

# Utjecaj kvalitete održavanja motornih vozila na sigurnost cestovnog prometa

---

**Mravak, Andrija**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2016**

*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:119:885794>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-29**



*Repository / Repozitorij:*

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**Andrija Mravak**

**UTJECAJ KVALITETE ODRŽAVANJA VOZILA  
NA SIGURNOST CESTOVNOG PROMETA**

**ZAVRŠNI RAD**

**Zagreb, 2016.**

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

## **ZAVRŠNI RAD**

**THE IMPACT OF ROAD VEHICLES  
MAINTENANCE QUALITY ON ROAD SAFETY**

**UTJECAJ KVALITETE ODRŽAVANJA VOZILA  
NA SIGURNOST CESTOVNOG PROMETA**

Mentor: mr. sc. Ivo Jurić

Student: Andrija Mravak, 0119014614

Zagreb, rujan, 2016

## SAŽETAK

Utjecaj kvalitete održavanja vozila na sigurnost cestovnog prometa jest skup radnji zahvata i pridržavanja normi u svrhu sigurnijeg odvijanja prometa. Vozilo kao čimbenik sigurnosti cestovnog prometa ima nakon čovjeka najvažniju ulogu. Pravilnim održavanjem vozila spriječavamo nastanak grešaka koje se događaju u svakodnevnicima. Rezultati pravilnog održavanja vozila iskazuju se sigurnijim prometnim radnjama te efektivnijim i efikasnijim djelovanjem vozila.

KLJUČNE RIJEČI: efikasnost; pouzdanost; sigurnost; sustav; pokazatelj

## SUMMARY

The impact of road vehicles maintenance quality on road safety actually is variety of actions and acknowledgment of regulations to achieve safer traffic development. As a subject of road safety vehicle has second most important role to play. With proper maintenance of vehicles we prevent possibility of mistakes that are happening on daily bases. As a result of proper maintenance we achieve safer traffic actions and more effective and efficient vehicle behaviour.

KEYWORDS: effectiveness; reliability; safety; system; indicator

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>2. VOZILO KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA</b> .....	3
2.1. Elementi sigurnosti vozila.....	3
2.2. Aktivni elementi sigurnosti vozila.....	3
2.3 Pasivni elementi sigurnosti vozila.....	5
<b>3. CILJEVI I ZADACI ODRŽAVANJA VOZILA</b> .....	8
3.1. Osnovni utjecaji na vijek upotrebe vozila.....	9
3.2. Zadovoljavanje zakonskih propisa i korištenje vozila .....	11
3.3. Metode održavanja vozila .....	14
3.3.1. Metoda održavanja po pojavi otkaza (korektivna metoda) .....	14
3.3.2. Metoda održavanja prema programu s utvrđenim ciklusom.....	16
3.3.3. Održavanje prema ispitivanju.....	17
<b>4. OSNOVNA OBILJEŽJA SUSTAVA ODRŽAVANJA VOZILA</b> .....	19
4.1. Održavanje vozila - podsustav u okviru sustava transportnog.....	19
4.2. Cilj sustava održavanja vozila .....	21
4.3. Alternativni načini postizanja ciljeva održavanja .....	23
4.4 Kvaliteta sustava održavanja .....	24
4.5. Parametri kvalitete sustava održavanja .....	25
<b>5. POKAZATELJI KVALITETE ODRŽAVANJA CESTOVNIH VOZILA</b> .....	29
<b>6.UTJECAJ TEHNIČKOG PREGLEDA VOZILA NA SIGURNOST CESTOVNOG PROMETA</b> .....	31
<b>7. ZAKLJUČAK</b> .....	37
POPIS LITERATURE.....	39
POPIS KRATICA .....	40
POPIS ILUSTRACIJA .....	41

# 1. UVOD

Permanentnim i rapidnim porastom broja cestovnih motornih vozila počinju se pojavljivati problem prezasićenosti cestovne infrastrukture te samim time te smanjenje sigurnosti u cestovnom prometu. Riješenje tih problema podrazumjeva stalno poduzimanje određenih mjera kako bi se smanjile posljedice na najmanju moguću mjeru. U tom pravcu se razvila i posebna tehnička disciplina *prometna tehnika* koja se dijeli u četiri osnovna područja:

- prometne studije i analize
- reguliranje i kontrola prometa
- projektiranje u prometu
- planiranje prometa

Kako bi sva četiri područja tehnike optimalno funkcionirala sredstva rada moraju biti temeljito održavana radi sigurnosti i učinkovitosti odvijanja prometne usluge. Danas održavanje transportnih sredstava zauzima važno mjesto u stvaranju prometne usluge. Održavanje transportnih sredstava je dio ukupne funkcije proizvodnje prometne usluge. Ono se definira kao stalna kontrola nad transportnim sredstvima na kojima se po potrebi vrše određene popravke čime se omogućava stalno funkcioniranje transportnog sredstva. Održavanje je bitno radi povećanja sigurnosti prometnih radnji jer ispravnija vozila rezultiraju većom stopom sigurnosti u prometu.

U drugom poglavlju opisano je kako vozilo utječe na sigurnost u cestovnom prometu, kako komponente vozila utječu na sigurnost vozača i sigurnost drugih sudionika u prometu. Elementi koji utječu na vozilo kao čimbenik sigurnosti u prometu jesu pasivni i aktivni dijelovi.

Cilj održavanja vozila kao i vijek trajanja vozila mogu se odrediti metodama održavanja vozila koje se navode u trećem poglavlju, sve pod uvjetom da zadovoljavaju zakonske propise za korištenje vozila.

U četvrtom poglavlju obrazlažu se osnovna obilježja sustava za održavanje vozila. Opisuju se načini i ciljevi sustava za održavanja vozila, također se spominju i

alternativni načini postizanja ciljeva održavanja kao što su razvoj sustava za održavanje i nabava novih vozila. Prikazuje se ocjenivanje kvalitete sustava za održavanje i njeni parametri.

U petom poglavlju pokazatelji kvalitete održavanja spominju se kao način vrednovanja isplativosti, pouzdanosti i sigurnosti vozila a ujedno su i najbitniji pokazatelji kvalitete održavanja koji se mogu specificirati kao:

- ekonomičnost vozila i voznog parka
- pouzdanost vozila i voznog parka
- raspoloživost vozila i voznog parka
- efektivnost vozila i voznog parka
- efikasnost vozila i voznog parka

U posljednjem, šestom poglavlju opisan je tehnički pregled vozila, način kako se izvodi te kako utječe na sigurnost u prometu kao najbitniji kriterij za prometovanje vozilom.

## **2. VOZILO KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA**

Prema statističkim podacima u 3-5 % prometnih nezgoda uzrok je tehnički nedostatak na vozilu. Iako, na oko mali postotak, taj broj je možda čak i veći samo zbog toga jer se u istražnim postupcima puno lakše dokaže greška koju je počinio vozač. Dobro održavano vozilo smanjuje vjerojatnost pojave neželjenog ponašanja vozila i samim time smanjuje vjerojatnost nastanka prometnih nesreća.

### **2.1. Elementi sigurnosti vozila**

Elementi vozila koji utječu na sigurnost prometa mogu se podijeliti na aktivne i pasivne. U aktivne elemente sigurnosti mogu se ubrojiti ona tehnička rješenja vozila čija je zadaća smanjiti mogućnost nastanka prometne nezgode. U pasivne elemente mogu se ubrojiti rješenja koja imaju zadaću ublažiti posljedice u slučaju nastanka prometne nesreće, [2].

### **2.2. Aktivni elementi sigurnosti vozila**

Aktivni elementi sigurnosti vozila su oni elementi koji imaju zadaću smanjiti mogućnost nastanka prometne nezgode. Mjere koje spadaju u tu grupu su pronalaženje mogućnosti uočavanja i reagiranja u odnosu na ostale sudionike u prometu (pješaci i ostala vozila) i ograničenju informacija koje vozač prima. Mjere u odnosu na vozilo uključuju otklanjanje mogućih konfliktnih situacija – efikasnost i pouzdanost kočnica i upravljača vozila, buka, oscilacije, klimatizacija, raspored komandi te udobnost vožnje, [2].

U aktivne elemente sigurnosti vozila mogu se ubrojiti:

- kočnice
- upravljački mehanizam
- pneumatici
- svjetlosni i signalni uređaji
- uređaji koji povećavaju vidno polje vozača



- konstrukcija sjedala
- spojleri
- uređaji za grijanje, hlađenje i provjetravanje unutrašnjosti vozila
- vibracije vozila
- buka

Kočioni sustav služi za kočenje, odnosno usporavanje kretanja vozila ili potpuno zaustavljanje vozila. Vozilo mora imati dvije potpuno nezavisne kočnice: ručnu i nožnu.

Upravljački mehanizam je vrlo bitan čimbenik sigurnosti prometa on ujedno služi za mijenjanje smijera kretanja vozila. Jedan od uzroka prometnih nezgoda može biti neispravnost upravljačkog mehanizma. Najteže ozljede kod vozača, u čelnom sudaru, nastaju zbog udara prsnoga koša u kolo upravljača i glave u vjetrobransko staklo.

Zadaća pneumatika je njihova postizanje što boljeg prijanjanja između kotača i podloge. Dubina nareza ne smije biti manja od jednog milimetra za teretne vozila i autobuse. Gume se dijele na dijagonalne i radijalne. Prednosti radijalnih su: manje se griju, dulji vijek trajanja, bolja stabilnost, kraći put kočenja, itd.

Svjetlosnim i signalnim uređajima osvjetljava se cesta pred vozilom, označuje položaj vozila na kolniku i daju se odgovarajući signali primjerice promjena prometnog traka, pokazivanje smijera skretanja.

Uređaji koji povećavaju vidno polje vozača su prozorska stakla na vozilu, brisači i perači vjetrobrana, vozačka zrcala (retrovizori).

Konstrukcija sjedala vrlo je bitan čimbenik u sigurnosti prometa zbog ergonomske i stajališta udobnosti, sjedalo u vozilu mora biti konstruirano tako da omogućuje udobno sjedenje, da pridržava vozača pri djelovanju centrifugalne sile u zavoju, da omogućuje dobru vidljivost i da je optimalno udaljeno od uređaja za komandu vozila.

Usmjerivači zraka su dijelovi školjke vozila čija je zadaća smanjivanje otpora zraka i povećavanje stabilnosti vozila pri velikim brzinama.

Uređaji za grijanje, hlađenje i provjetravanje unutrašnjosti vozila imaju ulogu osvježavanja vozača, grijanje, hlađenje i provjetravanje važno je za radnu sposobnost vozača, a time i za sigurnost prometa. Već pri temperaturi nižoj od 13 C i višoj od 30 C radna sposobnost čovjeka opada.

Buka negativno djeluje na zdravlje vozača i putnika. Djelovanje buke iznad 80 dB štetno je za organe sluha. U prostoru za putnike buka ne bi smjela prelaziti 70 dB. Primjenom akustične izolacije između prostora za smještaj motora i prostora za putnike buka se može smanjiti već konstrukcijom vozila.

### **2.3 Pasivni elementi sigurnosti vozila**

Pod pasivnom sigurnošću se podrazumijevaju sve konstruktivne mjere koje služe zaštiti putnika u vozilu od ozljeđivanja, odnosno smanjenju opasnosti od ozljeđivanja. Pojam se posebno odnosi na ponašanje u slučaju sudara, a osim samozaštite uzima u obzir i zaštitu drugih sudionika u prometu (partnerska zaštita). U najvažnija pasivna sigurnosna obilježja današnjih vozila pored sustava sigurnosnih pojaseva spadaju zračni jastuci, putnička kabina kruta na deformacije te deformacijske zone u prednjem i stražnjem dijelu vozila. Te zone skrbe za znatno umanjenje energije sudara, što u znatnoj mjeri štiti putnike. U pasivne čimbenike sigurnosti kod vozila ubrajamo, [2]:

Pasivni elementi sigurnosti vozila su:

- školjka (karoserija)
- vrata
- sigurnosni pojasevi
- nasloni za glavu
- vjetrobranska stakla i zrcala
- položaj motora, spremnika, rezervnoga kotača i akumulatora

- odbojnik
- sigurnosni zračni jastuk

Vrata automobila moraju izdržati sve vrste udarnog opterećenja i spriječiti savijanje školjke.

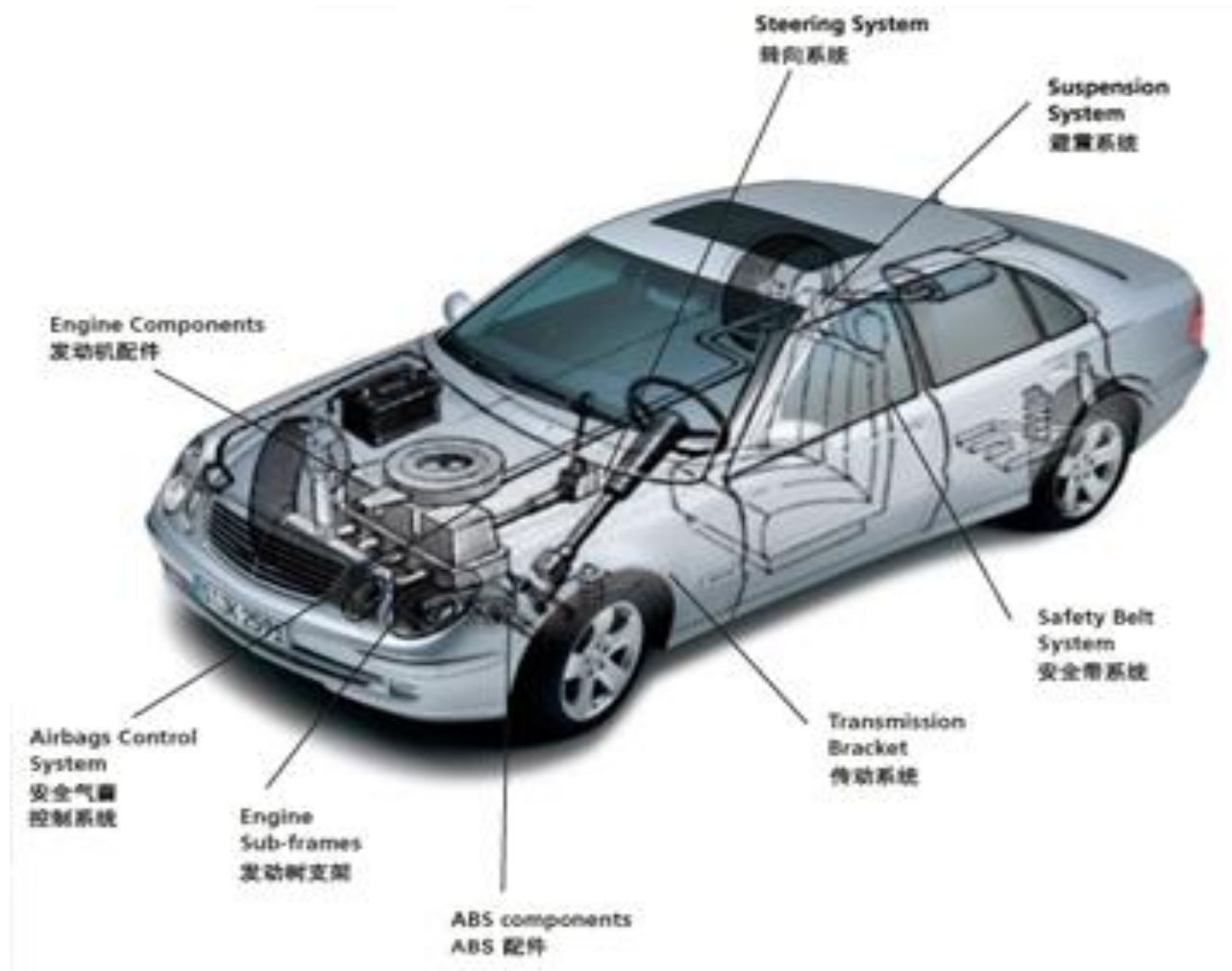
Sigurnosni pojasevi služe za imobilizaciju tijela vozača prilikom sudara, ugradbom i korištenjem sigurnosnih pojaseva sprečava se pri sudaru udar glavom u vjetrobransko staklo i prsnim košem u upravljačko kolo ili ploču s instrumentima. Primjenom sigurnosnih pojaseva smanjuje se broj teže ozljeđenih tri puta a broj smrtno stradalih 60 %. Uz «Y» pojas, koji se najviše upotrebljava, postoji «H» pojas koji pruža maksimalnu zaštitu a rabi se u zrakoplovstvu.

Vjetrobranska stakla i zrcala – u slučaju loma, prednost imaju kaljena i višeslojna stakla. Kaljeno staklo se razbija u sitne komadiće s više tupih rubova.

Položaj motora, spremnika, rezervnog kotača i akumulatora jedan je od bitnijih faktora pitanja sigurnosti konstrukcije vozila, položaj motora u prednjem dijelu najbolje je rješenje. Rezervni kotač najbolje je smjestiti u prednji dio jer smanjuje oštećenje motora i štiti srednji dio vozila. Akumulator ne smije biti smješten u istom prostoru sa spremnikom za gorivo jer je samozapaljiv.

Zadaća je odbojnika da pri sudaru apsorbira dio kinetičke energije. Pričvršćuju se na prednju i stražnju stranu vozila, a trebali bi, po mogućnosti, biti opremljeni gumenim elementima.

Sigurnosni zračni jastuci djeluju automatski u trenutku sudara. U vremenu od 26 tisućinka sekunde zračni jastuk biva izbačen iz upravljačkog kola ili prednjeg dijela vozila i naglo se puni plinom dušikom da bi mekano dočekaio tijelo putnika i tako ostaje pola sekunde.



**Slika 1.** Elementi vozila, [11].

Na slici 1. prikazani su i označeni elementi vozila: školjka (karoserija), položaj motora, položaj mehanizma za upravljanje i konstrukcija prijenosnog mehanizma. Svaki od ovih elemenata ima ulogu osim svoje primarne funkcije povećati sigurnost vozača i putnika. Promatrajući ovu sliku možemo vidjeti kako pri sudaru ovi elementi mogu imati ključnu ulogu u u ishodima prometnih nesreća.

### 3. CILJEVI I ZADACI ODRŽAVANJA VOZILA

Jedan od osnovnih zadataka tehničke eksploatacije motornih vozila je njihovo održavanje u tehnički ispravnom stanju. Na tehničko stanje motornog vozila utječu slijedeći čimbenici:

- klimatski i putni uvjeti
- opterećenost i brzina kretanja
- kvaliteta goriva i maziva
- kvaliteta održavanja i remonta
- kvaliteta konstrukcije i izrade vozila
- način rukovanja

Dobar dio utjecaja ne ovisi o tome da li vozilom upravlja profesionalni vozač ili amater. Vozila u transportnim i sličnim poduzećima imaju veći intenzitet eksploatacije pa radi toga i kraći vijek, više popravaka i sl. što nije slučaj kad vozilom rukuje samo jedna osoba.

Intenzitet eksploatacije vozila, koji često ima sezonski karakter, na što utječu potrebe pojedinih djelatnosti (građevinarstvo, turizam i sl.), ne ulazeći u tehničku ispravnost i potrebe za održavanjem, znatno je veći u ljetnim nego u zimskim mjesecima.

Putnički automobili prelaze godišnje u prosjeku 12.000 do 18.000 km, a teretna vozila i autobusi 50.000 - 80.000 km, što ovisi o vrsti prijevoza koji obavljaju. Vozila koja imaju bolje eksploatacijske osobine imaju i veći radni učinak. Prema veličini troškova i vremenu utrošenom na održavanje ocjenjujemo rentabilnost vozila. Proizvođači motornih vozila nastoje razviti takve konstrukcije koje ne zahtijevaju veliko održavanje, što odgovara korisnicima. Usavršavanjem konstrukcijskih rješenja pojedinih sklopova povećavaju njihovu pouzdanost i pogodnost za održavanje. Bitan pokazatelj eksploatacije motornih vozila je broj njihovih dolazaka u autoservise radi održavanja tj. radi popravaka, kako tekućih tako i generalnih. Putnički automobili u prosjeku dolaze u servise tehničkog održavanja (STO) 3-5 puta godišnje, dok je to

kod kamiona i autobusa, s obzirom na intenzitet njihove eksploatacije, znatno češće, približno 5-10 puta i odnosi se na redovita održavanja.

Važna karakteristika održavanja su troškovi radne snage tj. usluga i rezervnih dijelova. Ovi troškovi su različiti, a ovise o vrsti vozila i kvaliteti njegove izrade. Karakteristično je da se ovi troškovi iz godine u godinu povećavaju bez obzira što se konstrukcija usavršava i pouzdanost povećava. Proizvodnja automobila bila je daleko od razvoja servisnih službi što je sigurno utjecalo na kvalitetu održavanja. Radi toga, mora se velika pažnja posvetiti racionalizaciji proizvodnih procesa u održavanju. U tom smislu servise je potrebno opremiti suvremenom opremom za otkrivanje kvarova (dijagnostička oprema) što znatno utječe na skraćanje vremena utrošenog na održavanje. Ovdje je naročito dobre rezultate postigao Volkswagen smanjivši prosječno vrijeme zadržavanja svojih vozila u servisu, na nekim tipovima i poslovima, i za 11 puta (sa 275 na 25 minuta). Upotreba dobre dijagnostičke opreme može utjecati na smanjenje troškova održavanja i do 15 -18%, što u velikim servisima ima značajan ekonomski učinak. S druge strane, na smanjenje troškova održavanja može se utjecati i skraćanjem vremena eksploatacije, npr. nakon 5-7 godina vozilo se rashoduje jer poslije tog razdoblja troškovi održavanja naglo rastu. Ovom kriteriju često pribjegavaju i proizvođači projektirajući izdržljivost motora i drugih dijelova na taj vremenski period, [1].

Paralelno s razvojem automobilske industrije razvijala se i mreža servisnih radionica u kojima se mogao izvršiti najveći dio popravaka i mogli nabaviti rezervni dijelovi. Ona nije tako razvijena da bi mogla u potpunosti zadovoljiti sve potrebe vlasnika motornih vozila, ali je iz godine u godinu razvijenija i može zadovoljavati više zahtjeva korisnika.

### **3.1. Osnovni utjecaji na vijek upotrebe vozila**

Svako sredstvo za rad, stroj ili alat, pa prema tome i motorno vozilo, ima ograničen vijek uporabe. Radom i trenjem jednog dijela o drugi, sastavni dijelovi motornog vozila se troše, usljed čega im opada radna sposobnost pa ih je nakon izvjesnog vremena eksploatacije potrebno zamjenjivati. Njihov vijek uporabe je različit, radi čega se, ovisno o broju prijeđenih kilometara i izvršenog obujma rada, poduzimaju različiti vidovi popravaka. Bilo bi idealno kada bi svaki dio trajao koliko i

cijelo vozilo. U tom slučaju, tijekom eksploatacije, na vozilima ne bi bilo velikih popravaka i zamjena pojedinih dijelova. Međutim, to bi bilo vema skupo i neracionalno rješenje pa u konstrukciji motornog vozila i nemamo takav pristup. Ipak, neki dijelovi na vozilima traju gotovo čitavo njegovo eksploatacijski razdoblje, dok se drugi, tijekom eksploatacije, radi kvarova, zamjenjuju više puta, primjerice:

- svjeće nakon 60.000 pređenih kilometara
- gume nakon 35-60.000 pređenih kilometara
- opruge nakon 100.000 i više pređenih kilometara
- blok motora i šasija traju gotovo cijeli vijek uporabe motornog vozila.

Korisno je napomenuti da u sastav jednog automobila, ovisno o vrsti, tipu i namjeni, može ući od 10-20.000 dijelova. To dovoljno ukazuje na složenosti konstrukcije i potrebe održavanja. Pravilno i pravovremeno održavanje i podešavanje radnih performansi i drugih tehničkih parametara, prema uputama proizvođača, kao i zamjena pojedinih dijelova, produžavaju vijek uporabe motornih vozila. Do danas je potrošeno, tj. održavano, približno 300 milijuna raznih tipova motornih vozila i stečeno bogato iskustvo na njihovom održavanju koje je kasnije ugrađeno u nove konstrukcije. Sve do nedavno nastojalo se, u konstrukcijskom smislu, produžiti radni vijek motornog vozila i postignuti su dobri rezultati. Međutim, usavršavanjem konstrukcije, tehnologije izrade, udobnosti vozačkog prostora, usavršavanjem i potrebom ugradnje pratećih uređaja, kao i potrebom zapošljavanja radne snage i proizvodnih kapaciteta, pristupilo se ograničavanju njihovog vijeka upotrebe. Kod putničkih vozila na 5-6 godina, kod autobusa i drugih gospodarskih vozila na 10-12, što ne znači da tako mora biti, ali iz razloga sigurnosti sudionika u prometu to bi predstavljalo neku optimalnu granicu. Na vijek trajanja motornog vozila utječu: tehnički, ekonomski i eksploatacijski elementi. Tehnički elementi su: konstrukcija i kvaliteta izrade vozila u cjelini, mehaničko habanje, korozija, rukovanje, održavanje i popravak vozila i sl. Ekonomski elementi bi bili: nabavka novog vozila (cijena koštanja), snabdjevenost tržišta rezervnim dijelovima, cijena održavanja, standard i mogućnost rashodovanja. Eksploatacijski elementi su: klimatski uvjeti, putna mreža, intenzitet i karakter uporabe vozila, kultura i obučanost vozača, održavanje i sl, [6].

### 3.2. Zadovoljavanje zakonskih propisa i korištenje vozila

Jedan od bitnih razloga zašto se sva vozila moraju održavati jest da zadovolje zakonske norme koje su propisane radi sigurnosti odvijanja prometnih radnji.

Razvojem vozila postavljaju se sve stroži zakonski propisi za korištenje vozila u javnom prometu. Pred konstruktore i proizvođače vozila, na današnjoj razini razvoja, postavljaju se i te kako strogi zahtjevi. Ti zahtjevi se prvenstveno odnose na aktivnu i pasivnu sigurnost, buku, ispušnu emisiju, kao i ispravnost svih komponenata koje odgovarajući tip vozila mora imati. Vozilo također mora zadovoljiti zahtjeve po pitanju ekonomičnosti, pouzdanosti, vijeka trajanja, pogodnosti održavanja, funkcionalne podobnosti, itd. Za zadovoljenje zahtjeva koji se postavljaju pred vozilo neophodno je osigurati odgovarajuća konstrukcijska rješenja, primjeniti odgovarajuće materijale i tehnologiju izrade.

Da bi aktivna sigurnost bila na zahtijevanoj razini neophodno je postići:

- preciznost upravljanja
- zadovoljavajuće držanje pravca
- stabilnost vozila
- osjetljivost kočnica
- dobre manevarske sposobnosti s kratkim vremenom pretjecanja
- dobra svojstva pri kretanju po mokrim površinama
- zadovoljavajuća vozna, radna i uporabna svojstva radi smanjenja zamora prilikom vožnje

U okviru pasivne sigurnosti neophodno je zadovoljiti slijedeće:

- što je moguće manje ubrzanje mase (tjela) putnika u svim pravcima prilikom sudara
- osiguranje od deformacija putničke kabine kod jakog udara
- sprečavanje ispadanja vrata pri sudaru



- mogućnost otvaranja vrata poslije sudara
- sprečavanje komadanja staklenih površina u sitne dijeliće
- sigurno postavljanje spremnika za gorivo
- što je moguće niža sklonost opreme vozila samopaljenju

Niska emisija toksičnosti ispušnih plinova motora može se postići ako postoji:

- kvalitetna konstrukcija prostora za izgaranje
- dobra priprema smjese
- pogodan ispušni sustav
- primjena reaktora ili katalizatora

Nizak nivo buke unutar vozila može se postići:

- smanjenjem buke samog motora
- optimalna oslanjanje motora na okvir-šasiju
- upotrebom odgovarajućih prigušivača
- smanjenjem rezonantnih površina
- izbor odgovarajućeg oblika karoserije, brtvljenja vrata i poklopca radi reduciranja aerodinamičkog šuma, itd

Smanjenje vanjske buke postiže se:

- odgovarajućom konstrukcijom ispušnog sustava i njegovim dobrim smještanjem u šasiju
- odgovarajućom izolacijom izvora buke

Da bi se postigla odgovarajuća razina primjene navedenih zahtjeva, odnosno da bi se sačuvala zadovoljavajuća razina sigurnosti u javnom prometu, zemlje članice organizacija navedenih u sljedećim ulomcima uvode propise.

Nastanak prvih propisa koje vozilo treba zadovoljiti ne treba vezati za pojavu prvog vozila. Za prva vozila nisu postojala nikakva ograničenja, već su ona imala samo osnovne sustave neophodne za kretanje, zaustavljenje i upravljanje. Sa porastom broja proizvedenih vozila, promet na cestama je bio sve gušći pa je do nesreća dolazilo sve češće. Zbog toga su proizvođači bili prisiljeni ozbiljnije se pozabaviti problematikom sigurnosti prometa. Tako je došlo do donošenja prvih propisa koji su imali za cilj povećanje sigurnosti sudionika u prometu. Prve propise definirali su proizvođači. Kako proizvođači vozila nerado postavljaju sami sebi ograničenja, jer to dovodi do poskupljenja proizvodnje, a samim tim i vozila, formirana su udruženja zemalja koja imaju zadatak da rade na donošenju odgovarajućih propisa. Prvi propisi tih udruženja odnosili su se na pogonski motor, sustav za upravljanje i sustav za kočenje. Danas se sve veća pažnja poklanja propisima koji se bave problematikom buke i ispušne emisije.

Prometni propisi se razlikuju od homologacijskih. Vozila koja se već koriste moraju zadovoljiti prometne propise, dok novoproduzvana vozila moraju zadovoljiti homologacijske propise. Homologacijske propise izdaju odgovarajuće institucije. Svaka zemlja, članica ovih institucija, ima obvezu provesti propise. Zemlje koje nisu članice ovih institucija ne mogu izvoziti svoja vozila u zemlje članice ukoliko ona ne zadovoljavaju propise izdane od zemalja članica. U Europi postoje dvije institucije koje izdaju homologacijske propise, [12]:

- prvoj instituciji pripadaju sve zemlje Europe, i ona je formirana na razini Ujedinjenih naroda (ECE), sa sjedištem u Ženevi.
- Drugoj instituciji pripadaju zemlje Europske unije (EEZ), sa sjedištem u Briselu.

Države donose propise na nacionalnoj razini, i definiraju ih zavisno od svojih potreba i mogućnosti. Sjedinjene Američke Države i Japan imaju propise koji su uglavnom stroži od europskih. Svi pravilnici doneseni od strane ECE institucije nose oznaku "E" a pored ove oznake dodaju i broj koji označava zemlju članicu institucije.

Radi provjeravanja tehničke ispravnosti motomih i priključnih vozila vrše se tehničke recenzije tih vozila. Tehnički pregled se vrši najmanje jedanput godišnje. Cilj provedbe tehničkih pregleda je utvrditi da li motorno ili priključno vozilo ima propisane

uređaje i da li su ti uređaji u ispravnom stanju, kao i to da li ispunjava i ostale propisane uvjete za sudjelovanje u prometu. Organizacije koje vrše tehnički pregled motornih i priključnih vozila moraju biti osposobljene i opremljene tako da mogu uspješno obaviti taj pregled. Postupak i način provedbe tehničkog pregleda je precizno utvrđen. Ukoliko je tehničkim pregledom ustanovljeno da se motorno ili priključno vozilo nalazi u ispravnom stanju ono se može registrirati. Sva motorna i priključna vozila, koja sudjeluju u javnom prometu moraju biti registrirana. Izuzetak su vozila koja privremeno imaju tzv. probne tablice.

### **3.3. Metode održavanja vozila**

Pri izradi metoda održavanja za sva tehnička sredstva rada mora se početi od temeljnih elemenata. Smišljeno objedinjavanje metoda održavanja za sve elemente jednog vozila pod funkcijom cilja daje optimalnu metodu održavanja sustava. Postoje tri klasična slučaja (metode) održavanja, [4]:

- održavanje po pojavi otkaza (korektivno),
- održavanje prema programu s utvrđenim ciklusom (preventivno),
- održavanje prema ispitivanju (preventivno, prema stanju).

#### **3.3.1. Metoda održavanja po pojavi otkaza (korektivna metoda)**

Ovo je metoda korektivnog održavanja kod koje se intervenira na nekom elementu tek po pojavi otkaza.

Periodi vremena trajanja ( $t_i$  do  $t_{i+1}$ ) i periodi vremena stajanja ( $t_i$  do  $t_i$ ) su stohastičke veličine, neovisne jedna od druge. Relativno velika disperzija ovih veličina izravno smanjuje mogućnost organizacijske i tehničke pripreme za intervenciju. Ako se promatra samo prvo obnavljanje nekog elementa, ova metoda može se predstaviti u funkciji vjerojatnosti bezotkaznog rada. Pošto se element koristi do pojave otkaza, u potpunosti se iskorištava njegov resurs. Ukupan resurs ( $A_{uk}$ ) jednog elementa može se predstaviti kao površina ispod funkcije bezotkaznog rada (pouzdanosti):

Prema [6],  $A_{uk}$  računa se:

$$A_{uk} = \int_{t=t_i}^{t=\infty} R(t)dt$$

Ako bi se element mijenjao u trenutku  $t_i$  poslije perioda rada  $T_i$ , kada je još sposoban za rad dio skupa promatranih elemenata, vjerojatnost bezotkaznog rada bila bi  $R(t_i)$ , a iskorišteni resurs  $A_i$ :

Prema [6] iskorišteni resurs računa se:

$$A_i = \int_{t=0}^{t=t_i} R(t)dt$$

Mjere za iskorištenje resursa izražavaju se u postotku a dobiju se uspoređivanjem iskorištenih resursa ( $A_i$ ) u trenutku ( $t_i$ ) i ukupnog broja resursa ( $A_{uk}$ ) tijekom vremena ( $t$ ).

Prema [4] njihov odnos računa se po formuli:

$$\eta = \frac{A_i}{A_{uk}}$$

gdje oznake imaju sljedeće značenje:

- $A_{uk}$  - ukupna količina resursa koji se promatraju
- $A_i$  - iskorištena količina promatranih resursa
- $R$  - vjerojatnost bezotkaznog rada
- $t$  - ukupno vrijeme rada resursa

Za ovu metodu se može zaključiti da su glavne prednosti:

- potpuno iskorištenje resursa,
- poznavanje tijeka promjene stanja nije neophodno,
- jednostavna primjena.

a glavni nedostaci su:

- sva sredstva rada otkazuju u relativno malim, stohastički nepravilnim intervalima s pojedinačno nepredvidljivim terminima,
- sve se popravke moraju operativno provesti po pojavi otkaza što uvjetuje veliku vjerojatnost dužeg vremena čekanja na popravak,
- nema mogućnosti planiranja prema trenutku potrebe za poravkom; moguće je provesti samo globalno planiranje kapaciteta u odnosu na veće intervale,
- pojava posrednih šteta na drugim elementima.

### **3.3.2. Metoda održavanja prema programu s utvrđenim ciklusom**

Prema ovoj metodi, na elementima koji su izloženi promjeni tehničkog stanja, vrše se zahvati prema planski utvrđenim terminima, najčešće prije pojave otkaza, neovisno o stupnju promjene tehničkog stanja u konkretnom slučaju. Kako su u pitanju planirani zahvati održavanja, teži se da se obavljaju unutar tehnološki uvjetovanih zastoja u transportnom procesu i da po vremenu izvođenja budu kraće od ovih zastoja.

Polazeći od različitih kriterija koji proizlaze iz glavnog proizvodnog procesa javljaju se tri osnovne varijante ove metode održavanja :

- prema vjerojatnosti bezotkaznog rada,
- prema minimalnim troškovima, i
- prema maksimalnoj raspoloživosti.

Sve tri varijante mogu biti realizirane u ovisnosti o vremenu rada ili ne. Znači da je u ovom slučaju iskorištenje resursa ovisno o zahtijevanoj vjerojatnosti bezotkaznog rada. Glavne prednosti ove metode su:

- osigurana je konstantna vjerojatnost bezotkaznog rada,
- ne moraju biti poznate granice promjene stanja,
- tijek promjene stanja mora biti poznat samo prema redu veličine,
- bolja mogućnost planiranja nego kod korektivne metode,
- jednostavno korištenje.

a glavni nedostaci:

- resurs se samo djelomično iskoristi

### **3.3.3. Održavanje prema ispitivanju**

Osnovni princip održavanja prema ispitivanju se sastoji u tome da se u planski utvrđenom terminu ispituje stanje pojedinih elemenata, sklopova, itd. i ovisno o stanju elemenata poduzimaju mjere održavanja. Kod dijelova izloženih trošenju u planski utvrđenom terminu utvrđuje se stupanj istrošenosti i preostali resurs elemenata. U tom terminu vrše se intervencije samo u slučaju kada je dostignuta granična vrijednost parametra tehničkog stanja. U suprotnom donosi se odluka o terminu intervencije ili o terminu sljedećeg pregleda. Metoda se razvija s ciljem da se kod održavanja prema programu s utvrđenim ciklusom, posebno u slučaju kada je zadana visoka vrijednost vjerojatnosti bezotkaznog rada, zadatak je poboljšati eksploatacijsko vrijeme korištenja vozila.

Održavanje prema ispitivanju može provesti s ciljem osiguranja zadane vrijednosti vjerojatnosti bezotkaznog rada ili minimalnih troškova. Ispitivanja se mogu provoditi aperiodično, ovisno o intenzitetu eksploatacije (poljoprivredna mehanizacija), ili periodično tijekom procesa eksploatacije. Tako se formiraju sljedeće varijante metoda održavanja:

- periodično ispitivanje s osiguranjem zadane vrijednosti vjerojatnosti bezotkaznog rada,
- periodično ili aperiodično ispitivanje ovisno o karakteru eksploatacije,
- periodično ispitivanje s osiguranjem minimalnih troškova
- tekuća ispitivanja.

## **4. OSNOVNA OBILJEŽJA SUSTAVA ODRŽAVANJA VOZILA**

Na temelju razmatranja zahtjeva za održavanjem po strukturi, opsegu i mogućih tehnologija njihove realizacije pristupa se definiranju sustava za održavanje vozila. Postoje u osnovi dva karakteristična sustava za održavanje vozila:

- kada ovaj sustav podržava prvenstveno konkretan vozni park jednog transportnog poduzeća (TP)
- kada ovaj sustav podržava vozila jednog ili više proizvođača.

Ovisno o vrsti sustava za održavanje vrši se njegovo definiranje, realizacija i razvoj, [4].

### **4.1. Održavanje vozila - podsustav u okviru sustava transportnog poduzeća**

U slučaju transportnog poduzeća koje raspolaže svojim voznim parkom, može se realizirati sustav za održavanje koji će bilo u cijelosti bilo dijelom izvršiti zahtjeve za održavanjem vozila tog voznog parka.

U okviru sustava transportnog poduzeća, podsustav održavanja realizira zahtjeve za održavanjem motornih vozila. Sredstva za rad, kadrovi i financijska sredstva neophodna za redovito poslovanje i investicijske poduhvate su resursi kojima ovaj sustav u najvećem broju slučajeva raspolaže, ali je neophodno njihovo neprestano prilagođavanje potrebama sustava (proširivanje, održavanje, mijenjanje, usavršavanje u interakciji s okolinom: drugi dijelovi TP-a, banke, obrazovne institucije i sl.). Ovi resursi se u tom smislu mogu promatrati kao ulazi (U1 - slika 2.) u sustav održavanja.

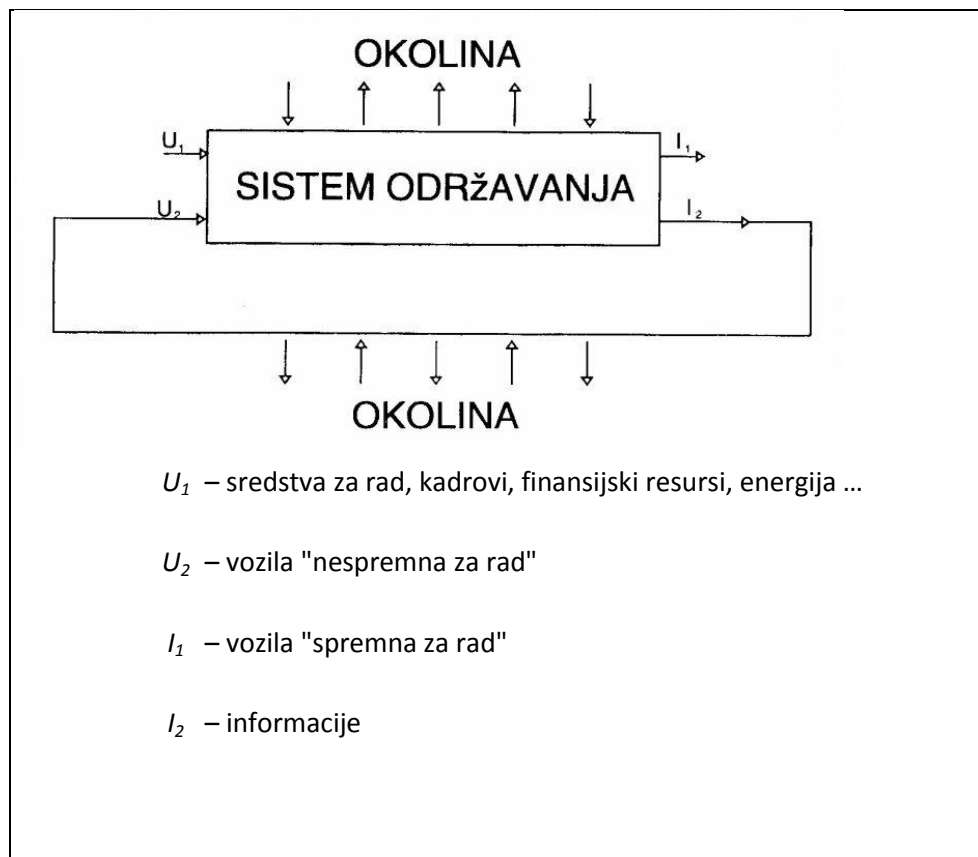
Može se grafički prikazati odnos ulaznih i izlaznih elemenata u sustav održavanja polazeći od činjenica:

- da se tijekom transportnog procesa odvija promjena tehničkog stanja i transformacija energije, da transportni proces ima primarni utjecaj na proces formiranja zahtjeva za održavanjem,



- da se vozila sa zahtjevom za službu (predmet rada) mogu promatrati kao ulazi ( $U_2$  na slici 2.) u sustav održavanja.

Predmet rada, u ovom sustavu, su i novonabavljeni rezervni agregati, sklopovi i dijelovi, energija, kao i sav potrebn materijal ( $U_2$  - slika 2.).



**Slika 2.** Sustav održavanja vozila, [3].

Izlaz ( $I_2$  - slika 2.) iz sustava održavanja su motorna vozila čiji su zahtjevi za službu realizirani. Kao izlaz promatraju se i informacije i direktni utjecaji na okoliš ( $I_1$ ). Podaci se odnose na potrebe sustava vezane za njegov rad, mogućnosti obavljanja rada sustava kao i na ostvareni rad. Direktni utjecaj sustava na okoliš čine otpisana vozila, dijelovi i materijal, upotrijebljena voda i slično.

Na tijek procesa utječu promjene samog sustava (tehnologija, organizacija i slično) i okruženje koje ovdje na prvom mjestu čine drugi dijelovi TP-a u okviru kojih se generiraju zahtjevi za službenje i šira okolina TP-a iz koje se dopunjavaju resursi i

permanentno nabavlja energija, rezervni dijelovi, materijal i slično. Okolinu sustava tako čine ostali dijelovi TP-a i okolina TP-a (društveno-politički sustav, tržište, konkurencija - preko utjecaja na proizvodni proces, priroda).

## 4.2. Cilj sustava održavanja vozila

Polazeći od definicije da cilj predstavlja željeni podskup u prostoru stanja sustava (izlaza) potrebno je odrediti što je željeni podskup stanja i čime je određen. Osnovna činjenica od koje se mora poći pri analizi je da je sustav održavanja podsustav velikog sustava TP-a. Sa druge strane, poštujući sustavni prilaz, optimalno poslovanje velikog sustava TP-a može se ostvariti jedino uzajamnim usklađivanjem rada svih funkcija, imajući na umu neprestano ciljeve cjeline, a ne njenih dijelova. Kako je cilj TP-a u određenom vremenskom razdoblju realizirati određeni plan, to se šire promatrano, održavanjem mora osigurati potreban broj vozila u stanju spremno za rad u planski određenom vremenu s dovoljno visokom pouzdanošću u vremenskom intervalu između preventivnih intervencija održavanja, [4].

Znači, cilj sustava održavanja je da kroz osiguranje vozila odgovarajuće KE grupe u stanju spremno za rad u razdoblju kada su potrebna i dokle su potrebna sa određenom razinom pouzdanosti omogući realizaciju cilja sustava TP-a.

Željeni skup stanja predstavljaju određene vrijednosti parametara sustava održavanja kojima se realizira postavljeni cilj. Postavlja se pitanje da li su jedino parametri sustava održavanja ti koji utječu na ostvarenje cilja?

Ovdje sada dobiva izuzetan značaj integralno promatranje raspoloživog voznog parka po kinematsko energetskim (KE) skupinama TP-a, pouzdanost vozila i parametara sustava održavanja.

Sada promatramo ekstremni slučaj tako da unutar TP-a ne postoji sustav održavanja vozila. Sa svakim otkazom broj potrebnih vozila ( $N_p$ ), za dostizanje  $N$  u određenom momentu vremena, povećat će se za jedan. Troškovi nabave vozila će intenzivno rasti. Uvođenjem samo korektivnih intervencija vozila će se nakon određenog perioda usluživanja opet vraćati u proizvodni proces te će se smanjiti potreba za nabavom novih vozila.

Ekstremni slučaj u drugom smjeru bi bio maksimalno razvijen sustav održavanja: maksimalno razvijen program preventivnih intervencija - postigao je vrlo visoku razinu pouzdanosti i praktično se javljaju samo iznenadni otkazi i otkazi uslijed nezgode; kapaciteti za otklanjanje ovih otkaza su vrlo veliki (nema čekanja na uslugu). U tom slučaju je broj  $N_p$  blizak broju  $N_n$  ali su ulaganja u sustav održavanja izuzetno velika.

Znači da se pri promatranju cilja sustava održavanja i mogućnosti njegove realizacije moraju usporedno ili iterativno usklađivati obujam i struktura voznog parka, razinu pouzdanosti vozila i parametri sustava održavanja, a sve u odnosu na usvojeni cilj TP-a.

Rezultat toga je procesa optimizacije koji iterativno uključuje djelovanje sustava održavanja, a obavlja se u pravcu definirane funkcije cilja TP-a. U ovom smislu, u jednom razdoblju rada sustava TP-a podsustav održavanja može biti praktično doveden u optimalno stanje (daje dobar učinak u odnosu na cilj sustava TP-a, prilagođenošću procesa, organizacijom; dobra je proizvodnost procesa, dobra iskorištenost kapaciteta, prihvatljivo čekanje vozila na službu i slično). U sljedećem razdoblju vremena, npr. razvojem TP-a povećava se opseg plana što uvjetuje prilagođavanje cijelog sustava novom planu (ovdje je moguće da dođe do iterativnog korigiranja plana). Ako se ne bi mijenjao sustav održavanja već se npr. samo povećao broj vozila, sustav održavanja, koji bi i dalje po sebi dobro radio i zadržao dobru proizvodnost i sl., ne bi se više nalazio u optimalnom stanju u odnosu na TP: postao bi ograničavajući element velikog sustava i zahtijevao prekomjernu nabavu vozila kao kompenzaciju njegovog npr. nedovoljnog kapaciteta. Ili suprotan slučaj: vozni park je dijelom obnovljen vozilima nove tehnološke generacije. Sustav održavanja sad nije osposobljen da vrši neke intervencije (plastika, aluminij, ...), a npr. znatno višu kvalitetu vozila dovodi do povećanja pouzdanosti i do značajnog smanjenja frekvencije opsega zahtjeva za intervencijama. Postojeći kapaciteti sustava održavanja postaju balast (znatno su veći od potrebnih i dijelom neprilagođeni novim zahtjevima). Njihovi troškovi i dalje opterećuju rad TP-a jer ima veći broj vozila od  $N_p$ , [4].

Dakle cilj sustava za održavanje jest optimalno stvaranje uvjeta za optimalno iskorištavanje svih raspoloživih sredstava za rad, teško ga je savršeno uskladiti sa

radom TP-a ali planiranjem i korištenjem pravilnih metoda održavanja u pravom vremenu postižese se optimalno iskorištenje voznog parka

### **4.3. Alternativni načini postizanja ciljeva održavanja**

Prema [5] mogu se definirati samo dvije osnovne alternative postizanja cilja sustava za održavanje vozila:

- razvoj sustava za održavanje vozila
- nabava novih vozila.

Karakteristika ovih alternativa je da nisu ni potpuno zamjenska ni potpuno isključive. Razvoj sustava održavanja, kao alternativa, u sebi sadrži veliki broj mogućih varijanti. Varijantna rješenja su moguća kako u odnosu na tijek pojedinih funkcija, tako i u odnosu na korištenje resursa i primijenjenu organizaciju rada. I ovdje važi princip da se alternative niti potpuno supstituiraju, niti potpuno isključuju. Varijante će se znatno jasnije izdiferencirati pri obradi parametara sustava, [3].

I kod nabave vozila su moguće varijante: između mogućih tipova vozila postoje razlike u ekonomsko-transportnim (ET) svojstvima, posebno u pouzdanosti i naravno u cijeni. Jedna kombinacija navedenih varijanti koja ostvaruje postavljeni cilj nazvaće se ovdje jednom varijantom sustava za održavanje vozila. Ovih varijanti postoji praktično neograničen broj.

Svaku od mogućih varijanti karakteriziraju određeni ukupni troškovi koje je potrebno odrediti. Pored problema određivanja troškova ovdje je izražen i problem promatranja troškova (krediti, inflacija i slično).

Pri razmatranju varijanti potrebno je u konkretnom slučaju odrediti ograničenja kako unutar sustava tako i u njegovoj okolini: kakve su mogućnosti nabave određenih resursa, karakteristike raspoložive opreme, raspoložive zalihe rezervnih dijelova i materijala, raspoloživa novčana sredstva i slično. Stupanj postizanja cilja određenom varijantom određuje se izradom pogodnog modela sustava.

#### 4.4 Kvaliteta sustava održavanja

Činjenice da je za sustav održavanja vozila okolina veliki sustav TP-a i od definiranog održavanja kao i postavljenih kriterija, može se kvaliteta sustava za održavanje vozila definirati kao mjera utjecaja ovog sustava na poslovanje velikog sustava TP-a. Odras je, znači, usklađenosti sustava održavanja s ostalim elementima velikog sustava.

Ako je cilj velikog sustava TP-a maksimalni dohodak po zaposlenom, maksimalnu kvalitetu ima rješenje sustava održavanja čijom realizacijom će se ostvariti najveći dohodak po zaposlenom. Tako do najkvalitetnijeg sustava održavanja dolazimo primjenom danih kriterija ocjene varijanti.

Na ovaj način promatrana kvaliteta sustava održavanja u sebi sadrži:

A - učinak sustava ali ne u apsolutnom smislu već u smislu realizacije zahtjeva koje u određenom stanju sustava TP-a ( broj i struktura voznog parka, tehničko stanje vozila i sl.) Stohastički ispostavlja vozni park: mogućnost i intenzitet realizacije zahtjeva ;

B - kvalitetu sustava u smislu: da se zahtjevi za službu realiziraju do momenta kada je prema planu rada potrebno vozilo određene KE skupine i da vozilo potom radi sa određenom razinom pouzdanosti; ovaj sustav održavanja kvalitetu izravno osigurava svojim resursima i organizacijom rada, ali i, što je karakteristično za promatrani slučaj, neizravno kroz primijenjeni program preventivnih intervencija i kvalitetu izvršenja samih intervencija održavanja čime se utječe na intenzitet i količinu zahtjeva za uslugom pa time i na ukupne mogućnosti sustava, a šire na potreban broj vozila.

C - ekonomičnost sustava kao: troškovno opterećenje velikog sustava održavanjem vozila (ljudski rad, investicije, materijal) i utjecajem održavanja na ukupne eksploatacijske troškove voznog parka (na prvom mjestu potrošnja goriva) u okviru kojih su i troškovi potrebnih resursa voznog parka .

Parametrima sustava održavanja, u okviru konkretnog okruženja, određena je kvaliteta sustava, a njegova vrijednost se mjeri varijablama funkcioniranja sustava (praktično je izraz za: učinka sustava i kvalitete sustava) i ekonomičnošću sustava za

čije određivanje je neophodno poznavanje vrijednosnih izraza svih parametara i varijabli sustava.

#### **4.5. Parametri kvalitete sustava održavanja**

Osiguravanje potrebnog broja vozila (po KE skupinama) u stanju spremno za rad u planski određenom periodu vremena s dovoljno visokom pouzdanošću, sustav održavanja mora svojom funkcijom realizirati zahtjeve za službu vozila. Kompleksna analiza realizacije zahtjeva za službu data je u knjizi [6]. Tu je sustav održavanja razmatran po funkcijama i pri tome su utvrđeni čimbenici koji određuju stanje dijelova sustava i podsustava koji obavljaju pojedine funkcije održavanja. Time su pregledani parametri sustava čije vrijednosti ovise o vjerojatnosti za mogućnost usluživanja koja je značajna komponenta kvalitete sustava održavanja.

Skup utvrđenih parametara pogodno je promatrati po podskupovima u koje su parametri grupirani po svojoj prirodi (tablica broj 1.):

- strukturni: određuju strukturu sustava i veze u sustavu,
- nematerijalni: metode, modeli, programi, postupci,
- organizacijski: određuju organizacijske postupke, metode i način rada,
- informacijski: parametri informacijskog sustava.

Parametri se unutar svakog ovog podskupa mogu promatrati na različitim razinama strukture sustava:

- sustava kao cjeline,
- glavnih podsustava, i
- osnovnih komponenata sustava.

Prema prirodi i tehnološkim specifičnostima pojedinih skupina zahtjeva razvijaju se proizvodne funkcije sustava održavanja. Da bi funkcije mogle obave zahtijevane intervencije, tehnološki se prilagođavaju dijelovi pogona, odnosno specijalizirati, čime

se razvijaju tehnološki podsustavi. Kako će i dokle će teći ovaj proces specijalizacije problem je upravljanja u svakom konkretnom TP-u.

Rad proizvodnih funkcija nije moguć bez rezervnih dijelova, materijala, vode, energije, opskrbe opreme i pomoćnih funkcija. To uvjetuje daljnji razvoj funkcija sustava, odnosno formiranje grupe podsustava kojima se osiguravaju uvjeti za tijek procesa održavanja, [4].

Ovdje je moguće definirati prvi strukturni parametar na razini sustava održavanja kao cjeline: vrste podsustava. On određuje koji su podsustavi razvijeni unutar sustava održavanja. Kvalitativna i kvantitativna struktura ovog parametra, kao i većine ostalih parametara, rezultat je iskustva i procesa optimizacije. Jedan mogući slučaj je da se sustav održavanja sastoji od sljedećih podsustava:

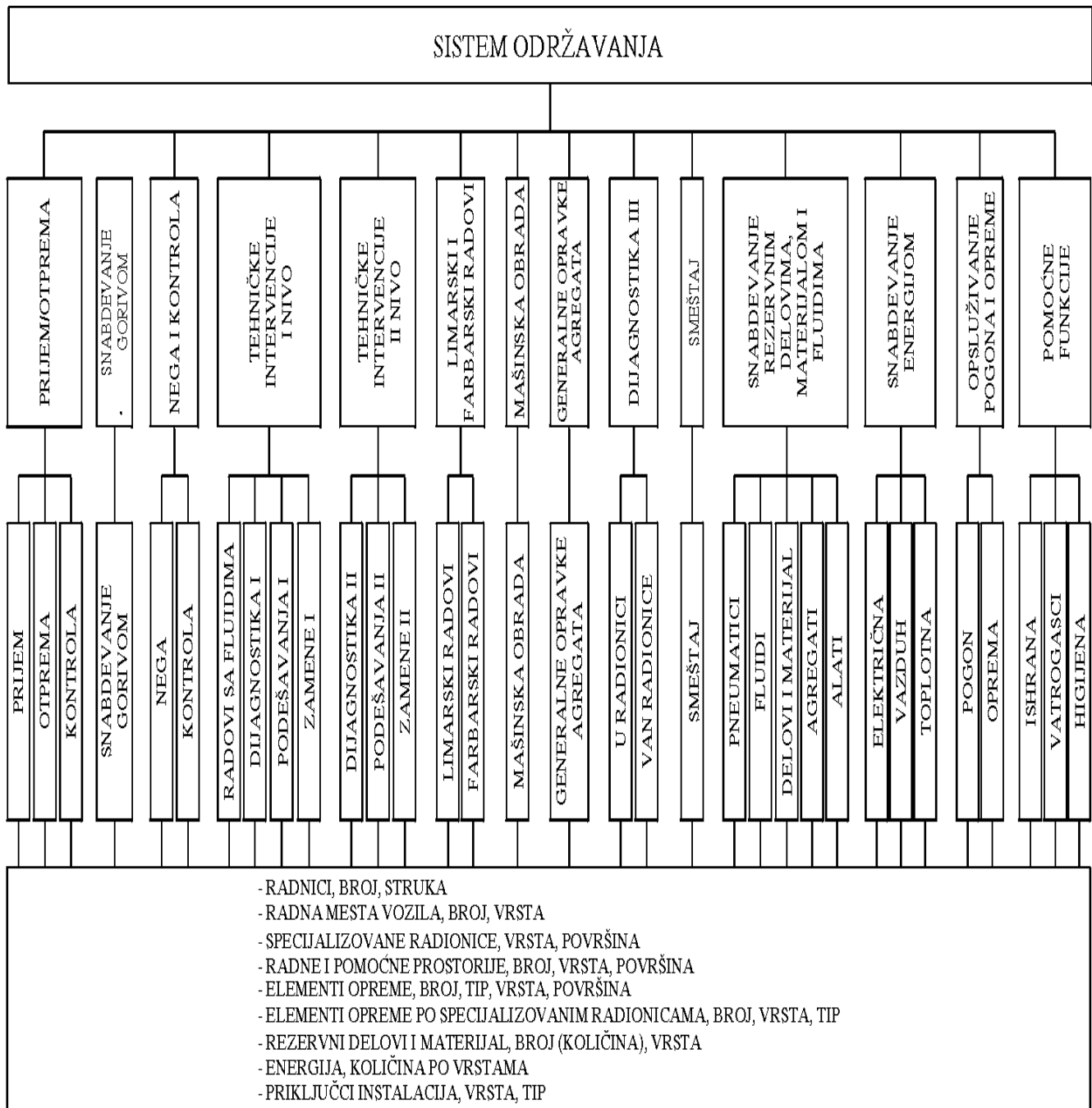
- prijem-otprema,
- opskrba gorivom,
- njega i kontrola,
- limarski i lakirni radovi,
- strojna obrada
- generalne popravke agregata
- smještaj,
- opskrba rezervnim dijelovima, materijalom i vodom,
- opskrba energijom,
- opskrba pogona i opreme,
- pomoćne funkcije - higijena ...

**Tablica 1.** Parametri kvalitete sustava održavanja, izvor [4].

		RAZINA PROMATRANJA		
		SUSTAV	PODSUSTAVI	KOMPONENTE
VRSTA PARAMETRA	STRUKTURNI	Podsustavi – vrste Podsustavi – veze: kretanje vozila kretanje rezervnih dijelova i materijala energetske veze kretanje radnika tokovi informacija Podsustavi – ispomaganje	Komponente – vrste Komponente – veze Komponente – ispomaganje	Elementi – vrsta i broj: radnici radna mjesta za vozila specijalizirane radionice radne prostorije oprema na RmV-ima oprema u radionicama instalacije – priključci skladišta (stanje rezervnih dijelova i materijala) energija Elementi – ispomaganje
	NEMATERIJALNI	Eksplatacijski vijek vozila – program	Primitak-otprema i kontrola – postupak Preventivne intervencije – program <b>Strategija zamjenene – program</b> Tehnički pregled – program Agregatna zamjena – program	Intervencije tehničkog usluživanja – mikrotehnološki postupci sa normama
	ORGANIZACIJSKI	Tehnološki redosljed obavljanja zahtjeva – program Prioriteti pri usluživanju – program	Radni dani u tjednu za komponente – program Vremenski period radnih smjena – program	Broj radnika po smjenama, po strukama, po komponentama – program
	INFORMACIJSKI	Strukturni Nematerijalni Organizacijski	Strukturni Nematerijalni Organizacijski	Strukturni Nematerijalni Organizacijski



Ovdje postoji veliki prostor za tipizaciju, unifikaciju i posebno standardizaciju niza elemenata čime bi se značajno povećala ekonomičnost kako projektiranja tako i realizacije sustava za održavanje vozila. Proširen model sustava prikazan je na slici 3.



**Slika 3.** Proširen primjer komponenata sustava održavanja, [4].

## 5. POKAZATELJI KVALITETE ODRŽAVANJA CESTOVNIH VOZILA

U svrhu ocjenjivanja kvalitete održavanja cestovnih vozila najprije moraju postojati varijable i parametri te uvjeti pod kojima se mogu mjeriti. Relevantno za kvalitetu sustava održavanja potrebno je odrediti parametre. Ovim se ne isključuje mogućnost da se nakon daljnjih istraživanja, prema potrebi, vrše izmjene u ovom skupu relevantnih parametara. U principu, broj i vrsta relevantnih parametara i promatrana razina složenosti njihove strukture ovise o primijenjenoj razini apstrakcije koja je, dalje, uvjetovana ciljem konkretnog istraživanja. U ovom smislu je uvjet:

- da se prema cilju konkretnog istraživanja definira razinu apstrakcije i u skladu sa njim odrede relevantni parametri koji će se promatrati kao i razina složenosti njihove strukture.

Da bi se moglo pristupiti mjerenju utjecaja pojedinih parametara na kvalitetu promatranog sustava potrebno je promatrati parametre u kontekstu koji je dovoljno blizak realnom i uspostaviti kvalitetnu apstraktnu vezu između njih. Proizlazi uvjet:

- da se na usvojenoj razini apstrakcije uspostave pogodne veze između parametara, djelovanja okoline i kvalitete sustava.

Veliki broj utjecaja, koje nije moguće obuhvatiti analizom, uvjetuje stohastički prirodu parametara i veza, te je uvjet:

- da se parametri i veze promatraju sa svojim stohastičkim obilježjima.

Kod uvjetovanja veza dominantna činjenica je da se proces održavanja u TP-ima odvija sinkronizirano s transportnim procesom i procesom promjene tehničkog stanja te da su ovi procesi izravno međuovisni. To uvjetuje dinamičko promatranje pojava, tj. uvjet je:

- da osnovna dimenzija bude vrijeme, te sve promjene moraju biti u funkciji vremena.

Kako je u okviru koncepcije metoda kvantificiranja parametara kvalitete postavljeno da se uspostavi veza između parametara sustava, okoline i kvalitete sustava, cilj je, znači, da se izvedbom ovog modela omogućí određivanje definiranog

kvalitetnog sustava održavanja za zadane vrijednosti parametara sustava i varijabli okoline.

Polazeći od postavljenog cilja i definirane kvalitete, model mora omogućiti da se odrede veličine:

- učinak sustava koji je određen raspodjelom ukupno realiziranog norma obujma po pojedinim podsustavima tijekom jednog radnog dana
- kvalitetu sustava koji je određen vjerojatnošću realizacije zadanog, i postignutim razinom pouzdanosti vozila,
- ekonomičnost sustava koja je određena ukupnim troškovima sustava TP-a.

Prema [4], kada se raspolože ovim veličinama računanjem učinka sustava TP-a može odrediti njegova ekonomska efektivnost, dohodak (kada se uzmu u obzir i ostvareni prihodi) i profit. Znači, ovako koncipiran model omogućit će da se postavljenom metodom dobije potpuna ocijena alternativnih rješenja sustava održavanja. Kao rezultat promatranja svih relativnih varijabli vezanih za održavanje cestovnih vozila potrebno je napraviti sintezu svih varijabli s ciljem stvaranja zaključka o kvaliteti održavanja cestovnog vozila ili cijelog voznog parka nekog transportnog poduzeća. Rezultate kvalitete održavanja mogu se isčitati iz mjerivih vrijednosti vozila ili skupine homogenog voznog parka a to su ujedno i najbitniji pokazatelji kvalitete održavanja koje se može navesti:

- ekonomičnost vozila i voznog parka
- pouzdanost vozila i voznog parka
- raspoloživost vozila i voznog parka
- efektivnost vozila i voznog parka
- efikasnost vozila i voznog parka

## 6.UTJECAJ TEHNIČKOG PREGLEDA VOZILA NA SIGURNOST CESTOVNOG PROMETA

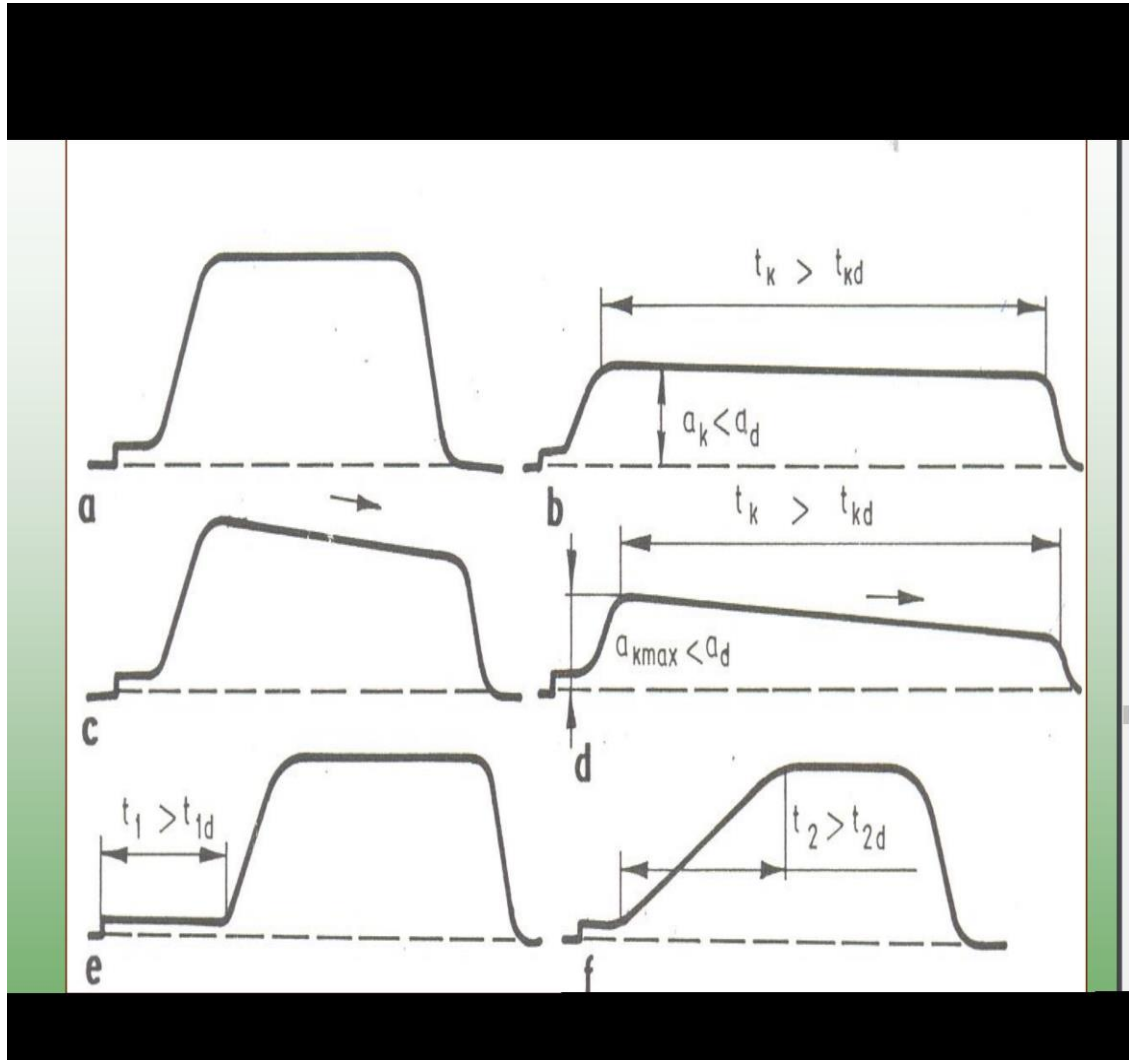
Cestovni promet će uvijek pratiti prometne nesreće, ali ulaganjem u sigurnost cestovnog prometa i sustavnim radom na prometnoj prevenciji može ih se znatno smanjiti, po broju i po posljedicama. Jedan od načina prevencije prometnih nesreća i podizanja razine sigurnosti u prometu svakako je i unapređenje procesa tehničkog pregleda čemu u prilog govori i teza da je tehničko neispravno vozilo koje sudjeluje u prometu smrtno opasno ne samo za vozača i putnike u tom vozilu nego i za sve sudionike u prometu. Podaci Europske komisije upućuju da su tehničke neispravnosti na vozilima (izuzev motocikala) uzrokom 6% prometnih nesreća s 2000 poginulih i puno više ozlijeđenih osoba u EU godišnje. Tehničke neispravnosti na motociklima uzrok su 8% nesreća u kojima sudjeluju motocikli.

Jedan od bitnijih testova što se provodi povodom sigurnosti cestovnog vozila jest testiranje njegovog sustava za kočenje. Takva ispitivanja provode se unutar stanica tehničkog pregleda na takozvanim valjcima koji su prikazani na slici 4.



**Slika 4.** Valjci za testiranje kočionog sustava, [10].

Uporabom valjaka za testiranje kočenja mogu se otkriti neki otkazi i također može se ocijeniti opće stanje sustava za kočenje, ta stanja isčitajemo iz dijagrama koje računalo prikazuje nakon što je vozilo testirano na valjcima.

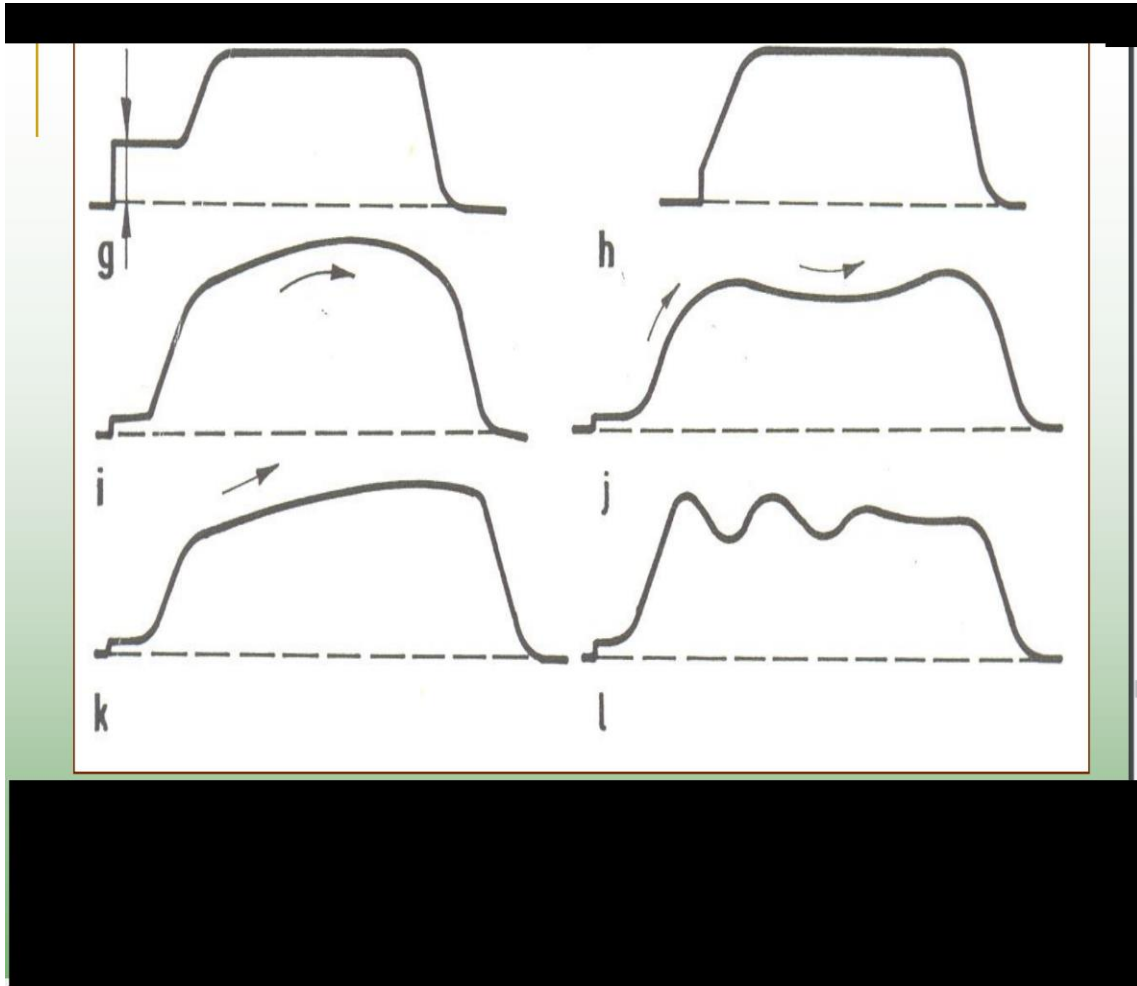


**Slika 5.** Dijagrami kočenja (a-f), [7].

Prema slici 5, prikazani su primjeri dijagrama kočenja za neke slučajeve:

- primjer a, prikazuje dijagram kakvog stvara normalno kočenje
- dijagram b, slučaj kočenja sa zamašćenim oblogom
- dijagram c, slučaj kočenja sa curenjem ulja
- dijagram d, kombinira slučaj c,b
- dijagram e, velika zračnost u prijenosnom mehanizmu
- dijagram f, zrak u sustavu za kočenje što uzrokuje veće vrijeme reagiranja sustava

Dakle na diagramima se prikazuju različiti slučajevi ispitivanja kočionog sustava gdje vrijeme ukupnog trajanja kočenja ( $t_k$ ) zauzima apscisnu vrijednost, a srednja vrijednost usporenja ( $a_{km}$ ) uzima ordinatnu vrijednost u grafovima. Prikazano je kako se amplituda koju grafovi prikazuju mijenja ovisno o uvjetu koji je prikazan primjerima.



**Slika 6.** Dijagrami kočenja (g-l), [7].

Slika 6 prikazuje još neke dijagrame kočenja njihovi primjeri su sljedeći:

- dijagram g, prikazuje kočenje kada je ležaj kotača previše pritegnut
- dijagram h, prikazuje kada nema zračnosti u prijenosnom mehanizmu, u ovom slučaju može doći do zagrijavanja
- dijagrami i,j,k,l, prikazuju promjenu efikasnosti kočenja zbog istrošenja ili deformacija na bubnju. Istrošenje-elipsoidan bubanj (graf i), smanjena

površina kontakta obloga (graf j), promjene temperature tarnih površina (graf k), temperatura se smanjenjem tarnih površina povećava (graf l)

Nadalje, današnjim ostvarenim tehnološkim razvojem vozila, našli smo se u situaciji da mnoge tehničke neispravnosti sa ozbiljnim utjecajem na sigurnost niti ne mogu biti registrirane u sklopu postojećih procedura tehničkog pregleda vozila (npr. tehničke neispravnosti koje se odnose na kočione sustave). Sve navedeno nameće potrebu za promjenom propisanih minimalnih zahtjeva u svezi procedura tehničkog pregleda. U cijelom tom procesu značajnu ulogu ima i Hrvatski autoklub (HAK) tj. odjel stručnog nadzora nad radom Stanica za tehnički pregled vozila (STP) koje svojim nadzorom utvrđuje postojeće i potencijalne čimbenike koji kompromitiraju pravilnost rada STP te izvještavaju nadležna tijelo – Ministarstvo Unutarnjih poslova uz predlaganje mjera o postupanju. Osim navedenog zadaća HAK-a je i nadziranje, odnosno usklađivanje kriterija za tehničke preglede. U okviru preventivnog djelovanja ovlašteni stručni nadzornici HAK-a poduzimaju sljedeće aktivnosti, [10]:

- pružaju pomoć i daju stručne upute o provedbi propisa i mjera
- ukazuju na posljedice nesavjesnog rada
- iniciraju i organiziraju održavanje stručnih sastanaka, konzultacija i dogovora sa djelatnicima pravnih osoba koje obavljaju poslove tehničkog pregleda vozila o pitanjima koji su u interesu za stručno obavljanje poslova.

Proces stručnog nadzora rada STP-a definiran je i koncipiran na način da se njihovom primjenom osigura djelotvorno detektiranje aktualnih i potencijalnih nepravilnosti u radu kao i stvaranja uvjeta za njihovo otklanjanje. Tijekom provođenja stručnog nadzora kontroliraju se svi aspekti rada STP te predmetni procesni korak podijeljen u sljedeće segmente:

- 1. kontrola upravno - pravnog aspekta,
- 2. kontrola objekta
- 3. kontrola uređaja
- 4. kontrola opreme
- 5. kontrola rada nadzornika tehničke ispravnosti vozila

- 6. kontrola rada referenta tehničkog pregleda i registracije vozila
- 7. kontrola zakonitosti postupanja s financijskim sredstvima.

U prilog potrebe za stalnim nadzorom rada STP-a govore i podaci iz informatičke baze podataka Hrvatskog autokluba za razdoblje siječanj-kolovoz 2012. g. da od ukupnog broja vozila koja su pristupila redovnim tehničkim pregledima, tehnički neispravnih vozila bilo je 20.5 % unatoč pretpostavke HAK- a da je realan broj neispravnih vozila u RH 25 %. Navedeni postotni iznos odražava realno stanje u pogledu tehnički neispravnih vozila ako se u obzir uzmu specifične hrvatske okolnosti kao što su starost i opće tehničko stanje voznog parka te standard i mentalitet građana u funkciji održavanja vozila, [9].

Osim stalnog nadzora i kontrole HAK-a i ministarstva unutarnjih poslova (MUP-a) nad radom stanica za tehnički pregled, i same pravne osobe koje obavljaju pregled vozila poduzimaju niz mjera u svrhu postizanja što bolje kvalitete rada. Jedna od mjera je i stalno usavršavanje i educiranje nadzornika od strane Centra za vozila Hrvatske u vidu relicenciranja dozvola za rad nadzornika svake dvije godine. Osim toga, od 1994. godine, provodi se i Nacionalni program sigurnosti cestovnog prometa Republike Hrvatske u vidu besplatnih izvanrednih tehničkih pregleda vozila u svim Stanicama za tehnički pregled vozila u Hrvatskoj, a sve u svrhu smanjivanja broja tehnički neispravnih vozila na prometnicama te podizanja osviještenosti građana o važnosti redovitog održavanja vozila i inzistiranju na njihovoj potpunoj ispravnosti. Nacionalni program u svom operativnom dijelu obuhvaća sve subjekte kojima je djelokrug rada vezan za sigurnost cestovnog prometa, [11].

To znači da u njegovom provođenju sudjeluju ministarstva, stručne organizacije, strukovne udruge, udruge građana i svi ostali koji mogu dati doprinos podizanju razine sigurnosti cestovnog prometa u našoj državi na višu, prihvatljiviju razinu od sadašnje. U prilog izvrsnosti ovakvog jednog programa govore i podaci o 1360 poginulih osoba 1989. godine u odnosu na 426 poginulih 2010. g. uz izuzetno veliko povećanje broja vozila, vozača i prometnih tokova, [8].





**Slika 7.** stanica za tehnički pregled u Virovitici, [10].

## 7. ZAKLJUČAK

Održavanje vozila sastoji se od obavljanja niza propisanih kontrolnih radnih operacija na vozilu, odnosno na njegovim tehničkim sustavima, sklopovima i dijelovima. Neke kontrolne radne operacije ( ispitivanje kočnica, svjetala, ispušnih plinova, itd. ) izvode se uz primjenu odgovarajućih propisanih mjernih i kontrolnih aparata, uređaja, opreme, i pribora za ovu namjenu, što osigurava relativno visok stupanj objektivnosti kod donošenja zaključka o tehničkom stanju ispitivanog vozila. Međutim, kako vozilo predstavlja složeni tehnički sustav, navedena pomoćna sredstva za neka od propisanih ispitivanja ne postoje ili se zbog složenosti metoda ispitivanja ne primjenjuje na tehničkim pregledima. Kod izvođenja ovakvih kontrolnih radnih operacija objektivnost u odnosu na utvrđeno stanje vozila ovisi o nizu različitih faktora. U prvom redu ovisi u velikoj mjeri o slobodnoj ocjeni nadzornika koji vrši ispitivanje, o čimbenicima kao što su: njegovo stručno znanje i praktično iskustvo sa znanjem stečenim specijaliziranim školovanjem, poznavanje i praćenje propisa iz ove oblasti, koncentracija na poslu i niz drugih uvjeta.

Nedvojbeno je da je utjecaj tehničkog pregleda na sigurnost cestovnog prometa velik, jer pravovremenim uočavanjem neispravnosti pojedinih bitnih sklopova i uređaja na samom tehničkom pregledu vozila sprečava da takvo vozilo bude sudionik u prometu. Bitno je da stanice za tehnički pregled vozila imaju ispravne uređaje za ispitivanje, tako da se smanjuje utjecaj subjektivnosti nadzornika na pregledu.

Dakle zaključak je da vozilo djeluje na sigurnost čovjeka u prometu svojim aktivnim i pasivnim komponentama, one mogu utjecati u sukladnosti njihovog stanja, položaja, održavanja i slično. Osnovni utjecaji na vijek uporabe vozila mogu se vidjeti da postoji razlika između tipova vozila i vrsti konstrukcije vozila. Usavršavanjem konstrukcijskih rješenja pojedinih sklopova povećavaju njihovu pouzdanost. Bitan pokazatelj eksploatacije motornih vozila je broj njihovih dolazaka u autoservise radi održavanja tj. radi popravaka, kako tekućih tako i generalnih.

Korištenjem pravilnih metoda održavanja i pravovremeno omogućuje se vozilu produžen odnosno bolji eksploatacijski vijek. Pri izradi metoda održavanja za tehnička sredstva rada mora se početi od elemenata. Smišljeno objedinjavanje metoda

održavanja za sve elemente jednog vozila pod funkcijom cilja daje optimalnu metodu održavanja sustava.

Rezultate kvalitete održavanja mogu se isčitati iz mjerivih vrijednosti vozila ili skupine homogenog voznog parka a to su ujedno i najbitniji pokazatelji kvalitete održavanja koje se može navesti u već prije navedenim parametrima kao što su: ekonomičnost vozila i voznog parka, pouzdanost vozila i voznog parka, raspoloživost vozila i voznog parka, sigurnost voznog parka za upotrebu itd.

Održavanje vozila se treba izvoditi pravovremeno i uz pomoć stručnog i školovanog osoblja kako bi se eksploatacijski vijek i učinkovitost vozila maksimizirali a uz to i povećala sigurnost sudionika u prometu jer vozilo koje je održavano pravovremeno i pregledano u skladu sa zakonom sigurnije za putnike te pasivne sudionike prometa. To potvrđuje i statistika koja pokazuje da manje prometnih nesreća nastaje u dobro održanim vozilima koja su kontrolirana u skladu sa propisima.

## POPIS LITERATURE

1. Šiško, I., Sabljak, D.: Bilten Hrvatskog autokluba, Zagreb, rujan, 2012.
2. Cerovac, V.: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001.
3. Zavada, J.: Prijevozna sredstva, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1993.
4. prof.dr.Papić V.: Sistem za održavanje vozila, Saobraćajni fakultet, Beograd, 1999.
5. Kalinić, Z.: Cestovna vozila4-Održavanje cestovnih vozila, Zagreb, 2012
6. Filipović, I.: Cestovna vozila-Priručnik za voditelje stanica za tehnički pregled, Sarajevo, 2012
7. Jurić, I.: bilješke predavanja Kolegija Održavanje cestovnih vozila.
8. Bilten: „Elektronička regulacija kočenja i stabilnosti vozila“, HAK, Zagreb, 2006.
9. [www.cvh.hr](http://www.cvh.hr)
10. [www.hak.hr](http://www.hak.hr)
11. [www.google.hr/search?q=car+components](http://www.google.hr/search?q=car+components)
12. [www.mup.hr](http://www.mup.hr).

## POPIS KRATICA

HAC (Hrvatske autoceste d.o.o.)

HC (Hrvatske ceste d.o.o.)

HAK (Hrvatski auto-klub)

TP (transportno poduzeće)

ETS (Ekonomsko-transportna svojstva)

EKG (energetsko-kinematska grupa)

STP (stanica tehničkog pregleda)

MUP (Ministarstvo unutarnjih poslova)

STO (stanice tehničkog održavanja)

## POPIS ILUSTRACIJA

### Popis slika

<b>Slika 1:</b> komponente cestovnog vozila .....	7
<b>Slika 2:</b> sustav održavanja vozila .....	19
<b>Slika 3:</b> proširen prikaz sustava održavanja .....	27
<b>Slika 4:</b> Valjci .....	31
<b>Slika 5:</b> Dijagrami kočenja (a-f) .....	32
<b>Slika 6:</b> Dijagrami kočenja (e-l) .....	33
<b>Slika 7:</b> Stanica tehničkog pregleda .....	36

### Popis tablica

<b>Tablica 1:</b> Parametri kvalitete sustava za održavanje .....	26
---	----

### Popis formula/jednadžbi

**Formula 1.:** formula za izračun ukupnog broja resursa

**Formula 2.:** formula za izračun iskorištenog broja resursa

**Formula 3.:** formula za izračun omjera iskorištenih resursa naspram ukupnih

## METAPODACI

**Naslov rada: Utjecaj kvalitete održavanja vozila na sigurnost cestovnog prometa**

**Student: Andrija Mravak**

**Mentor: mr.sc. Ivo Jurić**

**Naslov na drugom jeziku (engleski):**

**The impac of road vehicles maintenance quality on road safety**

**Povjerenstvo za obranu:**

- dr.sc. Goran Zovak                      predsjednik
- mr.sc. Ivo Jurić                         mentor
- dr.sc. Željko Šarić                     član
- dr.sc. Marijan Rajsman                zamjena

**Ustanova koja je dodijelila akademski stupanj:** Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu

**Zavod:** Cestovni

**Vrsta studija:** preddiplomski

**Studij:** Promet

**Datum obrane diplomskog rada:** 13.9.2016.

**Napomena:** pod datum obrane diplomskog rada navodi se prvi definirani datum roka obrane.



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
10000 Zagreb  
Vukelićeva 4

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj \_\_\_\_\_ završni rad

isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu \_\_\_\_\_ završnog rada

pod naslovom **UTJECAJ KVALITETE ODRŽAVANJA VOZILA NA SIGURNOST**

**CESTOVNOG PROMETA**

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

Student/ica:

U Zagrebu, 9/6/2016

\_\_\_\_\_  
(potpis)