

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжињерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Друмски саобраћај

Предмет: Моторна возила 1

Број индекса: 30/2016

Марко В. Ђорђевић

Концепција путничких возила

завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Јованка Лукић - ментор

2. _____

3. _____

Датум

одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да прикаже:

- типове концепција путничких моторних возила, (M1),
- историјски преглед концепција одређене категорије возила по избору
- тренд развоја

Препоручена литература:

[1] The Automotive Chassis - Prof. Dipl.-Ing. Jörnßen Reimpell, Dipl.-Ing. Helmut Stoll, Prof. Dr.-Ing. Jürgen W. Betzler

[2] Fahrwerkhandbuch - Metin Ersoy, Stefan Gies

[3] Vieweg Handbuch Kraftfahrzeugtechnik – Hans Hermann Braess, Ulrich Seiffert

Ментор:

Др Јованка Лукић, проф.

Крагујевац, 16.03.2020.

Садржај

	стр.
Резиме	1
1. Увод	2
2. Концепција возила са аспекта њених саставних система и механизма	4
2.1. Погонски агрегат	5
2.2. Преносници снаге	8
2.3. Систем за кочење	11
2.4. Систем еластичног ослањања	13
2.5. Систем за управљање	14
2.6. Носећа структура	15
2.7. Опрема и уређаји на возилу	16
3. Историјски преглед концепција путничких моторних возила	17
4. Типови концепције путничких моторних возила	23
4.1. Погон напред мотор напред	23
4.2. Погон позади мотор напред	28
4.3. Мотор позади погон позади	33
4.4. Погон на свим точковима	37
5. Тренд развоја	42
6. Закључак	49
7. Литература	50

Summary

The subject of paper is analysis of vehicle concept from the aspect of structure concept especially engine and drive mounted position. Presented analysis obtain insight into the huge concept desing potential due to the presence of numerous different solutions of individual components.

Drawing on the previous period described in the opening lines of the text, it creates a picture of an era when the auto industry is booming but also a picture of the pursuit of progress and development. Some dates are related to the first discoveries and describe the unforgettable period of development when they were made. The part that outlines the most significant types of conceptions, highlights their advantages and disadvantages, followed by a description of an upcoming development trend.

All changes in the concept of a vehicle result in different driving characteristics. The presence of compact units with multiple components creates a particular concept favorable for production and maintenance. Modern technology and development trends for the concept of vehicles represent the main points of advancement and refinement.

Key word: conception, structure, drive, vehicle, car, engine.

Резиме

Предмет изучавања рада представља путничко возило са аспекта његове структуре, односно концепциске организације саставних делова. У раду биће речи о важнијим елементима, системима који представљају срж конструктивног утицаја на концепцију аутомобила.

У почетним цртама текста истиче се период када појава возила доживљава експанзију али такође и слика настојања за непрекидним развојем. Поједини датуми везани за прва достигнућа подсетиће на период њиховог настанка. Део у коме се наводе најзначајнији типови концепција, истиче и њихове предности али и недостатке, након чега је описан долазећи тренд развоја.

Све промене на концепцији возила резултирају различитим карактеристикама које возило пружа. Присуство компактних целина већег броја компоненти возила има за циљ да обезбеди партикуларну концепцију повољну за производњу и одржавање. Примена модерних технологија и праћење целокупног тренда развоја за концепцију возила представља кључне ставке њеног напредовања и усавршавања.

Кључне речи: концепција, структура, погон, возило, аутомобил, агрегат.

1. Увод

Пребродивши проблеме стварања поуздане машине примењиве за транспорт, а опет својом конструкцијом прихватљиве за масовну производњу, цивилизација тежи непрестаном унапређивању творевине на чијим ће се точковима одвести у 21. век. Конкретно, везано за путничке аутомобиле, конструкција возила коју данас познајемо током времена пертрпела је значајне измене почев од самог спољашњег изгледа који углавном остави најјачи утисак па све до најсложенијих система, склопова и осталих елемената који се убрајају у препознатљиву целину над точковима. Услед небројано покушаја за стварање што једноставније, боље, безбедније и исплативије конструкције креатори возила примењујући претходна искуства и знања допуштају себи да оду корак даље и креирају до тада непознату целину. Свака од ових тежњи резултовала је једним новим начином изведбе возила. Захваљујући томе данас је доступан широк избор решења на основу којих ће се конструкција превозног средства креирати.

Ако се говори о концепцији намеће се постојање извесног скупа над чијим се елементима спроводи уређивање односно планирање како би се идејни пројекат приказао у оквиру функционалне шеме која са собом носи извесне предности (погодности), али и недостатке. Дакле концепцијом је јасно дефинисан извесан редослед (појмова, активности елемената) без могућности да дође до одступања од постављеног циља.

Када је реч о концепцији возила пажња је усмерена на основне системе и компоненте градње. Сва моторна возила која се данас могу срести без обзира на врсту, тип категорију, и остала основна обележја састављена су од значајног броја склопова, механизма и система који омогућавају извршење основне функције возила. Аналогно високој посвећености проблемима градње возила, извођење поменутих основних компоненти моторних возила може бити веома различито. Разичитости се огледају како у начину обављања функције и места уградње на возилу, тако и у конструкцијском смислу.

Сва возила подлежу анализи са аспекта њихове концепције, међутим у приложеном раду ће се конкретно разматрати концепција градње путничких возила.

Када се говори о путничким возилима, подразумева се да су то возила намењена за превоз лица и њиховог пртљага, која поред седишта за возача имају највише осам седишта, [1].

Као таква путничка возила су најбројнија превозна средства и оправдано подлежу најразличитијим решењима градње.

Правилно планирање концепције возила од великог је значаја, апропо томе што има директан утицај на возне - динамичке и конструктивне карактеристике односно на целокупне техничке карактеристике возила. Избор градње возила директно ће условити особине понашања возила при реалним условима на путу. Другачије речено особине возила попут подужне - попречне стабилности, управљивости, расподеле кочионих сила итд. разликоваће се у зависности од избора концепције тог возила. Оно чему се последњих година придаје доста значаја када су у питању моторна возила јесте њихова удобност односно комфор који пружају како возачу тако и путницима. Тежња је окренута према томе да се путовање моторним возилом учини што пријатнијим и да се приликом њега путници ослободе осећаја умора, буке, вибрација и осталих негативних утицаја. Како би се то

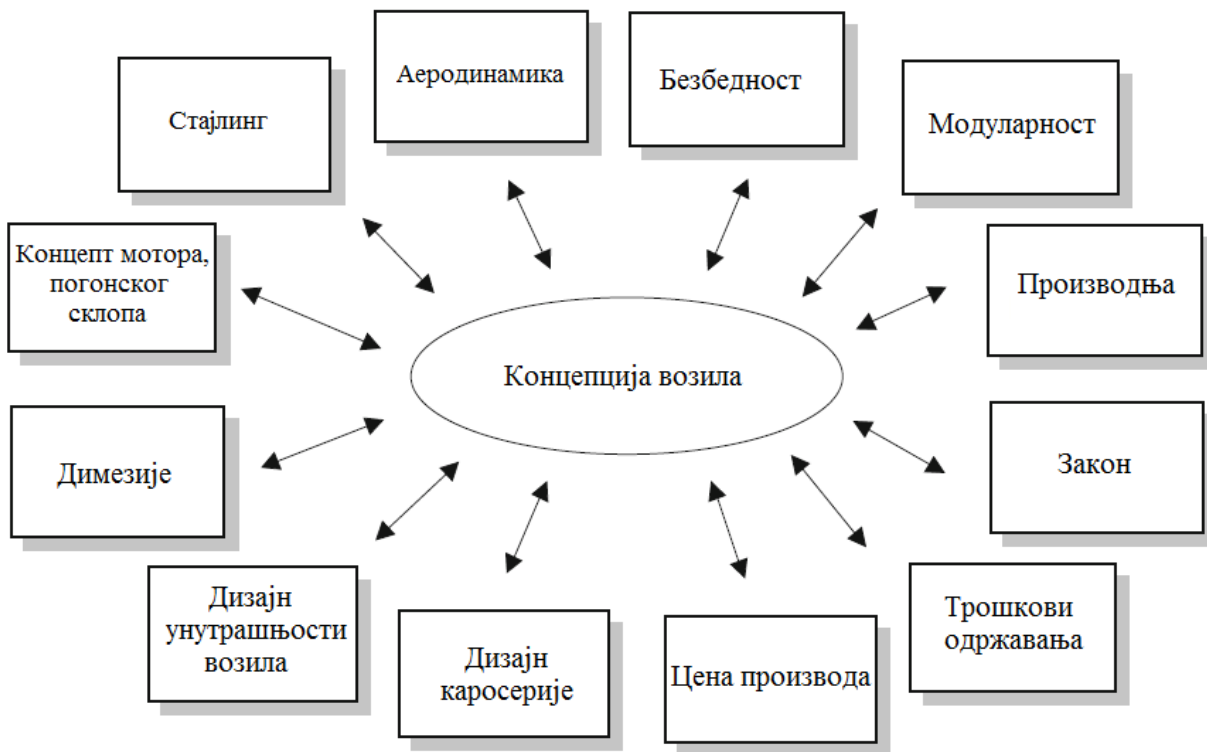
остварило посвећује се огромна пажња и најмањим детаљима, ижињери пројектују до танчина све утицајне склопове (елементе), међутим основа која диригује какву ће удобност односно какав ће комфор возило пружити јесте сама концепција пројектованог возила.

Према томе, увиђа се неизоставан значај расподеле (планирања) елемената возила или једном речју његове концепције.

Увођењем термина концепције међу системе и компоненте возила покрећу се бројна размишљања, планирања, проблеми али и решења, а све у циљу унапређења постојећих карактеристика возила. Шире гледано тежња за унапређивањем је оно што покреће и чиме се треба водити било да су у питању возила или комплексније теме у којима човек игра главну улогу.

2. Концепција возила са аспекта њених саставних система и механизма

Суштински задатак планирања концепције возила је конструктивно уједињење његових саставних елемената уз утврђивање и процену могућности за испуњење различитих захтева и циљева. Планирање концепције и креирање склопа су нераскидиво повезане активности у процесу развоја возила. Концепцијом се представља конструктивна идеја возила која гарантује изводљивост пројекта, њом се дефинише дизајн, параметри, компоненте, својства и карактеристике возила (слика 1).



Слика 1. Примери захтева који подлежу концепцијском уређивању [2]

Склопови над којима се спроводи организација омогућавају значајну слободу уређивања али често могу представљати и рестриктивна ограничења, [2].

Чиниоци који се убрајају у основне елементе возила, а подлежу концепциској организацији и скоро увек чине главне механизме на возилу су:

- погонски агрегат
- преносници снаге
- систем за кочење
- систем еластичног ослањања
- систем за управљање
- носећа структура
- опрема и остали уређаји

Комбинацијом односно распоредом и одабиром наведених елемената добијају се различити видови градње путничких возила. Сваки од наведених чиниоца подлеже различитим типовима извођења, али улога сваког од њих остаје непромењена. Посматрајући елементе посебно, они представљају комплексне целине за чије је потпуно разумевање и објашњење потребно издвојити доста времена, труда и напора, а све у корист тога да би се знање о њима применило при схватању концепције градње воила чији су то саставни делови. У циљу бољег разумевања проблема концепције возила следи излагање о њеним чиниоцима у мери неопходној за схватање основних принципа и начину функционисања градње возила.

2.1. Погонски агрегат

Погонски агрегати који се данас највише користе на возилима су мотори са унутрашњим сагоревањем (у наставку СУС мотор), они хемијску енергију горива процесом сагоревања превode у механички рад који даље посредством додатних сиситема и склопова користе за покретање возила. Сам процес сагоревања се обавља унутар радног простора који формирају клип цилиндар и глава мотора. Да би се успоставио рад мотора процес сагоревања се мора обављати циклично тако да се радни медији врате у првобитно стање, а то се постиже непрестаном разменом гасова (сагорелих и свеже снабдевених). Уобичаен начин представљања процеса рада мотора СУС је на основу промене притиска у радном простору у зависности од запремине радног простора. Сваки сегмент термодинамичког процеса трансформације енергије горива се посебно описује као један такт, у зависности од броја тактова разликују се четворотактни и двотактни СУС мотори. Већином на путничким возилима су присутни четворотактни мотори СУС који опет у зависности од примењеног горива се деле на:

- бензинске и
- дизел моторе

Главне разлике између бензинских и дизел мотора су у начину образовања смеше, начину контроле пуњења, хомогености и начину паљења смеше. Продукти сагоревања СУС мотора представљају њихов главни недостатак јер имају неповољан утицај на животну средину, поред тога издваја се и бука коју стварају приликом рада као и чињеница да за покретање користе необновљиве изворе енергије, [2].

Изузев СУС мотора на возилима се као погонски агрегати данас користе:

- електро мотори и СУС мотори – хибридни погон
- мотори на алтернативна горива
- електро мотори
- мотори са горивим ћелијама

Поред ковенционалних концепата возила погоњених СУС мотором изазов представљају возила са хибридным погоном. Појава хибрида присутна је у свим класама аутомобила. Хибридни погон подразумева покретање возила користећи комбинације више извора енергије, а најчешће примењиван је хибридни погон који комбинује електро и СУС мотор. Према структури система разликују се:

- серијски хибрид код кога се погон увек остварује помоћу електро мотора (није повезан са СУС мотором), док је СУС мотор присутан у својству агрегата који ради у оптималном режиму (режим када је најекономичнији) стварајући на тај начин енергију за допуњавање батерија како би се савладале што веће удаљености. За случај кочења возилом електромотор постаје генератор који ствара додатну корисну енергију,
- паралелни хибрид комбинује погон СУС и електромотора тако што се у једном случају може потпуно ослонити само на СУС или електромотор док је присутна и могућност истовременог погона са оба мотора,
- серијско паралелни хибрид који представља комбинацију предходно наведених типова, а одликује се тиме што електромотор и СУС мотор могу према потреби у прилагодљивом односу покретати возило, док улогу агрега који допуњује батерије међусобно деле. Главни недостатак серијско паралелног хибрида је његова сложеност и
- „Plug-in“ хибрид који може бити изведен као паралелни или серијски, главна одлика су му батерије повећаног капацитета, а као извор енергије за допуњавање користи мрежну односно струју у домаћинствима.

Према уделу присуства електричне енергије за покретање у основи се разликују четири концепта хибридних возила:

- микро хибридна возила (Micro hybrid vehicle) - поседује старт – стоп технологију, концепт генератор покретача
- умерено хибридна возила (Mild hybrid vehicle) (електрични погон могућ само уз комбинацију са СУС мотором)
- Потпуно хибридна возила (Full hybrid vehicle) (могућа вожња на чисто електрични погон)
- Хибридна возила са мрежним пуњењем („Plug-in“ hybrid vehicle) - допушта прелажење већих растојања чисто електричним погоном и допуњавање стужом са мреже, [2].

Током времена течна нафтна горива су у толикој мери ушла у свакодневицу да се све остале врсте горива називају алтернативним, а погонски агрегати који их користе не налазе прави начин да се масовније истакну. У алтернативна горива за возила спада, пре свега, природни гас (компримовани – CNG и течни - LNG), затим, течни нафтни гас (TNG), етанол, метанол, биодизел и водоник. Већи број ових горива се значајно разликује од конвенционалних аутомобилских горива, па њихово коришћење, углавном, захтева значајне измене на мотору и систему напајања. Кључни фактори крајњег успеха примене алтернативних горива су, пре свега, цена горива, могућност развоја и ширења мреже пумпних станица, а затим и перформансе и сигурност возила на алтернативни погон, [3].

Електрична енергија насупа као самостални покретач возила у случају када је погонски агрегат само електромотор. Изузимајући електромотор од остатка електричног система он

представља идеали извор погона за возило обзиром да ради у широком опсегу брзина и обртних момената, обезбеђује миран и скоро бешуман рад уз високу ефикасност искоришћења енергије. На возилима су у употреби различите верзије електромотора и то:

- једносмерни
- наизменични (синхрони и асинхрони)
- специјални мотори

Критеријуми за одабир одговарајућег електромотора су углавном компактност, конструкција, тежина, ефикасност, једноставно контролисање, ниво буке као и цена. Вештим одабиром агрегата постоји могућност за максималном оптимизацијом најбитнијих излазних карактеристика, [2].

Електромотори су итекако конкурентни СУС моторима посебно за случај када би се обезбедио брзопуњиви извор енергије за њихово покретање. Обзиром на то развијен је систем електромотора напајан електричном енергијом створеном хемијском реакцијом водоника и кисеонка у горивим ћелијама. Горивна ћелија се састоји од две електроде порозне на дифузију гаса које су одвојене електролитом. Електролит се састоји од танке мембране која је способна да проводи позитивне јоне али не и електроне или неутралне гасове. Вођено плочама за проток гаса, гориво (водоник) се уводи са једне стране ћелије док оксидант (кисеоник) улази са супротне стране. Услед контролисане хемијске реакције ова два гаса део ослобођене енергије се помоћу горивих ћелија преводи у електричну енергију (стварањем разлике потенцијала) док је други продукт реакције вода. Електрична енергија даље путује до електромотора где се трансформише у механички рад користан за покретање возила.

Поред могућности за брзим допуњавањем извора енергије ови мотори поседују и високу енергетску ефикасност, њихов рад је практично бешуман и без вибрација, а њихови продукти реакције нису штетни по околину,[4].

Поштовањем тренда развоја и напретка СУС моторима прети замена у виду електро мотора. Све популарнији агрегати са електо погоном СУС моторима стварају конкуренцију међутим, како време одмиче СУС мотори све више напредују и успевају да задрже водећу позицију. Карактеристика СУС мотора да користе енергију горива коју је лако складиштити у количини довољној за прелазак завидне удаљености одлаже њихову поменућу замену. До тренутка њиховог коначног престанка уградње, СУС мотори остају предмет разматрања и полемисања у ширем смислу као и у приложеном раду.

Положај погонског агрегата има значајан утицај на возило обзиром да представља најтежу и највећу компоненту која улази у састав возила. Поменута особина о великој тежини има утицај на расподелу маса возила док његови габарити утичу на расположив простор. Положај који мотор на возилу може заузети је

- напред,
- позади и
- у средини

Погонски агрегат се може позиционирати у зависности од положаја коленастог вратила па се разикују случајеви када је коленасто вратило постављено уздужнуо или попречно. Обзиром да мотор обезбеђује снагу потребну за покретање возила кориговањем његовог

положаја у односу на остале елементе снага се у мањој или већој мери преноси односно губи. Имајући у виду губитке који настају већ при стварању корисног рада односно при сагоревању горива сваки додатни губитак услед позиционирања агрегата утицаће на смањење преостале корисне енергије.

Како би губици снаге од агрегата до погонских точкова били минимални циљ је да растојање између, буде што краће као и да број елемената који их спајају буде што мањи. Осим на целокупну концепцију положај погонског агрегата утиче и на сопствене елементе што се може описати на примеру система хлађења. Наиме, уколико је агрегат постављен на предњој страни возила, он је директно изложен ваздушној струји приликом кретања па је систем хлађења у том случају једноставније пројектовати. У другом случају, када је агрегат позициониран позади систем хлађења захтева додатне конструктивне измене како би функционисао на прави начин, [5].

Погонски агрегат, као носиоц значајног броја фактора који могу утицати на процес градње са разлогом представља један од полазних елемената при пројектовању концепције моторних возила.

2.2. Преносници снаге

Добијени рад из погонског агрегата, на путу до погонских точкова пролази кроз систем за пренос снаге, који чине:

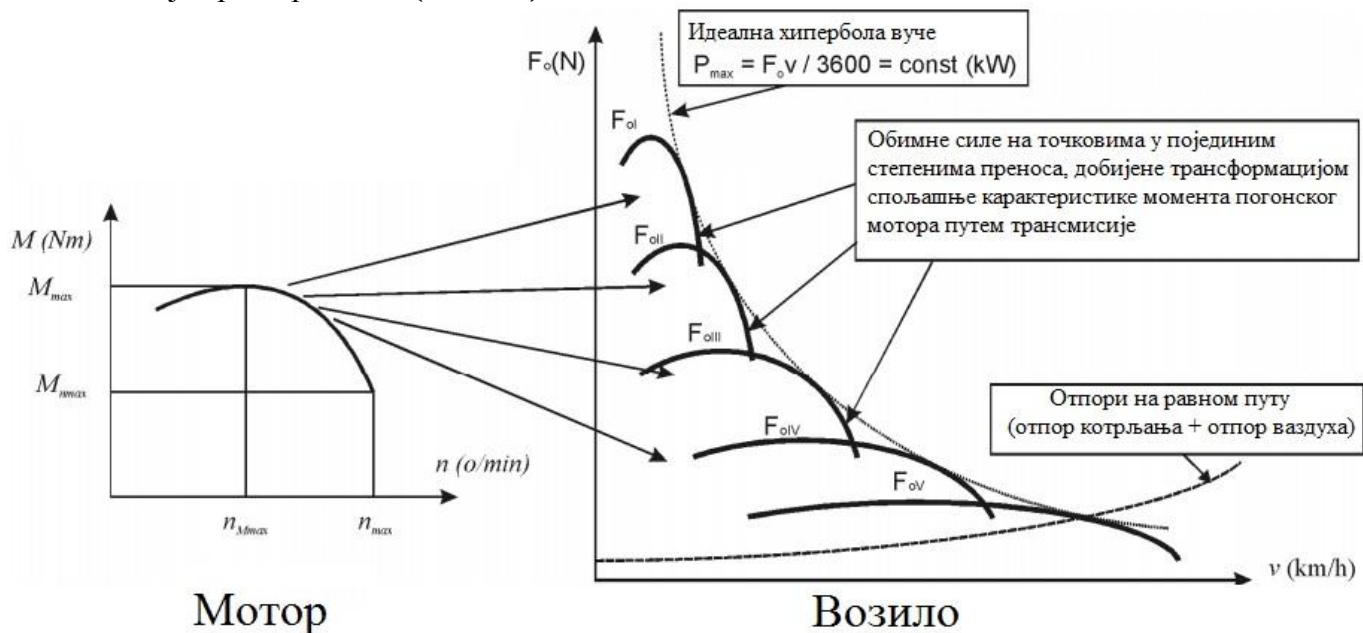
- спојница
- мењачки преносник
- зглобни преносник (зависно од концепције)
- погонски мост (који чине главни преносник, диференцијал, погонска полувртила)
- кретаачи

Мотори СУС нису идеални и обилују недостацима попут минималног броја обртаја који морају да остваре како би били примењиви на возилу (приближно 800 o/min) затим карактеристике да им је снага променљива (расте са бројем обртаја, а онда нагло пада) као и момент, стварне карактеристике које агрегат поседује тешко је приближити идеалим. Моторно возило са својим агрегатом мора у току експлоатације да реализује различите вучне, односно погонске силе и да се на тај начин прилагоди различитим условима кретања. Неки од њих су: полазак из места где је потребно створити већу резерву снаге, а опет не претерану која би нарушила комфор, убрзање, кретање у кривини, кретање константном брзином на равном путу и на успону, итд. Погонске и радне карактеристике мотора СУС нису применљиве у свим условима кретања, оне се путем преносника снаге трансформишу у облик погодан за тражени режим рада. Систем за пренос снаге има задатак не само да пренесе снагу од мотора до погонских кретаача већ и да изврши промену облика погонских карактеристика мотора, односно параметара његове снаге, [2].

Први елемент на који снага на излазу из мотора наилази је спојница која има задатак да у било ком тренутку без прекида рада мотора и удара прекине односно успостави преношење обртног момента на остале елементе система. Значај њеног постојања увиђа се приликом поласка из места, током промене степена преноса, краткотрајног одвајања мотора од погонских точкова, при кочењу или убрзавању, а има и сигурносну функцију, јер спречава

преоптерећење трансмисије у тренутку наглих, интензивних кочења (када трансмисија није претходно одвојена од погонског агрегата).

Након спојнице обртни момент доспева у мењачки преносник чији је задатак да да стварну карактеристику мотора што више приближи идеалној карактеристици. Мењач своју улогу остварује променом преносног односа, чиме се у складу са потребама коригују карактеристике момента и броја обртаја мотора. Број степени преноса зависи од потреба и облика карактеристике мотора, што више степени преноса има, боље је приближење идеалној карактеристици (Слика 2).



Слика 2. Стварна, идеална хипербола вуче возила [6]

Код мењачких преносника разликују се два основна типа у зависности од конструкције односно начина њиховог руковања и то са:

- непокретним осама вратила (мануелни, тј. ручни мењачи) и
- оне са покретним осама вратила (познатији као аутоматски мењачи)

Зависно од концепције возила примењују се зглобни преносници. Они су једна посебна врста механизма за преношење обртног момента односно снаге када се вратила која се зглобним преносником спајају, налазе просторно под извесним сталним или у току времена променљивим углом, дозвољавајући при томе у току времена релативно померање (угаоно, транслаторно). Њихова примена је неизбежна у случају када је излазно вратило погонског агрегата удаљео од погонске осовине (типичан пример код возила са мотором напред док је погонска осовина на задњем делу возила) затим када се ослањање погонских точкова возила изводи помоћу независних еластичних ослонаца (погонска полувратила) као и за одвод снаге (повезивање разних прикључних елемената). На крају зглобног преносника код већине путничких возила се налази погонски мост као наредни елемент система преноса снаге. У случају возила без зглобног преносника погонски мост је постављен тако да преноси обртни момент директно са мењачког преносника на погонске кретање.

Неки од задатака које погонски мост испуњава су:

- редуковање броја обртаја погонских точкова у односу на број обртаја излазног вратила мењачког или зглобног преносника – у сталном износу,
- обезбеђење преношења обртног момента на погонске точкове и при њиховим различитим угаоним брзинама,
- омогућава пренос снаге под углом од 90° (осим у случају ако је мотор постављен попречно у односу на подужну осу возила) ,
- да прими и пренесе све реактивне и активне силе и моменте на оквир или каросерију возила,
- да омогући миран и бешуман рад, да обезбеди што мање габарите тежину итд.

У главне елементе погонског моста се убрајају:

- главни преносник,
- диференцијални преносник,
- погонска полувратила.

На карају система преноса снаге смештени су кретачи односно точкови. Обзиром да представљају посредни (контактни) део између возила и коловоза њиховој конструкцији и извођењу се придаје значајна пажња. Током година као и остали елементи и они су претрпели извесне модификације и унапређења, а све у циљу да се задовоље све строжи захтеви. Неки од захтева који се постављају пред погонске точкове су:

- адекватна крутост (радијална, тангентна, бочна),
- добро пријањање,
- добра проходност, стабилност, управљивост,
- низак коефициент отпора котрљања,
- низак ниво буке итд.

Поред наведених ставки кретачи имају функцију покретног ослоња услед вертикалне реакција тла као и функцију погонског, кочионог, управљајућег органа. Према томе погонски точкови морају бити конструисани тако да прихвате све реактивне силе

(хоризонталне, подужне и попречне) које на њега делују прилагођавајући се на тај начин условима вожње односно задатим условима.

Овим крајњим елементом пропраћена је путања обртног момента односно снаге од њеног извора (погонског агрегата) кроз главне елементе система преноса па све до поменутог кретања који обезбеђује контакт са површином коловоза и као последња карика директно преноси захтеве возача на друм.

2.3. Систем за кочење

На пољу очувања безбедности као и међу контролним командама систем кочења заузима доминантни положај. Задатак овог система је да возилу обезбеди према потреби:

- нагло кочење уз максимално успорење све до заустављања
- благо краткотрајно кочење у нормалној вожњи
- благо дугорајно кочење односно успорење, при кретању на дужим низбрдицама

Како је поменути систем директно везан за очување безбедности од њега се очекује висок степен сигурности, који ће пружити возачу осећај безбедности приликом управљања возилом.

Као на остале елементе, и пред кочиони систем се постављају извесни захтеви, неки од њих су:

- обезбеђење мирног, постепеног кочења и стабилног кретања при сваком кочењу (посебно када се кочи са циљем постизања максималног успорења) уз што мањи напор возача,
- постизање осећаја сразмерноси притиска педале кочнице и реакције кочења коју систем при томе пружа,
- одсуство непожељних појава приликом кочења као што су звук шкрипања и непријатан мирис хабања фрикционих елемената (појава дима),
- способност да је систем функционалан у било којим предвиђеним условима без обзира на релативан положај точкова у односу на каросерију возила,
- испуњење предвиђених законских регулатива и прописа који се тичу поменутог система.

Због комплексности задатка који обавља и оштрине захтева, кочнице су по себи сложен систем састављен из више подсистема који обједињују већи број склопова и елемената. у складу са постојећим законским регулативама кочиони систем се састоји из следећих основних подсистема:

- радна кочница,
- помоћна кочница,
- паркирна кочница,
- допунска кочница – успоривач.

Сваки од поменутих подсистема структурно се решава на исти начин укључујући заједничке компоненте попут команде, преносног механизма, саме кочнице итд.

Радна кочница је задужена за извршавање најважнијих задатака кочних система, односно обављање кочења возила максималним успорењима као и сва блажа, краткотрајна кочења, у реалним условима кретања

Помоћна кочница има улогу сигурносног елемента који подиже ниво безбедности возила односно поузданост система. У случају отказа радне кочнице помоћна кочница преузима главну одговорност за успорење и заустављање возила.

Паркирна кочница осигурава возило од извесног померања када се оно већ налази у стању мировања.

Допунска кочница (успоривач) обезбеђује дуготрајна блага успорења и изводи се на посебним типовима возила.

У концепциском смислу кочиони систем са његовим компонентама утиче на градњу односно извођење возила. Свака компонента односно подсистем мора да има своју команду постављену тако да возач може лако да је активира, преноси механизам система изводи се тако да добијени импулс од команде пренесе у што краћем року уз минималне губитке до извршног органа.

У зависности од начина преношења импулса односно од начина градње преносних механизма разликују се:

- механичке,
- хидрауличке,
- пнеуматске,
- електронске и
- комбиноване кочнице.

Кочнице које се данас најчешће срећу на моторним возилима су кочнице са фрикционим елементима и раде на принципу трансформације кинетичке енергије у потенцијалну захваљујући сили трења између тарних површина елемената кочнице.

Примењена решења фриксионик кочница израђују се у облику концепта

- добош и
- диск кочнице (слика 3)



Добош кочница



Диск кочница

Слика 3. Приказ изгледа добош, диск кочнице [7]

Приликом градње возила одабир између два наведена типа кочница делом ће дириговати његову концепцију имајући у виду различитости примењених механизма.

2.4. Систем еластичног ослањања

Систем који преузима на себе одговорност да све реактивне силе и моменте који се јављају услед интеракције точкова возила са подлогом пренесе на оквир или каросерију, а да при томе ударна оптерећења сведе на минимум као и да обезбеди стабилно кретање назива се систем еластичног ослањања. Приликом кретања возила по терену са неравнинама долази до појаве осциловања и удара што даље може проузроковати смањење стабилности, удобности и управљивости возила. Да би се негативне појаве везане за умањење стабилности избегле, уводи се сложен систем еласичног ослањања.

Три основна механизма овог система су:

- механизам за вођење точова
- механизам еластичних ослонаца
- механизми елемената пригушивања

Механизам за вођење точкова (покретних ослонаца) има задатак да обезбеди што повољнију кинематику точкова односно да што је боље могуће изврши њихово релативно померање у односу на каросерију или оквир возила. Реактивне силе (бочне, хоризонталне) и моменти који потичу од тла делују на возило преко кретања, стога поменути механизам мора да обезбеди стабилно вођење на које наведене силе неће имати значајан утицај. Постизање

оптимальног положаја односно захтеваних углова постављања у односу на коловоз за све услове кретања и при томе прихватање насталих оптерећења је још један захтев за чије је реализовање овај механизам задужен.

Суштински задатак механизма еластичних ослонаца је да делом пренесу реактивне силе односно да обезбеде њихово ублажавање и да при томе остваре што веће смањење ударних оптерећења. За ове потребе се користе разни видови опруга попут спиралних (које су најзаступљеније код путничких возила), лиснатих и торзионих.

Како би се спречила односно умањила појава осцилација уводе се елементи пригушења. Њихов задатак је да умире (пригуше) настала нагла померања точка у односу на каросерију као и да у извесној мери отклоне ударна оптерећења.

Поред претходно наведених механизма на моторним возилима у циљу повећања стабилности према потреби користе се посебни елементи такозвани стабилизатори чија је улога да стабилност приликом кретања возила у кривини (спречавање повећаног бочног нагињања возила) подигну на виши ниво.

Код система еластичног ослањања разликују се два начина извођења што уједно представља и поделу система и то:

- Зависни систем ослањања
- Независни систем ослањања

Код зависног система ослањања присутн је такозвани крути мост тако да су померања точкова у попречној равни међусобно условљена. Глава одлика овог типа извођења је једноставност али њиховом применом се угрожава правилна кинематика управљања. Независан систем ослањања је неизоставан на управљачким мостовима путничких возила из разлога што пружа могућност неусловљеног померања једног точка у односу на други. Изложени захтеви описаног система могу се остварити на велик број начина што омогућава концептски гледано многобројна компромисна решења чијим ће одабиром возило пружити најбоље карактеристике еластичног ослањања.

2.5. Систем за управљање

Поред система за кочење, са аспекта безбедности међу најзначајније системе на возилу се убраја систем за управљање. Његов основни задатак је да обезбеди усмерено кретање возила односно кретање возила у одређеном правцу. Уз извршавање задатка да пренесе команду возача на управљачке точкове и на тај начин их усмери у жељеном правцу овај систем треба да обезбеди и:

- лако управљање возилом, што подразумева да се управљање обавља уз минимално улагање напора возача и уз то релативно мале углове заокретања
- велике маневарске способности возила
- потребну стабилност приликом кретања на правом коловозу и враћање управљачких точкова након изласка из заокрета у почетни праволинијски положај (дејство стабилизирајућег момента)
- правилну кинематику точкова (изостанак бочног клизања)
- минимално преношење удара, вибрација са точкова на точак управљача
- сразмеран однос силе на управљачу и момента заокретања
- безбедност, заштиту возача од крутих елемената система у случају судара

Два основна механизма која чине систем управљања су управљачки механизам и преносни механизам. Да би управљање возилом било што угодније и лакше користе се механизми – појачивачи познатији као серво механизми. У зависности од начина којим се сервомеханизам покреће појачивачи могу бити пнеуматски, хидраулички и електрични. Захваљујући великом броју конструктивних решења система управљања понуђене су бројне могућности њиховог извођења тако да се систем може прилагодити разним видовима концепције возила. Неки од најчешће примењених управљачких механизма са конструктивне стране су механизми са:

- зупчастим преносом (у примени су цилиндрични или конични зупчаници односно зупчаста летва)
- завојницом и навртком
- пужним преносником
- кулисним системом (један или два прстена)
- комбинованим преносником

Без обзира на начин извођења, управљачки механизам са свим својим елементима пројектован је да задовољи заокретање управљачик точкова и да уз то обезбеди правилну кинематику кретања возила при заокретању.

2.6. Носећа структура

Главни задатак носеће структуре је да обједини све компоненте и механизме у једну функционалну целину градећи на тај начин возило, поред тога носећа структура прихвата сва коначна оптерећења ударе и вибрације која се јављају у току експлоатације возила. У зависности од интегрисаности каросерије и носећег система носећа структура се може поделити на:

- носећи или основни рам – шасија, примењена код теретних возила и теренских и путничких возила,
- самоносећа каросерија, најчешће се среће код путничких возила и лаких теретних возила,
- просторне решеткасте конструкције (аутобуси), [8].

У првом случају када је у примени носећи рам на њега се причвршћују сви остали елементи возила и међу њима каросерија као посебан део. Погодности овог начина градње су:

- пројектовање и израда једноставнији, у смислу да се на исти носећи рам могу монтирати различити облици каросерија
- сама каросерија односно надградња је мање изложена оптерећењима (део оптерећења прихвата рам)

Главни недостатак поменутог типа носеће структуре би била повећана тежина обзиром да је рам одвојен од каросерије.

У случају самоносеће каросерије носећа структура је интегрисана са каросеријом тако да су међусобно обједињени простор за смештај путника и терета, моторски простор, пртљажни простор и уједно рам возила. Корићењем самоносеће каросерије постиже се:

- ергономичан простор за смештај путника
- олакшано задовољење естетских захтева
- повољнија аеродинамичност
- побољшана механичка, звучна и топлотна заштита (изолација) простора за путнике
- виши ниво безбедности приликом судара (већи утрошак енергије судара на деформисање каросерије)

Поред наведених погодности, предности које се могу додатно истаћи су мала маса возила које поседује поменути вид градње, ниска цена израде, могућност олакшане рециклаже, задовољавајући век трајања итд.

Како ће се концепциски организовати возило у многоне зависи од избора носеће структуре. Пошто је на путничким возилима најпримењенија самоносећа каросерија која се може градити на неограничено начина али по одређеним категоријама свака категорија ће даље дириговати најповољније концепциско решење.

2.7. Опрема и уређаји на возилу

Напредовањем производње моторних возила постојеће компоненте су се усавршавале и упоредо њима нове су добијале своје место на конструкцији аутомобила. Модерне технологије као и повећани захтеви од стране корисника возила утицале су на то да број уређаја и опреме на возилу из године у годину све више расте. Још један утицај који је допринео повећању броја уређаја на возилу је потреба за што већом безбедношћу па се данас на возило уграђују многобројни системи, сензори механизми који раде у циљу што безбеднијег руковања возилом. Такође сваки вид олакшања руковања појединим системом на возилу условио је потребу за додатном опремом која додаје на сложености саме концепције. Неке од основних елемената опреме на возилу чине:

- уређаји за сигнализацију (звучна, показивачи)
- уређаји за осветљавање пута односно возила
- мерно показни уређаји
- уређаји за чишћење ветробранског стакла (брисачи)
- уређаји активне, пасивне безбедности (системи попут „ABS“-а, сигурносни појас, ваздушни јастуци итд).
- уређаји који доприносе удобности, комфору (климатизација, опрема унутрашњег простора елементима прилагођених возачу и путницима итд.)
- прибор и алати
- остала додатна опрема

Зависно од намене, возило може располагати посебним уређајима прилагођеним потребама остваривања неких посебних радњи. У смислу концепциског планирања опрема и уређаји на возилу захтевају посебно анагажовање конструктора из разлога све већег броја њихових чиниоца као и у погледу просторног ораганизовања односно како би се све уклопило у целину возила.

3. Историјски преглед концепција путничких моторних возила

Погледом на временску линију, од настанка првог аутомобила па до данас на њој су наслагане различите концепције током времена. На самом почетку односно у тренутку када је конструисан први аутомобил није било ни помисли о широком дијапазону различитих видова градње који ће се у будућности развити. Прво возило за превоз путника са две осовине и четири точка погоњено мотором односно енергијом створеном процесом сагоревања горива било је окидач за убрзани развој ауто индустрије и гране саобраћаја. Као први корак ка остварењу конструкције употребљивог аутомобила се узима Карл Бенцов (нем. *Karl Benz*) модел из 1879. године, [9]. Погон овог возила се реализовао помоћу једноцилиндричног двотактног мотора постављеног у задњем делу возила непосредно изнад задње осовине која је била погонска. Специфичност саме концепције јесу три точка помоћу којих се возило кретало тако да су два точка постављена позади док је на предњем делу позициониран један точак помоћу кога се возилом управљало. Ово возило иначе двосед временом је унапређено тако да је коначан изглед добило 1886. године када постаје и званични патент, (слика 4). На месту двотактног мотора се тада нашао нови четворотактни „супер брзи“ једноцилиндрични мотор (до 400 min^{-1}). Овај агрегат постављен хоризонтално на задњем делу возила могао је да испоручи снагу од 0,55 kW довољну за постизање максималне брзине од 9 km/h, а карактеристично за његову конструкцију било је аутоматско пуњење смешом горива и ваздуха, поседовање високоволтажног система паљења свећицом и воденог хлађења. Остатак возила концепцијски гледано је чинио рам израђен од челичног цебног профила, диференцијал и три „жичана“ точка. Кочење се остваривало посредством полуге која је предвиђеним делом са фрикцијом облогом деловала на обод самог точка.



Слика 4. Карл Бенцов аутомобили из 1886. године [10]

У истом периоду такође у Немачкој упоредо су на развоју првог аутомобила радила два инжињера Вилијем Мајбах и Дамлер (нем. *Gottlieb Daimler, Wilhelm Maybach*). Њихов рад резултовао је настанком првог аутомобила на четири точка са једноцилиндричним мотором једне коњске снаге (слика 5). Максимална брзина овог возила била је 15 km/h [9], а концепциски је био налик Бенцовом аутомобилу односно погон се преносио на задње точкове док је агрегат хоризонтално позициониран на задњем делу возила. Погонски агрегат уграђиван на поменуто возило постао је основа за развој осталих модернијих агрегата обзиром да су му карактеристике биле завидне у односу на период када је настао. Након

објаве патента првог аутомобила на четири точка два инжињера су наставила да унапређују возило тако да 1889. године добија нови двоцилиндрични „V” агрегат и прву четворостепену трансмисију.



Слика 5. Приказ првог Дамлер - Мајбаховог аутомобила на четири точка [11]

Појава аутомобила изазвала је огромно интересовање у свим слојевима друштва, међутим прве аутомобиле су могли да приуште само особе високо позициониране у друштву и имућније породице. Напредовањем технологије и саме производње 1908. године се појављује први аутомобил намењен масовном тржишту. Реч је о возилу Форд, моделу Т (енгл. *Ford T*) чију је концепцију одликовао агрегат постављен напред са погоном позади. Убрзо након његове појаве уследио је глобални развој ауто индустрије са све више аутомобила различитих концепција.

Обзиром да се као први аутомобил наводи Карл Бенцов модел он је уједно носиоц и најстарије концептске градње са мотором постављеним позади и задњом погонском осовином. Први значајнији наследник ове концепције са унапређеним изгледом је Татра 77 (енгл. *Tatra 77*) из 1934. године (слика 6). Према извесним критеријумима Татра 77 се сматра за први аутомобил правог аеродинамичног дизајна који је серијски произведен, [12]. Агрегат који је погонио наведени аутомобил је лонгитудинално постављен „V8“ мотор запремине приближно 3 литра са максималних 60 коњских снага. У истом периоду са истим концептским распоредом Мерцедес Бенц (нем. *Mercedes-Benz*) је развио поједине моделе од којих је запаженији био Мерцедес Бенц Х130 (нем. *Mercedes-Benz H130*) (слика 6) касније се ова концепција пренела на Волксваген (нем. *Volkswagen*) тачније на Порше (нем. *Porsche*) историјат да би се у будућности нашла на појединим малим градским аутомобилима.



Слика 6: Приказ аутомобила Татра 77 и Мерцедес Бенца Х130 [13]

Први експерименти аутомобила са погонским агрегатом напред и и предњом погонском осовином датирају још од самих почетака аутомобилске револуције. У периоду између 1895. и 1898. године појавила су се прва возила са једноцилиндричним агрегатом постављеним на предњем делу уз комбинацију предње погонске осовине. Услед бројних недостатака ови аутомобили нису доживели масовну производњу. Следећи корак ка напред оријентисаној концепцији био је модел аутомобила из 1899. године (слика 7) са агрегатом снаге приближно 1,5 kW или у случају водено хлађеног мотора 2,6 kW што је било довољно за превоз два путника колико је возило иначе могло да прихвати. Конструисање и производња овог аутомобила одвијала се у Француској од стране произвођача Париско друштво (фр. *Société Parisienne*) односно Викторија (фр. *Victoria Combination*), [14].



Слика 7. Приказ модела аутомобила произвођача Викторија из 1899. године [15]

Почетком двадесетог века појавио се новоконструисани аутомобил - представник концепције са погоном и мотором напред. Између 1900. и 1920. године у Америци Валтер Кристо (енгл. *J. Walter Christie*) је конструисао аутомобил поменуте концепције за потребу такмичења односно аутомобилских трка. Након њега уследио је модел аутомобила из 1925. године такозвани Алвис 12/50 (енгл. *Alvis 12/50*) (слика 8) међутим аутомобили ове концепције и даље нису наилазили на симатије купаца све до 1929. године када се појављују прве успешно остварене напред оријентисане концепције од стране БСА (енгл. *Birmingham Small Arms Company*). Изградња поменуте концепције се даље сели у Немачку где се 1931. Године појављује модел аутомобила ДКВ (нем. *DKW F1*) (слика 8), а убрзо после тога концепција је заживела и код тек основаних компанија попут Аудиа (нем. *Audi*) 1932. такође у Немачкој и Цитроена (фр. *Citroen*) у Француској 1934. Године.



Слика 8. приказ аутомобила „Alvis 12/50” и „DKW F1“ [16]

Ова комбинација постала је широко распрострања из разлога ниских трошкова изградње, повећаног унутрашњег простора захваљујући компактној, лаганој конструкцији, стабилном возном понашању и доброј вучи чак и при отежаним условима. Успеху ове концепције значајно је допринео амерички инжењер Мекферсон (енгл. *MacPherson*) његовим решењем еластичног ослањања. Мекферсон је са Шевролетом (енг. *Chevrolet*) 1945. године за потребе послератног тржишта радио на пројекту мањих аутомобила, да би се 1946. године појавио први аутомобил Шевролет Кадет (енгл. *Chevrolet Cadet*) са Мекферсоновим независним ослањањем напред и позади. Међутим током 1947. године пројекат је отказан, а Мекферсон се придружује Форду (енг. *Ford*) да би се 1950. године произвео аутомобил Форд Конзул (енгл. *Ford Consul*) на коме је био уграђен Мекферсонов систем независног ослањања, [17]. Позитивне особине које поменута градња са собом носи временом су се истакле тако да су многи произвођачи наставили да је унапређују и примењују на све више аутомобила. Сведоци тог дешавања су возила произведена средином двадесетог века са агрегатом и погонском осовином напред, нека од њих су Цитроен 2ЦВ (фр. *Citroën 2CV*), Саб 92 (нем. *Saab 92*), као и на територији Италије први модели Ланчије (ит. *Lancia*) и Алфа Ромеа (ит. *Alfa Romeo*).

Примери концепције возила са погоном напред док је погонски агрегат постављена на задњем делу возила појавили су се 1932. године као прототип Марон Колеман (енгл. *Maroon – Coleman*) произвођача. Ово возило је такође извођено у варијанти са погоном на сва четири точка, а за погон возила је био задужен лонгитудинално постављен „V8” агрегат. Упркос тежњи за стварањем новог тренда возила са наведеном концепцијом, први примерци нису доживели већу популарност као ни масовнију производњу. Долазећи период није прихватао дату концепцију чему су доказ поједини модели аутомобила који су остали само модели без наде да ће се производити у већим серијама. Занимљив пример из овог доба је Димаксионов (енг. *Dymaxion*) аутомобил (слика 9) који је поседовао задњу управљачку осовину тако да је имао способност да се заокрене унутар међуосовинског растојања.

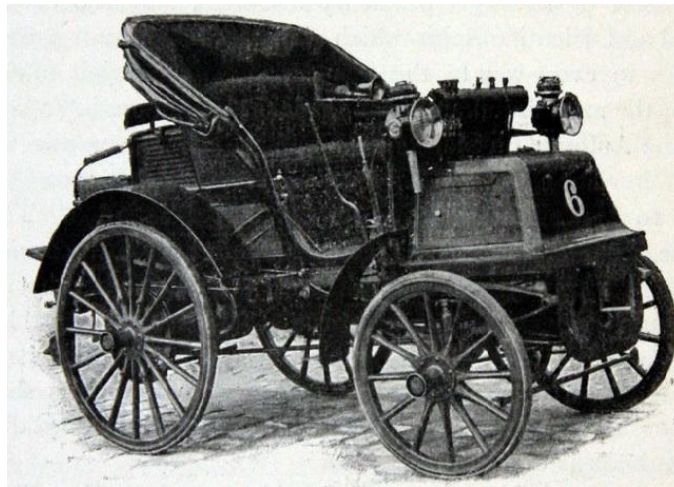


Слика 9. Димаксионов аутомобил из 1933. године [18]

И поред почетног неуспеха посматрана концепција опстаје захваљујући потенцијалним погодностима које доноси попут повећане сигурности приликом чеоног судара (услед изостанка агрегата на предњем делу конструкција је способна да се више деформише прихватајући на тај начин већу силу удара), удобније вожње (изостанак вибрација), побољшаног кочења, повољног положаја тежишта, повећаног простора за путнике итд.

међутим главни недостатак који је утицао на судбину концепције јесте недовољно пријањање погонске осовине услед изостанка масе на предњем делу возила. Приближавајући се модерном добу наведена концепција не опстаје у великој мери али се за њу каже да је основа за долазеће видове градње односно да је еволуирала у концепцију са погонским агрегатом у средишњем делу возила и погоном напред која се примењује на спортски оријентисаним аутомобилима.

Типична и најзаступљенија концепција двадесетог века је са погонским агрегатом напред док су погонски точкови позади. Прва оваква концепција појавила се крајем деветнаестог века тачније 1895. године и према проналазачу је добила име Панхард (фр. *Panhard*) (слика 10).



Слика 10. Приказ „Panhard – Levassor“ аутомобила [19]

Панхардови модели аутомобила са наведеном концепцијом су наишли на повољне утиске публике тако да се радило на унапређењу и осамвремењавању концепције самих возила да би у периоду пре Првог светског рата Панхард постао водећи произвођач аутомобила у свету. Такође аутомобили поменутог произвођача су се значајно истицали на свим такмичењима (аутомобилским тркама) у добу у коме су настајали тако да се неретко дешавало да се баш Панхардов модел нађе на победничком постољу. Неки од значајнијих аутомобила овог произвођача су модел из 1933. године такозвани Панхард Левасор 6 ДС РЛ (фр. *Panhard Levassor 6 DS RL*) (слика 11) покретан четвороцилиндричним погонским агрегатом запремине 4,4 литре који је користио разводни механизам са „рукав“ вентилима, као и модели Дина (фр. *Dyna*) (слика 11) који су стекли популарност средином 20 века. Следећи представник концепције са погоном позади и погонским агрегатом напред који однео део славе Панхарду јесу Кадилакови (енгл. *Cadillac*) модели аутомобила из 1928. године који су захваљујући Томсоновом (енгл. *Thompson*) синхро мењачу прикупили многобројне обожаватеље из тог периода. Међутим 1934. године Томсон напушта Кадилак и са својим патентима прелази у Џенерал моторс (нем. *General motors*) одакле ће потећи многобројни аутомобили савременог доба.



Слика 11. Панхард Левасон 6 ДС РЛ и модел Дина [20]

У Европи седамдесетих година деветнаестог века главни носиоци концепције са задњим погоним и агрегатом напред били су немачки аутомобили растућих произвођача Мерцедес бенц, БМВ (нем. *BMW*) као и британски Јагуар (енгл. *Jaguar*). Ситуација у модерном добу по питању водећих припадника дотичне концепције је остала непромењена, наиме Мерцедес је годинама унапредовао неодрекавши се задњег погона по чему је и препознатљив, а одмах уз њега БМВ својим моделима успева да истакне све позитивне стране наведене градње. Свака од ових концепција представља реализовану идеју која са собом носи извесне предности као и недостатке. У зависности којим се вредностима купци приликом одабира аутомобила воде изглед слике особина извесне концепције ће бити другчији. Некада осим самих карактеристика на популаризацију вида градње утичу свеопшти услови као и време у којима она настаје. Освртом на историју развоја конструкције аутомобила од самих почетака па до савремене производње друштво бележи све помаке у развоју али будући да је прошлост преплављена бројним решењима само се најзначајнији периоди са њиховим представницима помињу. Присутност тежње за стварањем новог како у свету аутомобила тако и уопште утиче да се прошлост потисне и да се забораве претходна остварења на чијим се темељима могу развити модерне креације, стога погледом кроз историју подстиче се стварање нових видика за будућност.

4. Типови концепције путничких моторних возила

Поред многобројних фактора који одређују концепцију возила, као фактори од највећег утицаја издвајају се:

- одабир употребљеног погонског агрегата
- намена возила односно циљ његове конкретне употребе

Какве ће основне карактеристике концепције неко возило имати највише зависи од положаја погонских точкова у односу на погонски агрегат. Из разлога што ће положај погонских точкова већим делом утицати на концепцију разликују се поједини типови концепције у зависности од положаја погонских точкова. Најчешће у примени код путничких моторних возила су следеће концепције:

- погон напред мотор напред
- погон позади мотор напред
- мотор позади погон позади
- погон на свим точковима

Анализом ових концепција добија се приказ особина које различити типови возила са собом носе. Глобално, разматрања и закључци су упућени ка одређеним елементима и карактеристикама који свеобухватно описују возило. Неки од аспеката којима је посвећена посебна пажња су прерасподела масе возила, симетричност оптерећења, преношење снаге – момента, сложеност конструкције осовина и осталих склопова, хабање пнеуматика, удобност стабилност и комфорт које возило пружа, економска исплативост, итд.

4.1. Погон напред мотор напред

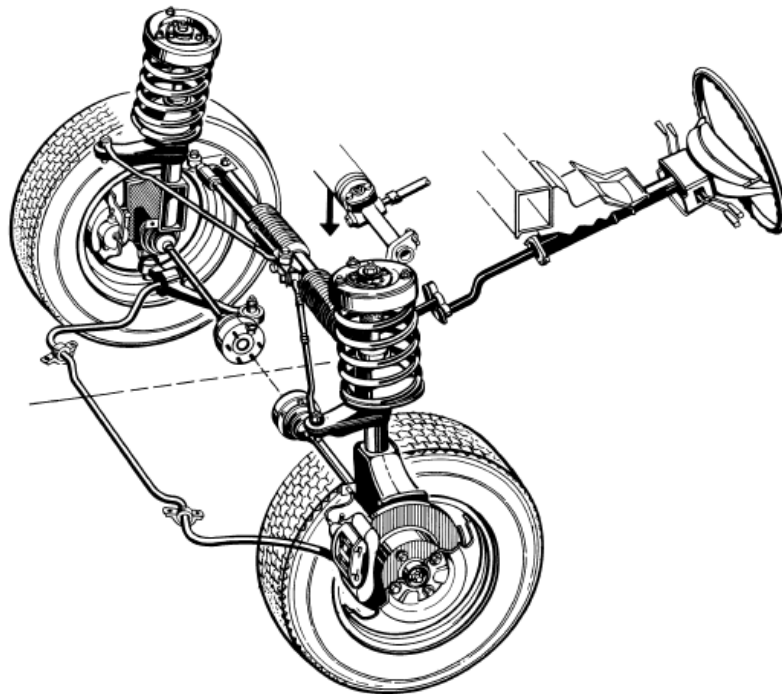
Овакав тип концепције генерално гледајући је најзаступљенији. За то су заслужне све позитивне особине које наведена концепција са собом носи. Када је у питању погон на предњим точковима уз комбинацију погонског агрегата напред до изражаја долази чињеница да је већи део масе возила (више од 50%) смештен у предњем делу. Ово са собом повлачи извесне предности као и недостатке. Са стране организације простора за путнике унутар возила наведена концепција се убраја међу повољније јер се платформа пода возила може извести равна тако да слободан простор неће бити угрожен. Обзиром да је већи број делова смештен у предњем делу возила овакави видови градње поред простора за путнике обилују и пртљажним простором. Погонски агрегат заједно са мењачем и диференцијалом чини заједнички склоп који може заузети положај испред изнад или иза предње осовине возила, међусобна повезаност доприноси остваривању мањих губитака у преносу снаге од мотора до погонских точкова. Ово чини дизајн врло компактним па возила ове концепције могу бити за 100 до 300 mm краћа или се тај вишак простора може искористити за додатно повећање комфора путничког простора. Такође положај који агрегат може заузети на овом типу концепције је уздужно или попречно у односу на подужну осу возила, [5].

Уздужно постављен агрегат на предњем делу возила испред погонске осовине доприноси томе да се без обзира на међуосовинско растојање постиже велико оптерећење над вучним точковима што има за последицу добро пријањање, велику отпорност на бочни ветар, али и

отежано управљање, подуправљивост у оштрим кривинама (возило се у односу на угао заокретања управљачких точкова креће по кривини већег полупречника) и неравномерну расподелу силе кочења. Уздужним позиционирањем омогућена је уграђа агрегата релативно већих габарита, а додатна погодност је повећан простор који је у стању да прихвати и уградњу аутоматског мењача. Међу првим истакнутијим примерима возила овог типа нашли су се Ауди 80 и 100, [5].

Попречно постављен агрегат упркос компактности коју пружа, његови габарити су условљени. Ово ограничење значи да се мотори већи од редног четвороцилендраша или „V6“ мотора не могу уградити у путнички аутомобил средње величине. Последица поперечно постављеног агрегата су и погонска полувршила неједнаких дужина чији се утицај одражава на систем управљања. Наиме, током убрзања јавља се разлика у преношењу обртног момента на полуосовинама што изазива скретање односно одвлачење возила у једну страну. Неједнака дужина погонских полувршила утиче и на угао заокретања точкова па је код возила са снажнијим агрегатом неизбежна уградња додатног лежаја са међуосовином, [5]. Са економског становишта овај вид градње је финансијски повољан јер искључује бројне елементе за пренос снаге који се иначе користе када је мотор удаљен од погонских точкова. Искључење елемената значи јефтинију изградњу као и мању масу возила што у прилог иде и мањој потрошњи односно економичности.

Један од главних недостатака ове концепције је сложеност система преноса снаге у комбинацији са елементима управљања и ослањања. Ово подразумева да је погонска оsovина уједно намењена и управљању па су самим тим елементи и конструктивни делови сложеније израде (слика 12).



Слика 12. Приказ конструктивног извођења предње осовине возила са погоном и мотором напред у комбинацији са Мекферсоновим системом ослањања [5]

Већина возила са погоном и агрегатом напред се израђује у комбинацији са Мекферсоновим системом ослањања. Улогу вертикалне вођице код овог система преузима еластични ослонац заједно са пригушним елементом. Највећа предност се огледа у релативно малом броју зглобова, односно места која су изложена хабању, могућношћу комбиновања система ослањања и система вођења точка, једноставној монтажи и демонтажи. Као недостатак се истичу неповољне кинематске карактеристике - недовољна бочна крутост што захтева појачану доњу вођицу, потреба за већим клиренсом, отежано абсорбовање буке настале интеракцијом точка и подлоге, [5].

Услед неравномерне расподеле маса (више од 50% на предњем делу) долази до појаве растерећења задње осовине што има за последицу смањено пријањање точкава задње осовине, из чега произилази и знатно мања сила кочења на задњем делу возила. Као недостатак се узима и смањени радиус заокретања управљачких точкава из разлога коришћења заједничке погонске и управљачке осовине (погонска вратила ограничавају угао заокретања). Реткост је да се овакав вид градње нађе код спортских аутомобила, разлог овоме је ограничен простор за попречно позиционирање агрегата већих запремина - изузетак може бити Волво 80 В8 (енгл. *Volvo S80 V8*) такође приликом убрзања долази до растерећења погонских точкава (последича појаве пеношења маса) услед чега се јавља проклизавање. Како би се ова појава избегла или на неки начин умањила возила се опремају уређајима (системима) који ће контролисати проклизавање приликом убрзања, међутим упркос њима значајан део обртног момента се губи (свако реаговање система аутоматски спречава потпуно преношење обртног момента), [21].

Свеобухватно гледано за дату концепцију позитивне особине преовладавају што и разлог њене широке заступљености на путничким возилима. На светском нивоу концепцију са погоном и мотором напред (постављеним попречно) поседују 72 % укупног броја возила, затим су 14% возила са погоном позади док је мотор постављен напред уздужно, 13% возила су са погоном на сва четири точка, а у преостала 2% су смештене се остале концепције, [22]. О широкој заступљености сведочи и податак да се и најпродаванији аутомобил икада Тојота Корола (енгл. *Toyota Corolla*) израђује са овом концепцијом, [23].

Предности и недостаци концепције возила са погоном и мотором напред:

Предности описане концепције су:

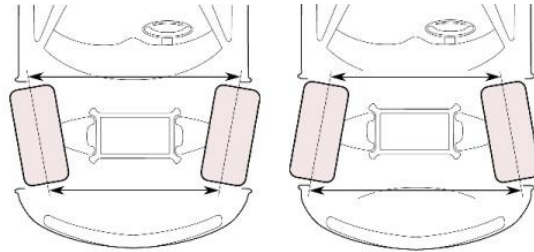
- повољно оптерећење вучних - управљачких точкава услед позиционирања већег дела масе на предњем делу возила,
- добро пријањање на путу, посебно у случају влажног коливоза и зимских услова (последича појаве да је возило вучено, а не гурано од стране погонских точкава),
- способност савлађивања већих успона (концепција са најбољим капацитетима пењања при малим оптерећењима што подразумева два путника напред и релативно празан резервоар горива посебно на клизавом коловозу),
- подуправљивост у кривинама,

- отпорност на бочни ветар (захваљујући повољној вучној сили и положају тежишта возила, извесна сила бочног ветра не успева да створи момент који би значајно пореметио путању возила),
- олакшано подешавање управљачке осовине (минимални углови поравнања – центрирања управљачких тачкова, што обезбеђује лако самостално постизање и одржавање праволинијске путање),
- једноставно извођење задње осовине (могућа уградња такозване круте осовине која представља најједноставније и најекономичније решење),
- могућност за повећаним међуосовинским растојањем из разлога неусловљености предње и задње осовине (елементи погона концентрисани у предњем делу - повећан комфор),
- кратак пут преношења снаге од извора до погонских тачкова (мотор, мењач и диференцијал заједно чине компактну јединицу),
- повољно извођење система хлађења услед позиционирања хладњака на предњем делу где је директно изложен струјању ваздуха,
- ефикасно грејање простора за путнике (кратак пут загрејаног флуида),
- могућност извођења пода аутомобила у равни,
- једноставан издувни систем велике дужине што олакшава уградњу катализатора и апсорбовање буке,
- велик пртљажни простор као и деформабилна зона у случају задњег судара.

Недостаци су:

- слабије пријањање и проходност возила под пуним оптерећењем на клизавом коловозу (снежној подлози) и отежано савлађивање већих успона,
- уградња мотора веће снаге повећава утицај на управљивост (неједнака дужина погонских полувратила утиче на несразмерно преношење момента на оба управљачка тачка што доводи до нежељеног скретања приликом убрзања),
- ограничена дужина погонског агрегата из разлога недовољног доступног протора,
- услед повећаног оптерећења предње осовине неопходни су велики преносни односи система управљања или је неизбежна уградња помоћних система управљања - серво појачала,

- елементи погона утичу на начин извођења управљачког система што може имати за последицу отежано центрирање распона управљачких точкова (типично за Мекферсонов систем ослањања када због скраћене управљачке полуге – споне точкови могу заузети неправилан положај, један према другом или један од другог (слика 13),



Слика 13. Приказ неправилног центрирања точкова управљачке осовине [24]

- сложено извођење предње осовине (неизбежна уградња стабилизирајућих елемената),
- ослонци мотора трпе момент мотора увећан за укупан преносни однос мењача и диференцијала,
- отежано апсорбовање буке и вибрација из чега произилазе и компликације приликом пројектовања ослањања мотора,
- оптерећење издувног система (померање агрегата ван предвиђеног положаја утиче на издувни систем – постоји могућност да дође до његовог деформисања, савијања) услед покретања мотора, кочења и вожње са наглим убрзањима,
- смањен угао заокретања управљачке осовине (присуство великог броја међусобно условно повезаних елемената на ограниченом простору),
- велика осетљивост у случају неуравнотежености предњих точкова,
- повећано хабање точкова предње осовине из разлога постојања већег оптерећења над њима и прихватања двојаче улоге погонских и управљачких точкова,
- неповољна расподела силе кочења услед растерећења задње осовине (око 75% укупне силе кочења се остварује на прењој осовин док је за преосталих 25% одговорна задња осовина),
- сложено извођење преносних елемената мењача (система за укључивање степени преноса), [5].

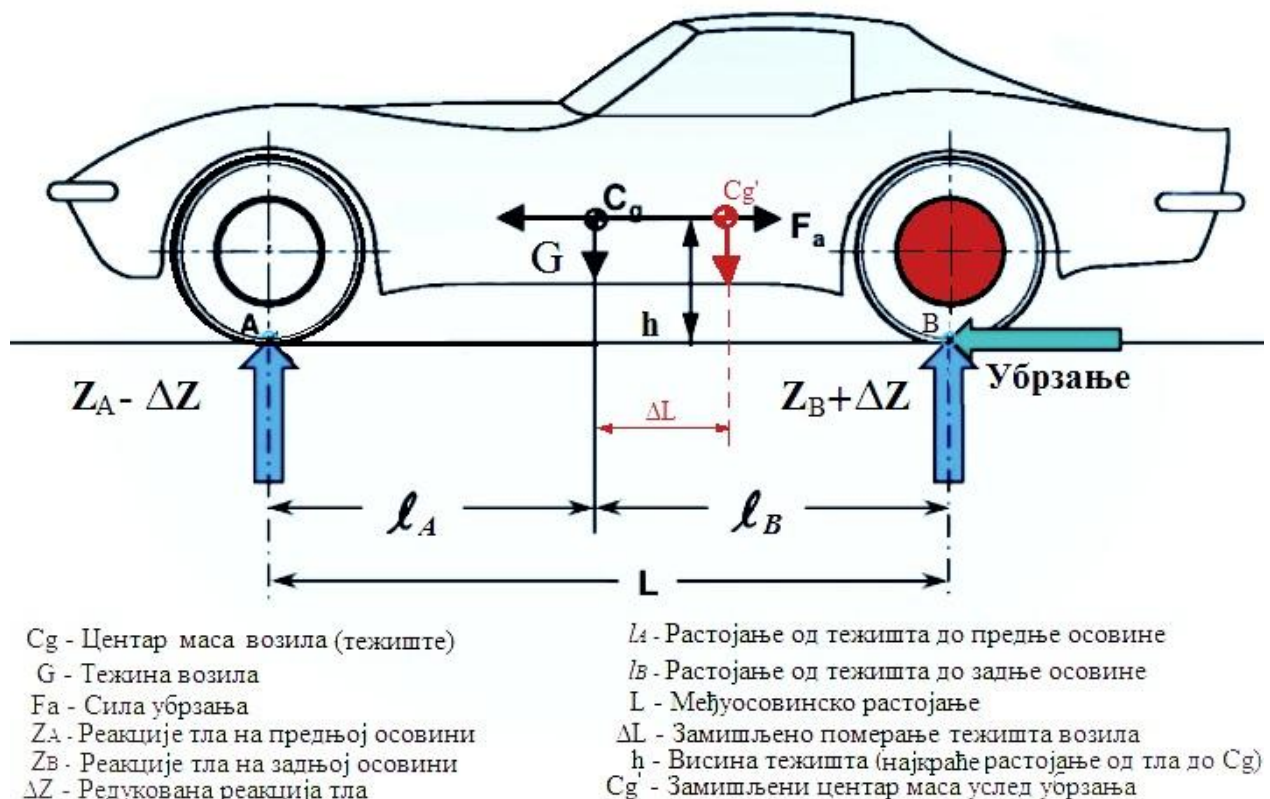
4.2. Концепција погон позади мотор напред

Овај вид концепције подразумева положај погонског агрегата напред уздужно у односу на (подужну) осу возила док су погонски точкови на задњој осовини. Веза између агрегата и погонске осовине се остварује зглобним преносницима (карданска вратила), мењачки пеноснк у овом случају се може позиционирати напред (ближе мотору - чешћи случај) или позади када је директно повезан са диференцијалним преносником. Наведени вид градње је често у примени, а одликује га релативно једноставна конструкција (посебно предње управљачке осовине) и добре карактеристике руковања (једноставне команде укључивања степени преноса). Одвајањем погонске од управљачке осовине избегава се потреба за компликованим конструктивним решењима и додатним механичким сложеностима. Уз овакву концепцијску организацију постиже се равномерна расподела тежине возила тако да су аутомобили који поседују већу снагу приврженији овом виду организовања из разлога преношења маса на задњу осовину и остваривања бољег пријањања при убрзању тако да је повећана способност за преношење већих обртних момената. У поређењу са осталим концепцијама увиђа се предност и минимално одступање од потпуно равномерне расподеле масе у свим случајевима оптерећења што је приказано у табели:

Број путника	Тип концепције					
	Погон напред, мотор напред		Погон позади, мотор напред		Погон позади, мотор позади	
	Расподела масе на погонске осовине (%)					
	предња	задња	предња	задња	предња	задња
Празно возило	61	39	50	50	40	60
Два путника (напред)	60	40	50	50	42	58
Четири путника	55	45	47	53	40	60
Пет путника са пртљагом	49	51	44	56	41	59

Табела 1. Приказ расподеле масе возила различитих концепција на осовине у зависности од оптерећења возила (броја путника, пртљаг) [5]

Појава преношења маса се може објаснити као замишљено померање центра маса (тежишта) возила услед убрзања или кочења. На ову појаву утичу бројни фактори неки од њих су: конструкција возила, сила убрзања (кочења) коју возило постиже, карактеристике и тип ослањања, димензије возила итд. За овај случај концепције тежиште приликом убрзања заузима позицију ближу задњој вучној осовини (слика 14) остварујући на тај начин повојан притисак што резултује бољим пријањањем и могућности преношења већег обртног момента.

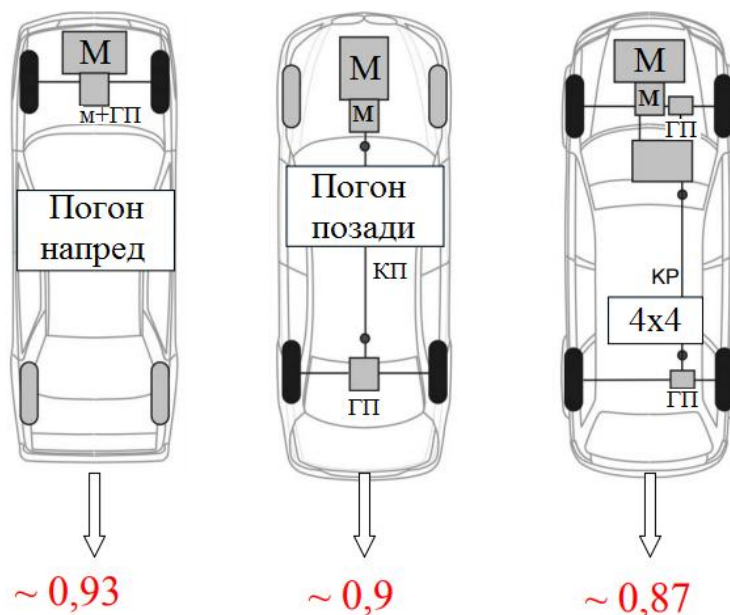


Слика 14. Приказ појаве преношења маса услед убрзања возила [25]

Са повећањем снаге мотора повећавају се и сами његови габарити међутим разматрани вид концепције је у стању да прихвати просторне захтеве и да уз то пружи довољно места за приступ агрегату у случају ремонта. Што се тиче управљачке осовине, она је издвојена од погонске тако да се постижу већи углови заокретања управљачких точкова односно мањи радијус заокретања возила. Имајући у виду да се изнад управљачких точкова код посматране концепције налази агрегат он својом масом остварује повољно оптерећење управљачких точкова у смислу остваривања пријањања и поштовања задате путање. Равномерна расподела маса уједно доприноси и бољој расподели силе кочења на обе осовине. Предња управљачка осовина најчешће долази у комбинацији са Мекферсоновим системом ослањања али чести су случајеви када се примењује и систем са две попречне вођице и систем померања точкова у две равни из разлога смањеног трења у ослонцима и кинематских предности које пружају. Приметно унапређење је и на задњој погонској осовини где се уместо економичних и једноставних крутих осовина све чешће уграђују системи који пружају померање точкова у две равни, [5]. За случај вуче прикључног возила (приколице) поменути систем градње исказује погодности за које је заслужно мало растојање вучне осовине од средишта терета прикључног возила.

Постојећим предностима се могу придодати и минимално оптерећење еластичних ослонаца мотора, равномерно хабање пнеуматика (за шта је заслужна равномерна расподела маса), олакшано извођење система хлађења (агрегат постављен напред директно изложен струјању ваздуха), висок степен искоришћења трансмисије у директном степену преноса, једноставно извођење издувног система (велике дужине) итд.

Поред набројаних предности систем градње возила са мотором напред, а погоним позади поседује и поједине недостатке. Како би се остварила веза између погонског агрегата и погонске осовине користе се зглобни преносници који својим присуством неповољно утичу на организовање простора односно на конструкцију возила. Главни недостатак представља постојање тунела за смештај карданског преносника по средини аутомобила чиме је угрожен путнички простор. Постојање карданског преносника ограничава и величину основног растојања осовина. Приликом преношења великих убрзања у случају наведене градње долази до губитка контроле управљања што може изазвати заносе возила, оваква појава је присутна услед недовољног искоришћења силе пријањања код „празног“ аутомобила нарочито када је возило на снежној или леденој подлози, тада недостаци посматране концепције долазе до највећег изражаја, [22]. Уз претходну тврдњу истиче се и осетљивост на померање тежишта (неравномерне расподеле маса) возила када је оптерећено путницима или теретом што може проузроковати његово непредвидиво понашање, склоност ка губитку стабилности при интензивнијим скретањима (у оштрим кривинама) на клизавој подлози. Када је у питању маса возила, из разлога преношења снаге на већу раздаљину делови су масивнији и бројнији самим тим и тежи. Само карданско вратило са ојачаним подебљаним оклопом (тунелом) уз додатак продужених задњих осовина (полуосовина) ће значајно повећати тежину тако да се маса возила са овом градњом узима као потенцијални недостатак. Повећан број делова директно као недостатак истиче и повећане трошкове изградње односно цене возила због сложености појединих елемената (независно ослањање задње осовине). Овај тип концепције карактеришу и повћани губици снаге приликом њеног преношења од погонског агрегата до погонске осовине. За то су одговорни многобројни елементи преноса као и раздаљина од места извора снаге до погонских точкова што се приписује степену искоришћења трансмисије који варира у зависности од примењене концепције на возилу (слика 15).

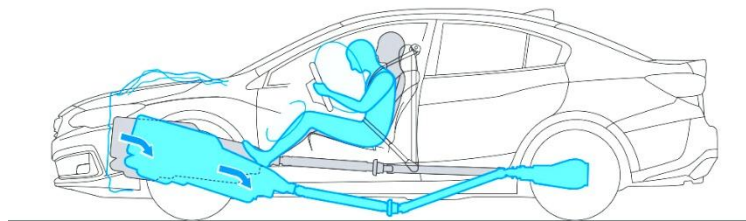


Слика 15. Степен искоришћења трансмисије на возилима различитих концепција [26]

Предности и недостаци концепције возила са мотором напред и погоном позади

Предности описане концепције су:

- могућност уградње агрегата већих запремина (габарита) – више простора на предњем делу возила услед измештања погонске осовине позади тако да просторна ограничења мотора једва да постоје,
- мала оптерећења носача мотора јер се на њима абсорбује само максимални момент мотора увећан за најмањи степен преноса,
- релативно лако се остварује изолација путничког простора од буке и вибрација,
- приликом пуног оптерећења возила долази до повољног концентрисања масе возила на задњу погонску осовину што доприноси бољем пријањању у свим условима као и за случај вуче прикључног возила,
- издувни систем велике дужине (олакшано абсорбовање буке и уградња катализатора),
- у случају чеоног судара конструкција предњег дела возила деформисањем прихвата силу удара, а агрегат се подвлачи испод платформе возила тако да не угрожава возача (слика 16),



Слика 16. Приказ померања агрегата за случај чеоног судара у правцу који не угрожава возача [27]

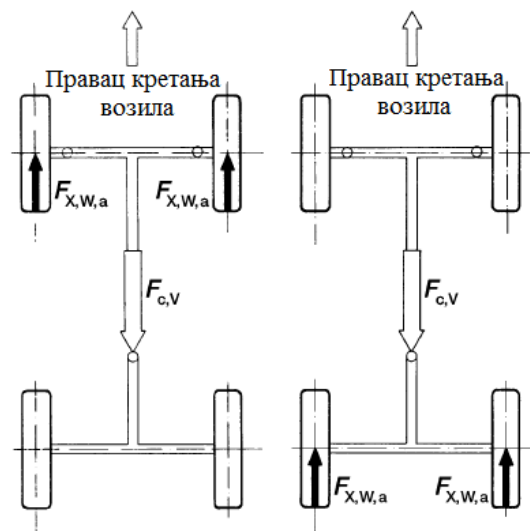
- једноставно и разнолико извођење предње осовине са моћностима комбиновања различитих система ослањања,
- равномерно хабање пнеуматика захваљујући раздвајања функције управљања на предње точкове док су погонски точкови позади,

- једноставано извођење преносног механизма мењача услед повећаног слободног простора и повољног међусобног положаја мењача и командних елемената,
- оптимална ефикасност мењача у директном степену преноса јер се у том случају параметри снаге у мењачком преноснику не трансформишу,
- довољно простора за смештање различитих управљачких механизма,
- повољно извођење система хлађења услед позиционирања хладњака на предњем делу где је директно изложен струјању ваздуха,
- ефикасно грејање простора за путнике (кратак пут загрејаног флуида).

Недостаци су:

- отежано задржавање праволинијске путање што се може отклонити сложеном геометријом управљачке осовине, додатним подешавањима и правилним избором пнеуматика.

За случај погона на предњој осовини однос између погонских сила $F_{X,W,a}$ и силе инерције $F_{C,V}$ је стабилан захваљујући појави да је возило вучено (силе делују једна од друге) док се приликом погона на задњој осовини сила инерције $F_{C,V}$ директно супротставља погонским силама $F_{X,W,a}$ на задњој осовини (силе делују једна према другој) па се у случају минималне разлике између погонских сила на левом и десном точку јавља спрег између погонске и инерцијалне силе који тежи да возило заокрене отежавајући на тај начин стабилно кретање возила по праволинијској путањи (слика 17),



Слика 17. Приказ међусобног положаја погонских сила и силе инерције у зависности од положаја погонске осовине [5]

- растерећена задња осовина у случају малог броја путника што може довести до проклизавања услед недовољног пријањања нарочито у зимским условима и на влажном коловозу. Ова појава се може спречити подешавањем прерасподеле оптерећења на осовини (50%/50%) што међутим није увек могуће, а други начин може бити контролом проклизавања (у случају када дође до проклизавања активира се кочиона сила која стабилизује преношење момента на погонске точкове),
- сложена конструкција задње погонске осовине возила услед комбиновања са независним ослањањем, подшасијом и погонским мостом што уједно проузрукоје и
- смањен пртљажни простор,
- постојање „тунела“ (подужне греде) по средини возила за смештај карданског преносника утиче на смањење путничког простора и комфора док са друге стране ограничава и међуосовинско растојање, [5].

Сумирајући све претходне предности као и недостатке које концепција са мотором напред, а погоном за задњом осовином доноси оправдава се њена широка примена. Наведени тип концепције се сматра једним од најстаријих, и како време одмиче остаје незамењив код возила са озбиљнијим карактеристикама снаге. Иако је овај вид градње присутан на широкораспрострањеним свакодневним аутомобилима његова ужа и значајнија примена је на спортским аутомобилима. За то су заслужне повољне карактеристике преношења обртног момента али и доживљај који пружа возило са задњим погоном приликом узбудљивог савлађивања оштрих кривина уз осећај турбуленције при убрзању.

4.3. Мотор позади погон позади

Нешто ређе примењивана концепција на свакодневним возилима са погоном и погонским агрегатом позади представља посебан изазов за конструктора из разлога њене сложености и компактности коју треба постићи. Овакав вид градње претежно је заступљен у производњи спортских аутомобила, а понекад се примењује и на малим градским аутомобилима пример Рено Твинго СЦЕ 70 (фр. *Renault twingo SCE 70*), Смарт (енгл. *Smart*). Погонски агрегат код ове концепције може бити смештен иза или испред задње погонске осовине. За случај када је агрегат испред онемогућен је простор за путнике позади тако да су овом распореду приврженија двосед возила. Пошто су погон и агрегат на истој страни возила (позади) као предност се истиче кратак пут који обртни момент прелази од места настанка до погонских точкова као крајњег одредишта. Целокупна маса возила са овим видом градње је концентрисана у задњем делу тако да је предња управљачка осовина растерећенија што погодује систему управљања у смислу минималног утршка снаге при заокретању точкова као и систему ослањања предње осовине што га чини једноставнијим. Предност возила која поседују наведену концепцију се огледа и у расподели силе кочења, наиме за посматрани вид градње кочиона сила је повољно распоређена на задњу осовину тако да гарантује стабилније кочење и краћи зауставни пут. Додатне погодности које концепција пружа су и

добра проходност, могућност савлађивања већих успона и преношења већег убрзања (обртних момената) из разлога повољног положаја тежишта у односу на погонску осовину, са конструктивне стране предњи део возила допушта дизајн који ће обезбедити квалитетну прегледност услед повећаног слободног простора напред, као и повољну аеродинамичност. Погледом на наведене предности оправдава се велика заступљеност посматраног вида концепције на возилима са завидним карактеристикама - спортским аутомобилима пример Порше 911 (нем. *Porsche 911*) (Слика 18) међутим гледајући са друге стране у циљу да се обезбеде што повољније карактеристике које би једно спортско возило требало да поседује, нарушавају се поједине способности односно елементи који су иначе на класичним возилима стандардно повољни.



Слика 18. Приказ положаја агрегата на аутомобилу Порше 911 [28]

Међу главне недостатке ове концепције се убраја нестабилно управљање при великим убрзањима - последица растерећења предње управљачке осовине, такође у случају јачих бочних удара ветра возило ће одступати од праволинијске путање. Најбројнији недостаци приказаног вида градње везани су за саму конструкцију возила услед несвакидашњег распореда његових саставних елемената. Почев од саме сложености и цене израде појединих делова (мењачки предносник) па све до положаја који они заузимају на возилу као недостаци се истичу велика разлика у оптерећењу предње и задње осовине (целокупна конструкција концентрисана је у задњем делу), ограничен такоређи смањен простор за пртљаг, неповољан положај резервоара за гориво, платформа пода трпи корекције због простора неопходног за смештај компонената за преношење команди спојнице и мењачког преносника (последица удаљености контролних команди од њихових главних механизма), итд. Позиционирањем погонског агрегата на задњи део возила компликује се остваривање његовог расхлађивања што би значило да је за дату концепцију отежано извођење природног хлађења (агрегат није директно изложен ваздушним струјањима), [5]. Поменути недостатак повлачи са собом измене у конструкцији, изгледу каросерије, елементима расхлађивања што се може одразити на цену као и на повећање буке. Поред хлађења отежано је и грејање унутрашњости кабине из разлога велике дужине елемената преношења загрејаних флуида тако да ова концепција изискује додатни начин грејања. Позиција агрегата позади не одговара ни конструкцији издувног система због умањеног простора односно смањене дужине издувних елемената. Последице краћег издувног система су његово отежано подешавање и регулисање, повећани ниво буке (теже апсорбовање звучних таласа),

повећано напрезање система при поласку и кочењу возила итд. Дигресија везана за буку код издуног система на спортским аутомобилима је да се код таквих возила тежи постизању што робусанијег и оштријег звука који ће скренути погледе пролазника. Код вида концепције на коме су мотор и погон позади са аспекта безбедности у случају чеоног судара постоји шанса да ће путници доживети веће повреде односно да ће се возило више деформисати (постоји опасност од померања – клизања мотора напред), [5]. Као пример се може навести концепција Формуле 1 на којој је мотор позициониран непосредно иза леђа возача и у случају чеоног судара, услед дејства силе инерције постоји опасност од клизања мотора напред угрожавајући на тај начин безбедност возача.

Обзиром на ређу примену и на специфичност типова возила на којима је приказана концепција присутна, она у великој мери успева да на прави начин испуни већину захтева. Као доказ о њеној успешној примени на возилима за свакодневну употребу се може навести пример концепције возила Застава 750 познатије под именом „Фића“. Данас у потпуно другој улази овај вид градње напредком успева да се прилагоди модерним захтевима и да на тај начин задржи једну од водећих позиција међу постојећим концепцијама.

Предности и недостаци концепције возила са мотором и погоном позади

Предности описане концепције су:

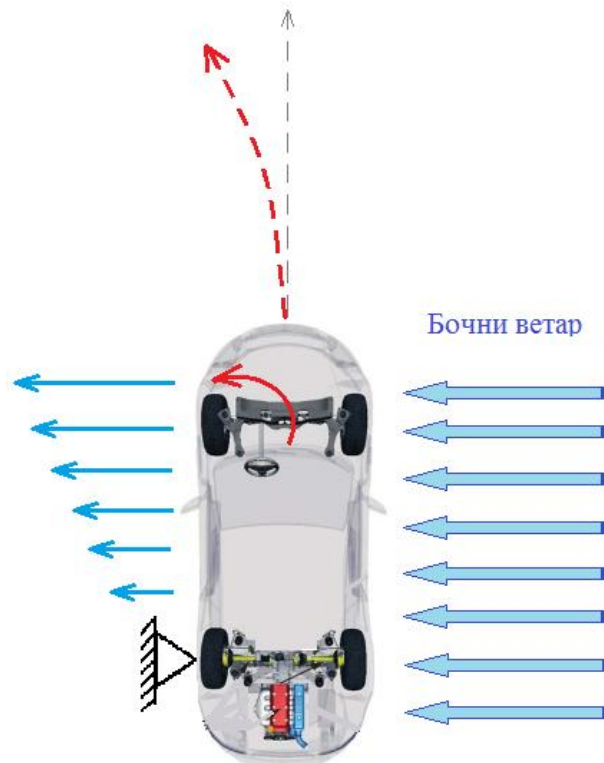
- мали радиус заокретања возила услед једноставног извођења управљачке осовине захваљујући изостанку ограничавајућих елемената на предњем делу који би условили угао заокретања управљачких точкова,
- могућност савлађивања већих успона независно од оптерећења возила из разлога константног оптерећења задње осовине које обезбеђује повољан положај тежишта возила,
- смањени губици снаге услед преношења (на краћем растојању) захваљујући компактној целини (мотор, мењач и диференцијал чине јединствени склоп),
- олакшање управљање услед растерећења предње осовине (потребна мала сила на точку управљача како би се точкови заокренули),
- повољна расподела кочионих сила што произилази из присуства већег оптерећења на задњем делу,
- једноставна монтажа и демонтажа делова као и самог агрегата услед олакшаног приступа и повољног положаја који заузимају на возилу,

Недостаци су:

- умањена способност одржавања праволинијске путање кретања (последица погона на задњој осовини уз додатак растерећене прење управљачке осовине),

- осетљивост на бочни ветар из разлога неравномерне расподеле масе на задњи део

возила па је у том слјучају предња осовина растерећена и подлеже заносу. Пошто је у случају дејства бочног ветра ослонац померен ка задњој осовини силе удара ветра о предњи део возила стварају моменат довољан да заокрену возило око задње осовине (слика 19). Свако заносу предњег дела додатно утиче на стабилност возила јер се скретање од праволинијске путање подстиче тиме што се погон остварује на задњој осовини (последица појаве да је возило гурано),



Слика 19. Приказ деловања бочне силе ветра на возило са мотором и погоном позади [29]

- скретање у завојима на граници стабилности (угао проклизавања задње осовине је већи у односу на угао предње осовине из чега проистиче неповољна надуправљивост – возило има тенденцију кретања по радиусу који је мањи од жељеног),
- отежано управљање на клизавој подлози услед недовољног пријањања предње осовине,
- неравномерно хабање пнеуматика предње и задње осовине (пнеуматици задње осовине су изложени повећаном трошењу),
- оптерећење носача мотора услед преношења обртног момента у свим степенима преноса,

- отежано извођење издувног система услед недостатка простора и условљености дужином његових елемената (посебно у случају уградње катализатора),
- теже остваривање изолације путничког простора од буке мотора,
- сложено извођење преносног механизма мењача услед мањка слободног простора и неповољног међусобног положаја мењача и командних елемената,
- отежано извођење система хлађења мотора чему је узрок сам положај мотора као и дужина водова флуида. Услед изостанка природног струјања ваздуха које је иначе довољно за расхлађивање агрегата напред оријентисане концепције, тај недостатак се код возила са мотором и погоном позади отклања уградњом снажнијег вентилатора хладњака. Међутим за његово покретање је потребно издвојити више снаге што додатно оптерећује агрегат али пошто су губици снаге кроз трансмисију минимални (мотор, мењач и диференцијал чине јединствени склоп) остврује се извесна равнотежа утрoшка енегије,
- Отежано грејање путничког простора услед губитака који се јављају приликом транспорта загрејаног флуида дугачким водовима што може проузроковати потребу за додатним системом грејања путничког простора,
- проблематично позиционирање резервоара за гориво из безбедносних разлога (у задњем делу возила је позициониран мотор - извор топлоте који својом близином угрожава безбедност, док је на предњем делу утицај мотора и загрејаних елемената минималан али је зато очигледан неповољан положај резервоара приликом чеоног судара),
- смањен пртљажни простор - тежња за компактним возилом са мотором и погоном у задњем делу ограничавају дуступан слободни простор, [5].

4.4. Погон на свим точковима

У случају када се снага испоручује на сва четири точки возила, за то возило се каже да припада групу возила са погоном на свим точковима. Концепциски посматрано погон на свим точковима представља насложенији вид градње аутомобила, али обзиром на погодности које нуди сложеност се претерано не доводи у питање. Положај који погонски агрегат заузима на возилима наведене градње може бити различит па се у зависности од концепциске организације поставља напред, позади или пак у средини, а могуће су варијације у односу на подужну осу возила. Ипак најчешће у примени је концепција са мотором постављеним напред. Сам систем погона на свим точковима присутан је у две варијанте такозвани:

- АВД (енгл. AWD, All-Wheel Drive) или систем са „сталним“ погоном на свим точковима (слика 20)
- 4ВД (енгл. 4WD, Four-Wheel Drive, 4x4) или систем са повременим преносом снаге на све точкове



Слика 20. Приказ типа возила са АВД и 4ВД погоном [30]

Систем са сталним погоном на свим точковима најчешће је заступљен на СУВ (енгл. SUV, sport utility vehicle) возилима мада се често среће и на осталим типовима. Таква возила у свом називу углавном носе ознаку која истиче постојање погона на свим точковима (Quattro, xDrive, 4Motion, 4Matic, итд.) Главна одлика овог система је то што се обртни момент током вожње испоручује на све точкове (условно) без могућности његовог контролисања у смислу укључивања или искључивања (изузев код модела возила високе категорије), међутим у различитој мери. Ово је могуће захваљујући диференцијалним преносницима на обе осовине (предња, задња) уз додатак централног диференцијалног преносника који ће у сваком трнутку независно од подлоге омогућити разлику у броју обртаја. Овакав начин извођења погона на све точкове карактерише асиметрична расподела момента по осовинама тако да се једна од осовина (најчешће предња) конструише као главна (стално је активна и преноси више од 50% обртног момента), док се друга користи као помоћна (активира се самостално према потреби).

Веза између предње и задње осовине се може контролисати помоћу:

- конусног средишњег диференцијала са или без ручног одабира укључивања
- торсеновог (енгл. Torsen) средишњег диференцијала са расподелом момента на основу захтева тракције (Слика 21)

- централног диференцијала са планетарним зупчаницима и фиксном расподелом момента уз додатак „виско“ или електромагнетне спојнице која блокирањем диференцијала спречава проклизавање
- електро контролисане ламеларне мулти диск спојнице (енгл. *Multi-disc*) (Слика 16) [5]



Торсен диференцијал

Мулти диск спојница

Слика 21. Приказ торсен диференцијала и мулти диск спојнице [5]

Систем са повременим преносом снаге на све точкове за разлику од претходног подлеже контролисању од стране возача тако да возач одлучује када ће се момент испоручивати на све точкове обзиром да је у уобичајеним условима на возилима са овим типом преноса предвиђена само једна константно активна погонска осовина. То би значило да возило остварује кретање помоћу једне погонске осовине (предња, задња), а да у случају када је то потребно возач командом омогући пренос момента на до тада неактивну осовину. Овакав вид погона на све точкове се назива још и „правим“ или 4x4 погоном из разлога што се момент подједнако преноси на све точкове и на тај начин омогућује максималну проходност. Важно за истаћи је да се приликом активирања погона на све точкове диференцијални преносник закључава односно не врши функцију расподеле момента тако да возило постаје нестабилније при скретању са већом брзином. Посматрано решење погона на све точкове је претежно намењено теренским возилима веће масе са високим клиренсом од којих се очекује велика проходност па је уградња редуктора на оваквим возилима готово неизбежна. Уградњом се постиже смањење (редукција) преносног односа и до 4 пута како би се возило неометано кретало и по најзахтевнијим теренима при свим условима.

Погодности које концепција са погоном на сва четири точка доноси су побољшано пријањање, које се најбоље одражава постизањем већег убрзања односно могућности вожње при отежаним условима као и побољшаним кочењем мотором на низбрдици. Карактеристике управљивости су такође унапређене услед комбиновања добрих особина које поседују возила са погоном напред са онима код возила са задњим погоном. Расподела маса по осовинама је равномерна, смањена је осетљивост на бочни ветар, концепција погодује вучи прикључних возила. Захваљујући резерви снаге и стабилности, возила наведене градње неупоредиво боље прихватају услове клизавог коловоза (услед снега, леда, блата, итд.) и поседују могућност савлађивања већих успона. Обзиром да су сва четири точка активна пнеуматици се на возилима посматране концепције равномерно хабају што је само један од показатеља присутне симетричности међу осовинама.

Како су могућности концепције повећане самим тим она је сложенија, а уједно и скупља па доноси и веће трошкове, већу масу (повећан број делова, механизма) али и потрошњу горива. Обзиром да је економичност односно потрошња горива од великог утицаја на одлуку о куповини возила ова особина одвлачи купце од одабира погона на све точкове. За случај

вожње у идеалним реалним условима (обезбеђено максимално могуће пријањање) возила која не поседују погон на свим точковима могу имати боље карактеристике обзиром на мању масу и мањи број обртних елемената. Услед директне повезаности предње и задње осовине та појава искључује могућност коришћења ручне кочнице у сврху додатног управљања – заокретња (примењено при спортској вожњи), осим у случају сложенијег решења када се активирањем ручне кочнице аутоматски прекида пренос снаге на задњу осовину. Још неки недостаци које погон на сва четири точка доноси су смањена максимална брзина и смањен пртљажни простор.

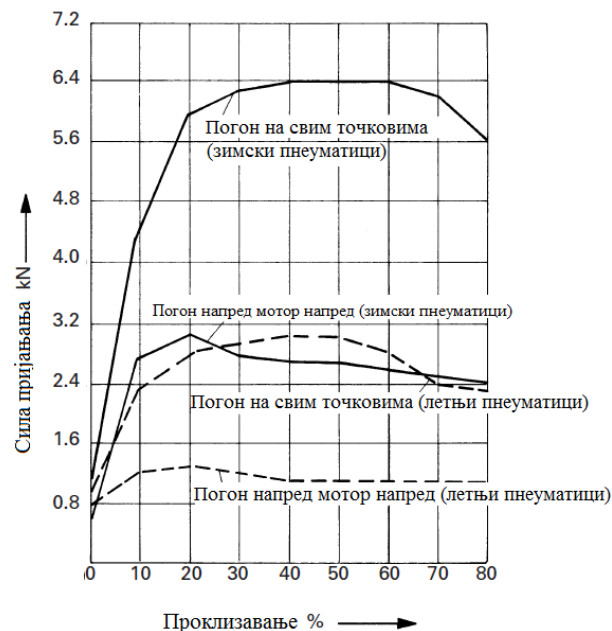
Поред класичних видова извођења концепције са погоном на све точкове постоје и несвакидашње изведбе које поједини модели аутомобила поседују, неки од њих су:

- код Поршеа 911 где је погонски агрегат постављен позади подужно (остатак концепције изведен као у случају када се мотор налази напред)
- агрегат постављен по дужини на предњем делу док је мењачки преносник позади тако да се обртни момент до предње осовине допрема посебним вратилом, типичан представник Нисан ГТР (енгл. *Nissan GT-R*)
- концепција са два агрегата један позади и други напред за сваку осовину посебно, присутно на некадашњем Цитроену 2ЦВ (фр. *Citroën 2CV*) сада већ „олдтајмеру“ [22]

Предности и недостаци концепције возила са погоном на свим точковима

Предности описане концепције су:

- боље пријањање на путу у свим условима (нарочито по влажном коловозу и зимским условима вожње). У поређењу са осталим концепцијама, возила са погоном на сва четири точка остварују знатно веће силе пријањања (слика 22) којима обезбеђују повећано преношење момента и силе кочења на точкове,



Слика 22. Дијаграм силе пријањања у зависности од примењене концепције и типа пнеуматика [5]

- могућност савлађивања већих успона из разлога погона на обе осовине па је зависност од положаја тежишта односно расподеле оптерећења возила занемарива,
- боље убрзање у нижим степенима преноса нарочито код возила са моторима високих преформанси захваљујући преношењу момента на сва четири точка чиме се смањује могућност проклизавања при убрзању,
- већа отпорност на бочни ветар услед равномерне расподеле масе возила,
- резерва стабилности при вожњи на снежној подлози, снежним колотразима,
- боље понашање у случају аквапланинга (управљачки точкови су уједно и погонски чиме је повећана управљивост возила у случају аквапланинга уз подршку погона на задњој осовини који одржава стабилност),
- погодније за вучу прикључног возила из разлога преношења већих момената и бољег пријањања чиме се обезбеђује већа вучна сила али и сила кочења која спречава да возило буде гурано од стране прикључног возила,
- уравнотежена расподела оптерећења по осовинама (елементи преноса снаге на точкове својом масом успостављају баланс – уравнотежавају део возила на коме је мотор са другим делом),
- подједнако хабање пнеуматика (сви точкови остварују тракцију).

Недостаци су:

- повећани трошкови израде услед већег броја саставних елемената и сложеније конструкције,
- за 6 до 10% већа маса возила (елементи преноса снаге на све точкове повећавају укупну тжину возила),
- мања максимална брзина (присуство више елемената преносног механизма на којима се губи снага),
- повећана потрошња горива (аналогно повећаној маси возила и потреби за стварањем веће количине енергије како би се погон остварио на обе осовине),
- непредвидиво понашање при оштрим скретањима (испорука момента на све точкове ствара утицај на управљивост возила),
- смањен пртлажни простор услед присуства елемената преноса снаге на задњем делу возила, [5].

5. Тренд развоја

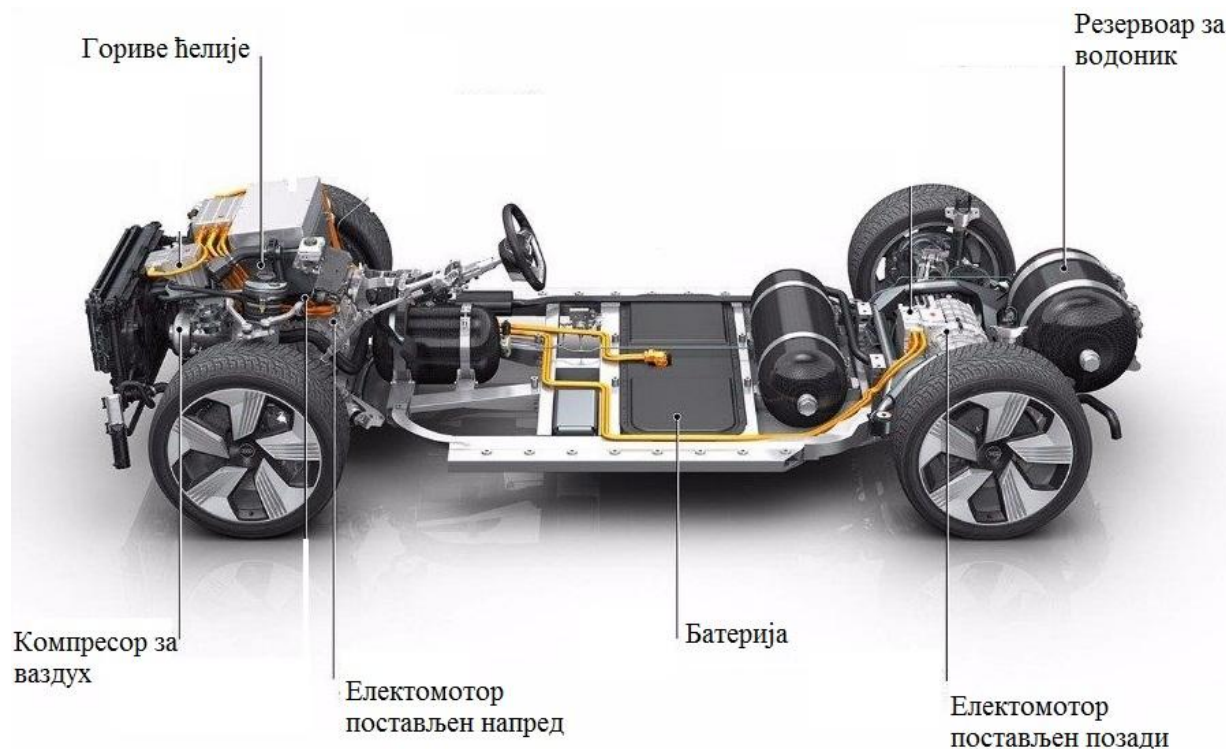
Присуство константне тежње за унапређивањем и модификацијом возила је покретач развоја нових видова градње аутомобила. Како ће се организовати елементи целине зависи од многобројних утицајних фактора са којима се возило у добу којем настаје сусреће. У зависности од степена развијености технологије односно производње возило односно његова концепцијска организација ће бити различита. Прелазак са једне технологије на другу савременију има за последицу бројне промене читавог ланца утицајних чиниоца, тако да поред зависности од научног степена развијености и доступних аутоматизованих производних комплекса човек сам себи поставља ограничења у смислу задовољења потреба које се опет временом мењају и на тај начин представљају живи фактор коме се треба прилагодити.

Аутомобилска индустрија двадесет првог века окренута је према смањењу штетних утцаја својих продуката на околину и живи свет. Обзиром да је бројчано присуство аутомобила у свим земљама достигло максималне вредности делује се на све могуће начине како би се изазвана загађеност смањила у највећој могућој мери. Поред приче о тежњи за здравијим начином превоза провлаче се и предвиђања о доступним резервама енергије горива које наводе да се човечанство не може још дуго ослањати на горива фосилног порекла. Узимајући у обзир два наведена фактора уочава се потреба за променама на конструкцији самих аутомобила изазвана будућим преласком на обновљив извор енергије. Изузев најзначајније промене на самом погонском агрегату, и остатак конструкције возила трпи корекције у мањој или већој мери. Као алтернативни вид погона аутомобила почетком 21. века истиче се електрични и погон на водоник. Први електрични аутомобили се спомињу крајем деветнаестог века да би тек 2010. године први модели доживели масовнију производњу. Концепцијски гледано за електричне аутомобиле поред положаја електромотора и погонске осовине битну улогу има и положај батерије (батерија), обзиром да представља најтежу компоненту возила. Избор између погона на задњој или предњој осовини временом је прерастао у компромисно решење погона на свим точковима према коме су у жељи да задовоље захтеве купаца све више окренути сви произвођачи аутомобила. При остваривању овог захтева значајну погодност имају електрични аутомобили који могу имати по један погонски агрегат на свакој осовини (слика 23) или директно по један електромотор на сваком точку возила.



Слика 23. Приказ концепције електричног аутомобила са два електромотора [31]

Још једна погодност електро аутомобила са стране начина градње је равномерна расподела масе возила. Обзиром да највећи део масе чини батерија њеним позиционитањем се значајно утиче на положај тежишта. Међутим главни проблем батерија иако се значајно напредовало на том пољу је њихово време пуњења. Без обзира на дистанцу коју возило може прећи са једним пуњењем провлачи се чињеница да је за поновно допуњавање потребно издвојити значајно време. Из тог разлога присталице возила са погоном на водоник фаворизују своје решење за „зеленију“ будућност. Концепција возила погоњена водоником у многome не одступа од концепције електро аутомобила обзиром да је струја односно електро мотор главни покретач (слика 24).



Слика 24. Приказ примера концепције аутомобила погоњеним на водоник [32]

На електро аутомобилима, али и на више присутним аутомобилима са СУС моторима електричне компоненте су заступљене у огромној мери тако да се уочава одсуство бројних механичких елемената. Развојем је достигнут ниво на коме софтвер преузима одговорност над већим делом возила док возач постаје путник без или са минималном могућношћу да контролише возило. Да би се ово постигло потребна је непогрешива веза између комуникације електроуправљаче јединице са свим командним портовима који су концепциски прилагођени констукцији возила. Из наведеног произилази делимично јасан тренд развоја путничких аутомобила који подразумева креирање паметног возила које ће вештачком интелигенцијом одстранити потребу за возачким способностима у циљу постизања веће безбедности. Иако аутономно возило оставља утисак далеко достижног или сувише компликованог система његова основа је и даље базирана на концепциском планирању и док год четири точка буду задужена за преношење кретања одступања од давно постављених видова граде неће бити револуционарна.

Концепције нових модела возила засноване су на унапређењу њихових спецификација уз додатак захтева и ограничења којих се требају придржавати попут тренутних и будућих законских одредби, преференција купаца али и тренда које друштво поставља. Главне измене на долазећим концепцијама тичу се унапређења:

- активне и пасивне безбедности
- унутрашњих и спољашњих димезија, слободног путничког и пртљажног простора
- ергономије, једноставности употребе
- аеродинамике
- возних карактеристика
- погонског склопа
- динамичких преформанси
- доступне снаге
- потрошње, економичности
- прецизности и сигурности приликом руковања
- изолације од вибрација и буке
- удобности вожње
- опреме
- тежине (употреба савремених материјала у циљу смањења тежине)
- компатибилности дизајна (модуларности)
- могућности рециклаже након престанка употребе
- стајлинга
- поузданости
- трошкова набавке и одржавања возила [2]

За унапређење активне и пасивне безбедности задужени су све бројнији системи и опрема која долази у пакету са новим композицијама возила. Кључна ставка модерних система безбедности на возилима је информација којом системи детектују потенцијалне опасности или њима делују на отклањање већ насталих незгода. Будући развој система активне безбедности заснован је на комуникационим технологијама помоћу којих ће се остварити веза између возила. Информације попут застоја на одређеној деоници, гужви, клизавом коловозу или о насталим незгодама, возила са уграђеним системима ће међусобно размењивати и упозоравати возача на потенцијалне опасности. Осим на међусобну комуникацију возила, развој је усмерен на остваривање интеракције са околином односно саобраћајним објектима али и установама значајним за очување безбедности.

Захтев за простором код возила представља једну од кључних ставки којом је концепција условљена. Без обзира о ком концепту аутомобила је реч, да ли су то возила већих габарита или мали компактни аутомобили, простор унутрашњости се у оба случаја се пројектује за особе исте конституције. Очигледна је тежња за постизањем што већег слободног простора уз усклађивање унутрашњости возила са возачевим и потребама путника. Димезије спољашњости возила у будућности остају прилагођене законским одредбама док величина пртљажног простора наставља тенденцију за проширењем.

Ергономија возила подразумева његову оптималну прилагођеност човеку, тежња је окренута ка оптимизацији односа човек – машина односно прилагођавању интерфејса возила потребама возача. Повећањем броја секундарних функција возила то јест функција

које нису у директној вези са основним задатком вожње, јавља се потреба за поједностављењем њиховог руковања. Захваљујући развоју микро електронике најављена је нова ера којом су у потпуности подржане секундарне функције возила. Како се овом повећању функционалности не назире крај (функције за забаву, систем помоћи возачу, итд.), на возилу се развијају нови облици интеракције човека и машине што подразумева мултифункционални приказ и рад са екранима. Будући да је екран централни контролни елемент нових концепата, његова рад мора бити доследно оптимизиран. Развој је усмерен ка остваривању циља руковања са минималном пажњом, повећању броја контролних јединица које не захтевају поглед, смањењу укупног броја контролних тастера (додељивање више улога једном тастеру), и њиховом правном позиционирању.

Долазећи модели аутомобила поред фокуса на постизање што повољније аеродинамичности са перђашњим моделима деле и проблем усклађивања техничких захтева са захевима купаца у погледу спољашњег изгледа. Зависност од укуса купаца отежава покушај експлоатације возила са побољшаним аеродинамичким карактеристикама. Да би обезбедили повољну аеродинамичност нови модели возила теже што повољнијем струјању ветра на предњем делу. Ово се постиже дизајнирањем благих прелаза на предњем делу каросерије, повећањем нагиба ветробранског стакла (узимајући у обзир видљивост) и лучним извођењем крова возила са константном закривљеношћу. На задњем делу возила потребно је остварити јасно дефинисано струјање уз одвојеност протока без појаве вртложења ваздуха што се може постићи прикладним нагибом задњег дела зависно од конструкције возила.

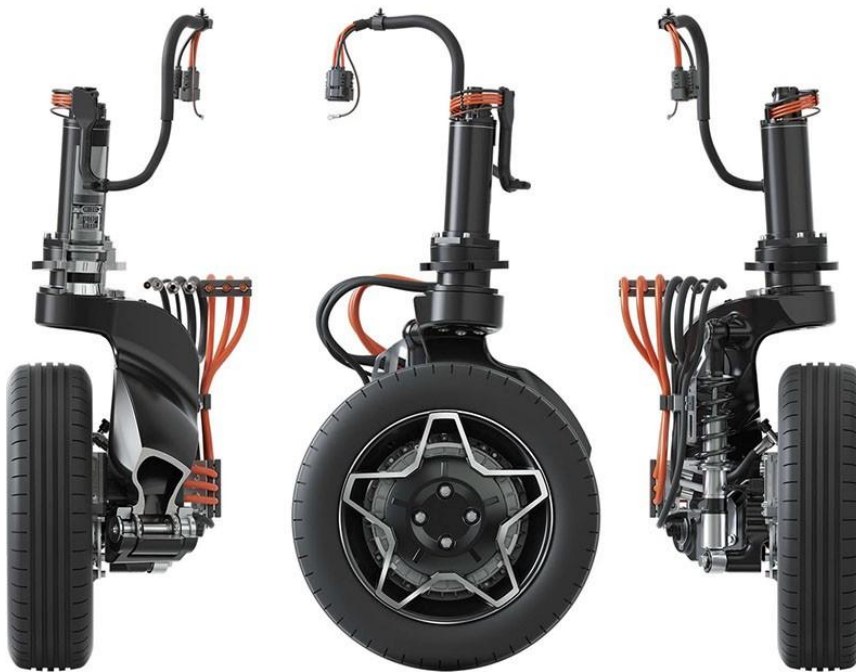
Унапређење возних карактеристика постиже се уградњом мотора развијених у складу са модерним технологијама, стога нека од решења су све популарнији електромотори или хибридни мотори који комбинују изворе енергије. Електромоторима је својствен повољан обртни момент у свим режимима рада што за последицу има добру вучу као и остваривање великог убрзања док се код СУС мотора максимални момент реализује при одређеном режиму рада. Због тога су електромотори савршен додатак СУС моторима који трпе због неефикасности изван оптималног радног подручја.

Један од најамбициознијих циљева у аутомобилској индустрији је увођење електричног управљача на новим концепцијама. Ово подразумева управљање возилом без механичког стуба управљача чији је неповољан утицај везан за конструкцију и позиционирање делова мотора и трансмисије, дизајн возила али и за безбедност возача приликом судара. Електрично потпомогнут систем управљања омогућава возачу додатну асистенцију што може допринети стабилнијој вожњи, већој безбедности (упозорење за одлазак ван траке – већи отпор или подрхтавање на управљачу) такође као корист електричног управљања истиче се и помоћ при паркирању или могућност паркирања без икаквог ангажовања возача. Постојање чисто електричног система управљања је дискутаблино из безбедносних разлога, јер у случају његовог отказа возач се мора ослонити само на систем кочења. Стога је и законски обавезно да управљачки системи не смеју имати никакве чисто електричне или пнеуматске уређаје па је пред произвођачима аутомобила одговоран циљ да докажу сигурност у њихове системе што би даље проузроковало евентуалне законске промене. Недостатак електричног управљања је одсуство повратних информација са коловоза јер је управљач механички одвојен. Овај недостатак се може надокнадити системом симулације реакције подлоге што захтева уградњу додатних делова и повећање укупних трошкова. Додатно будуће унапређења система управљања би било ангажовање задње осовине за

обављање задатка управљања чиме би се додатно смањio радиус заокретања, повећале маневарске способности (корисно приликом паркирања) и омогућила хитрија замена траке.

Нешто повољнија ситуација је је код система кочења где је електрично потпомогнут систем кочења у већој мери остварив. Сила кочења се код ових система дистрибуира електро хидрауличним елементима, тако да је положај кочионе папуче електрично бележен, а сила кочења се преноси посредно серво уређајима. У случају отказа на електричном систему омогућена је директна веза између педале кочнице и кочионог цилиндра. Главни недостатак овог система је потреба за повећаном количином електричне енергије што ствара додатно оптерећење њеног извора.

Точкови аутомобила би у будућности могли имати потпуно другачију улогу од данашње, а за то су одговорни новоразвијени системи који треба у склопу точка да обезбеде погон, вешање, управљање, кочење и да на тај начин замене класично изођење поменутих система. Један од таквих система је еКорнер (енгл. *eCorner*) (слика 25) чија је примена посебно значајна на електричним возилима.



Слика 25. Приказ примера еКорнер система [33]

Електромотори директно постављени на точковима остварују жењено убрзање, али и успорење када добијају улогу помоћне кочнице и енергију кочења користе за допуњавање батерија. Систем вешања је тако изведен да се губи потреба за зложеним механичким огибљењима са опругама под притиском, док електроника преузима главну улогу. Пригушни елементи пуњени флуидом са магнетним честицама које се групишу и ограничавају силу пригушења омогућавају подешавање и прилагођавање система ослањања

различитим условима вожње што је само један од низа погодности које овај систем пружа, а који се пренео и на стандардне системе ослањања. Долазећа могућност појединачног заокретања точкова овог система настоји да обезбеди прецизније и једноставније управљање са повећаним маневарским способностима, [34].

Тренд развоја који одређује структуру и дизајн возила има предиспозиције да створи нову глобалну поделу структуре возила на две потпуно одвојене целине. На основу већ развијених концепата, будућа производња возила може наставити развој посматрајући возило као склоп две целине од којих је једна самоходна шасија, а другу чини простор за путнике са уграђеним елементима за управљање и контролу. Ово би омогућило међусобно независан развој целина из чега би се комбинацијом различитих надградњи са шасијском основом која у себи садржи све неопходне погонске елементе (мотор, трансмисију, компоненте ослањања, итд.) створиле многобројне комбинације модела возила. Поред предности модуларизације, монтаже, смањења укупних трошкова и уштеде времена, развој овог система доприноси и једноставнијем одржавању возила али и подстиче стратегију стандардизације компоненти. На тај начин могуће је да се за различите концепте возила користи механички идентична, али различито координирана шасија. Комбинација погона и шасије резултира ниским положајем тежишта возила, раваним склопом пода, а са тим у вези допушта и велику слободу дизајна унутрашњег простора. Предуслов за постизање ових предности је посебно густа структура у подној шасији са минимално слободног простора и постизање одвојености сложених механичких веза између возача погона и шасије. Кључне ставке неопходне за развој ове технологије су потпун електро погон, и контрола уређаја и система на возилу путем „жице“. Неки од представника овог концепта су Тојота Фајн (енгл. Toyota Fine) и Џенерал моторс са моделом Хај - ваир (енгл. General Motors, GM Hi wire). Подршку иновативним технологијама дала је и америчка фирма Трекса (енгл. Trex) својим концептом возне платформе над којом други произвођачи могу креирати путнички простор према жељеном дизајну (слика 26), [22].



Слика 26. Приказ платформе која омогућује различите видове надградње произвођача Трекса [22]

Социјално стање друштва може у будућности имати занчајан утицај на конструктивни развој аутомобила. Ово се манифестује све мањом потребом за породичним аутомобилима обзиром да се најразвијеније земље које диктирају трендове суочавају са проблемом депопулације. На тај начин се популаризују аутомобили мањих габарита типичан пример „Купе“ возила. Развој аутомобила све више је усмерен ка очувању безбедности и тај тренд ће се наставити увођењем нових система на возилу, изменама на самој конструкцији и интеракцијом возила са возачем као и околином. Да тржиште диктира путању развоја ауто индустрије може се увидети и из податка да се у Немачкој током 2017. године појавило преко 150 нових возила од којих су 35 СУВ модели (израито популарни данас), 5 хибрида и 6 нових модела са електро погоном. Тренд развоја се са класичних типова лимузина, „хечбек“- ова и каравана преселио на СУВ и крос овер (енгл. *Cross over*) моделе возила из чега произилази њихов оправдан раст од 30% на Немачком тржишту, док је широм Европе у периоду од 2010. до 2016. године забележена и до пет пута већа продаја ових модела. Интересантан је податак да се код кабриолет возила забележио сличан раст продаје након што је кров изведен као тврда склапајућа конструкција отклонивши на тај начин недоумице везане за дотадашњи „гужвајући“ кров, међутим популарност ових модела последњих година бележи значајно стагнирање. Програм заштите животне средине утицао је на Немачку, па је њен циљ да 2020. годину заврши са милион електричних возила на улицама. Концепцијски посматрано очекује се да ће удео производње економичних возила са мотором постављеним напред попречно и погоном на предњој осовини на укупном глобалном нивоу доживети пораст са 75 на 80%. Уједно се предвиђа смањење удела већих премиум модела возила са предњим уздужним мотором и задњим погоном са 16 на 14 % док ће удео њихових верзија са погоном на све точкове порасти за 6%, а укупан удео возила са погоном на сва четири точка ће бити између 14 и 15 % широм света, [22]. Свеобухватно гледано стиче се утисак да предстојећи период представља прекретницу за аутомобиле и да ће исчекиване промене заживети и створити нову еру унапређених и модервизованих конструкција возила спремне да испуне све ригорозније захтеве који се пред њима постављају.

6. Закључак

Концепција путничких возила обухвата уређење и организацију свих његових саставних елемената међу којима мотор односно положај мотора у односу на погонску осовину дефинише главне карактеристике које ће возило имати.

У основи се разликују четири најзаступљеније концепције путничких возила у зависности од међусобног положаја мотора и погонске осовине:

- погон напред мотор напред
- погон позади мотор напред
- мотор позади погон позади
- погон на свим точковима

Предности и недостаци које концепције возила са собом носе директно одликавају процентуално присуство одређеног типа концепције, што би код концепције путничких возила као најповољнији тип концепције истакло возила са погоном и мотором напред.

Развој концепције усмерен је ка стварању модуларних елемената возила, побољшању возних карактеристика, прилагођавању потребама возача, постизању повећања економичности и отклањању негативних утицаја на животну средину.

Евидентно постојање могућности за унапређењем захтева од концепције потребу за прилагођавањем и довољно просторног ресурса уз издвојен кутак за компјутеризоване системе вештачке интелигенције који преузимају главну улогу уједињења концепта возила.

7. Литература

[1] https://www.paragraf.rs/propisi/pravilnik_o_podeli_motornih_i_prikljucnih_vozila_i_tehnickim_uslovima_za_vozila_u_saobracaju_na_putevima.html

Пристапљено 29.10.2019.

[2] Hans Hermann Braess, Ulrich Seiffert, Vieweg Handbuch Kraftfahrzeugtechnik, Springer Fachmedien, Wiesbaden, 2013.

[3] Драгана Сударевић, Ана Козић, Утицај алтернативних горива у моторима СУС на очување животне средине, Фестивал квалитета, 32 Национална конференција о квалитету Крагујевац, 2005. стр. Н-203

[4] Gilbert M. Masters: "Renewable and Efficient Electric Power Systems" John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey, 2004.

[5] Jörnсен Reimpell, Helmut Stoll, Ing. Jürgen W. Betzler, The Automotive Chassis, Butterworth-Heinemann, Woburn, 2001.

[6] <https://imgv2-1-f.scribdassets.com/img/document/188922105/original/19b629aa55/1580382189?v=1>

Пристапљено 29.10.2019.

[7] <https://www.mechanicalbooster.com/wp-content/uploads/2017/12/drum-brakes-vs-disc-brakes.png>

[8] Јован Дорић, Ненад Познановић, Драган Ружић, Борис Стојић, Друмска возила, Факултет техничких наука, Нови сад, 2014.

[9] <https://www.daimler.com/company/tradition/company-history/1885-1886.html>

Пристапљено 03.11.2019.

[10] <https://www.daimler.com/bilder/konzern/tradition/geschichte/anfaenge-des-automobils/benz-patent-motorwagen-w768xh384-cutout.png>

Пристапљено 04.11.2019.

[11] <https://i.pinimg.com/originals/19/98/26/19982667614b1c877d7f08c40a052bbf.jpg>

Пристапљено 05.11.2019.

[12] https://web.archive.org/web/20061012221605/http://www.tatra.demon.nl/cars_history_T77_T77A.htm

Пристапљено 06.11.2019.

[13] https://live.staticflickr.com/150/375410060_cd6904c190_z.jpg

Пристапљено 08.11.2019.

[14] <http://istorijaautobobilizma.blogspot.com/2013/06/istorija-automobila.html>

Пристапљено 10.11.2019.

[15] https://s31.wheelsage.org/format/picture/picture-thumb-medium/prochie/societe_parisienne_2_1_4_hp_victoria_combination/autowp.ru_prochie_societe_parisienne_2_1_4_hp_victoria_combination_3.jpg

Пристапљено 17.11.2019.

[16] <https://historics.azureedge.net/cache/f/c/f/a/9/5/fcfa95cea661d532dd3d3a4c299327253d4696fc.jpg>

Пристапљено 19.11.2019.

[17] <https://ateupwithmotor.com/terms-technology-definitions/macpherson-strut-history/>

Пристапљено 20.02.2020.

[18] https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f0/Dynamixion_car_by_Buckminster_Fuller_1933_%28side_views%29.jpg/400px-Dynamixion_car_by_Buckminster_Fuller_1933_%28side_views%29.jpg

Пристапљено 19.11.2019.

[19] https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/85/1896_Panhard_Levassor_of_Emile_Mayade_-_Winner_of_Paris_Marseilles_Paris_-_GG.jpg

Пристапљено 20.11.2019.

[20] https://3.bp.blogspot.com/-G95JOzG0Mbo/WDiQVfTv3TI/AAAAAAAAHO8/ZZILkIeHSpMoiNrPpVgCC3TVdPKd3_tgACLCB/s1600/1967_news_panhard_panoramique_x73_1934.jpg

Пристапљено 20.11.2019.

[21] https://tractors.fandom.com/wiki/Automobile_layout

Пристапљено 03.12.2019.

[22] Metin Ersoy, Stefan Gies, Fahrwerkhandbuch, Springer Fachmedien, Wiesbaden, 2013.

[23] https://global.toyota/en/corolla50th/history/by_the_numbers/

Пристапљено 22.02.2020.

[24] <https://s1.thingpic.com/images/eb/9WGTGNYqpHC5eEjU6aCJ8zWs.jpeg>

Пристапљено 22.02.2020.

[25] <https://image.slidesharecdn.com/vehicleloadtransferpartiidec17-171223192408/95/vehicle-load-transfer-part-i-iidec17-61-638.jpg?cb=1514223592>

Пристапљено 30.11.2019.

[26] https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn%3AANd9GcSGhZZB9wG9j-0kG_O-qg61_bSlQ9u-HB4awm9Acpz-AYIV1Vv&usqp=CAU

Пристапљено 24.02.2020.

[27] https://www.subaru.ca/Content/7907/Media/General/webimage/2020/Impreza/2020_Impreza-safety-Breakaway-Engine.jpg

Пристапљено 24.02.2020.

[28] <https://editorial.pxcrush.net/carsales/general/editorial/ge5193716011894463880.jpg?width=825&height=550>

Пристапљено 05.12.2019.

[29] <https://www.g-wonlinetextbooks.com/cdn-logged-out/www.g-wonlinetextbooks.com/cdn-1,496,420,255,536/modern-automotive-technology-2014/51.jpg?zoomfactor=1>

Пристапљено 06.03.2020.

[30] <http://sgws.subaru.no/assets/files/66/53fbad1f344a59aa39f9f0780aa3b6.jpg>
<https://www.suzuki.co.nz/Images/Assets/573665/23/>

Пристапљено 10.12.2019.

[31] <https://cdn.arstechnica.net/wp-content/uploads/2017/04/Small-2701-Audie-tronSportbackconcept-1440x1018.jpg>

Пристапљено 17.12.2019.

[32] https://demo.idg.com.au/idgns/images/b8a73b4020-dc071cef16-a160170_large-100637613-large.jpg

Пристапљено 19.12.2019.

[33] https://se-image.s3.amazonaws.com/image/145431/1_4.jpg

Пристапљено 19.03.2020.

[34] Oliver S. Kaiser, Heinz Eickenbusch, Vera Grimm, Axel Zweck, Zukunft des Autos, Zukünftige Technologien Consulting der VDI Technologiezentrum, Düsseldorf, 2008.