kao što su osobni automobili. Kod ovakve izvedbe uređaja za upravljanje vozač direktno preko stupa upravljača na kome se nalazi čelni zupčanik djeluje na zubnu letvu koja je spojena sa sponama upravljačkog mehanizma. Ovakvim načinom upravljanja povratna sila s kotača se direktno prenosi na ruke vozača što može predstavljati opterećenje. Osim toga kod ovakve izvedbe upravljača otežano je samo zakretanje upravljivih kotača, te se zbog toga koriste, kao što je spomenuto, kod manjih i laganijih vozila.

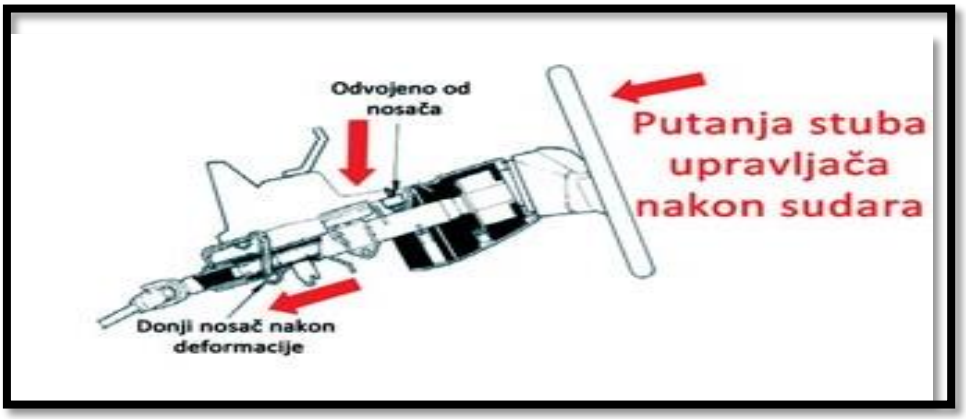


1 vratilo upravljača
2 zupčanik
3 zupčasta letva

Slika 4.7. Upravljački mehanizam s zupčastom letvom

Izvor: [20.]

Kod čelnih sudara teške ozlijede mogu nastati zbog udara grudnim košem u samo kolo upravljača. Zbog toga su konstruirani sigurnosni upravljači, koji u slučaju sudara amortiziraju udarac u kolo upravljača. To se postiže teleskopskom izvedbom vratila upravljača.



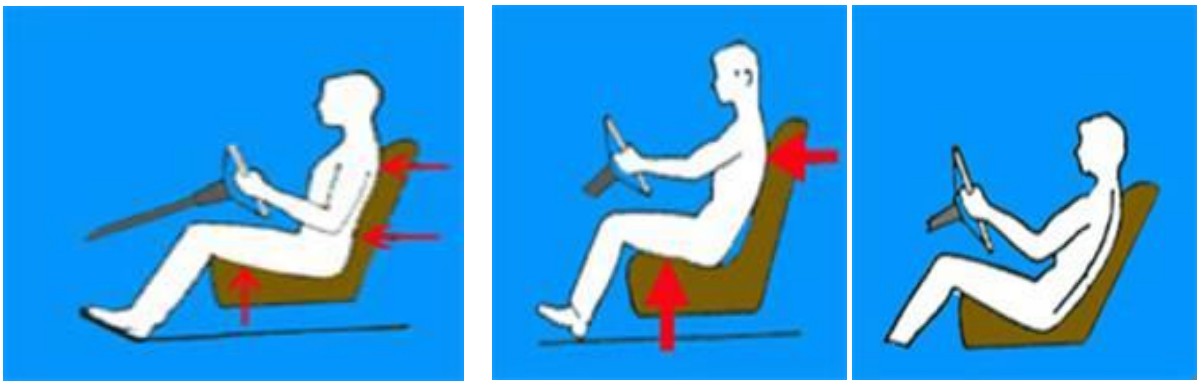
Slika 4.8. Putanja vratila upravljača nakon sudara

Izvor: http://www.vrelegume.rs/test/sistem-upravljanja/, 17.8.2015

Opasnost po sigurnost predstavljaju i prevelike zračnosti u pojedinim elementima upravljačkog mehanizma, te dotrajali elementi koje je potrebno na vrijeme mijenjati. To može dovesti do zaključavanja sigurnosne brave upravljačkog kola što predstavlja veliku opasnost u prometu.

4.4. Konstrukcija sjedala

Pravilan položaj vozača za vrijeme vožnje bitan je element koji utječe na sigurnost odvijanja prometa. Pravilnim položajem umanjuje se vrijeme reakcije u opasnim situacijama, sprečavaju se mogućnosti nastanka ozljeda i umora koji su posljedica nepravilnog sjedenja, te omogućava dobra vidljivost. Taj položaj ovisi o izvedbi sjedala, njegovoj udaljenosti od upravljača te ostalih komandnih uređaja. Sjedalo treba biti na takvoj udaljenosti da noge nisu ispružene do kraja, već blago savinute u koljenu i poslije pritiska određenih nožnih komandi. Ako su noge skroz ispružene potrebna je veća snaga i duže vrijeme za potrebnu reakciju. Uz to kod položaja sjedenja gdje su kod pritiska nožnih komadi noge u potpunosti ispružene postoji opasnost od skliznuća noge sa same komande. Pravilan položaj ruku koji je uvjetovan također konstrukcijom sjedala je onaj u kojem su ruke blago zavinute u laktu, što ponajprije postižemo odgovarajućim nagibom naslonjača sjedala. Pravilan položaj sjedenja može se vidjeti na slici 4.9. Postoje tri točke oslonca, tijelo tada nije zgrčeno i ne dolazi do brzog umaranja vozača. Nepravilan položaj naslona i sjedala podupire samo jedan kraći dio srednjeg dijela kralježnice, dok lumbalni dio nije poduprt što dovodi do brzog umaranja, bolova i negativno utječe na sigurnost, što se također vidi na slici 4.9.



Slika 4.9. Pravilan položaj sjedenja u odnosu prema nepravilnom

Izvor: http://www.vozite.com/podesavanje_vozacevog_sedista.html, 17.8.2015.

Za vrijeme vožnje vozač i ostali putnici u vozilu izloženi su djelovanju horizontalnih i vertikalnih sila (uzrokovanih neravninama na cesti, ubrzanju i usporenju), te bočnih sila (kod vožnje kroz zavoj). Iz tih razloga je također potrebno da je sjedalo optimalno anatomski prilagođeno tijelu vozača. Stoga dobro konstruirano sjedalo zadovoljava sljedeće zahtjeve:

• pruža oslonac tijelu vozača i putnika u toku vožnje,

• svojom izvedbom ublažava njihanje tijela izazvano gibanjem vozila.[41]

Brojna sjedala nisu uzdignuta sa strane već su ravna zbog čega se kod vožnje kroz zavoje tijelo vozača naginje i klizi u stranu. Ako vozač nije vezan ni sigurnosnim pojasom, klizanje tijela prisiljava vozača da čvršće i grčevito steže kolo upravljača, što utječe na pravilno i sigurno savladavanje zavoja. Kod starijih vozila sjedala su većinom tvrda i neudobna. Osim toga dio na kojem se sjedi je kratak te ne podupire bedra, a često je i otežano podešavanje samog sjedala bilo u vertikalnom ili horizontalnom smjeru, odnosno podešavanje naslona. Konstrukcija sjedala novijih vozila stoga mora biti takva da se može prilagoditi većem broju korisnika različitih antropometrijskih obilježja, kako bi se osiguralo lagano i sigurno rukovanje svim komandnim uređajima vozila, te dobra preglednost ceste.

4.5. Konstrukcija komandnih uređaja

Vozilom se upravlja pomoću ručnih i nožnih komandi. Kako bi rukovanje ovim komandama bilo što učinkovitije i sigurnije potrebno ih je veličinom, oblikom i položajem prilagoditi fizičkim karakteristikama i sposobnostima vozača. Najvažnije komande vozila su:

• upravljač

• spojka

• papučica gasa (akceleratora)

• nožna kočnica

• mjenjač brzine[42]

4.5.1. Upravljač

Konstrukcija upravljača kao jedne od najvažnijih komanda na vozilu mora biti tako napravljena da se njome može lako i sigurno rukovati. Kako bi se to postiglo položaj i dimenzije upravljača, potrebna snaga za rukovanje, te druge karakteristike trebaju biti u najpovoljnijim granicama. Položaj upravljača određuje se u odnosu na sjedalo, tj. stup upravljača mora biti ispred središta tijela smještenog u sjedalo. Ovaj položaj upravljača omogućuje najveću brzinu i točnost pokreta ruke, te se naziva optimalno manualno polje.[43] Takav položaj može se postići podešavanjem sjedala ili nagiba stupa upravljača u zavisnosti od karakteristika vozača.

[41] Perotić, V.: *Prometna tehnika 1,* Škola za cestovni promet, Zagreb, 1994., p. 3-35.
[42] Perotić, V.: *Prometna tehnika 1,* Škola za cestovni promet, Zagreb, 1994., p. 3-55.
[43] Perotić, V.: *Prometna tehnika 1,* Škola za cestovni promet, Zagreb, 1994., p. 3-55.

Važna dimenzija upravljača je dužina stupa. Od dužine stupa zavisi da li će se kotač upravljača nalaziti u optimalnom manualnom polju, te kakva će biti mogućnost rukovanja nožnim komandama. U slučaju manje dužine stupa upravljača vozač čija je dužina noge od stopala do koljena velika, dodiruje kolo upravljača koljenom prilikom uporabe nožnih komandi jer nema dovoljno razmaka između kotača upravljača i papučica nožnih komandi. Ovaj razmak ne smije biti manji od 65cm, prema podacima antropometrijskih mjerenja dužine nogu od stopala do koljena kod američkih vozača.[44]

Promjer kola upravljača treba iznositi oko 50cm, a rubova kola do 10cm. Kod većih promjera uz maleni razmak između kola upravljača i naslona sjedala dolazi do dodira kola upravljača i tijela vozača. Zbog toga bi ovaj razmak trebao iznositi 36 – 46cm. Slobodan hod kola upravljača ne smije biti veći od 30°.[45]

Lakoća rukovanja upravljačem u znatnoj mjeri zavisi od nagiba stupa upravljača u odnosu na horizontalnu ravninu. Optimalni nagib stupa upravljača iznosi 50-60°.[46] U takvom položaju stupa upravljača najveća je sila kojom vozač može djelovati na kolo upravljača, a smanjuje se energetska potrošnja koja dovodi do umora.

Komande za signaliziranje smjera kretanja vozila, komande za svijetlo, te komanda za davanje zvučnog signala većinom se nalaze na upravljaču. Time postižemo da se rukovanje tim komandama postiže samo pokretima prstiju, s obzirom da udaljenost tih komandi nije veća od 4cm od ruba kola upravljača.



Slika 4.10. Kolo upravljača

Izvor: http://roksped.fluena.net/vw/modeli/golf/linije_opreme/gti/index.html, 18.8.2015.

[44] Perotić, V.: *Prometna tehnika 1,* Škola za cestovni promet, Zagreb, 1994., p. 3-56.
[45] Perotić, V.: *Prometna tehnika 1,* Škola za cestovni promet, Zagreb, 1994., p. 3-56.
[46] Perotić, V.: *Prometna tehnika 1,* Škola za cestovni promet, Zagreb, 1994., p. 3-55.

4.5.2. Papučica spojke

Uz papučicu akceleratora i nožne kočnice, papučica spojke najvažnija je nožna komanda na vozilu. U svim cestovnim vozilima njihov raspored je standardiziran. Papučica spojke nalazi se na lijevoj strani od stupa upravljača. Smještena je dakle uz lijevu nogu i to na udaljenosti od 8 do 13cm od središnje linije tijela. Kut papučice spojke s podom ovisi o visini i udaljenosti sjedala od papučice. Ukoliko se papučica nalazi na većoj udaljenosti od sjedala kut je veći i obratno. Većinom kut koji papučica spojke zatvara s podom u njezinom neutralnom položaju iznosi 50-60°.[47] Dimenzije papučice spojke nemaju veliki utjecaj na sigurnost i lakoću uporabe.

4.5.3. Papučica gasa (akceleratora)

Nalazi se na desnoj strani od stupa upravljača pokraj desne noge. Koristimo je isključivo savijanjem noge u članku. Veličina hoda papučice gasa najmanja je u odnosu na ostale papučice nožnih komandi.

4.5.4. Papučica kočnice

Najvažnija nožna komanda koja utječe na sigurnost prometa. Pomoću ove papučice aktivira se radna kočnica. Nalazi se između papučice akceleratora i spojke. Kut koji zatvara papučica kočnice s podom je veći nego kod papučica akceleratora i spojke te iznosi 70°.[48] Služi za aktiviranje prijenosnog mehanizma impulsom od strane vozača koji potom prenosi silu za aktiviranje kočnog mehanizma.



Slika 4.11. Nožne komande vozila

Izvor:http://www.opel.es/vehiculos/coches-opel/vehiculos-de-pasajeros-opel/astra_5puertas/accesorios.html, 18.8.2015.

[47] Perotić, V.: *Prometna tehnika 1,* Škola za cestovni promet, Zagreb, 1994., p. 3-58.
[48] Perotić, V.: *Prometna tehnika 1,* Škola za cestovni promet, Zagreb, 1994., p. 3-59.

4.5.5. Poluga mjenjača brzine

Poluga za promjenu stupnja prijenosa (mjenjač brzina), u zavisnosti od tipa vozila smješta se u vozačkom prostoru na:

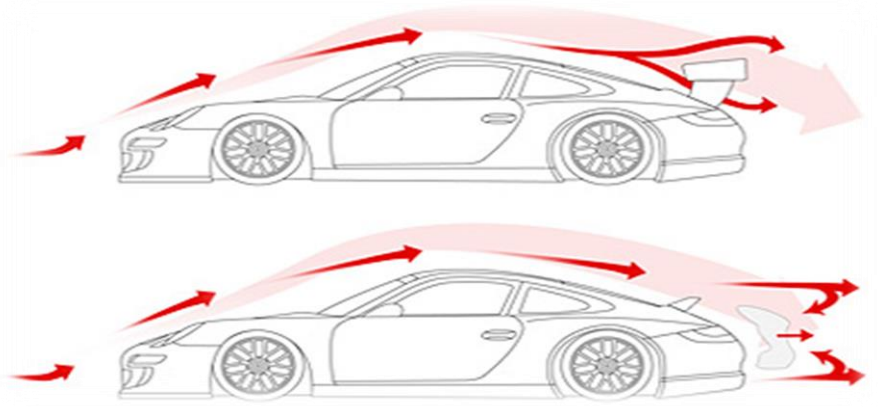
• stupu pokraj kotača upravljača,

• podu s desne strane od vozačeva sjedala.

Točnost i brzina pokreta ruke najveća je ako se poluga za mijenjanje brzina nalazi blizu sjedala vozača, najpogodnije na udaljenosti od 18cm. Na većim udaljenostima smanjuje se brzina i točnost pokreta. Drška ručice mjenjača treba biti loptastog oblika promjera 4 - 4,5cm.[49]

4.6. Usmjerivači zraka

Dijelove karoserije vozila koji za zadaću imaju smanjenje otpora zraka nazivamo usmjerivačima zraka ili spojlerima. Osim što smanjuju otpor zraka, te time i potrošnju goriva, pozitivno utječu na stabilnost vozila posebno pri velikim brzinama. Kod velikih brzina dolazi do smanjenja težine prednjeg dijela vozila, te upravo usmjerivači zraka svojim oblikom usmjeravaju zrak na prednji dio vozila i time ga pritišću na podlogu. Pored ove njihova uloga je i skretanje zraka na stražnje staklo koje se na taj način čisti. Usmjerivači zraka se postavljaju isključivo na temelju istraživanja u zračnom tunelu, jer nepravilno postavljeni usmjerivači zraka ne pridonose smanjenju otpora zraka i većoj stabilnosti već mogu imati i suprotno djelovanje.



Slika 4.12. Djelovanje usmjerivača zraka

Izvor: http://www.carid.com/articles/what-kind-of-spoiler-is-right-for-you.html, 18.8.2015.

[49] Perotić, V.: *Prometna tehnika 1,* Škola za cestovni promet, Zagreb, 1994., p. 3-60.

5. ELEMENTI KOJI OMOGUĆUJU BOLJI PRIJEM INFORMACIJA IZ VOZILA

Neispravni ili neodgovarajući uređaji za osvjetljavanje na vozilu, te uređaji i oprema vozila koji omogućuju bolji prijem informacija vozaču (čistoća vjetrobranskog stakla - brisači i perači vjetrobranskog stakla) znatno smanjuju vidljivost iz vozila, te u uvjetima smanjene vidljivosti (sumrak, jaka kiša, snijeg, magla) onemogućuju razlikovanje detalja, procjenu brzine i udaljenosti drugih sudionika u prometu, te smanjuju kvalitetu, brzinu, točnost i efikasnost reagiranja vozača na opasnost što negativno utječe na sigurno odvijanje prometa. Stoga su ti elementi kao dio aktivnih elemenata prikazani u ovom poglavlju završnog rada.

5.1. Vjetrobrani i bočna stakla

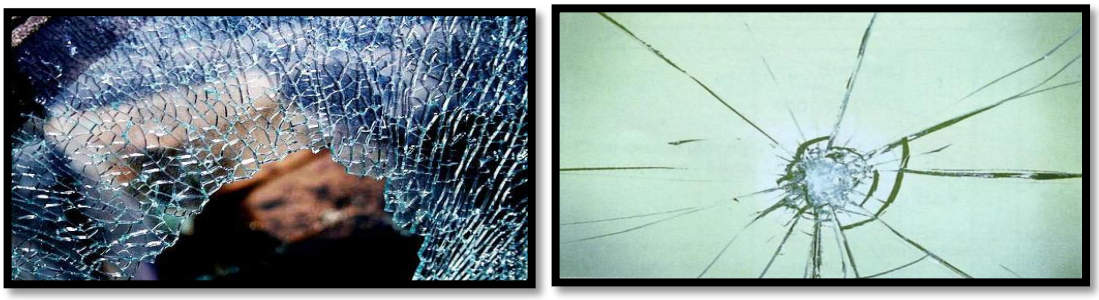
Kvalitetan i brz prijem informacija iz vozila koje vozač prima tijekom vožnje uvelike ovisi o vjetrobranskom i ostalim staklima na vozilu. Vjetrobranska stakla nas štite od vjetra, prašine i ostalih sitnih čestica koje se zbog brzine i vjetra stvaraju u prometu, ali i ostalih većih objekata koji mogu otpasti s vozila u tijeku vožnje što predstavlja veliku opasnost po sigurno odvijanje prometa.

Osim što nas štite od direktnog utjecaja vjetra, prašine i sl. ona nam omogućuju kvalitetnu vidljivost iz vozila i mogućnost opažanja svih kritičnih situacija u prometu. Vjetrobranska i bočna stakla na vozilu ne smiju iskrivljavati sliku objekta kojeg promatramo, smanjivati kontrast između objekta i pozadine te izazivati umor kod vozača. Vidljivost ispred vozila je slabija i povećava se efekt bljeska ukoliko postoji prljavština, ogrebotine i oštećenja prednjeg stakla. Obojena prednja stakla pogodna su jer smanjuju zasljepljivanje i toplinu, ali mogu biti i razlogom smanjene vidljivosti. Obojena stakla apsorbiraju oko 40% svjetlosnih zraka, a prometni i medicinski stručnjaci naglašavaju da je za vozača opasno i 15% apsorbiranja svjetlosnih zraka.[50] Kombinacija obojenog vjetrobranskog stakla i korištenje naočala s obojenim staklom kod vozača dovodi do jako loše vidljivosti.

Danas se uglavnom na vozila ugrađuju laminirana vjetrobranska stakla. Laminirano staklo je vrsta sigurnosnog stakla koje se sastoji od dva ili više slojeva stakla, povezanih specijalnom plastičnom sigurnosnom folijom (međuslojem) za laminiranje. Kao sigurnosna folija najčešće se koristi polivinil-butiral (PVB). Folija staklene slojeve održava spojenima čak i kada se staklo razbije, a relativno visoka čvrstoća folije sprječava lomljenje stakla na

[50] Perotić, V.: *Prometna tehnika 1,* Škola za cestovni promet, Zagreb, 1994., p. 3-12.

veće oštre dijelove. Stražnja stakla na vozilu također mogu biti laminirana, kao i pojedina bočna stakla (trenutno na 10-20% vozila). Do 2018. godine sva vozila u SAD-u će morati imati bočna putnička stakla laminirana, a slične sigurnosne mjere očekuju se i u zemljama Europske unije. Za razliku od laminiranih stakala kaljena stakla se kod udarca u njih (sudar, udar letećih čestica ili predmeta) rasprsnu na mnogo sitnih dijelova jer nemaju folije koja bi to rasipanje spriječila.



Slika 5.1. Kaljeno i laminirano staklo

Izvor:http://automobili.dnevnik.hr/novosti/clanak/razlika-izmedu-kaljenih-i-laminiranih-stakala, 19.8.2015.

5.2. Vozačka zrcala (retrovizori)

Kako bi se vozač mogao informirati o sigurnosti odvijanja prometa iza i s bočnih strana vozila bez prevelikih pokreta tijela, u kabinu i sa svake strane vozila se postavljaju vozačka zrcala ili retrovizori. Takvom kombinacijom postavljenih zrcala laganim pokretima glave i oka vozač može kontrolirati promet te uviđa da li ga netko pretječe, da li je slobodna traka na koju se namjerava prestrojiti, te mu olakšavaju vožnju unatrag.

Vozačko zrcalo u kabini vozila omogućuje praćenje prometa iza vozila. Nosač tog zrcala mora biti izveden u obliku zgloba koji omogućuje namještanje. Vanjsko zrcalo stavlja se na vrata vozila i to što bliže očima radi bolje vidljivosti i lakšeg namještanja. U vanjskom zrcalu treba vidjeti što više kolnika i bok vlastitog vozila. Radi povećanja vidnog polja proizvode se i dvodijelna zrcala s razlomljenom površinom. Ta zrcala zakrenuta su tako da se dopunjuju te tako povećavaju vidno polje vozača.



Slika 5.2. Vozačka zrcala

Izvor: **http://www.instruktor-voznje.com.hr/podesavanje_retrovizora/**, 20.8.2015.

5.3. Uređaj za pranje i brisanje stakala

Uređaji za pranje i brisanje stakala na vozilu neophodni su za omogućavanje dobre vidljivosti u lošim vremenskim uvjetima (kiša, snijeg, prašina).

Uređaj za brisanje vjetrobranskog stakla mora čistiti čim veću površinu samog vjetrobrana kako bi vozaču cesta bila što preglednija. Mrtvi kutovi postoje u svakom vozilu, a veličina istih ovisi o veličini ostakljenih površina. Kada su stakla orošena ili prljava mrtvi kutovi su veći. Istraživanjima je pokazano da se vjerojatnost otkrivanja objekta smanjuje s 91% kod čistog vjetrobranskog stakla na 73% kod vjetrobranskog stakla na kojemu je bila umjerena razina zamagljenosti.[51] Oscilacije uređaja za brisanje koje se prilagođavaju vremenskim prilikama iznose od 2 do 30 u minuti. Danas na osobnim automobilima susrećemo i uređaje za brisanje stražnjih stakala te farova. Čak i male količine prljavštine na farovima uzrokuju apsorpciju i raspršenje svjetla, smanjujući „korisnu“ izlaznu svjetlost i često povećavaju bljesak nadolazećim vozilima.

Tablica 4. Vidljivost iz vozila u ovisnosti o zaprljanosti svjetala

Stupanj zaprljanosti stakla svjetala u %	Vidljivost u metrima
0	100
20	93
40	85
60	68
80	54
90	25

Izvor: [5.]

Ovi dodatni „brisači“ znače bolju vidljivost, što se i vidi u tablici iznad, pa prema tome i sigurnost u prometu. Metlice brisača treba redovito kontrolirati i mijenjati kako bi se omogućilo optimalno čišćenje, te spriječilo abrazivno djelovanje na staklo.

Vjetrobransko staklo često se jako zaprlja i ako ne pada kiša, snijeg i sl. Takav vjetrobran nemoguće je očistiti suhim brisačima. Da se brisačima olakša rad, u vozilo se montira uređaj za pranje vjetrobrana koji mlazom vode moči površinu vjetrobrana, a pomoću brisača otklanja prljavštinu i osigurava dobru vidljivost.

[51] Pašagić S. Vizualne informacije u prometu. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2004., p.153.

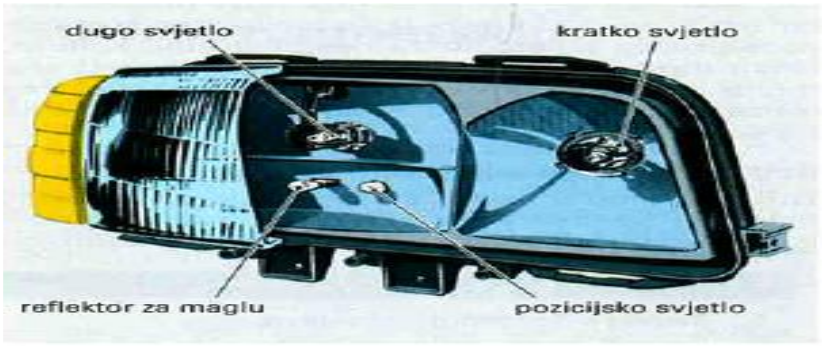
5.4. Svjetlosni i signalni uređaji

Uzrokom prometne nezgode mogu biti nedovoljna i neispravna osvijetljenost kolnika od strane vozila, te otežano uočavanje neodgovarajuće označenog vozila na kolniku. Zbog toga pravilna konstrukcija i raspored svjetlosno – signalnih uređaja na vozilu znatno pridonosi sigurnosti prometa na cesti. Zadaci svjetlosnih uređaja na vozilu su:

- **osvjetljavanje ceste** (glavna svjetla: kratka i duga, prednja svjetla za maglu, svjetla za vožnju unatrag)
- **označavanje vozila** (prednja i stražnja pozicijska svjetla, stražnje svjetlo za maglu, parkirna svjetla, gabaritna svjetla, svjetla stražnje registracijske pločice, rotacijska svjetla, katadiopteri i refleksna svjetla)
- **davanje svjetlosnih signala** (kočna svjetla, pokazivači smjera, uređaji za istodobno uključivanje svih pokazivača smjera)[52]

5.4.1. Svjetla na prednjoj strani vozila

Zadaća svjetala na prednjoj strani vozila je osvjetljavanje ceste ispred vozila. Najvažnija svjetla za sigurno odvijanje prometa na prednjoj strani vozila su glavna svijetla (kratka i duga), svjetla za maglu, pokazivači smjera, te pozicijska svjetla.



Slika5.3. Svjetla na prednjoj strani vozila

Izvor: [14.]

Glavna svjetla se izvode kao duga i kratka, kako bi se njihovom kombinacijom kod korištenja postigla što bolja vidljivost ispred vozila, ali i spriječilo neugodno zasljepljivanje vozača prilikom mimoilaženja. Duga svjetla se koriste za rasvjetljavanje ceste i signalizacije. Svjetlosni snop dugog svjetla mora osvijetliti najmanje 100m ceste ispred vozila, te je bijele ili žute boje. Kratka (oborena) svjetla su također bijele ili žute boje, svjetlosni snop je oboren koso prema dolje i osvjetljava 40 -80m ceste ispred vozila. Kratkim svjetlima se desna strana

[52] Hrvatska. Pravilnik o tehničkim uvjetima vozila u prometu na cestama. Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture; 2014.

ceste obasjava više i jače, kako bi se ranije uočile nadolazeće zapreke, dok se lijeva strana ceste slabije osvjetljava zbog već spomenutog zasljepljivanja.

Svjetla za maglu s prednje strane vozila služe za osvjetljavanje ceste po magli i nepovoljnim vremenskim uvjetima. Svjetlosni snop im je bijele ili žute boje, duljine do 35m, te se ne smiju postavljati na većoj visini od one na kojoj su postavljena kratka svjetla.

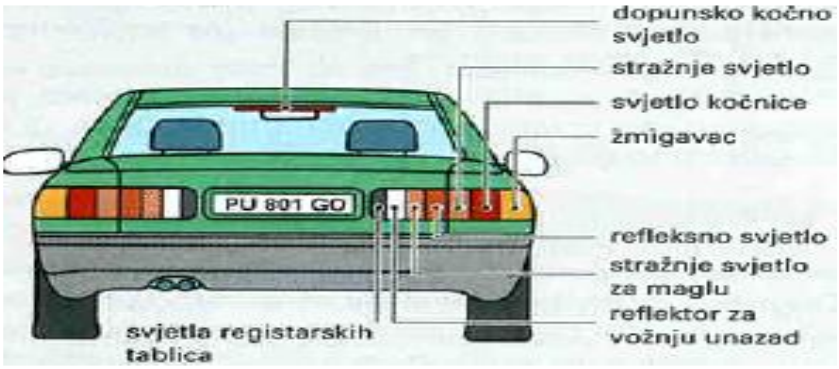
Pokazivači smjera koji se nalaze i s prednje i sa stražnje strane vozila imaju istu ulogu a to je davanje svjetlosnih signala pomoću kojih označavamo smjer kretanja vozila. Svjetlost pokazivača smjera je narančaste ili žute boje i mora biti uočljiva noću za vrijeme normalne vidljivosti s udaljenosti najmanje 300m.

Zbog neodgovarajućih signala za označavanje smjera kretanja vozila (pokazivača smjera) često se događaju prometne nezgode posebno na raskrižjima, ali i na otvorenim dijelovima ceste. Moraju biti lako uočljivi te se stoga koriste treptavi signali koji više privlače pažnju, ali ako je broj treptaja velik nepogodni su jer zasljepljuju.

Pozicijska svjetla služe za označavanje vozila, a svjetlost mora biti takvog intenziteta da su uočljiva kod normalne vidljivosti (bez magle, kiše), s udaljenosti najmanje 300m. Svjetlost prednjih pozicijskih svjetala je bijele boje.

5.4.2. Svjetla na stražnjoj strani vozila

Na stražnjoj strani vozila nalaze se kočno svjetlo, stražnja pozicijska svjetla, pokazivači smjera, svjetlo za označavanje registarske pločice, te svjetlo za vožnju unatrag. Najvažnija za sigurnost odvijanja prometa su kočna svjetla, te stražnja pozicijska svjetla.



Slika 5.4. Svjetla na stražnjoj strani vozila

Izvor: [14.]

Kočna svjetla signaliziraju vozilu iza vozila na kojemu su uključena da je vozilo ispred počelo kočiti radnom kočnicom. Na taj način omogućava se pravovremeno reagiranje stražnjeg vozila s ciljem održavanja sigurnog razmaka između vozila, a ponekad i sprečavanje

naleta na prednje vozilo. Crvene su boje i moraju biti uočljiva kod normalne vidljivosti s udaljenosti 300m. Uz stop svjetla koja se nalaze u sklopu s ostalim svijetlima često se postavlja i jedno dodatno kočno svjetlo u okviru stražnjeg stakla. Prema ispitivanjima provedenim u SAD-u kod tako visoko postavljenih kočnih svjetala nalijetanje stražnjeg vozila je smanjeno za gotovo 50%, a prednost im je lakše uočavanje pri vožnji u koloni.[53]

Stražnja pozicijska svjetla služe za signaliziranje prisutnosti i položaja vozila na cesti. Ako zadnja pozicijska svjetla ne rade događaju se prometne nezgode nalijetanja stražnjeg na prednje vozilo. Za opažanje stražnjih pozicijskih svjetala vrlo je bitan njihov intenzitet, jer slab intenzitet uzrokuje pogrešnu procjenu razmaka između vozila.

Na cesti je jednako važno vidjeti i biti viđen. To se postiže pravilnom uporabom svjetlosnih uređaja vozila. Nepravilnom uporabom često dolazi do prometnih nezgoda, a posebna su opasnost neosvijetljena spora vozila (traktori, bicikli). Općenito sa stajališta sigurnosti svjetlosni i signalni uređaji na vozilu moraju zadovoljiti ove uvjete:

- za vrijeme vožnje noću moraju rasvjetljavati cestu i njenu bližu okolicu
- moraju omogućiti promet vozila i u uvjetima slabe vidljivosti (magla, snijeg i sl.)
- moraju upozoravati ostale sudionike u prometu o svakoj promjeni pravca kretanja vozila
- stalni svjetlosni izvori ili reflektirajuća svjetla moraju obilježavati vozila s prednje i sa stražnje strane.[54]

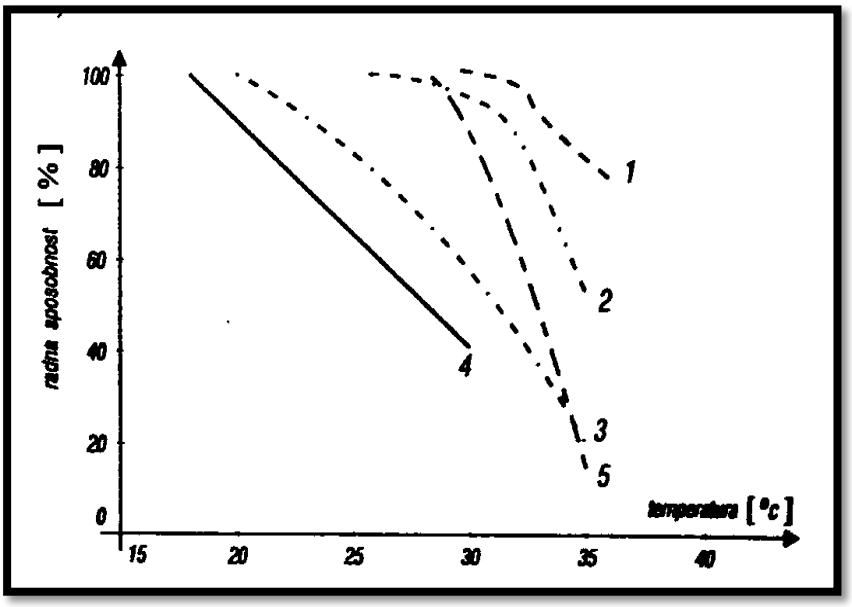
[53] Cerovac, V.: *Tehnika i sigurnost prometa*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001., p. 45.
[54] Cerovac, V.: *Tehnika i sigurnost prometa*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001., p. 46.

6. ELEMENTI VEZANI UZ FIZIOLOŠKE I PSIHOLOŠKE OSOBINE ČOVJEKA

Unutar ovog poglavlja završnog rada prikazani su utjecaji klimatizacije i provjetravanja unutrašnjosti vozila, te utjecaj buke i vibracija na čovjeka (vozača), a samim time i na sigurno odvijanje prometa.

6.1. Klimatizacija i provjetravanje unutrašnjosti vozila

Mikroklima u unutrašnjosti vozila izravno je vezana za fiziološke i psihološke osobine čovjeka koje se odražavaju na sigurnost u prometu. Često se misli da udobnost i odgovarajući mikroklimatski uvjeti predstavljaju komfor vozila. Međutim, grijanje, hlađenje, provjetravanje i čistoća zraka nikako se ne smiju svrstati u komfor vozila s obzirom na posljedice koje imaju na radnu sposobnost vozača. Na grafu ispod vidi se opadanje radnih sposobnosti kod određenih temperatura.



1 - sposobnost za intelektualni rad
2 - sposobnost za senzomotorni rad
3 - trajna sposobnost za višesatni rad
4 - sposobnost za teški fizički rad
5 - sposobnost za teški rad poslije lakšeg rada u normalnoj klimi

Grafikon 4 . Utjecaj klimatskih uvjeta na radnu sposobnost

Izvor:[2.]

Kod temperatura viših od 30°C radna sposobnost brzo opada, te se narušava normalna povezanost između audio – motornih i vizualno – motornih reakcija. Čovjek postaje trom i pospan, pojavljuje se osjećaj nelagode, te se remeti automatiziranost izvođenja pokreta. Posebno ljeti zrak u vozilima je ustajao i zagrijan jer je vozilo izloženo direktnom sunčevom

zračenju, pa se temperature u kabini penju i do 60°C, te postoji opasnost od toplinskog udara što predstavlja veliku opasnost u odvijanju prometa.

Niske temperature također izazivaju smanjenje radne sposobnosti. U kabini vozila čija je temperatura 13°C, radna sposobnost vozača opada nakon 20 do 30 minuta.

Temperatura zraka u vozilu zimi treba iznositi od 17 do 22°C, a ljeti do 28°C., što se postiže uređajima za grijanje/hlađenje.[55] Uz to što se tim uređajima regulira temperatura zraka unutar vozila, usmjeravanjem toplog zraka iz njih sprečava se zamagljivanje i zamrzavanje vjetrobranskih stakala što omogućuje normalnu vidljivost vozaču. Tijekom vožnje topli zrak uređaja za zagrijavanje ne smije direktno dolaziti u glavu vozača jer ga nepotrebno umara što negativno utječe na sigurnost.



Slika 6.1. Prozračivanje vozila

Izvor: **http://www.tiposervis.rs/article/auto-klime.html**, 21.8.2015.

6.2. Buka vozila

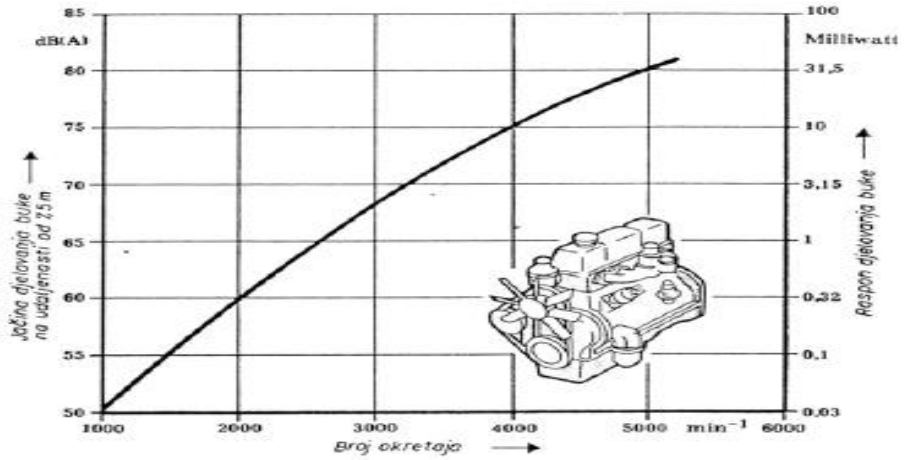
Buka je svaki zvuk čija razina prekoračuje najviše dopuštene vrijednosti koje su posebno propisane s obzirom na vrijeme, mjesto gdje nastaje i sredinu u kojoj ljudi borave.[56] Zvuk ne mora biti jak da bi smetao, smetati može i zvuk koji je iritirajući, učestao i dugotrajan što se događa u prometu.

Štetno djelovanje buke se očituje u sljedećem: izaziva glavobolju, vrtoglavicu i razdražljivost te na taj način smanjuje radnu sposobnost vozača i njegovu sposobnost sigurnog upravljanja vozilom. Kod motornih vozila izvor buke može biti motor, usisni i ispušni sustav, ventilator, pneumatici i sl.

[55]Cerovac, V.: *Tehnika i sigurnost prometa,* Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001., p. 48.
[56] Zuber N, Filipan I, Lončar P. Zaštita na radu u cestovnom prometu. Zagreb: Škola za cestovni promet; 1993., p. 3-70.

Profesionalni vozači koji voze relaciju dužu od 500km, odnosno voze duže od osam sati neprekidno, a izloženi su buci od preko 80dB, osjećaju umor takvog intenziteta da se lako može dogoditi da ne razlikuju crvenu od zelene boje. Stoga je razinu buke potrebno ograničiti. U motornom prostoru buka ne smije prelaziti 100 do 115dB, dok u kabini vozila ne smije prelaziti 70dB. [57]

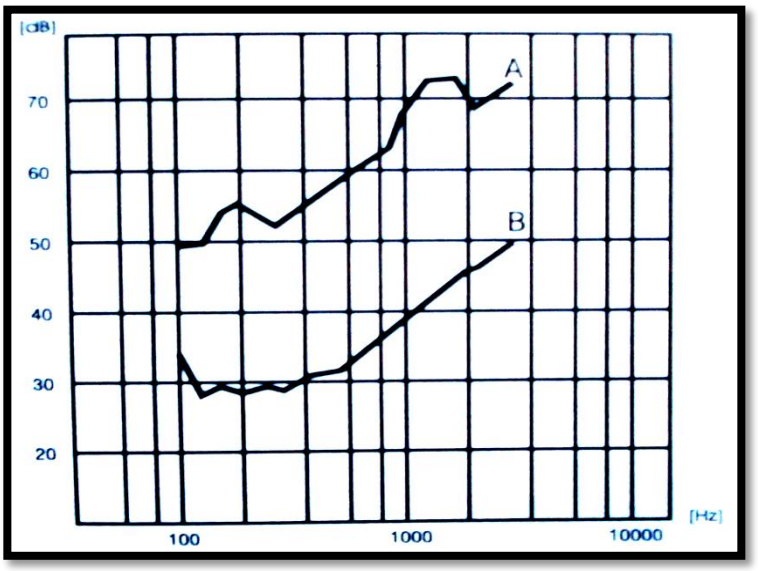
Razina buke ovisi o snazi motora, brzini kretanja vozila, te broju okretaja motora što se i vidi na grafikonu 5.



Grafikon 5. Ovisnost buke o broju okretaja motora

Izvor: [18.]

Konstruktori novih vozila radi neposredne zaštite vozača, ali i smanjenja štetnog utjecaja buke oko vozila primjenjuju najsuvremenija rješenja. Ta se rješenja odnose na primjenu amortizera koji smanjuju oscilacije i vibracije, izolaciju dijelova motora koji proizvode buku, ugradnju prigušivača, pravilno podmazivanje i održavanje motora. Primjenom akustične izolacije između prostora za motor i putnike postiže se smanjenje buke 15 do 25dB što se i vidi na grafikonu 6.



Grafikon 6. Smanjenje buke akustičnom izolacijom

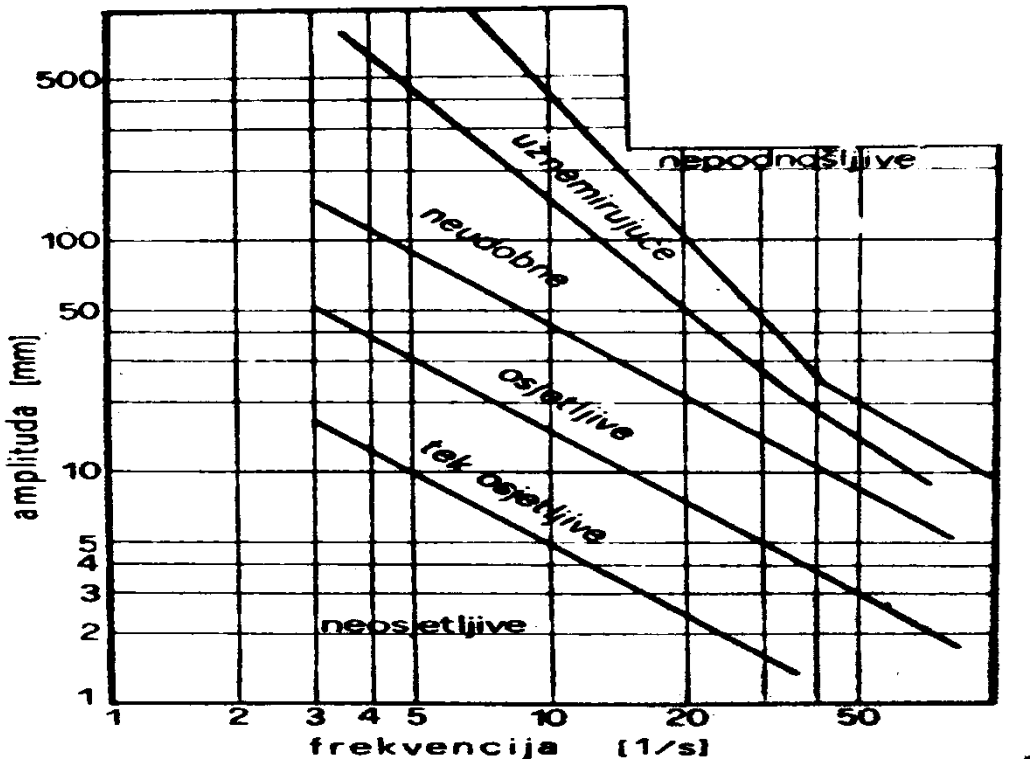
Izvor: [2.]

A – akustična pregrada, B – pregrada s prigušivačem

[57] Cerovac, V.: *Tehnika i sigurnost prometa*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001., p. 45.

6.3. Vibracije vozila

Kod kretanja vozila dolazi do osciliranja njegovih dijelova. Te oscilacije organizam čovjeka različito prima i različito podnosi. Kod oscilacija niske učestalosti (od 900 do 1000 u minuti) organizam čovjeka ih prima kao posebne, izdvojene promjene opterećenja i položaja. Oscilacije veće učestalosti koje ne osjećamo izolirano jedne od drugih, već zajedno, nazivamo vibracijama. Organizam čovjeka osjeća vibracije kao zvučne pojave ili kao djelovanje sila. Izazivaju umor vozača, neugodu, bolove u leđima, trnce u prstima, što negativno utječe na njegovu sposobnost sigurnog upravljanja vozilom. Prikaz utjecaja oscilacija određenih amplituda i frekvencija na čovjeka prikazan je grafikonom 7.



Grafikon 7. Prikaz utjecaja vibracije na čovjeka

Izvor: [5.]

Vibracije kod motornih vozila uglavnom nastaju zbog:

- izvedbe i kvalitete površine po kojoj se vozilo kreće
- vrste, stanja, kvalitete, te tlaka zraka u pneumaticima
- stanja i izvedbe amortizera, ovjesa
- rada motora i transmisije
- promjena sila pri ubrzavanju usporavanju i skretanju.[58]

[58] Zuber N, Filipan I, Lončar P. Zaštita na radu u cestovnom prometu. Zagreb: Škola za cestovni promet; 1993., p. 3-80.

Učestalost oscilacije karoserije je u granicama od 50 do 150 min^{-1}. Vibracije motora i transmisije su učestalosti od 1000 do 4200 min^{-1}. U unutrašnjosti vozila vozač i putnici su zaštićeni od izravnog djelovanja vibracija zahvaljujući sjedalu i naslonu vozača. Jedino noge koje se nalaze na podu osjećaju vibracije, te se preko nogu šire čitavim tijelom što je neugodno i loše utječe na vozača. Djelovanje vibracija na noge vozača ili putnika smanjuje se postavljanjem elastičnih obloga. Zvučno očitovanje vibracija (lupanje stakala, karoserije, lupa i škripa dijelova u vozilu), jako razdražuje i djeluje na živčani sustav što također negativno utječe na sigurno upravljanje vozilom.

Osjetljivost čovjeka na oscilacije ovisi o:

- amplitudi oscilacija
- učestalosti oscilacija
- ubrzanju
- intenzitetu promjene ubrzanja oscilatornog kretanja[59]

Smanjenjem amplitude osciliranja povećavamo udobnost automobila. Kod amplituda manjih od 35 do 45mm, amortizacijska sposobnost ljudskog organizma potpuno odstranjuje osciliranje glave, dok veće amplitude izazivaju osciliranje glave što dovodi do neugodnog osjećaja i pojave umora.[60]

Zaštita od štetnog djelovanja vibracija kod vozila podrazumijeva primjenu:

- mekih sjedala i naslona optimalno prilagođenih tijelu vozača/putnika,
- propisanog tlaka zraka u pneumaticima, te pneumatika uravnoteženih masa,
- kvalitetnih sustava ovješenja i kvalitetnih amortizera,
- debelih obloga na podu karoserije.

[59] Zuber N, Filipan I, Lončar P. Zaštita na radu u cestovnom prometu. Zagreb: Škola za cestovni promet; 1993., p. 3-81.

[60] Perotić, V.: *Prometna tehnika 1,* Škola za cestovni promet, Zagreb, 1994., p. 3-50.

7. NAČINI UNAPREĐENJA AKTIVNIH ELEMENATA S CILJEM POVEĆANJA SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA

Unutar ovog poglavlja završnog rada prikazani su osnovni načini unapređenja aktivnih elemenata sigurnosti vozila koji se već primjenjuju na vozilima ili će tek naći primjenu na istima. Povećanje sigurnosti cestovnog prometa osigurava se primjenom sustava koji povećavaju efikasnost kočenja, te pridonose većoj stabilnosti vozila kao što su ABS, BAS, ESP, ASR sustavi. Način unapređenja aktivnih elemenata je i primjena sljedećih sustava asistencije i potpore vozaču: BLIS, LDW, ACC.

7.1. ABS (Anti-lock Brake System) – sustav protiv blokiranja kotača prilikom kočenja

Zadaća ABS-a je spriječiti blokiranje kotača pri kočenju i njihovo klizanje iznad dopuštenih vrijednosti regulacijom tlaka radnog medija u kočnom sustavu. Kod blokiranja stražnjih kotača vozilo gubi stabilnost, dok se u slučaju blokiranja prednjih kotača ne može upravljati vozilom. Uz to, klizanjem kotača produžuje se put kočenja, a samim time i zaustavni put, te se smanjuje upravljivost vozila. Sustav protiv blokiranja kotača dakle pomaže vozaču da kod intenzivnog kočenja „iskoristi“ raspoloživi koeficijent prianjanja i zadrži mogućnost upravljanja vozilom.

Osnovni dijelovi ABS-a su: senzori broja okretaja kotača s impulsnim prstenima, elektronički upravljački sklop, razvodnici (elektromagnetski ventili čiji je zadatak povećanje, snižavanje ili držanje kočnog tlaka), a princip rada ovog sustava je sljedeći. Većinom se svako kočenje odvija s vrlo malim klizanjem pri čemu ABS ne djeluje. Tek se kod naglog kočenja i velikog klizanja kotača aktivira ABS, sprečavajući blokiranje kotača. Područje rada ABS-a je kod proklizavanja kotača od 8 do 35% i brzine vozila veće od 5km/h. Na svakom kotaču nalazi se po jedan senzor i impulsni prsten. Frekvencija izmjeničnog napona kojeg je prsten inducirao na senzoru jednaka je brzini rotacije kotača. Napone sa senzora obrađuje elektronički sklop i na temelju tih vrijednosti određuje referentnu brzinu koja odgovara brzini kretanja vozila. Elektronički sklop uspoređuje impulse s kotača s referentnom brzinom i na taj način određuje ubrzanje ili usporenje svakog od kotača. Naginje li koji kotač blokiranju i prekoračenju dozvoljenog klizanja elektronika prepoznaje kritičnu situaciju i prebacuje razvodnik kotača u područje držanja tlaka. Kočni tlak ostaje isti, a ako kotač unatoč tome ima

tendenciju jačeg klizanja elektronika prebacuje razvodnik u položaj snižavanja tlaka. Kad klizanje kotača padne na zadanu vrijednost razvodnik se prebacuje na porast tlaka. Takav regulacijski proces ponavlja se 10 puta/s, sve dok je papučica kočnice pritisnuta i brzina vozila veća od 5km/h.

Za sigurnost je važno da prilikom povećanja ili pada tlaka radnog medija u kočnom sistemu koje se osjeti kao vibriranje papučice kočnice vozač ne smanjuje pritisak na papučicu, te da vozači prisustvom ABS-a ne podliježu agresivnijoj vožnji računajući na ulogu ABS-a u kritičnim situacijama jer je to pogrešan pristup vožnji. ABS – kočnice danas su dio osnovne opreme većine suvremenih vozila.

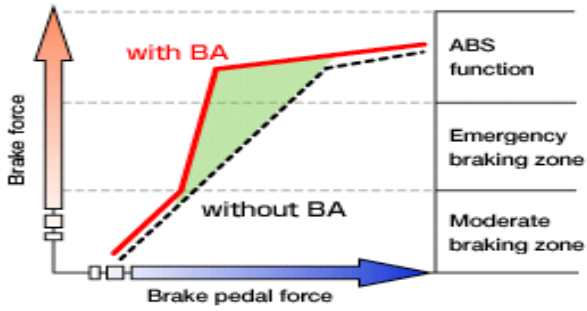


Slika 7.1. Kontrolna lampica ABS-a

Izvor. http://www.carpartkings.com/blog/2013/11/how-anti-lock-braking-system-abs-work.html, 22.8.2015.

7.2. BAS (brake asist system) – elektronski pojačivač sile kočenja

Istraživanjima je dokazano da mnogi vozači u kritičnim situacijama pritisnu papučicu kočnice brzo, ali nedovoljno jako. Put kočenja (time i zaustavni put) vozila je duži, a vjerojatnost nastanka nezgode veća. U takvim situacijama elektronski pojačivač sile kočenja preuzima nadzor nad kočnim sustavom, te proizvodi maksimalnu silu kočenja, čime se smanjuje put kočenja. Blokiranje kotača spriječeno je ABS-om. Osnovni dijelovi BAS-a su: elektronika (nadzorna jedinica), uklopni magnet, senzor pomaka pedale, prekidač nultog položaja, a način rada je sljedeći. Senzor pomaka pedale registrira svaki pomak papučice kočnice i elektronici prosljeđuje podatak o veličini pomaka. Na taj način se sustav informira o vozačevom načinu kočenja, a neprestanim uspoređivanjem podataka BAS prepoznaje kad se papučica kočnice pritišće većom brzinom od normalne i na taj način zaključuje da je posrijedi opasna situacija. BAS elektronika tada reagira aktivirajući uklopni magnet koji otvara radnu komoru pojačivača sile kočenja čime se postiže puna sila kočenja. Kad vozač makne nogu s papučice kočnice prekidač nultog položaja dojavljuje elektronici da isključi uklopni magnet te se prekida pojačavanje sile kočenja.



Slika 7.2. Kočenje sa i bez BAS sustava

Izvor: http://www.brakeassist.com/brakeassist.html, 23.8.2015

7.3. ESP (Electronic Stability Program) - elektronski program stabilnosti vozila

Primjenom ESP-a u znatnoj se mjeri pridonosi većoj aktivnoj sigurnosti vozila. ESP smanjuje rizik od nekontroliranog otklizavanja i proklizavanja vozila u zavojima, te održava vozilo na zadanoj putanji, čak i u iznimno teškim uvjetima na cesti kao što je zaleđena cesta. U osnovi ESP sprječava okretanje vozila oko okomite osi ciljanim kočenjem pojedinih kotača, te na taj način zadržava poprečnu i uzdužnu stabilnost vozila. U elektroničkom programu stabilnosti vozila usklađeno djeluju brojni sustavi koji su međusobno umreženi (između ostalih i ABS, te ASR sustav koji su spomenuti u ovom završnom radu). Na temelju podataka o brzini vrtnje kotača, kutu zakreta kola upravljača, bočnom ubrzanju, tlaku kočenja, te brzini vrtnje oko vlastite okomite osi dobivenih pomoću brojnih senzora na vozilu i njihovim uspoređivanjem s referentnim podacima ESP sustav odlučuje koji kotač će koliko jako biti ukočen ili ubrzan, odnosno hoće li se smanjiti snaga motora.

Primjerice ako ulaskom u zavoj dođe do zanošenja zadnjeg dijela vozila, ESP sustav prvo će smanjiti snagu motora te na taj način probati stabilizirati vozilo. Ako ni to nije dovoljno sustav će aktivirati kočnicu na prednjem vanjskom kotaču. Takvim kočenjem onemogućava se rotacija vozila i vozilu se vraća stabilnost.

7.4. ASR (Antriebs-Schlupf-Regelung) – elektronski sustav protiv proklizavanja pogonskih kotača

Sustav protiv proklizavanja pogonskih kotača ugrađuje se na vozila sa svrhom onemogućavanja proklizavanja pogonskih kotača vozila prilikom kretanja i ubrzavanja. To se postiže ograničavanjem veličine okretnog momenta na vrijednost koju je moguće prenijeti na podlogu bez klizanja kotača. Sustav ASR-a djeluje na rad motora ili rad kočnica. ASR s djelovanjem na motor radi na sljedeći način. Senzori okretaja kotača šalju informacije o

okretanju kotača upravljačkom sklopu. U slučaju da koji kotač teži klizanju upravljački sklop smanjuje snagu motora elektronskim oduzimanjem gasa. Snaga motora se postepeno povećava kada kotač prestane klizati. Drugi način djelovanja je djelovanje ASR-a pomoću kočnica tj. kočenjem kotača koji naginje proklizavanju, te automatski prijenos snage preko diferencijala na drugi kotač koji ima bolji kontakt s podlogom. Ovaj sustav smanjuje potrebu vozača da djeluje na ponašanje vozila prilikom proklizavanja oduzimanjem gasa ili zakretanjem kola upravljača.

7.5. BLIS (Blind Spot Information System) – sustav za pregled mrtvog kuta

Sustav za otkrivanje vozila u mrtvom kutu pomoću radara provjerava da li postoje vozila u mrtvom kutu prilikom izmicanja ili promjene prometne trake, obilaženja ili pretjecanja. U slučaju da postoje vozač je obaviješten svjetlosnim i zvučnim signalima. Ovaj sustav razvio je Volvo.



Slika 7.3. BLIS sustav

Izvor: [25.]

7.6. LDW (Lane Departure Warning) – sustav upozorenja o nenamjernom izlasku iz prometne trake

Kamerom te infracrvenim ili radarskim senzorom prati uzdužne oznake na kolniku, te u slučaju nenamjernog izlaska iz prometne trake upozorava vozača svjetlosnim i zvučnim signalom. Ovaj sustav razvio je Nissan 2001. godine, dok je unaprijeđen od strane Toyote čija vozila mogu i samostalno korigirati putanju kretanja.

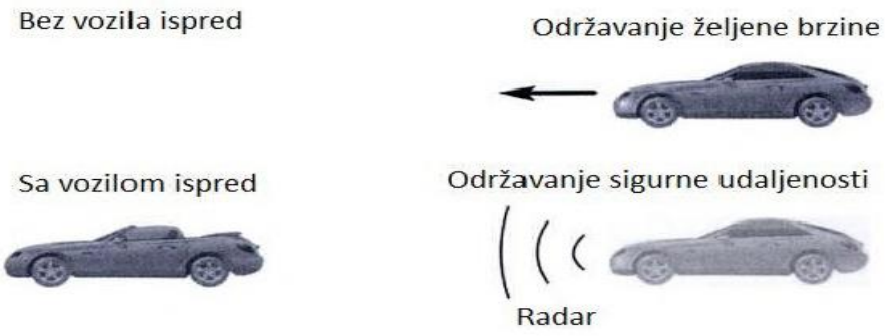


Slika 7.4. LDW sustav

Izvor: [25.]

7.7. ACC (Adaptive cruise control) – sustav nadzora razmaka između vozila

ACC je uređaj za podešavanje udaljenosti od vozila ispred. To radi konstantno mjereći udaljenost između vozila te eventualnim kočenjem ili ubrzavanjem održava vozilo na potrebnom sigurnosnom razmaku. Sustav ACC obično se nadograđuje na sustav tempomata koji elektronskim nadzorom održava brzinu vozila. Vozilo opremljeno ACC-om posjeduje radar ili neki drugi senzor smješten u prednjem dijelu vozila. U slučaju da nema vozila ispred, vozila se kreću brzinom koju je odredio vozač (kao i vozila s tempomatom). Međutim, kad radar detektira vozilo ispred, ACC sustav odlučuje da li se vozilo može nastaviti sigurno kretati pri zadanoj (željenoj) brzini. Ako je vozilo ispred na premalom sigurnosnom razmaku ili se kreće malom brzinom, ACC se prebacuje s kontrole brzine na kontrolu udaljenosti. Kod kontrole udaljenosti ACC sustav kontrolira ubrzanje i usporavanje vozila i na taj način održava potreban sigurnosni razmak od vozila ispred.



Slika 7.5. Način rada ACC sustava

Izvor: http://www.scribd.com/doc/121522188/Elektronicki-sustavi-u-automobilu#scribd, 24.8.2015.

8. ZAKLJUČAK

Nezamjenjiva uloga i značaj prometnog sustava u životima svih ljudi zahtijeva funkcioniranje tog sustava s vrlo visokom razinom sigurnosti. Na razinu sigurnosti prometnog sustava pojednostavljeno gledano kroz mogući uzrok prometne nezgode djeluju čovjek, vozilo i cesta. Vozilo ponajviše doprinosi sigurnosti putem aktivnih elemenata kojima se sprječava mogućnost nastanka prometnih nezgoda.

Analizom aktivnih elemenata u ovom završnom radu vidljivo je da je njihova uloga od presudne važnosti po sigurno kretanje cestovnih vozila, a samim time i po sigurno odvijanje prometa. Važnost ispravnosti aktivnih elemenata dokazuje i to što su upravo oni predmetom posebnog kontroliranja prilikom obavljanja tehničkih pregleda, a njihovo je stanje često uzrokom ne prolaska samog tehničkog pregleda. Kao najvažniji ističu se kočni sustav, upravljački mehanizam i pneumatici. Neispravnost tih elemenata izravno uzrokuje prometne nezgode. Naravno da i svi ostali aktivni elementi čiji je utjecaj na sigurnost prikazan kroz završni rad ne smiju biti zapostavljeni već im se mora pridavati velika pozornost glede održavanja kako bi bili ispravni i aktivno pridonosili smanjenju broja prometnih nezgoda.

Stoga kao osobni zaključak ovog rada smatram da, govoreći o sigurnosti prometa, aktivni elementi sigurnosti vozila predstavljaju najvažniji i najznačajniji element sigurnosti čijom se ispravnošću i konstantnim unapređenjem može smanjiti broj prometnih nezgoda i osigurati potrebna razina sigurnosti.

LITERATURA

[1.] Cerovac V. Tehnika i sigurnost prometa. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2001.

[2.] Perotić V. Prometna tehnika 1. Zagreb: Škola za cestovni promet; 1994.

[3.] Golubić J. Osnove tehnike i sigurnosti prometa. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 1997.

[4.] Luburić G. Sigurnost cestovnog i gradskog prometa 1- radni materijal za predavanja. Zagreb, Fakultet prometnih znanosti; 2010.

[5.] Zuber N, Filipan I, Lončar P. Zaštita na radu u cestovnom prometu. Zagreb: Škola za cestovni promet; 1993.

[6.] Rotim F. Elementi sigurnosti cestovnog prometa (svezak 2). Zagreb; 1991.

[7.] Hrvatska. Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2013. Zagreb: Ministarstvo unutarnjih poslova; 2014.

[8.] Hrvatska. Nacionalni program sigurnosti cestovnog prometa Republike Hrvatske 2011. – 2020. godine. Vlada Republike Hrvatske; 2011.

[9.] Jurum – Kipke J, Hozjan D, Baksa S. Kognitivna znanstvena virtualizacija u funkciji sigurnosti u prometu. Sigurnost [Internet]. 2008 Travanj [preuzeto 2015 Lipanj 23]; 50(1). Dostupno na: http://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=33537

[10.] Perić T, Ivaković Č. Zaštita u prometu. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2011.

[11.] Stefanović A. Drumska vozila - osnovi konstrukcije. Niš: Centar za motore i motorna vozila mašinskog fakulteta u Nišu; 2010.

[12.] Lindov O. Sigurnost u cestovnom saobraćaju. Sarajevo: Fakultet za saobraćaj i komunikacije; 2007.

[13.] Hrvatska. Pravilnik o tehničkim uvjetima vozila u prometu na cestama. Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture; 2014.

[14.] Bohner M, Fischer R, Gscheidle R, Keil W, Leyer S, Saier W, Schlogl B, Schmidt H, Siegmayer P, Wimmer A, Zwickel H. Tehnika motornih vozila. Zagreb: Pučko otvoreno učilište; 2006.

[15.] Zavada J. Prijevozna sredstva. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2000.

[16.] Čevra A. Motori i motorna vozila 2. Zagreb: Školska knjiga; 1992.

[17.] Pašagić S. Vizualne informacije u prometu. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2004.

[18.] Golubić J. Promet i okoliš. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2006.

[19.] Bilješke s predavanja kolegija Sigurnost cestovnog i gradskog prometa 1, akademska godina 2014./2015.

[20.] Bilješke s predavanja kolegija Cestovna prijevozna sredstva, akademska godina 2014./2015.

[21.] Bilješke s predavanja kolegija Cestovne prometnice 1, akademska godina 2014./2015.

Internet izvori:

[22.] http://ss-zeljeznickatehnicka-moravice.skole.hr/upload/ss-zeljeznickatehnicka-moravice/newsattach/164/Prometna%20kultura.pdf, 25.5.2015.

[23.] http://www.cvh.hr/tehnicki-pregled/statistika/, 20.6. 2015

[24.] http://www.sigurno-voziti.net/crtice/crtica09.htm, 25.6.2015.

[25.] http://www.sup.hr/, 27.6.2015.

[26.] http://tehprojekt.com/product/12/rhyno-windshield-cutter, 19.8.2015.

POPIS SLIKA:

Slika 2.1. Elementi kibernetskog sustava čovjek – vozilo – okolina
Slika 4.1. Bubanj kočnice
Slika 4.2. Disk kočnice s fiksnom i pomičnom stegom
Slika 4.3. Prianjanje pneumatika kod različitog tlaka zraka
Slika 4.4. Konstrukcija pneumatika
Slika 4.5. Konstrukcija dijagonalnog i radijalnog pneumatika
Slika 4.6. Upravljački mehanizam
Slika 4.7. Upravljački mehanizam s zupčastom letvom
Slika 4.8. Putanja vratila upravljača nakon sudara
Slika 4.9. Pravilan položaj sjedenja u odnosu prema nepravilnom
Slika 4.10. Kolo upravljača
Slika 4.11. Nožne komande vozila
Slika 4.12. Djelovanje usmjerivača zraka
Slika 5.1. Laminirano i kaljeno staklo
Slika 5.2. Vozačka zrcala
Slika 5.3. Svjetla na prednjoj strani vozila
Slika 5.4. Svjetla na stražnjoj strani vozila
Slika 6.1. Prozračivanje vozila
Slika 7.1. Kontrolna lampica ABS-a
Slika 7.2. Kočenje sa i bez BAS sustava
Slika 7.3. BLIS sustav
Slika 7.4. LDW sustav
Slika 7.5. Način rada ACC sustava

POPIS GRAFIKONA:

Grafikon 1. Vennov dijagram
Grafikon 2. Odnos između broja nezgoda i vremena rada
Grafikon 3. Najčešće neispravni aktivni elementi sigurnosti vozila
Grafikon 4 . Utjecaj klimatskih uvjeta na radnu sposobnost
Grafikon 5. Ovisnost buke o broju okretaja motora
Grafikon 6. Smanjenje buke akustičnom izolacijom
Grafikon 7. Prikaz utjecaja vibracije na čovjeka

POPIS TABLICA:

Tablica 1. Uzroci prometnih nezgoda

Tablica 2. Prometne nesreće koje su skrivili vozači prema stupnju alkoholiziranosti u 2013. godini.

Tablica 3. Broj utvrđenih neispravnosti po pojedinim sklopovima vozila

Tablica 4. Vidljivost iz vozila u ovisnosti o zaprljanosti svjetala

POPIS KRATICA:

ČVC čovjek – vozilo – cesta

PVB polivinil – butiral

ABS (Anti-lock Brake System) sustav protiv blokiranja kotača prilikom kočenja

BAS (Brake Asist System) elektronski pojačivač sile kočenja

ESP (Electronic Stability Program) elektronski program stabilnosti vozila

ASR (Antriebs-Schlupf-Regelung) elektronski sustav protiv proklizavanja pogonskih kotača

BLIS (Blind Spot Information System) sustav za pregled mrtvog kuta

LDW (Lane Departure Warning) sustav upozorenja o nenamjernom izlasku iz prometne trake

ACC (Adaptive cruise control) sustav nadzora razmaka između vozila