

Факултет инжењерских наука
Универзитет у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство
Ниво студија: Основне академске студије
Модул: Моторна возила и мотори
Предмет: Моторна возила 1
Број индекса: 705/2013

Викторија Р. Влатковић
Развој система возила
завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Јованка Лукић, проф. - ментор
2. _____
3. _____

Датум
одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да
Опише и анализира:

- развој система возила
- карактеристична решења и
- трендове будућег развоја

Препоручена литература:

[1] Демич М., Лукић Ј.: Теорија кретања моторних возила, Машински факултет у Крагујевцу, 2011.

[2] Симић Д.: Моторна возила, Научна књига, Београд, 1988.

[3] Bernd Heißing, Metin Ersoy (Eds.): Chassis Handbook, Vieweg+Teubner Verlag |Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH 2011.

Крагујевац, 05.03.2014.

ментор:

Др Јованка Лукић, проф.

Резиме

У раду је дат приказ историјског развоја аутомобила кроз преглед почетака развоја и промена основних облика током времена. Како се ради о веома комплексном производу, овај рад је ограничен на анализирање техничке еволуције аутомобила кроз праћење промена у појединим кључним особинама возила и коришћењем података и илустрација које се односе на само неке склопове и компоненте. Као и код сваког другог производа, произвођачи аутомобила су током времена настојали да возило што више прилагоде људским потребама, односно да усавршавају и повећавају његове употребне могућности. Овакав приступ био је неопходан, јер су се људске потребе са технолошким развојем убрзано мењале. Са друге стране, технолошки напредак је омогућио да се многе од ових потреба могу задовољити увођењем бројних побољшања. На основу података приказаних у овом раду могу се извести закључци о разлозима техничких иновација и њиховим ефектима током времена, што омогућава схватање развоја људских потреба. Резултати ових анализа могу бити основа за пројектовање будућих трендова у аутомобилској индустрији, уопште. У литератури нема много синтетизованих података који би омогућили да се брзо дође до релевантних закључака, па је између осталог и ова чињеница била разлог за избор теме рада. У изради рада су коришћене методе: анализе, синтезе и ревије литературе.

Кључне речи: моторна возила, развој, временска линија, животно циклус, тежина.

Development of vehicle systems

Abstract

This paper gives an overview of the historical development of the car through the review of the origins and development of basic shapes change over time. Since this is a very complex product, this paper is limited to analyzing the technical evolution of cars through monitoring changes in key characteristics of the vehicle and using the data and illustrations relating to some circuits and components. As with any other product, car manufacturers have over time sought to adapt the vehicle as more human needs, that improve and enhance its application possibilities. This approach was necessary because the human needs of the rapidly changing technological developments. On the other hand, technological progress has enabled many of these needs can be met by introducing a number of improvements. Based on the data presented in this paper can be used to draw conclusions about the reasons of technical innovations and their effects over time, which allows the understanding of human needs. The results of this analysis can be the basis for projecting future trends in the automotive industry, in general. In the literature there are not many synthesized data that would enable it to quickly obtain the relevant conclusions, including, among others, and this fact was the reason for the choice of the subject of work. In developing work methods were used: analysis, synthesis and magazine literature.

Key words : motor vehicle, development, timeline, life cycle, weight.

САДРЖАЈ

1. Увод	6
2. Развоја друмских моторних возила	7
2.1 Почети развоја друмских моторних возила	7
2.1.1 Почети развоја путничких аутомобила	8
2.1.2 Почети развоја аутомобила за групни превоз путника.....	9
2.1.3 Почети развоја теретних аутомобила	9
2.2 Концептуалне и визуелне промене	9
3. Развој друмских моторних возила – технички аспект	12
3.1 Економичност аутомобила – аспект потрошње горива	13
3.1.1 Главни утицаји на потрошњу горива	14
3.1.2 Развој аеродинамичних облика аутомобила	16
3.2 Безбедност аутомобила	19
3.2.1 Историјски преглед развоја безбедности аутомобила	20
3.2.2 Развој система пасивне безбедности – примери	23
2.2.2.1 Сигурносни појасеви	23
2.2.2.2 Наслон за главу	28
3.3 Развој концепција склопова – пример каросерије	31
3.3.1 Каросерија са неинтегрисаним шасијским рамом	32
3.3.2 Каросерија са делимично интегрисаним шасијским рамом	35
3.3.3 Самоносећа каросерија	37
3.3.4 Пример промене конструктивног решења	39
3.4 Промене масе возила	40
3.5 Еволуција са гледишта одрживог развоја аутомобила	44
4. Закључци	45
5. Литература	47

1. Увод

Као и код сваког другог производа, произвођачи аутомобила су током времена настојали да возило што више прилагоде људским потребама, односно да усавршавају и повећавају његове употребне могућности. Овакав приступ био је неопходан, јер су се људске потребе са технолошким развојем убрзано мењале. Са друге стране, технолошки напредак је омогућио да се многе од ових потреба могу задовољити увођењем бројних побољшања.

Анализирањем техничке еволуције аутомобила добијају се подаци на основу којих се могу извести закључци о разлозима техничких иновација и њиховим ефектима током времена, што омогућава схватање развоја људских потреба. Резултати ових анализа могу бити основа за пројектовање будућих трендова у аутомобилској индустрији, уопште. У литератури нема много синтетизованих података који би омогућили да се брзо дође до релевантних закључака, па је између осталог и ова чињеница била разлог за избор теме рада. Како се ради о веома комплексном производу, овај рад је ограничен на анализирање развоја система возила само у неким областима и коришћењем података за поједине агрегате, склопове и делове.

У првом поглављу дати су историјски подаци о настанку првих возила за превоз путника и возила за превоз терета, а такође, илустративно је приказана њихова еволуција кроз промену облика и изгледа.

Друго поглавље је обухвата анализу техничке еволуције одређених кључних особина аутомобила. Због просторног и временског ограничења одабране су само поједине карактеристике и само неки од утицајних фактора, али на начин да се могу извести потребни закључци који се могу применити на цео аутомобил.

У првом под-поглављу разматрани су утицаји на економичност аутомобила са аспекта потрошње горива, пре свега допринос отпора ваздуха при кретању, па је приказано прилагођавање облика возила ради смањења коефицијента отпора током времена. Другим суб-поглављем обухваћен је аспект безбедности аутомобила. С обзиром да има више утицајних фактора на сигурност возила и путника, област безбедности анализирана је кроз неколико конкретних примера и праћењем промене њихових решења и функционалности. Током развоја аутомобила многи склопови су доживели потпуну промену концепције конструктивног извођења уз примену најсавременијих технологија. У трећем под-поглављу анализиран је развој концепције каросерије од првих аутомобила до данас. Анализа промене маса возила, која је приказана у четвртном делу другог поглавља јасно приказује досадашња кретања и наговештава прилично поуздане трендове. У петом под-поглављу дата је еволуција са гледишта одрживог развоја аутомобила.

Четврто поглавље садржи закључке изведене на основу анализа и синтеза извршених током реализације рада, док је у петом поглављу наведена литература коришћена за приказ појединих података и илустрација.

2. Развој друмских моторних возила – историјски аспект

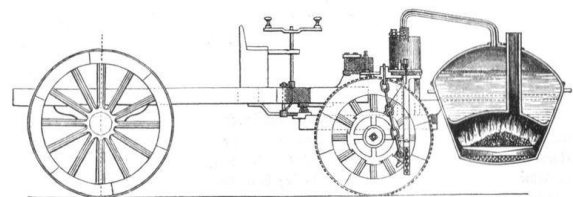
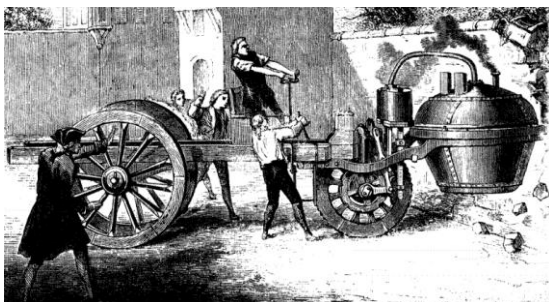
Друмска моторна возила са најмање четири точка називају се "аутомобили", а намењена су за превоз терета и/или путника и вршење одређених радова. О дефиницији и класификацији друмских моторних возила биће још речи - са већом прецизношћу и тачношћу, а у овом поглављу, због поједностављења, изразе „друмско моторно возило“ и „аутомобил“ треба схватити као синониме [3].

Развој возила, у општем смислу речи везује директно са развојем људске популације, дакле без тачно дефинисаног времена настанка или почетка његовог коришћења. Данас се сматра, право значење појма возило, као транспортно средство, отпочиње открићем точка (сумерска култура, око 4000 год. пре Христа). Може се иначе слободно сматрати да је точак једно од најгенијалнијих открића људског ума, с обзиром да је то једини начин кретања који не постоји у природи, дакле човек га није једноставно могао видети у природи и “пресликати”, тако да се са правом сматра открићем. Наиме, као “природни” видови кретања живих бића у природи су: ходање – трчање (нпр. коњ), скакање (кенгур), пузање (глисте) и клизање (змије), док обртање односно котрљање (точак), као вид кретања, не постоји у природи. Интересантно је напоменути, а то је сасвим сигурно доказано, да точак није био познат на тлу Америке и Аустралије у предколумбијско време [4]. Осим тога, могло би се чак рећи да је аутомобил један од највеличанственијих људских проналазака, којим је човек задовољио своју исконску потребу за слободом и кретањем [3].

Потребе људске заједнице за транспортом робе су се повећавале са опште друштвеним и економским развојем, а биле су условљене и ограничене врстом и могућностима погонске снаге која је у прво време била људска, животињска, а затим примитивна а на крају су се развила врло савршена механичка средства. Аутомобил је један од симбола модерног друштва. На неки начин, способност развоја и производње аутомобила постаје један од незваничних параметара технолошке развијености привреде неке земље [3].

2.1 Почeci развоја друмских моторних возила

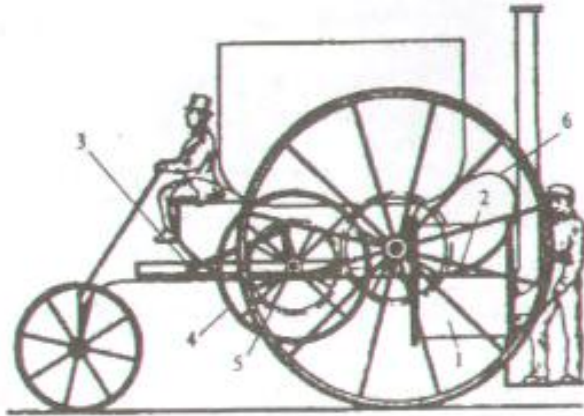
Сматра се да историја аутомобила као самостално покретне машине почиње у време Луја XV (1769 године) када је артиљеријски официр и инжењер Николас Жозеф Кињо (Nicolas Joseph Cugnot, 1725-1804) први у свету конструисао реално возило које се покретало парним цилиндром [5].



Слика 2.1 – Кињоов тегљач из 1769. године, [5]

2.1.1 Почеци развоја путничких аутомобила

Енглеz Ричард Тревичик (Richard Trevithick, 1771-1833) успео је да 1801. године конструише, а затим и да са својим партнером Ендрју Вивианом (Andrew Vivian) 1803. године демонстрира у Лондону прво друмско возило на парни погон (слика 2.2), познато под називом „London Steam Carriage” (Лондонска парна кочија) [6].



ТЕХНИЧКИ ПОДАЦИ:

Снага: 2 kW (3 KS) на 50 min^{-1}
Мах. брзина: 13 km/h
Аутономија: 15 km
Дужина: 4.905 mm
Ширина: 2.184 mm.
Висина: 3.454 mm.
Маса: 1.900 kg
Пречник погонског точка: 2.438 mm

1-котао; 2-цилиндар, 3-клипњача, 4-замајац, 5-зупчасти преносник, 6-"Ц" опруга

Слика 2.2 - Први „паромобил“ Ричарда Тревичика из 1801. Године, [6]

Немачки инжењер Карл Фридрих Бенз, (Karl Fridrih Benc) први је конструисао и патентирао возило са погоном на бензин, односно аутомобил са мотором са унутрашњим сагоревањем, који је патентирао 1886. године (слика 2.3). Аутомобил је био у производњи до 1893. године, када га је заменио нови модел са четири точка. Карл Бенц је заједно са Бертом Бенц (Bertha Benz) оснивач произвођача аутомобила Мерцедес-Бенз [7].



а) возило

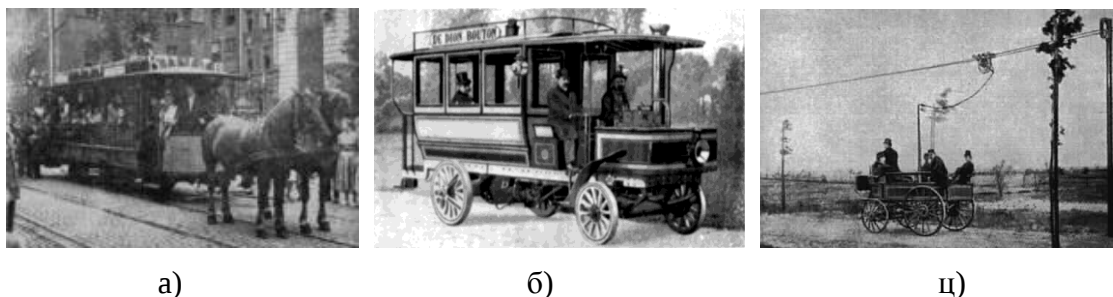


б) погонски агрегат

Слика 2.3 – Бенцов патент моторног возила из 1885. године, [7]

2.1.2 Почети развоја аутомобила за групни превоз путника

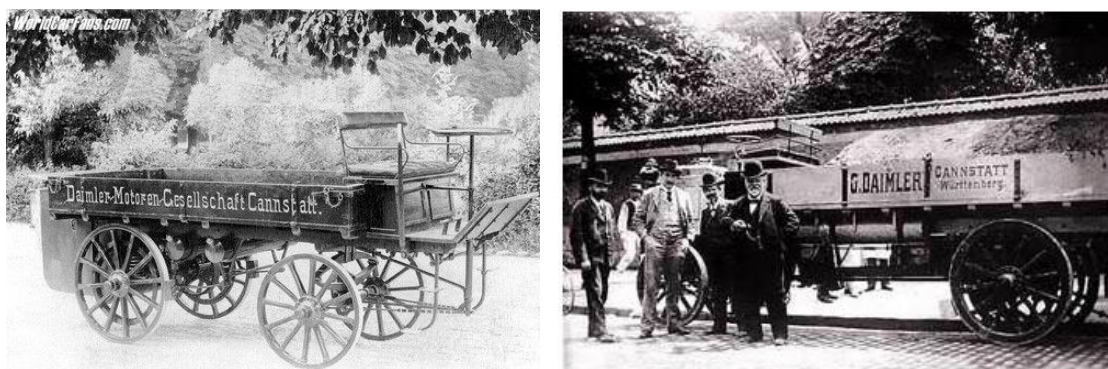
Развој аутобуса (видети слику 1.5) везује се за почетак коришћења аутобуса које су вукли коњи (а – Гдањск, Пољска), који су коришћени од 1820. до 1830. године, када су их заменила возила са погоном на пару (б – француски парни аутобус). Електрични тролејбуси (ц- "Електромоте", Берлин, Немачка) ушли су у употребу од 1882. године. Први аутобуси погоњени моторима са унутрашњим погоном примењени су 1895. године [3] .



Слика 2.5 – Први аутобуси погоњени снагом коња, паре и електричне енергије, [3]

1.1.3 Почети развоја теретних аутомобила

Први камион са моторним погоном саградио је немачки инжењер Готлеб Дајмлер (Gottlieb Daimler) 1896. године. Камион је имао мотор са четири коњске снаге (слика 2.4). Дајмлер је, такође, први у свету произвео мотоцикл (1885. године) и прво такси возило 1897. године [8].



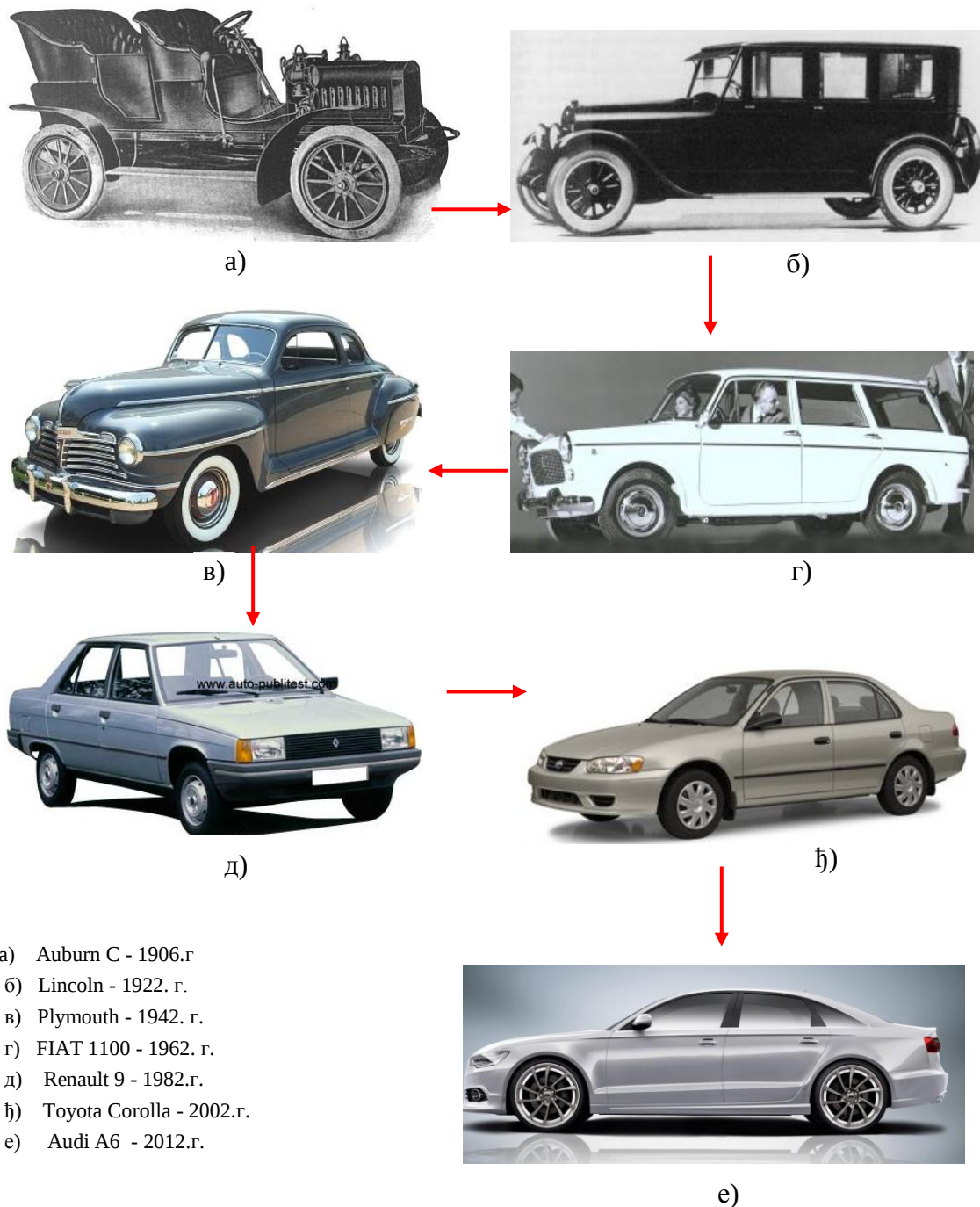
Слика 2.4 – Први камион са моторним погоном (Дајмлер, 1896.), [8]

2.2 Концептуалне и визуелне промене

Од првих патената друмских моторних возила па до данас направљен је велики техничко-технолошки напредак. Прогрес се одвијао у континуитету, што је илустративно приказано на сликама 2.6, 2.7 и 2.8. Очигледна је еволуција како

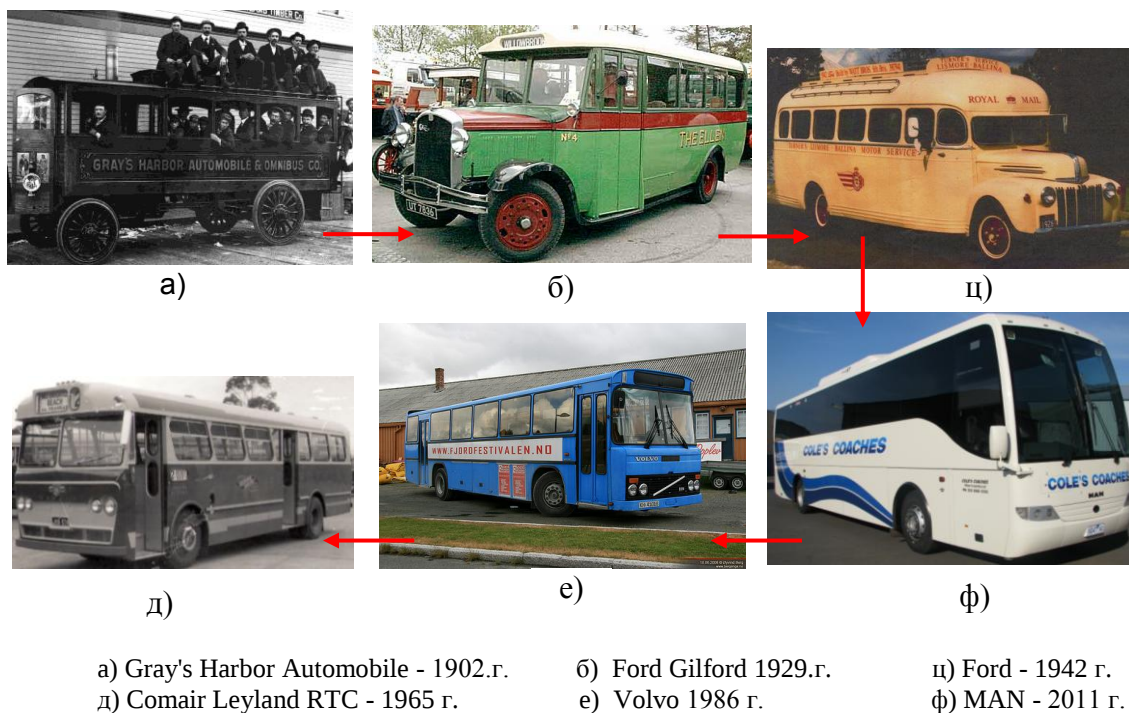
у конструктивним решењима тако и у концепцијама и технологијама примењеним у производњи аутомобила, а све у циљу прилагођавања моторног возила потребама човека, односно променама у људским потребама током времена [3].

Што је аутомобил више прилагођаван потребама човека, повећавао се и број произведених возила. Омасовљавање производње омогућило је снижење трошкова, па је овај производ постајао доступнији све већем броју људи [3].

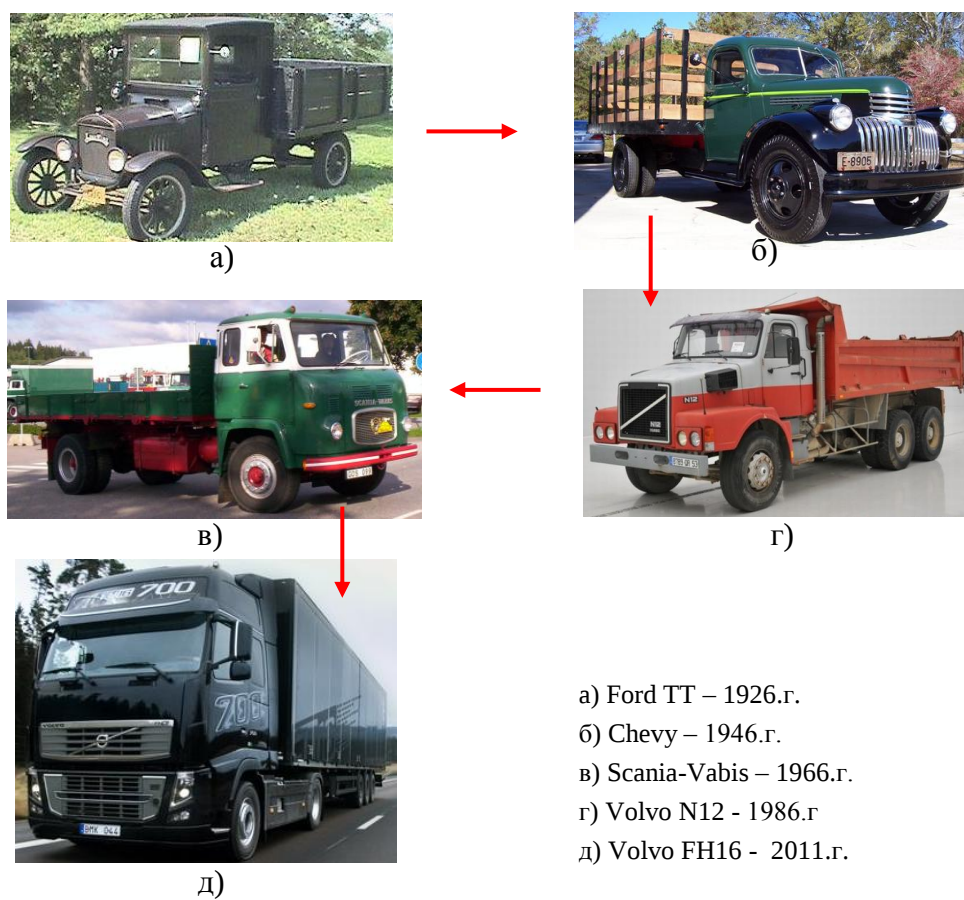


- a) Auburn C - 1906.г
- б) Lincoln - 1922. г.
- в) Plymouth - 1942. г.
- г) FIAT 1100 - 1962. г.
- д) Renault 9 - 1982.г.
- ж) Toyota Corolla - 2002.г.
- e) Audi A6 - 2012.г.

Слика 2.6 - Развој путничког аутомобила, [5]



Слика 2.8 - Развој аутомобила за скупни превоз путника, [3]



Слика 2. 7 - Развој теретног аутомобила, [3]

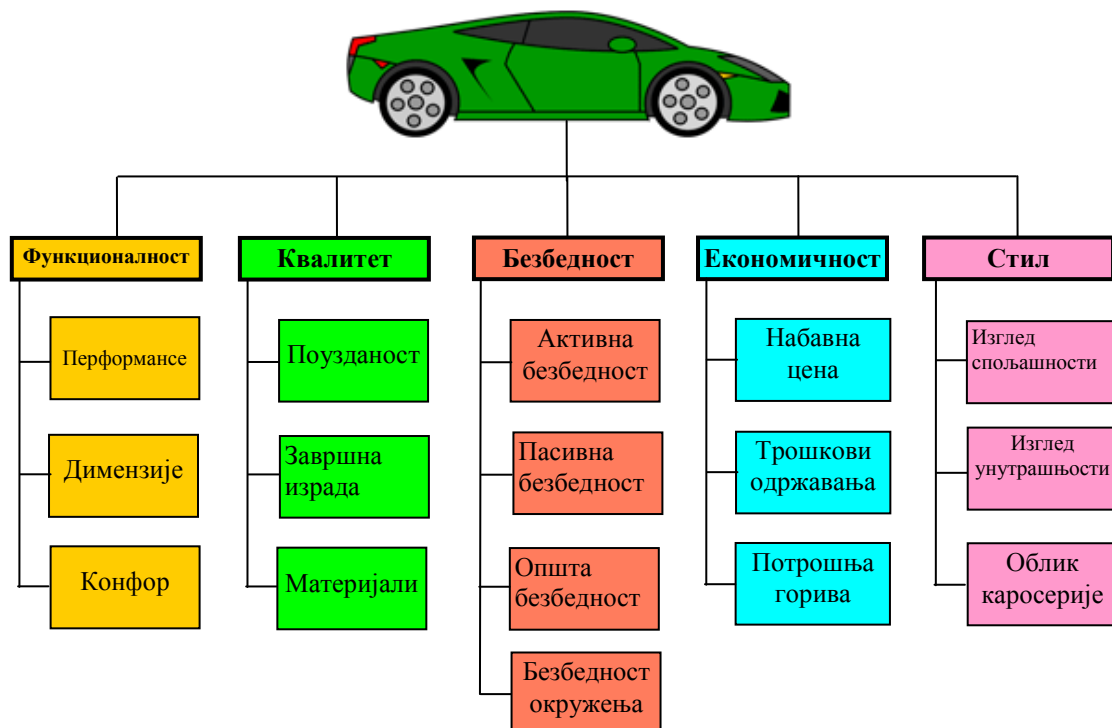
3. Развој друмских моторних возила – технички аспект

Као и код сваког другог производа, произвођачи аутомобила су током времена настојали да возило што више прилагоде људским потребама, односно да усавршавају и повећавају његове употребне могућности. Овакав приступ био је неопходан, јер су се људске потребе са технолошким развојем убрзано мењале. Са друге стране, технолошки напредак је омогућио да се многе од ових потреба могу задовољити увођењем бројних побољшања.

Кључне особине које су се највише мењале код аутомобила током времена, приказане су шематски на слици 3.1, а односе се на:

- функционалност;
- економичност;
- стил;
- квалитет и
- безбедност.

Сви наведени чиниоци имају изузетно велики значај за развој аутомобила, без обзира на редослед навођења у овом раду. Осим тога, очигледно је да постоји међузависност и интеракција између сваког од њих.



Слика 3.1- Шема кључних особина аутомобила[3]

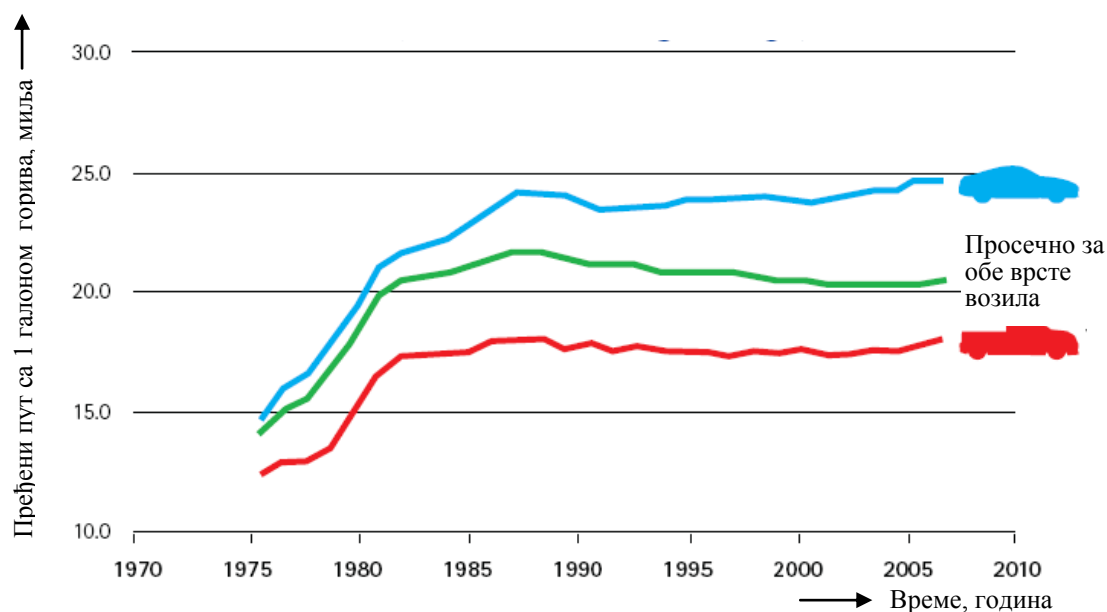
Како се са слике 3.1 види, готово да није могуће утицати, односно мењати, било коју карактеристику возила, а да се та промена директно или индиректно не одражава на неку другу перформансу или на више карактеристика. Због сложености проблематике, у наставку је, као пример, приказан развој система појединих карактеристика аутомобила.

3.1 Економичност аутомобила – аспект потрошње горива

Потрошња горива приликом коришћења аутомобила, одувек је била једна од најважнијих карактеристика за корисника. Осим тога, огромна већина земаља нема сопствене изворе фосилних горива, па тиме ни нафте, што овај енергент поставља на листу стратешки важних производа.

На слици 3.2 као пример је дата илустрација потрошње горива у САД-у последњих 4 деценије. Потреба за редуковањем настала је као последица шокова изазваних на тржишту горива раних 1970-их. Конгрес је донео закон на бази претходно урађених стандарда којим је утврђено да у року од 10 година путничка возила морају прелазити 27,5 миља са једним галон-ом горива (што одговара потрошњи од око 8,6 l на 100 km, при чему је 1 US gallon = 3,785 l, а 1 mil = 1,6 km). Надлежна агенција је добила овлашћење да захтева смањење потрошње за pick-up возила чак за дупло у односу на тадањи просек.

Овакви захтеви били су велики изазов за аутомобилску индустрију, што је подразумевало изузетну инвентивност и изузетан напор инжењера и техничара из ове бранше. За деценију рада (1975. -1985.) постигнути су импресивни резултати, како се види на дијаграму. Просечни путнички аутомобил достигао је пут од скоро 25 миља са једним галоном горива, док су pick-up аутомобили са око 13 миља повећали радијус кретања на око 18 миља, у просеку. Треба имати у виду да се ови подаци односе на обе врсте возила и то на просек у укупном возном парку.



Слика 3.2 - Просечна потрошња горива за две врсте возила у САД, [9]

Деценије након 1985. године донеле су релативну стагнацију по овом критеријуму, што је према бројним тврдњама резултат сукобљених интереса разних групација, и активности њихових лобија.

Да би се могле схватити димензије проблема везаних за смањење потрошње горива и повећање економичности возила са овог гледишта, у наставку је дато прегледно разматрање самог коришћења енергије у експлоатацији аутомобила.

3.1.1 Главни утицаји на потрошњу горива

Потрошња енергије неког возила зависи од следећих фактора:

- енергија потребна за кретање возила на одређеној деоници пута;
- енергетске ефикасности погонског мотора и
- параметара трансмисије.

Енергија потребна за кретање возила на одређеној деоници пута зависи од:

- параметара возила и његове интеракције са околином (c_w – коефицијент отпора ваздуха, A – пројекција наилазне површине, G – тежина возила, f – коефицијент отпора котрљања ...) и

- параметара возног циклуса (профил брзине у времену $v = v(t)$, уздужни нагиб пута $\alpha = \alpha(s)$, утицај кривина и др.).

У најопштијем случају силе отпора које дејствују на возило у кретању могу се поделити на унутрашње и спољашње силе отпора. Под унутрашњим силама отпора подразумевају се све силе које дејствују при преносу снаге од мотора до точка, како инерционе тако и силе трења елемената трансмисије. Стога се ове силе отпора и зову унутрашњим силама. Њихово дејство се може са довољном тачношћу апроксимирати степеном корисности трансмисије.

Силе отпора при кретању возила из стања мировања (покретање возила из места) зависе од стања коловоза, пнеуматика и масе возила, а потичу од пластичних и еластичних деформација подлоге, еластичних деформација точкова и инерционих сила као силе отпора убрзању. У принципу ове силе се не узимају при прорачуну укупних сила као отпори кретању, с обзиром да су силе при кретању возила на вишим брзинама силе ветра отпора увек више, док су при мировању исте једнаке нули.

Снага на погонском точку потребна за кретање аутомобила је:

$$P_T = \frac{dE}{dt} \quad (1)$$

Следи да је енергија потребна за кретање возила у временском интервалу дужине T , тј. на одређеној деоници пута:

$$E = \int_0^T P_t(t) \cdot dt \quad (2)$$

Укупна енергија потребна за кретање возила у одређеном временском интервалу тј. на одређеној деоници пута једнака је суми енергија потребних за савлађивање парцијалних отпора кретања. Ова енергија се погонском точком доводи од горива, преко мотора и трансмисије, уз губитке.

$$E = E_f + E_v + E_i + E_a \quad (3)$$

где су:

E – укупна енергија за кретање аутомобила

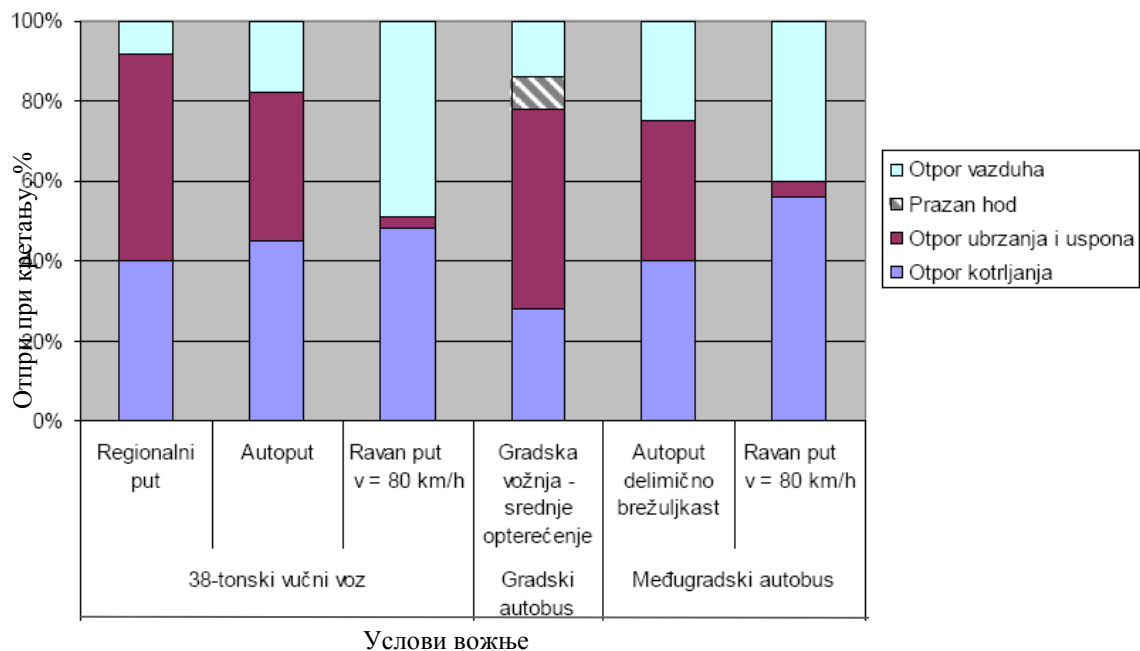
E_f – Енергија за савлађивање отпора котрљања

E_v – енергија потребна за савлађивање отпора ваздуха

E_i – енергија потребна за савлађивање отпора инерције

E_a – енергија потребна за савлађивање отпора успона

На основу података приказаних у [10], произилази да при вожњи на равном путу брзином од 80 km/h доминантно учешће у потрошњи горива имају отпор ваздуха и отпор котрљања (слика 3.3). Ради поједностављења, у наставку рада анализиран је отпор ваздуха и развој облика аутомобила ради смањења овог утицаја.



Слика 3.3 - Удео појединих отпора на потрошњу горива при кретању, [4]

3.1.2 Развој аеродинамичних облика аутомобила

Отпори ваздуха, односно ветра заузимају значајно место, тако да се у данашње време облику возила, односно аеродинамичности посвећује посебна пажња, као једном од значајних фактора који утичу на потрошњу горива и динамичко понашање возила на путу.

Посебна пажња се такође посвећује и конструкцији облика бочних површина, с обзиром да сила бочног ветра не дејствује у тежиште површине, већ у метацентар исте, тако да од међусобног положаја тежишта возила и метацентра бочне површине, доста зависи каква ће бити стабилност возила на бочни ветар.

Правац силе отпора ваздуха зависи такође и од правца природног струјања ваздуха односно правца ветра. Интезитет резултујуће брзине ваздушне струје износи:

$$v_v = \sqrt{v^2 + w^2 + 2vw \cos \tau} \quad (4)$$

где су:

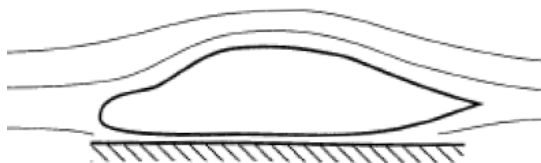
- v [m/s]; [km/h] брзина кретања возила
- w [m/s]; [km/h] брзина ветра
- τ [°] - угао кога заклапа смер ветра са смером кретања возила
- уколико ветар дува у "чело", то јест $\tau = 0^\circ$, резултујућа брзина $v_v = v + w$
- када је ветар „у леђа“, тада је $\tau = 180^\circ$, резултујућа брзина $v_v = v - w$
- за бочни ветар, $\tau = 90^\circ$, односно $\tau = 270^\circ$, $v_v = \sqrt{v^2 \pm w^2}$

У општем случају укупан отпор ваздуха може да се подели на:

- Чеону силу отпора ваздуха која износи око 65% од укупне силе отпора ваздуха.
- Отпор површинског трења (тангенцијални отпор), који настаје услед трења честица ваздуха о бочне површине возила, који чини око 10% од укупног отпора ваздуха.
- Отпор прострујавања, као компонента отпора услед проласка ваздуха кроз унутрашњост возила (систем за проветравање, пролазак кроз хладњак мотора и слично), који износи око 10% од укупног отпора ваздуха.
- Отпор дисконтинуитета површине возила (прекидне зоне површине возила), који износи око 15% од укупног отпора ваздуха.

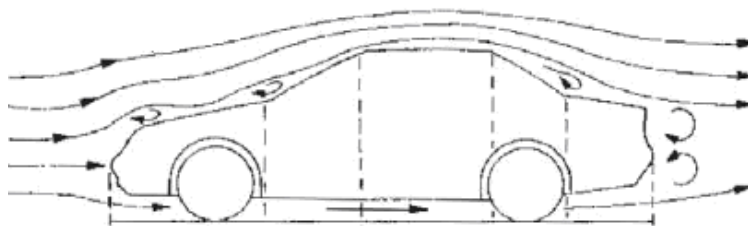
Климатски услови имају утицај на аеродинамичке отпоре возила. Пораст амбијенталне температуре од $0^\circ - 38^\circ\text{C}$ доводи до смањења аеродинамичких отпора за 14 %, а пораст надморске висине од 1219 m смањује отпор ваздуха за 17%. На температури ваздух од 15°C и барометарском притиску 101,32 kPa, густина ваздуха је $1,225 \text{ kg/m}^3$, [1].

На слици 3.4 приказано је идеално опструјавање возила, односно, облик аутомобила је идеализован тако да се јавља само ламинарно струјање. Конструктори и дизајнери теже да се што је могуће више приближе овом идеалном облику. Конструкција, конфор и друго, захтевају да се мора направити компромис у избору коначног облика аутомобила.

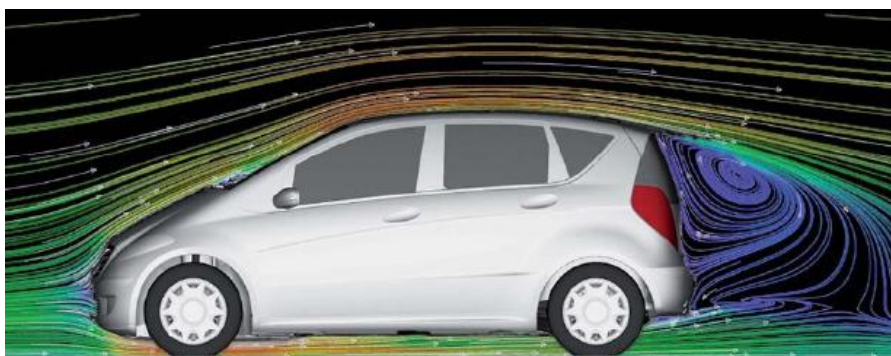


Слика 3.4 - Идеално опструјавање аутомобила[33]

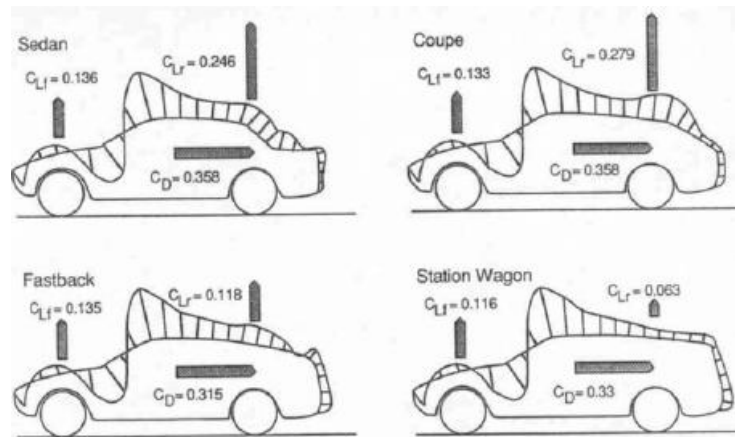
На слици 3.5 дат је реалнији приказ опструјавања приликом кретања аутомобила, при чему се јавља и турбулентно струјање. На местима турбуленције јавља се подпритисак, односно негативна сила притиска која настоји да возило повуче у супротном смеру од смера кретања или да га одигне од тла, што све утиче на отпор кретању и на приањање точкова на тло (видети слике 3.6 и 3.7).



Слика 3.5 - Реално опструјавање возила[33]



Слика 3.6 - Турбуленција при опструјавања задње површине возила[10]



Слика 3.7 - Распоред подпритисака дуж површине аутомобила[33]

Математички израз којим се израчунава отпор ваздуха при кретању возила има следећи израз:

$$R_v = c_x \cdot \frac{\rho}{2} \cdot A \cdot (v \pm w)^n \quad (5)$$

где су:

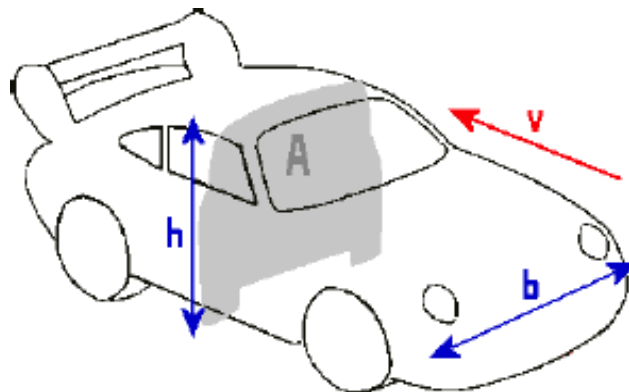
c_x [-] – коефицијент отпора ваздуха,

ρ [kg/m^3] - густина ваздуха,

A [m^2] - чеона површина возила (површина пројекције чеоне површине на управну раван)

v ; w [m/s]; [km/h] - резултујућа брзина возила односно ветра,

n [-] - експонент који зависи од брзине (за дозвучне брзине $n = 2$),



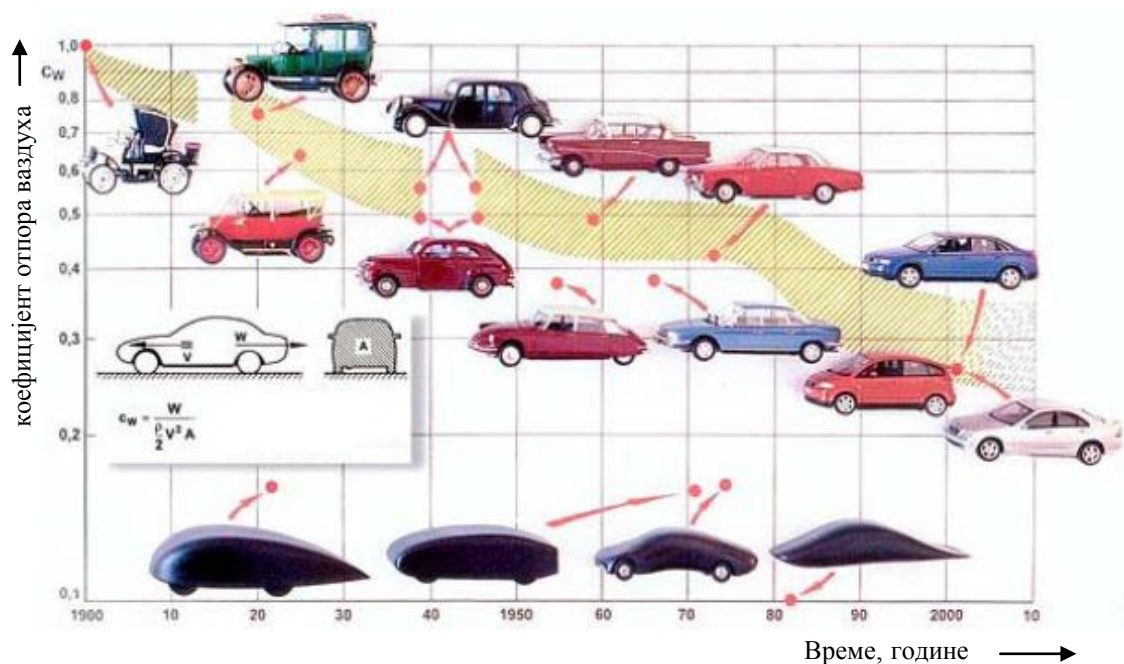
Слика 3.8 - Чеона површина возила „А“[33]

Како се из израза (7) види, коефицијент отпора ваздуха има велики утицај на отпор ваздуха. Као чиниоц у изразу, смањиве вредност отпора за, на пример, 30% уколико се фактор за толико редукује. Из тих разлога је током времена велика пажња поклањана аеродинамичности аутомобила.

На слици 3.9 приказано је кретање коефицијента отпора ваздуха од 1900. године до данашњег времена. Очигледно је да се до 40-тих година прошлог века

није посвећивала довољна пажња фактору аеродинамичности. Перформансе тадашњих возла и нису постављале овај проблем тако значајан. Повећањем брзина кретања увиђа се све већа важност овог фактора. Са приказаног дијаграма лако се може утврдити еволуција у овој области, тако да је коефицијент отпора ваздуха (c_x), нарочито осамдесетих година значајно смањен и данас се код многих возила креће испод 0,3, односно између 0,25 и 0,27.

На основу напред изнетог, може се закључити да коефицијент отпора ваздуха, односно отпор ваздуха, осим на потрошњу горива утиче и на друге карактеристике аутомобила, пре свега на максималну брзину кретања, убрзање аутомобила на равном путу и друге.



Слика 3.9 - Смањивање вредности коефицијента отпора ваздуха током времена, [10]

3.2 Безбедност аутомобила

Проблеми везани за сигурност путника и возила у саобраћају представљају веома комплексан проблем, чија реална анализа може само у таквој констелацији да се разматра.

С обзиром да има више утицаних фактора на сигурност возила и путника, област безбедности возила је подељена у два главна сегмента:

- активана безбедност и
- пасивна безбедност.

Активна безбедност са аспекта возила обухвата пре свега превентивне мере, које конструктор возила мора да обухвати још у фази пројектовања возила,

а који се односе на систем возач – возило - пут, како не би дошло до конфликтних ситуација. Основни елементи активне безбедности су:

- безбедност вожње (могућност благовременог и поузданог управљања и кочења, убрзања и сличног);
- условна безбедност (конфор вожње: удобност и ергономија седишта, бука и осцилације возила, проветравање и климатизација);
- безбедност управљања и руковања (поузданост система: точкови, кочнице и управљачки систем);
- благовременост опажања, под којом се може да се сврста опрема за сигнализацију и
- осветљавање, видљивост кроз возачко стакло (одмрзавање, сушење и брисање ветробрана, акустички сигнали за упозорење и аларм).

Под елементима пасивне безбедности сврставају се бројни фактори и мере које се спроводе још у фази пројектовања возила, а основна функција им је:

- Смањивање последица повреда путника и возача у случају саобраћајне незгоде. Овај задатак обухвата пре свега правилно обликовање и димензионисање предњих и задњих браника, као и деформационих зона возила, како би могућност апсорбовања енергије судара била већа. Такође, правилно обликовање, јачина, димензије и функционалност простора путника, неопходни су услови за преживљавање после удеса.
- Смањивање последица повреда осталих учесника у саобраћају укључујући и пешаке. Овај задатак се решава правилним обликовањем спољне површине возила, пре свега налетне (предњи део возила, облик, висина и еластичност браника), како би деформациони рад и деформационе зоне минимизирале повреде пешака.

3.2.1 Историјски преглед развоја безбедности аутомобила

Због свог значаја, безбедност аутомобила се везује за сам проналазак моторног возила. Ипак, у литератури се често као почетак бриге о безбедности учесника у саобраћају наводе термини првих фаталних исхода саобраћајних незгода. У наставку су хронолошки приказани неки од важних термина за развој безбедности аутомобила. Због сложености аутомобила, односно великог броја делова од значаја за безбедност, приказане „тачке“ развоја у овом раду нису могле обухватити све најважније елементе.

Један од првих забележених смртних случајева аутомобила била је Мери Ворд (Mary Ward), 31. августа 1869 у Парсонстауну у Ирској [11].

Пластични хирург Клара Стрејт (Claire Straith) и физичар Страјкланд (Strickland) залагали су се 1930.год. за коришћење појасева и механих иструмент табли. Страјкланд је основао Америчку лигу за безбедност аутомобила (Automobile Safety League of America). Делом захваљујући напорима и деловању Кларе Стрејт, аутомобилска индустрија је протоком времена прилагодила многе

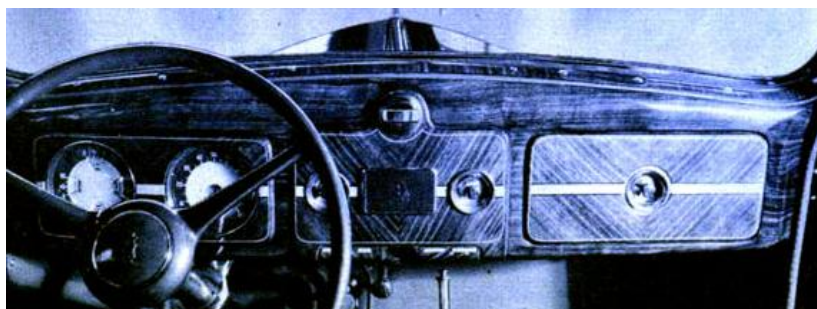
сигурносне функције возила и његових делова, које су спречиле повреде и сачувале животе милиона људи [12].

Џенерал Моторс (General Motors) је 1934.год. извео први тест удара у баријеру – креш тест (crash test) [13].

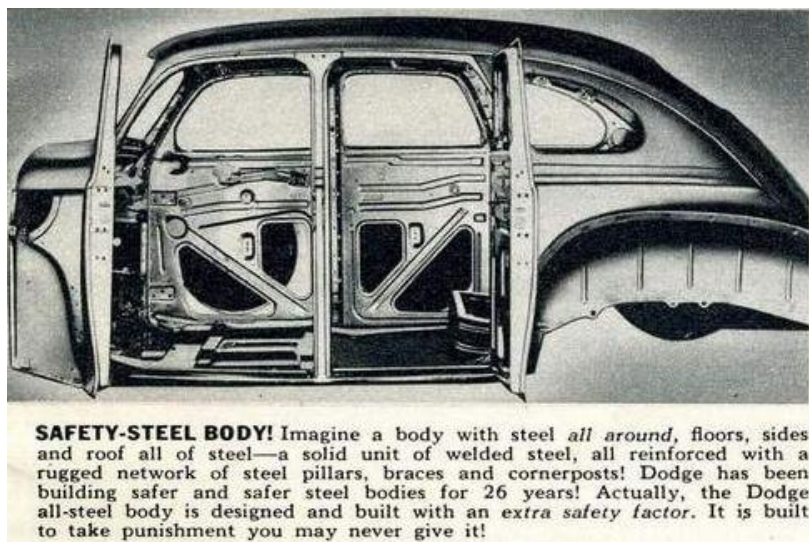
Крајслер (Chrysler), Плимут (Plymouth), Де сото (DeSoto), и Доџ (Dodge) су 1937.год. лансирали равне и глатке инструмент табле, увучене контролне инструменте, заобљене рукохвате на страницама врата и заобљене наслоне предњих седишта да би се обезбедила заштита за путнике на задњим седиштима. Важан елемент безбедности који се у то време посебно наглашавао јесте каросерија израђена од челичног лима (видети слике 3.10; 3.11 и 3.12).



Слика 3.10 - Унутрашњост аутомобила Крајслер Седан за 6 особа из 1937. године, [14]



Слика 3.1 - Уравњена инструмент табла на моделу Крајслер из 1937.године, [15]



Слика 3.12 - „Безбедна челична каросерија“ Доџ-овог модела из 1940. године, [16]

Хју Де Хавен (Hugh De Haven) је 1942.год. објавио класичану Механичку анализу опстанка при паду са висине од педесет до стотину и педесет стопа, ради разматрања повреда при удару који настаје приликом саобраћајних незгода [17].

Амерички Такер (Tucker) је 1947.год. први у свету произвео са обложеном (меком) инструмент таблом.

Саб (SAAB) је 1949.год. инкорпорирао конструктивна решења примењена код авиона у безбедност аутомобила, уводећи први пут „сигурносни кавез“ у модел Саб 92.

Уједињене нације су 1954. год. основале Светски форум за хармонизацију прописа за возила (World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations), односно међународне стандарде као основу за унапређење безбедности аутомобила. То је довело до бројних техничких иновација међу којима су и оне које директно штите људске животе. Овај споразум представља правни оквир на основу кога су земље чланице Европске економске заједнице донеле скуп ЕЦЕ правилника за одобравање типа возила и компоненти.

У САД-у 1966.год. ступају на снагу правила према којима сваки аутомобил мора бити опремљен меканом инструмент таблом, предњим и задњим појасвима сигурности и белим светлима за вожњу уназад. Исте године ступили су на снагу Федерални стандарди за безбедност моторних возила (Federal Motor Vehicle Safety Standards - FMVSS). Ни једно возило које није усаглашено са овим стандардима од тада се не може продавати на тржишту САД-а.

Волво је 1978.год. увео сопствено додатно седиште за децу, прво типа „rear-facing“ где је дете окренуто лицем уназад [18] .

Америчка Национална администрација за безбедност друмског саобраћаја (National Highway Traffic Safety Administration - NHTSA) почела је 1979.год. тестирање аутомобиле на судар и објављивање резултата тестова, како би

обавестила купце и подстакла произвођаче да побољшају безбедност својих возила. У почетку, ови креш тестови испитивали су усклађеност са стандардима FMVSS, а током наредних година програм је постепено проширен у обиму.

Осигуравајући институт за безбедност на путевима (Insurance Institute for Highway Safety - IIHS) почео је 1995.год. да врши тестове фронталних судара. Овај институт омогућава осигуравајућим друштвима да дефинишу висину плаћања осигурања за возило зависно од резултата тестирања аутомобила.

Европски програм за оцену нових возила (European New Car Assessment Programme - Euro NCAP) основан је 1997. године са циљем да тестира нове аутомобиле у погледу безбедносних перформанси и да резултате публикује као информацију купцима. Према европским прописима (Правилници и Директиве) сваки нови модел аутомобила мора да прође одређене тестове безбедности и да задовољи прописане критеријуме пре него што отпочне њихова продаја. Задовољење свих прописа (хомологациони услови) је неопходно за типско одобрење. Циљ Euro NCAP је да подстакне произвођаче да премаше захтеве које поставља законска регулатива.

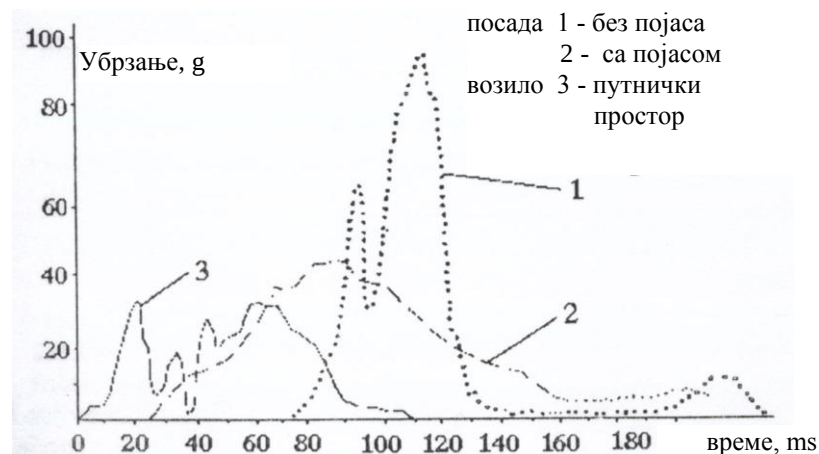
3.2.2 Развој система пасивне безбедности – примери

При сударима возила, највише су изложени повредама грудни кош, глава и колена путника. Повреде би биле мање уколико би релативно померање путника у односу на седиште било минимизирано. Из тог разлога се уводе зауставни системи који у значајној мери онемогућавају кретање путника кроз путнички простор. У овом раду се као пример, у наставку наводе подаци о развоју појасева сигурности, наслона за главу и ваздушних јастука, чија је улога веома значајна у погледу ограничавања кретања тела путника при сударима.

3.2.2.1 Сигурносни појасеви

Имају задатак да спрече и умање задобијање телесних повреда, један су од зауставних система са којима је много већа могућност преживљавања. Немају никакву заштиту у случају пађења возила. Код појасева се инерцијална сила шреноси на шкољку возила и тако задржава возача и/или путника на седишту. Све земље у свету су у обавези да поштују прописе, на снази су прописи који обавезују произвођаче возила на уградњу појасева (на предња и задња седишта) и путнике на њихово коришћење.

Повреде путника су мање уз коришћење сигурносних појасева, што је јасно илуструје слика 3.13. На слици дато је убрзање на глави путника за случај када није коришћен појас (крива 1), са појасом (крива 2), и убрзање у путничком простору (крива 3).



Слика 3.13 - Учинак појаса у смањењу повреда главе при чеоном удару возила у баријеру, [19]

Први сигурносни појас у аутомобилу купцима је понудио амерички произвођач аутомобила – Неш (Nash). Форд (Ford) је 1955. године, такође лансирао модел са сигурносним појасом као опционал опремом, док је шведска компанија Саб (Saab) прва увела сигурносне појасеве као стандардну опрему – 1958. године [20]. Први појас са везом у три тачке уградио је Волво (Volvo) који је у свом „V“ облику опстао током наредних 50 година и сачувао више милиона живота (видети слику 3.14). Према саопштењу надлежне владине институције, опремање возила овим сигурносним појасевима допринело је смањењу броја погинулих у саобраћајним незгодама за 45% и смањењу броја тешко повређених за 50% [19]. Волво (Volvo) је 1959. године увео као стандардну опрему сигурносни појас са везом у три тачке, за путнике на предњим седиштима, док данас има сигурносне појасеве напред и позади.

На слици 3.15. је дат упоредни приказ понашање тела путника при чеоном удару и то у случају када возило није опремљено сигурносним појасом (а) и у случају када је уграђен сигурносни појас са везом у три тачке (б). У првом случају (а) доћи ће до фаталних последица, док у другом случају (б) долази до пуног изражаја сама безбедност путника то јест тело путника ће се услед инерције покренути напред, онолико колико му то дозвољава појас, а после тога ће се вратити према наслону седишта и главом ударити у наслон за главу.



Слика 3.14 - Први сигурносни појасеви са везом у две и три тачке [36]

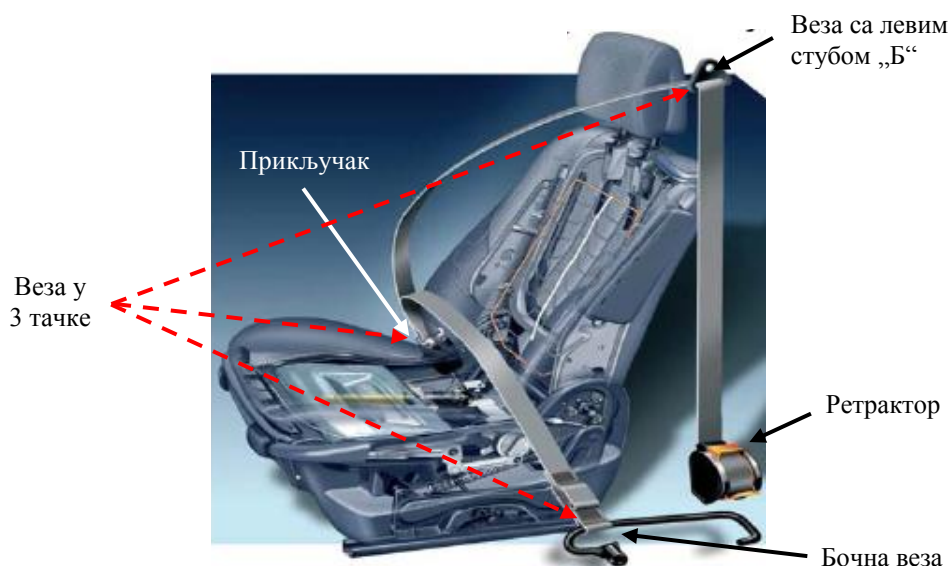


а) без сигурносног појаса б) сигурносни појас са везом у три тачке

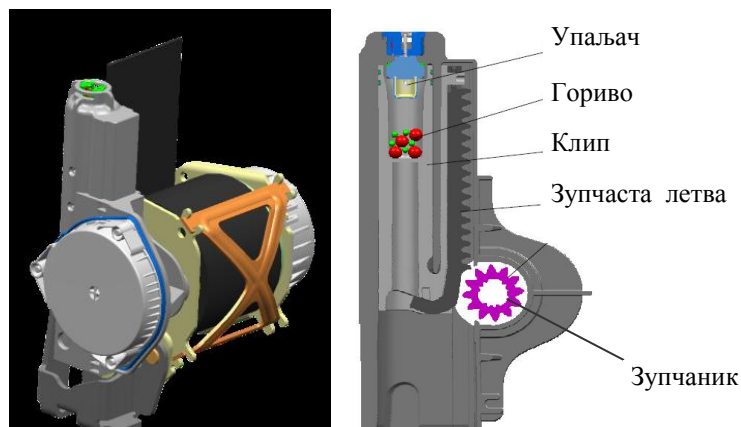
Слика 3.15 - Понашање тела при чеоном судару[37]

Тврда тканина која се користи за израду траке појаса израђена је од полиестерских влакана. Ширина износи 50 mm, осим код возила за трке где је ширина траке сигурносног појаса 75 mm. На слици 3.16 приказан је изглед сигурносног појаса.

Ретрактор је уређај који је конструисан са одговарајућим механизмом тако да реагује на тразија траке појаса, блокирајући при томе њено даље одмотавање. На тај начин се зауставља тело човека, које је услед инерције покренуто напред. На слици 3.17 а) приказан је ретрактор са предзатезачем делу. На истој слици 3.17 б) дата је цртеж који приказује принцип рада пиротехничког предзатезача. Предзатезач је први увео Мерцедес на свом моделу возила, 1981. године. Њихова улога је да додатно затегне појас и тако смањи простор између траке и тела, како је на слици 3.18 приказано.

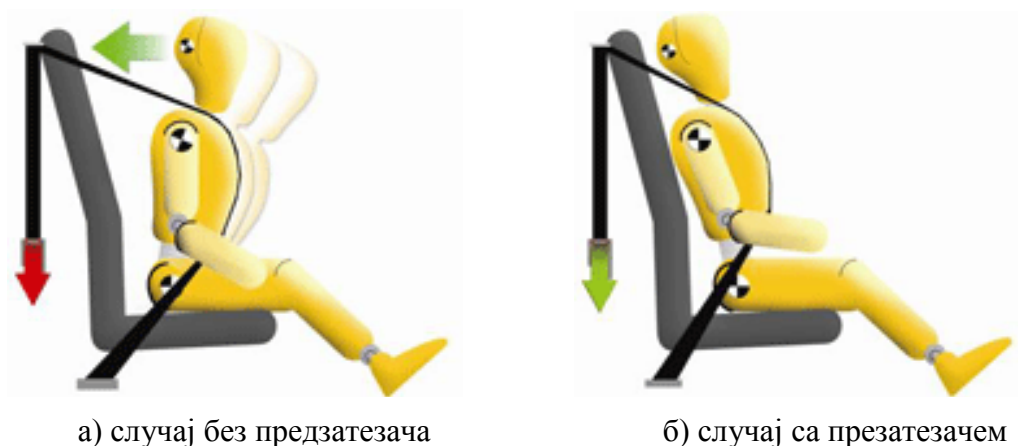


Слика 3.16 - Главне компоненте сигурносног појаса[3]



а) Ретрактор са презатез б) Принцип рада пиротехничког предзатезача

Слика 3.17 - Ретрактор са предзатезачем[38]



а) случај без предзатезача

б) случај са презатезачем

Слика 3.18 - Понашање тела зависно од активирања предзатезача[3]

Постоје више врста предзатезача механички,електрични и пиротехнички. Механички принцип је најмање поуздан, најсофистициранији је пиротехнички затезач, уједно има и најбржу реакцију. У случају активирања пиротехнички предзатезач се мора уклонити, јер га није могуће вратити у претходно стање.

На слици 3.19 а) можемо видети како је уређај за затезање појаса постављен у простору на дну предњих седишта, изнад вођица, хоризонтални цилиндар испуњава гас приликом активирања тако помера клип и затеже појас.На слици 3.19 б) приказан је принцип затезања појаса пиротехничким предзатезачем.



а) положај пиротехничког предзатезача

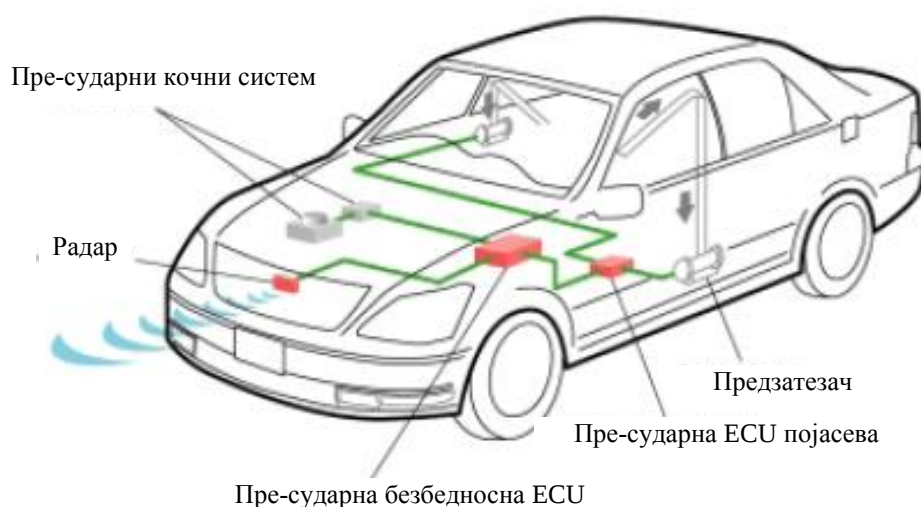


б) принцип затезања појаса пиротехничким предзатезачем

Слика 3.19- Постављање предзатезача[3]

Чувена јапанска компанија Денсо (Denso) развила је сензорски систем који реагује пре судара. Циљ јој је био да повећа пасивну безбедност (слика 3.20).

Систем ради на на фреквенцији од 77 GHz, радар милиметарских таласа и ECU (Electronic control unit). Укључује софтвер у аутомобиле који примају сигнал, анализирају брзину и смер, и истовремено одређују да ли ће пешак ући у путању аутомобила (јединица покрива угао од 20°). Систем је ефикасан при брзинам кретања до 200km/h. Разуме се да се искључују лажна упозорења. Ако је немогуће избећи незгоду, обавештава се контролни рачунар појаса сигурности, који аутоматски активира затезање појаса и задржава путника на седиште.

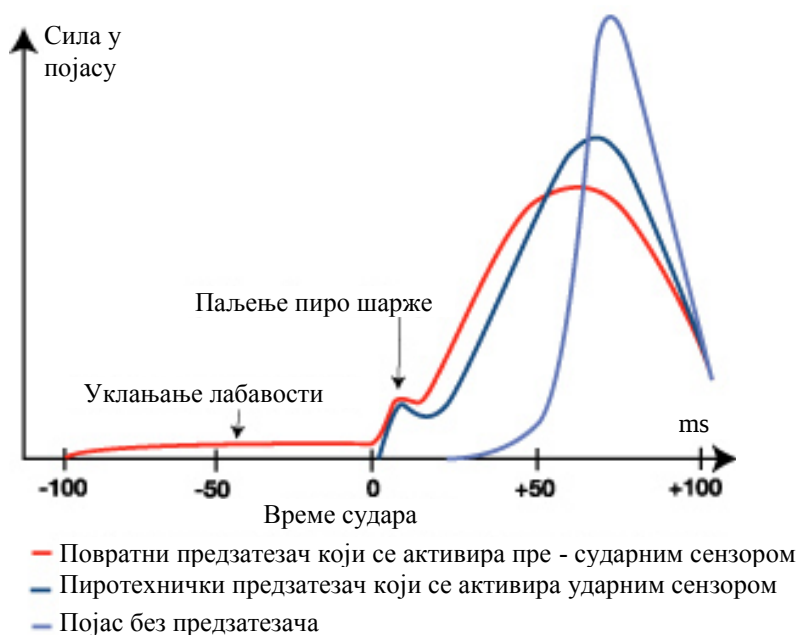


Слика 3.20 - Пре сударни систем безбедности, [20]

Упоредно је приказана промена силе у траци појаса како је на слици 3.21 видимо да зависи од времена током саобраћајне несреће. Повратни предзатезач преко радарског сигнала и ECU сигурносног појаса, око 100 ms пре судара почиње да врши елиминисање лабавости траке. Максимална сила у појасу постиже се већ после 60 ms од тренутка судара и најмања је у поређењу са другим врстама појасева.

У случају када појас уопште нема предзатезач, сила у траци расте тек када на појас почне да делује сила тела, које се под инерцијом креће напред. Максимална вредност силе постиже се после око 80 ms. На пример, уколико се у тренутку удара у непокретну баријеру возило кретало брзином од 40 km/h, односно 11,1 m/s, онда би после 80 ms глава путника била удаљена око 0,9 m од наслона, што је изузетно велики размак и у повратном трзају би могло доћи до фаталних повреда. Овај пример је изведен помоћу крајње поједностављеног прорачуна, али је довољно илустративан за уочавање основних разлика међу концепцијама у конструктивним решењима сигурносних појасева[3].

Сигурносни појас са предзатезачем који се активира ударним сензором, паљење пиро шкрже почиње тек у тренутку судара. Максимална сила у појасу постиже се већ после 70 ms од тренутка судара.

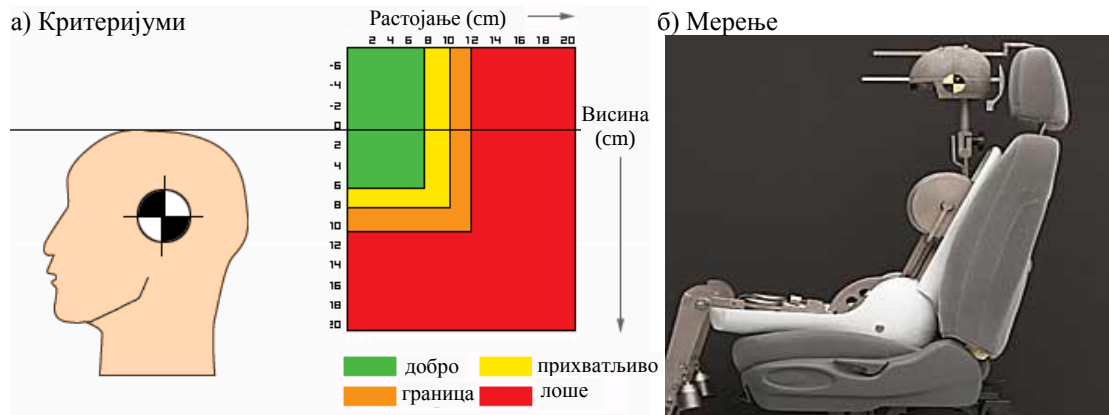


Слика 3.21 – Упоредни приказ понашања различитих врста појасева[3]

3.2.2.2 Наслон за главу

Наслон за главу је један од елемената битних за пасивну безбедност, његова улога је да ограничи кретање уназад главе путника у односу на тело, уређај се уграђује на наслон седишта. Први патент за овај уређај одобрен је Бенџамину Катз-у (Benjamin Katz), из Окланда, САД, 1921. Тек касније су одобрени додатни

патенти за такве уређаје 1930. и 1950. и касније. Касних шездесетих година је уведен наслон за главу. Стандардом FMVSS 202 од 1. Јануара 1969. године у САД-у се уводи као обавезна опрема. Овим стандардом прописане су димензије и подешавање наслона за главу, како је приказано на слици 3.22.



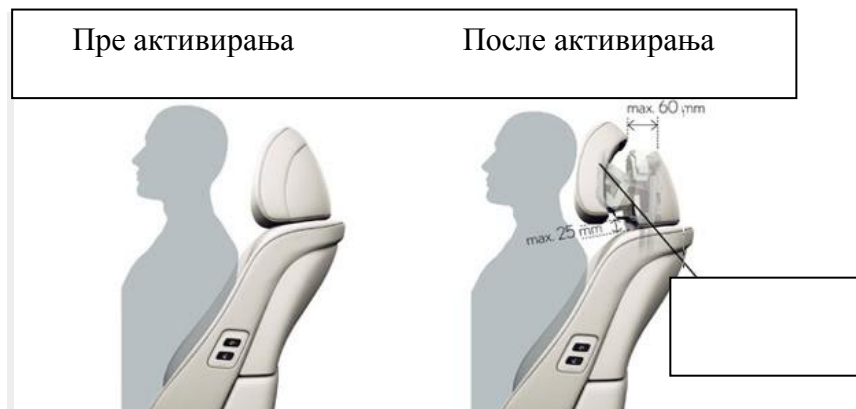
Слика 3.22 - Провера положаја наслона за главу[35]

При чеоним сударима тело и глава возача и путника бирају одбачени према напред, а затим уназад. Замах главе уназад, у повратном ходу, може код возача и путника изазвати опасне повреде врата и вратних пршљенова.

Када на задњу страну возила налети друго возило долази до обрнутог процеса. Седиште возача задржава тело, глава бива одбачена према назад, при чему долази до повреде вратних пршљенова и врата. Управо у таквим ситуацијама долази до изражаја наслон за главу који може спречити замахе главе уназад и апсорбовати кинетичку енергију главе.

Toyota Motor Corporation (TMC) је технологији обезбеђења пре судар (Pre-crash Safety Technologies) додала радарски систем који може да открије могуће сударе са предње стране, и задња седишта која могу да припреме путнике на сударе с предње и задње стране.

Још једно од нових технолошких решења, наслони седишта који реагују пред судар (Pre-crash Seatbacks), аутоматски враћају полегнута задња седишта у усправан положај када сензори возила открију велику вероватноћу судара са предње или задње стране. Путници на задењм седишту су тако учвршћени у најповољнији положај пред судар- где појасеви на моторни погон и аирбаг-ови достижу максималну ефикасност – и тако помажу да се озбиљност повреда смањи. У случају могућег судара са задње стране, наслони седишта који реагују пред судар раде заједно са (претходно навијеним) наслоном за главу који реагује пред судар (Pre – crash Intelligent Headrest), који се пребацују у најповољнији положај за смањење ризика од "whiplash" повреде (где глава чини покрет попут ударца бичем)[40].



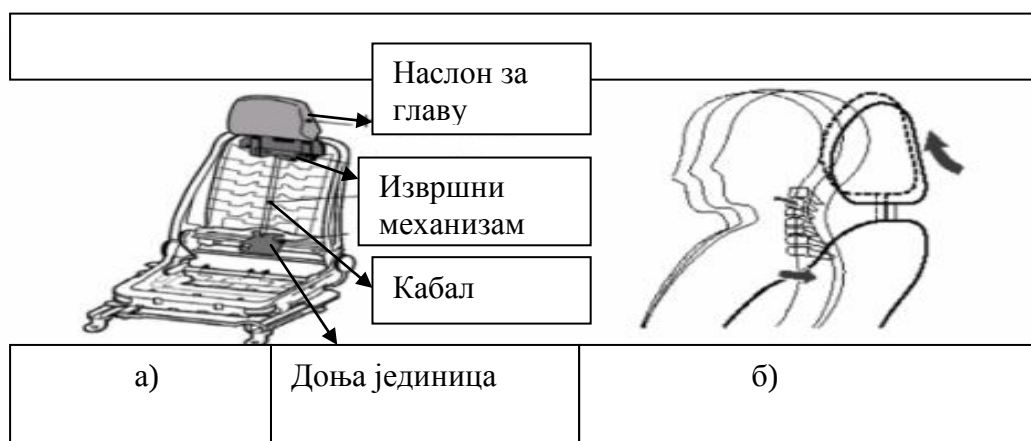
Слика 3.23 Концепција наслона седишта која реагује пре судара (Pre-crash Seatbacks)[40]

На основу слике 3.23.можемо видети да удаљеност (растојање) између задњег дела главе и предње површине наслона, утиче на понашање главе у тренутку судара. Ово је један од фактора који утиче на озбиљност повреда приликом удара.

Јапански произвођач аутомобила – Тојота (Toyota) извршио је процену која показује да се уградњом активних наслона за главу озбиљне оворе могу смањити за 10 - 20 %.

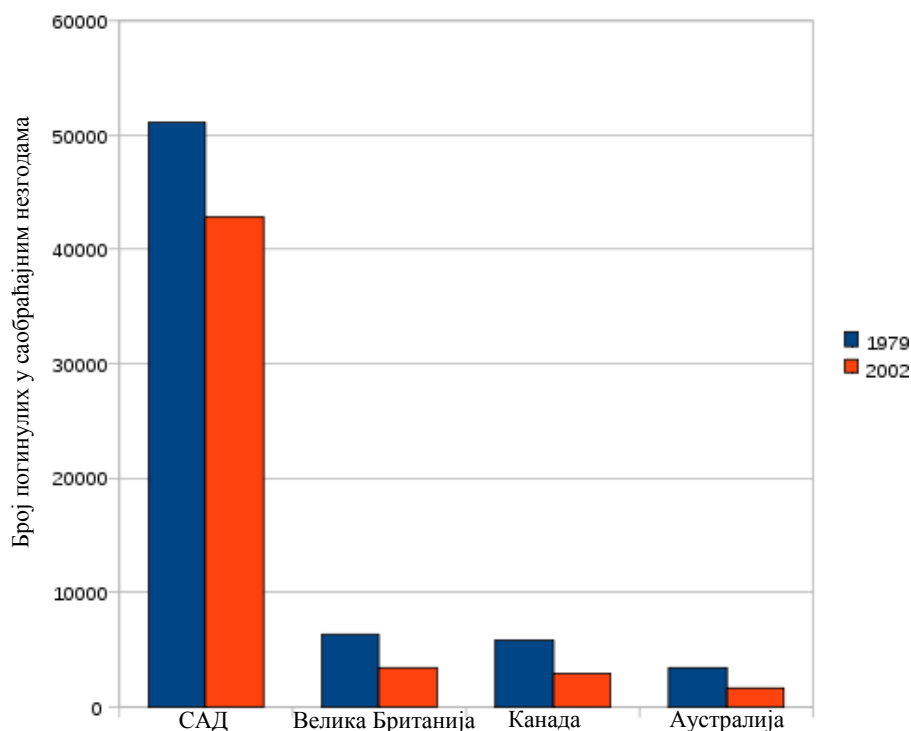
Данас су све чешће у коришћењу уређаји под називом „активни наслови за главу“. Овај наслон функционише тако што одговарајући сензор смештен у наслоу седишта региструје ударно оптерећење. Тада сензор шаље сигнал у доњу јединицу, затим се конвертовани сигнал усмерава у горњу јединицу која обезбеђује деловање извршних органа на механизам.

На слици 3.24 а) приказан је изглед костура седишта са уграђеним системом за активни наслон за главу. На истој слици 3.24 б) видимо механизам активног наслона за главу који обезбеђује његово вертикално подизање (дијагонално на горе) за око 30 mm уз истовремено померање напред за око 25 mm. Свака ова померања се изврше скоро тренутно, чиме се обезбеђује ослањање главе на наслон и избегавање тешких повреда.



Слика 3.24 - Уграђени систем активног наслона за главу[34]

Захваљујући интензивном развоју безбедности аутомобила, број погинулих у саобраћајним незгодама значајно је смањен (видети слику 3.25) без обзира што је током времена возни парк у већини земаља изузетно увећан.



Слика 3.25 - Упоредни приказ броја погинулих у саобраћајним незгодама у посматраним земљама током 1979. и 2002. године, [23]

3.3 Развој концепција склопова – пример каросерије

Развој науке и технологије омогућио је примену веома ефективних техничких решења и код аутомобила. Како је у претходним поглављима приказано, сам аутомобил – као производ, доживео је потпуну трансформацију у односу на излед и концепт који су га карактерисали у почетку постојања. Слично је било и са склоповима, компонентама и деловима. Многи су доживели потпуну промену концепције конструктивног извођења уз примену најсавременијих технологија.

Да би се поменути технички прогрес боље разумео, у наставку рада анализиран је пример промена на великом и веома битном аутомобилском склопу – каросерији.

Каросерија возила има комплексну улогу која подразумева више функција, као што су:

- искоришћење простора: уградња аутомобилских склопова и делова, смештај путника и корисног терета;

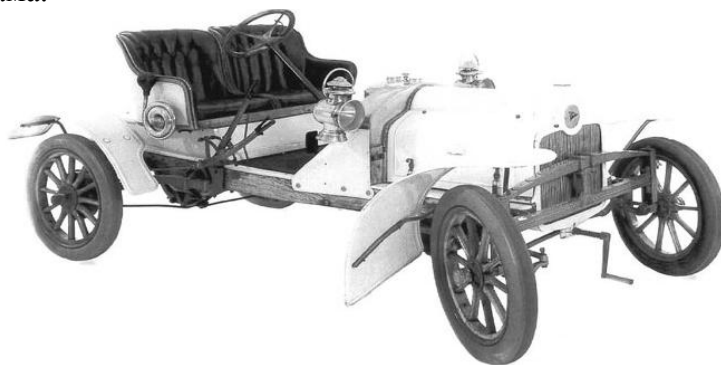
- ергономски услови: стање које омогућава коришћење возила од стране возача и путника у смислу приступности командама, могућности контроле, удобност седишта, унутрашња и спољашња видљивост;
- климатски комфор у путничком простору, било за генерисање и одржавање топлоте или одузимање топлоте или за спречавање провођења топлоте изван дефинисаног простора;
- акустична и вибрацијска удобност, подразумева структуру каросерије и структуру седишта;
- пасивна безбедност, добијена кроз структурно понашање каросерије током судара са циљем да се избегну или смање повреде путника и
- структурна целовитост и отпорност на временске утицаје [24].

У овом раду приказана је историјска еволуција каросерије кроз три периода која се делимично преклапају, а карактеришу их следеће концепције каросерија:

- каросерија са неинтегрисаним шасијским рамом;
- каросерија са делимично интегрисаним шасијским рамом и
- самоносећа каросерија.

3.3.1 Каросерија са неинтегрисаним шасијским рамом

У структури аутомобила шасијски рамови су обезбеђивали све потребне везне тачке за монтажу механичких компоненти и носили су комплетну каросерију. Тачније, у то време, каросерија је представљала „некорисно“ оптерећење рама.



Слика 3.26 - Аутомобил са дрвеним шасијским рамом из 1907. године[24]

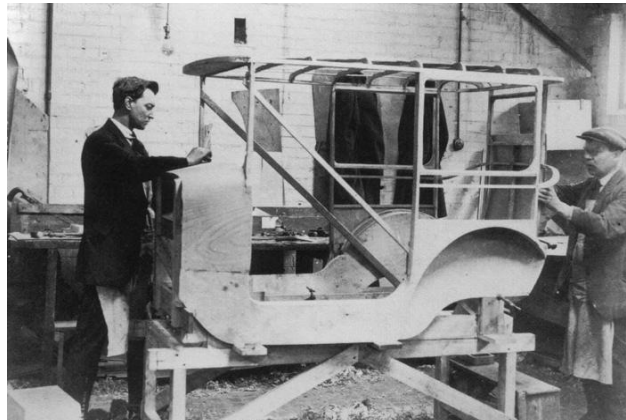
На самом почетку шасијски рамови су се израђивали од дрвета или челика. На слици 3.26 приказан је дрвени шасијски рам из 1907. год. овај аутомобил показује веома ретку комбинацију технологија (дрвени шасијски рам са телом шасије челичног лима). Очито је да у то време произвођач није имао одговарајуће алате за савијање дебљих челичних плоча или трака, па је због тога за израду рама користио дрво.

Сликом 3.27 илустрован је решеткасти челични шасијски рам са почетка XX века. Делови овог рама спојени су технологијом „топлог закивања“. Састоји се од два бочна носача израђена од савијених лимова и попречног носача (C). У предњем делу возила носачи се смањују, да би омогућили простор за заокретање

предњих точкова при управљању. У задњем делу је проширења у складу са размаком точкова. Овај облик са варирањем ширине рама добијена је савијањем бочних носача и постављањем у трапезни рам. Начин спајања делова рама је остао годинама непромењен и још увек је у употреби код модерног индустријског возила. Данас се, такође, за спајање користе закивци и завртњи, јер су димензије рама такве да би термичке деформације и унутрашњи напони изазвани топлотом заваривања били неприхватљиви. Код „раних“ возила каросерија је израђивана тако да је костур био од дрвета (видети слику 3.28). Кровни покривач је рађен од водонепропусне синтетичке тканине[24].

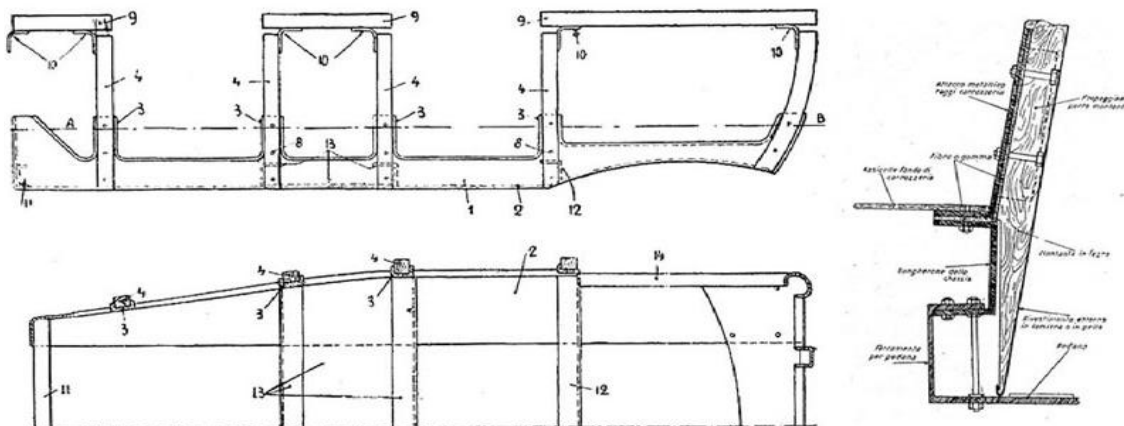


Слика 3.27 - Решеткасти челични шасијски рам (почетак XX века)[24]



Слика 3.28: Дрвени костур каросерије, [24]

На слици 3.29 (на врху) на попречном пресеку приказана је монтажа дрвеног рама каросерије на попречни носач (L - профила). Како се са цртежа на слици види, обезбеђена је еластичност веза, што је омогућавало апсорбовање деформација.

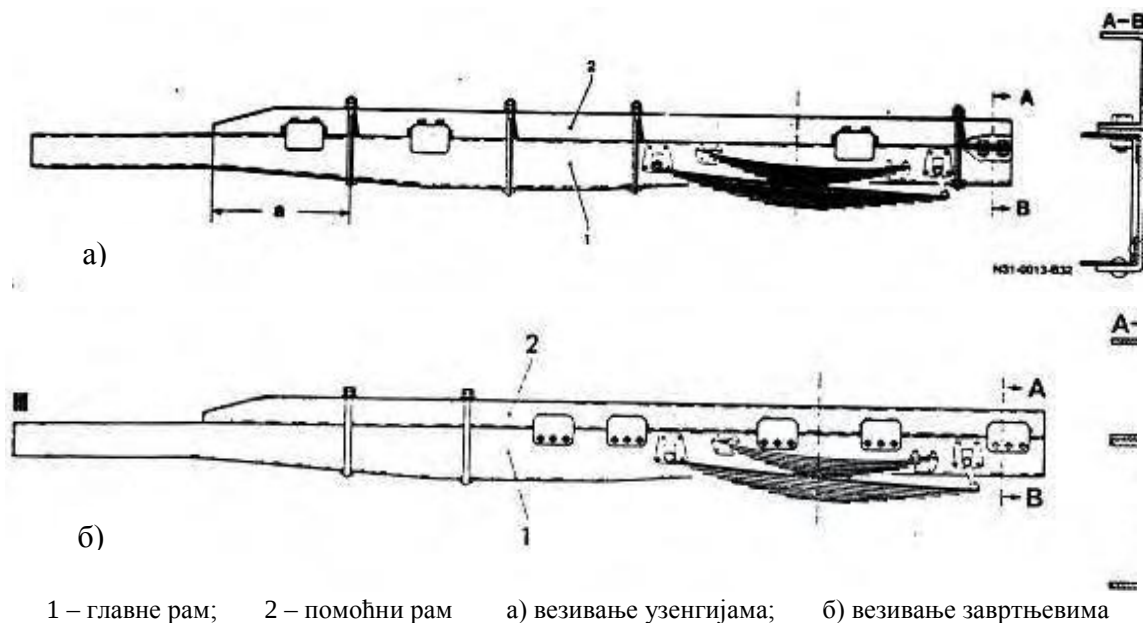


Слика 3.29 - Повезивање дрвеног костура каросерије и челичног шасијског рама[24]

Концепција каросерије са неинтегрисаним шасијским рамом и данас налази примену, али само код теретних аутомобила. Наравно, конструктивно решење рама је савременије и сам рам је израђен на дургачији начин. Уобичајено је да се шасијски рам возила, додаје помоћни рам на кога се надграђује каросерија различитих намена (видети слику 3.30). Помоћни рам се за главни везује завртњевима или узенгијама (слика 3.31).



Слика 3.30 - Различите надградње на истом шасијском раму савременог теретног возила[4]



Слика 3.31 - Начини везивања главног и помоћног шасијског рама[32]

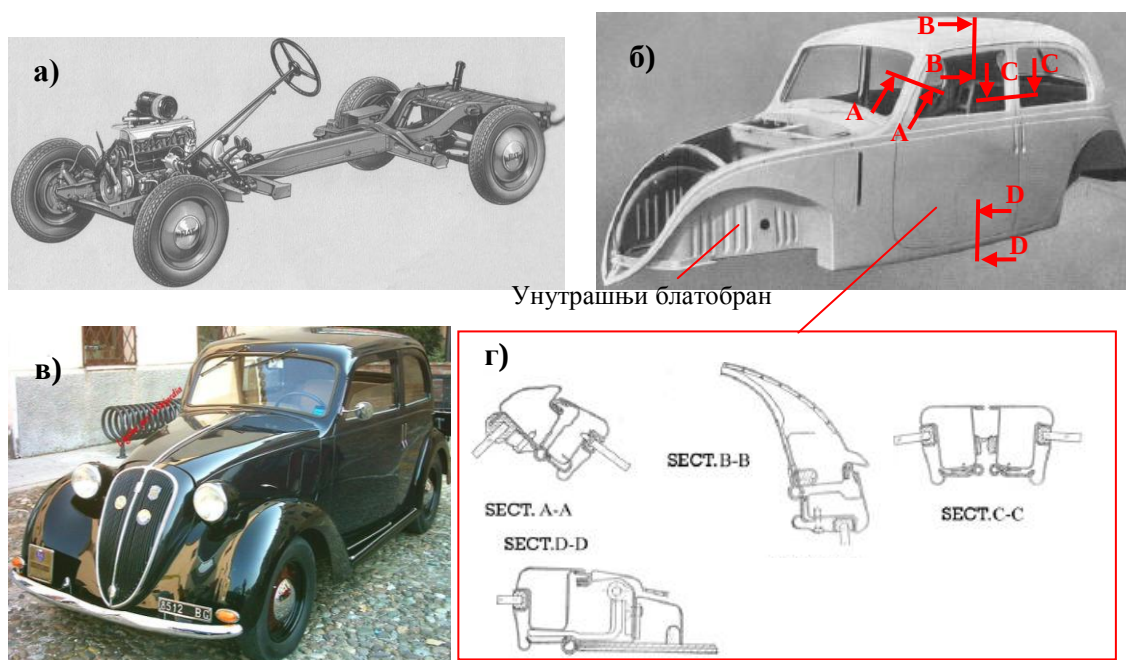
3.3.2 Каросерија са делимично интегрисаним шасијским рамом

Следећа фаза развоја јесте каросерија са делимично интегрисаним шасијским рамом. Она нам омогућава да се на истом шасијском раму могу мењати каросеријски костури и оплате, чиме је асортиман модела повећан. Зато кажемо да ова концепција представља погодно решење за склапање.

На слици 3.32 приказан је Фијат 1100 из 1937. године (а) који има "X" шасијски рам. Видети ("б" и "г") на цртежима пресек А-А, В-В и D-D који показују да је сам костур каросерије је израђен од челичних лимова који су формирали носаче кутијастог пресека, а спојени су варењем. Веза између шасијског рама и каросеријског дела остварена је у зони пода.

На слици 3.32 ("б") приказана је унутрашња страница ("унутрашњи блатобран"), који се по први пут појављује заједно са костуром каросерије и шасијским рамом који представља интегралну целину. Овај концепт омогућио је да каросерија издржи кретање по неравном терену, као и стабилност при кретању значајно су повећани.

Некада давно аутомобили су били волуменски велики производи и захтевали су велике количине материјала, док су са друге стране, серије у којима су се возила производила биле релативно мале.



Слика 3.32 - Каросерија модела Фиат 1100 из 1937. године[24]

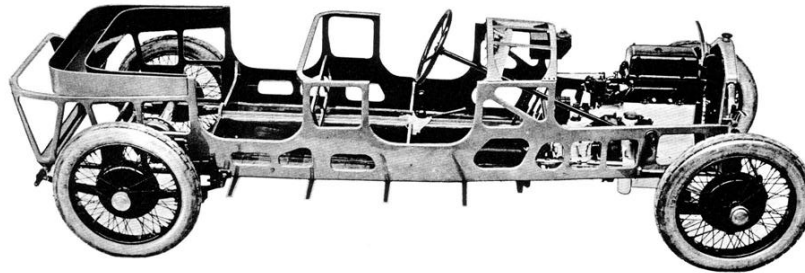
Концепција каросерије са делимично интегрисаним шасијским рамом и данас налази примену, углавном код теретних аутомобила. На слици 3.33 приказане су две верзије шасијског теретног возила "Land Rover" тип -109 Long (продужен) и тип -88 Court (кратак) спремне за надградњу, као и изглед различитих верзија овог возила израшених на наведеним шасијама.



Слика 3.33 - Каросерија са делимично интегрисаним шасијским рамом, Ланд Ровер, [4]

3.3.3 Самоносећа каросерија

У структури аутомобила интеграција каросерије и шасије омогућила је да се добију добре перформансе склопа каросерије и значајно редуковање њене тежине.



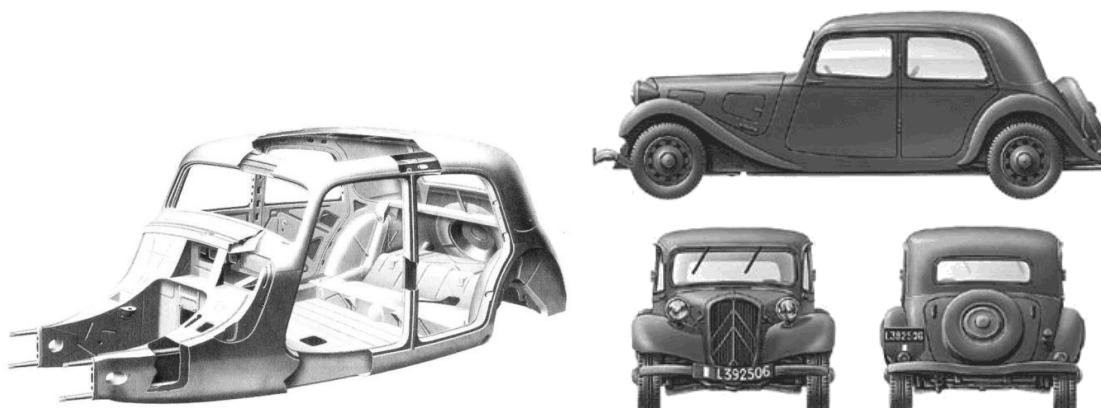
Слика 3.34 - Носећа структура каросерије Ланџиа Ламбда из 1922. године[3]

Концепција самоносеће каросерије подразумева повезаност рамова шасије и костура крова преко костура бочних страница и преко преградних зидова и носача, тако да се добија једна чврста конструкција склопа [3].

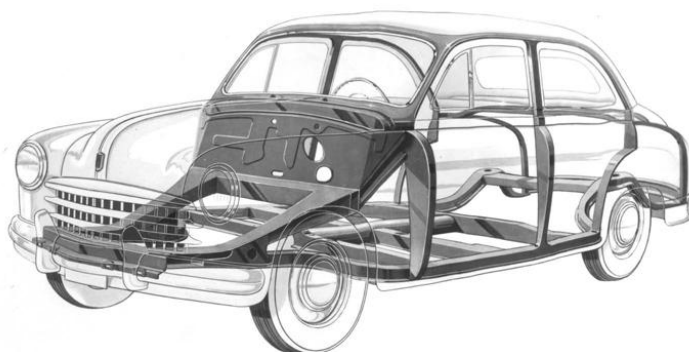
На слици 3.34 приказан је први аутомобил на коме је примењен концепт "самоносеће каросерије", био је Ланџиа Ламбда (Lancia Lambda) из 1922. године . Самоносећа каросерија је израђена од бројних челичних панела и профила спојених заваривањем или закивањем. Конструкција је имала значајно веће торзионе крутости у односу на претходна решења из тог времена. На слици можемо запазити да су димензије врата биле смањене и да је целокупна структура остварена чврстом везом попречних и уздужних ојачања. Такође можемо приметити да су два елемента каросерије на моделу Ланџиа Ламбда (Lancia Lambda) релативно равни и да су се могли производити из алата за обраду челичног лима који су били једноставне конструкције.

Један од првих примера у потпуно самоносеће каросерије у Европи примењен је на моделу Ситроен 11 ЦВ (Citroën 11 CV) из 1934. године (слика 3.35). Могу се видети предњи уздужни носачи интегрисани са ногоступима и подом, а све заједно спојено са кровном конструкцијом преко стубова свих троје врата. Поменути уздужни носачи, имали су носећу улогу за мотопротулзивну групу и друге механичке компоненте. Ситроен 11 ЦВ је уједно и први модел са погоном на предњим точковима који је ушао у серијску производњу.

Конвенционалнији пример концепта самоносеће каросерије био је ФИАТ 1400 (FIAT 1400) из 1950. године, приказан на слици 3.36, где су сви елементи који чине носећу структуру каросерије приказани тамнијом бојом. Шасија као физички склоп више не постоји ни не може се одвојити од остатка возила. Склапање аутомобила, производни циклус и распоред (lay-out) фабрике потпуно су промењени. Каросерија је почела да се производи од предходно заварених каросеријских подсклопова, а затим је вршено бојење. Затим је одлазила на монтажу механичких склопова и делова.



Слика 3.35 - Каросерија и изглед возила Цитроен 11 ЦВ из 1934. године[24]



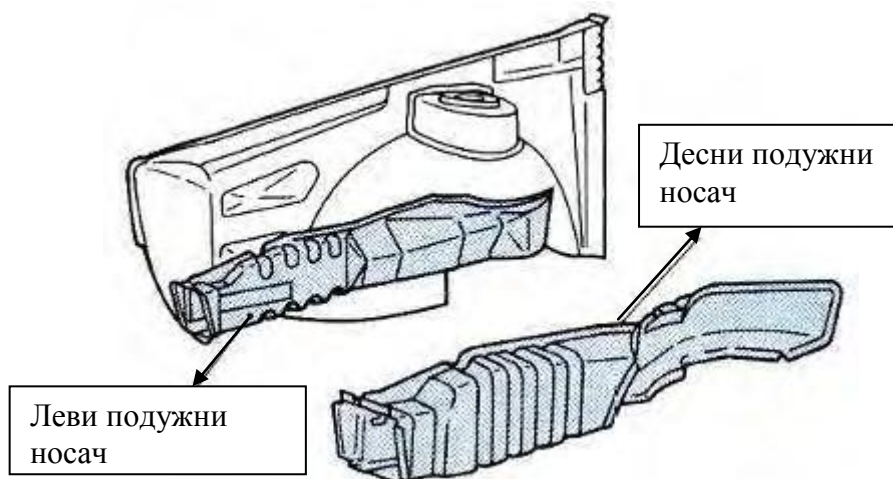
Слика 3.36 - Самоносећа каросерија ФИАТ 1400 из 1950. године[24]

На слици 3.37 приказана је савремена самоносећа каросерија Audi Q5.



Слика 3.37 - Пример савремене самоносеће каросерије (Audi Q5)[32]

Предност самоносивих конструкција се огледа и у веома доброј заштити путника у случају удеса. Наиме, самоносећа каросерија има веома добру моћ апсорције деформационог рада услед судара, на сопствено деформисање, тако да је предвиђањем деформационих зона у моторском простору, још у фази конструисања, кабина путника добро заштићена (слике 3.38 и 3.39). Овакав концепт је познат у литератури као Knautsch-ov (Кнаушов) концепт [4].



Слика 3.38 Изглед предвиђених деформационих зона на подужним носачима[4]

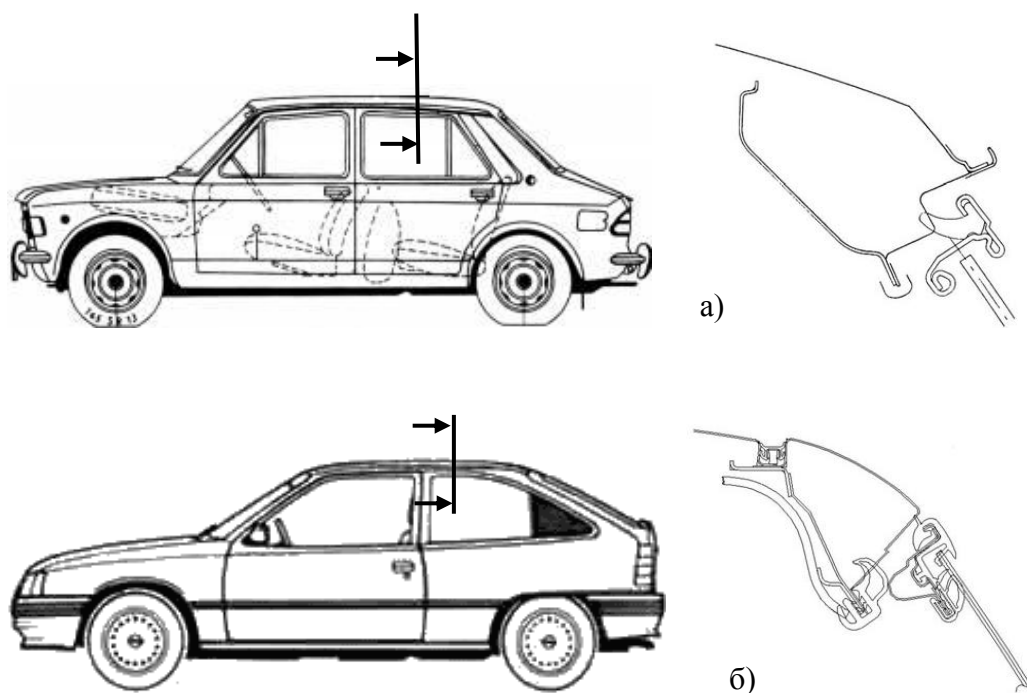


Слика 3.39 Конструкцијом предвишене деформационе зоне возила, тако да је кабина недеформисана[4]

3.3.4 Пример промене конструктивног решења

Осим све израженијих захтева за безбедношћу, током времена је потреба за економичношћу аутомобила бивала све већа. У том смислу, како је већ речено у поглављу 3.1, инжењери и дизајнери интензивно су радили на смањењу коефицијента отпора ваздуха.

На слици 3.39 приказан је цртеж пресека крова из два различита периода који илуструје напред изнету тврдњу. На слици 3.39 а) дат је пресек на ивици крова возила на коме је примењено решење из шездесетих година прошлог века, док је на истој слици под б) приказано решење настало деведесетих. Као што се види, нестао је „олук“ на ивици крова и удубљење за бочно стакло. Уместо тога, уведен је континуални прелаз са крова дуж великог радијуса, а бочна стакла су скоро у површини бочне стране каросерије.



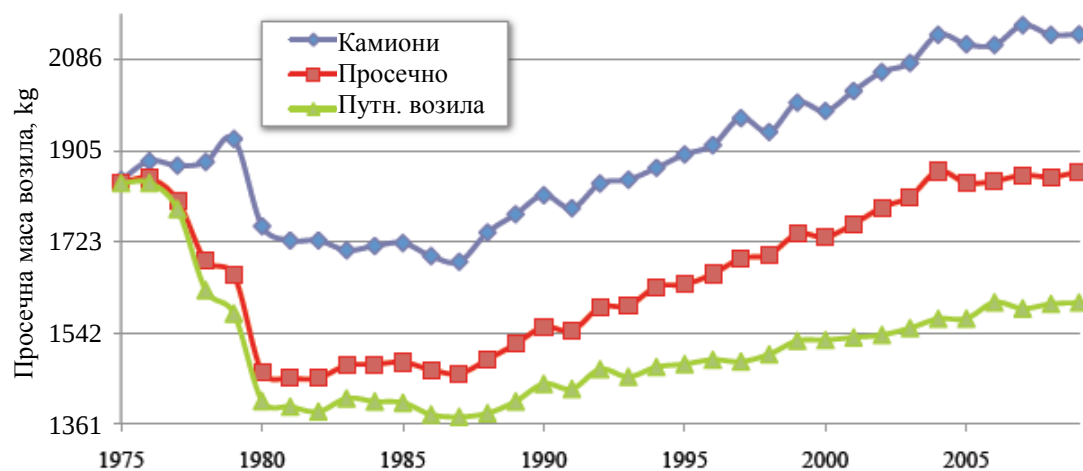
а) решење ивице кровe из шездесетих б) решење ивице крова из деведестих
Слика 3.39 - Конструктивна решења ивице крова из шездесетих и
деведесетих година[24]

3.4 Промене масе возила

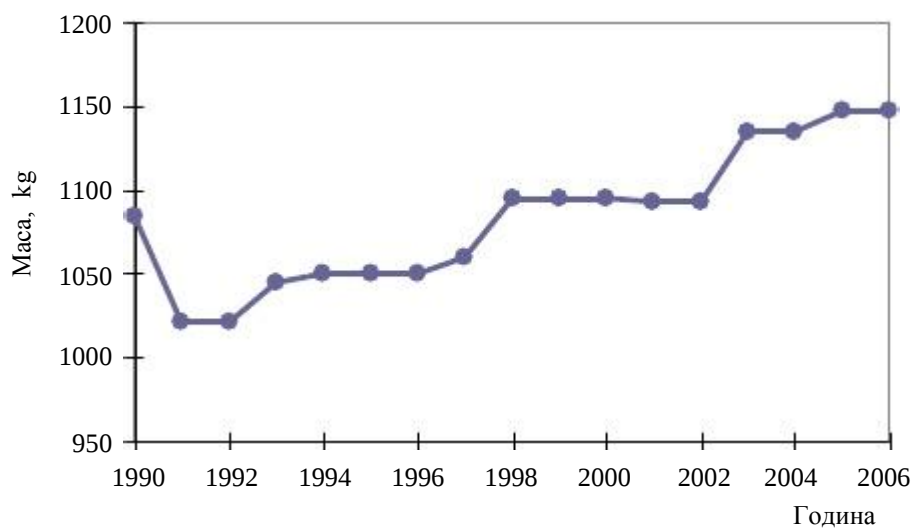
Уколико се посматра промена маса возила током дужег временског периода, евидентно је да је дошло до континуалног раста. У прилог томе говоре подаци приказани на сл.3.40 где је дато кретање маса возила у једној од земаља са великим возним парком САД.

Са истог дијаграма се види да повећање маса возила није увек био тренд. Између 1976. и 1982., произвођачи су редуковали масу просечног возила као одговор на "енергетску кризу", која је донела нагло повећање цена горива, као и под утицајем доношења обавезујућих стандарда за просечну потрошњу горива (Corporate Average Fuel Economy - CAFE). Произвођачи су то учинили на два начина: повећавајући понуду мањих возила и изменом конструктивне концепције, односно преласком на самоносећу каросерију.

Општи тренд повећања масе просечног возила изазван је делом због повећања учешћа већих, па самим тим и тежих возила у возном парку. Међутим, утврђен је тренд раста масе возила у истој класи величине. Један од доказа за такву тврдњу су подаци за аутомобил Тојота Корола (Toyota Corolla), верзија која је била доступна на тржишту САД-а, што је приказано на слици 3.41. Са слике се види да је маса модела Тојота Корола 2006. године била 100 kg већа него десет година раније [26].



Слика 3.40 - Тренд масе возила у САД, [25]



Слика 3.41 - Промена масе модела Тојота Корола, [26]

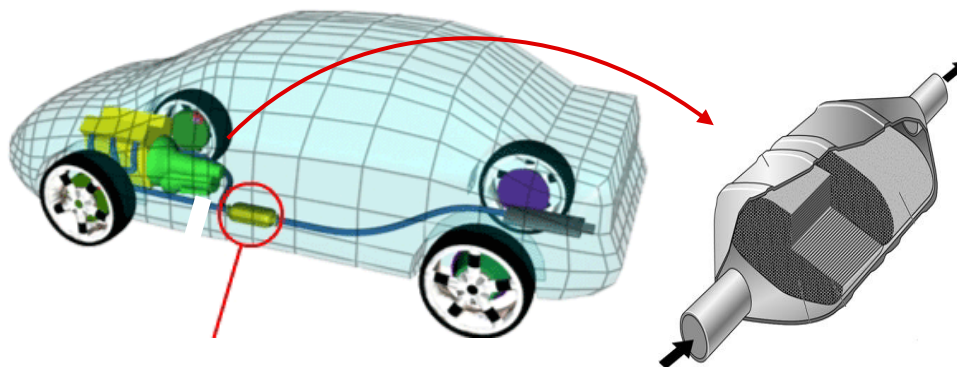
На основу доступних истраживања може се утврдити да постоји неколико главних узрока повећања масе возила:

- захтеви прописа за безбедност;
- захтеви еколошких прописа и
- захтеви купаца.

Захтеви за безбедност су условили да се каросерија мора довољно ојачати како би били испуњени услови из стандарда. У ту сврху користе се лимови повећане чврстоће, али и дебљи челични полупроизводи у носећој структури каросерије. Друго, исти захтеви за безбедност условили су уградњу низ нових материјала и уређаја у возило, што је такође допринело повећању масе аутомобила. На пример, систем за онемогућавање блокирања точкова (ABS - Anti lock Braking System), представља групу међусобно повезаних компонента, који укупно имају различиту али значајну масу у возило. АБС је уведен у возила седамдесетих година прошлог века, а примена овог система је обавезна у земљама Европске уније од 2007. године.

Еколошки захтеви су приморали произвођаче аутомобила да интервенишу на моторима и бројним аутомобилским компонентама, али и да уведу многе нове делове и склопове. Једна од компоненти чија је уградња значајно утицала на повећање масе возила је каталитички конвертор, који осим облога, цеви и прирубница од челичног лима има и керамички супстрат (3.42).

Постоје такође, уређаји који се у возило уграђују да би побољшали услове удобности при вожњи. На пример, систем за хлађење путничког простора данас је стандардне опрема свих аутомобила, а садржи компоненте које битно утичу на повећање масе возила (компресор, кондензатор, испаривач, разни носачи и др.).

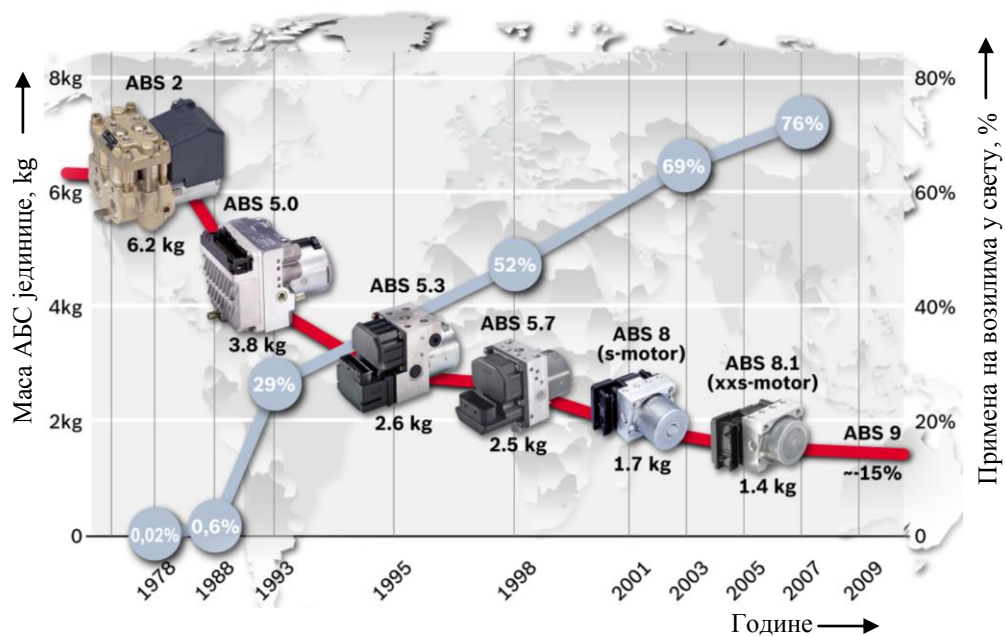


Слика 3.42 - Каталитички конвертор[20]

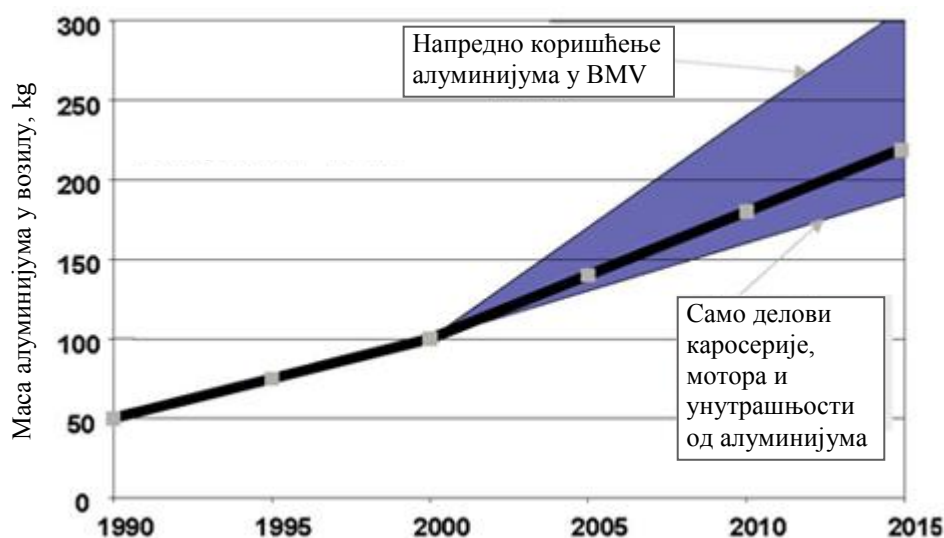
Произвођачи компоненти настоје да редукују масу својих делова и тиме постану конкурентнији. Пример је немачки произвођач електронских и хидрауличних компоненти Бош (BOSCH). На слици 3.43 приказано је редуковање масе централне АБС јединице током времена. Године 1978. маса ове јединице износила је 6,2 кг. да би применом савремених технолошких решења била редукована на само 1,4 кг. у 2006. години. Смањење масе за скоро 5 кг. на само једној компоненти представља изузетан допринос, али иза таквог технолошког подвига су деценије истраживања и развоја и огромне инвестиције. Из приказаног

примера очигледно је, да је истовремено са технолошким напретком дошло до велике експанзије у примени иновираних решења АБС јединице. Када је Бош започео испоруку ових компоненти, уграђивало ју је свега 0,02% возила у свету, док је 2007 године чак 76% свих произведених аутомобила имало уграђену јединицу Бош-ове производње. На основу ових података следи да су квалитетна технолошка решења омогућила масовну примену, па је на тај начин проширено тржиште и обезбеђен је новац за иначе висока улагања у истраживања и иновирања производа и технологија.

У настојању да ублажи тренд раста масе возила, аутомобилска индустрија настоји да користи лакше материјале свуда где је то могуће. Истраживања, али и примена таквих материјала интензивира се протоком времена. На пример, европска аутомобилска индустрија је током две деценије више него утростручила учешће алуминијума у изради делова возила (слика 3.44). Процењује се да ће тренд повећања учешћа овог материјала бити настављен [27].



Слика 3.43 - Редуција масе АБС јединице произвођача BOSCH, [28]



Слика 3.44 - Просечно коришћење алуминијум по возилу у Европској унији, [27]

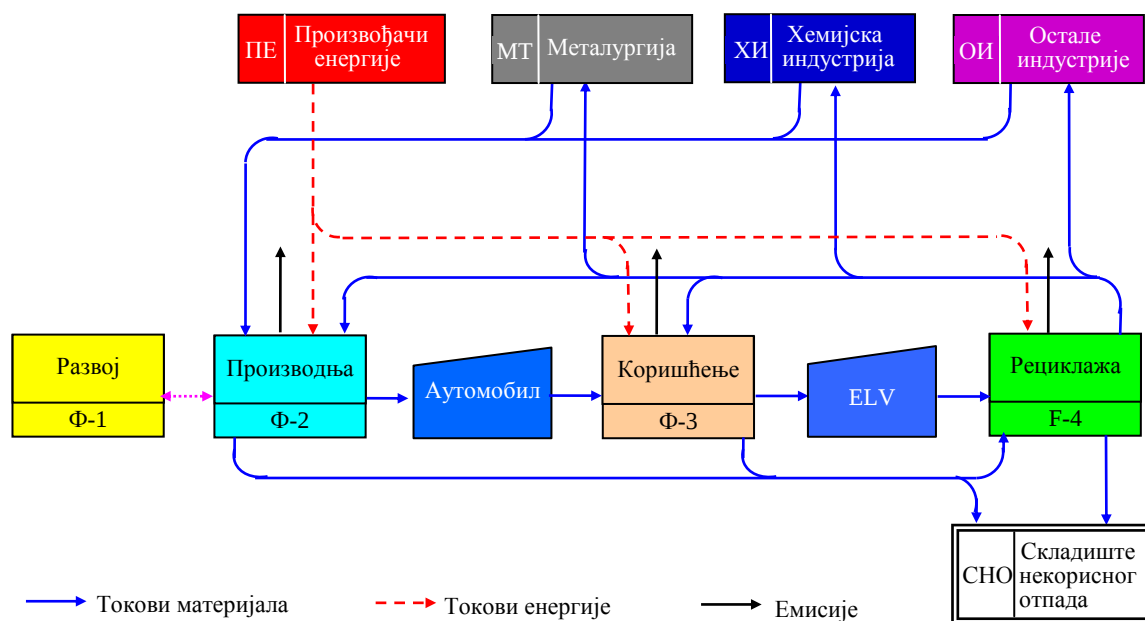
3.5 Еволуција са гледишта одрживог развоја аутомобила

Основна начела одрживог развоја односе се на читав животни циклус аутомобила (видети слику 3.45), а обухватају:

- очување животне средине;
- очување природних сировинских ресурса и
- очување природних енергетских ресурса.

Основни аутомобилски животни циклус чине следеће четири фазе:

- Ф-1: Истраживања и развој, фаза у којој се дефинишу концепцијска и конструктивна решења и на тај начин обезбеђује усклађеност аутомобила са начелима одрживог развоја;
- Ф-2: Производња, фаза у којој се ствара производ уз интензивно коришћење енергије, материјала и уз стварање емисија и отпада;
- Ф-3: Коришћење, фаза у којој је трошење енергије највеће и у којој, такође настају емисије и отпадни материјали и
- Ф-4: Рециклажа ELV (End of Life Vehicle – искоришћени аутомобил), фаза која подразумева активности у поступању са искоришћеним аутомобилом, укључујући процесе припреме материјала, репарације делова и повраћаја енергије кроз сагоревање појединих материјала. И у овој фази стварају се емисије, као и материјал који не може бити поново искоришћен, већ се мора трајно ускладиштити.



Слика 3.454 - Животни циклус аутомобила, [27]

4. Закључци

- Сагласно развоју науке и технологије аутомобил – као производ, доживео је потпуну трансформацију у односу на излед и концепт који су га карактерисали у почетку постојања. Таква техничка еволуција је у потпуности подређена потребама људи у погледу: безбедности, економичности, изгледа, перформанси и др. Захваљујући развоју аутомобила, многа техничка решења су преузимана и коришћена код других производа.
- На основу изложеног у овом раду, може се закључити да је процес побољшања карактеристика аутомобила комплексан и да унапређење једне перформансе јесте скуп активности у којима се истовремено мора водити рачуна о утицају на све остале карактеристике. При томе је неопходно изналазити таква техничка решења која представљају компромис различитих циљева.
- Током времена, облик аутомобила је претрпео изузетно велике промене. Тако је коефицијент отпора ваздуха са вредности од око 0,9 почетком прошлог века, до данас, код неких возила смањен на чак 0,25, односно око 3,6 пута. Како је овај коефицијент чиниоц у изразу за израчунавање силе отпора ваздуха, то значи да је и њена вредност смањена исто толико пута.
- Захваљујући интензивном развоју безбедности аутомобила који карактеришу изузетне техничке иновације, са примењеним напредним технологијама, број погинулих у саобраћајним незгодама значајно је

смањен без обзира што је током времена возни парк у већини земаља битно увећан.

- Повећање масе аутомобила током времена изазвали су делом прописи за безбедност и екологију, а делом захтеви купаца, будући да се у возила уграђује све више компоненти и делова и тиме повећава маса аутомобила. Иновирање у циљу редукције масе непрекидно је присутно код произвођача и постигнути су импресивни резултати, како применом нових материјала, тако и увођењем најновијих концептуалних и конструктивних решења.

5. Литература

- 1 Демич М., Лукић Ј.: *Теорија кретања моторних возила*, Машински факултет у Крагујевцу, 2011.
- 2 Симић Д.: *Моторна возила*, Научна књига, Београд, 1988.
- 3 Ђорђевић М., *Друмска моторна возила*, Радна верзија, Висока техничка школа струковних студија, Крагујевац, 2011.
- 4 Стефановић А., *Друмска возила - основи конструкције*, Машински факултет у Нишу- Центар за моторе и моторна возила, Ниш, 2010.
- 5 Setright, L. J. K., *Drive On!: A Social History of the Motor Car*, Granta Books, London, UK, 2004
- 6 The Brooklands Society, *Richard Trevithick 1803 London steam carriage*, Brookland, UK, Retrieved 2008
- 7 Seidel, Winfried A., *Carl Benz : Eine badische Geschichte; die Vision vom "pferdelosen Wagen" verändert die Welt*, Weinheim, Ed. Diesbach, Germany, 2005
- 8 Stein R., *The Automobile Book*, Paul Hamlyn Ltd., London, UK, 1967
- 9 History of Fuel Economy: *One Decade of Innovation, Two Decades of Inaction*, www.pewenvironment.org/uploadedFiles/PEG/Publications/Fact_Sheet/History%20of%20Fuel%20Economy.pdf , преузето са интернет странице 24.10.2014.
- 10 www.aerowolf.de, преузето са интернет странице 27.10.2014.
- 11 www.universityscience.ie/pages/scientists/sci_mary_ward.php, преузето са интернет странице 19.05.2012.
- 12 Andréasson R., Bäckström C.G., *The Seat Belt: Swedish Research and Development for Global Automotive Safety*, ISBN 978-91-630-9389-0 , 2000
- 13 Faerber E., *Progress in Vehicle Safety a Century of Automobiles: Past, Present and Future of Automotive Safety*, Institute for Road Safety Research, 1990, Leidschendam, Netherlands
- 14 www.oldcarbrochures.com/static/NA/Chrysler_and_Imperial/1937Chrysler/1937Chrysler_Brochure/1937%20Chrysler-08-09.html, преузето са интернет странице 29.05.2012.
- 15 www.oldcarbrochures.com/static/NA/Plymouth/1937_Plymouth/1937_Plymouth_Biggest_Value_Brochure/1937%20Plymouth%20Biggest%20Value-19.html, преузето са интернет странице 29.10.2014.
- 16 www.oldcarbrochures.com/static/NA/Dodge/1940_Dodge/1940_Dodge_Brochure/1940%20Dodge-09-10.html, преузето са интернет странице 29.05.2012.
- 17 De Haven H., *Mechanical analysis of survival in falls from heights of fifty to one hundred and fifty feet*, Research Associate, Department of Physiology, Cornell University, Medical College, New York, 2000
- 18 Wang L., *A Case Study of the Acquisition of Swedish Volvo by Chinese Geely*, Blekinge Tekniska Hogskola, Blekinge, Sweden, 2011

- 19 Јанковић А., Ситић Д., *Безбедност аутомобила, DSP - mehatronic*, Крагујевац, 1996.
- 20 Грубиша М., *Опрема мотора и возила, Радна верзија, Висока техничка школа струковних студија, Крагујевац, 2011.*
- 21 Iovanescu N., Iovanescu S.A., *Considerations on present solutions for passive safety systems of motor vehicles*, Annals of Faculty Engineering Hunedoara – International Journal of Engineering, ISSN 1584 – 2673, Tome IX, Fascicule 3, p.161-168, 2011.
- 22 www.globaldenso.com/en/technology/product/electronics/files/pdf12_e.pdf, преузето са интернет странице 20.09.2014.
- 23 Evans L., *Traffic Safety*, Science Serving Society, Bloomfield Hills, USA, 2004
- 24 Morello L., Rossini L. R., (Author), Pia Г., Tonoli A., *The Automotive Body: Volume I: Components Design*, Springer, New York, 2011
- 25 Lutsey N., *Review of technical literature and trends related to automobile mass-reduction technology*, Institute of Transportation Studies, University of California, Davis, 2010
- 26 Bandivadekar A., Bodek K., Cheah L., Evans C., Groode T., Heywood J., Kasseris E., Kromer M., Weiss M., *On the Road in 2035: Reducing Transportation's Petroleum Consumption and GHG Emissions*, Laboratory for Energy and the Environment Report Massachusetts Institute of Technology, 2008
- 27 Hirsch J., *Automotive Trends in Aluminum, The European Perspective: Part One*, Hydro Aluminium Deutschland GmbH, Bonn, 2012
- 28 Automotive Technology, *From innovation to standard equipment 30 years of safe braking with Bosch ABS*, Robert Bosch GmbH
www.bosch.co.jp/en/press/group-0807-05.asp, преузето са интернет странице 29.10.2014.
- 29 Ђорђевић М., *Systematic Solutions for Treatment of End of Life Vehicles*, EAEC – European Automotive Congress, Cooperative European Automotive Engineering, JUMV, CD-EE01, str. 1. - 16., 30. Beograd, Maj. -1. Jun 2005.
- 30 www.teslamotors.com/models/technology, преузето са интернет странице 08.10.2014.
- 31 www.fueleconomy.gov/feg/fuelcell.shtml, преузето са интернет странице 19.10.2014.
- 32 Глишовић Ј., *Конструкција и прорачун МВ*, Радна верзија, Машински факултет, Крагујевац, 2014.
- 33 <http://tkdv.files.wordpress.com/2012/03/p02-aerodinamika.pdf>, преузето са интернет странице 10.11.2014.
- 34 7573_4070714857.png, преузето са интернет странице 10.11.2014.
- 35 http://www.chiro.org/LINKS/FULL/Neck_Injury_Q_A.shtml, преузето са интернет странице 10.11.2014.
- 36 <http://www.automobilizam.net/volvo-proslavio-80-godina-bezbednosti/>, преузето са интернет странице 11.11.2014.

- 37 <http://koronaonline.com/site/republika-srpska/1260-ams-rs-u-trebinju-i-ipovu-se-najmanje-koriste-sigurnosni-pojasevi.html>, преузето са интернет странице 11.11.2014.
- 38 <http://www.kaskus.co.id/thread/5213814a3f42b26e54000005/pake-sabuk-pengamanmu> , преузето са интернет странице 11.11.2014.
- 39 <http://www.apafun.com/automobilizam/zanimljivosti-iz-sveta-motornih-vozila/msg87248/?PHPSESSID=ohied1dhhqh2viu7aopoj7q8q0#msg87248> , преузето са интернет странице 12.11.2014.
- 40 <http://www.automagazin.rs/vesti/450/4410/toyota-dodaje-jos-resenja-tehnologiji-obebedjenja-pred-sudar> , преузето са интернет странице 14.11.2014.