

**Факултет инжењерских наука
Универзитета у Крагујевцу**



Назив студијског програма: Аутомобилско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Аутомобилско инжењерство

Предмет: Пројектовање моторних возила

Број индекса: 406/2015

Мијаиловић Г. Лидија

Идејни пројекат возила МЗ/СІ

мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. **Др Јованка Лукић, проф. -ментор**

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог мастер рада кандидат треба да:

- анализира развој путничког возила МЗ/СІ
- анализира тржиште наведене класе и намене
- да предлог концепције возила усвајајући конкретне агрегате
- усвоји димензије возила, позиције појединих агрегата, смештај возача и путника,
- изврши проверу вучно-брзинских карактеристика
- пројектује радно место возача
- у програмском пакету Рамзес нацрта силуету возила и контуре радног места возача за популацију возача по сопственом избору и да одреди видно поље возача

Препоручена литература:

- [1] Демић М., Дилигенски Ђ.: Теоријске основе пројектовања аутобуса, Машински факултет у Крагујевцу, Крагујевац, Београд 2003.
- [2] Bub H. et all: Automobilergonomie, Springer Vieweg, 2015
- [3] <https://www.unece.org/trans/main/wp29>

Крагујевац, 27.02.2017.

ментор:

Др Јованка Лукић, проф.

Захвалница

Током израде овог рада наилазила сам на низ проблема, заправо неодлучност, па бих стога посебно захвалила свом ментору на разумевању, подрици и корисним саветима.

Такође се захваљујем својим пријатељима и колегама који су ме подстицали на рад и били ми од велике помоћи током студирања. На крају, највеће хвала мојој породици на бескрајној подрици током читавог школовања.

Крагујевац 2017.

Лидија Мијаиловић

САДРЖАЈ

1. УВОД	8
2. ФАЗЕ ПРОЈЕКТОВАЊА АУТОБУСА	11
2.1 Пројектни задатак	13
2.2 Идејни пројекат	13
2.3 Главни пројекат	15
2.4 Разрада документације и израда прототипова аутобуса	16
2.5 Испитивање прототипова аутобуса	16
3. ЗАКОНСКА РЕГУЛАТИВА.....	17
3.1 Извод из правилника о подели моторних возила.....	17
3.2 ЕСЕ Правилници и ЕЕС Директиве	24
3.3 SRPS Стандарди	25
4. АНАЛИЗА КОНКУРЕНТСКИХ МОДЕЛА	27
4.1 Iveco Daily Sunrise	28
4.2 Mercedes Benz 516 Sprinter Cabrio	30
4.3 Volvo B9TL	31
4.4 Ayats Bravo I R City.....	33
5. ДЕФИНИСАЊЕ ПАРАМЕТАРА КАРОСЕРИЈЕ АУТОБУСА	34
5.1 Усвајање каросерије и шасије за возило М3/С1	35
6. ИЗБОР ПАРАМЕТАРА ПОГОНСКЕ ГРУПЕ ВОЗИЛА КАТЕГОРИЈЕ М3/С1.....	38
6.1 Избор мотора	38
6.1.1 Избор преносних односа у главном преноснику	41
6.2 Избор мењачког преносника	42
6.3 Избор погонског моста	43
6.4 Избор система за ослањање.....	45
6.4.1 Ваздушно ослањање	47
6.5 Систем за управљање.....	47
6.6 Систем за кочење	50
6.7 Систем грејања, вентилације и климатизације.....	52
6.8 Пнеуматици.....	52
6.8.1 Управљање пнеуматичима	54
7. УСВАЈАЊЕ ДИМЕНЗИЈА ПРОЈЕКТОВАНОГ ВОЗИЛА.....	55
8. ОСНОВИ ЕРГОНОМИЈЕ АУТОБУСА.....	57
8.1. Основи антропометрије и физиологије.....	58

8.2 Капацитет места у аутобусу	65
9. РАЧУНСКА ПРОВЕРА ПЕРФОРМАНСИ ВОЗИЛА	66
10. ЕРГОНОМИЈА РАДНОГ МЕСТА ВОЗАЧА И ПРОЈЕКТОВАЊЕ У ПРОГРАМСКОМ ПАКЕТУ САТИА	75
11. ЗАКЉУЧАК	80
12. ЛИТЕРАТУРА.....	81

Резиме

У раду је приказан поступак пројектовања путничког моторног возила категорије M3/CI. У уводном делу рада приказан је историјски развој отворених туристичких аутобуса, првенствено намењених за разгледање града, а касније и у маркетиншке сврхе. У следећем поглављу приказан је поступак израде идејног пројекта возила као и његове фазе. Анализирана је законска регулатива која се односи на ову категорију возила. У следећем поглављу извршена је анализа тржишта и приказани су конкурентски модели из категорије пројектног возила. Дефинисани су параметри каросерије возила, погонска група, као и остали системи на возилу. Такође су приказане усвојене димензије возила, као и његов технички цртеж. Извршена је рачунска провера перформанси мотора, односно вучно-брзинских карактеристика мотора. На крају рада приказан је изглед радног места возача, моделираног у програмском пакету Catia и у програмском пакету Ramses одређено је видно поље возача.

Кључне речи: *пројектовање возила, категорија M3/CI, провера перформанси, радно место возача*

Summary

In this work, there were presented a method of designing a passenger vehicle M3/CI. Introduction part of the paper shows the historical development of open tourist buses, primarily intended for sightseeng and later for marketing purposes. In the next section shows the process of making the preliminary design of the vehicle and its phases. We analyzed the legislation that applies to this category of vehicles. In the following analysis was performed and the market competitive models are shown in the project group. Defined the parameters of the vehicle body, powertrain and other vehicle systems. Also shown are adopted dimensions of vehicles as well as his technical drawing. Carried out the computational performance check engine or traction-motor speed characteristics. At the end of the paper the layout of the workplace driver, modeled in the Catia software and the software package Ramses determined by the driver's field.

Key words: *designing vehicles, categories M3/CI, checking performance, job driver*

1. УВОД

Почетак развоја аутобуса се везује за GoldwothyGurney-a, који је у Великој Британији реализовао поштанске кочије на парни погон. У Немачкој је урађен први аутобус са осам седишта, који је користио погон једноцилиндричног мотора снаге 4-6 KS. Аустроугарска фирма Austro-Daimler је 1903. године произвела омнибус са четвороцилиндричним мотором од 8 KS и четворостепеном трансмисијом.

До 1920. године, градња аутобуса је вршена на шасијама камиона и то су, најчешће, били школски аутобуси. Специјално развијена шасија аутобуса реализована је 1922. године у САД, фирма „Faregol Safety Coach Company“. Овај аутобус је имао веће осно растојање, за једну стопу нижу шасију од камиона, шире степенице и мотор у предњем делу возила. Иста фирма је 1926. године је развила интегралну структуру (кров, странице и под) са удвојеним моторима између осовина, испод пода. Даљи развој аутобуса се везује за САД, где је мотор са унутрашњим сагоревањем коришћен за погон електричног генератора, а овај снабдевао електричном енергијом електромоторе који су били смештени у задњим точковима. Овај електрични погон је био у функцији трансмисије. Треба напоменути да је прва дуголинијска аутобуска возња везана за 1928. годину и САД.

Прва уградња мотора у задњи део аутобуса је остварена 1931. године, на интегралној шасији. Двотактни дизел мотор је први пут уграђен 1938. године. а ова концепција је остала у експлоатацији све до краја седамдесетих година прошлог века.

Значајан напредак у развоју аутобуса везује се за 1953. годину, када ваздушни систем за ослањање налази први пут примену. Овај систем се данас претежно користи код савремених аутобуса, јер обезбеђује бољу вибрациону удобност и понашање аутобуса при промени статичких оптерећења. Година дана касније је карактеристична за почетак примене троосовинских аутобуса и удвојене точкове.

У циљу повећања продуктивности, савремени аутобуси имају и двоспратна извођења, посебно у Енглеској. Почетком седамдесетих година долази до поделе аутобуса према намени. Тада се појављују градски, међуградски, школски и туристички аутобуси.

Карактеристике градских аутобуса су могућност постизања већег убрзања, мање максималне брзине, лака и честа промена степена преноса, низак под са олакшаним улазом и излазом путника, већим бројем врата и већим бројем места за стајање. Положај мотора је врло различит, али је код новијих концепција најчешће у задњем делу препуста. Међуградски и туристички аутобуси имају веће максималне брзине, удобнији смештај путника, а код туристичких и побољшано видно поље. за школске аутобусе је карактеристична њихова повећана безбедност.

На крају се указује на чињеницу да савремени аутобуси доживљавају веома брз развој и да они по својим карактеристикама веома мало заостају за путничким моторним возилима ниже и средње класе, јер код њих примену налазе најсавременији

системи за аутоматизацију (ABS, ASR, ASC, полуактивно ослањање, климатизација путничког простора, сервоуправљач, аутоматска трансмисија и сл.).

Аутобус има широк спектар примене, од линијског саобраћаја у граду, до захтеваних туристичких путовања. На концепцију градње аутобуса има утицај више фактора: намена аутобуса, дужина, висина, висина пода, начин градње шасије, положај мотора итд.

Према дужини аутобусе можемо поделити на:

- минибус-дужине до 6,5 m и минибус од 6,5-10 m различитих капацитета,
- велики аутобус-дужине 10 до максимално 12 m (код градских аутобуса капацитет до 115 путника),
- мегабус-дужине до 15 m (код градских аутобуса капацитет је до 140 путника),
- зглобни аутобус-дужине до 18 m (капацитет код градских аутобуса до 180 путника).

Градске аутобусе према висини пода можемо поделити на:

- високоподне (700-950 mm),
- средњеподне (500-650 mm) и
- нископодне (320-400 mm) [1].

У развоју градских аутобуса постоји тенденција ка смањењу висине пода, чиме се олакшава улаз и излаз путника у аутобус и смањује време уласка и изласка путника. Нископодни аутобуси немају степенике на улазно-излазним вратима, већ се улази директно у путнички простор аутобуса. Посебно низак под, као и под по целој дужини у истој равни, постиже се код аутобуса са електромотором или магнетним погоном [1].

Отворени аутобус је аутобус, обично али не искључиво двоспратни аутобус који је изграђен без крова. Ранији аутобуси су изграђени без крова, али у скорије време они се праве без крова само за туристичко разгледање.



Слика 1. „Leyland Titan“ отворени аутобус у Девону (Енглеска) [3]

До 1920. година већина, ако не и сви двоспратни аутобуси су изграђени без крова на горњем делу (слика 1). Отворени аутобуси се сада првенствено користе као туристички аутобуси за разгледање у градовима, селима, као и њихове знаменитости. Они често укључују специјалне информације, опрему и обично су шарени.

Отворени аутобуси се користе у неким регионима као редован јавни превоз у топлим климатским условима, или као сезонски превоз у умереним климатским условима. Сезонски превоз је често у приморским или у приобалским градовима. Такође се користе за параду спортских екипа када победе на значајним такмичењима.

Модерни отворени аутобуси (слика 2) су на располагању данас са више осовина и нископодни су, са једноставним приступом функцијама, као код градских нископодних аутобуса. Отворени део у оваквим аутобусима може да има кров делимично или да нема уопште. На отвореном делу неких аутобуса може да се „навуче“ кров због лоших временских услова [3].

Разгледање града овим аутобусима је постало популарно током 1970. година у Лондону. Познате лондонске фирме које имају отворене аутобусе за разгледање града су „London Transport“, која је основана 1986. године, „London Coaches“ основана 1992. године, „The Original Tour“ основана 1997. године, „Golden Tours“ основана 2012. године.

„City Sightseeing“ је највећа светска компанија за разгледање града. Она пружа услуге у више стотина градова широм света. Аутобуси су туристичка атракција путовања, а опремљени су звучницима (слушалицама) преко којих се репродукује глас водича на више језика [4].



Слика 2. Отворени једноспратни аутобус „City SightSeeing“ [2]

У Европи, као и у свету, градски аутобуси су у употреби већ дуги низ година. Неки од познатијих произвођача градских аутобуса су: "Mercedes-Benz", "MAN",

"IVECO", "Renault", "Volvo", а што се тиче отворених аутобуса имамо познате произвођаче: шпански „Ayats“, енглески „Metroline“, јапански „Nishitetsu“.

Ови аутобуси према намени спадају у специјалне аутобусе који је по конструкцији и уређајима намењен посебним функцијама у туристичком саобраћају у градским или туристичким центрима (разгледање околине са водичем) или посебним делатностима одређених лица или превоз одређених лица и ствари; може бити изведен у једном или два нивоа. Једноспратни аутобуси преовлађују у свим наменским и дужинским категоријама аутобуса. Висина пода варира у зависности од функционалних захтева који се постављају пред одређени тип аутобуса, сходно намени аутобуса [1].

2. ФАЗЕ ПРОЈЕКТОВАЊА АУТОБУСА

Пројектовање аутобуса представља скуп теоријско-конструктивно-експерименталних радњи, од истраживања тржишта и поставке пројектних захтева, преко израде идејног и главног пројекта, израде и корекције техничке документације, израде и испитивања прототипова, до израде технолошких и сервисних поступака.

При пројектовању нових механичких система уопште, а самим тим и аутобуса, користе се комплексне теоријско-експерименталне методе, засноване на анализи тражње, изводљивости, поузданости, могућности производње, симулацији, безбедности, ергономији, функционалности, процењеном ризику итд. При томе се користе и критеријуми за оцену преформанси, поузданости, могућности одржавања, безбедности, сервисбилности, производности, еколошких параметара, економичности, цене и сл.

Поменуте активности у току пројектовања аутобуса међусобно су повезане и условљене. Једна од могућих шема активности при пројектовању дата је на слици 3. Приоритетну активност, свакако, представља анализа тржишта која треба да покаже који тип аутобуса недостаје на тржишту и које количине нових аутобуса оно може да прихвати. У случају да су резултати анализе тржишта такви да показују потребу за одређеним типом аутобуса, доноси се одговарајуће одлуке о почетку рада на његовом пројектовању.

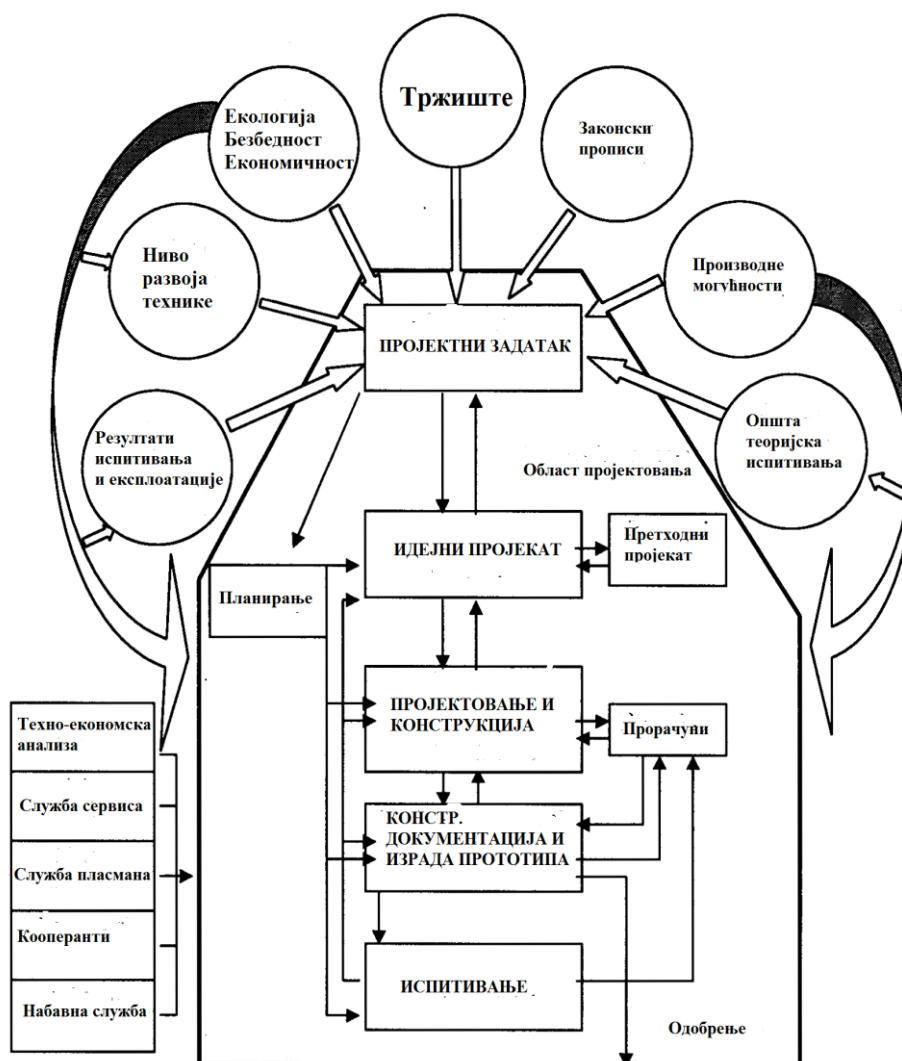
Наредне активности су усмерене ка дефинисању параметара који ће омогућити израду пројектног задатка. При томе се посебна пажња поклања анализама:

- законских прописа,
- нивоа и перспектива развоја технике,
- еколошких захтева,
- производних могућности,
- експлоатационих показатеља претходних модела аутобуса,
- могућности типизације и унификације са већ постојећим аутобусима из властитог производног програма и сл.

На основу свестраног сагледавања свих релевантних параметара утврђује се да ли се мора ићи на пројектовање сасвим новог модела аутобуса (што подразумева избор концепције и сл.), или се као основа може користити неки већ остојећи, властити, аутобус, који ће уз неопходне модификације задовољити тржишне захтеве. Ово је уобичајена пракса код произвођача аутобуса која пружа могућност да се тржиште задовољи одговарајућим асортиманом аутобуса уз минималне развојно технолошке инвестиције.

Пројектовање аутобуса има своје време трајања (од идеје до нулте серије које, обично износи некилико месеци до четири године), а изводи се у више фаза и то:

- дефинисање пројектног задатка,
- израда идејног пројекта,
- израда главног пројекта,
- разрада документације и израда прототипова аутобуса и
- испитивање прототипова аутобуса.



Слика 3. Активности у току пројектовања аутобуса [1]

2.1 Пројектни задатак

Пројектовање аутобуса почиње израдом пројектног задатка, који представља полазни документ за израду идејног и главног пројекта аутобуса. На израду пројектног задатка утичу многобројни фактори који проистичу из захтева тржишта, постојеће и перспективне законске регулативе, безбедности саобраћаја, достигнутог нивоа развоја науке, технике и технологије, производних могућности, резултата испитивања властитих и конкурентских аутобуса, теопријских истраживања и сл.

Основна тешкоћа при изради пројектног задатка огледа се у правилној оцени захтева тржишта, посебно имајући у виду чињеницу да је потребно предвидети потребе тржишта неколико година раније од почетка производње, узимајући у обзир и планирани животни циклус конкретног модела аутобуса.

У току израде пројектног задатка треба водити рачуна о темпу научно-технолошког развоја аутобуса, њихових система и агрегата, као и о резултатима претходних теоријских истраживања. Због тога, израда пројектног задатка представља стваралачки процес рада, заснован на великом броју чињеница, претходном искуству, али и на елементима предвиђања.

Пројектни задатак треба да, приближно, дефинише најважније параметре аутобуса и то:

- тип аутобуса (градски, приградски, туристички, минибус, зглобни аутобус и сл.),
- број путника,
- масе,
- перформансе,
- логистичке податке и сл.

2.2 Идејни пројекат

Аутобус дефинисан пројектним задатком разрађује се у даљим фазама пројектовања, при чему стваралачке и инутитивне поставке које су имале значајну улогу при изради пројектног задатка, уступају место логичким и објективним факторима, прорачунима, мерењима, обликовању, оценама производних и технолошких могућности, итд.

Идејни пројекат представља прву конкретизацију пројектног задатка, а основни циљ му је дефинисање параметара ергосфере возача и путника, спољашњих димензија, маса и перформанси аутобуса, као и његових стилских показатеља, неопходних за даљи рад на пројекту. Пожељно је да се уз идејни пројекат одвија и компоновање и израда првих модела аутобуса.

У фази израде идејног пројекта аутобуса решавају се следећи задаци:

- избор најповољније коцепције аутобуса,

- на основу уопредне анализе више расположивих конструктивних варијаната, врши се избор најрелевантнијих параметара агрегата и склопова аутобуса, њихов оквирни размештај и дефинисање услова које они морају да испуне у циљу постозања оптималних сопствених перформанси,
- сагледавање могућих праваца диверсификације основног модела аутобуса у смислу задовољења потенцијалних захтева купаца у погледу избора погонских компонената, апликације возила у специфичним условима експлоатације (екстремно високих, односно ниских амбијенталних температура), додатне опреме којом се постиже виши стандард превоза (удобност седења, допунско грејање, проветравање, климатизација итд.),
- прорачун вучно-брзинских карактеристика возила у више варијаната, са претходно усвојеним ужим избором компонената погонске групе,
- прорачун маневарских карактеристика возила,
- диспозиција крупнијих компонената аутобуса и прорачун биланса маса,
- пројектовање ергосфере радног места возача и путничког простора аутобуса,
- провера могућности исуњавања функционалних захтева постављених пројектним задатком,
- анализа погодности опслуживања и одржавања возила,
- прихватају се решења за која се очекује да ће бити поуздана у експлоатацији аутобуса,
- даје се оцена испуњености стилских захтева,
- анализирају се могућности типизације и унификације решења са већ постојећим и расположивим, итд.

Сва принципијелна решења која се дају у идејном пројекту заснивају се на прорачунима, резултатима испитивања, статистичким анализама, теоријским истраживањима и информацијама о трендовима развоја сличних аутобуса у свету.

Основни елемент идејног пројекта је склопни цртеж аутобуса. За одређивање габарита аутобуса, дефинисање шеме погона и вршење претходних анализа маса, неопходно је познавати орјентационе вредности габарита и уградбених мера појединих агрегата као што су мотор, спојница, мењач, предњи и задњи погонски мост, каросерија, резервоар(и) за гориво, точкови, број и тип седишта, потребна запремина пртљажног простора итд.

У склопни цртеж који треба да буде што већег формата ради прегледности, уносе се основне геометријске поставке возила и ограничавајући фактори дефинисани пројектним задатком:

- габаритне мере аутобуса, међуосовинско растојање, препусти, простор за пртљаг,
- положај и величина врата за путнике и евентуално врата возача,
- положаји крупнијих компонената погонског система у односу на грубо дефинисану носећу структуру аутобуса.

Анализом и оптимизацијом положаја појединих агрегата у односу на носећу структуру аутобуса (просторно дефинисање линије трансмисије: угао уградње погонског моста, положај и углови уградње погонске групе и карданског вратила), долази до дефинисања основе аутобуса. Истовремено, у циљу одређивања оптерећења по осовинама, врши се и претходна анализа маса.

У овој фази пројекта разрађују се и варијанте размештаја пратећих система погонске групе (усис, издув, хлађење мотора), резервног точка, резервоара за гориво, предгрејача, акумулатора, кутије за смештај компонената електронике и сл.

Носећа структура треба да буде максимално подређена функционалности аутобуса и удобности уградње виталних компонената погонске групе, а да притом буде прихватљива са становишта расположивих технолошких могућности произвођача.

У фази израде идејног пројекта, склопни цртеж се ради максимално упрошћено уцртавањем контура агрегата. Саставни део идејног пројекта чине описи аутобуса и компонената као и технички услови које поједине компоненте и возило треба да задовоље.

2.3 Главни пројекат

Главни пројекат представља конкретизацију и операционализацију идејног пројекта аутобуса. При разради главног пројекта, дају се коначна техничка решења која у потпуности треба да дефинишу возило. Обично се у току израде главног пројекта решавају следећи задаци:

- разрађују се конструктивна решења за све основне компоненте аутобуса, при чему се прецизније дефинишу техничке карактеристике, габарити и масе,
- проверава се могућност компоновања и размештаја компонената аутобуса и усваја њихова коначна диспозиција,
- прецизније се дефинише ергосфера радног места возача (положај седишта и команда, сигнални уређаји, микроклима и сл.) као и путнички простор,
- разрађују се принципијелне шеме пнеуматских система за кочење, еластично ослањање и командовање вратима, шеме електричне инсталације, дефинишу се хидро инсталације система за хлађење мотора (и мењача, у случају примене аутоматског мењача или само хидрауличког успоривача), инсталације за климатизацију, грејање и проветравање путничког простора и одређује најоптималнији положај ових система у возилу,
- прецизније се дефинише маса аутобуса и њена расподела по осовинама,
- врши се контролни прорачун свих виталних склопова аутобуса и то како са аспекта чврстоће тако и са аспекта поузданости,
- прорачун комплетне носеће структуре аутобуса, са унетим свим активним и пасивним оптерећењима, која на њу дејствују у симулираним условима експлоатације и следствено резултатима прорачуна, корекција конструкције у смислу њене оптимизације,

- у овој фази развоја аутобуса пожељно је извршити и динамичку симулацију вибрационог система.

2.4 Разрада документације и израда прототипова аутобуса

У овој фази развоја дефинише се документација неопходна за израду прототипова. Она мора да садржи све неопходне детаље који омогућавају прототипско извођење аутобуса. Број прототипова зависи од програма испитивања (због високе цене, број прототипова аутобуса обично није већи од три до пет).

На основу израђених прототипова и извршених испитивања изводи се корекција документације и разрада технолошких и сервисних упутстава. Поред набројаних активности, ова фаза пројекта обухвата и израду детаљног техничког описа аутобуса, са предвиђеним опционим варијантама извођења.

2.5 Испитивање прототипова аутобуса

При прорачунима и конструкцији аутобуса и његових компонената не могу се унапред тачно дефинисати сви параметри који одређују у потпуности експлоатационе услове. Због тога се процес пројектовања аутобуса заокружује испитивањем прототипова. Она се изводе у лабораторијским и путним условима.

Путна испитивања имају веома велики значај јер омогућавају да се оцене карактеристике аутобуса у условима који, приближно, одговарају експлоатационим. Испитивања се врше на одабраним деоницама путева, односно опитног полигона са познатим карактеристикама површине пута, по унапред дефинисаном програму испитивања.

У последње време, лабораторијска испитивања све више потискују путна испитивања аутобуса, јер савремена лабораторијска опрема може да симулира експлоатационе услове у лабораторији. То се постиже коришћењем специјалних испитних станица које имају и могућност репродукције претходно снимљених режима оптерећења у путним условима. Лабораторијски уређаји који су веома скупи омогућавају да се знатно скрати време испитивања аутобуса (и до десет пута), чиме се повећава и ефикасност пројектовања. На основу резултата испитивања закључује се о функционалности и поузданости коришћених конструктивних решења.

У случају да аутобус као целина, неки систем или компонента није задовољно постављене захтеве, врши се корекција документације и понавља циклус испитивања, у целости или парцијално.

Фазе пројектовања аутобуса имају своја времена трајања, која се скраћују применом рачунара у току пројектовања или израде прототипова. Треба да нагласити да литература даје непрецизне податке о процентуалном смањењу времена пројектовања возила уз примену рачунара. Подаци се крећу у границама од 30 до 100%, наравно у зависности од тога да ли се пројектује потпуно ново или из асортимана постојећих возила изводи нова варијанта, са одређеним степеном унификације у односу на постојећа возила [1].

3. ЗАКОНСКА РЕГУЛАТИВА

Пре почетка производње потребно је познавати законску регулативу која се односи на моторна и прикључна возила, односно законе, прописе и стандарде који се односе на возила у земљи где ће се возило производити и где ће бити продавано.

Када су у питању возила М3 категорије посебан акценат треба ставити на безбедност путника. Поред тога неопходно је обезбедити техничку исправност возила и одређен век трајања, као и квалитет градње. Савремена возила којима се врши јавни превоз путника морају имати и додатну опрему адекватног реаговања у критичним ситуацијама, односно лако управљање и кочење возила.

3.1 Извод из правилника о подели моторних возила

Друмска моторна возила, као саобраћајна средства морају задовољавати норме и прописе чији је циљ повећање безбедности у саобраћају, века трајања самог моторног возила, као и заштита животне околине. То се постиже законским прописима који су из године у годину све строжији, на тај начин што се ограничава емитовање емисије штетних издувних гасова из возила.

При дефинисању израде, планирања пласмана моторног возила, као и експлоатацији моторних возила постоје две основне категорије прописа, зависно од порекла, а то су:

- национални и
- међународни.

Према Закону о безбедности саобраћаја постоји следећа дефиниција аутобуса: Аутобус је моторно возило намењено за превоз лица које, поред седишта за возача, има више од осам седишта (катеорија М2 и М3 по ЕСЕ Директиви).

Сва дрumsка возила која се користе у јавном саобраћају подлежу правилима која су донета законом о безбедности саобраћаја. У Републици Србији на основу Закона о безбедности саобраћаја члан 7. став 2., члан 121. став 5. и 131. став 6. Закона о безбедности саобраћаја на путевима Републике Србије, донет је „Правилником о поедли моторних и прикључних возила и техничким условима за возила у саобраћају на путевима“.

Опште одредбе и одредбе које се односе на возило М3 (М3/CI):

Члан 1.

Овим правилником прописује се подела моторних и прикључних возила, услови које морају да испуњавају возила у саобраћају на путу у погледу димензија, техничких услова и уређаја, склопова и опреме и техничких норматива, начин, време поседовања и коришћења зимске опреме на возилу у саобраћају на путевима као и услови у погледу коришћења и техничких карактеристика туристичког воза.

Члан 2.

Нова серијски произведена возила морају бити усаглашена са једнообразним техничким условима, у складу са прописима о хомологацији. Врсте возила означавају се латиничним словима у складу са Споразумом о прихватању једнообразних услова за хомологацију и узајамно признавање хомологације опреме и делова моторних возила, односно одговарајућим прописима Европске уније (у даљем тексту ЕУ).

Члан 7.

Врста М—моторно возило јесте возило које је пројектовано и конструисано првенствено за превоз лица и њиховог пртљага.

Врста МЗ—тешки аутобус јесте возило врсте М са више од девет седишта укључујући и седиште за возача чија највећа дозвољена маса прелази 5 t и која могу имати места за стајање.

Возила врсте МЗ разврставају се у класе:

Возило са више од 22 седишта за путнике:

- (1) Класа I – јесте возило конструисано са простором намењеним за путнике који стоје, дозвољавајући несметано кретање путника.
- (2) Класа II – јесте возило конструисано углавном за путнике који седе, и пројектовано за превоз путника који стоје у пролазу, односно у простору који није већи од простора намењеног за 2 удвојена седишта.
- (3) Класа III - јесте возило које има искључиво места за седење.

Члан 10.

Моторна возила врста МЗ, јесу:

Возила класе II:

СИ једноспратни,

СЈ двоспратни,

СК зглобни једноспратни,

СЛ зглобни двоспратни,

СМ нископодни једноспратни,

СН нископодни двоспратни,

СО зглобни нископодни једноспратни,

СП зглобни нископодни двоспратни,

Члан 11.

Према облику каросерије, возила врсте М, N и О се разврставају на:

2) моторна возила врста М2 и М3 јесу: (9) **СИ отворени једноспратни аутобус**-јесте возило без крова или са делом крова.

Члан 17.

Највећа дозвољена дужина возила износи:

(3) за аутобус са две осовине-13,50 m

Члан 18.

Највећа дозвољена ширина возила износи 2,55 m.

Члан 19.

Највећа дозвољена висина возила износи 4 m.

Клиренс возила мора омогућавати да возило оптерећено до највеће дозвољене масе може да пређе препреку висине 10 cm.

Члан 21.

Укупна маса моторног возила не сме да прелази следеће вредности:

1) за двоосовински аутобус-19,5 t

Члан 22.

Осовинско оптерећење возила не сме да прелази вредности декларисане од стране произвођача и наведене на произвођачкој табели на возилу.

Осовинско оптерећење возила односно скупа возила у стању мировања на хоризонталној подлози не сме прелазити:

1) за једну гоњену осовину-10 t;

2) за једну погонску осовину-11,5 t.

Укупно оптерећење две осовине моторних возила, при чему осовинско оптерећење појединачне осовине не сме прећи 10 t, и које имају међусобно растојање:

1) мање од 1 m износи 11,5 t,

2) од 1 m до 1,3 m износи 16 t,

3) од 1,3 m до 1,8 m износи 18 t, односно 19 t ако је погонска осовина опремљена удвојеним пнеуматичима и ваздушним ослањањем.

Члан 30.

Против блокирајући систем (ABS) део је радног кочења који регулише проклизавање точкова, у правцу обртања, за време кочења. У случају отказа ABS, радно кочење мора обезбедити прописане функције и задовољити прописане нормативе кочења.

Сва серијски произведена возила врста М2, М3, N2, N3, О3 и О4 регистрована први пут у Републици Србији након 1. марта 2011. године, морају да буду опремљена системом против блокирања точкова при кочењу.

Контрола исправности ABS мора бити обезбеђена путем оптичког индикатора који мора бити у видном пољу возача.

Моторно возило, са ABS, које је предвиђено да вуче прикључно возило мора да буде опремљено и оптичким индикатором, који се налази у видном пољу возача за контролу исправности система ABS прикључног возила.

Члан 41.

Кочни коефицијент означава процентуални однос успорења возила и убрзања земљине теже, при чему се при прорачуну кочног коефицијента, у смислу овог правилника, може користити и заокружена вредност убрзања теже од 10 m/s^2 . Кочни коефицијент возила израчунава се као однос збира свих сила остварених током мерења на уређају за мерење кочних сила и укупне масе возила помножене са 10 m/s^2 а изражава се у процентима. Прописане најмање вредности кочног коефицијента, које су наведене у табели 1, морају се остварити при дејству силе на команду кочног система која не сме прећи прописану силу активирања дату у истој табели.

Табела 1. Прописане вредности кочних коефицијената за категорију возила М3 [8]

РАДНО КОЧЕЊЕ			ПОМОЋНО КОЧЕЊЕ		
Кочни коефицијент	Ножно активирање	Ручно активирање	Кочни коефицијент	Ножно активирање	Ручно активирање
$K_p \geq [\%]$	$F \leq [\text{daN}]$	$F \leq [\text{daN}]$	$K_p \geq [\%]$	$F \leq [\text{daN}]$	$F \leq [\text{daN}]$
50	70	-	20	70	60

Члан 66.

Ознаке дугих и тешких возила морају бити хомологована према једнообразним техничким условима. Ознаке дугих, тешких и спорих возила обавезне су за возила врсте М2 и М3, класе II и III.

Члан 71.

Под уређајима на возилима који омогућавају нормалну видљивост у саобраћају на путу, у смислу овог правилника, подразумевају се:

- ветробран и спољна прозорска окна кабине и каросерије,

- уређај за брисање ветробрана (брисач ветробрана),
- уређај за квашење спољне стране ветробрана (перач ветробрана) и
- огледало које возачу омогућава осматрање пута и саобраћаја (возачко огледало).

Члан 76.

Возила врсте М3 први пут регистрована у Републици Србији након 1. јула 2011. године, која немају уграђено унутрашње возачко огледало или камеру за снимање простора иза возила, морају на задњем делу возила имати уграђен уређај за звучну сигнализацију кретања уназад који се аутоматски активира са укључењем хода уназад.

Члан 79.

Под уређајима за контролу и давање знакова на моторним возилима, у смислу овог правилника, подразумевају се:

2) на возилима врсте М3:

(1) брзиномер са километар сатом и лампом за осветљење, ако није уграђен у тахограф који показује и региструје брзину, време и пређени пут возила дуж целог пута,

(2) тахограф,

(3) контролна плава лампа за дуго светло,

(4) светлосни и звучни знак за контролу рада показивача правца,

(5) показивач расположивог притиска пнеуматичког уређаја радне кочнице, ако је тај уређај стално под притиском,

(6) граничник брзине-за возила при пут регистрована у Републици Србији након 1. јула 2011. године;

3) на возилима врсте М3 Класе I и Класе II:

(1) сви уређаји предвиђени за возила у тачки 2. овог става,

(2) светлосни знак за контролу затворености врата која нису у видном пољу возача,

(3) уређај за давање и примање знакова од путника осим на возилима која су произведена, односно први пут регистрована пре 1. јануара 1984. године;

Члан 85.

Елементи система за ослањање возила морају бити конструисани и изведени тако да обезбеђују поуздано и безбедно кретање возила по путу.

Уређаји за ослањање возила морају бити тако конструисани да се возило може безбедно кретати, скретати и кочити до највеће конструктивне брзине. Опсег

подешавања уређаја за ослањање мора обезбедити да при нормалним оптерећењима возила не долази до контакта точкова са деловима каросерије.

Члан 86.

Уређаји за кретање возила као што су точкови морају бити конструисани и изведени од таквог материјала да не општеђују коловозни застор.

Пнеуматици на возилима морају бити декларисаних димензија од стране произвођача возила, зависно од највеће конструктивне брзине кретања возила и највеће дозвољене масе возила на коме су пнеуматици постављени.

Пнеуматици морају бити хомологовани према једнообразним техничким условима.

Пнеуматици на истој осовини возила морају бити једнаки према произвођачу, типу, врсти (летњи, зимски), конструкцији (радијални, дијагонални и са укрштеним појасевима), носивости и димензијама.

Члан 87.

Електрична инсталација возила мора бити изведена на такав начин да су водови заштићени од механичког хабања, засецања или пресецања. Изолација на водовима мора одговарати напону, очекиваним струјама и грејању водова и мора бити изведена од самогасивог материјала.

Електрични систем возила мора бити раздељен у гране које се независно осигуравају осигурачима. Део система од којег зависи рад мотора мора бити независно осигурана грана електричне инсталације.

Акумулатор на возилу мора бити добро причвршћен у свом лежишту и мора имати одговарајућу спољашњу одушку ван простора за возача и путнике, осим акумулатора који су изведени тако да не испаравају. Простор у коме се налази акумулатор мора бити проветраван спољним ваздухом.

Аутобуси са више од 25 места, којима се превозе путници, морају на главном каблу електричне инсталације имати прекидач којим се прекидају сва струјна кола у возилу осим тахографа и уређаја чије би искључивање довело до смањења безбедности, а који морају бити спојени на акумулатор посебним водовима.

Члан 88.

Погонски уређај - мотор на моторном возилу, мора бити тако конструисан и изведен да није могуће директно повређивање возача или путника деловима мотора.

Мотор мора бити конструисан и уграђен на такав начин да се спречи загађивање животне средине мазивима, испарењима мазива и буком.

Члан 89.

Уређај за пренос снаге којим управља возач мора бити тако изведен да возач при промени степена преноса може безбедно да управља барем једном руком на управљачу, и да при томе може да врши све потребне радње са возилом.

Члан 90.

Општа конструкција возила мора бити у складу са основним одредбама према једнообразним техничким условима.

Каросерија, односно шасија возила мора бити означена идентификационом ознаком произвођачком таблицом.

Каросерија на моторним возилима мора бити уграђена и изведена тако да по својој конструкцији, квалитету и врсти материјала, као и опремљености, одговара намени возила и да обезбеђује сигурност путника и возача за време вожње.

Отвор за пуњење резервоара горивом не сме се налазити у простору за возача или у простору за путнике.

Степеници на возилима којима се врши превоз путника морају бити изведени тако да обезбеђују сигуран улаз и излаз путника.

Члан 94.

Врата на возилима врсте МЗ за превоз путника морају бити изведена у складу с једнообразним техничким условима.

Најмањи захтевани број путника приказан је у табели 2.

Табела 2. Најмањи захтевани број врата за путнике [8]

Број путника	Аутобус класе II
23 - 45	1
46 - 70	1
71 - 100	2
> 100	3

Помоћна врата за излаз путника у случају опасности, односно друге неопходне потребе на возилима морају бити уграђена и изведена на левој страни возила, на месту које је путницима приступачно у случају опасности, односно друге неопходне потребе, с тим да њихова ширина не сме износити мање од 0,6 m, а висина мање од 1,2 m. Конструкција помоћних врата мора бити таква да се она не могу ненамерно отворити.

На возилима не морају бити изведена помоћна врата, ако та возила са обе бочне стране имају по један прозор површине најмање 0,8 m x 0,6 m и ако су ти прозори подесни за излаз у случају опасности. Ови отвори морају да буду означени и са унутрашње и са спољашње стране. Ти прозори морају имати натпис да служе за излаз у случају опасности [8].

3.2 ЕСЕ Правилници и ЕЕС Директиве

Да би се постигао одговарајући ниво обезбеђења претходно наведених захтева уводе се одговарајући прописи. Настанак првих прописа које возило треба да задовољи не треба везати за појаву првог возила. За прва возила нису постојала никаква ограничења, већ су она имала само основне системе неопходне за кретање, заустављање и управљање возилом. Са порастом броја произведених возила, саобраћај на путевима је био све гушћи, а до незгода је долазило све чешће. Због тога су произвођачи били принуђени да се озбиљније позабаве проблематиком безбедности саобраћаја. Тако је дошло до доношења првих прописа који су имали за циљ повећање безбедности учесника у саобраћају. Прве прописе дефинисали су произвођачи, и самим тим су формирана удружења земаља која имају задатак да раде на доношењу одговарајућих прописа. Први прописи тих удружења односили су се на погонски мотор, систем за управљање и систем за кочење. Данас се већа пажња поклања прописима који се баве проблематиком буке и издувне емисије.

Разликују се саобраћајни и хомологацијски прописи. Возила која се већ користе морају да задовоље саобраћајне прописе, док новопроизведена возила морају да задовоље хомологацијске прописе [10].

У Европи постоје два удружења која издају хомологационе прописе:

- првом удружењу припадају све земље Европе, а формирано је на основу Уједињених нација (ЕСЕ) са седиштем у Женеви,
- другом удружењу припадају чланице Европске уније (ЕЕС) са седиштем у Бриселу.

ЕСЕ Правилник донет је на основу међународног споразума о усвајању једнообразних техничких прописа за друмска возила-точкаше, као и опреме и делова који могу бити уграђени или коришћени на возилима. Овај поступак назива се узајамно признавање хомологације. Што се тиче наше земље, она се обавезала да ће спроводити хомологацију моторних возила, опреме и делова у складу са правилницима које доноси UNECE (*United Nations Economic Commission for Europe*). На тај начин се обавезала да ће признавати хомологације које су донете на основу ЕСЕ Правилника, али само у случају када су испитивање извршиле овлашћене лабораторије из других земаља.

ЕСЕ Правилници односе се на различиту проблематику везану за саобраћај, а за коју су одговорне Владе земаља чланица, потписница ЕСЕ споразума. Споразуми и конвенције које се стално ажурирају, правно повезују земље потписнице у области саобраћаја. Према проблематици на коју се односе ови споразуми и конвенције могу се поделити у седам група, и то:

- саобраћајна инфраструктура,
- друмски саобраћај и саобраћајни знакови и сигнализација,
- друмска возила,
- остали законски инструменти који се односе на друмски саобраћај (радни услови, таксе, економски прописи, приватна својина),
- олакшице при преласку границе,

- транспорт опасних материја и
- транспорт кварљиве робе [9].

„Споразум о усвајању једнообразних услова за хомологацију и узајамно признавање хомологације опреме и делова моторних возила“ у Женеви 1958. године прихваћен је и потписан и од стране тадашње ФНРЈ уредбом о ратификацији 1962. године. У оквиру овог споразума до сада је донето 113 ЕСЕ Правилника, а у припреми је још неколико који су ступили на снагу касније. Овим правилницима су дефинисани захтеви и начини испитивања, како моторних возила у целини, тако и њихових делова и опреме, и то у погледу безбедности и еколошких карактеристика. Према усвојеним правилницима врши се хомологација моторних возила и њихових делова и опреме. Република Србија је усвојила и примењује 55 ЕСЕ Правилника. Примена усвојених Правилника је обавезна и регулише се одговарајућим Уредбама, односно Наредбама, које доноси влада Републике Србије и које се објављују у службеном гласнику. За спровођење ових правилника надлежан је „Завод за стандардизацију“.

Хомологација опреме и делова моторних возила, односно возила уопште, је посебан поступак оцењивања и потврђивања да ли је одређено возило у целини или неки његов део опреме, одговара захтевима ЕСЕ Правилника. Хомологација возила, делова и опреме представља испитивање уређаја који су битни за безбедност возила у целини, као и делови од којих зависи еколошки спектар возила, као и потврђивање њиховог квалитета и испуњености стандарда.

Хомологација се изводи у посебним лабораторијама које поседују одговарајућу опрему и обучени стручни кадар. Често се захтевају и врло сложена испитивања која су предвиђена ЕСЕ Правилницима. Овлашћење субјекта за испитивање врши се по посебној процедури, по којој се проверава да ли конкретна лабораторија може да врши хомологациона испитивања.

Провера саобразности типа возила и пропратне документације обавља се у лабораторији за хомологациона испитивања. Уз репрезенте типа возила (према облику каросерије у оквиру типа при првој контроли саобразности) неопходне су и одговарајуће потврде о саобразности (*COC-Certificate Of Conformity*) како је предвиђено на основу достављене хомологационе документације.

ЕСЕ Директиве о производима су на снази у земљама Европске Уније које се односе на различите аспекте квалитета производа. ЕСЕ Директиве које се односе на возила, њихове делове и опрему углавном одговарају ЕСЕ Правилницима, мада су захтеви које постављају ЕСЕ Директиве често и строжији него захтеви ЕСЕ прописа [10].

3.3 SRPS Стандарди

Аутобуси морају испуњавати одговарајуће стандарде наше земље, а неки од стандарда дати су у табели 3 [11].

Табела 3. SRPS стандарди који се односе на аутобусе [11]

ICS	Oznaka SRBS	Година	Наслов
43.020	SRBS ISO M.N0.001	1984	Возила –класификација-термини и дефиниције
43.020	SRBS ISO M.N0.009	1988	Друмска-возила –Категоризација возила
43.020	SRBS ISO M.N0.010	1984	Друмска возила-класификација-термини и дефиниције
43.020	SRBS ISO M.N0.010/1	1989	Друмска возила-класификација-термини и дефиниције-измене и допуне
43.020	SRBS ISO M.N0.011	1989	Означавање мотора и шасије моторних возила-место и начин постављања
43.020	SRBS ISO M.N0.012	1983	Друмска возила-Димензије моторних и прикључних возила-термини и дефиниције
43.020	SRBS ISO M.N0.014	1983	Друмска возила-Тродимензионијски референтни систем и примарне референтне тачке-Термини и дефиниције
43.020	SRBS ISO M.N0.301	1960	Одређивање стандардне потрошње горива моторних возила (изузев трактора)
43.020	SRBS ISO M.N0.401	1977	Друмска возила-Мерење унутрашње буке
43.020	SRBS ISO M.N2.210	1989	Друмска возила-Индетификациона ознака возила (VIN)-садржина и структура
43.020	SRBS ISO M.N2.212	1989	Друмска возила-Међународна индетификациона шифра возила (WIM)-садржина и структура
43.020	SRBS ISO M.N5.501	1989	Друмска возила-Аутобуси-Термини и дефиниције
43.020	SRBS ISO M.N5.503	1989	Друмска возил-Аутобуси-Основни технички захтеви
43.020	SRBS ISO M.N5.504	1989	Друмска возила-Аутобуси Конструкциони захтеви за заштиту од пожара
43.020	SRBS ISO	1989	Друмска возиал-Аутобуси-Излаз и прилаз

	M.N5.505		
43.020	SRBS ISO M.N5.506	1989	Друмска возила-Аутобуси-Пролази и под
43.020	SRBS ISO M.N5.507	1989	Друмска возила-Аутобуси-Степеништа
43.020	SRBS ISO M.N5.509	1989	Друмска возила-Аутобуси-Рукохвати
43.020	SRBS ISO M.N5.510	1987	Друмска возила-Аутобуси-Означавање седишта
43.020	SRBS ISO M.N5.511	1987	Друмска возила-Аутобуси-Ознаке седишта
43.020	SRBS ISO M.N5.514	1989	Друмска возила-Аутобуси-Седиште-Основне мере
43.040.01	SRBS ISO M.N5.516	1989	Друмска возила-Аутобуси-Способност маневрисања
43.040.01	SRBS ISO M.N6.117	1995	Друмска возила-Испитни поступак за маневар нагле промене коловозне траке
43.040.10	SRBS ISO 1176	1993	Друмска возила-Масе-Речник и кодови
43.040.20	SRBS ISO 3560	1995	Друмска возила-Методе испитивања чеоног судара са непокретном препреком
43.040.20	SRBS ISO 3784	1995	Друмска возила-Мерење брзине удара при испитивању судара

4. АНАЛИЗА КОНКУРЕНТСКИХ МОДЕЛА

Систем јавног аутобуског саобраћаја се у најгрубљим цртама састоји из возила, инфраструктуре, људи, знања, организација, капацитета за одржавање и материјалних средстава наопходних за његово функционисање.

Возила чине највидљивији део система и преко њих систем комуницира са корисницима. Она су изложена највећем трошењу и током рада условљавају највеће трошкове. Имајући у виду да се научно.стручни и теоријски приступ, текућа политика, могућности и потребе друштва и пракса често разилазе, коришћење статистичких показатеља апостериори представља релативно објективан прилаз да се анализом дође

до релевантних закључака који омогућавају да се сагледају трендови и потребе у непосредној будућности.

Статистички показатељи су са своје стране нехомогени, подложни променама методологије праћења и приказивања, и текућим економским и политичким кретањима, па је неопходно да се приликом њиховог коришћења изврши критичка анализа и узму у обзир и они елементи који нису њима експлицитно обухваћени.

На бази статистичких података, учешће градских и приградских аутобуса у јавном саобраћају у нашој земљи износи око 30% укупног расположивог возног парка. Овај податак је специфичност сваке земље и у великој мери зависи од политике планирања индивидуалног и свеукупног јавног превоза (друмског, железничког и ваздушног).

Према томе, број аутобуса и структура возног парка су параметри који се дефинишу делом у зависности од пројектоване државне или комуналне политике јавног превоза а делом и спонтано, у зависности од конкретних тржишних потреба одговарајуће географске целине.

Дефинисање концепције аутобуса се врши у функцији намене односно типа аутобуса, и мора да буде у сагласности са свим важећим домаћим и прихваћеним међународним стандардима и прописима који третирају ову проблематику. Према томе, пројектант аутобуса мора да, у фази идејног пројекта, има на располагању све важеће законске критеријуме које аутобус мора да задовољи. Пожељно је, у раним фазама развоја, узети у обзир и перспективне прописе за које се реално очекује да ће ступити на снагу, као и препоруке удружења превозника у смислу дефинисања минималног стандарда превоза који се од возила захтева.

Отворени, „open top“ или кабрио аутобуси су најбоља опција за разгледање градова из аутобуса са отвореним или помичним кровом. Возећи се у отвореном аутобусу путници имају јединствени поглед на локалитете док пролазе најзанимљивијим деловима града. Ови аутобуси су опремљени аудио системима за вођење на више страних језика који зависно од система и унесеног програма одрађују посао водича [5].

4.1 Iveco Daily Sunrise

„Iveco Sunrise Cabrio“ (слика 4) је минибус са до 28 седишта на бази Iveco Daily 70C17P шасије опремљен чврстим електричним помичним кровом и панорамским стаклима. Аутобус је комплетно функционални „open top“, а зими и по лошем времену суперлуксузни минибус.



Слика 4. „Iveco Daily Sunrise“ отворени минибус [6]

У табели 4 су приказане техничке карактеристике минибуса „Iveco Sunrise Cabrio“.

Табела 4. Техничке карактеристике возила [6]

Шасија	Iveco Daily 70C17
Мотор	Iveco Unijet HPT, Euro 6 EEV, 4 цилиндра, 125 kW, 3000 cc
Мењач	6-степени мануелни
Пнеуматици	7x225/75R 16
Дужина возила	8701 mm
Ширина возила	2325 mm
Висина возила	2850 mm
Међуосовинско растојање	4750 mm
Максимална допуштена маса	7200 kg
Места за седење	28+1
Стакла	Панорамско екстра тонирано стакло у првом делу и ламинатно панорамско стакло у предњем делу
Капацитет пртљага	3000 l

Овај модел минибуса (слика 5) има електрични кров на увлачење и у тренутку се из кабрио верзије претвори у потпуно затворени минибус са стакленим страницама и кровом [6].



Слика 5. Унутрашњост возила „Iveco Daily Sunrise“ [6]

4.2 Mercedes Benz 516 Sprinter Cabrio

„Mercedes Sprinter Cabrio“ приказан на слици 6 је идеално решење за туристичке туре, 20 путника може уживати у разгледању и луксузу независно од времена. Овај минибус долази у основној верзији са климом за путнике, електричним покретним кровом са панорамским стаклима и електричним вратима за путнике [6].



Слика 6. Отворени минибус „Mercedes Sprinter Cabrio“ [7]

У табели 5 су приказане техничке карактеристике возила „Mercedes Benz 516 Cabrio“.

Табела 5. Техничке карактеристике возила [7]

Мотор	4-цилиндрични, Euro 6, 120 kW, 2148 cc
Мењач	Аутоматски 7 Tronic
Пнеуматици	7x225/75 R16
Дужина возила	7361 mm
Висина возила	2751 mm
Ширина возила	1993 mm
Највећа дозвољена маса	5500 kg
Међуосовински размак	4325 mm
Број места за седење	19+1
Капацитет резервоара	210 l

4.3 Volvo B9TL

Овај модел аутобуса не спада у категорију возила M3/CI, али због суженог избора ових возила на тржишту извршена је анализа два модела (отворени двоспратни аутобус) који се разликују само габаритно (висина и број места седење) од задате категорије возила. Намена је иста као код једноспратних аутобуса, као и погонске карактеристике.

Volvo B9TL је нископодни двоспратни отворени аутобус, са девето-литарским попречно постављеним мотором. Има две осовине и различите дужине шасије (10,3 m, 10,4 m и 10,6 m). Овај систем садржи Euro V-compliant Volvo D9B мотор који се ослања на селективну каталитичку редукцију (SCR) која захтева дизел адитиве. Овај мотор има 260 KS и ZF 5/6 мењачки преносник.



Слика 7. Отворени двоспратни аутобус Volvo B9TL [11]

Табела 6. Техничке карактеристике возила [12]

Укупна дужина возила	11788 mm
Укупна ширина возила	2345 mm
Укупна висина возила	4365 mm
Укупна маса возила	23700 kg
Мотор	6-цилиндрични Еуро 5
Снага мотора	193 kW
Капацитет резервоара	470 l (2*235)
Трансмисија	ZF 6AP1403B 6-степени мењач
Број места за седење	106+1

4.4 Ayats Bravo I R City

За овај двоспратни аутобус узет је дизајн од стандардних туристичких аутобуса. Кров је отворен наменски, прво је направљен за разгледање града од 2003. године за све земље. Две варијанте су на располагању, једна са потпуно отвореним кровом, а друга са делимично затвореним кровом. Bravo City је значајан по томе што је први наменски отворен туристички аутобус који је погодан за хендикепиране особе, тако да поседује рампу и нископодни улаз [14].



Слика 8. Двоспратни аутобус Ayats Bravo I R City [13]

Табела 7. Техничке карактеристике возила [12, 13]

Дужина возила	15000 mm
Ширина возила	2600 mm
Висина возила	4000 mm
Капацитет места за седење	106+1
Мотор	Еуро 5
Дизел мотор	Волво D9B
Мењач	6-степени аутоматски



Слика 9. Горњи део возила *Ayats Bravo I R City* [13]

5. ДЕФИНИСАЊЕ ПАРАМЕТАРА КАРОСЕРИЈЕ АУТОБУСА

Основни параметри каросерије се дефинишу пројектом, а произилазе из претходне анализе која је обављена у фази израде идејног пројекта. Тада се усвајају основне поставке као што су тип возила према конструктивној шеми и саставу, што је најчешће већ трасирано пројектним задатком. Избором типа возила, а сагласно потребном броју путника који треба да буду превезени, долази се у фазу дефинисања конкретних геометријских параметара каросерије аутобуса. Свака концепција возила подразумева одређене доње и горње границе геометријских параметара које су емпиријски дефинисане а све у циљу задовољења функционалних и еколошких потреба.

Сагласно конфигурацији и рељефу терена по коме ће се возило експлоатисати решава се дилема која је присутна код возила великог капацитета за јавни превоз: избор соло или зглобног модела аутобуса, односно једноспратног или двоспратног аутобуса. Зглобни аутобус номинално супституише око 1,6 декларисаног капацитета соло аутобуса. Слична је ситуација и код двоспратних аутобуса у односу на једноспратне. Свака од наведених конструкција има своје предности и недостатке. Ако се као основна поставка узме соло једноспратни аутобус, који је у пракси најшире заступљен, интересантно је компаративно анализирати остале концепције, али тако да се погонски трошкови третирају у контексту заједничког имениоца, тј. броја превезених путника.

Последњих неколико година обележило је нагли успон примене дугих соло аутобуса на тржишту Европе. Ради се о аутобусима укупне дужине између 12 и 15 m, који треба да поуне празнину, са становишта капацитета превоза, између класичног

соло аутобуса (до 12 m) и зглобног аутобуса (до 18 m). Решење је технолошки врло економично јер се користе већ постојећи модули предњег и задњег препуста, предњег и задњег погонског моста, уз евентуални додатак у средњем модулу и модула пратећег моста, ради задовољења потребне носивости возила.

Двоспратни аутобуси, са становишта стабилности кретања и удобности циркулације улазећих/излазећих путника, а и по корисном капацитету путничког и пртљажног простора тешко могу да конкуришу зглобним аутобусима па се стога примењују превасходно за туристичке намене као и у земљама које традиционално држе до двог већ изграђеног имица у градском саобраћају.

У области градских аутобуса до скоро је била присутна дилема да ли се одредити за концепцију нископодног или класичног аутобуса. Високоподни (класични) аутобуси, условно речено, су они чија је висина пода 70-их година износила око 1000 mm од тла, да би се временом смањивала и дошла у дијапазон 450-500 mm. То су најчешће биле конструкције решеткасте градње са лаганим гредним елементима носеће структуре. Последњих 10-ак година у земљама развијеног света доминацију у градском саобраћају преузима нископодни аутобус, који у зони врата нема унутрашњих степеница, па се просечан путник са тротоара, без напора, једним искоракком може укрцати у аутобус. Ово је, свакако, изванредна компаративна предност те концепције и значајан прилог њеним еколошким атрибутима [1].

5.1 Усвајање каросерије и шасије за возило М3/С1

У пракси се често примењују термини „шасија“ и „каросерија“ у ужем смислу речи, при чему се први појам односи на носећи део структуре испод пода возила, а други на надградњу, односно бочне стране, предњи и задњи зид и кров. Сама шасија се не пројектује с намером да буде самодоволна у смислу ношења сопственог и корисног оптерећења, па је стога и тај термин теоријски неадекватан, али је и у страним језицима често присутан (нпр. „chassis“ у англосаксонској литератури, „шасси“ у руској) због чега се у пракси не инсистира нарочито на вербалном пуританизму.

Некада су каросерије аутобуса надграђиване на рамним камионским шасијама, где се веза шасије са каросеријом остваривала преко помочног рама. Помоћни рам се везивао растављивим везама са шасијом, а са каросеријом нерастављивим везама. Ово је омогућавало потпуно независну продукцију шасија и каросерија, као и могућност замене каросерије на истој шасији. С обзиром на различите крутости шасије и каросерије на савијање и торзију било је неопходно да се везе помоћног рама са шасијом изведу посредством еластичних међуелемената. Највећи део оптерећења примала је шасија, док је каросерија била релативно лагана.

Код аутобуса каросерија служи за смештај возача и путника који се превозе. Поред основне намене, каросерија може да има и посебне задатаке, а у састав каросерије улази и костур каросерије. Скуп елемената каросерије служи за покривање

склопова који су унутар каросерије или као допуна за побољшање аеродинамичности возила (смањење отпора ваздуха), али и као естетске компоненте.

Избор каросерије, при пројектовању, зависи од већег броја утицајних фактора као што су: обим (број) возила који ће се производити, број модификација, број модификација који се предвиђа, учестаност промене модела, расположива производна опрема, квалификациона структура радника, традиција у производњи, транспорт и складиште, укус потрошача, цена, расположив материјал, систем одржавања, патенти и др.

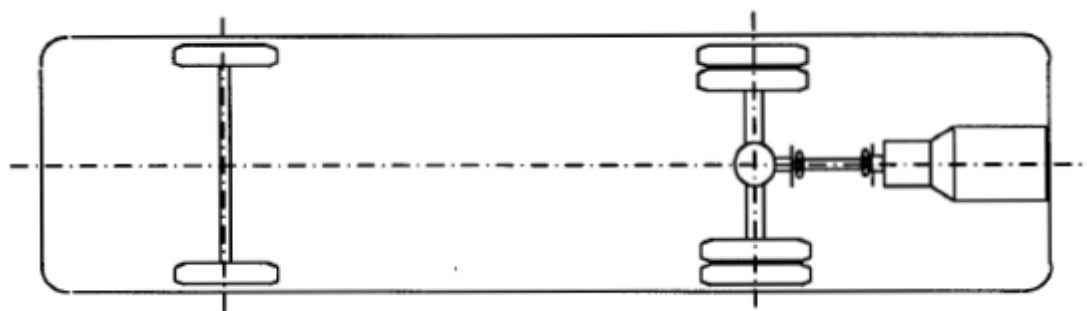
Подвожје, односно шасију градимо од челичних штапова, које набављамо од коопераната. Могуће је набавити већ изграђену шасију неког од реномираних произвођача у Европи, као што су: Volvo, Scania, MAN, Mercedes Benz. На слици 10 приказана је шасија изабрана на возило категорије М3/С1 (Volvo B8RLE).



Слика 10. Подвожје-шасија возила категорије М3/С1 (Volvo B8RLE) [15]

Карактеристике изабране шасије су већа излазна снага, ниска потрошња горива, висок ниво безбедности и сигурности.

Што се тиче концепције возила категорије М3/С1, за које се израђује идејни пројекат, изабрана је савремена концепција погона аутобуса, са смештајем мотора на задњем препусту и погоном на задњем мосту. Ова концепција (слика 11) обезбеђује најповољније услове за оптимално искоришћење путничког простора.



Слика 11. Савремена концепција погона аутобуса [1]

У погледу носећих структура, савремени аутобуси се све више карактеришу применом танкозидних челичних профила комплексног попречног пресека, како би се уз минималну сопствену масу обезбедили најповољнији параметри крутости.

Профилисање носећих компонената структуре врши се по угледу на технологију израде путничких аутомобила, односно кабина теретних возила, тако што се велики склопови, као што су предњи зид, бочни стубови странице и неки елементи подне структуре изводе у облику две полушкољке које се затим тачакстим заваривањем формирају у склоп. Пресовањем се обезбеђује оптимални рељеф носећег елемента тако да задовољи пре свега функционалне али и технолошке захтеве, као што су на пример, формирање ослоне површине за прозорска стакла која се лепе или су одговарајућег облика за прихват браве, забрављача, гасне опруге и сл. Прелази између двеју или више површина се изводе са одговарајућим радијусима тако да се смањи концентрација напрезања и могућност стварања жаришта корозије.

Приликом пројектовања каросерије аутобуса води се рачуна да се одређени склопови, који су у пракси изложени удару, прорачунају и димензионишу тако да се енергија удара апсорбује деформацијом тих склопова на начин који не угрожава безбедност возача и путника. Овде је важно запазити и праксу увођења композитних материјала у функцији апсорбента енергије удара. Поред ових својстава композитни материјали се могу, применом релативно једноставних алата, просторно обликовати и тиме обезбедити естетске претпоставке каросерије аутобуса.

Предност технологије дубоког извлачења у односу на класичан прилаз је у томе што смањује учешће ручног заваривања на најмању могућу меру. Примена технологије роботичког тачкастог заваривања обезбеђује оптималне могућности контроле процеса производње и контроле квалитета. Сви функционални и технолошки отвори на отпресцима пробијају се пре антикорозивног третмана, тако да нема накнадног бушења састављених и већ заштићених склопова носеће структуре [1].

На слици 12 приказано је возило од ког ће бити искоришћена каросерија за возило категорије М3/С1, а то је возило марке Ayats. Конкретно, ово возило је направљено у маркетиншке сврхе.



Слика 12. Отворени аутобус произвођача Ayats [16]

6. ИЗБОР ПАРАМЕТАРА ПОГОНСКЕ ГРУПЕ ВОЗИЛА КАТЕГОРИЈЕ М3/С1

При избору параметара погонске групе аутобуса, у фази пројектовања, треба имати у виду следеће елементе:

- тип аутобуса, његову намену и претежне услове експлоатације,
- корисну носивост (број путника и маса пртљага),
- максималну брзину,
- максимални отпор пута у најнижем степену преноса,
- врсту мотора,
- положај мотора,
- тип трансмисије,
- шему погона,
- полупречнике пнеуматика, коефицијенте отпора кретања итд.

6.1 Избор мотора

Избор карактеристика мотора је у тесној вези са наменом аутобуса. У пракси се снага мотора бира према претежним експлоатационим условима аутобуса:

- за туристичке аутобусе који су претежно намењени експлоатацији на дугим релацијама меродавна је максимална брзина и економичност потрошње горива,
- код градских аутобуса је меродавно убрзање, а брзина споредна.

Пракса је показала да под карактеристичном брзином, код приградских, међуградских и туристичких аутобуса треба подразумевати максималну брзину, а код градских аутобуса, брзину која се може допустити у градским условима (до 60 km/h).

Карактеристичан отпор код приградских, међуградских и туристичких аутобуса обухвата збир отпора котрљања и отпора ваздуха при максималној брзини кретања.

Код градских аутобуса овај отпор представља збир отпора котрљања, отпора ваздуха и отпора инерцијалних сила, при карактеристичној брзини. Искуство показује да треба предвидети могућност убрзавања аутобуса при тој брзини од 2-3 m/s² [1].

На основу израчунате снаге треба усвојити одговарајући мотор, водећи рачуна о захтевима који проистичу из ограничења наметнутих тржиштем, еколошких норматива, унификације и сл.

Пракса је показала да се у почетној фази пројектовања аутобуса, максимална снага мотора може орјентационо израчунати за све типове аутобуса из услова постизања максималне брзине при праволинијском кретању по асфалтно-бетонском хоризонталном тлу уз занемаривање снаге проклизавања. Па је потребна снага на погонским точковима:

$$P_{oim} = P_f + P_v$$

$$P_{oim} = \frac{KAv_m^3}{1000} + \frac{Gfv_m}{1000}$$

Усваја се максимална брзина 70 km/h, односно 19,44 m/s и KA=2.

$$f_m = 0,02 + 0,0000005 \cdot 19,44^2$$

$$f_m = 0,02018$$

$$P_{oim} = \frac{2 \cdot 19,44^3}{1000} + \frac{186390 \cdot 0,02018 \cdot 19,44}{1000} = 14,69 + 73,12 = 87,81 \text{ kW}$$

На основу потребне снаге за постизање максималне брзине на погонским точковима, губитака у трансмисији и степена искоришћења трансмисије η_u израчунава се потребна снага мотора према следећем изразу:

$$P_{vm} = \frac{P_{oim}}{\eta_u} = \frac{87,81}{0,89} = 98,66 \text{ kW}$$

На слици 13 приказан је мотор који ће бити употребљен за пројектовано возило. Мотор је произвођача Volvo, модел D9B 260, а његове карактеристике биће приказане у табели 8.

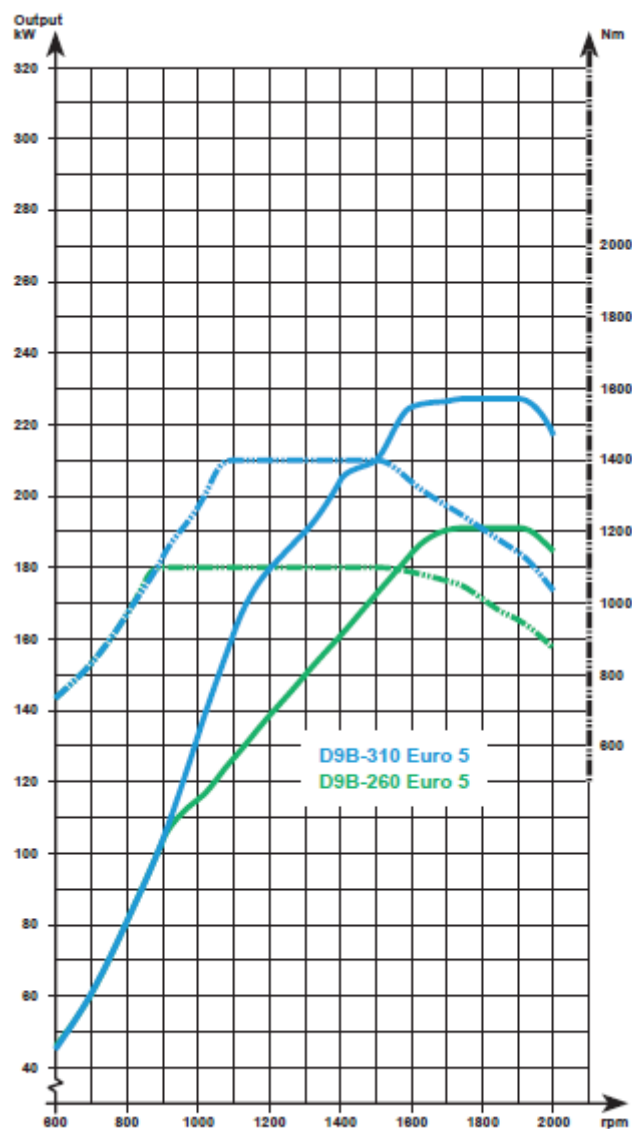


Слика 13. Мотор Volvo D9B [17]

Табела 8. Карактеристике мотора Volvo D9B 260 [17]

Врста мотора	Дизел мотор
Број цилиндара	6-о цилиндрични
Хлађење мотора	Ваздушно
Запремина	9,4 литра
Снага мотора	191 kW
Обртни момент 900-1500 o/min	1100 Nm
Обртни момент 1100-1500 o/min	1400 Nm
Тежина	938 kg

На слици 14 приказана је спољно брзинска карактеристика мотора Volvo D9B 260 и D9B 310.



Слика 14. Спољно брзинска карактеристика мотора Volvo D9B 260 и 310 [17]

6.1.1 Избор преносних односа у главном преноснику

Преносни односи у трансмисији имају велики утицај на перформансе аутобуса. Полазни захтеви при пројектовању аутобуса, у основи, су следећи:

- савлађивање максималног успона,
- велика максимална брзина,
- савлађивање одговарајућих укупних отпора кретања одговарајућим брзинама,
- велико убрзање у неком од степена преноса,
- мала потрошња горива и сл.

Преносни однос у главном преноснику утиче на перформансе аутобуса. Утицај преносног односа у мењачу, у току анализе, се може избећи тиме што се усваја да је једнак јединици.

Код аутобуса се препоручују следећи преносни односи у главном преноснику:

- градски 5,5-6,5 (максимална брзина 60-75 km/h),
- приградски 4,5-5,5 (80-110 km/h),
- међуградски 3,5-5 (105-120 km/h) и
- туристички 3,2-4 (110-140 km/h) према [1].

Ове препоруке треба прихватити оквирно, с обзиром да је основни критеријум избора преносног односа у главном преноснику максимална брзина аутобуса, али да се она постиже оптималним избором свих релевантних фактора у ланцу трансмисије [1].

6.2 Избор мењачког преносника

Што се тиче мењачког преносника пројектованог возила биће употребљен аутоматски мењач, јер је возило намењено за градску вожњу, па самим тим и честу промену степена преноса. Аутоматска трансмисија може доста уштедети на потрошњи горива у градској вожњи. За пројектовано возило биће употребљен аутоматски мењач немачког произвођача Voith, а модел DIWA 6 D 854.6 (слика 15).

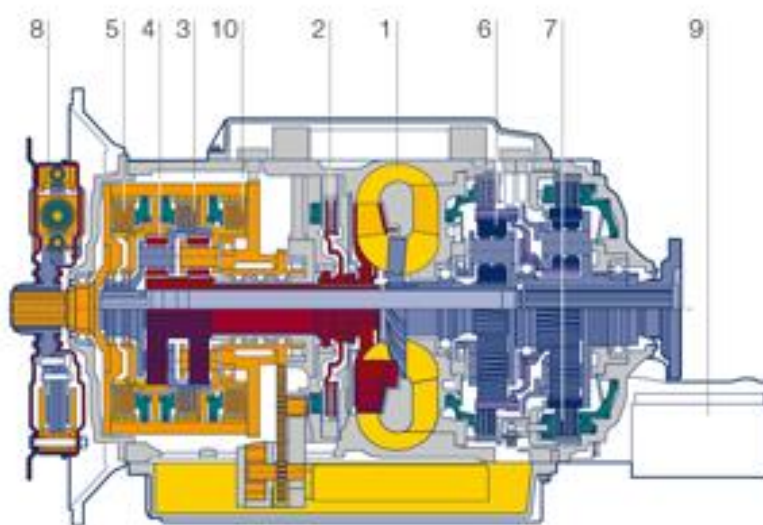
Код аутоматског мењача покретање се врши преко хидродинамичког претварача обртног момента. Претварачу је са задње стране прикључен електрохидраулички планетарни мењач са више планетарних зупчаника. Примарни ретардер преузима кочиони погон без фрикције.



Слика 15. Аутоматски мењач Voith DIWA 6 [18]

Друга важна карактеристика овог мењача је смањење оперативног притиска; пун радни притисак се производи само ако је то заиста неопходно. Ово значајно повећава ефикасност преноса снаге.

Овај мењач комбинује ANS (*Automatic Neutral Shift*) са интелигентним „start-up“ управљањем: сензори спречавају мотор да ради против активне кочнице током укључивања и на тај начин троши непотребно гориво [18].



Слика 16. Делови мењачког преносника Voith DIWA 6: 1-бројач-ротирајући претварач обртног момента, 2-кочница, 3-мењачка спојница, 4-диференцијални зупчаник, 5-улазна спојница, 6-епициклични зупчаник, 7-планетарни зупчаник за ход уназад, 8-торзиони пригушивач вибрација, 9-измењивач топлоте, 10-спојница [18]

У табели 9 су приказане карактеристике изабраног модела мењачког преносника.

Табела 9. Техничке карактеристике мењачког преносника DIWA 6 D 854.6 [18]

Улазна снага $P_{1\max}$	240 kW
Улазни момент $M_{1\max}$	1250 Nm
Улазни број обртаја $n_{1\max}$	2500 min ⁻¹
Маса трансмисије без ретардера	334 kg
Максимална тежина возила	28 t

6.3 Избор погонског моста

Погонски мост треба да обезбеди покретање погонских точкова, а тиме и кретање возила. Да би се обезбедило покретање погонских точкова, мора се број обртаја зглобног вратила и погонских точкова довести у одговарајући преносни однос. То практично значи да се у главном преноснику мора редуковати број обртаја зглобног

вратила. Када се возило креће праволинијски, тада је број обртаја погонских точкова исти, односно они прелазе исти пут.

При кретању возила у кривини потребно је омогућити да погонски точкови возила прелазе различите путеве, у зависности од радијуса кривине. Због тога погонски мост не може бити крута осовина на којој се налазе погонски точкови, већ мора да омогући различит број обртаја погонских точкова за време проласка возила кроз кривину. Уређај који омогућује различите бројеве обртаја точкова исте осовине назива се диференцијал.

Погонски мост се састоји од: главног преноснка, диференцијала, кућишта погонског моста (облоге) и полувратила. Диференцијал, као део погонског моста, састоји се од: кућишта, бочних зупчаника и зупчаника „тркача“ са осовиницама.

На пројектованом возилу биће употребљен погонски мост од произвођача MAN НУ 1133. На слици 17 приказан је хипоидни погонски мост произвођача MAN.



Слика 17. Погонски мост произвођача MAN [19]

Табела 10. Основне карактеристике погонског моста произвођача MAN НУ 1133 [19]

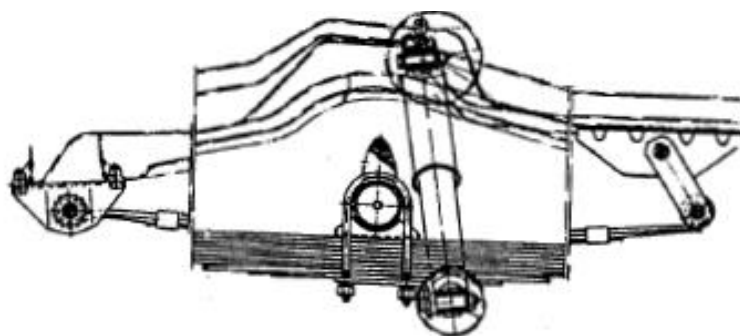
Осовинско оптерећење	2x11,5 t
Пречник точкова	22,5 inch
Врста кочница	Диск
Тежина без точкова	590/586 kg
Укупна ширина без пнеуматика	2032 mm
Показатељи трансмисије	2,85/3,08/3,36/3,70/4,11/4,63/5,29

6.4 Избор система за ослањање

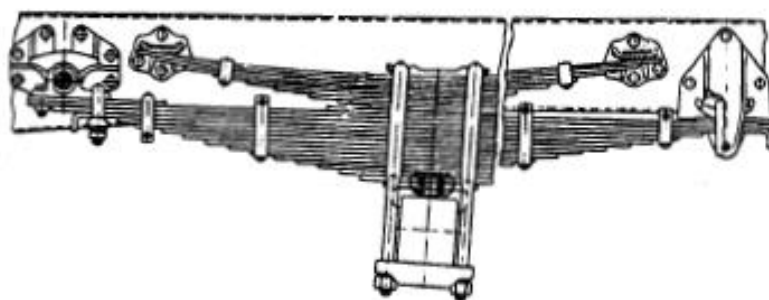
Система за ослањање врши улогу посредовања између ослоњене и неослоњених маса. У најопштијем случају, он прима сва оптерећења која се јављају у експлоатационим условима, а посебан значај има за остваривање потребних параметара удобности и стабилности аутобуса. Избор параметара система за ослањање своди се на решавање, различитих, међусобно супростављених захтева.

Имајући у виду усвојену концепцију аутобуса, при пројетовању система за ослањање се, уобичајено, полази од усвајања његове структуре.

Најједноставнија и најчешће примењивана структура система за ослањање аутобуса формуле 4x2 састоји се од лиснатих опруга (гибњева) који имају, истовремено, и могућност вођења осовина. При томе се, за аутобусе, најчешће, користе „параболичне“ лиснате опруге, дужина од око 1800 mm (на предњој осовини опруга има 3-4 листа, са статичким угибом до 200 mm и динамичким угибом од око 80 mm; задња главна опруга има 3-4 листа, а помоћна 1-3 листа тако да се може оставрити статички угиб оптерећеног и неоптерећеног аутобуса од око 100 mm). На слици 18 и 19 приказана су конструктивна решења ослањања предње и задње осовине са гибњевима.



Слика 18. Структура предњег система за ослањање аутобуса на лиснатим опругама [1]



Слика 19. Структура задњег система за ослањање аутобуса на лиснатим опругама [1]

У последње време све ширу примену имају ваздушне опруге, чиме се, постиже већа удобност. Вођење осовина у подужном и попречном правцу се, најчешће,

остварује реактивним полугама, а у пракси се, ваздушне опруге користе и у комбинацији са параболичним опругама.

Код система за ослањање аутобуса, поред опруга и система за вођење осовина, користе се и торзиони стабилизатори који имају задатак да смање угао ваљања.

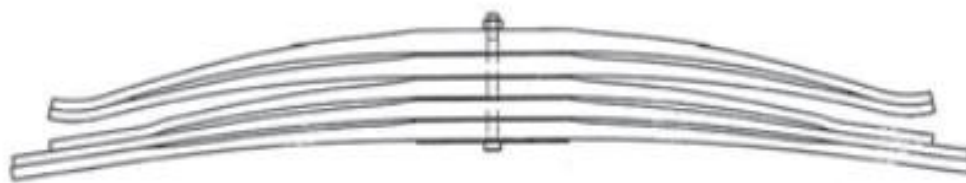
Уобичајено је да се у фази израде идејног пројекта аутобуса приближним поступцима дефинишу орјентациони параметри система за ослањање, седишта, ослањања погонске групе и сл. При томе се користе искуствене-емпиријске и егзактне методе.

Гибњеви се набављају од фирме „Rapidex trade“ која нуди широк асортиман делова за аутобусе и камионе. На слици 19 биће приказан модел гибњева за предњу осовину.



Слика 20. Гибњеви за предњу осовину [20]

Оптерећење је 8 t, ширина 90 mm, дужина 925 mm, број листова 3 и дебљина листа је 25 mm. На слици 21 приказан је изабрани модел гибња за задњу осовину, из производног асортимана фирме „Rapidex trade“.



Слика 21. Гибњеви за задњу осовину [20]

Оптерећење је 13 t, ширина 100 mm, дужина 825 mm, број листова и дебљина 3x31 mm и 2x35 mm.

Амортизери предње и задње осовине ће такође бити узети од добављача „Rapidex trade“, а марке „Sachs“.



Слика 22. Амортизер марке „Sachs“ [20]

6.4.1 Ваздушно ослањање

Ваздушно ослањање се употребљава код возила код којих се оптерећење мења у широком распону и код путничких возила више класе код којих конструктори желе обезбедити додатни комфор.

Пнеуматски еластични елементи се изводе од еластичне полиуретанске гуме. Ваздушни јастуци замењују опруге као пригушне елементе у систему ослањања. Сваки појединачни ваздушни јастук је повезан вентилом који контролише количину ваздуха која се налази у ваздушном јастуку. Вентили су повезани на компресор и на мали резервоар ваздуха под притиском. Отварањем и затварањем вентила количина ваздуха у сваком појединачном ваздушном јастуку се може подешавати. Смањењем притиска у ваздушним јастуцима одстојање возила од тла се смањује и обрнуто. Пошто пнеуматски елементи немају могућност да пренесу уздужне и попречне силе комбинују се са елементима за вођење. Један од разлога за коришћење ваздушног ослањања је степен удобности. Ваздушно ослањање преноси значајно мање вибрација са подлоге од конвенционалних система.

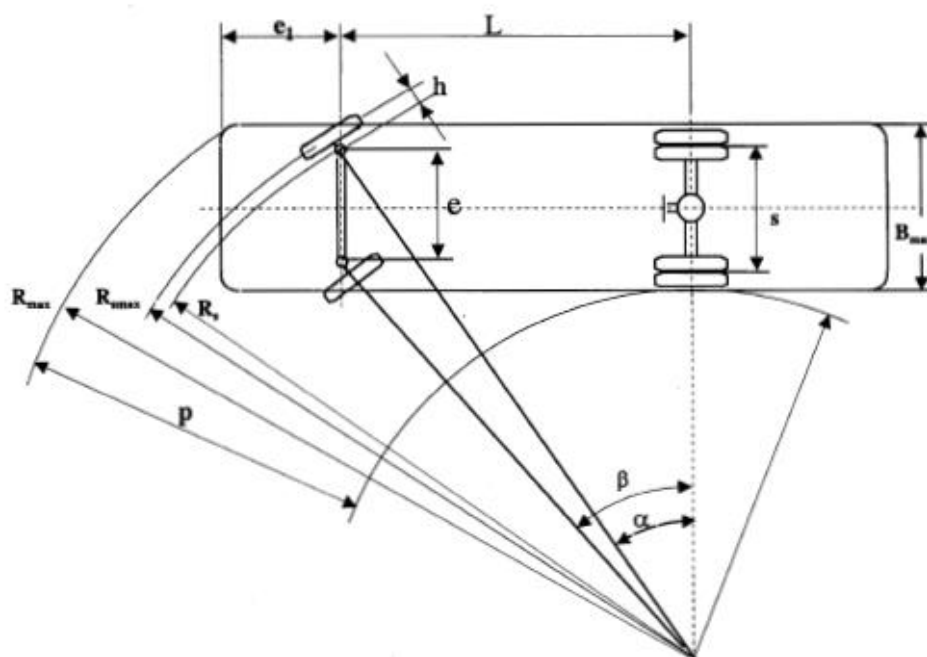
Ваздушни јастуци су такође узети од добављача „Rapidex trade“.

6.5 Систем за управљање

Са становишта безбедности саобраћаја управљачки механизми спадају у најважније уређаје на моторном возилу. Управљачки механизам има задатак да обезбеди усмеравање управљачких точкова и одржавања правца у време кретања возила. Управљачки механизам по правилу делује на предње точкове возила. Код возила са зависним системом ослањања управљачки механизам делује на точкове

преко једноделне попречне споне. Поред основног уређаја за управљање користи се допунски или серво уређај, који је данас основна опрема свих возила.

При постављању основног кинематског захтева који систем за управљање мора да задовољи, полази се, од минималног односно максималног полупречника заокретања аутобуса који, у нашој земљи, дефинише JUS M.NO.012. На слици 23 дат је шематски приказ кинематских захтева при заокретању двоосовинских аутобуса [1].

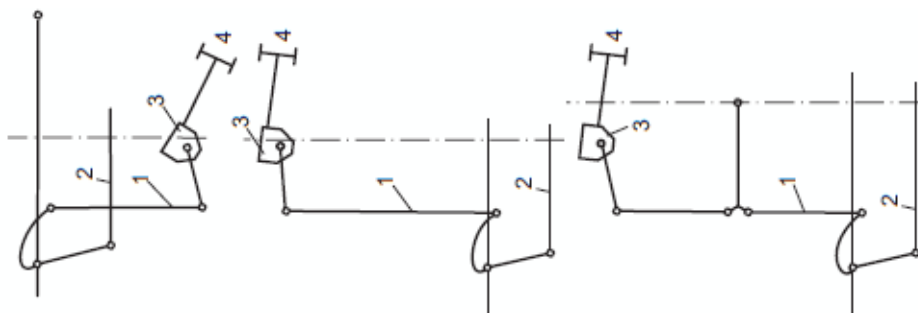


Слика 23. Заокретање двоосовинског аутобуса [1]

Параметри управљања, обзиром да су у тесној вези са проходношћу и безбедношћу, зависе од законских прописа и намене аутобуса. Претпоставимо да нам је задата величина максималног полупречника заокретања при кретању по кругу пречника 24 m. Очигледно је да се итеративним или графичким поступцима могу израчунати углови заокретања спољних управљивих тачкова, чије су вредности, из конструктивних разлога, ограничене на 45° .

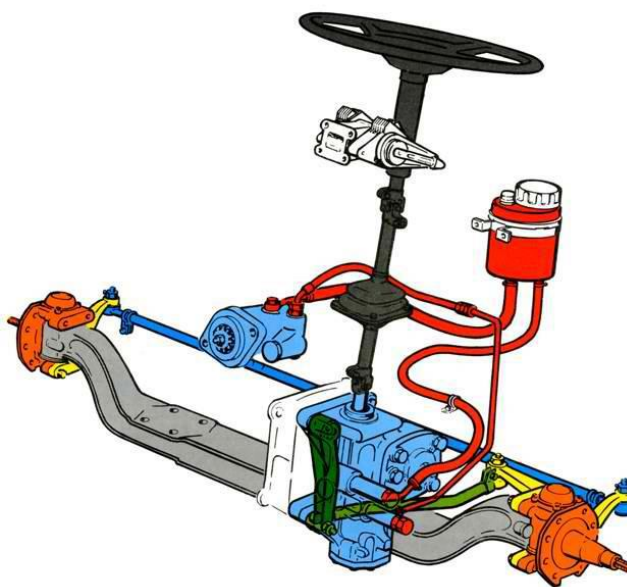
У зависности од концепције аутобуса усваја се и концепција система за управљање, при чему се мора водити рачуна о задовољењу кинематских захтева заокретања. Ово је посебно значајно код вишеосовинских аутобуса. На основу изабраних параметара система за управљање може се дефинисати и момент на тачку управљача, који (због замора возача) не би смео бити већи од 100-200 N.

На слици 24 приказано је неколико изведби управљачких система са попречном споном из једног дела (ова решења се примењују код теретних возила и аутобуса), када се примењује предњи управљачки мост са зависним ослањањем. Уздужне и попречне споне су углавном цевастог облика, док су полуге овалног облика, веза између полуа и спона остварује се навојима [21].



Слика 24. Шеме извођења трапеза код зависног ослањања управљачког моста: 1-уздужна спона, 2-попречна спона, 3-управљачки механизам, 4-точак управљача [21]

Кулисни управљачки механизам, користи се претежно код теретних возила, радних возила, као и на аутобусима. Изводе се са једним или са два прста. Кулисни управљачки механизам са једним прстом је јако оптерећен механизам, па га је у последње време потиснуо кулисни механизам са два прста. Преносни однос оваквог управљачког механизма једнак је производу преносних односа саставних елемената: завојнице-навртке и полуге-зупчасти сектор. Директни степен корисног дејства је око 0,85, а повратни око 0,7. Преносни однос је сталан, а могуће је остварити врло велике силе. Недостаци ових механизма су несаосност левог и десног излазног вратила, због чега су потребне различите дужине подужних спона, што нарушава симетрију заокретања. Саосност излазних вратила може се остварити конструкцијом леве и десне завојнице, односно левом и десном полунавртком, које су у вези са кривајама одговарајућих излазних вратила [21].



Слика 25. Управљачки механизам аутобуса [21]

Изабран је хидраулични сервоуправљач произвођача Volvo, модел Volvo Dynamic са подесивим стубом управљача по висини и нагибу (слика 26) чије су техничке карактеристике дате у табели 11.



Слика 26. Управљачки систем Volvo Dynamic [24]

Табела 11. Техничке карактеристике изабраног система [24]

За усмеравање осовинског оптерећења	5,5÷8.5 t
Варијабилни преносни однос	22.2÷26.2 17.0÷20.0
Максимални притисак	170 + 10 bar
Максимални обртни момент	6479÷7618 Nm
Маса	42 kg

6.6 Систем за кочење

Циљ пројектног прорачуна је да се још у фази израде идејног пројекта дефинишу параметри система који ће обезбедити добре кочионе особине и стабилност возила у току кочења.

Пракса је показала да је најефикасније кочење у случају када је искоришћени коефицијент приањања једнак на свим осовинама, а то се може постићи избором кочилица које ће остварити кочионе силе сразмерне реакцијама тла у процесу кочења. Кочење на граници приањања није пожељно због нестабилности возила и већег хабања пнеуматика, али како се то не може избећи због различитих коефицијената приањања (лед-сув бетон), обавезна је регулација сила кочења на задњем мосту. То се чини у функцији оптерећења возила регулацијом притисака ваздуха у кочионом систему.

Поред тога постоје и уређаји за регулацију угаоне брзине точкова, који онемогућавају њихово блокирање (ABS) и тиме доприносе ефикаснијем кочењу. Овај систем се често код аутобуса комбинује са интегрисаним ограничавачем брзине.

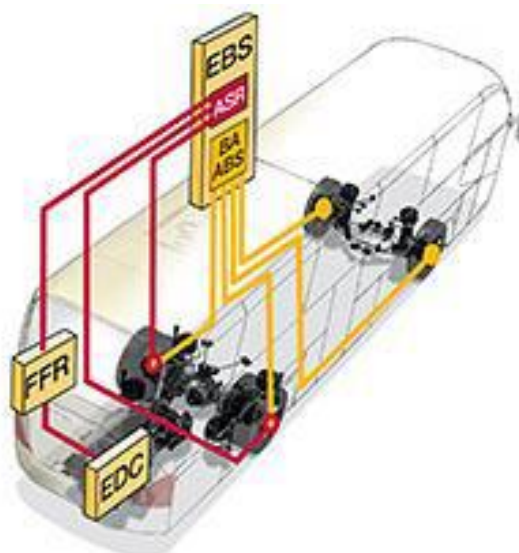
У овај систем су укључене ABS, ASR јединице, а исти обухвата пропорционални вентил и подешавајући цилиндар за регулацију параметара мотора, као и неке друге елементе. Функција система почиње пре него што возило достигне максималну брзину, која је меморисана у електронској јединици. Преко пропорционалног вентила и подешавајућег цилиндра регулациона полука се тако подешава да се максимална меморисана брзина не може прекорачити. Систем омогућава и аутоматску дијагностику.

Као допуна система ABS код аутобуса се често примењује и ASR систем. Филозофија ASR система се састоји у усаглашавању броја обртаја погонских точкова са непогонским предњим точковима у оном дијапазону који обезбеђује оптималне вучне карактеристике и стабилност кретања аутобуса.

Проблемом расподеле кочних сила данас се бави већи број стручњака, а постоје и правилници (ECE 13), као и развијени алгоритми и програми за дефинисање параметара кочионих система.

На основу прерасподела нормалних реакција тла могу се дефинисати максималне вредности кочионих сила и момената на основу којих се бирају димензије кочница. При томе треба истаћи чињеницу да се код аутобуса најчешће користе пнеуматске инсталације у системима кочења и диск кочнице [1].

Дискови кочница, кочне плочице и остали делови кочне инсталације производе разни произвођачи, а овде ће бити употребљени делови произвођача „Ferodo“.



Слика 27. EBS систем кочења код аутобуса [25]

Управљачки уређај EBS препознаје помоћу сензора броја обртаја точкова проклизавање погонских точкова. Код система регулације проклизавања погона ASR

може међусобно комбиновати ASR регулацију мотора и ABS регулацију кочења. За ASR регулацију мотора, EBS управљачки уређај даје сигнал управљачком уређају мотора EDC преко рачунара за управљање возилом FFP. Код проклизавања оба погонска точка долази до смањења заокретног момента мотора, а тиме и до проклизавања погона. За ASR регулацију кочења EBS управљачки уређај користи исте сензоре броја обртаја точкова као и за ASR, али делује само на погонске точкове. Код проклизавања само једног погонског точка смањује се проклизавање погона кочењем проклизавајућег точка, а диференцијал предаје преостали погонски момент другом точку приањањем на тло [25].

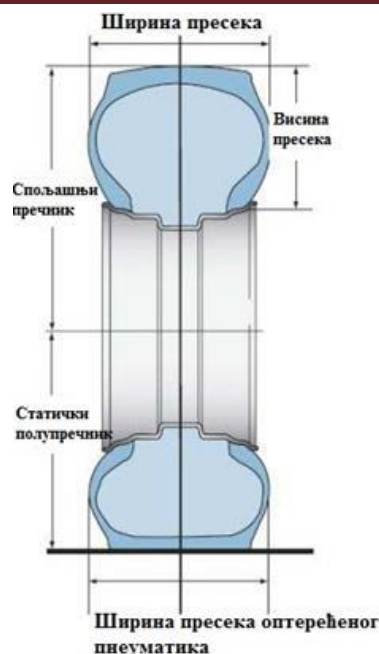
6.7 Систем грејања, вентилације и климатизације

Као што је већ истакнуто, аутобуси се користе у различитим климатским условима. Референтни параметри спољашњег окружења су: температура, релативна влажност и брзина струјања ваздуха, а такође и интензитет сунчевог зрачења. Правилан избор параметара спољашњег окружења је веома важан предуслов за квалитетно пројектовање система. Спољашње температуре се крећу од -60 до $+60$ °C, а релативна влажност од 20 до преко 90%.

При пројектовању система, полази се од утврђивања релевантних параметара микроклиме путничког простора и спољашњег окружења за зимски и летњи режим експлоатације. Важно је напоменути да се у зависности од нивоа комфора који се захтева, пројектант опредељује за врсту система: грејање и вентилација или климатизација.

6.8 Пнеуматици

Точкови возила чине важне делове моторног возила, с обзиром да од њихових карактеристика зависи безбедност путника, али и потрошња горива ако се има у виду њихов квалитет, наплатак и пнеуматик. Данас се на возилима примењују пнеуматици радијалне конструкције, док се код аутобуса и тешких возила користе пнеуматици без унутрашње гуме. На слици 28 дат је пресек пнеуматика, а на слици 28 газећи слој пнеуматика. Домаћи произвођач пнеуматика за теретна моторна возила и аутобусе је „Trayal“. Најпознатији светски произвођачи пнеуматика су: Michelin, Bridgestone Corp и Goodyear.



Слика 28. Пресек пнеуматика [22]

Савремени пнеуматици захваљујући својој променљивој и прилагодљивој структури испуњавају све захтеве које пред њих постављају произвођачи и корисници возила. Уз то обезбеђују путницима одговарајућу удобност и комфор. Данас се искључиво користе радијални пнеуматици. Због битног утицаја на конструкцију и понашање управљачког система није дозвољена замена пнеуматика друге врсте од оних које је прописао произвођач возила.

Изабрани су пнеуматици 275/70R 22,5 на свим осовинама, произвођача „Michelin“ на основу изабраног погонског моста.



Слика 29. Пнеуматик произвођача „Michelin“ [26]

6.8.1 Управљање пнеуматичима

Повећање сигурности у вожњи: *TyreManagment* (Управљање пнеуматичима) у MAN аутобусима обухвата систем надзора притиска у пнеуматичима ТРМ и комплет за поправку пнеуматика РРК (укидање потребе за резервним точком).

Систем за контролу притиска у пнеуматичима (ТРМ)

Помоћу система надзора притиска у пнеуматичима возачу стоји на располагању систем који стално надзире притисак у пнеуматичима возила (и током вожње) и упозорава код непостизања минималног притиска:

- ТРМ (Type Pressure Monitoring),
- Сензор притиска на сваком наплатку,
- Сигнали притиска се преносе помоћу радија до волана и приказују на екрану преко САВ-Бус сабирнице,
- Самостални приказ упозорења приликом непостизања задатог притиска од 20% и приликом прекорачења задатог притиска од 40%,
- Ручна провера притиска је увек могућа.

Систем за контролу притиска у пнеуматичима (ТРМ)

- Побољшани комфор и мали утрошак времена за возача без поступка испитивања,
- Повећана сигурност: избегавање 99% дефеката пнеуматика приликом полагањем губитка притиска,
- Избегавати незгоде значи увек смањење времена квара, довођење путника сигурно на одредиште и неугрожавање здравља возача,
- Смањење потрошње горива избегавањем прениског притиска у пнеуматичима,
- Дужи животни век пнеуматика.

Комплет за поправку пнеуматика (РРК)

- Већа носивост јер се може одустати од резервног точка (уштеда на тежини око 100 kg),
- Повећана сигурност јер приликом дефекта пнеуматика посебно на аутопуту није неопходна ризикантна замена пнеуматика,
- Средство за заптивање топиво у води може се испрати у случају касније поправке пнеуматика. [28]

7. УСВАЈАЊЕ ДИМЕНЗИЈА ПРОЈЕКТОВАНОГ ВОЗИЛА

У табели 12 дате су усвојене димензије пројектованог моторног возила М3/С1.

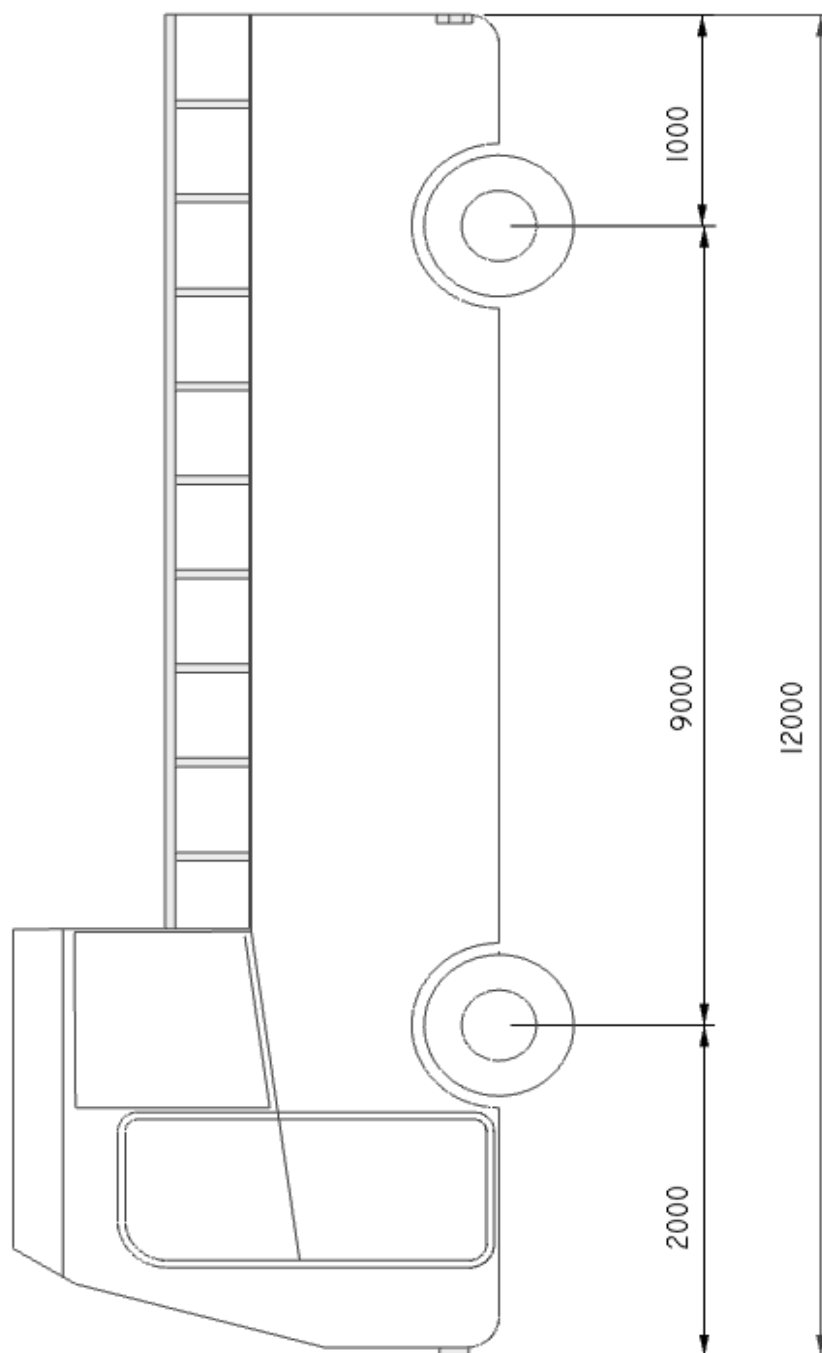
Табела 12. Усвојене димензије пројектованог возила

Маса возила	20 000 kg
Дужина	12 000 mm
Ширина	2420 mm
Висина	3150 mm
Међуосовинско растојање	9000 mm
Траг предњих точкова	1985 mm
Број места за седење	50+1
Број врата улаз/излаз	1

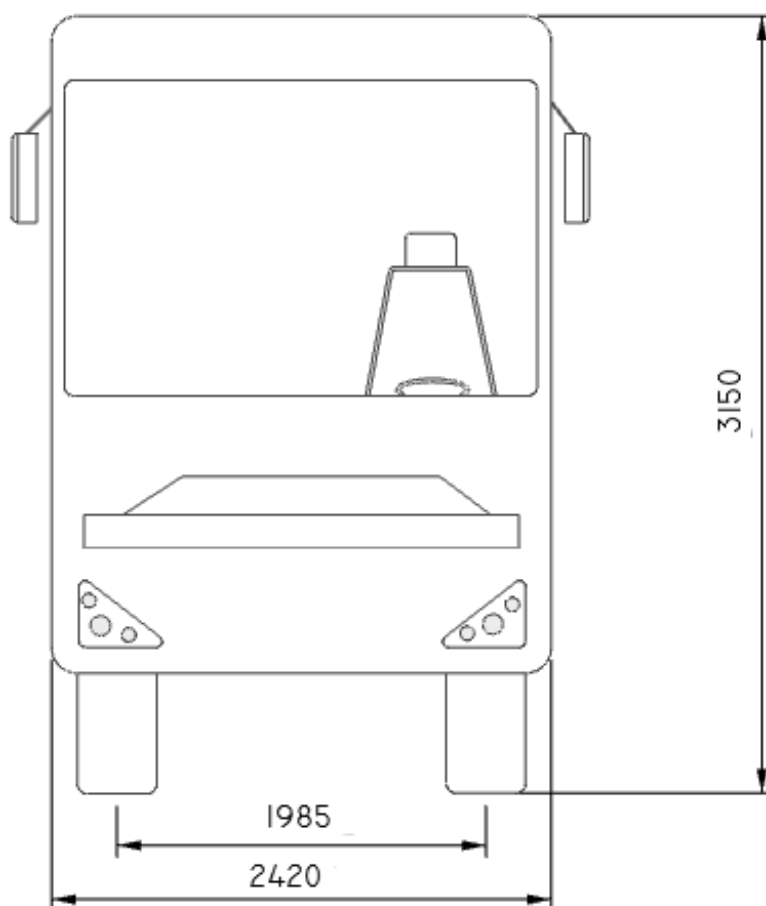
У табели 13 приказане су погонске карактеристике пројектованог моторног возила.

Табела 13. Погонске карактеристике пројектованог возила

Емисиони стандард	Еуро 6
Мотор	Volvo D9B 260
Снага	199 kW
Обртни момент	1100/1400 Nm
Мењач	Аутоматски Voith DIWA 6 D 854.6



Слика 30. Основне димензије возила категорије М3/С1



Слика 31. Основне димензије возила: међусовинско растојање, ширина и висина возила

8. ОСНОВИ ЕРГОНОМИЈЕ АУТОБУСА

Пројектовање аутобуса је незамисливо без сагледавања међусобних релација у сложенем динамичком систему: “Возач-Возило-Окружење” (у даљем тексту В-В-О). Проблем се, наравно, може проширити и на посматрање путника (система Човек-Возило-Окружење, Ч-В-О), али је он у ширем смислу од мањег утицаја, јер возач током вожње има активнији утицај од путника. Због тога је оправдано да се овде већа пажња посвети возачу, јер ће тиме бити обухваћени и параметри путника.

Неусаглашеност између било које од веза у поменутом систему доводи до поремећаја у функционисању система као целине, а што се у крајњој линији може манифестовати угрожавањем безбедности саобраћаја. Отуда проистиче и потреба за сагледавањем међусобних веза у систему В-В-О још у фази пројектовања аутобуса.

Комплетно функционисање система В-В-О спада у домен ергономије, па се при пројектовању аутобуса као целине, а посебно ергосфере возача (у даљем тексту Р.М.В), морају уважавати ергономски захтеви и то:

- антропометријски (значајни за димензионисање ерготехничких параметара каросерије, односно радног места возача),

- хигијенски (осветљење, микроклима, температура, притисак и влажност ваздуха, бука, вибрације и сл.),
- физиолошки и психофизиолошки (могућност деловања возача на команде, обзиром на његову расположиву енергију) и
- психолошки (могућност пријема и обраде информација).

Основу система В-В-О чини човек-возач, чијим антропометријским, физиолошким, динамо-моторним, сензорским, психофизичким, социјалним и другим карактеристикама у целини треба подредити технички део система (аутобус у првом реду), а то значи да треба поштовати ергономске захтеве при пројектовању аутобуса (посебно Р.М.В: габарита каросерије, положаја и облика ручних и ножних команди, сигналних уређаја, седишта, ветробранског стакла, микроклиме, виброакустичке изолације и сл.).

На основу претходно реченог, може се закључити да се задатак пројектовања радног места возача и путника своди на утврђивање оптималног односа између поменутих ергономских фактора. Очигледно је да то представља веома комплексан проблем који теоријски није до данас у целости расветљен. Овде треба напоменути да су, због веће масовности у саобраћају, обимнији резултати постигнути код путничких аутомобила и камиона, али се и они већим делом односе на проблем примене антропометријских величина при пројектовању.

На основу претходно реченог, оцењује се целисходним да се, због значаја који имају у току пројектовања Р.М.В возача и путника аутобуса, у најкраћим цртама, прикажу важнији ергономски захтев [1].

8.1. Основи антропометрије и физиологије

На основу истраживања савремене биолошке антропологије, показано је да морфолошка грађа човечијег тела зависи од низа параметара (исхрана, климатско подручје, раса, општи животни услови, пол, старост, физичка активност и сл.). Набројани фактори, због међусобне повезаности, морају се посматрати комплексно.

Овде се посебно наглашава да период од израде пројекта до краја животног циклуса аутобуса на тржишту износи око 20 - 30 година, па се још тада мора водити рачуна о могућим променама у антропометријским подацима.

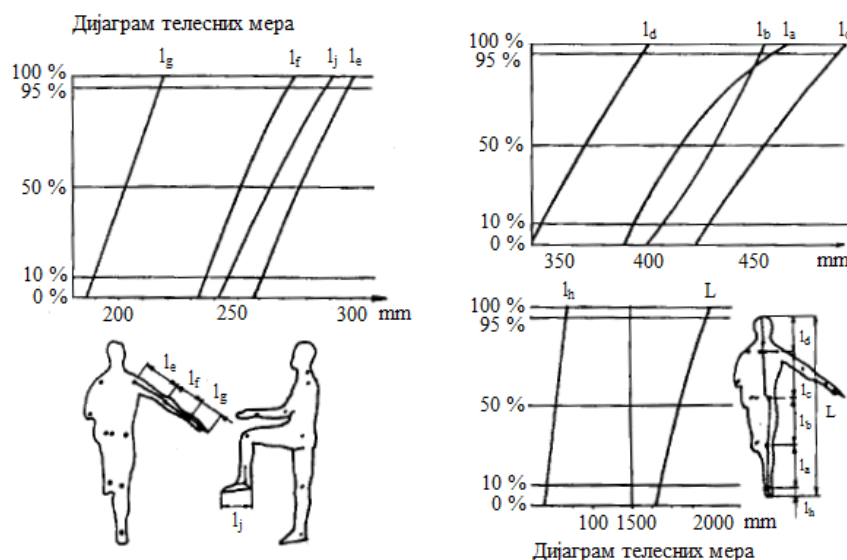
Примера ради, испитивања су показала да десетогодишњи пораст висине једне популације (због побољшаних животних услова) износи 10 - 20 mm.

Овај податак указује на могућу колизију између захтева за минимизацијом габарита аутобуса и обезбеђења довољног простора за возача (и сувозача) и путнике који ће користити аутобус после 20 - 30 година. Претходно речено указује на тешкоће које стоје пред стручњацима који имају задатак да дефинишу међународне стандарде из ове области.

Досадашња истраживања су, такође, показала да постоји значајна разлика у антропометријским димензијама код мушкараца и жена, а чињеница да су и жене

заступљене као возачи аутобуса, указује на потребу да се и овај фактор узме у разматрање при пројектовању возила.

Ради илустрације, на слици 32 дајемо приказ антропометријских димензија људског тела, који се односе на већу групу испитаника оба пола, на слици 33 однос висина жена и мушкараца [1].



Слика 32. Антропометрија људског тела [1]

Са слика и можемо јасно уочити да постоје значајне разлике између најмање и највеће висине људског тела, па се поставља оправдано питање према којој висини човека треба димензионисати Р.М.В. Лако се може закључити да то не треба чинити према најмањој висини јер у том случају возач са највећом висином не би оптимално могао обављати своју функцију. Са друге стране, пројектовање Р.М.В према највишим возачима није целисходно јер су они, као и возачи са најмањом висином, релативно мало заступљени у популацији. Због тога је уобичајна пракса да се Р.М.В дефинише за популацију од 5 % до 95 % (раније само 50 %) при чему се 5 % дефинише у односу на жене, а 95 % у односу на мушкарце, са циљем остваривања веће универзалности Р.М.В. и пласмана аутобуса на тржишта независно од географског поднебља.

У литератури постоје и подаци о осталим димензијама људског тела.

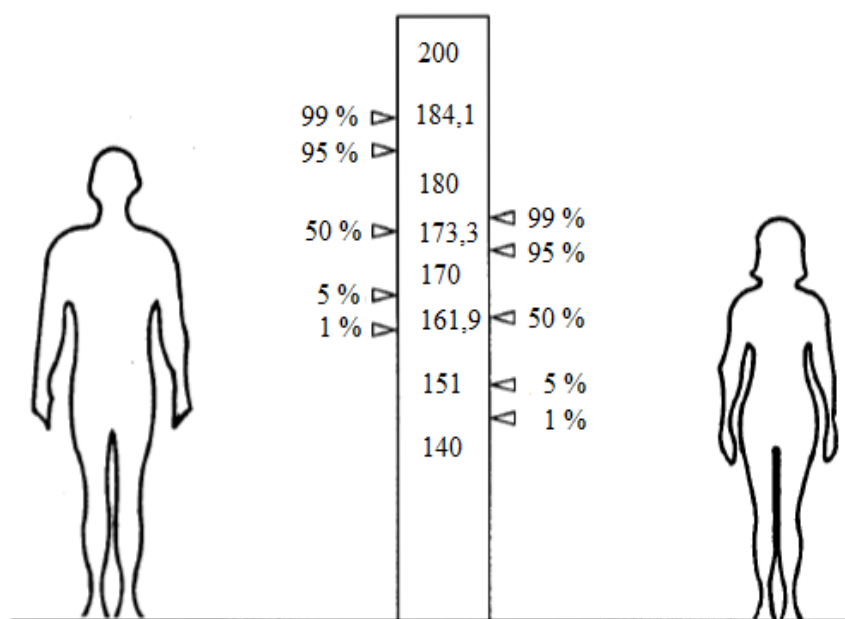
Литература познаје између 800 до 1000 антропометријских величина људског тела. Искуство у Сједињеним Америчким Државама и Француској показује да је за пројектовање Р.М.В. потребно познавати 12 - 28 антропометријских величина, а подаци су добијени на групи од преко 6000 испитаника показују да је за пројектовање путничких возила довољно познавати 12 антропометријских величина човека, у стојећем и седећем ставу (видети слику), чије су вредности дате у табели и то:

СВ - висина у стојећем ставу,

СВН - седећа висина у нормалном положају,

СВУ - седећа висина у усправном положају,

ВК - висина колена,
 ДП - дужина потколенице,
 ВН - висина надколенице,
 СН - спољашња дужина надколенице,
 УДН - унутрашња дужина надколенице,
 ШЛ - ширина лаката,
 ШСП - ширина седалног предела,
 ВЛ - висина лаката и
 МТ - маса тела.



Слика 33. Међусобни однос висина код жена и мушкараца [1]

Анализе су показале да је овај број антропометријских података довољан само за претходно димензионисање радног места возача аутобуса. Прецизније речено, поред података из табеле, потребни су и други, као нпр.: висина тачке ока, положај седмог вратног пршљена, висина лопатичног предела, положај врха пете у односу на седални предео и сл.

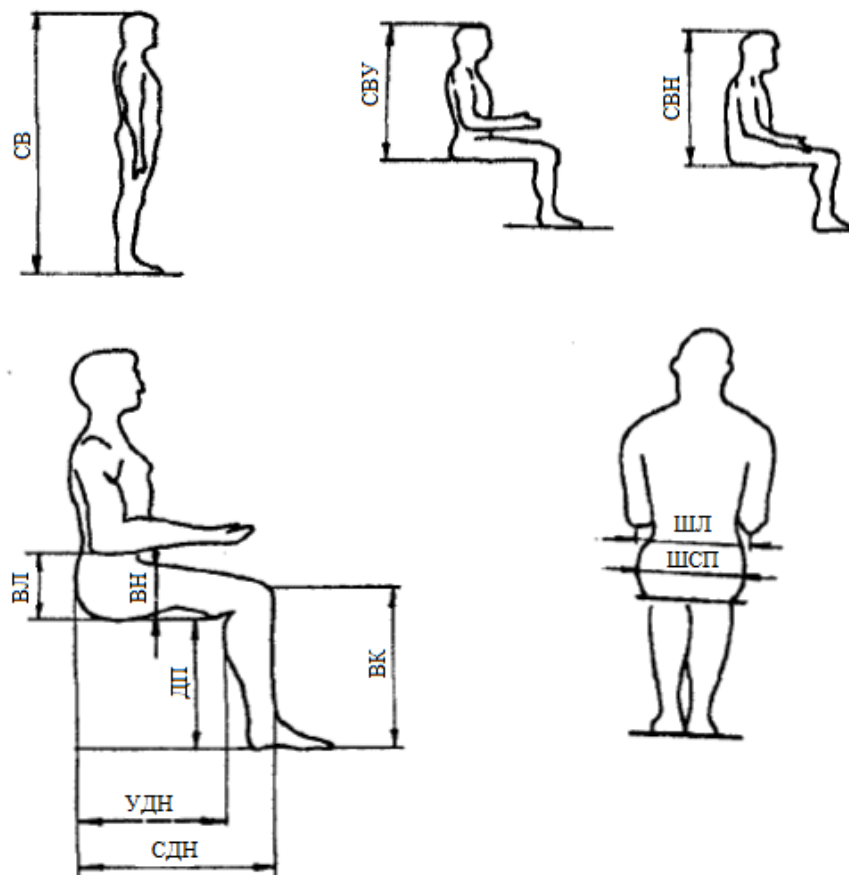
Треба нагласити да су и у нашој земљи вршена антропометријска мерења, а веома су интегрисани резултати мерења антрополошких величина возача у седећем положају, али их, због малог броја испитаника овде даље нећемо анализирати.

Табела 14. Антропометријске величине човека [1]

	Мушкарци			Жене		
	5 %	50 %	95 %	5 %	50 %	95 %
ВС	162	173,5	185	150	160	170
СВН	80,3	86,7	93	75,2	82	88
СВУ	84,5	90,7	96,5	78,5	85	90,7
ВК	49	54,4	95,4	45,5	49,7	54,7

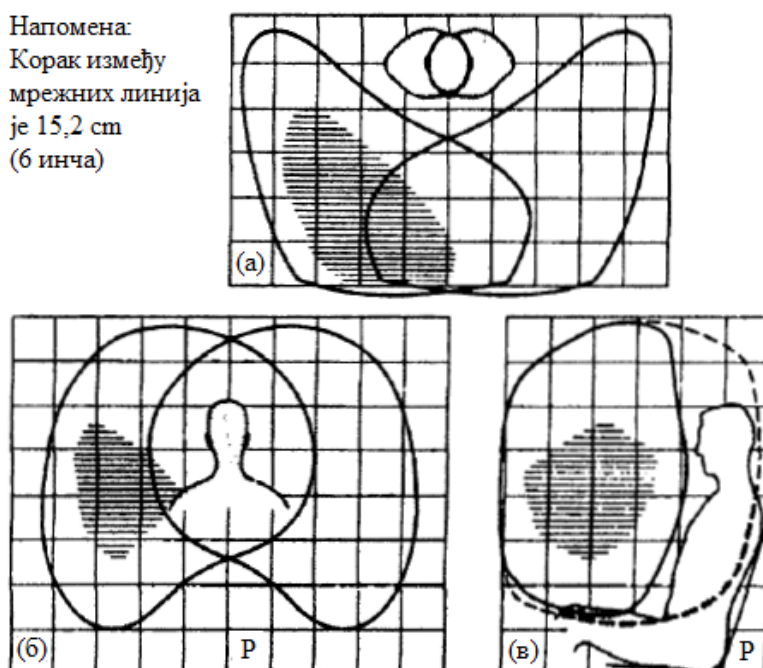
ДП	39,4	44	49	35,5	40	44,5
ВЛ	18,8	24,1	29,5	18	23,4	28
ВН	10,9	14,5	17,5	10,4	14,7	14,5
ДН	54	59,2	64	51,8	57	62,5
УДН	44	49,5	55	43,2	48	53,3
ШЛ	34,8	42	50,5	31,2	38,4	49
ШСП	31	35,6	40	31,2	36,3	43,4
МТ	57,2	75,3	98,5	46,2	62,2	90,2

Да бисмо илустровали значај примене антропометријских података при пројектовању возила, на слици дајемо приказ енvelopа дохвата рукама, при чему су препоручена подручија освенчена. Слика 34 указује на потребу коришћења стандардизованих антропометријских података при пројектовању возила.



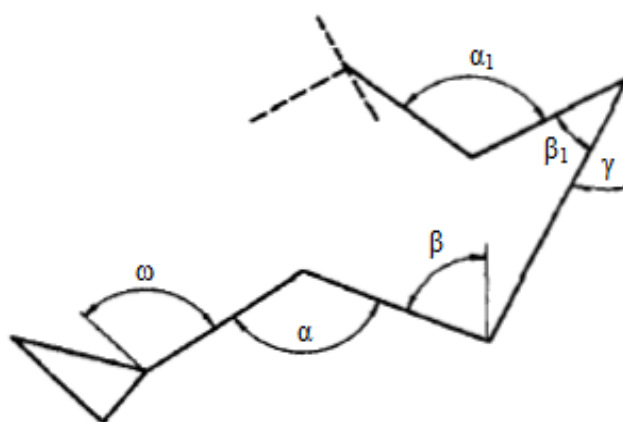
Слика 34. Важније антропометријске величине човечијег тела у седећем ставу [1]

Напомена:
Корак између
мрежних линија
је 15,2 cm
(6 инча)



Слика 35. Енvelope дохвата рукама за човека у седећем ставу [1]

Како возач своју функцију обавља у седећем положају, јасно је да Р.М.В. треба пројектовати тако да он може у дужем временском периоду управљати возилом уз минималну потрошњу енергије, о чему ће у наредном тексту бити више речи.



Слика 36. Углови седења [1]

Оријентационе величине ових углова у $^{\circ}$ дате су у табели 15.

Табела 15. Величине углова седења са слике 21 [1]

	α	β	γ	ω	α_1	β_1
Rodionov	80 - 170	60 - 110	20 - 30	75 - 150	-	-
Wisner	95 - 120	85 - 100	15 - 25	85 - 95	80 - 110	15 - 35
Rebiffe	95 - 135	95 - 120	20 - 30	95 - 110	80 - 120	20 - 30

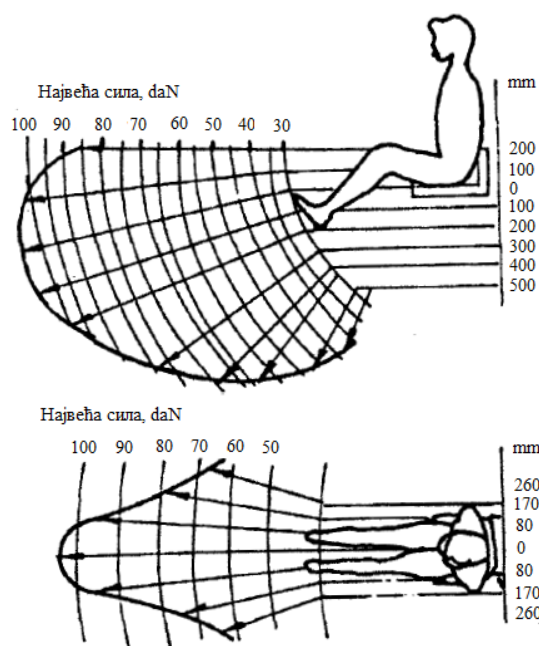
Досадашња истраживања су показала да постоји оптималан седећи положај при коме се возач најмање замара, а који је дефинисан тзв. анатомским угловима седења. При томе се, најчешће, имају у виду углови између појединих делова тела и екстемитета, шематски приказ на слици 36.

Углови из табеле 15 односе се на статичко стање (када возач не управља возилом), а јасно је да се неки од њих мењају у току вожње (нпр. када се стопало налази у пасивном или активном положају педале гаса, кочнице или спојнице). Ову чињеницу потврђују и резултати који се односе на путничка возила.

Треба нагласити да се, због значаја, положаја тела возача и путника у седећем положају мора прецизно дефинисати још у фази пројектовања аутобуса. У том смислу постоје прописи којих се треба придржавати.

Положај команди је у тесној вези са силама и моментима које возач може у дужем временском периоду да остварује. Ради илустрације претходно реченог, на сликама и приказани су резултати.

Анализом података са слика и можемо се уверити да ефикасност дејства возача зависи од његовог положаја у односу на команде. На жалост, досадашња истраживања нису, на задовољавајући начин, разрешила ову проблематику па се препоручује да се користе постојеће препоруке и стандарди. [1]

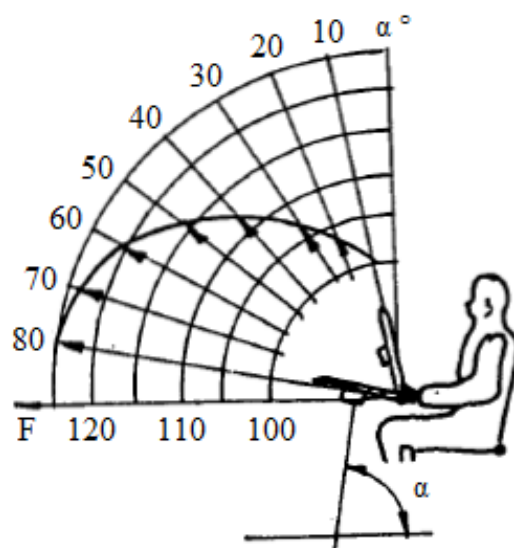


Слика 37. Силе у функцији положаја ногу [1]

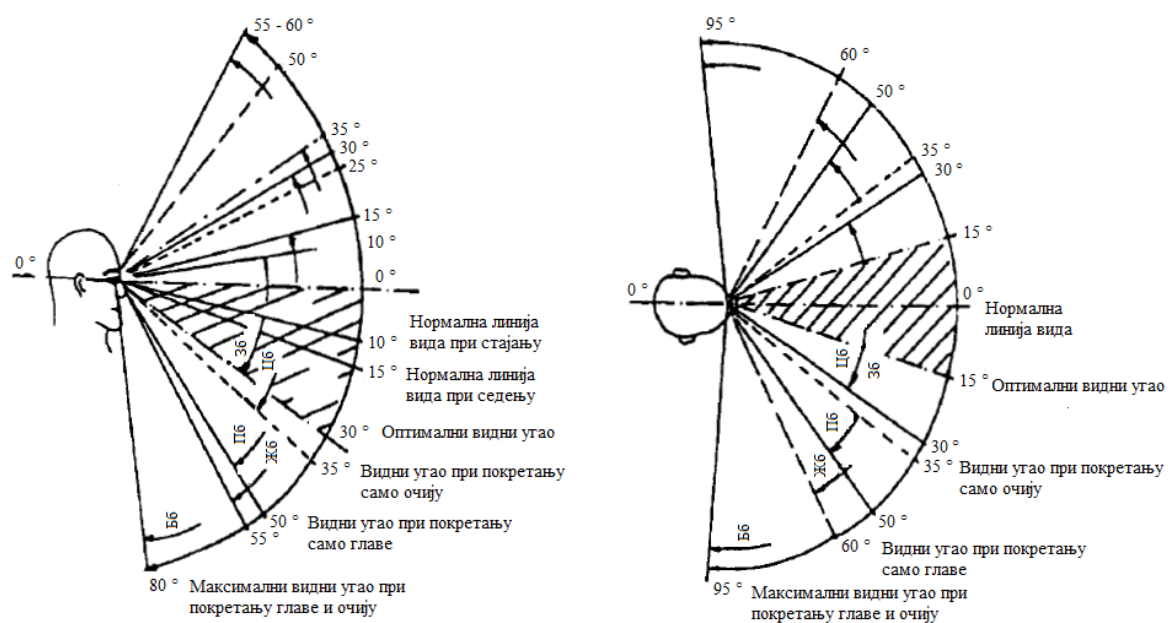
Р.М.В. мора да обезбеди и одговарајућу видљивост. У том циљу, на слици 39 приказујемо параметре видљивости здравог човека.

Анализом података са слике лако се можемо уверити да је код возила потребно обезбедити углове видљивости од најмање $\pm 15^\circ$ у вертикалној, а из разлога безбедности, знатно веће у хоризонталној равни.

У пракси не постоје општеприхваћени међународни стандарди за дефинисање углова видљивости аутобуса, па се препоручује да се користе ергономске препоруке и националне норме.



Слика 38. Момент који возач може да оствари у функцији положаја точка управљача [1]



Слика 39. Параметри видљивости човека у вертикалној и хоризонталној равни : Бб - бела боја, Жб - жута боја, Пб - плава боја, Цб - црвена боја, Зб - зелена боја [1]

8.2 Капацитет места у аутобусу

Треба указати на чињеницу да су експлоатациони услови у тесној вези са наменом аутобуса. Специфичност експлоатације градских аутобуса се огледа у честој промени величине корисног оптерећења (броја путника), великој разлици укупне масе оптерећеног и неоптерећеног возила, честим случајевима преоптерећења, као и честој промени режима вожње (убрзања, успорења), што за туристичке аутобусе није карактеристично.

Под капацитетом се подразумева број путника који се истовремено може сместити у аутобусу. Овај параметар обухвата два аспекта и то: номинални број места за седење и површину намењену за стајање путника.

Како у међуградским и туристичким аутобусима није дозвољено стајање путника, капацитет истих је једнак укупном броју седишта намењених за путнике. Очигледно је да корисна површина ових типова аутобуса обухвата само површину која је заузета седиштима (а која укључује и површине испред седишта потребне за смештај путника).

Према ЕСЕ R36 укупан број места за седење и стајање рачуна се према следећем обрасцу:

$$N \leq P_s + \frac{S_1}{S_{sp}}$$

P_s - број места за седење,

S_1 -површина предвиђена за стајање путника ($0,150 \text{ m}^2$),

S_{sp} -површина доступна за стајање путника.

$$N \leq 50 + \frac{2}{0,150} = 63$$

Према ЕСЕ R36 минимални број врата на возилу приказан је у табели 16.

Табела 16. Број врата за одређене класе возила према капацитету места

Број путника	Класа I	Класа II	Класа III
23-45	1	1	1
46-70	2	1	1
71-100	3	2	1
>100	4	3	1

9. РАЧУНСКА ПРОВЕРА ПЕРФОРМАНСИ ВОЗИЛА

Рачунска провера перформанси возила ради се на основу изабраних компоненти (погонски агрегат, мењачки преносник) и димензија возила.

Табела 17. Подаци за прорачун вучно-брзинских карактеристика

Карактеристике возила	Подаци
Димензије	L=12 m Чеона површина возила A=5 [29]
Максимална снага мотора	199 kW
Максимални обртни момент M_{emax}	900 Nm
Број обртаја n_p	2100 o/min
Положај мотора и погон	Мотор позади попречно, 4x2
Преносни односи	Аутоматски мењач 6-степени: 2,85/3,08/3,36/3,70/4,11/4,63/5,29
Пнеуматици	275/70 R22,5
Коефицијент отпора ваздуха	$C_x=0,45$ [29]

Спољашња брзинска карактеристика уграђеног мотора

$$P_M = M_{emax} \cdot 2\pi n_m = \frac{900 \cdot 2\pi \cdot 1600}{60000} = \frac{12057600}{60000} = 150,72 \text{ kW}$$

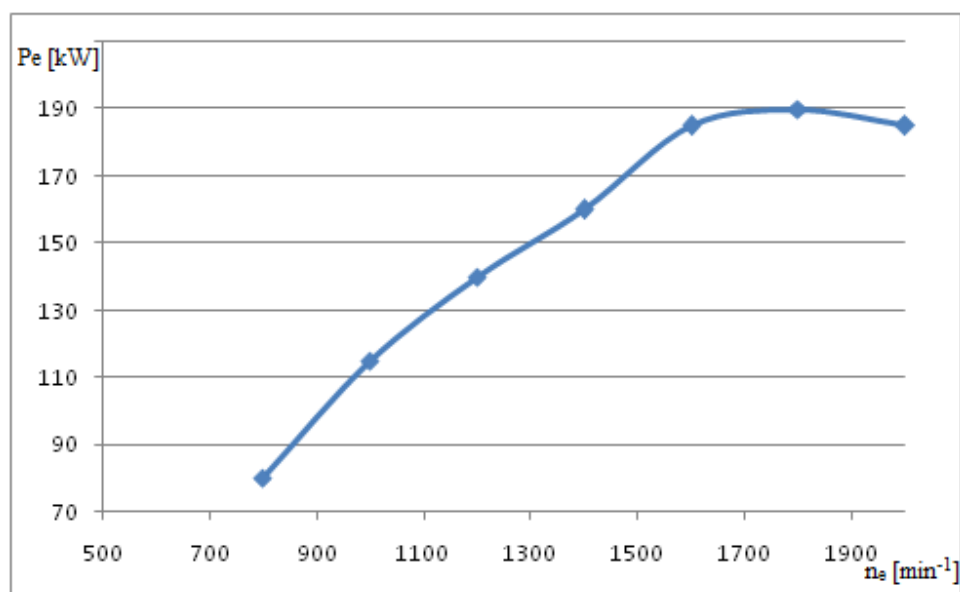
$$M_P = \frac{P_{emax}}{2\pi \cdot n_p} = \frac{199 \cdot 60000}{2\pi \cdot 2100} = \frac{11940000}{13188} = 905,36 \text{ Nm}$$

У табели 18 приказане су израчунате вредности снаге и обртног момента при различитим бројевим обртаја.

Табела 18. Вредности снаге и обртног момента за различите бројеве обртаја

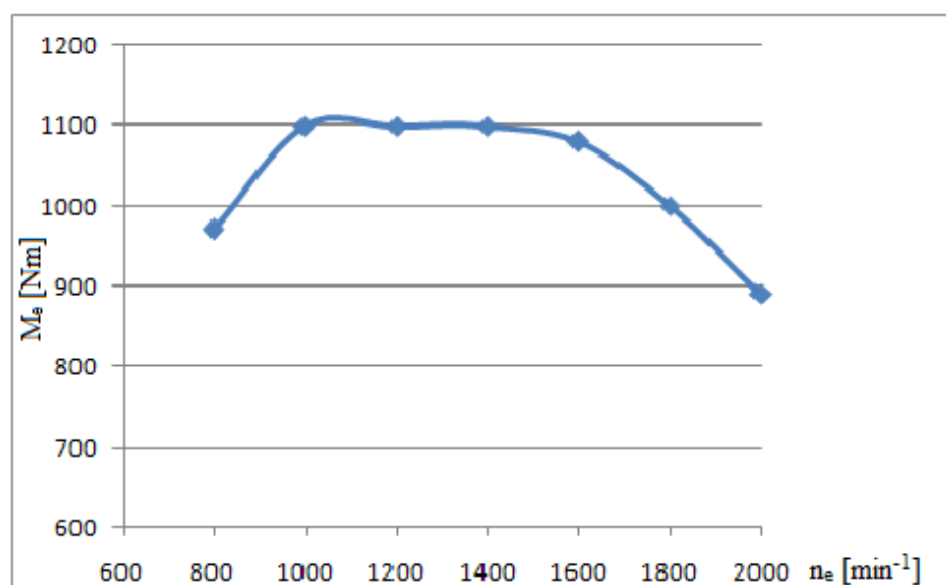
n_e [min ⁻¹]	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
P_e [kW]	80	115	140	160	185	190	185
M_e [Nm]	970	1100	1100	1100	1080	1000	890

На слици 40 приказан је дијаграм односа броја обртаја и обртног момента на основу података из табеле 17.



Слика 40. Спољно брзинска карактеристика мотора

На слици 41 приказан је дијаграм спољно брзинске карактеристике мотора, однос броја обртаја и максималне снаге мотора на основу добијених података из табеле 17.



Слика 41. Спољно брзинска карактеристика мотора

Максимална брзина возила и степен преноса у коме се она постиже

Максимална брзина возила постиже се на хоризонталном путу ($\alpha = 0 \Rightarrow P_\alpha = 0$), са приближно константном брзином кретања ($v_{max} = const \Rightarrow P_j = 0$). Одређује се

из биланса снаге, за број обртаја мотора при максималној брзини $n_e = n_v$, који у конкретном случају има облик:

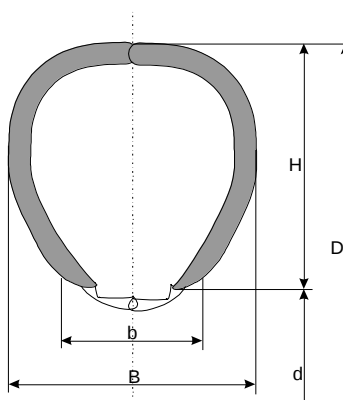
$$P_o = P_f + P_v$$

$$P_o = P_e \cdot \eta_T$$

$$P_f = G f_{vmax} \cdot v_{max}$$

$$P_v = K A v_{max}^3$$

Динамички полупречник точка може се израчунати на основу ознаке пнеуматика.



Слика 42. Основне димензије пнеуматика

Пнеуматик 295/60 R22,5

B=295 mm

H/B=60/100 mm

R-радијални пнеуматик

d=22,5 " називни пречник наплата (1"=25,4 mm)

$$D = d + 2H = 925,5 \text{ mm}$$

$$r_d \approx (0,93 \div 0,97) \frac{D}{2} = 0,95 \cdot \frac{D}{2} = 439,6 \text{ mm}$$

Степен корисности трансмисије, η_T , рачуна се на основу израза: $\eta_T = \eta_m \eta_k \eta_o$, где се: η_m - степен корисности мењача, η_k - степен корисности карданског преносника (уколико постоји у трансмисији) и η_o - степен корисности главног преносника бирају према Табели 9.4 [1].

$$\eta_T = \eta_m \cdot \eta_k \cdot \eta_o = 0,96 \cdot 0,98 \cdot 0,95 = 0,89$$

$$m = 20000 \text{ kg}$$

$$G = m \cdot g = 196200 \text{ N}$$

$$C_x = 0,45$$

$$A = 5 \text{ m}^2$$

Усваја се $v_{max} = 75 \text{ km/h}$

Коефицијент отпора котрљању, f_{vmax} , рачуна се очекивану максималну брзину возила која је задата у поставци семинарског рада, према обрасцу:

$$f_{vmax} = f_o(1 + a' v_{max}^2)$$

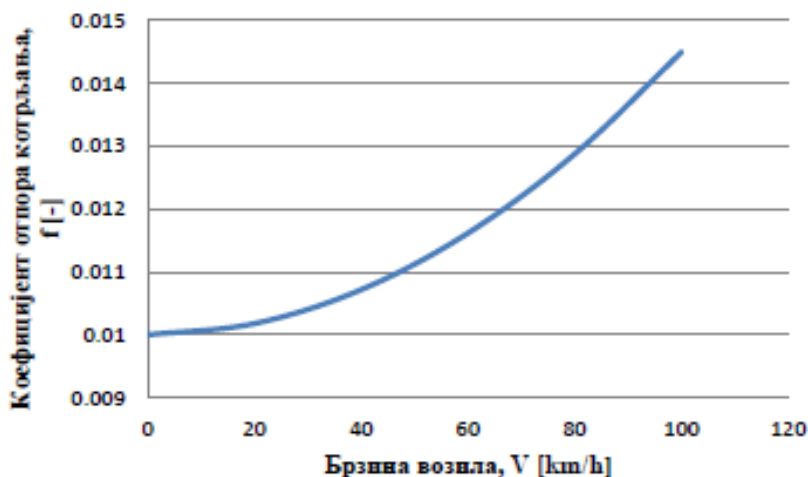
$$f_o = 0,01$$

$$a' = 4,5 \cdot 10^{-5} \left[\frac{\text{km}^2}{\text{h}^2} \right]$$

Табела 19. Зависност коефицијента котрљања од брзине кретања возила

$v \text{ [km/h]}$	0	20	40	60	80	100
f	0,01	0,01018	0,01072	0,01162	0,01288	0,0145

На слици 43 приказана је зависност коефицијента котрљања од брзине возила према вредностима у табели 18.



Слика 43. Дијаграм зависности коефицијента отпора котрљања од брзине возила

Фактор отпора ваздуха K , рачуна се на основу обрасца $K = \frac{1}{2} c_x \rho$, где су c_x - коефицијент отпора ваздуха (бира се на основу аеродинамичности облика возила) и $\rho = 1,25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ - густина ваздуха. Одговарајућим заменама добија се једначина:

$$P_{emax} \cdot \eta_T = K A v_{max}^3 \cdot G f v_{max}$$

$$K = \frac{1}{2} c_x \rho = 0,28 \frac{\text{N s}^2}{\text{m}^4}$$

Израчунавање i_o се врши помоћу обрасца:

$$i_o = \frac{2\pi r_d n_{emax}}{i_m V_{max}}$$

За различите степене преноса при максималном броју обртаја израчуната је брзина возила и вучна сила возила.

$$V = \frac{2\pi r_d n_{emax}}{i_o \cdot i_m}$$

$$V_I = 15,69 \text{ km/h}$$

$$V_{II} = 30,7 \text{ km/h}$$

$$V_{III} = 41,3 \text{ km/h}$$

$$V_{IV} = 59,6 \text{ km/h}$$

$$V_V = 66,4 \text{ km/h}$$

$$V_{VI} = 79,7 \text{ km/h}$$

За рачунање вучне силе, динамичког фактора и убрзања возила у функцији брзине возила у степену преноса i_m користе се познати изрази:

$$v = \frac{2\pi \cdot r_d \cdot n_e}{i_m \cdot i_o}$$

$$F_o = \frac{M_o}{r_d} = \frac{M_e i_m i_o \eta_T}{r_d}$$

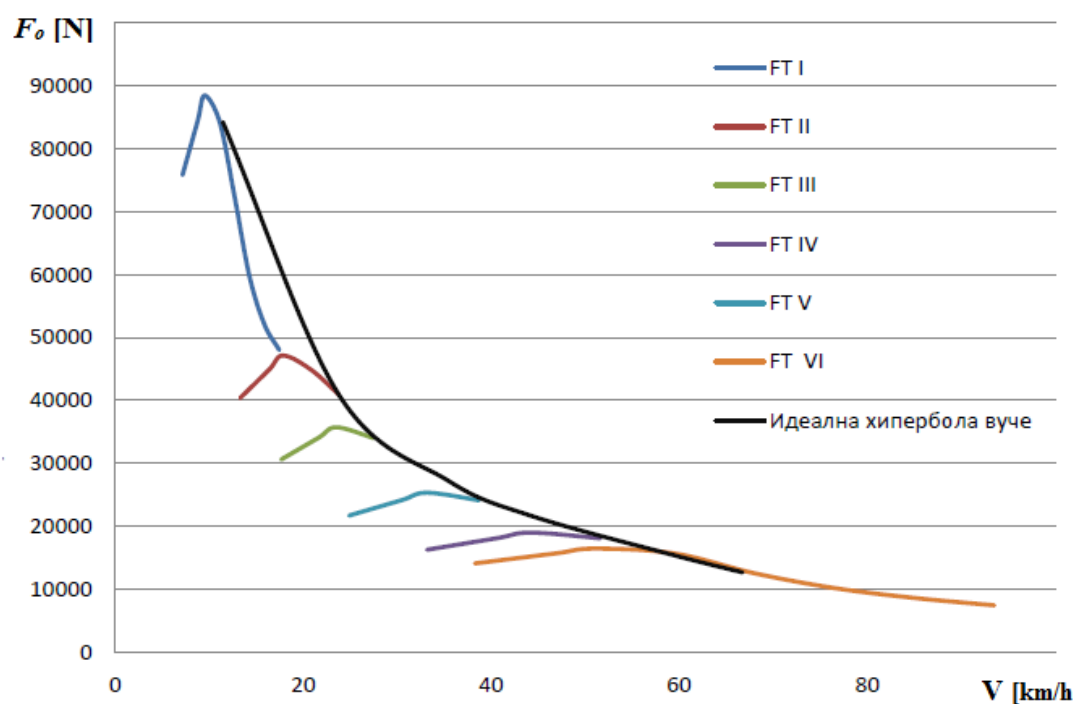
$$D = \frac{F_o - R_v}{G} \quad R_v = K A v^2$$

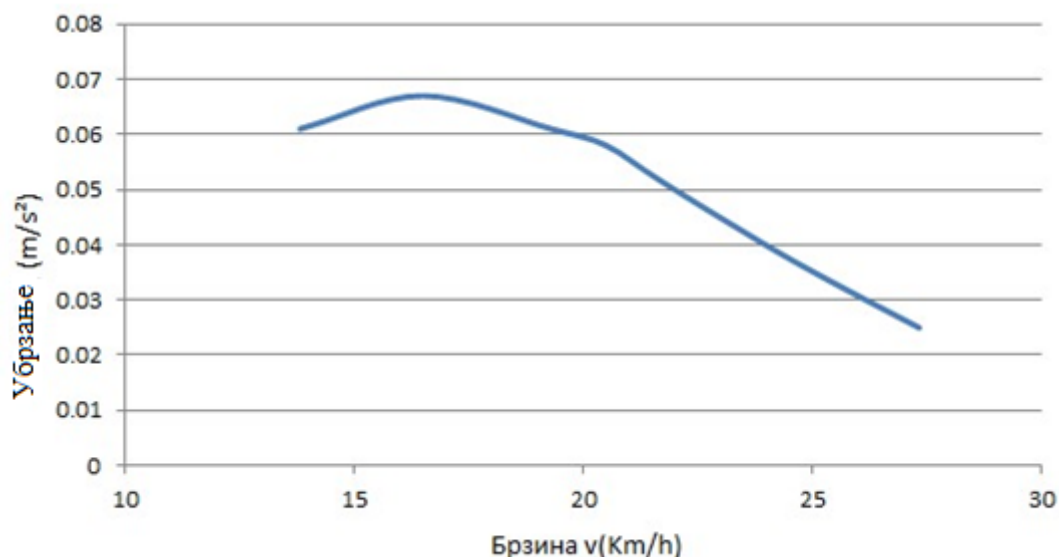
$$j = \frac{g}{\delta'} (D - f); \quad \delta' = 1,03 + 0,05 \cdot i_m^2; \quad f = f_o [1 + a' (3,6v)^2]$$

Табела 20. Добијене вредности динамичког фактора и вучне силе у односу на остале податке

$n_e [\text{min}^{-1}]$	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
$V_{\text{maxI}} [\text{km/h}]$	13,57	16,96	20,35	23,74	27,14	30,5	33,92
$M_e [\text{Nm}]$	970	1100	1100	1100	1080	1000	890
$F_o [\text{N}]$	75713,7	84371,5	88675	84384	67351,2	52752,3	4082,6
$R_v [\text{N}]$	72,77	108,6	129,4	176,12	231,4	294,8	368,6
D	0,0305	0,0311	0,0310	0,0317	0,0302	0,0286	0,0262
F	0,011	0,011	0,012	0,012	0,012	0,013	0,014
$J [\text{m/s}]$	0,2299	0,2139	0,1882	0,1761	0,1457	0,113	0,0897

На слици 44 приказан је дијаграм зависности вучне силе од брзине за различите степене преноса, а на слици 45 дијаграм зависности убрзања од брзине.

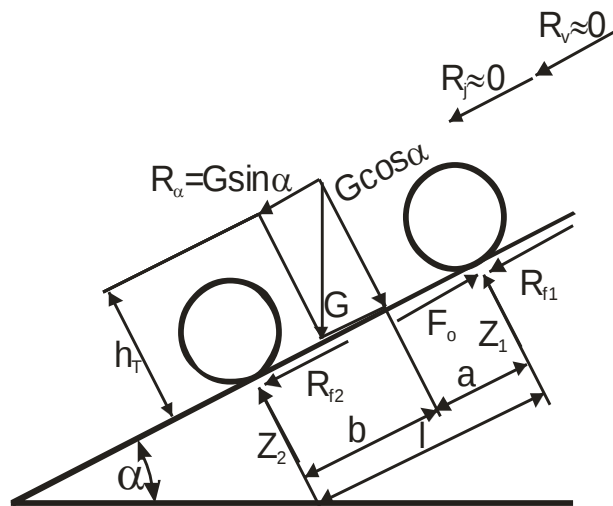
**Слика 44.** Зависност вучне силе од брзине возила



Слика 45. Зависност убрзања од брзине возила

Одредити максималан успон које возило може да савлада

Максималан успон возило савлађује у I степену преноса ($i_m = i_I$), малом, константном брзином ($v \approx 0, j = 0$), у режиму максималног обртног момента мотора M_{emax} :



Слика 46. Шематски приказ сила које делују на возило

$$F_{\text{omaxI}} = R_f + R_\alpha$$

$$\frac{M_{\text{emax}} i_I i_o \eta_T}{r_d} = mgf \cos \alpha + mg \sin \alpha$$

$$A = \frac{M_{emax} i_m i_o \eta_T}{r_d m g} = 0,201$$

Добија се тригонометријска једначина коју треба решити по α :

$$f \cos \alpha + \sin \alpha = \frac{M_{emax} i_m i_o \eta_T}{r_d m g} = A$$

$$f \cos \alpha + \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = A$$

$$\sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = A - f \cos \alpha$$

$$1 - \cos^2 \alpha = (A - f \cos \alpha)^2$$

$$(1 + f^2) \cos^2 \alpha - 2A f \cos \alpha + A^2 - 1 = 0$$

Решење ове квадратне једначине по $\cos \alpha$ гласи:

$$(\cos \alpha)_{1,2} = \frac{2Af \pm \sqrt{4A^2 f^2 - 4(1 + f^2)(A^2 - 1)}}{2(1 + f^2)}$$

$$\alpha_1 = 0,95$$

$$\alpha_2 = -0,91$$

$$\arccos 0,95 = 18,19$$

Усваја се решење за угао $\alpha = 18,19^\circ$

Максимални успон према условима пријањања, ако је задња осовина погонска:

$$F_{T2} = \varphi \cdot Z_2 \leq R_f + R_\alpha$$

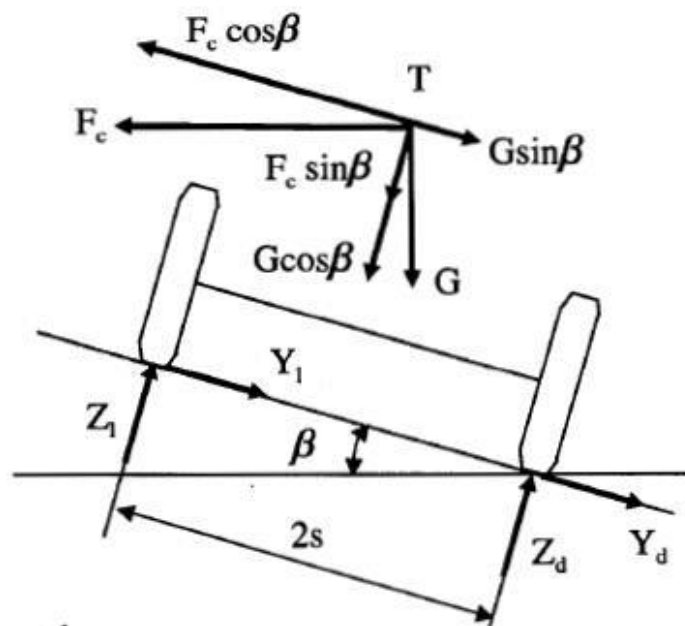
$$\tan \alpha \geq \frac{\varphi \cdot b - f_o \cdot l}{l - \varphi \cdot h_T}$$

$$\tan \alpha \geq 0,3868$$

$$\alpha = 21,15^\circ$$

Бочна стабилност возила

Прорачун попречне стабилности врши се када је возило у кривини константног полупречника $R=50$ m, на попречно нагнутом путу контра нагиба $\beta=10^\circ$ и креће се константном брзином. Према критеријуму попречне стабилности врши се рачунање критичне брзине кретања возила. На слици 47 приказана је бочна стабилност путничког возила.



Слика 47. Бочна стабилност возила [1]

Превртање око десних точкова:

$$V_{kr} = \sqrt{\frac{s \cdot \cos \beta - h_T \cdot \sin \beta}{h_T \cdot \cos \beta + s \cdot \sin \beta}} g \cdot R$$

$$V_{kr} = 22,935 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 82,56 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Бочно клизање:

$$V_{kr,k} = \sqrt{\frac{\varphi - \tan \beta}{1 + \varphi \cdot \tan \beta}} g \cdot R$$

$$V_{kr,k} = 15,76 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 56,75 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Према прорачуну може се закључити да је $V_{kr,k} < V_{kr}$ тј. да ће пре доћи до клизања него до превртања.

10. ЕРГОНОМИЈА РАДНОГ МЕСТА ВОЗАЧА И ПРОЈЕКТОВАЊЕ У ПРОГРАМСКОМ ПАКЕТУ САТИА

Код пројектовања возила неопходно је извршити анализу возила у саобраћајном окружењу где ће се експлоатисати. Тако треба узети у обзир све факторе који утичу на удобност возача и путника. При пројектовању радног места возача треба водити рачуна да положај свих команди буде на дохват руке.

Да би се обезбедио комфор возачу и путницима у току вожње треба узети у обзир све карактеристике које утичу на удобност седишта и услови у којима се користе. Током седења, када возило није у покрету, у обзир се морају узети следећи услови:

- ослањање тела како би се одржао оптималан положај у вожњи,
- контактна крутост на различитим површинама,
- бочно ослањање тела у седишту,
- могућност регулисања и ефикасност деловања на команде,
- тактилни квалитет површина и
- стил решења.

Док при кретању се анализирају следећи услови:

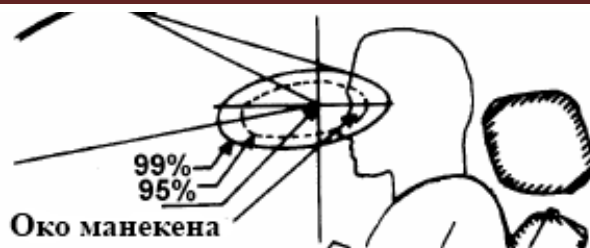
- могућност пригушења вибрација пренетих на човека,
- слобода кретања,
- способност одржавања правилног положаја кичме и спречавање прекомерног стреса у дужем периоду вожње и
- расподела контактеног притиска.

При пројектовању возила са аспекта ергономије неопходно је узети у обзир:

- грејање/хлађење,
- спречавање појаве прекомерне брзине струјања ваздуха,
- спречавање замагљивања и залеђивања стакла,
- климатизовање седишта и
- додатно кондиционирање ваздуха (спречавање ширења мириса, филтрирање ваздуха, регулисање влажности и др.).

Фактори који утичу на удобност возача и путника су и:

- бука,
- осцилаторна удобност и
- оптичка удобност [1].



Слика 48. Слепе тачке на возилу [1]

Видно поље је онај део простора у коме су видљиви предмети и објекти приликом примарног положаја ока, при чему то значи да око гледа право а светлосни надражаји који се том приликом региструју се бележе у видном пољу. На пример, возач иако гледа у ауто испред себе, истовремено види и аутомобиле у супротној траци који долазе у сусрет пешака кога претиче. Дакле, видно поље је сав простор који око види, испитује у једном тренутку, иако фиксира само једну тачку.

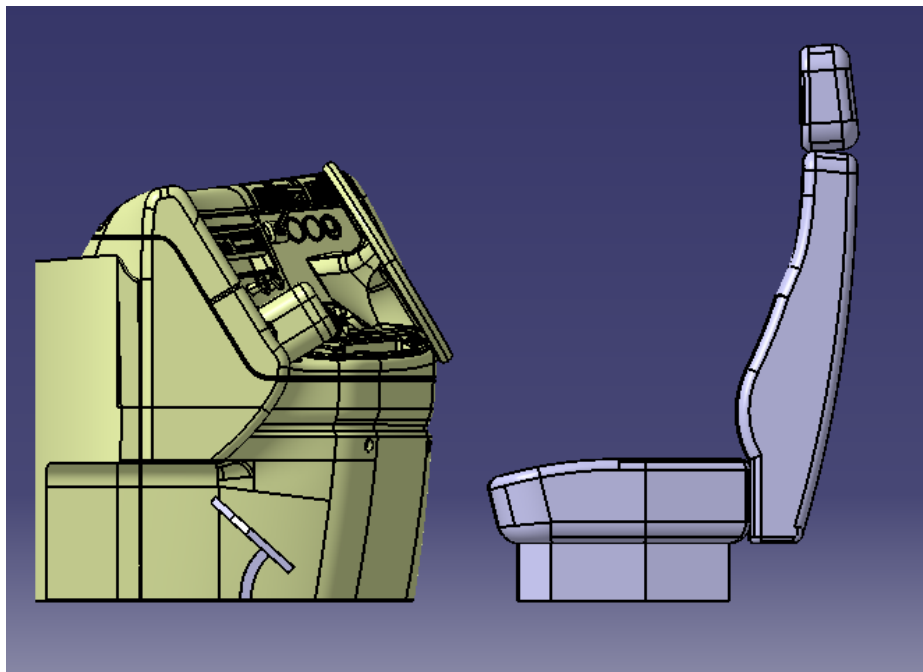
Једини дефект видног поља је слепа мрља, која одговара пројекцији оптичког диска, а ради се о месту где видни живац излази из очне дупље и где нема визуелних фоторецептора а налази се од $12-15^\circ$ темпорално и величине је 5° вертикално и $3,5^\circ$ хоризонтално [30].

У програмском пакету Catia пројектовано је радно место како би се испитало видно поље возача, као и ергономски услови за овај тип возила (категорија М3). Што се тиче антропометрије возача, подаци су узети за популацију 31-60 година, мушкарци, Централна Европа, а подаци важе за 95% популације (табела 21).

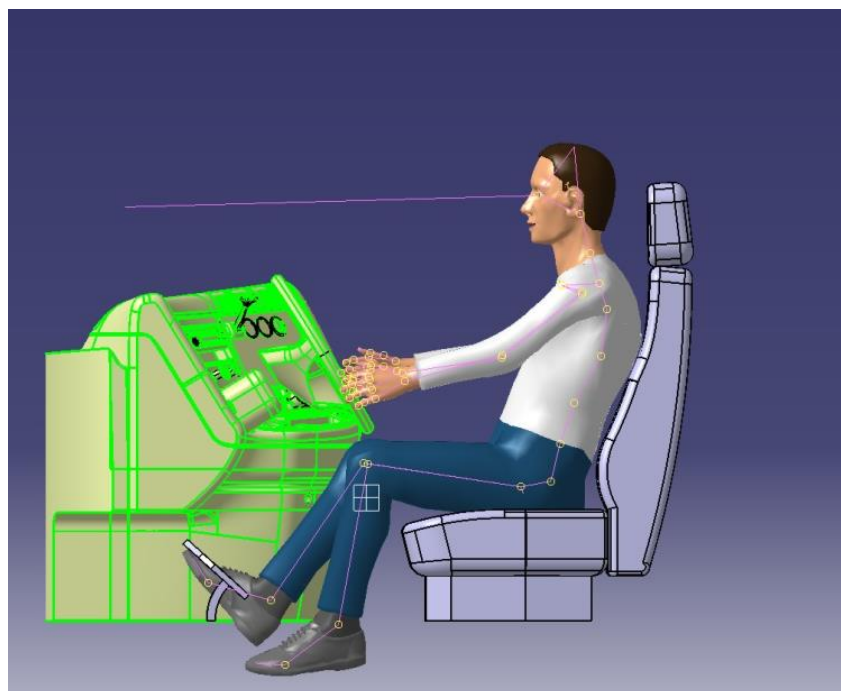
Табела 21. Мере за 95% популације Централне Европе [32]

Висина	1759 mm
Висина седења	965 mm
Ширина рамена	478 mm
Дужина стопала	277 mm

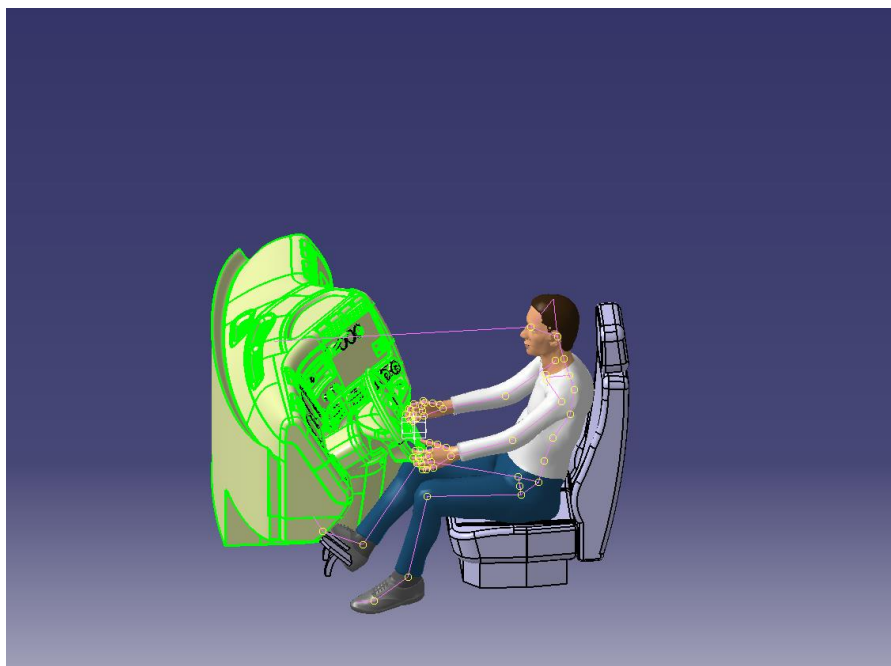
На следећим сликама (49, 50, 51, 52) приказано је радно место возача пројектовано у програмском пакету Catia V5, као и видно поље возача добијено помоћу програма Ramses.



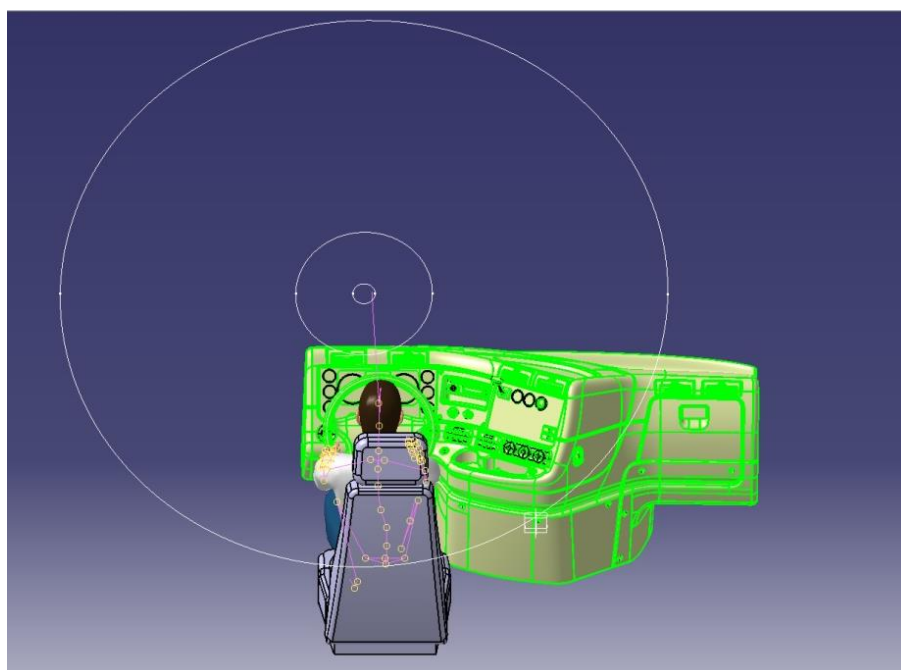
Слика 49. Изглед радног места возача



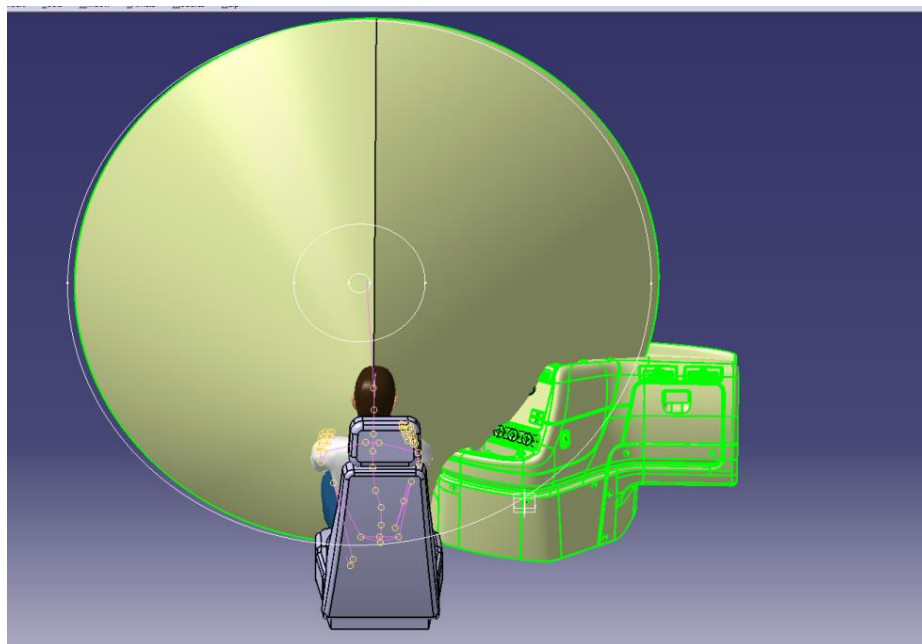
Слика 50. Изглед радног места возача са манекеном-поглед са леве стране



Слика 51. Изглед радног места возача-поглед из левог угла



Слика 52. Видно поље возача у програмском пакету Ramses



Слика 53. Видно поље возача-конус у програмском пакету Ramses

11. ЗАКЉУЧАК

Возило категорије М3/С1 је возило намењено за градски превоз и панорамско разгледање града, које треба да задовољи одређене услове по питању перформанси и ергономије. Такође, ови аутобуси се користе и у маркетиншке сврхе. Током пројектовања неког моторног возила, тако и овог, врши се анализа већ постојећих модела на тржишту, те се на основу модела исте категорије или сличних модела приступа пројектовању новог возила. Пре почетка пројектовања се мора узети у обзир законска регулатива, али и анализирати тржиште на које се нови модел аутобуса треба пласирати. Тек пошто се задовоље сви наведени услови може се приступити пројектовању новог модела возила. При вршењу идејног пројекта возила приступа се избору погонских агрегата и система, анализира могућност њихове израде и набавке и на крају испитивању ергономских услова за дати тип возила, у овом случају аутобуса.

Пошто се у овом случају ради о возилу које се не налази у свакодневној употреби, њихов удео у саобраћају није у великом порасту. Па је због тога у анализи тржишта узета и слична категорија, тј. двоспратни отворени аутобус са сличним перформансама и карактеристикама. Дакле, разлика је у висини возила и броју места за седење.

12. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Демић М., Дилигенски Ђ., Теоријске основе пројектовања аутобуса, Машински факултет у Крагујевцу, Крагујевац, 2003.
- [2] Love Thessaloniki, Интернет адреса: <https://lovethessaloniki.com/2013/09/10/open-bus-sightseeing-tour/>, приступљено 20.03.2017.
- [3] The Open Top Bus Site, Интернет адреса: <http://www.opentopbus.net/>, приступљено 20.03.2017.
- [4] City Sightseeing, Интернет адреса: <https://city-sightseeing.com/en/home>, приступљено 20.03.2017.
- [5] Euro bus Rijeka, Интернет адреса: <http://eurobus.hr/autobusi/open-top/>, приступљено 20.03.2017.
- [6] Euro bus Rijeka, Интернет адреса: <http://eurobus.hr/autobusi/mercedes-sprinter/>, приступљено 20.03.2017.
- [7] Omnibus Trading, Интернет адреса: <http://www.omnibustrading.com/producten.php?action=detail&id=670>, приступљено 20.03.2017.
- [8] Агенција за безбедност саобраћаја, Интернет страница: <http://www.abs.gov.rs/pravilnici>, приступљено 20.03.2017.
- [9] Агенција за безбедност саобраћаја, Интернет адреса: <http://www.abs.gov.rs/unece-pravilnici-koji-se-primenjuju-u-republici-srbiji>, приступљено 20.03.2017.
- [10] Крстић Б., Техничка експлоатација моторних возила и мотора, Машински факултет Крагујевац, Крагујевац 2009.
- [11] Volvo buses Singapore, Интернет адреса: <http://www.volvobuses.sg/en-sg/our-offering/buses/volvo-b9tl.html>, приступљено 10.04.2017.
- [12] Volvo buses, Интернет адреса: http://www.volvobuses.com/SiteCollectionDocuments/VBC/United_Kingdom_and_Ireland/Downloads/B9TL%20x2%20Euro5%20Data%20sheet%2006.09.12.pdf, приступљено 10.04.2017.
- [13] Ayats, Интернет адреса: <http://www.ayats.es/galeria/galeria-city-bravo/>, приступљено 10.04.2017.
- [14] Ayats, Интернет адреса: <http://www.ayats.es/autocares/bravo-i-r-city/>, приступљено 10.04.2017.
- [15] Volvo buses Global, Интернет адреса: <http://www.volvobuses.com/en/news/2017/apr/volvo-buses-launches-the-volvo-b8r-globally.html>, приступљено 10.04.2017.
- [16] Ayats, Интернет адреса: <http://www.ayats.es/en/special-vehicles/showeclipseopentop/>, приступљено 22.04.2017.

- [17] Volvo Construction Equipment, Интернет адреса: https://www.volvoce.com/sitecollectiondocuments/vce/documents%20europe%20and%20international/parts%20and%20service/v-act%20d9b%20brochure%2022%20a%20100%202644_2006-11.pdf, приступљено 22.04.2017.
- [18] Voith, Интернет адреса: <http://voith.com/en/products-services/power-transmission/automatic-transmissions-bus/diwa-6-10020.html>, приступљено 15.05.2017.
- [19] MAN, <http://www.engines.man.eu/global/en/components/axles-and-transfer-cases/product-range/Product-Range.html>, приступљено 15.05.2017.
- [20] Rapidex Trade, Интернет адреса: <http://rapidex.co.rs/images/Katalog2015/MAN.pdf>, приступљено 25.05.2017.
- [21] Филиповић И., Цестовна возила – Приручник за водитеље станица техничког прегледа возила, Сарајево, 2012.
- [22] Sava European Quality Tires, Интернет адреса: <http://www.sava-tires.com/sava/sr/all-about-tires/tire-guide/tire-terminology-guide/>, приступљено 25.05.2017.
- [23] Volvo Buses Australia, <http://www.volvobuses.com/bus/australia/en-au/fact%20sheets/b5rleh/pages/introduction.aspx>, приступљено 25.05.2017.
- [24] Bus&Coach Buyer, Интернет адреса: <http://www.busandcoachbuyer.com/volvo-dynamic-steering/>, приступљено 25.05.2017.
- [25] MAN Bus Srbija, Интернет адреса: <http://www.bus.man.eu/rs/sr/man-svet/tehnologija-i-nadleznost/tehnika/elektronski-kocioni-sistem/Elektronski-kocioni-sistem.html>, приступљено 25.05.2017.
- [26] Michelin, Интернет адреса: <http://www.michelinrvtires.com/tires/selector/#!/info/xza2-energy>, приступљено 25.05.2017.
- [27] Dunlop, Интернет адреса: <http://www.dunlop.eu/>, приступљено 25.05.2017.
- [28] MAN, Интернет адреса: <https://www.mantruckandbus.com/en/index.html>, приступљено 25.05.2017.
- [29] Ђорђевић М., Друмска моторна возила, Висока техничка школа струковних студија Крагујевац 2011.
- [30] Departman za fiziku, Prirodno-matematički fakultet, Интернет адреса: [http://www.df.uns.ac.rs/files/200/veljko_stankovic_-_strucni_rad_\(d-599\).pdf](http://www.df.uns.ac.rs/files/200/veljko_stankovic_-_strucni_rad_(d-599).pdf), приступљено 25.05.2017.
- [31] Правилник ECE R36
- [32] DINED anthropometric database, Интернет адреса: <http://dined.io.tudelft.nl/en/database/tool>, приступљено 15.06.2017.