

**Универзитет у Крагујевцу
Факултет инжењерских наука**



Назив студијског програма: Аутомобилско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Аутомобилско инжењерство

Предмет: Пројектовање моторних возила

Број индекса: 304/2014

Ненад С. Петровић

**Возило категорије М3/СН са хибридним погоном
електро/мотор СУС**

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/СН са хибридним погоном са посебним акцентом на системе преноса снаге
- 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 по избору нацртати силуету возила и контуре радног места возача

Препоручена литература:

- [1] Демид М., Дилигенски Ђ.: Теоријске основе пројектовања аутобуса, Машински факултет у Крагујевцу, Крагујевац, Београд 2003.
- [2] Fuhs A.: Hybrid vehicles and future of personal transportation, CRC Press, 2009.
- [3] Stan C.: Alternative Antriebe für Automobile, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012.

Крагујевац, 19.10.2015

ментор:

Др Јованка Лукић, проф.

Резиме:

У раду је приказан поступак пројектовања путничког возила М3/СН категорије. У уводном делу рада приказан је историјски развој овог типа моторног возила са акцентом на примену хибридног погона, а у следећем поглављу је извршена анализа тржишта. Анализирани су закони везани за категорију возила М3. Извршена је селекција делова и склопова возила. У наредном поглављу одлучено је који ће се елементи куповати, а који производити. На техничком цртежу приказане су димензије пројектованог возила. На основу изабраних димензија возила и изабраних компоненти извршен је прорачун вучно-брзинских карактеристика возила. На крају рада приказан је изглед радног места возача, моделираног у програмском пакету Catia.

Кључне речи: *пројектовање возила, категорија М3, димензије и прорачун.*

Summary:

In this work, there were presented a method of designing a passenger vehicle M3 / CH category. Introduction part of the paper shows the historical development of this type of motor vehicle with a focus on the application of hybrid drive, and in the next chapter is shown analysis of the market. The laws which are relating to category of vehicle M3 are also analyzed. A selection of the parts and components of vehicle has been carried. In the next chapter, it was decided which components will be purchased and which will be produced. On a technical drawing are showed the dimensions of the designed vehicle. Based on the selected dimensions of the vehicle and the selected components was performed a budget of traction of the vehicle. At the end of paper is presented the appearance of the work place driver modeled in the software package Catia.

Keywords: *vehicle design, category M 3, dimensions and calculation,*

Садржај:

1. Увод	6
2. Карактеристике возила М3/СН и основе хибридног погона код аутобуса	7
2.1. Историјски развој и карактеристике и концепција нископодних збглобних двоспратних аутобуса – М3/СН	7
2.2. Основе хибридног погона	12
2.2.1. Подела хибридног погона у односу на структуру погонске групе	14
2.2.2. Подела хибридних возила с обзиром на аутономност електричног погона	18
2.3. Примена хибридног погона код аутобуса	21
2.4. Економичност и екологија аутобуса са хибридним погоном	27
3. Законска регулатива коју возило М3/СН са хибридним погоном треба да задовољи и тржиште за које је возило намењено	31
3.1. Извод из правилника о подели моторних возила	31
3.2. ЕСЕ Правилници и ЕЕС Директиве	36
3.3. SRPS Стандарди	39
3.4. Техничка регулатива, безбедност и одржавање возила са хибридним погоном	40
3.5. Анализа тржишта за које је возило М3/СН са хибридним погоном намењено	43
4. Усвајање основне верзије возила М3/СН у односу на захтеве који се постављају пред делове моторних возила	45
5. Усвајање и прпрачун димензија возила	47
5.1. Димензионисање путничког простора возила	47
5.2. Прорачун димензија путничког простора и возачког места	52
5.3. Усвајање осталих габарита возила	55
6. Анализа могућности производње, куповине и карактеристике најважнијих агрегата за пројектовано возило М3/СН са хибридним погоном	56
6.1. Каросерија и шасија за возило М3/СН	56
6.2. Погонски агрегати	58
6.3. Мењачки преносник и спојница	59
6.4. Систем ослањања и кочења	61
6.5. Систем управљања	63
6.6. Точкиви	65
6.7. Остале компоненте	66
7. Усвајање концепције возила М3/СН, погонских агрегата и важнијих компоненти	68
7.1. Избора концепције возила М3/СН	68
7.2. Избор погонског система возила М3/СН са хибридним погоном	69
7.3. Усвајање погонских агрегата	73
7.4. Избор мењачког преносника	77
7.5. Избор спојнице	79
7.6. Избор система осовина, ослањања и кочења	80
7.7. Избор система управљања	86
7.8. Избор точкова	87
8. Димензије пројектованог моторног возила М3/СН	89
9. Рачунска провера перформанси и стабилности возила	92
10. Ергономија радног места возача и пројектовање у програмском пакету CATIA V5	106
11. Закључак	111
12. Литература	112

1. Увод

Аутобус је путничко моторно возило намењено за превоз већег броја путника и углавном се користе за јавни превоз. Постоји више категорија аутобуса, једно од таквих су прелазни модели између аутомобила и аутобуса тзв. мини-бус, али и зглобни аутобуси, двоспратни аутобуси, зглобни двоспратни аутобуси, идт. Могу се изводити као нископодни (за градски саобраћај) и дубоки (за превоз на дуже релације). Према правилнику о подели моторних и прикључних возила, возило МЗ/СН је **зглобни нископодни двоспратни аутобус**, а чини комбинацију возила МЗ/СД (зглобни двоспратни аутобус) и МЗ/СФ (нископодни двоспратни аутобус).

Први двоспратни аутобус појавио се на улицама Париза 1853. године, док се први двоспратни аутобус са мотором са унутрашњим сагоревањем, такође, појавио се у Паризу, 1906. године, Schneider Brillié P2, те је на тај начин замењена коњска запрега која је вукла први модел овог аутобуса.

Двоспратни зглобни аутобуси појавили су се на тржишту у другој половини XX века. Били су дужине око 25 m и капацитета преко 250 путника. У неколико покушаја да направе зглобни аутобус на спрат немачки произвођач „Neoplan“ направио је „Neoplan Jumbocruiser“, кога је производио од 1975. до 1992 године. На овом моделу зглобног двоспратног аутобуса пролаз из једног у други део био је могућ само кроз други спрат.

Први бензинско – електрични мотор изумео је још 1900. године Фердинанд Порше (Ferdinand Porche), применом два електромотора на точковима повећана је брзина и побољшане су перформансе, ови електромотори били погоњени енергијом из мотора СУС. Касније је на возилу „Opel GT“ (1978/79 године) примењен кочиони систем који је допуњавао батерије које су снабдевале енергијом електромоторе, а возило је имало потрошњу мању од 6 L/100 km.

Хибридна Електрична Возила (ХЕВ) су моторна возила које одликује ниска емисија штетних гасова. За погон се користе два извора енергије: агрегат за претварање енергије (мотор СУС или електромотор) и агрегат за акомулирање произведене енергије, односно батерије и ултракапацитатори – кондензатори. Савремена возила са хибридним погоном могу се допуњавати из конвенционалних струјних прикључака, тзв. **Plug in Electric Vehlice (PEV)** возила. Возила која користе алтернативни погон највеће потешкоће имају при задовољењу захтева који се односе на радијус кретања возила када користе искључиво електро-погон (минимум 250 km).

Савремена хибридна возила, углавном, користе комбинацију ОТО (бензински) мотора и електромотора, где се конверзија енергије из мотора СУС врши преко електромотора, део енергије се преноси на погонске точкове, а део се складишти у батерије. Када се возило покреће искључиво електромотором користи се енергија из батерија, која је предходно ускладиштена. Комбинација дизел мотора и електромотора је мање заступљена, а користи се углавном код аутобуса.

2. Карактеристике возила М3/СН и основе хибридног погона код аутобуса

2.1. Историјски развој, карактеристике и концепција нископодних зглобних двоспратних аутобуса – М3/СН

Овај тип возила карактерише велике капацитете путника који може да превезе, али и нестабилност због своје изразито високе и дугачке конструкције. Капацитет путника који може да превезе овај аутобус зависи од његове намене, нископодни зглобни двоспратни аутобуси има већи капацитет, а постоје и места за стајење, док је код дубоких аутобуса овог типа акценат, ипак, ставељен на удобност. Овакав тип аутобуса није нарочито заступљен у саобраћају и превозу путника, али постоје поједини прототипови и конструкторска решења. Први овакав аутобус у Европи представљао је Neoplan 1975. године, под називом „Jumbocruiser“ (слика 2.1). Дужина овог аутобуса била је 18 m, ширина 2,5 m, односно висна је била максималних 4 m. У почетку је погонски агрегат био смештен на средини аутобуса, као и погонски точкови, док су последњи модели имали мотор на задњем препусту и задњим погонским точковима. Маса овог аутобуса била је 28 t, а мотор је био дизел, радне запремине 20910 cm³ са 12 цилиндара и снагом од 324 kW. Могао је да превезе до 170 путника, а престао је да се производи 1992. године и досада је највећи аутобус икада произведен. [4].



Слика 2.1. Зглобни двоспратни аутобус „Neoplan Jumbocruiser“ модели из 1975. и 1992. године [4]

Када су у питању нископодне верзије овог типа за сада постоје само одређена дизајнерска решења, али се не улази у њихову производњу, најближи таквој одлуци је произвођач Scania, која разматра увођење нископодних зглобних двоспратних аутобуса на тржиште Азије, и једна таква верзија аутобуса приказана је на слици 2.2, где се на већ постојећи модел аутобуса Scania N310U планира надградња другог спрата.



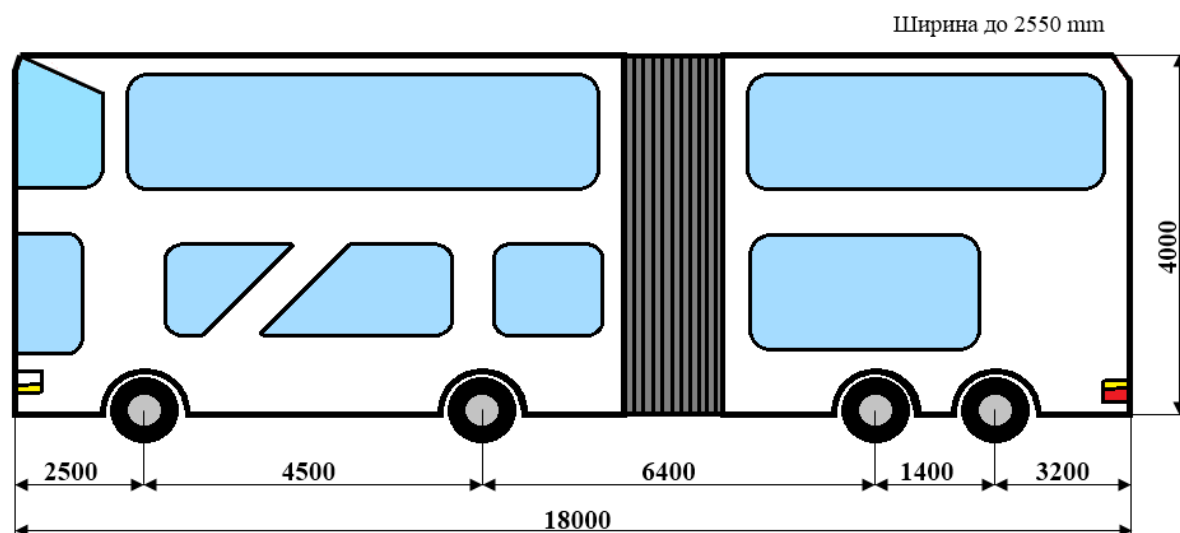
Слика 2.2. Scania N310U (шема погона 6x2) [5]

Произвођач Van Hool разматра да већ постојећу верзију аутобуса унапреди у зглобни двоспратни аутобус, по угледу на Neoplan Jumbocruiser. У питању компанија Van Hool, где би двоспратним аутобусима Van Hool TD925 и Van Hool TD927, где би додали зглобни елемент – „хармонику“, али би и даље били мањи за дуге релације, тј. не би били нископодни. Нова верзија Van Hool зглобног нископодног аутобуса носила би назив Van Hool TD931 „Aligator“. Иначе, покрећу их дизел мотори снаге 351 и 375 kW. На слици 2.3, приказан је Van Hool TD925 и редизајн овод модела Van Hool TD931 „Aligator“.



Слика 2.3. Van Hool TD925 и редизајнирани модел Van Hool TD931 „Aligator“ (шема погона 8x2)[6]

За сада се погон аутобуса углавном врши моторима са унутрашњим сагоревањем, односно дизел моторима, али је популарнија примена хибридног погона, где се мотору СУС додаје и електромотор. Број осовина креће се од 3 до 4, од којих је једна управљајућа, једна погонска, једна средња – портална осовина, а може се додати и пратећа осовина, како би се повећала стабилност аутобуса итд. Габаритне димензије овог типа аутобуса одређене су законском регулативом (Правилником) и максимална дужина је до 18 m, ширина до 2,55 m, а висина до 4 m. На слици 2.4, шематски је приказано возило М3/СН, нископодни зглобни двоспратни аутобус.



Слика 2.4. Шематски приказ возила М3/СН, нископодни зглобни двоспратни аутобуса

Број врата код овог типа аутобуса је минимум 3, али се углавном уграђују 4, за разлику од аутобуса који се користе за дуже релације, овај тип аутобуса нема посебна врата за возача нити пртљажник. Ова категорија аутобуса своју примену може наћи искључиво у већим градовима, где су широке саобраћајнице, с обзиром на њихову дужину и висину. Најчешће примењивана шема погона је 6x2 или 8x2, са погоном на задњим точковима, односно мотором смештеним на задњем препусту (табела 2.1).

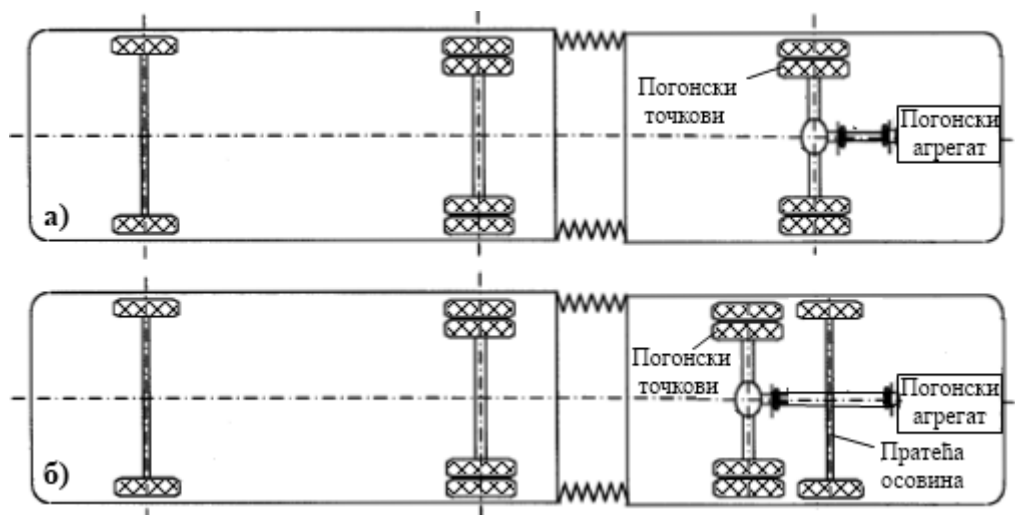
Табела 2.1. Најчешће примењиване шема погона код возила М3/СН [7]

Шема распореда осовина	Шема погона	Распоред осовина	Формула управљајућих осовина	Формула распореда погона	Намена и проходност
	6x2	1 – 1 – 1	1 – 0 – 0	0 – 0 – 3	нормалне проходности
	8x2	1 – 1 – 2	1 – 0 – 0 – 0	0 – 0 – 3 – 0	нормалне проходности

Концепција возила, у ширем смислу подразумева конструктивно извођење са аспекта положаја погонског агрегата, трансмисије и погонских точкова, односно њиховог међусобног положаја у односу на шасију. На основу положаја погонских агрегата, трансмисије и погонских точкова у односу на каросерију возила. Код возила категорије М3 са хибридним погоном најзаступљенија је концепција:

- агрегати позади (мотор СУС + електромотор) – погонски мост позади.

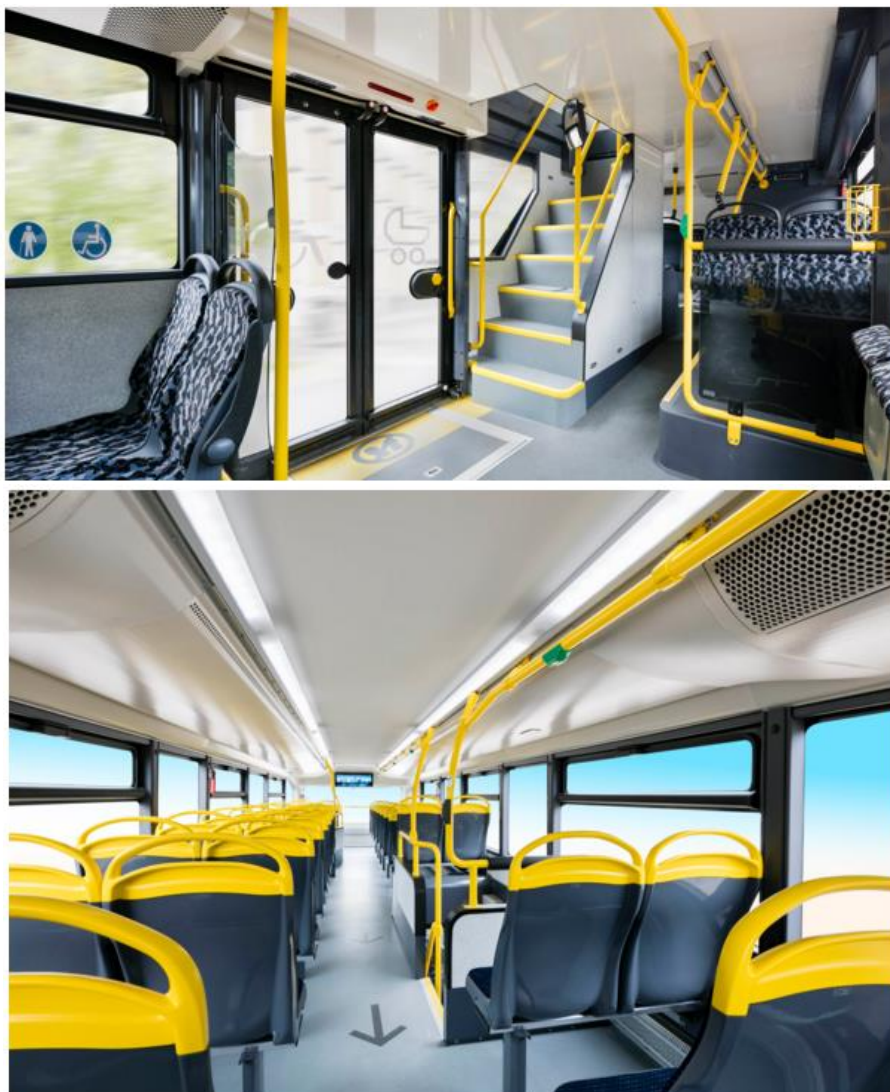
На слици 2.5, шематски је приказан распоред осовина за погон возила М3/СН са три и четири осовине. Ове шеме погона узете су у обзир као најчешће коришћене код категорије возила М3/СН, односно двоспратних аутобуса (М3/СВ), зглобних двоспратних аутобуса (М3/СД) и нископодни двоспратни аутобус (М3/СФ). Возила категорије М3 са шемом погона 8x2 имају и тзв. пратећу осовину, постављену иза погонске осовине, чији је задатак да обезбеди стабилност возила.



Слика 2.4. Шеме погона код возила М3/СН: а) шема погона 6x2, б) шема погона 8x2

Када су у питању возила М3/СН категорије – нископодни зглобни двоспратни аутобус, треба имати у виду да су то возила намењена јавном градском превозу. Према томе неопходно је обезбедити релативно лак улазак и излазак путника из аутобуса. Ширина двокрилних врата је 120 см, а код зглобних аутобуса дужине 18 m њихов број је углавном 4, док код аутобуса са две окретнице, дужине до 25 m њихов број је од 5 до 6. Ова категорија аутобуса су класе I, тј. јесте возило конструисано са простором намењеним за путнике који стоје, дозвољавајући несметано кретање путника. Аутобуси који укључују две или више неодвојивих, али јасно дефинисаних јединица се сматрају као једно возило.

Код савремених возила, па тако и код аутобуса, битан фактор јесте и ентеријер, где треба водити рачуна о квалитету седишта, ручица, шипки и др. елемената како би се остварио одређен квалитет, али и осигурала безбедност путника. Савремени начини извођења унутрашњости прати примена лаких метала, квалитетних композитних, али и природних материјала попут коже. Савремени градси аутобуси опремљени су добром вентилацијом и клима уређајима. На слици 2.6, приказан је ентеријер једног градског аутобуса са два нивоа.



Слика 2.6. Ентеријер градског аутобуса са два нивоа

2.2. Основе хибридног погона

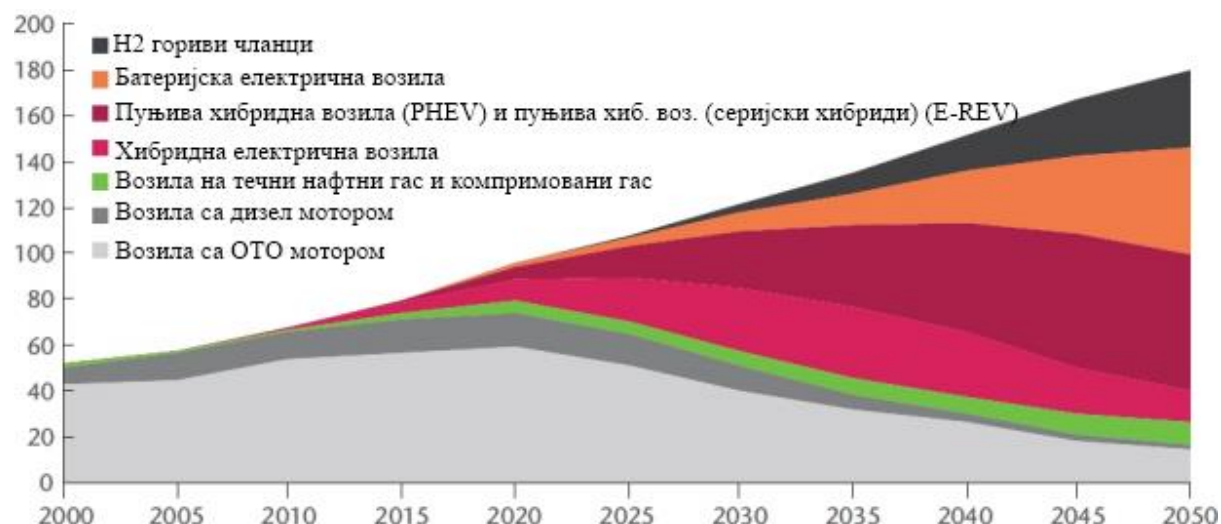
Хибридна електрична возила спадају у возила са ниском емисијом штетних гасова (тзв. LEV – Low Emission Vehicles). Свој рад заснивају на два извора енергије, односно погона, тј. на агрегату за претварање хемијске енергије у механичку (мотор СУС, а све чешће и гориве ћелије) и агрегату за складиштење произведене енергије, настале од мотора СУС (батерије или ултракапацитатори). Хибридни погонски систем чине: мотор СУС, електромотор или генератор, енергетски претварачи (конвертер и инвертер) и батерије.

Поред мале емисије штетних гасова, хибридна електрична возила имају предност у односу на електрична возила (ЕВ), с обзиром хибридна возила немају проблема са радијусом кретања, јер користе и мотор СУС који за погон користи хемијско гориво. Истовремено су ова возила еколошки чистија и ефикаснија у односу на конвенционална возила, јер користе погодности електричног погонског система.

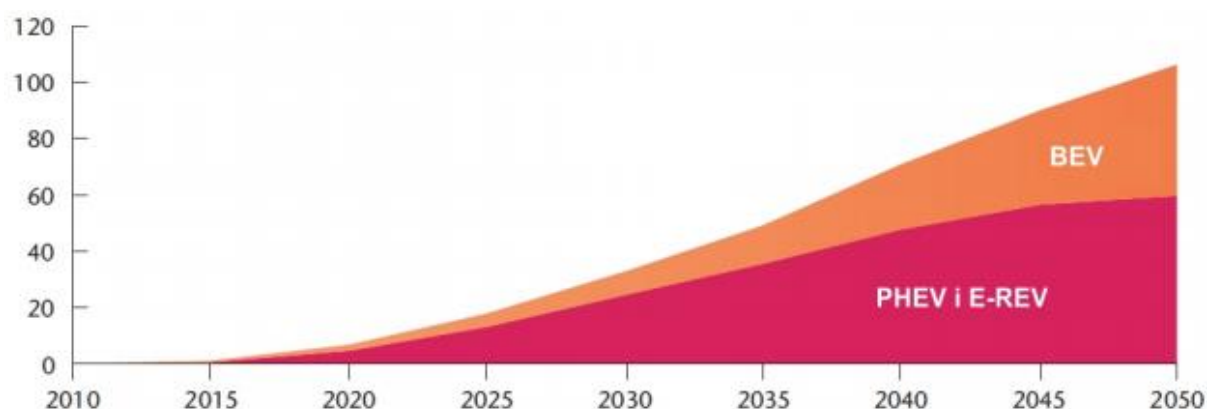
Снага инсталираних топлотних и електричних машина је већа од потребне вучне снаге и сам систем је неупоредиво сложенији од ЕВ и возила са СУС мотором. Акумулаторска батерија се допуњава помоћу генератора који покреће мотор СУС, али и код успоравања или заустављања, где се конверзијом кинетичке енергије, „рекуперацијом“ батерије допуњавају. Код појединих возила постоји могућност пуњења акумулаторске батерије из неког спољног извора или електроенергетске мреже, и то су тзв. „пуњиви хибриди“ PHEV – Plug in Hybrid. Електромотор се најчешће користи у ситуацијама кад је потребна додатна снага или кад је могућа уштеда горива, а тек новије генерације возила користе само електромотор, при покретању возила и мањим брзинама вожње, што је карактеристика градске вожње.

Погонски агрегати могу се користити истовремено или појединачно, нпр. при вожњи на отвореном путу и при вишим брзинама користио би се мотор СУС, док би у градској вожњи или при мањим брзинама кретања, погон био преусмерен на електромотор напајањем струје из акумулатора/батерија. У случајевима недовољног капацитета батерија, када је ангажована снага мања од тренутно расположиве, могуће је допуњавање акумулатора струјом из генератора који се погони мотором СУС. У случајевима када је потребна већа снага од тренутно расположиве, могуће је истовремено коришћење оба погонска агрегата.

Поред примене електро-погона и други алтернативни извора енергије попут водоника, уводе се као могућа замена за фосилна горива код возила. Неопходно је напоменути да при коришћењу хибридних и електричних постоје одређене препреке и недостаци које треба отклонити, како би се могла увести у масовну употребу. Да би се остварили планови приказани на сликама 2.7 и 2.8 и овај тип возила увео у масовну употребу, потребно је да данашња структура електроенергетске мреже буде грађена за пуњива хибридна возила и електрична возила.



Слика 2.7. Процена удела различитих путничких возила у милионима примерака у свету до 2050. год. [7]



Слика 2.8. Процена продаје пуњивих путничких хибридних возила и пуњивих хибридних возила са серијским системом у милионима примерака у свету до 2050. год. [7]

Предности хибридног погона:

- мала емисија штетних гасова.
- мања потрошња горива (и до 50 %),
- смањење неискоришћене енергије током празног хода – мировања возила или мале излазне снаге мотора СУС,
- искоришћење регенерисане кинетичке енергије кочења,
- смањењем величине и снаге мотора СУС, а тиме и неефикасности, користећи додатну снагу од електромотора за компензацију губитака, при максималној снази коју производи мали мотор СУС.
- добра радна карактеристика (електромотор обезбеђује константо висок обртни момент и на ниском броју обртаја),
- избор оптималног режима рада [2,9].

Недостаци хибридног погона:

- висока цена,

- велика маса возила,
- немогућност одржавања брзине, код већине модела,
- радни век батерије [2,9].

2.2.1. Подела хибридног погона у односу на структуру погонске групе

Хибридна електрична возила могу се поделити на три основне категорије возила:

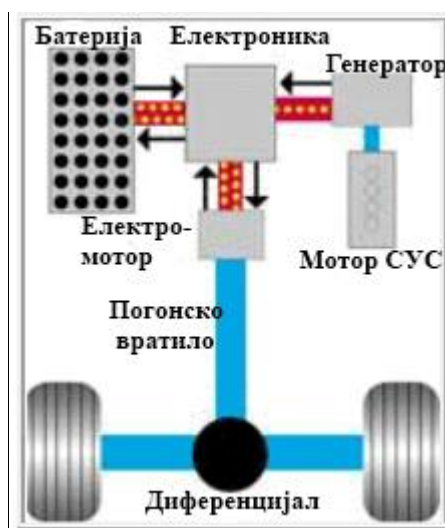
1. хибридна возила (HEV – Hybrid Electric Vehicle)
2. пуњива хибридна возила (PHEV – Plug-in Hybrid Electric Vehicle)
3. батеријска електрична возила (BEV – Battery Electric Vehicle)

Према структури погонске групе, као и везе механичких и електричних делова, хибридни погон се може поделити у три групе:

- ❖ Серијски;
- ❖ Паралелни и
- ❖ Серијско – паралелни хибриди (комбиновани).

Серијски хибрид:

Ова врста хибридног погона снагу мотора СУС не предаје директно погонском склопу (преноснику снаге) него прво покреће генератор. Затим електрична струја се користи за допуну батерија, као и покретање електромотора. Када се захтева већа снага за покретање возила, електромотор користи струју из генератора, односно батерија. Овом систему није потребна компликована трансмисија, јер је електромотор ефикасан у широком дијапазону броја обртаја [8]. Постоје конструкције код којих сваки точак возила има засебан електромотор, и углавном се примењује код возила категорије М1. Када су у питању теретна и путничка возила за јавни превоз путника, односно аутобуси, врши се погон задњих точкова, преко погонског вратила. На слици 2.9, приказан је серијски хибридни погон возила.



Слика 2.9. Шематски приказ концепције серијског хибридног погона [9]

Карактеристике серијског хибридног погона:

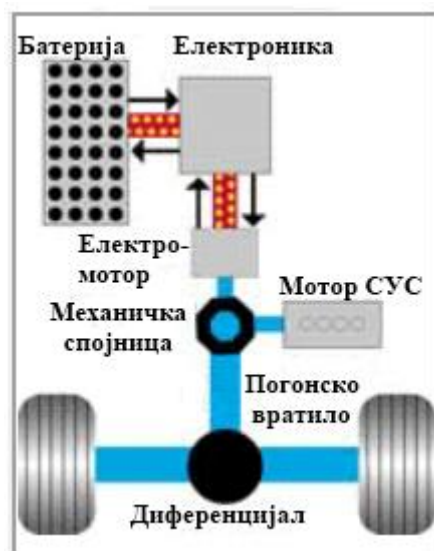
- користи веће батерије,
- користи “on – board” пуњење,
- користи и нека “off – board” пуњења,
- оптимизује рад одвајањем рада оба мотора према брзини возила,
- електромотор нема празан ход, што умањује емисију,
- електромотор и генератор су исте структуре и реверзибилни, могу радити као генератори и мотори,
- не захтева конвенционалну трансмисију,
- може користити мотор СУС мање снаге, [2,9].

Паралелни хибрид:

Паралелни хибридни погон функционише тако, што су мотор СУС и електромотор спојени са механичком трансмисијом. Електромотор и генератор чине један уређај, позициониран између мотора СУС и мењачког преносника. На тај начин се замењују стартер и алтернатор који постоје код конвенционалних возила. Такође, помоћни уређаји се покрећу електромотором уместо мотором СУС, који имају константан број обртаја, чиме се обезбеђује већи степен корисности. Паралелни хибриди свој назив су добили управо зато што се снага прослеђује на погонске тачкове возила паралелно. Систем пуни батерију возила укључењем електромотора као генератора, а струја из батерије се користи за кретање возила. Батерије се пуне када возило не захтева већу или додатну снагу, те електромотор у улози генератора производи електричну струју. Паралелни хибридни погон има једноставнију структуру, уколико систем поседује само један електромотор када се пуни батерија, не може се користити за погон возила. Ако се електромотор одвоји од мотора СУС спојницом, тада систем може функционисати као чисто електрични погон у границама расположиве енергије у батеријама и снаге електромотора [8]. На слици 2.10 шематски је приказана концепција паралелног хибридног погона.

Карактеристике паралелног хибридног погона:

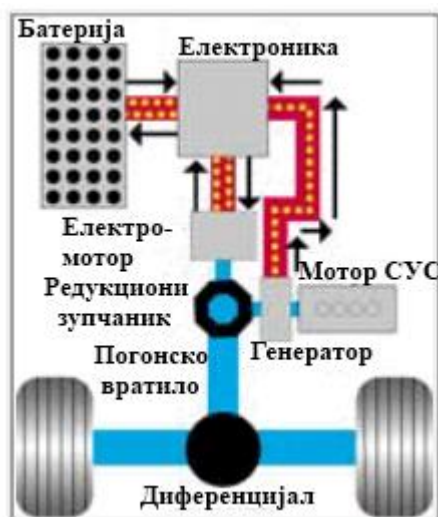
- електромотор и мотор СУС су директно спојени на тачкове (спрегнути),
- користи мање батерије,
- користи „off-board“ пуњење,
- брже убрзава,
- електромотор има празан ход, што повећава емисију,
- паковање компоненти у возилу је мање флексибилно,
- не захтева конвенционалну трансмисију,
- захтевају комплексан контролни систем,
- омогућавају ниже трошкове,
- имају мању потрошњу горива на аутопуту [2,9].



Слика 2.10. Шематски приказ концепције паралелног хибридног погона [9]

Серијско – паралелни (комбиновани) хибрид:

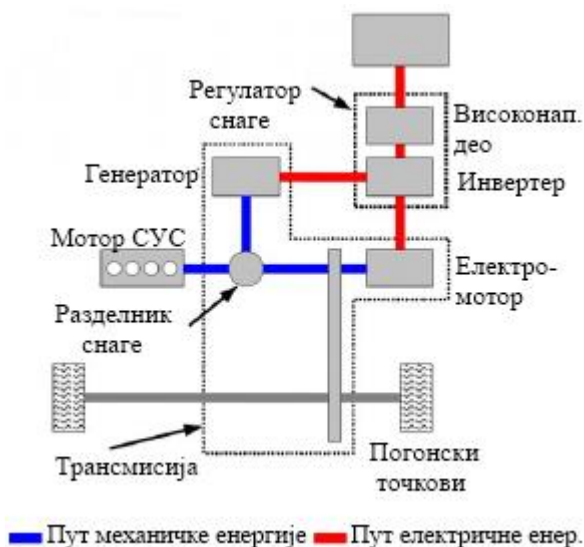
Серијско – паралелни систем хибридног погона има карактеристике и серијског и паралелног хибрида. Комбинација ова два система погона је карактеристична по томе што мотор СУС осим деловања путем преноса снаге, додатно делује и преко генератора на електромотор, а корисити се и енергија из батерија у случају када је потребна већа снага или већи обртни момент. Овај комбиновани хибридни погон остварује велике уштеде горива (у градској возњи и до 50%). На слици 2.11 је приказана шема серијско – паралелног хибрида, где се пренос снаге на погонске точкове врши преко вратила.



Слика 2.11. Шематски приказ концепције серијско – паралелног хибридног погона [9]

Тојотин серијско – паралелни хибридни систем прве генерације (THS –Toyota Hybrid System) први је хибридни погон овог типа. Касније је развијен систем друге генерације, где се пренос снаге на погонске точкове врши преко редукционог зупчаника – редуктора. Серијско – паралелни систем погона приказан на слици 2.12, припада другој

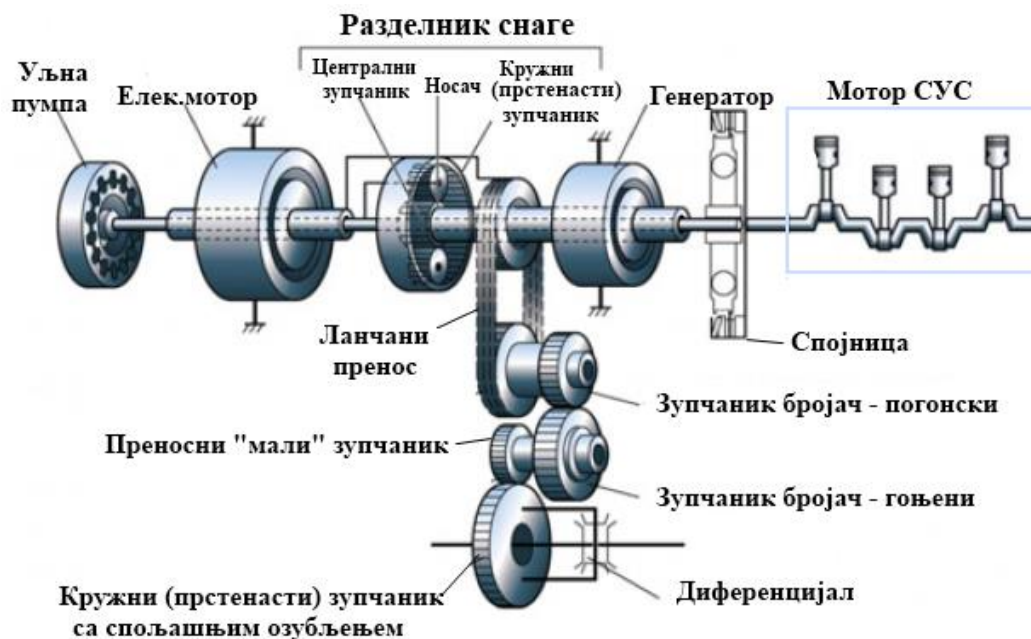
генерацији овог система за возило Toyota Prius (THSII – Toyota Hybrid System II). Разлика прве и друге генерације је у коришћењу високо напонског претварача који је смештен између батерије и мотора СУС и генератор.



Слика 2.12. THSII комбиновани хибридни погон [8]

Код серијско – паралелног хибридног погона, постоји и **разделник снаге** (PSD – The Power Split Device). Први пут се појављује код хибридних возила произвођача Toyota. Разделник снаге је „паметни“ редуктор који спаја мотор, генератор и електромотор у једну целину. Хибридно возило са комбинованим системо, скоро увек ради као паралелни хибрид. Мотор СУС или електромотор могу да раде сваки за себе и преносе снагу на точкове, а могу радити и заједно. Разделник снаге омогућава да возило ради и као серијски хибрид. Електромотор може да ради независно од брзине возила пунећи батерију или обезбеђујући потребну снагу на погонским точковима. Делује као континуална трансмисија, (CVT– Continuously Variable Transmission), елиминишући потребу за мануелном или аутоматском трансмисијом – мењачким преносником. С обзиром да PSD омогућава да генератор покрене мотор СУС, аутомобилу није потребан стартер. PSD је планетарни редуктор, односно планетарни мењачки преносник. Електромотор је спојен са кружним (прстенастим) зупчаником. Такође је директно повезан са диференцијалом који покреће точкове. У сваком случају брзина електромотора и број обртаја кружног зупчаника одређују брзину возила. Генератор је спојен са централним (сунце) зупчаником, а мотор СУС са планетарним преносом. Брзина кружног зупчаника зависи од све три компоненте и оне све време морају заједно радити да би контролисали излазну брзину. На слици 2.13, приказана је шема трансмисије возила са серијско-паралелним погоном, са разделником снаге. [8].

Када се возило убрзава почетно, електромотор и акумулатор – батерија обезбеђују сву потребну снагу. Кружни зупчаник PSD – а је спојен са електромотором и он стартује помоћу електромотора. Планетарни пренос који је спојен са мотором је непокретан, јер мотор не ради.



Слика 2.13. Трансмисије возила са серијко-паралелним хибридном погоном [8]

2.2.2. Подела хибридних возила с обзиром на аутономност електричног погона

Други принцип поделе хибридног погона с обзиром на аутономност електричног погона може се извршити на [7]:

- потпуне (full hybrid),
- хибриди који асистирају (power assist hybrid)
- делимичне (Mild hybrid / micro hybrid) и
- утикачке хибриде (Plug in Hybrid – PHEV).

Потпун хибриди:

Хибридна возила која се могу кретати само са електромотором, мотором СУС или у комбинацији са мотором СУС представљају потпуне хибриде. Рачунар врши контролу рада система, кад је укључен и који кад ради, а кад заједно. Функционисање се може поделити у пет различитих режима (модова):

1. електро мод возила
2. вожња са констатном брзином
3. мод пуњења батерије
4. мод за повећање снаге
5. негативни подељени мод (Negative split mod) [8].

Мод 1: Мотор је заустављен и батерија обезбјеђује потребну снагу за покретање возила. Користи се код празног хода као и код високог стања напуњености батерије (state of charge- SOC).

Мод 2: Кад се возило креће константном брзином без убрзања и кад мотор СУС може задовољити захтеве за снагом. Снага мотора се дели на механички пут снаге и део за

генератор који обезбеђује струју за покретање електромотора чија се снага сабира са мотором. Уколико је ниво напуњености батерије низак део струје са генератора се усмерава према батерији.

Мод 3: Овај мод се користи код празног хода, сем кад се захтева допуњавање батерије, тада се покрећу мотор СУС и генератор.

Мод 4: Овај мод се односи на ситуације када мотор СУС не може досегнути захтевану снагу, за допуну снаге користи електромотор који се напаја из батерије.

Мод 5: Када се возило креће уједначеном брзином, а батерија је добро напуњена. Тада батерија обезбеђује снагу за електромотор и генератор. Генератор претвара ту снагу у механичку енергију која се усмерава према излазном вратилу мотора СУС успоравајући га без мењања излазног момента, а резултат је мања потрошње горива [8].

Модерни аутомобили су углавном потпуни хибриди и могу се покретати само помоћу мотора СУС или електромотора, користећи енергију из батерије. Рачунар надгледа рад целог система, утврђује да ли је неопходно покретање возила мотором СУС, електромотором или коришћење оба. Мотор СУС ће се искључити када је електромотор довољан да обезбеди неопходну снагу погонским точковима.

Делимични хибриди:

Ова хибридна возила су у основи конвенционална возила са великим стартер – мотором (алтернатором), који омогућује да се мотор СУС искључи кад год возило успорава, кочи или стоји, а брзо и потпуно се рестартује. Помоћни уређаји се покрећу помоћу електричне струје, док је мотор СУС искључен. Електромотор се користи код регенеративног кочења, али не асистира мотору СУС и нема електро режим, тј. возило се не може кретати само уз помоћ електромотора. Дакле, многи и не сматрају да су то хибриди, пошто не постоји електромотор за вожњу, тако да та возила немају мању потрошњу горива као остала хибридна возила. Делимична хибридна возила имају мањи радни век мотора СУС, често покретање и заустављање такође проузрокује да мотор не може радити на оптималној температури, а што утиче на његову ефикасност.

Хибриди који асистирају:

Код ових хибрида мотор СУС је примарни извор снаге, а електромотор се користи за додатну снагу. Смештен је између мотора СУС и трансмисије – мењачког преносника и представља стартер чија функција није само покретање мотора него и снабдевање возила додатном снагом. Код ове врсте хибрида потреба за електричном енергијом је много мања, а самим тим мања је и величина батерије [8].

Пуњиви хибриди (PHEV):

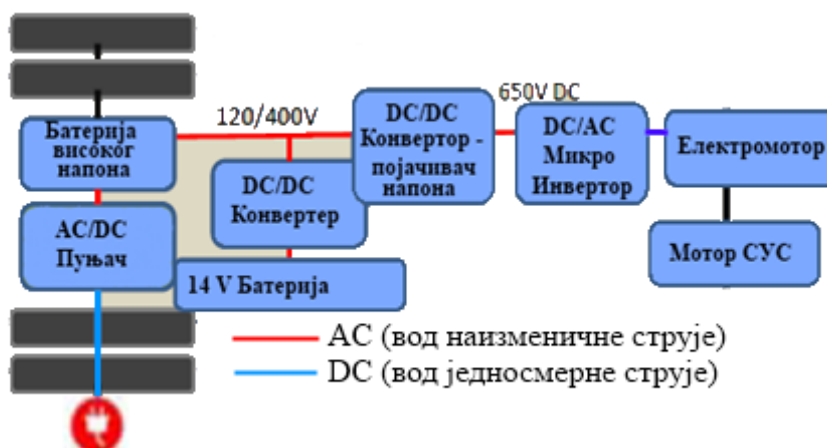
Ово су потпуни хибриди, а имају могућност покрећа само у електро моду. Опремљени су батеријом великог капацитета, а имају и могућност допуњавања са електричне мреже, те је на тај начин смањено и коришћење мотора СУС за краћа путовања,

односно у градском саобраћају. Обично се још називају и мрежни хибриди. Имају предност у томе што су независни од коришћења горива за кретање на кратким релацијама. Утикачки хибрид (PHEV), као врста хибридног возила, може бити изведен и са серијским и са паралелним погонским системом. Садржи батерије великог капацитета за разлику од стандардних хибрида, како би возилу било омогућен већи домет вожње само у електро моду. На слици 2.14 приказано је градски аутобус Volvo 7900 Plug-In Hybrid Bus, које по концепцији припада утилачким хибридима.



Слика 2.14. Volvo 7900 Plug-In Hybrid Bus [14]

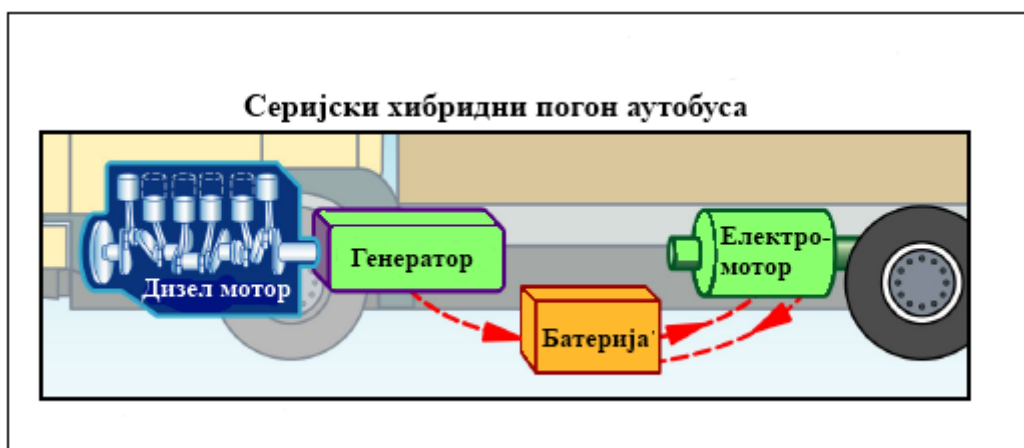
Утикачки хибриди смањују емисију штетних гасова и побољшавају начин коришћења енергије због тога што се батерија може пунити ноћу, односно када се возило не користи. Пуњење са мреже наизменичне струје (AC) захтева акумулаторски пуњач који се састоји од AC/DC конвертора. За ова возила неопходне су јавне станице за пуњење батерије или соларни паркинг, нпр. док траје паркирање. Две реномиране фирме, Volvo Simens имају заједнички пројекат јавних станица за хибридне и електро аутобусе Volvo – а. Док је General Motors (GM) у сарадњи са интернационалним SAE (Society of Automotive Engineers) удружењем постигао стандардизацију утикача помоћу којих се пуни батерија возила.



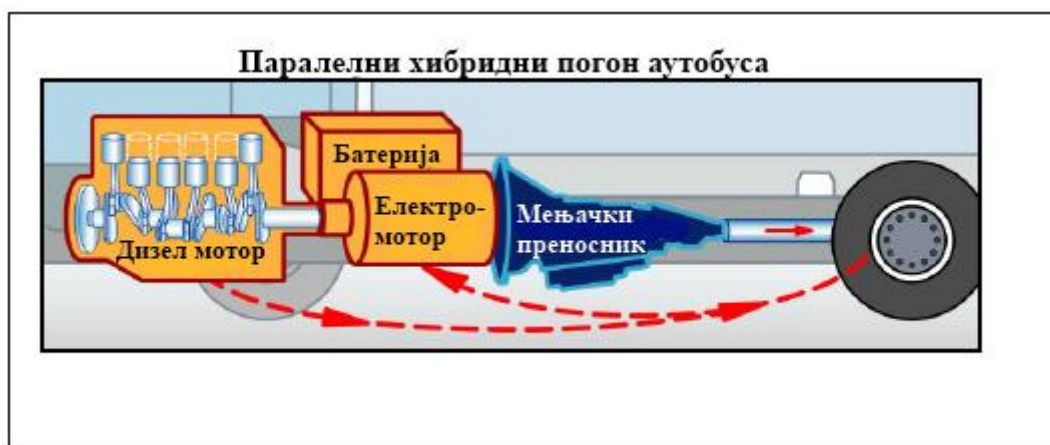
Слика 2.15. Структура утикачког хибридног возила [14]

2.3. Примена хибридног погона код аутобуса

Око 12000 аутобуса годишње се произведе у европи, што је око 60% светске производње, а њихово учешће у емисији CO_2 која потиче од саобраћаја је 5%. Код савремених аутобуса са хибридним погоном углавном се примењује паралелни систем погона, а погонску групу чине дизел мотор и електромотор. Применом хибридног погона показало се да аутобуси у градском саобраћају имају мању потрошњу горива до 40 %, доста нижу емисију NO_x (азотних оксида) и PM (честица чађи), као и нижи ниво буке. На сликама 2.16 и 2.17, шематски су приказани серијски и паралелни погон код градских аутобуса.



Слика 2.16. Шематски приказ серијског хибридног погона код градских аутобуса [10]



Слика 2.17. Шематски приказ паралелног хибридног погона код градских аутобуса [10]

У Европи постоји више од десет произвођача аутобуса, углавном се производе са серијским и паралелним хибридним погоном, а међу произвођачима предњачи компанија Volvo. У табели 2.2, дати су европски произвођачи хибридних аутобуса и приказане одређене карактеристике модела аутобуса.

Табела 2.2. Реномирани произвођачи аутобуса на европском тржишту [11]			
Произвођач	Тип	Врста батрије	Дужина
<i>Evobus</i>	Паралелн	Литијум-јонска	18 m
<i>Scania</i>	Серијски	Литијум-јонска	15 m
<i>Volvo</i>	Паралелни	Литијум-јонска	12 m
<i>MAN</i>	Серијски	Ултракапацитатор	12 m
<i>Iribus</i>	Серијски	Литијум-јонска	12 m
<i>Solaris</i>	Паралелни	Ултракапацитатор	12÷18 m
<i>Van Hool</i>	Серијски	Литијум-јонска	9÷10÷18 m
<i>VDL</i>	Паралелни	Литијум-јонска	18÷24 m
<i>Tata-Hyspano</i>	Серијски	Литијум-јонска	12 m
<i>DENNIS.A</i>	Серијски	Литијум-јонска	9÷10 m
<i>Hess</i>	Серијски	Ултракапацитатор	18÷24 m

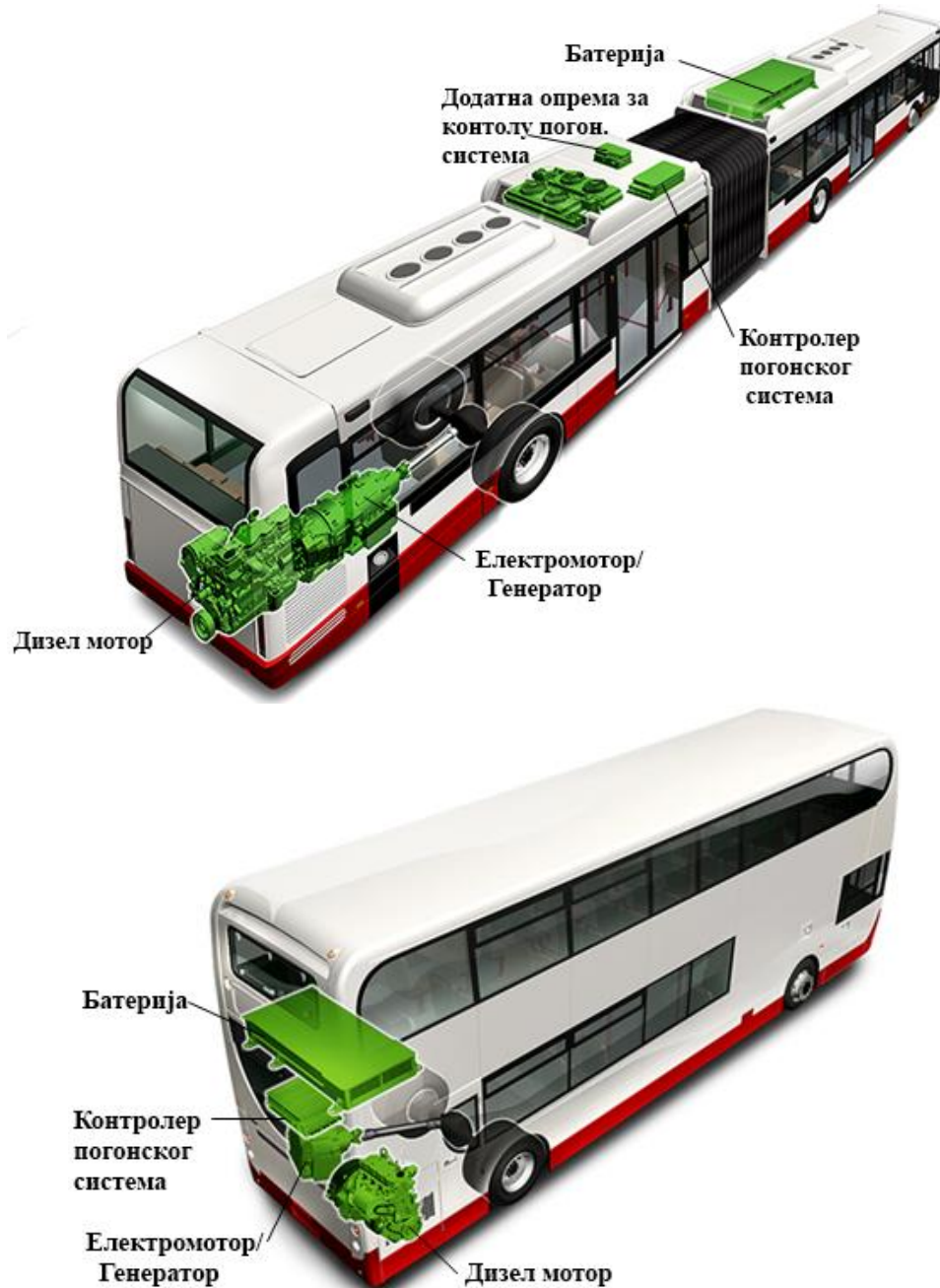
Данас су хибридни аутобуси највише заступљени у Северној Америци (САД и Канада). Према постојећим подацима на крају 2010. године укупно у експлоатацији било је 6020 хибридних аутобуса (дизел + електромотор) и 300 (CNG – компримовани нафтни гас + електромотор). У табели 2.3, приказани су подаци о експлоатацији хибридних аутобуса у Европи.

Табела 2.3. Заступљеност хибридних аутобуса у Европи [11]		
Држава	Број хибридних аутобуса у 2010. години	Број хибридних аутобуса у 2011. години
Енглеска	56	550
Немачка	17	120
Француска	5	31
Холандија	29	74
Италија	5	8
Швајцарска	-	24
Шпанија	9	46
Белгија	57	130
Луксембург	-	21
Скандинавске земље	-	58
Пољска	-	19
Укупно	178	1081

Оно што се увек поставља као ограничење код аутобуса са хибридным погоном јесте смештај и позиционирање погонских компоненти, као и повећање масе возила. Размештај компоненти разликује се од модела до модела, односно зависи од типа аутобуса. Тако је на слици 2.18, приказан зглобни аутобус са основним компонентама хибридног погона, где се нпр. батерија налази на крову аутобуса, док код двоспратног аутобуса са хибридным погоном батерија и друге компоненте су смештене између два спрата.

Хибридни систем (слика 2.18) се састоји од електромотора и генератора. Генератор снабдева струјом електромотор, када аутобус користи електро-погон, као и осталу електронску опрему. Електромотор аутобусу пружа глатко убрзање, а када је аутобус успорава, генератор складишти струју у батерије за каснију употребу.

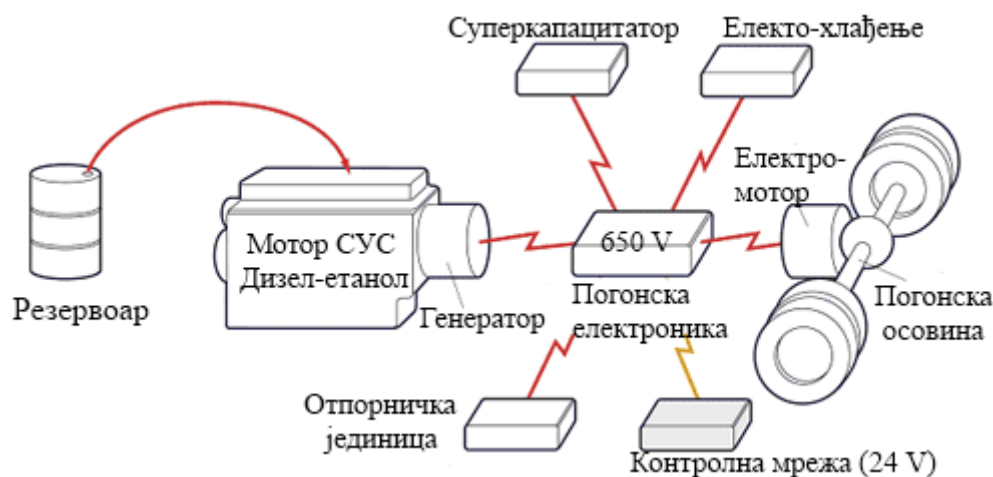
Контролер погонског система усмерава проток енергије, како би се повећала ефикасност искориштења енергије. Опционо се може уградити додатна опрема са ситемом за хлађење, а обезбеђује интегрисано управљање целим хибридном ситемом.



Слика 2.18. Основне компоненте хибридног погона код аутобуса [12]

Произвођач путничких и теретних возила Scania, већ дужи период у своја возила уграђује хибридни погон. Scania је 2007. године представила први градски нископодни аутобус са етанолско-хибридним погоном, који је имао мању емисију угљен-диоксида и до 90%, када користи етанол као гориво. Касније је овај произвођач развио дизел-електро погон, серијског типа, који данас углавном доминира када је у питању хибидни аутобус Scania.

Тестирање је показало да су серијска хибрида платформа погодана за интензивну градску вожњу, тзв. „стани-крени“ вожњу, због високог степена регенеративног кочења. Ово произилази из снажног електромотора, који снабдева све погонске агрегате, али и апсорбује и велики део енергије када возило кочи. Главне компоненте погона су приказани на слици 2.19. Мотор СУС је дизел-етанол мотор. У табели 2.4, дате су техничке карактеристике овог типа хибридног погона.



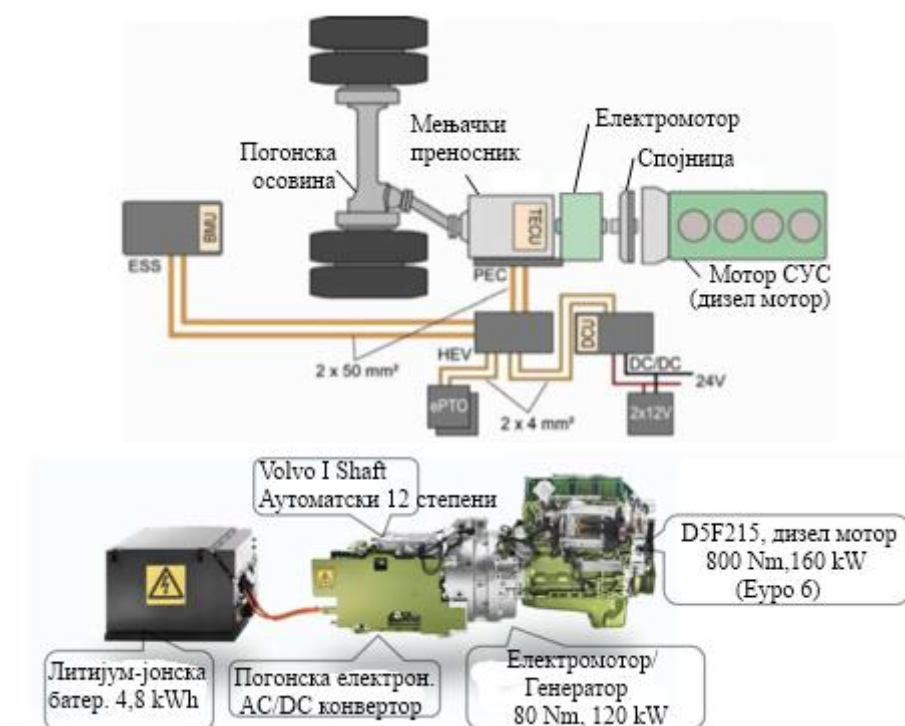
Слика 2.19. Шематски приказ серијског хибридног погона аутобуса произвођача Scania [13]

Табела 2.4. Техничке карактеристике серијског хибридног погона код градског аутобуса произвођача Scania [13]	
Мотор:	Scania, Дизел-етанол, радна запремина: 9000 cm ³
Снага:	198 kW (1900 o/min)
Обртни момент:	1200 Nm (1100÷1400 o/min)
Генератор:	Voith ELVO Drive®, TFM Generator, Обртни момент: 1250 Nm Снага: 220 kW мах. број обртаја: 2400 o/min
Електромотор:	Voith ELVO Drive®, TFM Motor, Обртни момент: 2750 Nm, континуални обртни момент: 1800 Nm Снага: 150 kW мах. број обртаја: 2400 o/min
Батерија:	Суперкапацитатор: 4×125 V Електро-хлађење: > 400 Wh
Контролни систем:	Standard Scania CAN
Максимална брзина аутобуса:	78 km/h

Водећи произвођач аутобуса са хибридном поганој је свакако Volvo, познат је по својој концепцији паралелног хибридног погона који се примењује и код теретних возила. Њихов најпознатији хибридни модел је градски аутобус 7900 Hybrid са специјалним пантографом за брзо пуњење батерија. Нови градски аутобуси произвођача Volvo са хибридном погоном за погон користе дизел моторе који задовољавају Еуро 6 и електромотор/генератор. Карактерише их лак полазак из места, без издувних гасова и готово су нечујни, јер тада аутобус ради у електричном режиму рада.

Дизел мотори су D5K240, снаге 177 kW (240 KS), који ради у комбинацији са електромотором снаге 120 kW. Ради и као генератор током кретања аутобуса, а такође се прикупља енергија приликом кочења и све то заједно допуњује батерије. Приликом кочења се електромотор понаша као ретардер. Промена степена преноса се врши помоћу аутоматизованог Volvo I-SAM (Integrated Starter Alternator Motor - интегрисани стартер генератор мотор) са 12 степени преноса (слика 2.20).

Када возило стоји и када је брзина кретања мања од 17÷22 km/h, дизел мотор се искључује. Односно, када батерије спадну на 75%, дизел мотор се поново укључује и допуњава батерију. У градским условима саобраћаја, предности хибрида долазе у потпуности до изражаја: честа кочења и покретања из места и на семафорима обезбеђују довољно енергије за складиштење у батеријама [14].



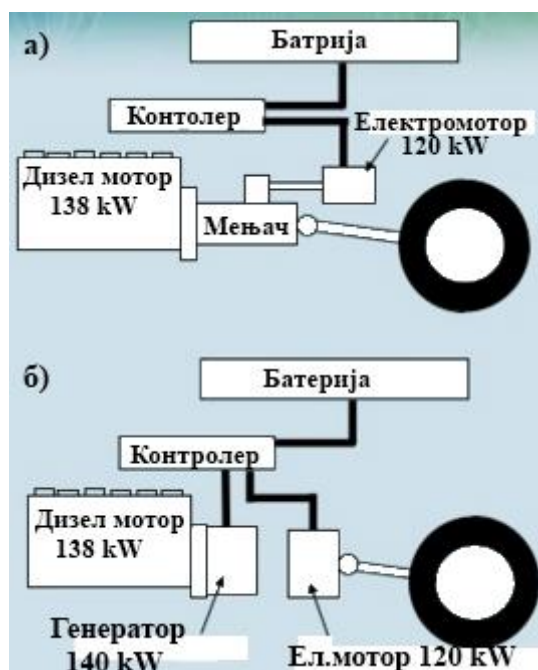
Слика 2.20. Паралелни хибридни погон аутобуса Volvo [14]

Још један од реномираних произвођача градских „Double-Decker – а” Alxsander Dennis, у своје аутобусе уграђује хибридни погон, како серијски, тако и паралелни (слика 2.21). Код паралелних хибрида примењен је хибридни погон произвођача Allison (слика 2.22). Потпуно аутоматски паралелни хибридни систем погона је базиран на мењачу серије Alison 3000, који је упарен са компонентама хибридног система, као што су моторни-генератор, погонска електроника и паковање литијум-јонских батерија. Могуће је прилагођавање величине капацитета ових паковања батерија у складу са типом и наменом возила, чиме се повећавају флексибилност и перформансе.

Allison H 3000 генерише енергију приликом кочења возила и користи је да при кретању возила или за напајање помоћних система. Систем поседује потпуно аутоматски мењач

са конвертором обртног момента и хибридни мотор-генератор који омогућава превозницима да остваре максимум економичности уз одличне перформансе.

Хибридни систем је базиран на аутоматском мењачу Allison 3000, обезбеђен је миран и лак пренос снаге на точкове. Allison Н 3000 је опремљен последњом генерацијом Allison електронике којом се контролише рад система и која омогућава различите опције за даље побољшање продуктивности и економичности. Зависно од типа и намене возила, уштеда у потрошњи горива може бити до 25%.



Слика 2.21. Хибридни погон аутобуса Alxsander Dennis: а) паралелни хибридни погон, б) серијски хибридни погон [15]



Слика 2.22. Allison хибридни систем [16]

Маса аутобуса са хибридним погоном је изузетно велика, што као последицу има повећање отпора вуче и погоршање динамичких возних карактеристика возила и високу цену израде. Како би се утицало на смањење масе ових возила, првенствено је потребно повећати специфичну снагу и енергију вучних акумулатора, али се не сме занемарити ни маса вучних мотора. Маса електромотора и генератора је посебно значајна код серијских хибрида, где се користе оба агрегата, као и мотор СУС.

Најважнија својства генератора и помоћних мотора за код хибридних возила су њихова велика ефикасност и мала тежина. Самим тим су то углавном машине за велике брзине. Осим ових својстава генератори и помоћни мотори не би требало да захтевају посебно одржавање.

Серијски хибриди су осмишљени тако да при кретању возила константном номиналном брзином по путу чији је нагиб око 3%, целокупну снагу обезбеђује мотор СУС, преко генератора и електромотора. Док се вишаком снаге обезбеђује лагано допуњавање батерија. Те ће из тог разлога генератор имати нешто већу снагу од снаге потребне за савладавање сталних отпора вуче.

При пројектовању нискогподног зглобног двоспратног аутобуса М3/СН, треба постићи следеће:

- релативно нижу цену возила,
- потребне перформансе (убрзање, максимална брзина, домет итд),
- економичност при експлоатацији (висока ефикасност),
- поузданост и безбедност (јефтино одржавање) [9].

2.4. Економичност и екологија аутобуса са хибридним погоном

Заступљеност хибридних аутобуса у јавном превозу доприноси све важнијој ставци код моторних возила, а то је екологија. Када говоримо о екологији моторних возила, она се односи на смањену потрошњу горива, тј. мању потражњу за горивом. Али, како ће број аутомобила са временом расти, данас је најважније имати што мању емисију штетних гасова. Када све свеобухватно сагледа, екологија постаје изузетно важан фактор који оправдава примену аутобуса са хибридним погоном у јавном превозу. Данас су све заступљенији и посебни програми за рециклажу старих батерија хибридних возила, а у складу са строгим европским и светским еколошким нормама и прописима.

Како би се утицало на даље спречавање пораста загађења изазваног коришћењем фосилних горива развијеније земље ратификовале су „КЈОТО“ споразум којим се ограничава емисија гасова у атмосфери, пре свега CO₂. У Јапанском граду Кјоту у организацији Конвенције Уједињених нација за климатске промене (UNFCCC), 11. децембра 1997. године почело је потписивање протокола.

Како би овај споразум ступио на снагу неопходно је било да га ратификује 55 држава, односно да земље потписнице емитују најмање 55% штетних гасова од укупног удела. Тај проценат је постигнут тек 2005. године када је Руска Федерација потписала протокол, док је Србија Протокол прихватила 2007. године. Сједињене Америчке Државе као највећи загађивач животне околине, као и неке мање државе, одбиле су да потпишу Протокол [17].

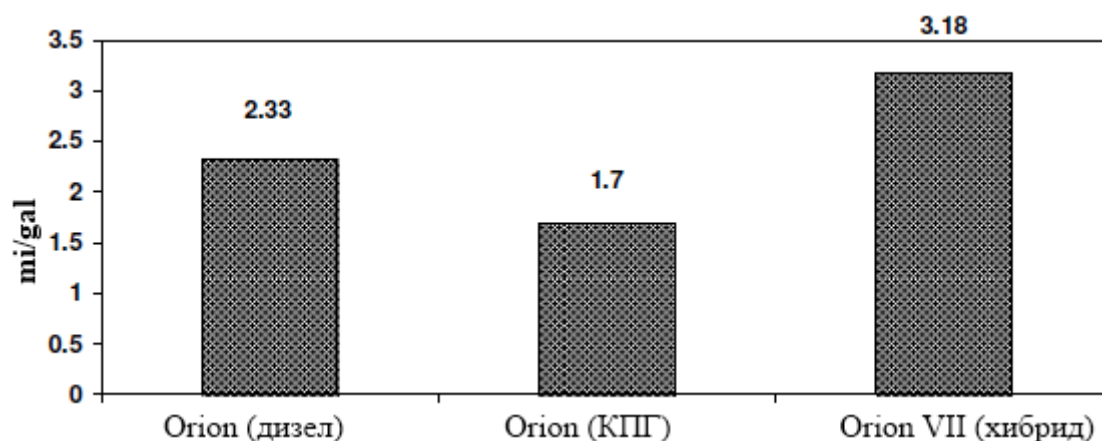
Протоколом се смањује испуштање шест гасова који изазивају ефекат стаклене баште:

- угљен-диоксида,
- метана,
- азот-диоксида,
- флуороугљоводоника,
- перфлуороугљоводоника и
- хексафлуорида [17].

Директива 33/2009/ЕС о увођењу енергетски ефикасних и еколошки чистих возила у јавном сектору донета 1. 12. 2010. године. Ова директива садржи 13 чланова, који регулишу структуру возила у јавном превозу, стандарде које морају задовољавати по питању старости и емисије издувних гасова. Директива садржи и анекс у које су дате вредности које аутобуси јавног превоза морају да задовоље, када је у питању енергетска ефикасност мотора, као и садржај издувних гасова. Тако нпр. садржај угљен-диоксида не сме бити већи од $0,03 \div 0,04$ EUR/kg, азот-диоксида 0,0044 EUR/kg, димних честица 0,087 EUR/kg. Док дизел горива морају давати 36 MJ/L, бензин 32 MJ/L, биодизел 33 MJ/L, течни нафтни гас 24 MJ/L, итд [18].

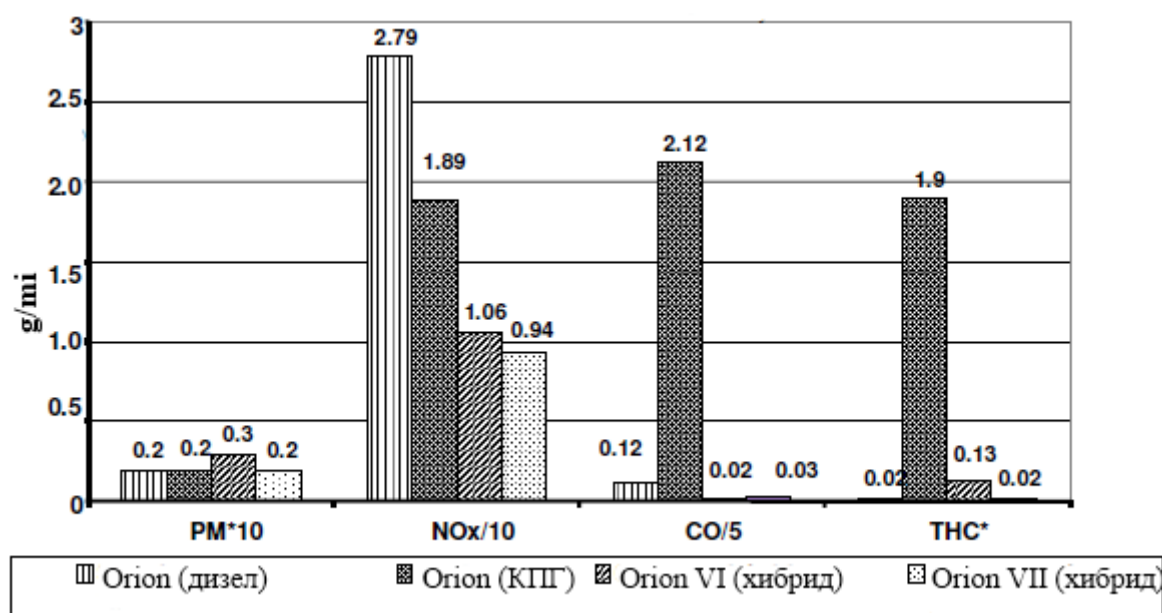
ЕУ – „Бела књига“ од 2030 до 2050 у сектору транспорта дефинише увођење еколошки чистих возила, нарочито после 2050. године у градовима Европске Уније, где аутомобили, аутобуси и комунална возила морају бити искључиво са електричним погоном. У појединим градовима, прелазак на чистија саобраћајна средства је олакшано испуњавање захтева у погледу избора возила за јавни превоз. Према овом документу градски превоз је одговоран за око четвртину емисије угљен-диоксида и 69% саобраћајних незгода које се јављају у градовима. Постепено укидање возила са конвекционалним погонским агрегатима у урбаним срединама представља велики допринос у смањењу загађења ваздуха емисије, ефекта стаклене баште и високог нивоа буке. Такође треба испоштовати и одређене рокове у погледу пројектовања и изградње одређене инфраструктуре како би се олакшало коришћење хибридних и електро-возила. Циљ „Беле књиге“, јесте да подстакне смањење штетних издувних гасова насталих употребом средстава јавног превоза до 2050. године за $40 \div 50$ % [19].

На слици 2.23, приказан је дијаграм ефикасности аутобуса у зависности од погонског агрегата. Тако су упоређени аутобуси канадског произвођача Orion, где су упоређени аутобуси који користе дизел као погонско гориво, компримовани природни гас (КПГ) и аутобуси са хибридним погоном. Добијен је пређени пут аутобуса у миљама са једним галоном горива, те је тако упоређена њихова економичност.



Слика 2.22. Упоредни дијаграм економичности (потрошње) аутобуса са конвенционалним и хибридним погоном [10]

Све донете директиве дефинишу стратегију смањења емисије CO_2 за 20% до 2020. године, у поређењу са базом 1990. годином. Директива регулише и еколошке и енергетске критеријуме приликом набавке нових возила, који ће бити саставни део тендерске процедуре. Према досадашњим истраживањима хибридни аутобуси показали су своју предност у односу на аутобусе који користе само дизел моторе, нарочито по питању издвних гасова. На слици 2.23, приказани су дијаграм са вредностима за одређене елементе издвних гасова, код аутобуса произвођача Orion, а у питању су аутобуси који за погон користе дизел гориво, КПГ, као и дизел-електрични погон. Испитиван је ниво честица (PM), азотових оксида (NOx), угљен-моноксида и укупних угљоводника (THC). Са дијаграма се јасно уочава да најмању емисију имају аутобуси који користе хибридни дизел-електрични погон.



Слика 2.23. Упоредни дијаграми издвних гасова аутобуса са конвенционалним и хибридним погоном [10]

Употребом хибридних возила, као и употребом хибридних аутобуса у јавном превозу градова би знатно били чистији. Треба имати у виду да би се спречило глобално загревање услед ефекта стаклене баште. Предност хибридних аутобуса у односу на она која користе само мотор СУС је што се емисија издувних гасова може смањити и до 50%. Из тог разлога је неопходно даље улагати у развој хибридних аутомобила који користе фосилна горива на минималној бази. Према досадашњим возним тестовима и истраживањима, оно што хибридни аутобус потроши у месец дана то аутобус са дизел мотором потроши за једну недељу, па је самим тим и емисија мања.

Овај начин погона возила јавног превоза доприноси побољшању ваздуха у загађеним срединама. Применом хибридног погона (електромотор + мотор СУС), штетни гасови неће бити потпуно неутрализовани, али њих допринос смањењу ефекта стаклене баште, као и смањењу гасова који стварају смог у градовима је веома битан. Смањење које неки модели имају у стварању смога у градовима износи и до 90%. Статистика говори да са просечним навикама просечног возача употреба хибрида доприноси између 25÷90% смањењу штетних гасова у поређењу са конвенционалним возилима.

3. Законска регулатива коју возило М3/СН са хибридном погоном треба да задовољи и тржиште за које је возило намењено

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, како 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.

Када је у питању законска регулатива, прописи и стандарди који се односе на возило М3/СН они су готово сагласни у Републици Србији и земљама чланицама Европске уније. У наставку рада биће разматрани законски прописи (Правилници), стандарди и регулативе која је на снази у Републици Србији и европским земљама, односно ЕУ.

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 пореклу, а то су:

- национални и
- међународни.

Према Закону о безбедности саобраћаја постоји следећа класификација аутобуса:

Аутобус је моторно возило намењено за превоз лица које, поред седишта за возача, има више од осам седишта (категирија М2 и М3 по ЕСЕ Директиви).

Сва друмска 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 ПОДЕЛИ МОТОРНИХ И ПРИКЉУЧНИХ ВОЗИЛА И ТЕХНИЧКИМ УСЛОВИМА ЗА ВОЗИЛА У САОБРАЋАЈУ НА ПУТЕВИМА“.

У оквиру рада биће разматране опште одредбе и одредбе које се односе на возило М3 (М3/СН) [20]:

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.

Овај правилник не примењује се на возила:

- 1) која се користе за такмичења на путевима и ван њих – током такмичења;
- 2) са посебном дозволом за испитивање на путу;
- 3) борбена возила оружаних снага.

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 (Службени лист ФНРЈ – Међународни уговори, број 5/62), 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 М3 – 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 М2 и М3 (аутобуси) разврставају се у класе:

1) 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.

2) возило са највише 22 седишта за путнике:

(1) Класа А – јесте возило које је намењено за превоз путника који седе, односно који стоје.

(2) Класа В – јесте возило које није намењено за превоз путника који стоје и које нема додатке за путнике који стоје.

Аутобуси који укључују две или више неодвојивих али јасно дефинисаних јединица се сматрају као једно возило.

Члан 11.

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

2) моторна возила врста М2 или М3, јесу:

(2) **СН зглобни нископодни двоспратни** аутобус – јесте возило које чини комбинацију возила CF и CD.

Члан 17.

(1) Највећа дозвољена дужина возила, износи:

1. за моторно возило, осим аутобуса и возила врсте L – 18,75 m;

(5) Највећи дозвољени препуст може износити највише 63% укупног размака осовина.

(6) Највећа дозвољена толеранција у дужини возила износи 0,5% од прописаних вредности.

Члан 18.

(1) Највећа дозвољена ширина возила износи 2,55 m,

Члан 19.

(1) Највећа дозвољена висина возила износи – 4,0 m.

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

Члан 21.

Највећа дозвољена укупна маса моторног возила и скупа возила износи 40 t.

Укупна маса моторног возила не сме да прелази следеће вредности, и то:

1) за двоосовинске моторно возило – 18 t;

2) за троосовинска моторно возило – 25 t, односно 26 t ако је гоњена осовина опремљена са удвојеним пнеуматичима и ваздушним ослањањем или ослањањем које се прихвата као еквивалентно, или где је свака гоњена осовина опремљена са удвојеним пнеуматичима и при чему максимално оптерећење осовине било које осовине не прелази 9,5 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 1,0 m износи – 11,5 t,

2) од 1,0 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.

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. Услучају 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. За потребе овог правилника усваја се да убрзање земљине теже износи 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 3.1, морају се остварити при дејству силе на команду кочног система која не сме прећи прописану силу активирања дату у истој табели.

Табела 3.1. Прописане вредности кочних коефицијената [20]						
КАТЕГОРИЈА ВОЗИЛА	РАДНО КОЧЕЊЕ			ПОМОЋНО КОЧЕЊЕ		
	Кочни коефицијент	Сила активирања		Кочни коэф.	Сила активирања	
		Ножно активирање	Ручно активирање		Ножно активирање	Ручно актив.
	$K_p \geq [\%]$	$F \leq [\text{daN}]$	$F \leq [\text{daN}]$	$K_p \geq [\%]$	$F \leq [\text{daN}]$	$F \leq [\text{daN}]$
М3	50	70	-	20	70	60

Напомена: Вредности за помоћно кочење у табели 3.1, дате су за случај када је помоћно кочење изведено као посебан систем.

Члан 66.

Ознаке дугих и тешких возила морају бити хомологована према једнообразним техничким условима и постављене према стандарду СРПС.3.С2.857 („Службени лист СФРЈ“, број 23/90) и стандарду СРПС.3.С2.857 / 1 („Службени лист СЦГ“, број 36/04).

Ознаке дугих, тешких и спорих возила обавезне су за возила врсте М2 и М3, класе II и III, возила врсте О1, О2 и О3 чија дужина возила прелази 8 м, возила врсте О4 и возила врсте N3 осим тегљача.

Члан 76.

Возила врста М2, М3, N2 и N3, 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 М2 и М3 (аутобусима):

(1) брзиномер са километар сата 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 први пут регистрована у Републици Србији након 1. јула 2011. године;

3) на возилима врсте М2 и М3 Класе I и Класе II (аутобуси за градски и приградски саобраћај):

(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;

4) на возилима врсте М2 и М3 Класе I и Класе II на електро погон (тролејбуси за градски саобраћај):

(1) сви уређаји за аутобусе за градски и приградски саобраћај предвиђени у тачки 3. овог става,

(2) уређај за контролу изолованости од електричног напона.

Члан 94.

Врата на возилима врсте М2, М3 и О за превоз путника (аутобусима, тролејбусима и прикључним возилима за превоз путника) морају бити изведена у складу са једнообразним техничким условима.

Најмањи захтевани број врата за путнике приказан је у табели 3.2.

Табела 3.2. Најмањи захтевани број врата за путнике [20]			
Број путника	Број врата за путнике		
	Аутобус класе I	Аутобус класе II	Аутобус класе III
23÷45	1	1	1
46÷70	2	1	1
71÷100	3	2	1
>100	4	3	1

3.2. ЕСЕ Правилници и ЕЕС Директиве

У Европи постоје два удружењ 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 [21].

ЕСЕ Правилник донет је на основу међународног споразума о усвајању једнообразних техничких прописа за друмских возила – точкаша, као и опреме и делови 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 [21].

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 су:

- 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 [21].

„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 досада је донето 113 ЕСЕ Правилника, а у припреми је још неколико, који су ступили на снагу касније. Овом 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. Прем 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“ [22].

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, одговарају захтевима ЕСЕ Првилника. Хомологација возла, делова и опреме, представља испитивање урђаје 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 [22].

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. Овлашћивање 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 [22].

Од 2005. године уведена је за све ново произведене моделе возила произвођач мора да гарантује да испуњавају дозвољене границе за емисију у току животног века који пре свега зависи од категорије возила (табела 3.3).

Табела 3.3. Категорија возила и период гарантоване емисије [24]	
Категорија возила	Километража [km] или године (шта се пре испуни)
М ₃ класа I, класа II, Класа A, Класа B ≤ 7,5 [t]	300000 [km] или 6 година
М ₃ класа III, Класа B > 7,5 [t]	700000 [km] или 7 година

ЕЕС Директиве о производима су на снази у земљама Европске Уније, које се односе не различите аспекте квалитета производа. Редни бројеви директива које се односе на производе аутомобилске индустрије. ЕЕС директиве које се односе на возила, њихове делове и опрему углавном одговарају са ЕСЕ прописима, мада су захтеви које постављају ЕЕС директиве често су и строжији него захтеви ЕСЕ прописа [22].

У оквиру земаља Европске Уније хомологација возила, делова и опреме возила врши се на основу ЕЕС директива. Ова провера се врши код увоза возила, а врши се провера саобразности у односу на ЕЕС директиве. Законодавство Републике Србије их третира равноправно са ЕСЕ прописима, као и националним прописима који се доносе на нивоу државе. Правилници, доношени од стране ЕСЕ удружења носе ознаку „Е“, а поред ове ознаке додаје се број који означава земљу чланицу овог удружења.

Поступак провере саобразности возила која су хомологована према ЕЕС директивама не разликује се од поступака који се примењује при провери саобразности возила која

су хомологована према ЕСЕ правилницима. Уколико је извештај позитиван издаје се саопштење о хомологацији (сертификат или атест).

Посебан тип ЕЕС директиве је директива хомологацији типа возила. Када возило поседује документацију да је извршена хомологација типа возила, онда је процес провере саобразности знатно поједностављен, пошто та директива значи да возило задовољава захтеве свих осталих ЕЕС директива, односно ЕСЕ прописа, на бази којих се добија хомологација возила. У табели 3.4, су дате директиве које је потребно да испуни један возило које се серијски производи (у табели су информативно дати само преглед који се искључиво односи на категорију М3).

Табела 3.4. Упоредни преглед правилника (UNECE) и директиве европске економске заједнице (EEC) [22]				
Редни број ЕСЕ Правилника	Скраћени назив ЕСЕ правилника	Амандман на ЕСЕ Правилник	ЕЕС директива	Област примене
1	2	3	4	5
36	Конструкција аутобуса са више од 16 седишта	36/03	-	Возила категорије М2 и М3
49	Дизел мотори и возила са дизел моторима – аерозагађење	49/01, 49/02, 49/03	88/77, 91/542А, 91/542В, 96/1, 1999/96	Возила категорије М2, М3 и N
54	Пнеуматици за привредна возила и њихове приколице	54/00	92/23 (уградња), 93/III/4204	Опрема за возила категорије М2, М3, N, O2, O3 и O4
66	Чврстоћа конструкције аутобуса са више од 16 седишта	66/00	-	Возила категорије М2, М3
80	Чврстоћа седишта и прикључака (аутобуса)	81/00	80/780, 80/1271	Опрема за возила категорије М2 и М3
89	Уређаји за ограничење максималне брзине возила	89/00	92/24, 92/6 (уградња)	Возила категорије М3, N2 и N2
107	Двоспратни аутобуси у погледу опште конструкције	107/00	-	Возила категорија М2 и М3
109	Протектирани пнеуматици за привредна возила и њихове приколице	109/00	-	Опрема за возила категорије М2, М3, N, O2, O3 и O4

Напомена: Свака директива има свој број (нпр. директива 88/77, значи да је директива донешена 1988 године, а 77 је редни број директиве).

3.3. SRPS Стандарди

Друмска возила – точкаши, поред међународних прописа и директива, морају испуњавати и одговарајуће стандарде Републике Србије, ако се возило производи на њеној територији, неке су дате су табели 3.5.

Стандардизација у области друмских возила у врши се у погледу компатибилности, заменљивости и безбедности моторних возила. Стандардизација моторних возила се врши са посебним освртом на поступке испитивања ради вредновања перформанси зависно типова возила и њихове опреме. Стандардизација се још врши и у погледу очувања здравља и безбедности корисника, тј. путника. Стандарди који се односе на друмска возила донети су у оквиру групе M022.

Табела 3.5. SRPS стандарди који се односе на друмска возила [24]

Ознака	Наслов
SRPS B.F8.103:1990	Кочне облоге за друмска возила - Унутрашња смицајна чврстоћа материјала облоге – Поступак испитивања
SRPS B.F8.105:1990	Кочне облоге за друмска возила – Утицај топлоте на мере и облик плочица диск коцница – Поступак испитивања
SRPS B.F8.106:1990	Кочне облоге за друмска возила – Отпорност према сланом раствору, води, уљу и кочној течности – Поступак испитивања
SRPS B.F8.107:1990	Дизел-мотори – брызгаљке за гориво – величина „S”
SRPS CR 1955:2013	Предлози који се односе на кочење електричних возила
SRPS EN ISO 18541-1:2015	Друмска возила – Стандардизовани приступ информацијама о поправци и одржавању возила – Део 1: Опште информације и дефиниција случаја употребе
SRPS EN ISO 18541-2:2015	Друмска возила – Стандардизовани приступ информацијама о поправци и одржавању возила – Део 2: Технички захтеви
SRPS EN ISO 18541-3:2015	Друмска возила – Стандардизовани приступ информацијама о поправци и одржавању возила – Део 3: Захтеви за оперативни кориснички интерфејс
SRPS EN ISO 4165:2009	Друмска возила – Електричне везе – Двополна веза
SRPS EN ISO 8092-2:2009	Друмска возила – Везе за снопове електричних каблова у возилу – Део 1: језичком за једнополне везе – Мере и посебни захтеви
SRPS ISO 3006:2013	Друмска возила – Точкови путничког аутомобила за употребу на путевима – Методе испитивања
SRPS ISO 10392:2015	Друмска возила - Одређивање тежишта
SRPS ISO 10392:2015	Друмска возила - Одређивање тежишта
SRPS ISO 1176:1994	Друмска возила – Маса - Речник и кодови (идентичан са ISO 1176: 1990)
SRPS ISO 1585:2013	Друмска возила – Испитивање мотора – Нето снага

SRPS ISO 16750-2:2015	Друмска возила – Услови околине и испитивање електричне и електронске опреме – Део 2: Електрична оптерећења
SRPS ISO 2261:2003	Клипни мотори са унутрашњим сагоревањем – Управљачки уређаји са ручним командама – Стандардни смер померања
SRPS ISO 2416:1994	Путнички аутомобили – Расподела маса (идентичан са ISO 2416: 1992)
SRPS ISO 2534:2013	Друмска возила – Испитивање мотора – Бруто снага
SRPS ISO 2575:2013	Друмска возила – Симболи за команде, индикаторе и светлосне индикаторе
SRPS ISO 2697:1997	Друмска возила – Бризгаљке за гориво величина "S" (идентичан са ISO 2697: 1974)
SRPS ISO 4209-1:2005	Пнеуматици и легуре (метричке серије) за камионе и аутобусе – Део 1: пнеуматици
SRPS ISO 3780:2011	Друмска возила – међународни идентификациона шифра произвођача возила (WMI)

3.4. Техничка регулатива, безбедност и одржавање возила са хибридним погоном

Када је реч о возилима на електричним и хибридним погоном, неопходно је обезбедити висок квалитет тих возила у погледу безбедност у саобраћају, и поседовања одговарајућих перформанси. Хибридно возило мора задовољити све факторе, како *активне безбедности* (безбедност вожње, условна безбедност, безбедност опажања, безбедност управљања и др.), тако и *пасивне безбедности* (деформационо понашање каросерије, спољни облик каросерије, браници, јачина путног простора, систем за задржавање путника, систем за управљање, могућност избављења путника, заштита од пожара и др). Поред тога хибридно возило мора да испуни и одговарајуће услове у погледу техничке исправности и својстава поузданости, односно вероватноће исправног рада и адекватног реаговања у критичним ситуацијама. Како би се ти услови обезбедили неопходно је постојање адекватне *техничке регулативе*.

Технички регулатива којом се прописују захтеви које треба да задовоље возила да би учествовала у саобраћају уређују се на два нивоа:

1. захтеви у погледу опремљености возила и оних перформанси чија се испуњеност може релативно лако и брзо проверавати, уз помоћ једноставних мерних урђаја и инсталација,
2. захтеви који се односе на конструкционе особине и перформансе возила за чије је одређивање, односно проверу потребно знатно више времена и често веома сложене мерне и опипне инсталације [25].

Ови захтеви требају да обухвате:

- основне перформансе возила са становишта активне безбедности (кочне карактеристике, светлосни уређаји, пнеуматици, систем за управљање, и др.),

- опремљеност возила уређајима и опремом значајном за безбедност саобраћаја (сигурносни појасеви, тахограф, итд.),
- обавезу редовне провере техничке исправности, односно обављања редовних прегледа [25].

Хомологацијска возила са хибридном погоном и други тестови којима се испитује исправност возила спроводе се према посебним упутствима, прописима и правилима, и то помоћу обично сложених опипних и мерних инсталација. Техничка регулатива која се односи на ова возила је највећим делом уређена на међународном нивоу. За нашу земљу су у том погледу најважнији правилници Економске комисије ОУН – а за Европу, односно. ЕСЕ Правилници, а затим и одговарајућа регулатива Европске заједнице, односно ЕЕС Директиве.

Развој возила се непрекидно одвија, па тако и стална потреба за усавршавањем одговарајућих техничких захтева. Тако да на развоју техничке регулативе раде одговарајући стручни тимови у многим земљама, као и групе експерата у оквиру ЕСЕ ОУН, Европске комисије и других међународних организација.

Безбедност саобраћаја је један од највећих проблема у свим земљама света, а зависи од развијености инфраструктуре, старосне структуре возила, одржавања истих и других фактора. На слици 3.1, приказана је шема поделе безбедности саобраћаја са посебним освртом на безбедност возила.



Слика 3.1. Структура безбедности саобраћаја [25]

Што се тиче одржавања возила, треба поћи од шеме одржавања друмских возила, приказане на слици. Улога и значај превентивног одржавања се најбоље огледа у најширој примени код експлоатације возила. Најбоље је да се кроз превентивно одржавање тј. првенствено техничком дијагностиком возила, региструје потенцијални проблем и у погодно време интервенише и спречи појава отказа.

Када је у питању корективно одржавање, оно се врши тек код појаве отказа, а без претходних прегледа и прорачуна стања возила. Задатак корективног одржавања је да возило из стања „у отказу“ доведе у стање „у раду“.



Слика 3.2. Структура система одржавања возила [25]

Електрична и хибридна возила су току експлоатације изложена екстремним условима рада. Што се тиче безбедности и одржавању ових возила екстремни услови могу да доведу до низа проблема и ризичних ситуација, као и до скраћења радног века. Проблеми се могу очекивати услед екстремних температура, при којима се возило користи, као и од продора страних тела и влаге у унутрашњост електромотора и генератора. Поред тога постоји и могућност прегревања електромотора у случају експлоатације возила на великим надморским висинама (тада долази до слабијег хлађења), а штетно је и дејство соли, као и других хемикалија и вибрација.

Треба поменути и заштиту од пожара код хибридних возила, због постојања електромотора/генератора и бензина. па је тешко говорити о општим показатељима безбедности и одржавања електричних и хибридних возила, јер се услови експлоатације могу значајно разликовати.

Електричне компоненте хибридног возила раде на 500 V, што је око два пута више од струје из мреже или око четири пута више од 12-волтног акумулатора. Када дође до тешке несреће и деформације хибридног електричног возила долази до опасности од појаве високог напона на металним деловима аутомобила. Високи напон на каросерији возила не би смео да се појави, али се не може гарантовати да је не могуће. Због повишеног степена безбедности, нпр. америчким ватрогасцима достављена су детаљна техничка и упутства како се понашати при рашишћавању олупина хибридног возила. У појединим случајевима хибридно електрично возило се проглашава предметом под високим напонам [25].

Хибридна возила имају поред мотора СУС и електромотор, па би се могло рећи да је одржавање ових возила теже. Електромотори се углавном изрђују са кугличним лежајевима који не захтевају систем за подмазивање, што представља један подсистем мање у односу на конвенционална возила. Ово је нарочито значајно, јер се ради о подсистему који захтева непрестану пажњу при одржавању.

Доста су честа решења где се електромотор хлади водом, што значи да се при експлоатацији и одржавању мора водити рачуна о том подсистему као и код конвенционалних возила. Пумпа система за хлађење, као и остали помоћни системи хибридних возила се покрећу електромотором, што не захтева неко нарочито одржавање, за разлику од преносника снаге са каишницима.

Периодично одржавање хибридних возила се углавном своди на контролисање течности у систему за хлађење и заптивеност тог система. Осим овога, код хибридних возила чији се погон напаја из оловних акумулатора неопходно је водити рачуна о нивоу електролита у ћелијама и стању контаката. Само праћење електричног стања ћелија се обавља помоћу рачунара и не представља нарочито оптерећење. Одржавање и експлатација хибридних електричних возила подразумевају обављање свих радњи које су потребне при одржавању возила са мотором СУС (замене уља, каишева, свећица, филтера и др.), али и одржавање батерија [25].

Ако би се узело у обзир и остале компоненте возила, хибриди би са аспекта одржавања и експлатације била врло неповољна. Ипак, хибридна возила, а поготову електрична возила, захваљујући могућности рекуперативног кочења значајно смањују оптерећење кочница, тако да се трошкови и активности у вези са њиховим одржавањем драстично смањују. Тако нпр. хибридно возило после пређених 85000 km истрошеност кочионих облога износила свега 30%, што значи да би оригиналне облоге могле да трају и преко 280000 km што се поклапа са животним веком возила. (слична уштеда на одржавању хибридних аутобуса). Осим овога уштеда се остварује и на основу тога што не постоји механички преносник који је подложен отказу и који је неопходно одржавати [25].

3.5. Анализа тржишта за које је возило М3/СН са хибридним погоном намењено

Пре самог почетка производње новог модела возила, потребно је познавати карактеристике тржишта, као и ко могу бити потенцијални купци. У том случају треба имати тзв. циљно тржиште (на које се намерава продати нови модел аутобуса), као и да ли је удео на тржишту сталан или се мења. Поред тога треба знати да ли је потенцијално тржиште довољно велико да поднесе проширење посла, како ће се привући потенцијални купци (аутотранспортна предузећа), задржати и повећати број купаца, како се одређује цена и др. Један од битних сегмената јесте и познавање индиректне конкуренције, које су њихове предности и слабости у односу на ваше могућности и ваш модел возила, у овом случају аутобуса.

Анализа тржишта обухвата неколико фактора, а то су: инфраструктура, законска регулатива, економски и технолошки фактори. Технолошки елементи директно утичу на одрживост, односно стратешки развој произвођача. Трендови који владају у окружењу имају важан утицај на обликовање потенцијалног тржишта. Анализа конкуренције обухвата анализу субјеката који се на истом циљном тржишту баве истим или сличним пословима и опслужују га.

Развој новог модела аутобуса, као и у случају других моторних возила, обухвата читав низ активности: почев од анализе тржишта и прикупљања идеја, утврђивања пројектног задатка и развоја у ужем смислу, систематизације сопствених искустава и добијених информација из експлоатације па све до завршетка радног века возила у експлоатацији. Такође, неопходно је задовољити и бројне стандарде, законске прописе и захтеве за испуњење обавезних хомологацијских и других норми система на возилу, а посебно оних који утичу на активну безбедност саобраћаја и заштиту корисника и околине. Произвођач је дужан да обезбеди испуњење захтева из серије стандарда о квалитету ISO 9001 и др. [1].

Пре почетка производње возила, треба знати пута до тржишта, и то:

- познавати тренутну позицију и стратегију предузећа на циљном тржишту,
- познавати све захтеве и могућности купаца, као и њихове специфичности,
- познавати могуће канале продаје и дистрибуције новог модела аутобуса,
- познавати правац кретања трендова на тржишту, потребе тржишта,
- познавати предности/различитости сопственог модела аутобуса у односу на конкуренцију.

Према наведеним условима које произвођач мора да испуни, као погодно тржиште за пласман новог модела возила (нископодног зглобног двоспратног аутобуса), односно почетно тржиште јесте Србија. Превасходно Београд као град са највише развијеним и највећим градским превозом и инфраструктуром, с обзиром на карактеристике (димензије) аутобуса.

Следећа фаза пласмана и продаје новог модела аутобуса обухватала би извоз у земље региона (Југоисточна Европа), односно земље бивше СФРЈ, као и чланице ЕУ Хрватска и Словенија, а као погодно тржиште, намеће се још и Бугарска, Румунија и Грчка.

Трећа фаза је пласман аутобуса и на Западно-европском тржишту, са посебним освртом на веће градове Европе. Могућност извоза новог модела аутобуса постоји на тржиште Руске Федерације, као највеће земља која се простире и европски континент, њено тржиште је посебно интересно. Треба имати у виду да постоји споразум о слободној бесцаринској трговини између Србије и Русије.

Ипак, да би се возило извезло у ЕУ, неопходно је поседовање сертификата НАССР и ISO, као и усклађеност са ЕСЕ законском регулативом, уз неопходно испуњење ЕУРО стандарда. За извоз у Руску Федерацију потребан је и сертификат GOST-R. То је сертификат који потврђује квалитет производа, а поступак његовог добијања је компликован и захтева се 60% компоненти буде произведено земљи у којој се аутобус склапа, односно у Србији.

4. Усвајање основне верзије возила М3/СН у односу на захтеве који се постављају пред делове моторних возила

С обзиром да су возила категорије М3/СН ретка у саобраћају, готово да их и нема, а имајући у виду да овај тип возила представља комбинацију возила М3/CD (зглобни двоспратни аутобус) и М3/CF (нископодни двоспратни аутобус) на основу концепције и карактеристика компоненти ових возила биће извршен избор основне концепције ново пројектованог возила. Као почетни услов јесу димензије, габарити возила, који су и законски ограничени, тако да ће висина аутобуса бити до 4 m, дужина до 18,75 m, а ширина од 2,5 m до 2,55 m. Мотор СУС (дизел) снаге до 200 kW и електромотор снаге до 150 kW, у случају да хибридни погон буде серијски у обзир долази и генератор снаге до 200 kW. Мењачки преносник треба бити полуаутоматски или аутоматски, остатак усвајања основне концепције возила дат је у табели 4.1.

Табела 4.1. Карактеристике основних склопова и елемената возила М3/СН са хибридным погоном	
Носећа структура	Самоносећа решеткаста конструкција заштићена изнутра и споља.
Надградња	Странице и конструкција од профила, које се спајају за подну решетку заваривањем. Оплата стена и крова се израђује од пластичних материјала. Поклопи на страницама и вратима од алуминијума. Стакла се лепе на бочним страницама, као и оба ветробрана.
Концепција	Погонски агрегати су смештен позади (на задњем препусту), што омогућа знатно смањење буке у путничком простору, бољи приступ мотору током сервисирања. Ова концепција код градских аутобуса омогућава смањење висине пода. Како би се уградила предња дупла врата треба повећати предњи препуст, али се смањује осовинско растојање.
Мотори	Дизел мотор минималне снаге 200 kW, треба да буде такав да испуњава еколошку норму Еуро 6, линијски распоред цилиндара за уградњу у хоризонталном или вертикалном положају. Електромотор снаге до 150 kW, а у случају да серијског хибридног погона долази и генератор снаге до 200 kW. Као пратећа опрема долази и погонска електроника, контролери, инвертор, конвертор, батерија и др.
Мењач	Полуаутоматски (континуални) или аутоматски мењач до 12 степени преноса.
Спојница	Изабрати спојницу која је унифицирана са мењачким преносником до 430 mm.
Управљач	Са кулисним механизмом и серво уређајем.
Кочнице	Дискови на свим точковима, са ABS – ом, ASR – ом и ESP – ом.
Успоривач	Електромагнетни
Ослањање	Ваздушно ослањање на свим осовинама и додатним стабилизаторима.
Наплатци и пнеуматици	8 точкова, удвојени на погонској и централној осовини..
Конфор	Седишта обложена са квалитетним штофом, челични рукохвати обожени пластиком. Као додатна опрема и клима уређај, Неопходна опрема: апарат за гашење пожара, кутија за прву помоћ и др.

Погонски агрегати утичу на већину захтева коришћења возила треба им посветити посебну пажњу. Важно питање које се поставља јесте колика је максимална снага коју погонски агрегати могу имати за одређени тип возила, тако нпр. возила масе веће од 40 t, морају имати мотор снаге више од 350 kW, односно приближно 9 kW/t. Код примене мотора са високом литарском снагом која се добија при релативно малој запремини долази до изражаја недостак снаге кочења мотором, тај недостатак отклања се применом ретардера.

Мењачки преносник је друга по важности компонента возила, а од његовог избора зависе перформансе возила. Основни предуслов за смањење потрошње горива је успоставити оптималан однос између снаге мотора и масималне снаге потребне за савлађивање при кретању моторног возила. Ово се може постићи правилним избором преносног односа трансмисије, од конструкције трансмисије, квалитета израде и преносног односа у мењачу и главном преноснику зависи и потрошња горива.

Систем управљања мора да задовољи и захтеве по питању безбедности коришћења и лаког управљања возилом. Све ово може се обезбедити правилном кинематиком заокретања управљајућих точкова и применом пропорционалног односа између сила на точку управљача и моменту заокретања точкова. Испуњавањем постављених захтева омогућава се да управљачки систем има одређену поузданост и сигурно управљање у реалним условима експлоатације.

Кочиони систем возила поред основног задатка, мора да задовољи и захтеве по питању успоравања и заустављања возила у свим околностима када је то потребно. С обзиром на масу и габарите возила неопходно је постићи активирање кочнице са употребом што мање силе на команди кочионог система. Такође, кочиони систем мора одликовати висока поузданост у свим условима коришћења. Испуњење постављених захтева да систем мора бити изведен тако да возач може возило да заустави на брз, ефикасан и сигуран начин. При употреби радне и помоћне кочнице разлике силе кочења на точковима исте осовине не сме износити више од 20%.

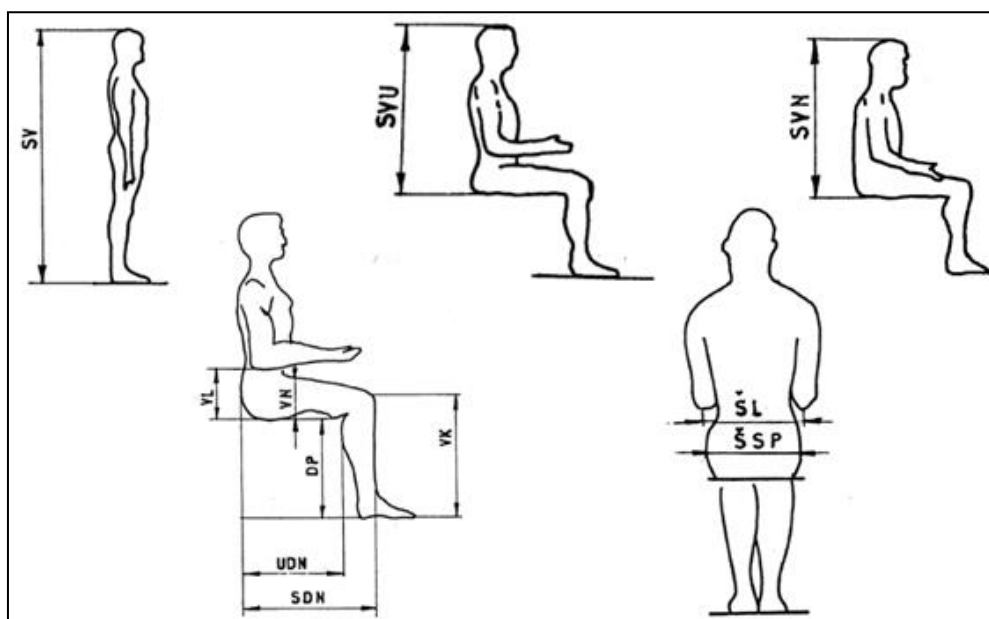
Пнеуматици на возилима морају бити декларисани димензијама од стране произвођача, зависно од максималне (дозвољене) брзине кретања возила и највеће дозвољене масе возила. Пнеуматици на једној осовини морају бити исти по врсти, конструкцији, носивости и димензијама. Захтеве које пнеуматик мора да задовољи могу се поделити у три групе, и то: захтеви везени за економичност, захтеви по питању безбедности и захтеви удобности.

Како би **активна безбедност** била на неопходном нивоу неопходно је да возило има: прецизно управљање, држање правца, стабилност, добре маневарске способности, осетљивост кочница, задовољавајућа радна, и употребна својства и др. Да би **пасивна безбедност** била задовољена неопходно је испунити: што је мање могуће убрзање путника у случају удара, спречавање испадања врата при судару, безбедност од деформација путничке кабине, спречавање комадања стаклених површина и др.

5. Усвајање и прпрачун димензија возила

5.1. Димензионисање путничког простора возила

При пројектовања унутрашњих димензија каросерије возила, као и ергосфере радног места возача, треба поћи од антропометријских података о људском телу. Тако су неке од димензија, односно величине људског тела у различитим позицијама приказане на слици 5.1, док су њихове вредности дате у табели 5.1. Треба знати да има скоро 1000 антропометријских величина човека, али је за пројектовање путничког простора потребно и познавати од 12 до 28 (у седећем и стојећем ставу).



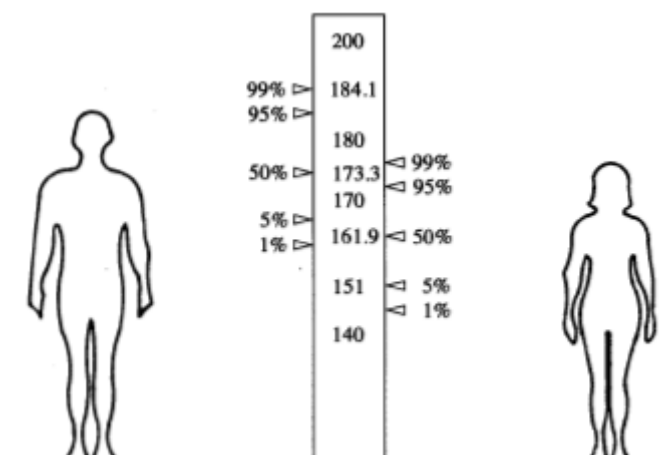
Слика 5.1. Антропометријске величине човека [1]

Табела 6.1. Антропометријске величине човека [1]

Назив величине	Димензија	5%	50%	95%	Пол
Висина у стојећем ставу (VS)	mm	1618 1495	1736 1605	1844 1713	Мушки Женски
Висина лаката (VL)	mm	1000 936	1099 1012	1190 1088	Мушки Женски
Седећа висина - усправно (SVU)	mm	842 786	906 850	967 907	Мушки Женски
Седећа висина - нормално (SVN)	mm	726 675	786 73	844 785	Мушки Женски
Висина лаката (VL)	mm	190 181	243 233	294 281	Мушки Женски
Висина натколенице (VN)	mm	114 106	144 137	177 175	Мушки Женски
Висина колена (VK)	mm	493 452	543 498	593 545	Мушки Женски

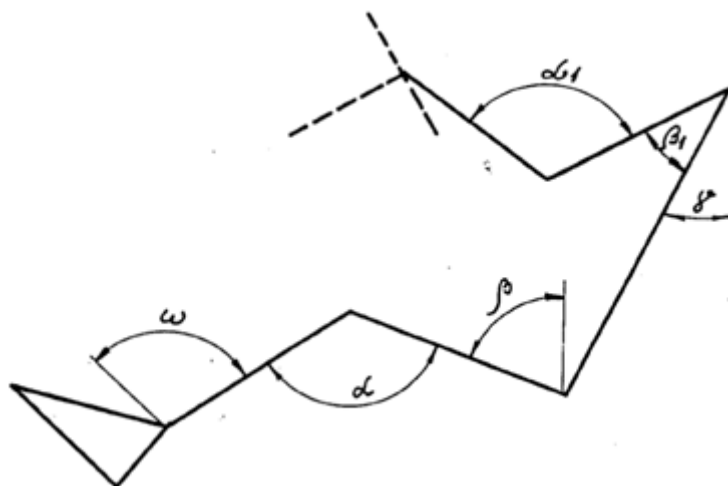
Спољна дужина натколенице (SDN)	mm	540	594	642	Мушки
		518	569	625	Женски
Унутр. дужина натколенице (UDN)	mm	440	495	550	Мушки
		432	480	533	Женски
Дужина потколенице (DP)	mm	392	442	488	Мушки
		355	398	443	Женски
Ширина лактова (ŠL)	mm	348	417	506	Мушки
		315	384	491	Женски
Ширина седалног предела (ŠSP)	mm	308	354	406	Мушки
		312	364	437	Женски
Маса тела (MT)	kg	56,2	74,0	97,1	Мушки
		46,2	61,1	89,9	Женски

Уз податке приказане у табели, потребно је имати и податке који се односе на: висина тачке ока, положај седмог вратног пршљена, висина лопатичног предела, положај врха пете у односу на седални предео и др. Према табели 5.1, уочава се да постоје значајне разлике између антропометријских података за жене и мушкарце. Из тог разлога, ради повећања универзалности и што бољег пласмана возила на тржиште, уобичајна је пракса да се за радно место возача усвајају минималне димензије на основу 5% популације жена, а максималне на основу 95% мушке популације (слика 5.2).



Слика 5.2. Међусобни однос висина код жена и мушкараца

Када је у питању радно место возача, које такође треба пројектовати, како би возач могао у дужем временском периоду да управља возилом уз минимално замарање. Положај возачког места и возача дефинише се тзв. анатомским угловима седења који су приказани на слици 5.3, док су оријентационе вредности ових углова дате у табели 5.2 и односе се на статичко стање, односно стање када возач не управља возилом. Током вожње, неки од ових углова се мењају као нпр. положај стопала у активном или пасивном положају педале, па је потребно обезбедити подешавање седишта по дужини и висини. За пројектовање и прорачун возачког места могу се изабрати углови према Rodionov – у, Wisner –у, Rebiffe – у или стандарду DIN 33408.

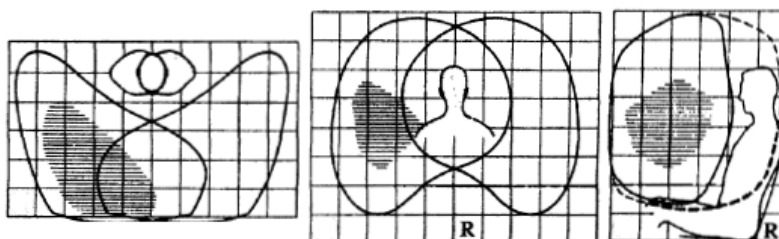


Слика 5.3. Анатомски углови седења возача [1]

Табела 5.2. Величине углова седења са слике (дате у [°]) [1]

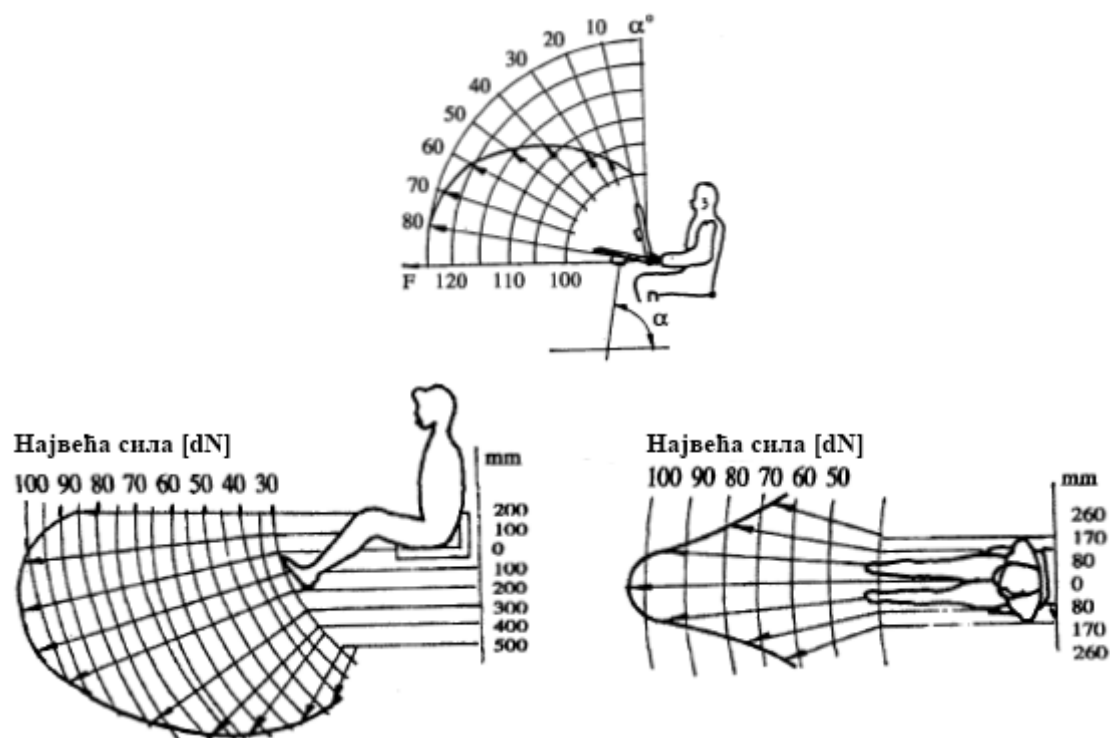
	α	β	α_1	β_1	γ	ω
Rodionov	80-170	60-110	-	-	20-30	75-150
Wisner	95-120	85-100	80-110	15-35	15-25	85-95
Rebiffe	95-135	95-120	80-120	20-30	20-30	95-110
DIN 33408	125	77	120	38	20	75

Како би релевантно приказали значај примене антропометријских величина људског тела које су битне при пројектовању возила, односно возачког места на слици 5.4 је приказана енVELOпа дохвата рукама. Према слици 5.4, освенчана подручја су препоручена за позиционирање команди и точка управљача. Јасно је да слика указује на то да се треба придржавати стандардизованих антропометријских података при пројектовању радног места возача, како унутрашњости тако и возила уопште.



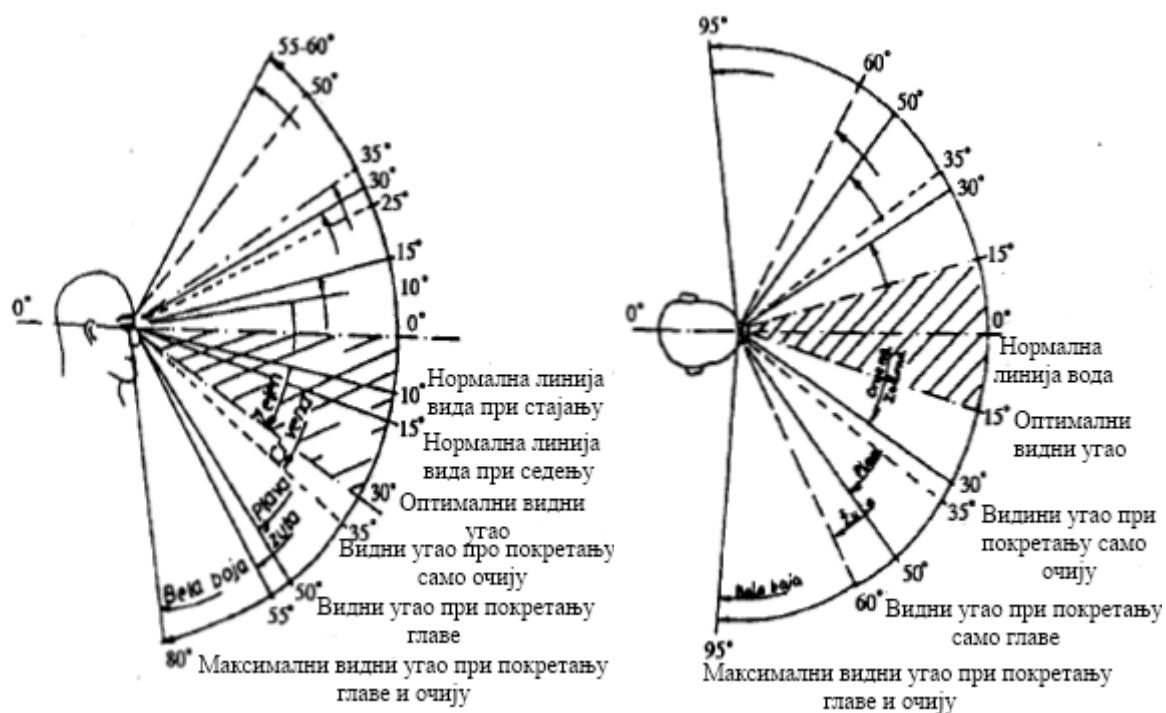
Слика 5.4. ЕнVELOпе дохвата рукама за човека у седећем ставу

Анализом слике 5.5, односно сила може се закључити да ефикасност дејства возача зависи од његовог положаја у односу на команде. Ипак, досадашња истраживања нису успела да реше ову проблематику, па је препорука да се користе постојеће препоруке и стандарди. Положај команди је у тесној вези са силама и моментима које возач може у дужем временском периоду да остварује.



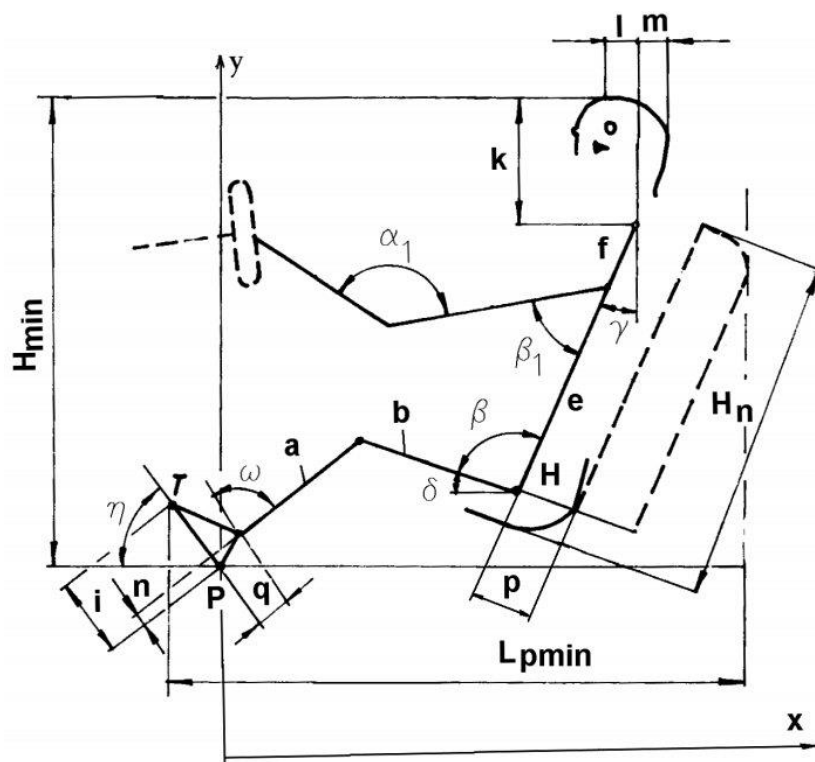
Слика 5.5. Момент који возач може да оствари у функцији точка управљача и силе у функцији положаја ногу

Ако анализирамо слику 5.6, можемо закључити да је возачу сваког моторног возила, па и аутобуса неопходно обезбедити задовољавајуће углове видљивости. Они треба да износе најмање 15° , док у хоризонталној равни могу бити знатно већи. До сада у пракси не постоје опште прихваћени међународни стандарди за дефинисање углова видљивости аутобуса, па је препорука да се користе националне норме и стандарди.



Слика 5.7. Параметри видљивости човека у вертикалној и хоризонталној равни

Као што је приказано на слици 5.8, положај тачке Р са аспекта приступа ножним командама се усваја независно од антропометријских података, јер сви возачи морају имати оптималан дохват стопала до ножних команди. На основу слике 5.8 (коришћењем приказаног модела) може се израчунати минимална дужина, висина и ширина, као и математичким путем. Уколико дође до недостатка опште прихваћених података за анатомске углове седења усвајају се углови које прописује DIN 33408 [1].



Слика 5.8. Модел за димензионисање ергосфере радног места возача [1]

Имајући у виду геометријске односе приказане на слици могу се написати изрази за минималну дужину радног места возача [1]:

$$L_{pmin} = (i - n)\cos(\eta) + a \cdot \cos(180 - \eta - \omega) + (b + p)\cos(\delta) + H_n \sin(\gamma) + k_1 + k_2 + k_3 \quad (5.1)$$

где су:

i, g, b, a, n, p – антропометријски подаци 95% мушке популације,

$\eta, \gamma, \omega, \delta$ – усвојени анатомски углови седења,

k_1 – додатак за одећу (око 20 mm),

k_2 – додатак за обућу (20-30 mm),

k_3 – додатак за дебљину наслона седишта (око 50 mm),

H_n – висина наслона седишта (препоручује се да буде једнака висини тачке ока за 95% мушке популације) [1].

Израз за висину радног места возача, посматрајући слику је [1]:

$$H_{min} = (i - n)\sin(\eta) + q\cos(\eta) + a\sin(180 - \eta - \omega) + b\sin(\delta) + (e + f)\cos(\gamma) + k_4 + k_5 \quad (5.2)$$

где су:

- i, g, b, a, n, p – антропометријски подаци 95% мушке популације,
- $\eta, \gamma, \omega, \delta$ – усвојени анатомски углови седења,
- k_4 – додатак за одећу (око 20 mm),
- k_5 – додатак за слободан простор (шешир и сл, око 100 mm) [1].

Ширина предњег дела путничког простора [1]:

$$b_{pmin} = 3 \cdot (\check{SPS} + a) + b \quad (5.3)$$

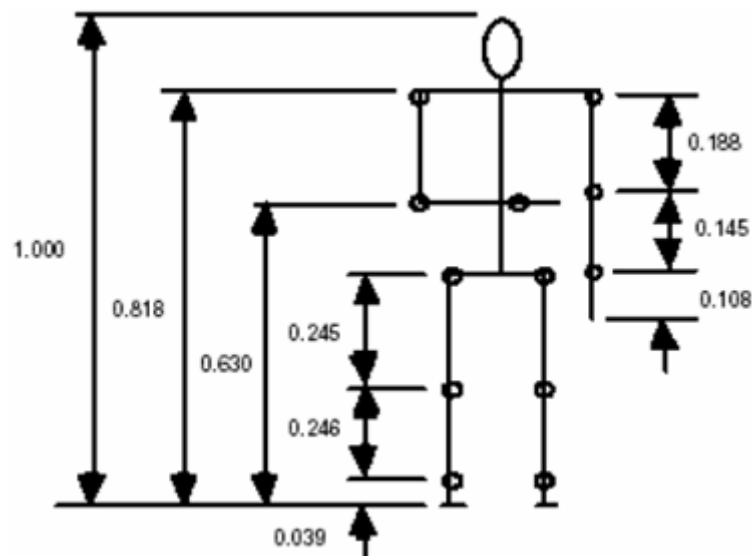
$$\check{SPS} = \check{SP}_{95}^M + k_{10}$$

где су:

- $\check{SPS}$ – ширина предњег седишта,
- a – додатак од око 100 до 150 mm,
- b – додатак од око 200 до 300 mm,
- $\check{SP}_{95}^M$ – ширина седалног предела 95 % популације мушкараца износи 406 mm,
- k_{10} – додатак за одећу (око 20 mm).

5.2. Прорачун димензија путничког простора и возачког места

Пошто је у предходном поглављу дефинисан начин прорачуна потребних димензија путничког простора, висина и ширина, може се прећи на теоријски прорачун истог. На почетку треба одредити величине q, b, a са слике 5.9, на основу података о висини 95% мушке популације, која износи 1844 mm и на основу карактеристичних односа дужина тела човека. Величина H_n се може одредити помоћу односа величина тела човека, на основу слике 5.9, док су у табели 5.3 приказане димензије основних вредности.



Слика 5.9. Односи димензија људског тела [1]

Производња аутобуса је специфичан вид дискретне производње. По обиму производње припада појединачној малосеријској производњи, а организационо обједињава типове монтаже по порукбини и цикличну производњу [1].

Формула за израчунавање ширине седишта [1]:

$$S_I = SR + K_I \quad (5.4)$$

где је:

K_I – додатак који износи око 200 mm,

SR – ширина рамена за 95% популације.

Јасно је да овако постављена седишта значајно утичу на укупну дужину каросерије и радног места возача, а тиме и димензија возила, па се у циљу повећања коефицијента искоришћења габарита, седишта код савремених возила постављају у што отпималнијим димензијама.

На основу угла β усвајамо угао $\delta = 90 - 85 = 5^\circ$,

а за угао η усваја се вредност $\eta = 180 - 90 - (180 - \alpha - \delta) = 25^\circ$

$$a = 1850 \text{ mm} \cdot 0,246 = 455,1 \text{ mm}$$

$$b = 1850 \text{ mm} \cdot 0,245 = 453,25 \text{ mm}$$

$$q = 1850 \text{ mm} \cdot 0,039 = 72,15 \text{ mm}$$

$$e + f = 1850 \text{ mm} \cdot 0,818 - b - a - q = 532,8 \text{ mm}$$

$$Hn = 1850 \cdot 0,818 - b - a = 604,95 \text{ mm}$$

На основу података за q усвајамо величине за i и n :

$$n = \tan 20^\circ \cdot q = 25,89 \text{ mm};$$

$$i - n = \tan 70^\circ \cdot q \Rightarrow i = 224,1 \text{ mm}$$

$$x = Hn \sin(\gamma) = 206,9 \text{ mm}$$

Минимална дужина радног места возача:

$$Lp_{min} = (224,1 - 25,89) \cos(25^\circ) + 72,15 \sin(25^\circ) + 455,1 \cos(180^\circ - 25^\circ - 90^\circ) + (453,25 + 200) \cos(5^\circ) + 206,9 + 30 + 20 + 50 = 1360,13 \text{ mm}$$

Минимална висина радног места возача у седећем положају:

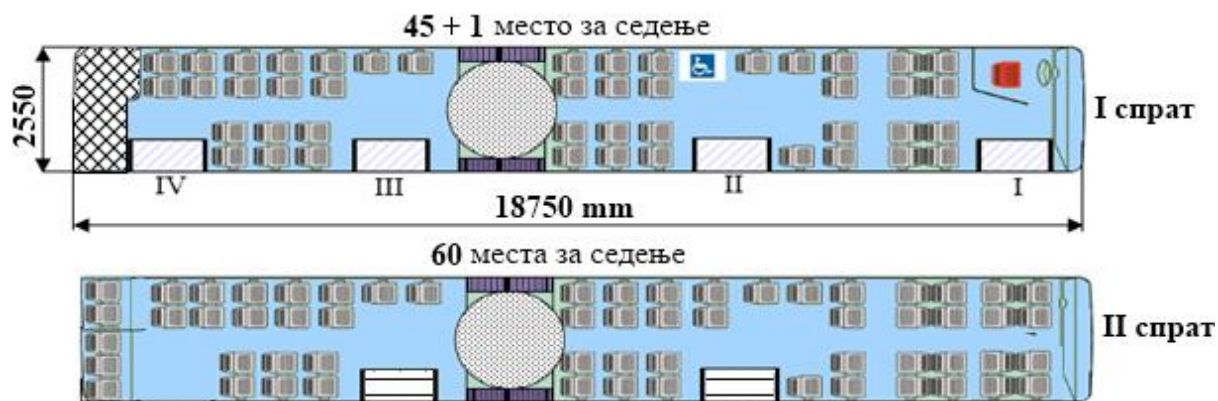
$$Hp_{min} = (224,1 - 25,89) \sin(25^\circ) + 72,15 \cos(25^\circ) + 455,1 \sin(180^\circ - 25^\circ - 90^\circ) + 453,25 \sin(5^\circ) + 532,8 \cos(20^\circ) + 20 + 100 = 1242,51 \text{ mm}$$

Израчуната димензија висине радног места возача односи се само на седећи положај, чиме се обезбеђује несметан рад возача у току управљања аутобусом. Иначе у већини случајева висина радног места возача једнака је висини салона аутобуса, у овом случају усвојена висина аутобуса на основу искустава од раније произвођача аутобуса је **2360 mm**.

Када се врши дефинисање ширине каросерије, неопходно је израчунати димензије седишта за смештај путника. Димензије седишта се одређују на основу антропометријских података популације непосредних корисника, слично као и за радно место возача. Планирање путничког простора зависи од: намене аутобуса, концепције градње (положај мотора, осовинско растојање, распоред оптерећења по осовинама, димензије точкова), димензија аутобуса, система опслуживања путника, захтева корисника аутобуса, захтева комфора, захтева за посебну опрему, као и захтева појединих стандарда.

Код градских аутобуса основни захтеви су удобност, сигурност и брзина уласка и изласка путника, као пролаз кроз аутобус. Удобност и сигурност уласка и изласка путника зависе од висине, дубине и броја степеника, квалитета површине подлоге степеништа, осветљености истих, распореда шипки за држање и ширине конструкције врата, као и од постојања посебних допунских уређаја (сензорска команда која не дозвољава да се врата затворе док путник стоји на њима. Сви савремени градски аутобуси се производе као нископодни, тако да је улазак и излазак путника лакши. [2].

Под планирањем путничког простора подразумева се одређивање: распореда седишта, врата, степеништа, рукохвата, пртљажника, тоалета и остало. На слици 5.10, приказан је распоред седишта у нископодном зглобном двоспратном аутобусу који је планиран пројектним задатком. За сваки аутобус се може планирати више варијанти распореда седења у зависности од жеље купца. У овом случају број седишта је 45 на првом спрату и 60 на другом, плус слободан простор за колица особа са инвалидитетом на првом спрату.



Слика 5.10. Распоред седишта код градског нископодног зглобног двоспратног аутобуса

Значај положаја тела возача и путника у седећем положају, мора се прецизно дефинисати још у фази пројектовања аутобуса, где постоје прописи којих се треба придржавати. Усвојена висина салона аутобуса, на основу искустава других произвођача, као и антропометријских димензија људског тела је 2360 mm. Што је сасвим довољно за уградњу остале опреме, као и несметан пролаз путника приликом уласка и изласка у аутобус и у току вожње, када су у стојећем положају.

5.3. Усвајање осталих габарита возила

Највећа дужина возила је растојање између најистуренијег предњег и најистуренијег задњег дела возила без терета и за зглобне аутобусе износи $L_{max} = 18750 \text{ mm}$.

Највећа ширина возила је растојање између најистуренијих бочних делова возила без терета. Највећа дозвољена ширина зглобног аутобуса је $B_{max} = 2550 \text{ mm}$.

Највећа висина возила је растојање између хоризонталне подлоге и највећег дела возила мерено у неоптерећеном стању. Највећа дозвољена висина зглобног аутобуса је $H_{max} = 4000 \text{ mm}$.

Размак осовина возила подразумева се растојање оса између предње и задње осовине, односно растојење између две суседне осовине код више осовинских возила (троосовинца и четвороосовинаца). Ако је предња или задња осовина возила изведена као двострука или трострука, под размаком осовина се подразумева растојање између симетрале двоструких, односно троструких осовина и крајње (предње или задње) осовине возила [1].

Највећа дозвољена маса возила на моторни погон или скупа возила износи: $G_{max} = 40 \text{ t}$.

Највеће дозвољено осовинско оптерећење износи:

- за једноструку освину или више осовина са међусобним размаком мањим од 1 m, $G_{max} = 10 \text{ t}$,
- за двоструку освину са међусобним растојњем од 1 до 2 m, $G_{max} = 16 \text{ t}$, при чему ни једна осовина не сме бити оптерећена преко $G_{max} = 10 \text{ t}$,
- за троструку освину са међусобним растојањем средњих осовина од 1 до 2 m, $G_{max} = 24 \text{ t}$, при чему идејна осовина не сме бити оптерећена преко $G_{max} = 10 \text{ t}$, а ни две суседне осовине више од $G_{max} = 16 \text{ t}$ [1].

Ово представља проблем, који је веома присутан јер се возила конструктивно решавају тако да могу поднети већа осовинска оптерећења од законом дозвољених. Стога, је у појединим европским земљама законом дозвољено веће осовинско оптерећење. Ако је возило оптерећено у стању мировања на хоризонталној равни на погонске тачке аутобуса мора да се усмери најмање 1/3 највеће дозвољене масе, односно скупа возила.

Препуст на моторним возилима може износити највише 50% размака осовина. На аутобусима препуст може износити највише 60% размака између осовина, док на аутобусима са мотором иза задње осовине и са мотором између осовина највише 63% размака између осовина. Однос бруто снаге мотора изражене у [kW] и највеће дозвољене масе возила у (t) мора да буде за аутобусе $P = 8,83 \text{ kW/t}$.

6. Анализа могућности производње, куповине и карактеристике најважнијих агрегата за пројектовано возило М3/СН са хибридном погоном

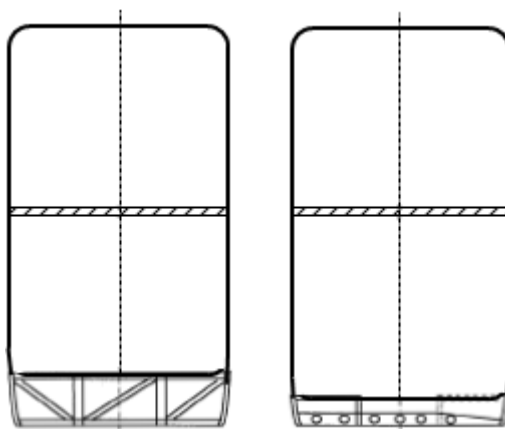
За категорије М3/СН које пројектујемо, подвожје и каросерија морају бити додатно ојачани с обзиром на габарите возила, и овај сегмент пројектујемо самостално. Пројектовање надградње је углавном оно у чему се огледа креативност домаћих инжењера при пројектовању моторних возила, али и у правилном избору компоненти од реномираних произвођача. Агрегати попут мотора СУС, електромотора, генератора, мењачког преносника и осовина се углавном, или готово увек купују од коопераната из иностранства.

6.1. Каросерија и шасија за возило М3/СН

Код аутобуса каросерија служи за смештај возача и путника који се превозе. Поред основне намене, каросерија може да има и посебне задатке, 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. Подела каросерија на врсте може, као и код других система и склопова возила, да се врши у односу на различите параметре, а најчешће се изводе као:

- носеће,
- полуносеће и
- самоносеће (код савремених конструкција аутобуса).

Шематски приказ моделирања носеће структуре двоспратног аутобуса приказан је на слици 6.1. Градски аутобус представља најинтересантнији пример у погледу пројектовања носеће структуре због изразито неповољне расподеле маса оптерећеног и неоптерећеног дела аутобуса, а тај однос достиже величину од 1:25.

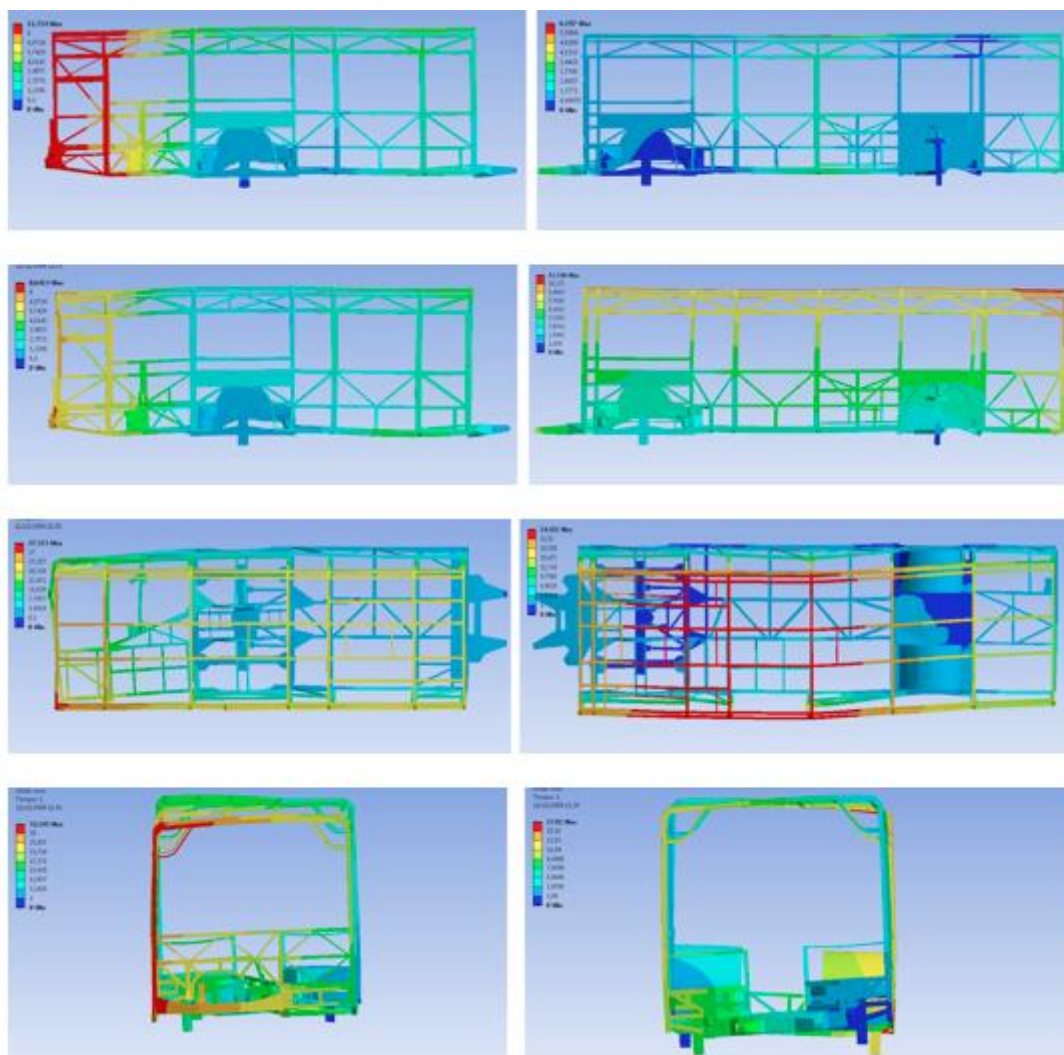


Слика 6.1. Прстенови носећих структура класичног и нископодног двоспратног аутобуса

Код савремених конструкција возила, углавном код аутомобила и аутобуса, оквир као оклоп уопште не постоји, па каросерија преузима на себе све функције носећег система, тада се ради о самоносећој каросерији. Самоносеће каросерије обезбеђују већу крутост уз мању масу, међутим, оне имају неке недостатке као што су:

- тежа и скупља производња и
- проблем пригушења буке и вибрације који се преносе од нееластично ослоњених маса.

Први недостатак се елиминише великим серијама које се производе у дужем временском периоду. Док се други недостатак елиминише применом изолирајућих елемената за везу нееластично ослоњених маса и каросерије[1]. Данас се савременим технологијама и применом разних софтвера може анализирати структура носеће конструкције, тако да се могу избећи непотребни трошкови који могу бити изазвани лоше конципираном конструкцијом каросерије (слика 6.2).



Слика 6.2. Структурна анализа каросерије аутобуса у неком од инжењерских алата [26]

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, углавном домаћих, (ретко из иностранства). Ипак, могуће је набавити већ изграђену шасију неког од реномираних произвођача у Европи, као што су: Volvo, Scania, MAN, Mercedes-Benz. На слици 6.3, приказана је шасија возила категорије М3 (Volvo B340M) са задњом погонском осовином.



Слика 6.3. Подвожје – шасија возила категорије М3 (Volvo B340M) [27]

6.2. Погонски агрегати

Пројектним задатком је задато да возило категорије М3/СН, с обзором на габарите возила неопходно је да погонски агрегати (мотор СУС и електромотор) буду компактни и да без проблема могу погонити возило.. Такође, овакви типови возила требају да развијају одређену брзину, те неопходно изабрати погонске агрегате задовољавајућих карактеристика. Као и код сличних типова возила, осталих произвођача, мотор на задатом пројектованом возилу не би требало да се у великој мери разликује од погонских агрегата на сличним моделима.

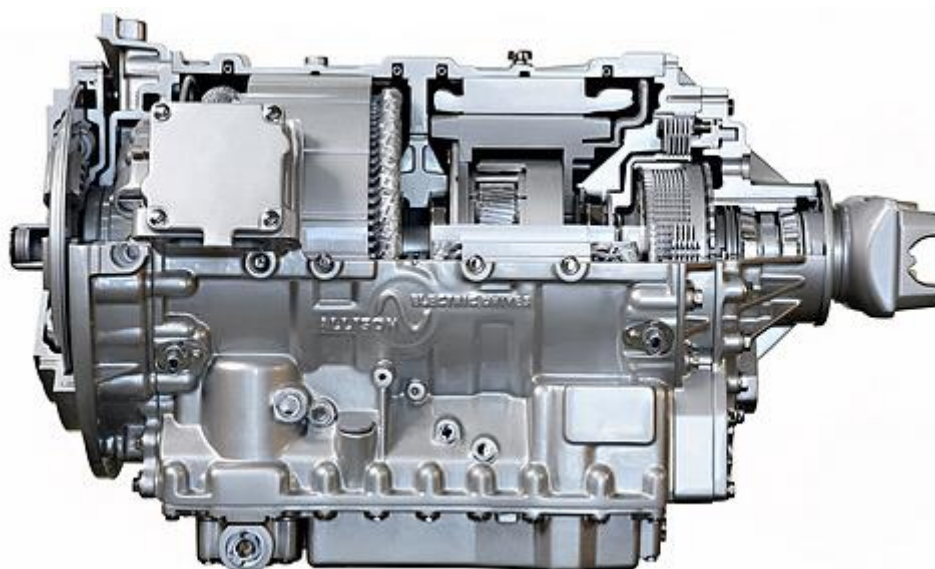
Домаћих произвођача мотора СУС (дизел мотора) и електромотора нема, па се ове компоненте морају наручити од неког страног произвођача мотора, потут Volvo, Mercedes-Benz, Scania, MAN, Fiat и др. На слици 6.4, приказан је погонски агрегат произвођача Volvo, примењен код аутобуса са хибридним погоном B5L, као једног од потенцијалних коопераната при набавци погонских агрегата. Volvo D5K са 177 kW и електромотор снаге 120 kW, ова комбинација хибридног погона примењује се и код градских двоспратних аутобуса Alexander Dennis Enviro 400, а овај хибридни систем има мању потрошњу горива од 25% ÷ 50% у односу на аутобусе са конвенционалним погоном на мотор СУС.



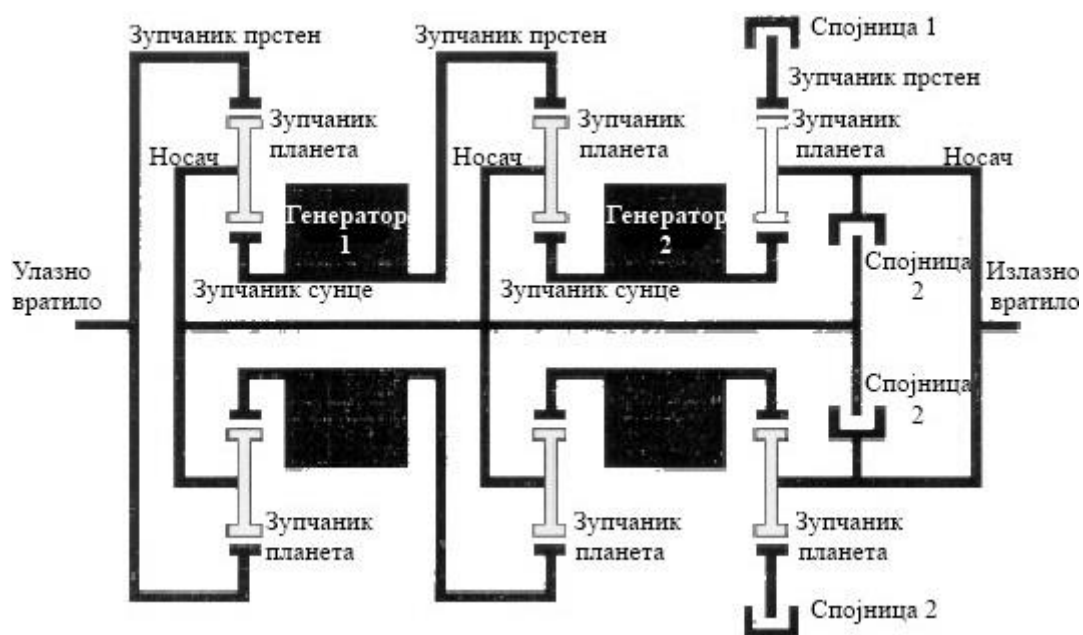
Слика 6.4. Хибридни погонски систем произвођача Volvo (дизел мотор D5K 177 kW и електро мотор 120 kW) [28]

6.3. Мењачки преносник и спојница

Мењачки преносник је друга по важности компонента сваког возила и такође је бирамо од реномираних произвођача, нпр. ZF, Mercedes – Benz, Voith, Volvo и др. Уколико се опредељујемо за аутоматски мењач, можемо изабрати неку од ових фирми, које у својој понуди имају више модела. Реномирани произвођачи у својој понуди имају и хибридни систем који чине електромотор и мењач, један такав систем приказан је на слици 6.5. У питању је CVT (continuously variable transmission) мењач са интегрисаним генераторима произвођача GM Allison, који се примењује код аутобуса са серијским хибридним погоном. Allison H 40/50 EP смањује потрошњу горива до 25% у односу на аутобусе са дизел мотором. Овај систем служи за непрекидно напајање додатне опреме аутобуса (клима уређај, електронски и електрични системи, серво системи и др.) са 30 kW из електричног хибридног система трансмисије. Систем укључује два генератора јачине 600 A, када је возило у стању мировања, као и 230 V напона једносмерне струје за допуњавање батерија. На слици 6.6, шематски је приказан пресек мењачког преносника Allison H 40/50 EP.

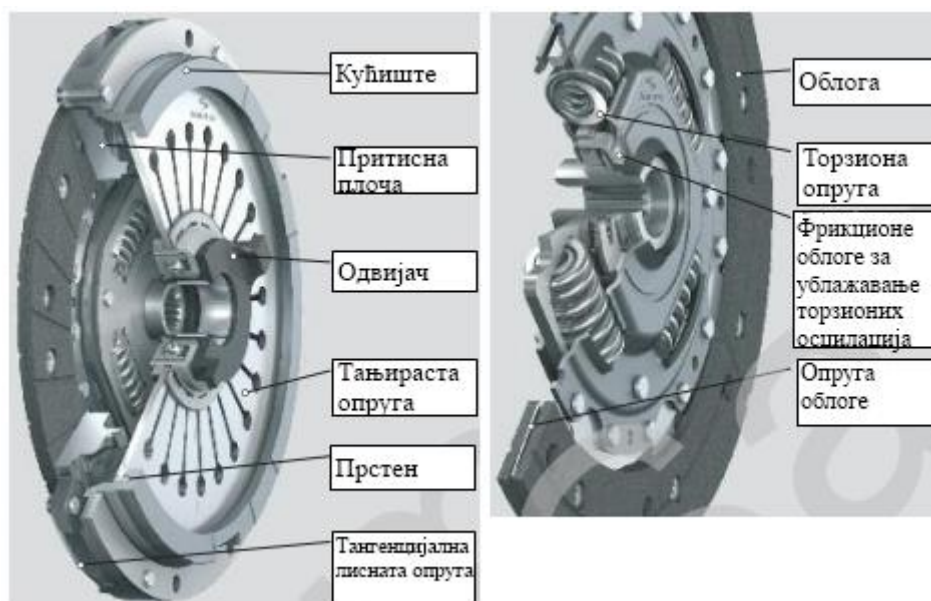


Слика 6.5. GM Allison H 40/50 EP CVT мењач за серијски хибридни погон са интегрисаним генераторима [29]



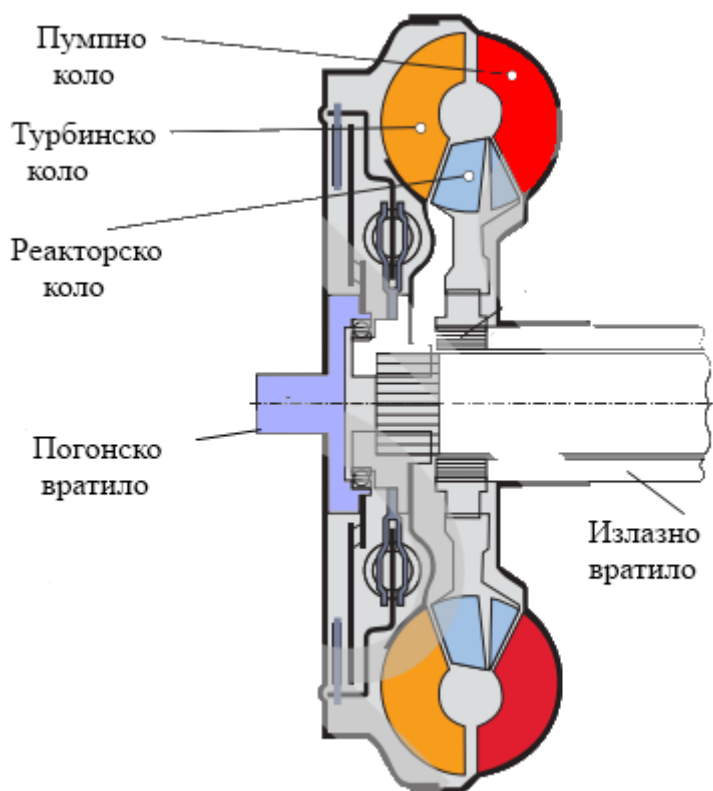
Слика 6.6. Шематски приказ пресека мењачког преносника Allison H 40/50 EP [29]

Спојница се најчешће наручује код произвођача мењачког преносника (слика 6.7), како би се постигла унификација са мењачким преносником. А врло често се добија у комплекту са мењачким преносником. Задатак спојнице је да пренесе снагу мотора, односно да обезбеди еластичну везу између мотора и мењача.



Слика 6.7. SACHS фрикциона спојница [30]

Код аутоматске трансмисије примењује се хидродинамичка спојница, односно тзв. претварач обртног момента. Претварач обртног момента је аутоматским мењачима, елемент за покретање, преносни степен, пренос броја обртаја и обртног момента. На слици 6.8, шематски је приказана хидродинамичка спојница.



Слика 6.8. SACHS хидродинамичка спојница [30]

6.4. Систем ослањања и кочења

Систем еластичног ослањања (СЕО) има велики значај на карактеристике возила. Потребно је извршити његову анализу и видети какав систем еластичног ослањања може бити изведен приликом пројектовања возила МЗ/СН. Према томе, треба имати у виду да при превозу путника треба обезбедити што је могуће боље перформансе и пригушење динамичких осцилација насталих услед неравнина пута. Ово је компонента која се набавља од коопераната, реномираних произвођача као што су MAN, ZF, Mercedes – Benz, као систем који чине управљајућа, централна, погонска и пратећа осовина, а по жељи на њима ће бити изведен и систем ослањања.

У зависности од начина реаговања на вибрационе побуде, СЕО могу бити:

- пасивни и
- са регулисаним карактеристикама (полуактивни и активни) [1].

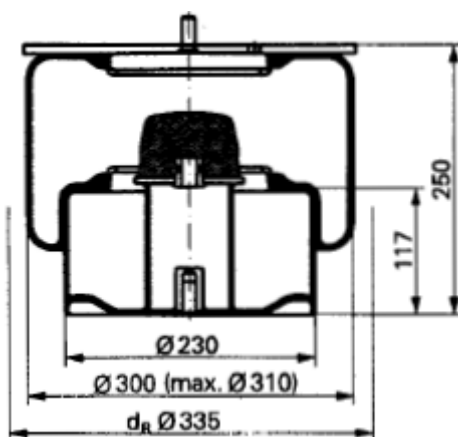
Код аутобуса је велика разлика између маса при оптерећеном и неоптерећеном стању. Ово доводи до различитог угиба и промене висина пода аутобуса. Друга непожељна појава је сопствена учестаност система ослањања. Као најбоље решење намеће се ваздушни систем ослањања, где се регулација система обавља доводом и одводом ваздуха у ваздушни јастук, односно регулише се крутост. На слици 6.9, приказана је ваздушна опруга са означеним димензијама, односно на слици 6.10, приказан је систем ваздушног ослањања код аутобуса.

Крутост ваздушне опруге може се израчунати из израза [1]:

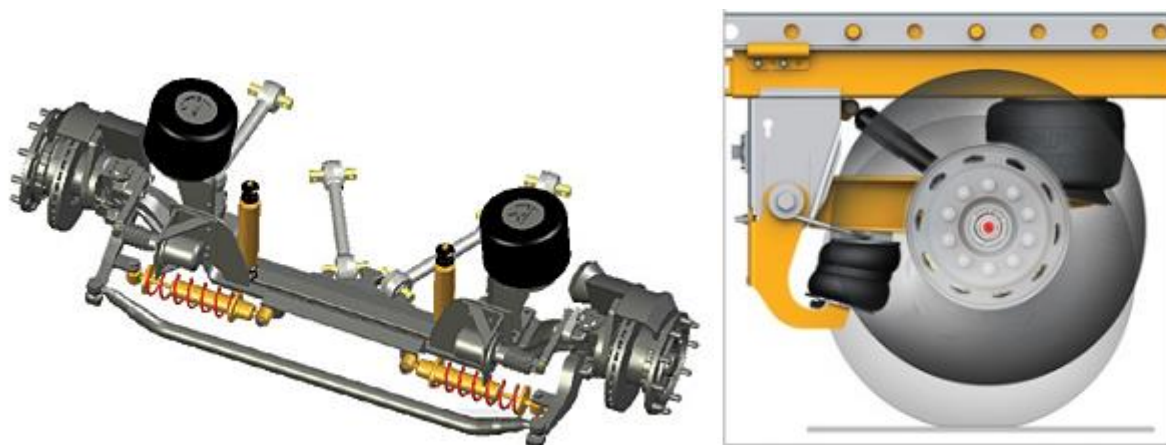
$$C = k \cdot \frac{p + 1}{V + V_p} \cdot A_e^2 + p \cdot \frac{dA_e}{df} \quad [6.1]$$

где је:

k – коефицијент политропе,
 V – запремина ваздушног јастука,
 V_p – запремина додатног резервоара,
 p – надпритисак у инсталацији,
 A_e – ефективна површина,
 f – угиб ваздушне опруге.

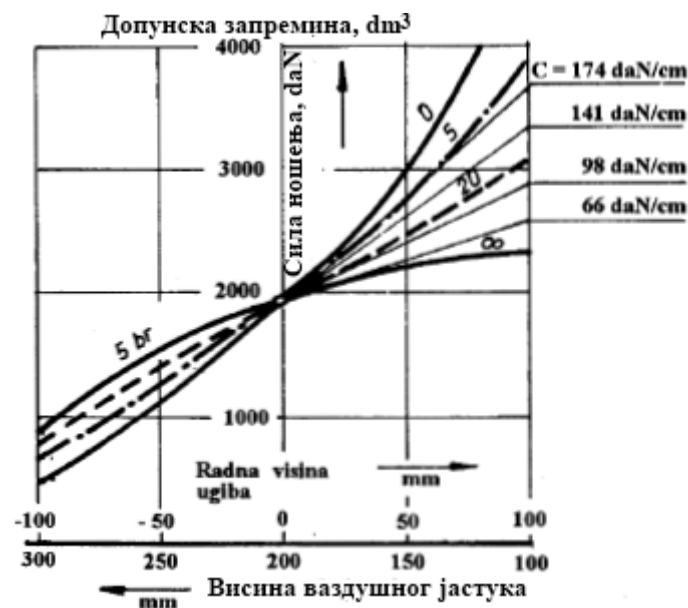


Слика 6.9. Приказ ваздушне опруге са основним димензијама [1]



Слика 6.10. Систем ваздушног ослањања аутобуса (предња и задња погонска оsovина) [31]

Карактеристике ваздушних јастука се најчешће одређују експериментално, на слици 6.11 приказане су карактеристике једне ваздушне опруге. Препорука је да се из каталога произвођача, у фази пројектовања, на основу познатих статичких оптерећења изабере одговарајућа опруга.



Слика 6.11. Зависнос силе од угиба ваздушне опруге [1]

Када је у питању систем кочења, параметри при избору система су веома сложени и обично се у овој фази идејног пројекта иде на избор сличних решења која су примењена на другим возилима ове категорије. Према досадашњим искуствима, резултатима испитивања и анализи, диск кочнице су повољније за примену на возилима, па им треба дати предност у односу на добош кочнице. Када је у питању инсталација система кочења предност дати хидрауличким системима, пре свега због мање инертности, данас се пнеуматски скоро и не користе код путничких возила. Како би смањили замор возача, код свих возила ове категорије користите се серво уређаји, који повећавају потребну силу којом возач делује на команду кочнице. При избору параметара кочионог система, треба поштовати све захтеве ECE 13 [1].

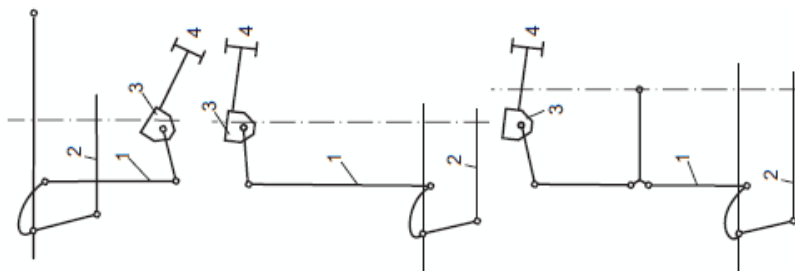
6.5. Систем управљања

Возила категорије М3/СН углавном имају систем управљања предњим точковима. Код савремених возила уграђује се низ различитих система управљања, различитих конструктивних решења, зависно од типа и намене возила. Ово је такође компонента која се набавља од реномираних произвођача, попут ZF – а и Volvo – а. Код возила са точковима систем за управљање се састоји из два основна механизма:

- механизма за управљање и
- преносног механизма.

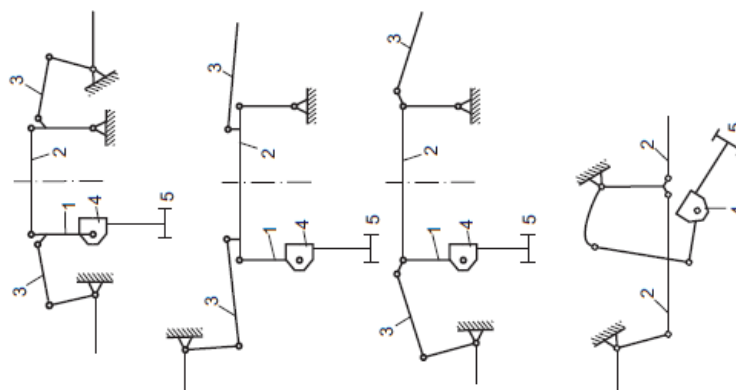
Како би се остварила веза за пренос обртног момента са точка управљача, управљачки механизма и управљани точкови повезани су преко преносног механизма који служи да обезбеди правилан кинематски заокрет точкова. Преносни механизм конструктивно мора бити усклађен са системом ослањања, тако да његово померање у односу на рам возила не утиче на безбедност управљања. На слици 6.12 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 полуга и спона остварује се навојима.



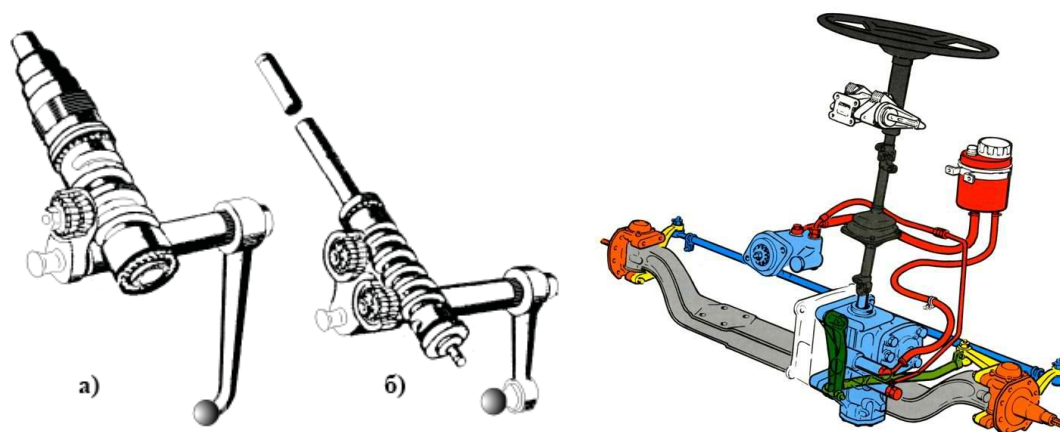
Слика 6.12. Шеме извођења трапеза код зависног ослањања управљачког моста: 1 – уздужна спона, 2 – попречна спона, 3 – управљачки механизам, 4 – точак управљача [32]

На слици 6.13 приказано је неколико шема изведбе управљачког трапеза лаких путничких возила са попречном споном која се састоји из средњег дела и две бочне покретне полуге. Ова решења се користе у случају кад је предњи управљачки мост са независним ослањањем, што је чест случај код савремених аутобуса.



Слика 6.13. Шеме извођења трапеза код независног ослањања управљачког моста: 1 – уздужна спона, 2 – попречна спона, 3 – бочна покретна плуга, 4 – управљачки механизам, 5 – точак управљача [32]

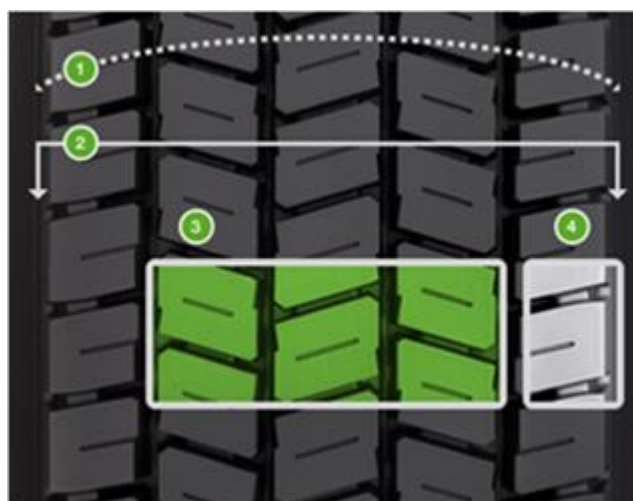
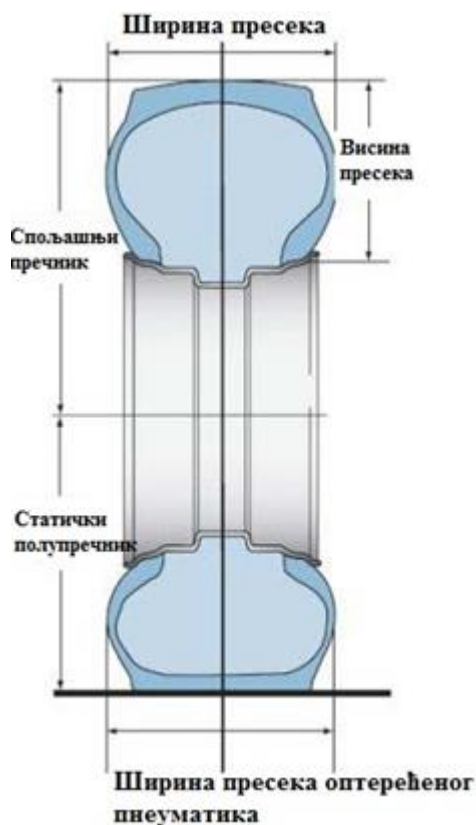
Кулисни управљачки механизам, користи се претежно код теретних возила, радних возила, као и на аутобусима. Изводе се са једним или два прста (слика 6.14). Кулисни управљачки механизам са једним прстом је јако оптерећен механизам, па га је у последње време потиснуо кулисни механизам са два прста. Преносни однос оваквог управљачког механизма једнак је производу преносних односа саставних елемената: завојнице – навртка 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 закретања. Саосност излазних вратила може се остварити конструкцијом левом и десном завојницом, односно левом и десном полунавртком, које се у вези са кривајама одговарајућих излазних вратила.



Слика 6.13. Кулисни управљачки механизам: а) са једним прстом, б) са два прста и управљачки механизам аутобуса [32]

6.6. Точкови

Точакови 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 пнеуматика. Данас се на возилим примењују пнеуматици радијалне конструкције, док се код аутобуса и тешких возила користе пнеуматици без унутрашње гуме. На слици 6.14 је дат пресек пнеуматика (лево), као и контуре газећег слоја пнеуматика за погонску осовину (десно). Домаћи произвођач пнеуматика за теретна моторна возила и аутобусе је „Traya“ из Крушеваца. Док су прве три компаније које у производњи и продају пнеуматика чине више од 50% светске производње: Groupe Michelin, Bridgestone Corp и Goodyear.



Слика 6.14. Пресек пнеуматика код путничких возила и пнеуматик за погонску осовину: 1 – бољи облик контуре, 2 – дубок газећи слој пнеуматика, 3 – дезен са вишеструко раздвојеним блоковима, 4 – полуотворено раме пнеуматика [33]

6.7. Остале компоненте

Ветробранска стакла на возилу су још један од саставних делова (слика 6.15), можемо набавити од домаћег произвођача, као што су „Фабрика Стакла“ Панчево, „Беоком“ Краљево и др. Ветробранска стакла за ову категорију возила морају бити додатно ојачана, како би се спречило распрскавање или било која друга деформација у случају оштећења возила.



Слика 6.15. ветробранска стакла за аутобусе произвођача „Беоком“ [34]

Хармонике за зглобни аутобус (слика 6.16) су израђене од платна високог квалитета, густине $900 \div 1300 \text{ g/m}^3$, отпорност платна на истезање мора бити $4000 \div 4000 \text{ N}$ на 5 cm , такође на цепање 500 N на температури $-30 \div 70 \text{ }^\circ\text{C}$. Ово је компонента коју набављамо од домаћих коопраната, нпр. од фирме „Bemit“.



Слика 6.16. Хармоника за зглобни аутобус [35]

Гумено-метални елементи (слика 7.16) користе се код готово свих система возила, као што су систем ослањања, систем управљања, систем кочења, погонски систем и др. Такође се користе да пригуше буку мотора, буку мењача, реакције на промене оптерећења, вибрације каросерије и др. Применом ових елемената повезује се мотор и мењач са каросеријом возила, односно са оквиром – рамом. Гумено-метални елементи преузимају статички терет мотора ограничавајући његово померање и знатно

умањујућу буку и вибрације које се преносе кроз компоненте возила. Ове компоненте би могле бити израђене самостално или набављене од домаћих коопераната.



Слика 6.16. Гумено – метални елементи возила, [30]

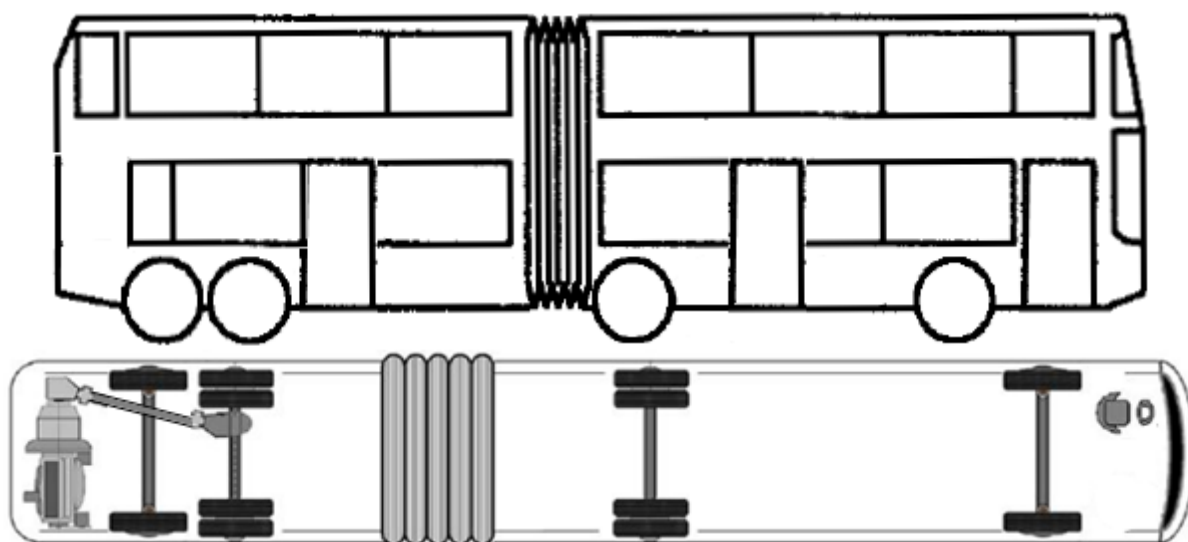
Стандардна опрема треба да омогући што удобнију вожњу, па је из тог разлога потребно уградити низ система. Ти системи нису само системи информације и забаве, већи и системи који ће му омогућити што лакше управљање возилом. Такође, ту спадају и уређаји који ће му омогућити да се осећа што пријатније, независно од спољних утицаја.

Додатна опрема треба да прати потребе купаца. Реагујући на промене у трендовима, али и предвиђајући их у понуди увек треба уврстити и додатну опрему. Понуду треба додатно проширити опремом најновије генерације, наменски произведену и прилагођену захтевима савремених моторних возила.

7. Усвајање концепције возила МЗ/СН, погонских агрегата и важнијих компоненти

7.1. Избора концепције возила МЗ/СН

При изради идејног пројекта сваког возила први задатак је дефинисање концепције његове изградње. У поглављу 4., већ је изложен предлог модела возила МЗ/СН возила који уз мање измене треба да прати основни модел возила. Под концепцијом градње санитарског возила подразумева се међусобни положај мотора и кабине, као и положај погонских осовина и точкова у односу на носећи систем возила. Концепција санитарског моторног возила зависи и од шеме трансмисије (броја осовина и формуле точкова) [1]. Усвојена је концепција возила са погоном на задњим точковима и мотором смештеним на задњем препусту хоризонтално. На слици 7.1 шематски је приказана усвојена концепција за ново пројектовано возило, док је у табели 8.2, дат размештај погона и управљачких осовина.



Слика 7.1. Шематски приказ усвојене концепције возила МЗ/СН са формулом погона 8x2 [1]

Табела 7.2. Размештај погона и осовина код возила М1/СН [1]

	Распоред погонских осовина	Погонски тип точкова	Распоред осовина	Формула управљајућих осовина	Формула распореда погона	Намена и проходност
I		8 x 2	1 – 1 – 1 – 2	1 – 0	0 – 0 – 1 – 0	Возила нормалне проходности

а) Предности изабране концепције погона на задњим точковима за возило МЗ/СН:

- кратак пут од погонског агрегата до погонских точкова,
- лако управљање,
- довољна прерасподела кочионих сила,
- једноставан предњи систем за ослањање,

- добра проходност возила на влажном путу и на успону,
- једноставна изградња мотора [1].

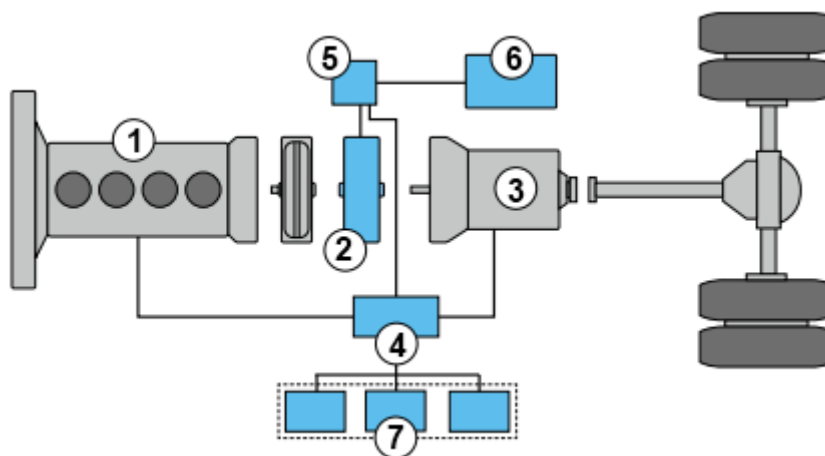
б) Недостаци изабране концепције погона на задњим точковима за возило М3/СН:

- возило је осетљиво на бочне ударе,
- нестабилно управљање на клизавом путу због растерећења предње осовине,
- неповољан положај резервоара за гориво,
- велика разлика у оптерећењу предњих и задњих пнеуматика,
- кратак издувни систем отежава његово подешавање,
- осетљивост на неуравнотеженост предњих точкова и
- повећано напрезање издувног система при поласку и кочењу возила [1].

7.2. Избор погонског система возила М3/СН са хибридним погоном

С обзиром на габарите возила, јер је у питању возило за превоз путника чија маса иде и до 29 t, а чије су димензије изузетно велике погонски систем и систем преноса снаге морају обезбедити лако и ефикасно кретање возила. Од сваког возила, па и од аутобуса се очекује да има боље вучне карактеристике и добре перформансе. Обртни момент мотора се до погонских точкова преноси преко карданског вратила, карданско вратило се поставља под углом од 3° ÷ 5° . Поред свега наведеног од возила се очекује да у оптерећеном стању савлада и одређен нагиб пута.

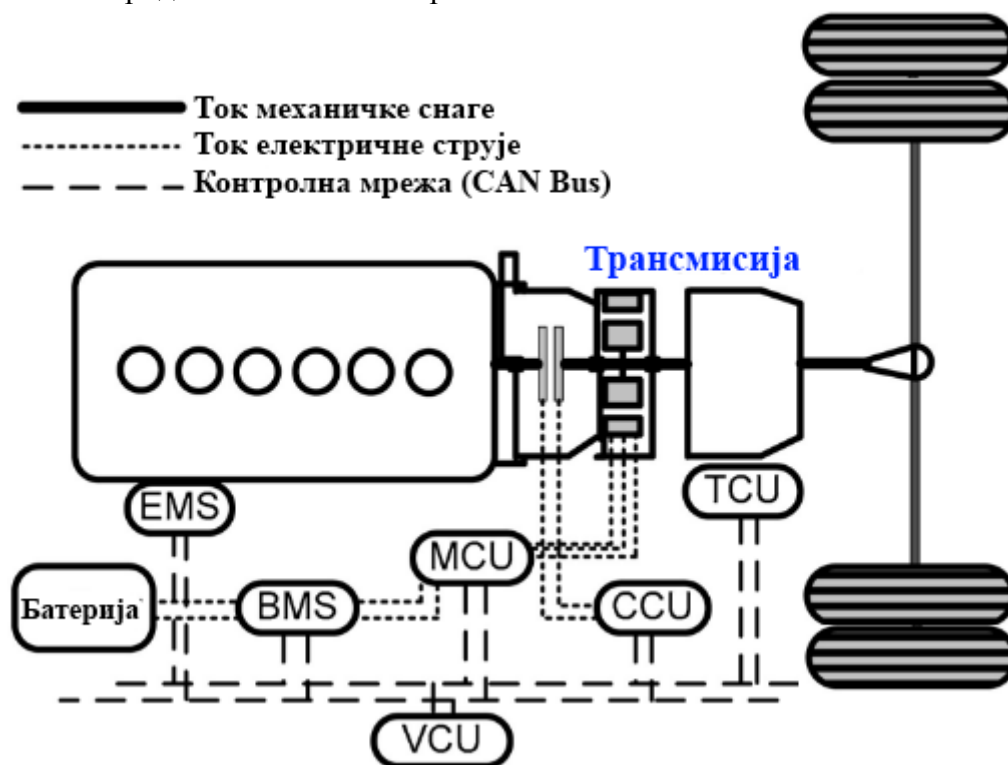
За пројектовано возило М3/СН – нископодни зглобни двоспратни аутобус изабран је **паралелни** систем преноса снаге, тј. структура погонске групе и везе механичких и електричних делова хибридног возила. На слици 7.2, шематски је приказан паралелни систем погона аутобуса изабран за пројектовано возило.



Слика 7.2. Шематски приказ изабраног паралелног система преноса снаге за возило М3/СН: 1) мотор CVC (дизел мотор), 2) електромотор, 3) мењачки преносник, 4) електронска контролна јединица, 5) конвертор једносмерне струје DC/DC, 6) батерија (литијум-јонска), 7) електрична додатна опрема [27]

Избор паралелног погонског система донет је на основу анализе већ постојећих модела аутобуса са хибридним погоном. Ако имамо у виду да је возило М3/СН, аутобуса са изузетно великим габаритима неопходан је додатни извор снаге из система погона, како би возило могло да има одређене перформансе и постигне одређену брзину. Из тог разлога се користи електромотор за стварање додатне снаге приликом убрзавања, а у случају успоравања, тај исти електромотор ради у моду генератора и на тај начин врши допуњавање батерија. Применом паралелног хибридног система возило могу се остварити боље перформансе, а да при том буде примењен мотора СУС мање снаге, као и добра економичност. Статистички посматрано, паралелни хибридни погон се највише заступљен код произвођача градских нископодних аутобуса.

Паралелну погонску структуру хибридног возила врло је релативно једноставно извести надградњом већ постојеће погонске структуре конвенционалног аутобуса. Таква надоградња се углавном примењује на већим конвенционалним возилима, као што су камиони или аутобуси. На слици 7.3, шематски је приказан ток снаге код паралелног хибридног погона са контролним елементима система.



Слика 7.3. Ток снаге код паралелног хибридног погона: EMS (engine management system) – систем управљања мотором, TCU (transmission control unit) – контролна јединица мењача, MCU (motor control unit) – контролна јединица електромотора, BMS (battery management system) – систем управљања батеријом, CCU (clutch control unit) – контролна јединица спојнице, VCU (vehicle control unit) – контролна јединица возила [36]

Предности паралелног хибридног погона, су то што мотор СУС и електромотор заједно дају укупни момент за погон возила, те није потребна додатна конверзија, а губици енергије због тога знатно мањи. За разлику од серијског хибридног погона нису

потребна два електромотора већ само један који може бити и мањих габарита, јер није потребно да се цео погонски момент добија из електромотора [2, 12].

Недостаци паралелног хибридног погона је у томе што су електромотор и мотор СУС механички чврсто спојени са погоном, те због тога није могуће да мотор СУС ради у свом оптималном подручју. Из тог разлога је управљање структуром сложеније [2, 12].

Могу се навести још неки од разлога за избор система паралелног хибридног погона, један од њих је и то што мотор СУС и електромотор заједничком снагом погоне погонско вратило, па је тако је обезбеђена максимална излазна снагу оба погонска агрегата. Пошто је у питању возило великих габарита, које и поред своје велике масе треба постићи и просечну брзину, у појединим тренуцима оба погонска агрегата морају радити истовремено, са могућношћу без губитака током конверзије енергије. У овом случају паралелни систем има предност у односу на серијски. Ако се снага погонских агрегата концентрише у јединствену која покреће погонско вратило, онда ће погонски агрегати имати мању од потребне за постизање вучно-брзинских карактеристика возила. Док би се код серијских и серијско-паралелних система вршила конверзија енергије, тј. погонски агрегати би одвојено покретали погонске осовине. За овај тип возила треба обезбедити самосталност погона што је могуће применом мотора СУС веће снаге, док би електромотор у појединим тренуцима асистирао. И поред паралелно везаних погонских система, електромотором би могао дана краћим релацијама, добрим путевима и условима градске возње. Ипак, у односу на серијски и серијско-паралелних хибрида, паралелни погон има мање могућности приликом покретања у електро моду, што за овај тип возила представља одређени недостатак. Поред тога недостатак ове врсте хибридног погона јесте примена батерије мањег капацитета, али се тиме постиже и мања маса возила.

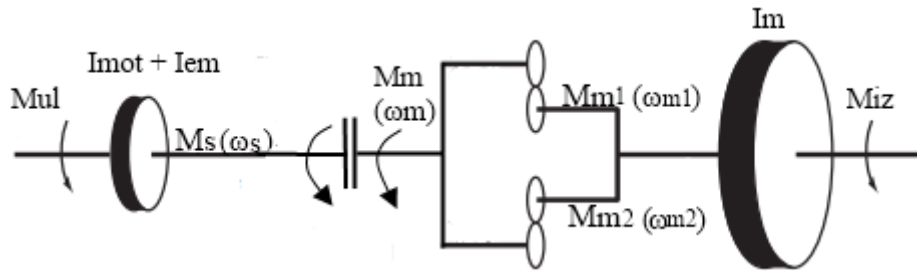
За изабрани паралелни систем погона, при провери перформанси мотора, односно снаге, важи следећа релација [37]:

$$P = \frac{v}{1000 \cdot \eta_T} \cdot \left(\mu \cdot m \cdot g + \frac{1}{2} \rho \cdot c_x \cdot A \cdot v^2 + m \cdot g \cdot \sin \frac{\alpha \pi}{180^\circ} \right) \quad (7.1)$$

где су:

v – брзина возила, η_T – степен корисност трансмисије, μ – коефицијент пријањања, m – маса возила, g – сила земљине теже, ρ – густина ваздуха, c_x – коефицијент отпора ваздуха, A – чеона површина возила.

На слици 7.4 приказана прорачунска шема паралелног хибрида. Према слици 7.4, могу се извести изрази за пренос снаге кроз трансмисију.



Слика 7.4. Прорачунска шема паралелног хибрида

Укупну снагу хибридног возила предствља збир два различита извора напајања, односно снаге погонских агрегата [37]:

$$P_{uk} = (M_{mot} + M_{em}) \cdot \omega \quad (7.2)$$

где су:

M_{mot} – обртни момент мотора СУС, M_{em} – обртни момент електромотора, ω – угаона брзина погонских агрегата.

Може се извести и изрази за пренос снаге кроз трансмисију [46]:

$$(I_{mot} + I_{em}) \cdot \omega_s = M_{ul} + M_s \quad (7.3)$$

где су:

I_{mot} – момент инерције мотора СУС, I_{em} – момент инерције електромотора, ω_s – угаона брзина спојнице, M_{ul} – обртни момент погонских агрегата (улазни момент), M_s – обртни момент на спојници.

$$I_m \cdot \omega_m = M_{iz} + M_m \quad (7.4)$$

где су:

I_m – момент инерције мењача, ω_m – угаона брзина мењача, M_{iz} – обртни момент на излазном вратилу мењача (момент оптерећења), M_m – обртни момент у мењачу.

У случају развођења снаге на два вратила мењача, може их бити и више, важи израз [46]:

$$M_m = M_{m1} + M_{m2} \quad (7.5)$$

где су:

M_{m1} – момент на првом улазном вратилу мењача, M_{m2} – момент на другом улазном вратилу мењача.

7.3. Усвајање погонских агрегата

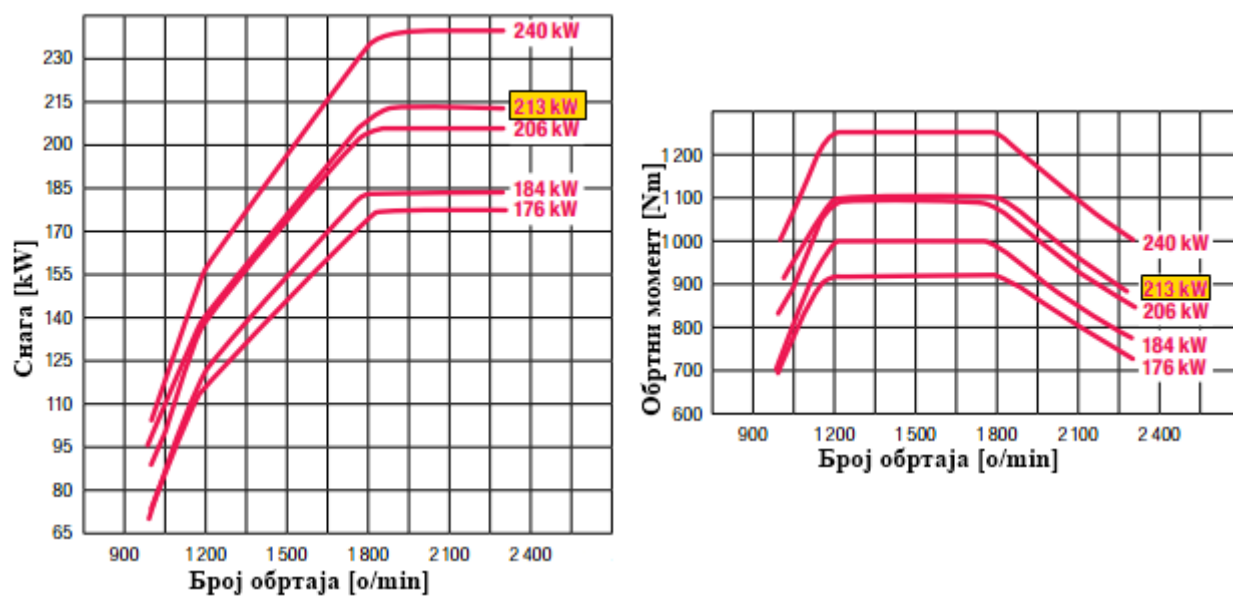
С обзиром да возило категорије М3/СН треба бити погоњено од стране хибридног погона, треба изабрати погонске агрегате (мотор СУС + електромотор) који ће дати најбоље перформансе возилу. Као што је већ познато домаћих произвођача нема, те се морају наручити од коопераната из иностранства, већ проверених реномираних произвођача.

Као прва варијанта, за пројектовано возило, биће понуђена комбинација дизел мотора произвођача MAN, модел D0836 LOH66 (слика 7.5) снаге 213 kW у комбинацији са електромотором произвођача ZF, модел DynaStart SG430 (слика 7.7), снаге 110 kW. У табелама 7.2 и 7.3, дате су њихове техничке карактеристике. На слици 7.6, приказани су дијаграми снаге и обртног момента за мотор MAN D0836 LOH66.



Слика 7.4. Дизел мотор MAN, модел D0836 LOH66

Табела 7.3. Техничке карактеристике мотор MAN D0836 LOH66 [38]	
Мотор	MAN D0836 LOH66 (Еуро 6)
Број цилиндра	6 / линијски
Положај	хоризонталан
Радна запрем.	6900 cm ³
Снага и бр. обр.	213 kW (2200 o/min)
Максилални обртни момент	1100 Nm (1200÷1750 o/min)
Пречник/ход клипа	108 x 125 mm
Степен компресије	16,4:1
Потрошња горива	200 g/kWh
Убризавање	Електронска контрола убризгавања „Common rail“ са интегрисаним ограничавачем брзине
Маса	668 kg
Уградња	Задњи препуст



Слика 7.6. Дијаграми снаге и обртног момента мотора MAN D0836 LOH66 [38]



Слика 7.7. Електромотор ZF DynaStart SG430 [36]

Табела 7.3. Техничке карактеристике изабраног електромотора [39]	
Снага	110 kW
Број обртаја	4500 o/min
Обртни момент	1000 Nm
Напон	220-420 mm
Спољашњи пречник	430 mm
Активна дужина	160 mm
Јачина електричне струје	350 A

Друга варијанта је избор хибридног система произвођача Volvo, у питању је систем I-SAM (Integrated Starter Alternator Motor) који заједно чине дизел мотором Volvo D5K 240 снаге 177 kW, док је електромотор 150 kW (слика 7.8). У табели 7.4, дате су техничке карактеристике овог система. На слици 7.9, приказан је дијаграм снаге и момента за дизел мотор, на слици 7.10, приказан је дијаграм са пољима рада мотора, електромотора и хибридног система у целини.

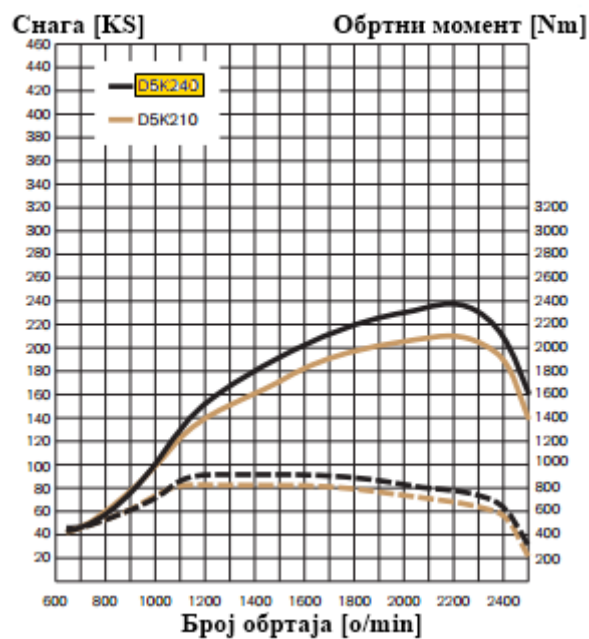


Слика 7.8. Хибридни систем Volvo I-SAM [27]

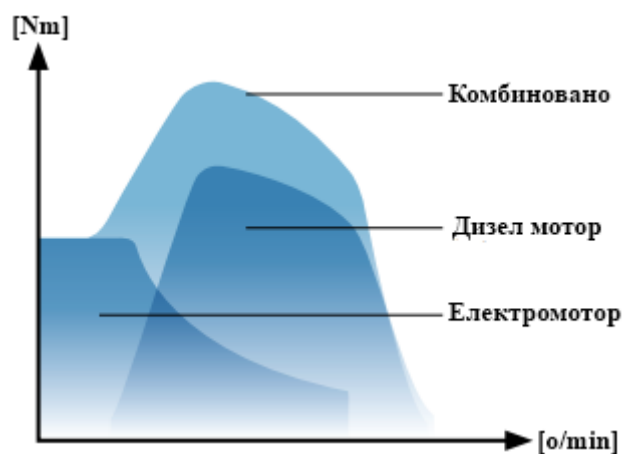
Табела 7.4. Техничке карактеристике система Volvo I-SAM [27, 40]

Мотор	Volvo D5K 240 (Еуро 6)
Број цилиндра	4 / линијски
Положај	хоризонталан
Радна запрем.	5100 cm ³
Снага и бр. обр.	177 kW (2200 o/min)
Максилални обртни момент	900 Nm (1200÷1600 o/min)
Пречник/ход клипа	135 x 110 mm
Степен компресије	17,5:1
Економична возња у подручју од	1100÷1800 o/min
Убризавање	Електронска контрола убризгавања „Common rail“ са интегрисаним ограничавачем брзине
Маса	-
Уградња	Задњи препуст
Снага електромотора	150 kW (4500 o/min)
Обртни момент електромотора	1200 Nm
Батерија	Литијум – јонска
Максимална маса возила за који је систем намењен	2900 kg

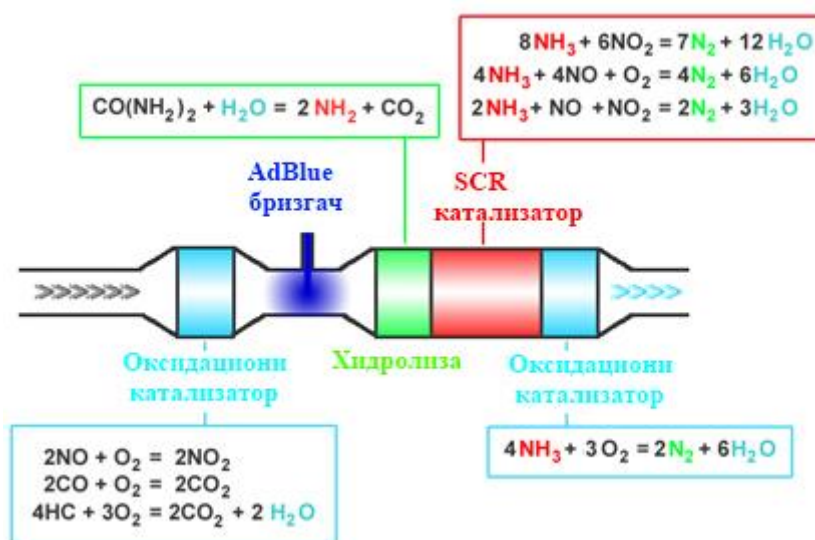
Овај систем задовољава све норме Еуро 6 стандарда у погледу емисије. Тако да је садржај честица испод PM 0,01 g/kWh и оксида азота NO_x мањи од 0,40 g/kWh за стабилно стање циклуса и 0,46 g/kWh за пролазне циклусе. Систем користи селективну каталитички редукцију SCR (Selective Catalytic Reduction). Катализатор користи тзв. AdBlue течност којом се врши оксидација издувних гасова (слике 7.11 и 7.12).



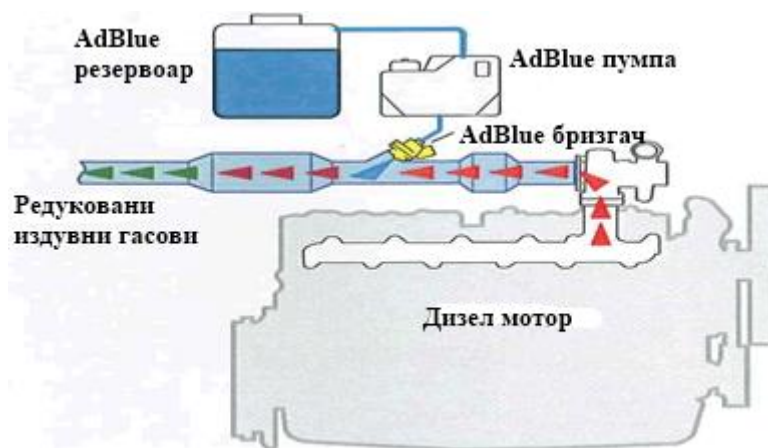
Слика 7.9. Дијаграм снаге и обртног момента мотора Volvo D5K 240 [40]



Слика 7.10. Подручја рада система Volvo I-SAM [27]



Слика 7.11. Редукација издувних гасова применом AdBlue течности [41]



Слика 7.12. Каталитичка система дизел мотора [41]

7.4. Избор мењачког преносника

Мењачки преносник је елемент система за пренос снаге моторних возила, којим се врши прилагођавање параметара снаге (обртног момента и броја обртаја мотора) тренутним условима кретања возила, тј. условима пута. Код савремених аутобуса су у примени углавном аутоматски хидродинамички мењачи. У последње време све чешће се користе аутоматизовани механички преносници, а произвођачи су углавном ZF, Voith, Allison, Scania, MB). Због честе потребе за променом степена преноса, као и честог кочења, аутоматски мењачи постају први избор код градских аутобуса.

Код градских аутобуса углавном се примењују:

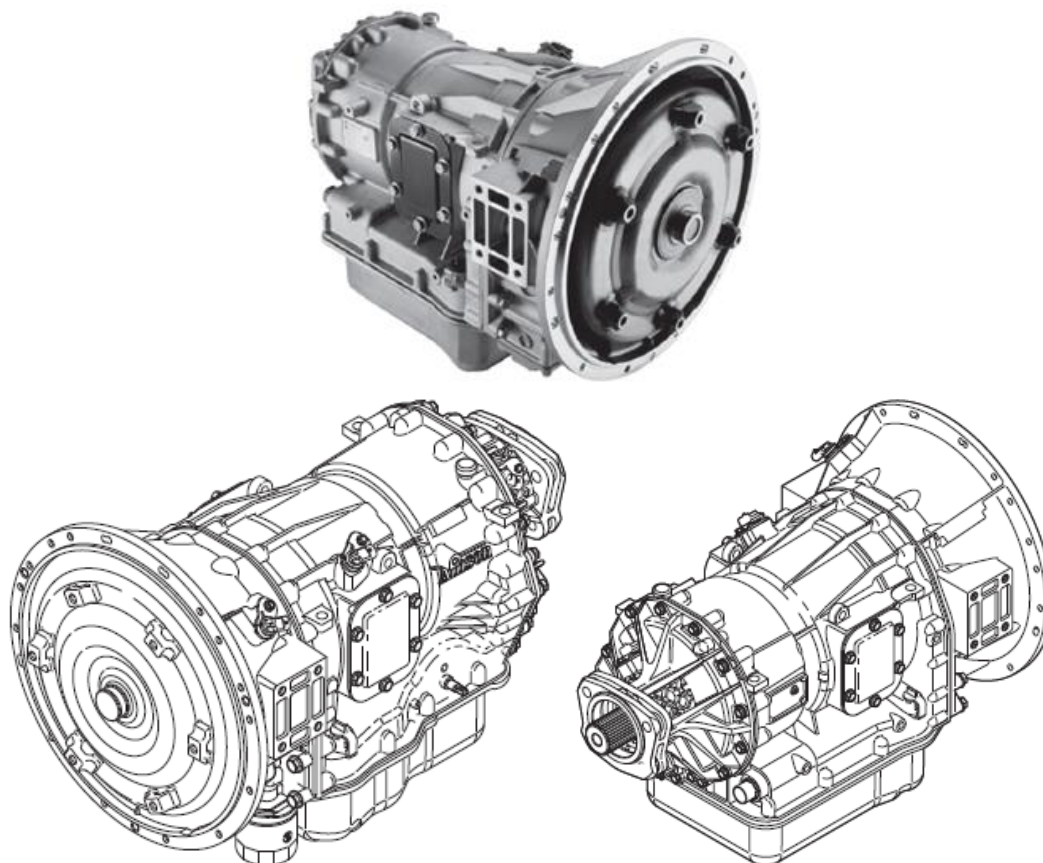
- механички мењачки преносници и
- аутоматски мењачки (не у свим степенима преноса) – континуални преносници.

За возило M3/CH изабране су две верзије мењачких преносника, произвођача Allison (слика 7.13) и Volvo (слика 7.15), оба су са аутоматизованом променом степена преноса. У табели 7.3 дате њихове техничке карактеристике.

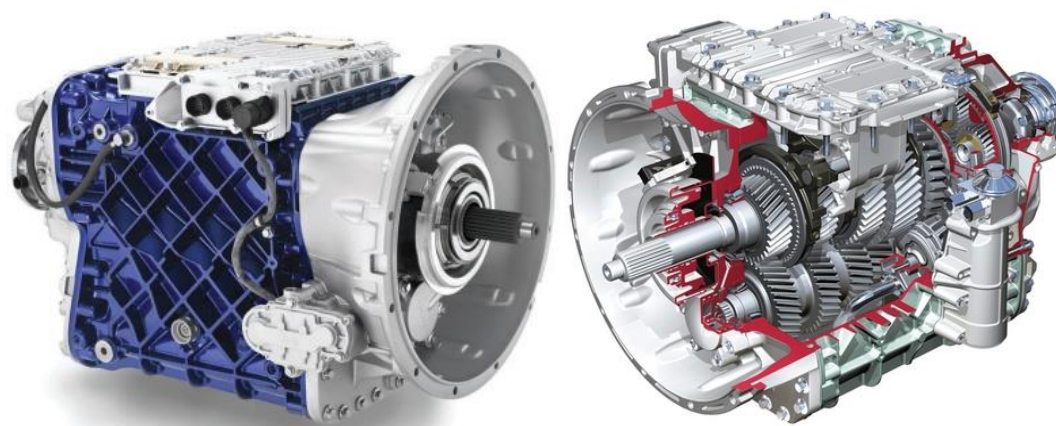
Табела 7.6. Мењачки преносници [42] [43]

Произвођач	Опција 1	Опција 2
	Allison	Volvo
Тип	Allison 3000 PTS,	I-Shift AT2412D
Број степени преноса	6 – степени аутоматизован	12 – степени аутоматизован
Мах. улазни обртни момент мењача	1470 Nm	2400 o/min
Изразни број обртаја мењача	4500 o/min	2500 Nm
Мах. обртни момент ретардера	2000 Nm	2000 Nm
Маса мењача	150 kg	271 kg
Мах. маса возила за које је мењач предвиђен	33000 kg	28000 kg

<i>Табела 7.7. Преносни однос мењача – Allison 3000 PTS и Volvo I-Shift AT2412D [45] [46]</i>								
Allison 2500 PTS	Степен преноса	i_I	i_{II}	i_{III}	i_{IV}	i_V	i_{VI}	i_R
	Преносни однос	3,49	1,86	1,41	1,00	0,75	0,65	5,03
ZF – ZF-EcoLife 6 AP 1700 B	Степен преноса	i_I	i_{II}	i_{III}	i_{IV}	i_V	i_{VI}	i_R
	Преносни однос	14,94	11,73	9,04	7,09	5,54	4,35	-
	Степен преноса	i_I	i_{II}	i_{III}	i_{IV}	i_V	i_{VI}	i_R
	Преносни однос	3,44	2,70	2,08	1,63	1,27	1,00	17,48



Слика 7.13. Мењачки преносник Allison 3000 PTS [42]



Слика 7.14. Мењачки преносник Volvo I-Shift AT2412D [43]

7.5. Избор спојнице

Задатак спојнице је да пренесе обртни момент од мотора на мењачки преносник и да у било ком моменту у случају потребе прекине пренос, без прекида рада мотора и да поново успостави пренос са што мање удара. Спојница омогућава краткотрајно одвајање мотора од погонских точкова у тренутку поласка, моменту када је потребно променити степен преноса, при кочењу или убрзавању, а има и сигурносну функцију јер спречава преоптерећење осталих елемената преносника снаге у тренутку наглих, интензивних кочења при неодвојеном мотору од трансмисије.

Код аутобуса спојница мора да задовољи:

- пренос обртног момента од мотора на трансмисију,
- континуалност и потпуност укључења и искључења,
- мали замор возача у току њеног коришћења,
- полазак из места, а по потреби и заустављање аутобуса,
- заштита трансмисије од механичких преоптерећења [1].

Фрикционе спојнице, поред свог основног задатка, треба да заштите мотор и мењач приликом преоптерећења, затим да спрече ударна оптерећења приликом покретања, заустављања и промене режима рада мотора и да постепеним раздвајањем или спајањем обезбеде приближно континуално преношење обртног момента. Код савремених концепција преноса снаге аутобуса све су заступљеније хидродинамичке спојнице – претварачи, где се одвајање обртног момента мотора остварује без прекида тока снаге. На слици 7.15, приказан је хидродинамичка спојница произвођача ZF пренос обртног момента код аутобуса.



Слика 7.15. Хидродинамичка спојница која се примењује код аутобуса [44]

- ❖ Реномирани произвођачи мењачких преносника у комплекту са мењачким испоручују и одређени тип спојнице за коју се купац определи. На тај начин је постигнута унификација и компактабилност са мењачим преносником. Тако је и у случају произвођача Allison и Volvo. Као трећа варијанта у обзир долази и хидродинамичка спојница произвођача ZF, која се примењује код мотора чији број обртаја не прелази 3000 o/min, а њен излазни обртни момент је 2200 Nm.

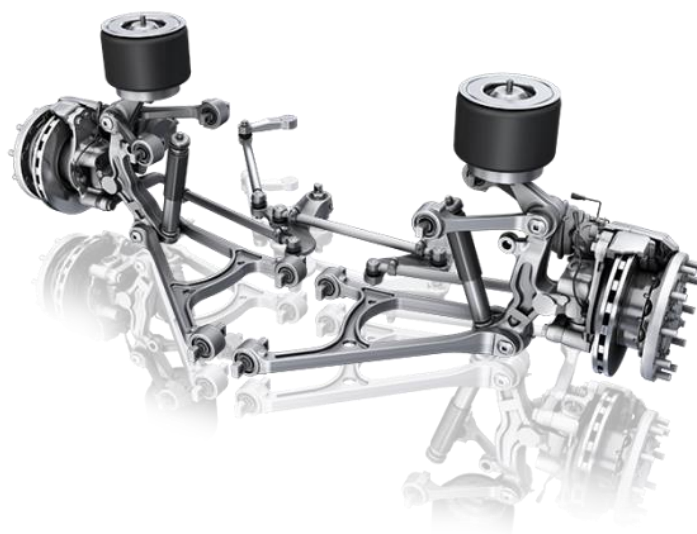
7.6. Избор система осовина, ослањања и кочења

Код савремених градских аутобуса се најчешће примењују диск кочнице, ређе добош кочнице. Сви реномирани светски произвођачи аутобуса већ уграђују диск кочнице на свим точковима, поготово због предности које имају диск кочнице у односу на добош кочнице. Избор погонске осовине зависи од тип аутобуса. Од намене аутобуса зависи избор задње (погонске) осовине. Код градских аутобуса висина погонске осовине зависи од висине пода аутобуса и смештаја мотора са мењачем. Код градских нископодних аутобуса се користи портална погонска осовина са диференцијалом поред точка којим се постиже висина пода 350 mm до 400 mm. У последње време, уградњом погона на точку (електромотор или магнетни мотор), постиже се висина од 320 mm на месту погонске осовине.

- ❖ Изабран је следећи систем осовина:

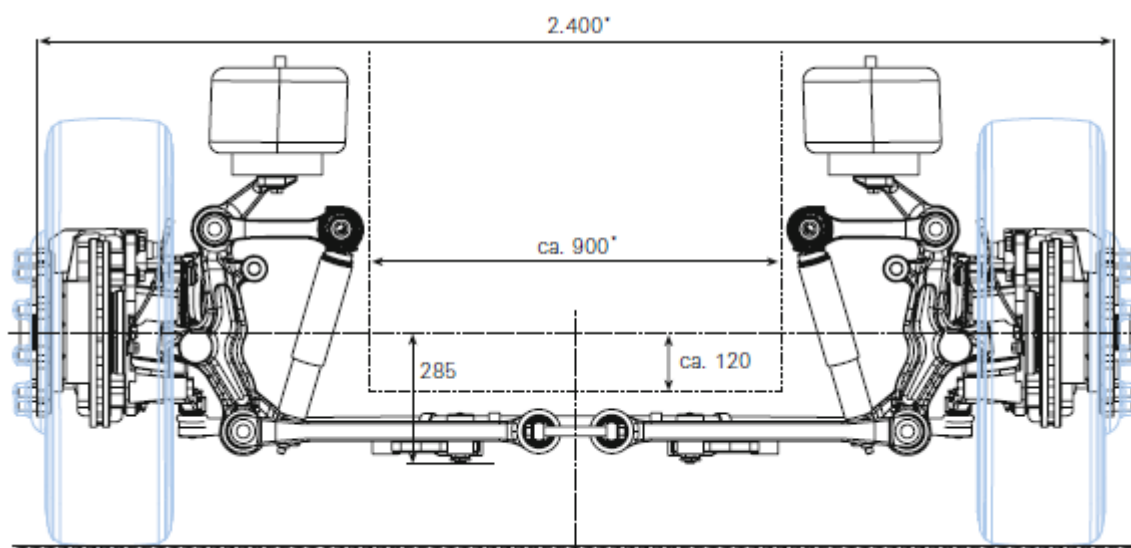
- 1) предња осовина, тип ZF RL82 EC са диск кочицом, ваздушно ослањање (слика 7.16 и 7.17),
- 2) средња осовина, типа ZF AVN 132, са диск кочицом (слика 7.18 и 7.19),
- 3) задња погонска осовина, тип ZF AV 133/90⁰, са диск кочицама (слика 7.20 и 7.21).
- 4) пратећа осовина, тип ZF RL 75 A (NLA) (слика 7.22 и 7.23).

Кочиони систем је опремљен ABS – ом и ASR – ом и електронском контролом пнеуматских кочица на аутобусу EBS – ом. Техничке карактеристике погонске, управљачке и средње (неутралне или централне) осовне биће приказане у табелама 7.8, 7.9. 7.10 и 7.11.

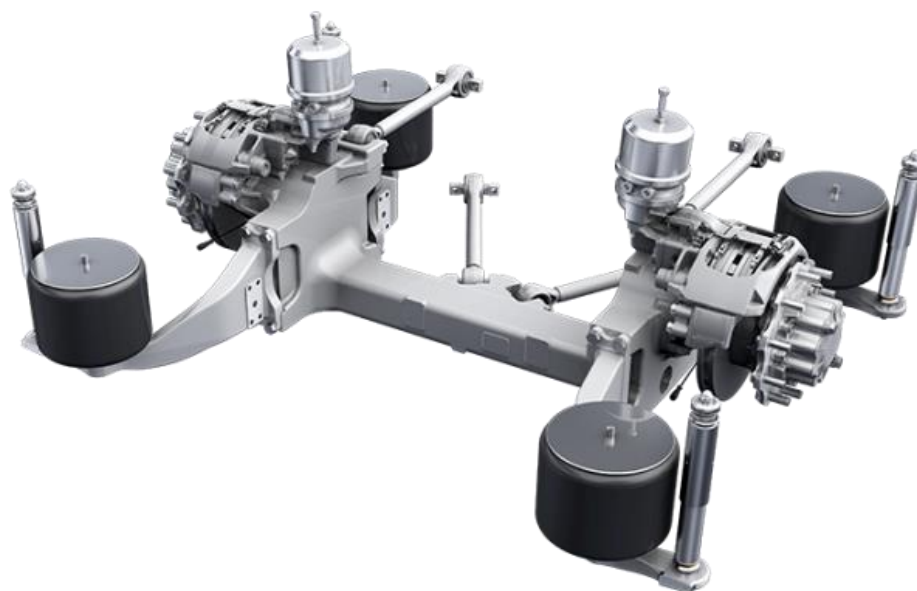


Слика 7.16. Предња осовина, тип ZF RL82 EC [44]

Табела 7.8. Техничке карактеристике предње управљачке осовине ZF RL 82 EC [44]	
Ширина:	2300÷2400 mm
Дозвољено осовинско оптерећење:	7500 kg
Кретање осовине по вертикалној оси:	+ 90/ - 100 mm
Мах. угао закоретања:	56°/46°
Точак – пнеуматик:	275/70R22.5
Наплаатак:	22.5" x 7.5"
Диск кочница:	Диск
Маса система ослањања:	482 kg



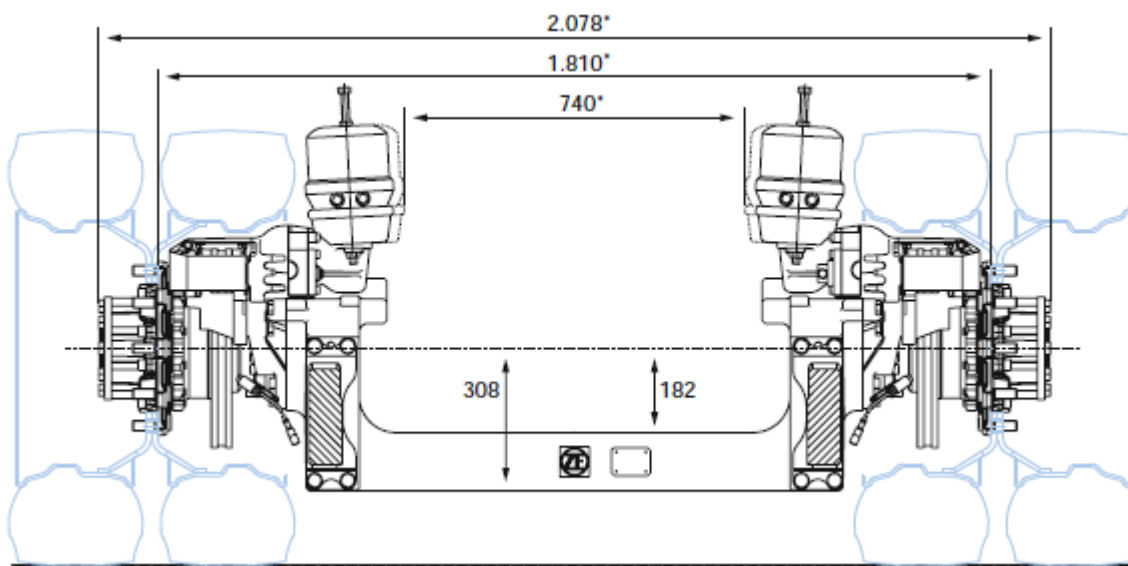
Слика 7.17. Предња осовина, тип ZF RL82 EC са основним димензијама [45]



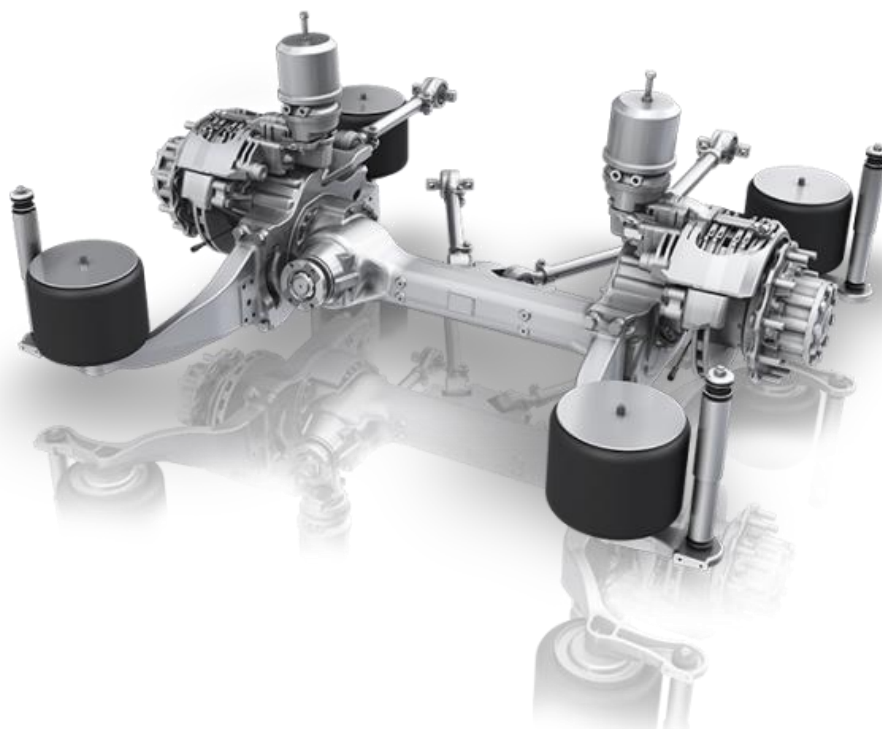
Слика 7.18. Систем ослањања (средња портална осовина) ZF AVN 132 [44]

Табела 7.9. Техничке карактеристике средње неутралне осовине ZF AVN 132 [44]	
Ширина:	2300 ÷ 2600 mm
Дозвољено осовинско оптерећење:	11500 kg
Кретање осовине по вертикалној оси:	± 85 mm
Мах. угао закоретања:	55°/44°

Точак – пнеуматик:	275/70R22.5
Наплаатак:	22.5" x 8.25"
Диск кочница:	Диск
Маса осовине (испуњена уљем):	799 kg
Маса система ослањања:	589 kg



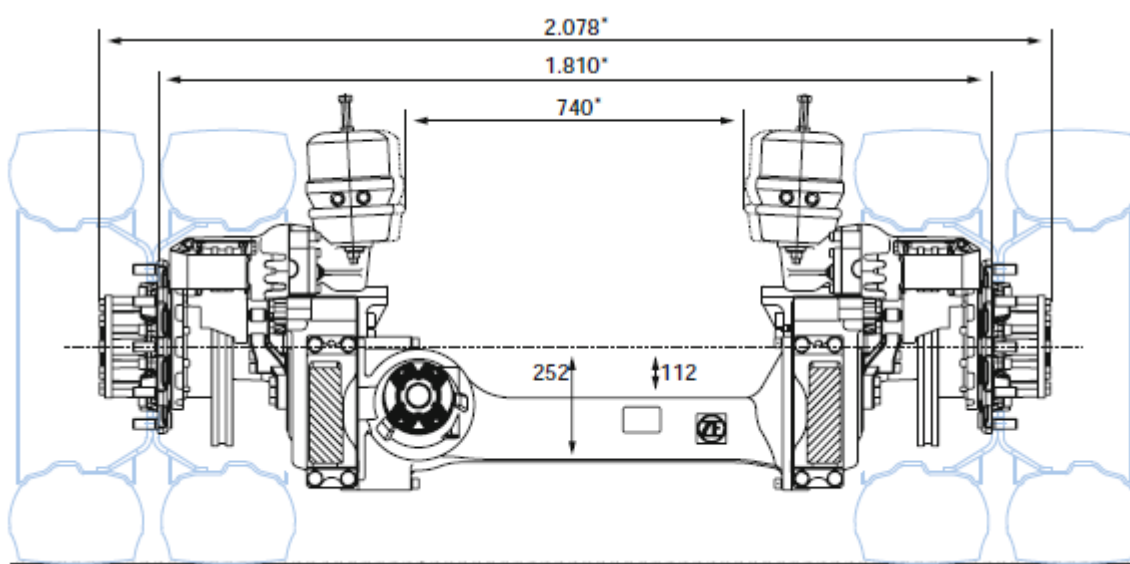
Слика 7.19. Систем ослањања (средња портална осовина) ZF AVN 132 са основним димензијама [45]



Слика 7.20. Систем ослањања (погонска – задња портална осовина) ZF AV 133/90° [44]

Табела 7.10. Техничке карактеристике задње погонске осовине ZF AV 133/90° [44]	
Ширина:	23000 ÷ 2600 mm
Дозвољено осовинско оптерећење:	11500 ÷ 1300 kg
Мах. излазни обртни момент:	50000 Nm
Мах. снага мотора:	300 kW

Бочни угао:	6°
Преносни однос у диференцијалу:	5.13 / 5.74 / 6.20
Кретање осовине по вертикалној оси:	± 85 mm
Мах. угао закретања:	55°/44°
Точак – пнеуматик:	275/70R22.5
Наплаатак:	22.5" x 8.25"
Диск кочница:	Диск
Маса осовине (испуњена уљем):	767 kg
Маса системе ослањања:	973kg

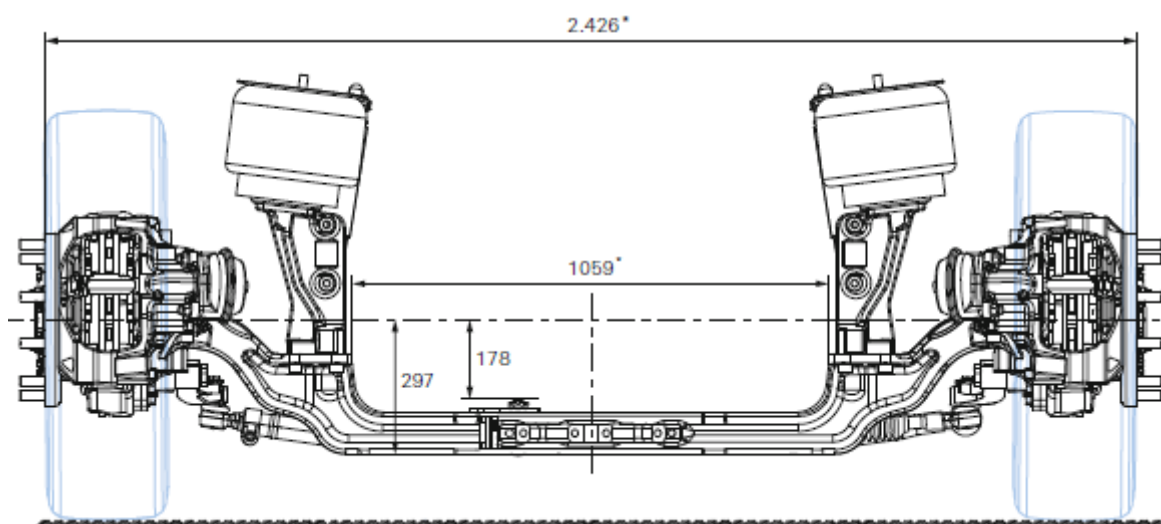


Слика 7.21. Систем ослањања (погонска – задња портална осовина) ZF AV 133/90° са основним димензијама [45]



Слика 7.22. Систем ослањања (пратећа осовина) ZF RL 75 A (NLA) [44]

Табела 7.11. Техничке карактеристике пратећа осовине ZF RL 75 A (NLA) [44]	
Ширина:	2500÷2600 mm
Дозвољено осовинско оптерећење:	7500 kg
Кретање осовине по вертикалној оси:	± 90/100 mm
Точак – пнеуматик:	275/70 R22.5
Наплаатак:	22.5" x 8.25"
Диск кочица:	Диск
Маса система ослањања:	527 kg



Слика 7.23. Систем ослањања (пратећа осовина) ZF RL 75 A (NLA) са основним димензијама [45]

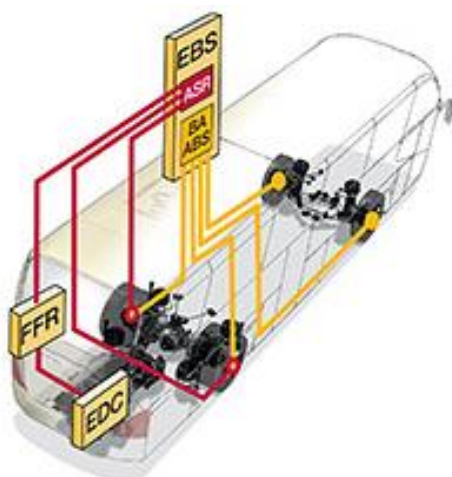
Предња осовина је са независним ослањањем. Погонска осовина има хипоидне зупчанике, па је једноставнија за уградњу, због своје конструкције и извођења, једноструке редукције. Ослањање је независно на амортизерима и ваздушним јастуцима.

За пројектовано возило М3/СН изабран је кочиони систем тзв. „троструке сигурности“: кочиони систем EBS обухвата компоненте система против блокирања точкова ABS и систем регулације проклизавања погона ASR (слика 7.24):

- Систем против блокирања (ABS) преко сензора ABS добија информацију о броју обртаја сваког точка током кочења и регулише појединачно кочиони притисак на сваком точку. Возилом се код пуног кочења по глатком асвалту може управљати и одржавати стабилан смер.
- Систем регулације проклизавања погона (ASR) спречава могућност проклизавања погонских точкова приликом кретања или убрзавања.

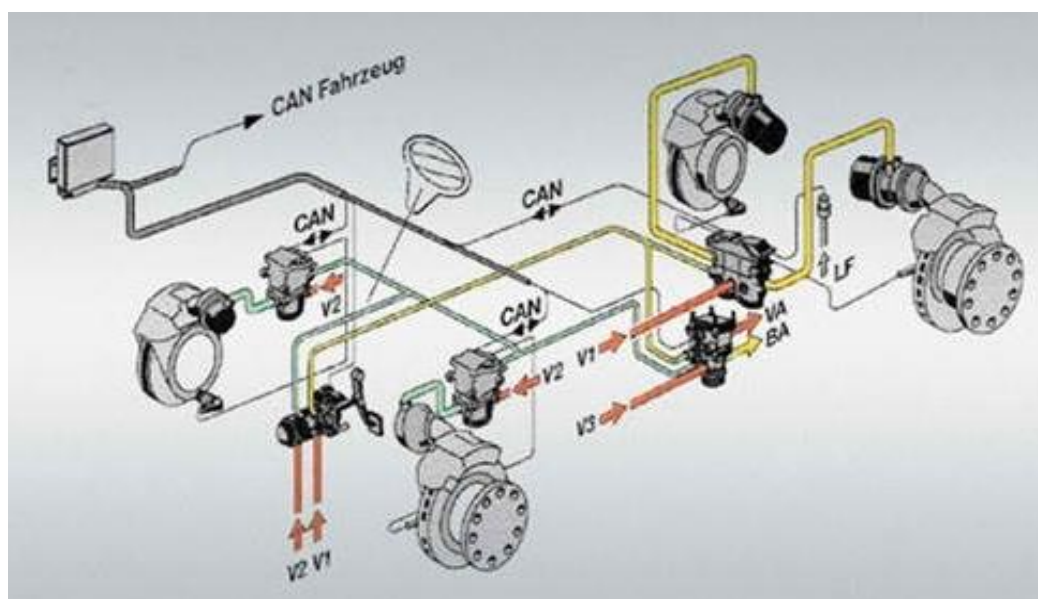
EBS управљачки уређај препознаје помоћу сензора броја обртаја точкова проклизавање погонских точкова. Код система регулације проклизавања погона ASR може међусобно комбиновати ASR регулацију мотора и ABS регулацију кочења. За ASR регулацију мотора, EBS управљачки уређај даје сигнал управљачком уређају 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 тачка смањује се проклизавање погона кочењем проклизавајућег тачка, а диференцијал предаје преостали погонски моменат другом тачку пријањањем на тло [46].



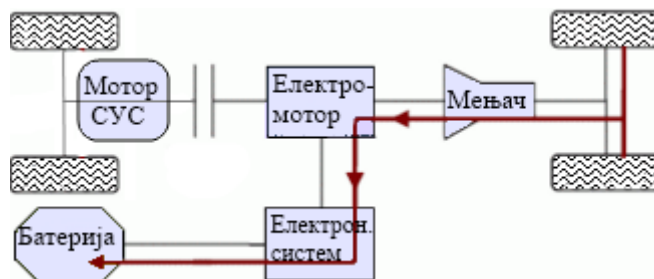
Слика 7.24. EBS систем кочења код аутобуса [46]

Уз асистенцију електронског кочионог система EBS сила кочења је у сваком тренутку рада возила максимално оптимализована. Систем EBS контролише целокупан систем рада пнеуматских кочилица на аутобусу заједно са системима ABS и ASR. Захваљујући адекватној расподели силе кочења, поред повећања безбедности, битна карактеристика система је смањење хабања кочионих елемената, самим тим и трошкови одржавања су мањи (слика 7.25).



Слика 7.25. Шема кочионог система EBS [46]

Приликом кочења ослобађа се велика енергија у облику топлоте, која се код конвенционалних губи. Док код возила опремљеним системима регенеративног кочења на точковима се налазе посебни ротори који су у електроинсталацијама спојени на акумулаторе енергије попут електромотора/генератора или батерија. У првом случају електромотор током кочења ради као генератор те пуни батерије (слика 7.26). Директно пуњење батерија кочењем је резервисано за чисто електрична возила који су опремљени свом пратећом инсталацијом.



Слика 7.26. Шематски приказ регенеративног кочења код паралелног хибридног погона [37]

Енергија добијена регенеративним кочењем може се формулисати следећим изразом [37]:

$$E_{reg} = - \sum M_{em} \cdot n_s \cdot t_k \quad (7.6)$$

где су:

M_{em} – обртни момент електромотора, n_s – број обртаја уланог вратила спонице, t_k – време кочења.

7.7. Избор система управљања

Основни захтеви који се поставља систему за управљање на аутобусу је да омогући поуздано задржавање и измену жељеног правца кретања аутобуса, односно да обезбеди поуздано кретање аутобуса у жељеном правцу.

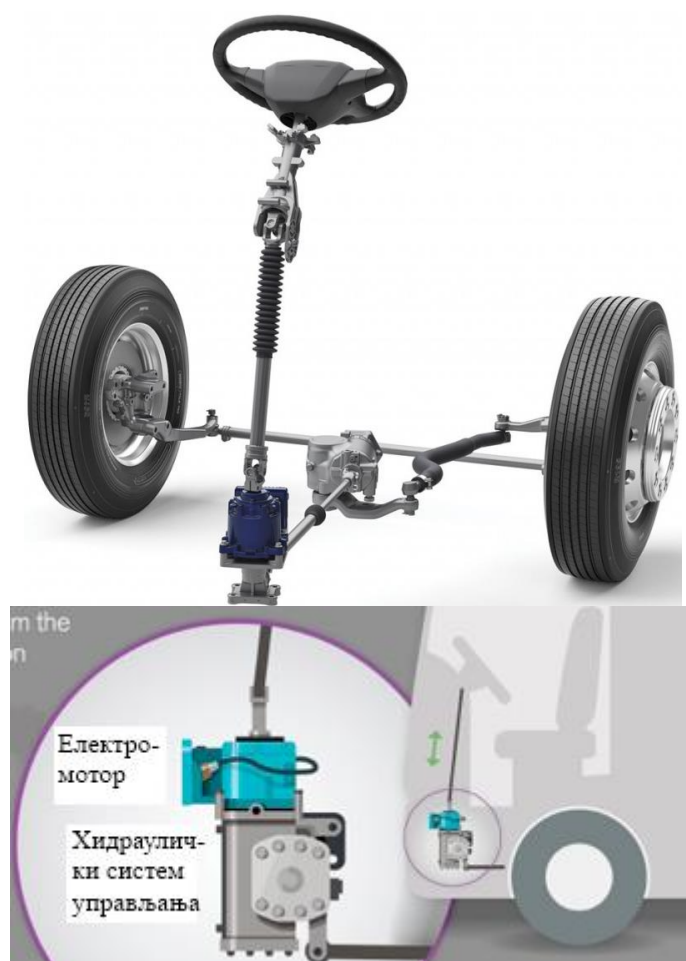
Систем за ослањање на аутобусу се састоји од два основна механизма:

- механизма управљања ,
- преносног механизма [1].

Елементи механизма за управљање на аутобусу су:

- точак управљача,
- стуб управљача,
- управљачки механизам са серво појачањем,
- полуга управљачког механизма,
- хидраулична инсталација управљачког механизма [1].

Изабран је хидраулични сервоуправљач произвођача Volvo, модел Volvo Dynamic, са подесивим стубом управљача по висини и нагибу (слика 7.27), чије су техничке карактеристике дате у табели 7.12.



Слика 7.27. Управљачки систем Volvo Dynamic [47, 48]

Табела 7.12. Техничке карактеристике управљача Volvo Dynamic [47]	
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

7.8. Избор точкова

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 конфор. 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.

Израђемо наплатке 8.25" x 22.5" и пнеуматике 275/70R 22.5 на свим осовинама, пнеуматике без унутрашње гуме (слика 7.28 и 7.29). При набавци точкова – пнеуматика у оптицај долазе ренимирани произвођачи „Michelin“ и „Dunlop“. У табели 7.13, дате су техничке карактеристике изабраних пнеуматика.



Слика 7.28. Пнеуматик произвођача Michelin 275/70R 22.5 [49]



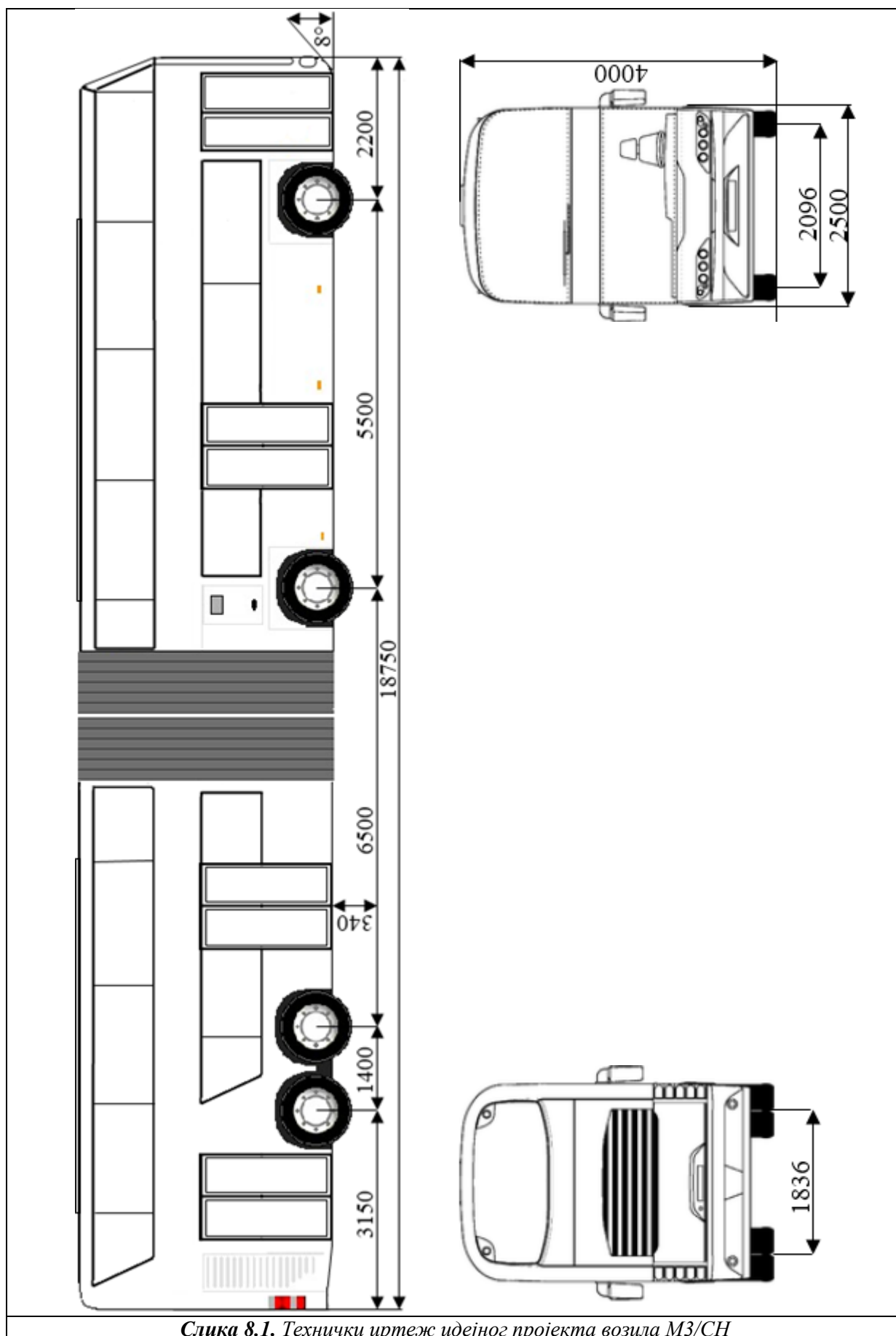
Слика 7.29. Пнеуматик произвођача Dunlop 275/70R 22.5 [50]

Табела 7.13. Техничке карактеристике изабраног пнеуматика 275/70R 22.5 145/148 L	
Ознака	Значење
275	Ширина пнеуматика (газеће површине – протектора) у mm.
70	Профил пнеуматика – однос између висине бочног зида и ширине газеће површине изражен у процентима. Висина изабраног пнеуматика је 70 % ширине пнеуматика.
R	Радијална конструкција пнеуматика.
22.5	Пречник наплатка у in
145/148	Индекс носивости за једноструку и двоструку монтажу, који дефинише максимално оптерећење, које се може прочитати из табела носивости. У овом случају број 145/148 значи да ова гума може издржати максималних 2900/3150 kg оптерећења.
V	Индекс брзине, словна ознака која означава максималну брзину коју пнеуматик може издржати, при дозвољеном оптерећењу, у овом случају 240 km/h.

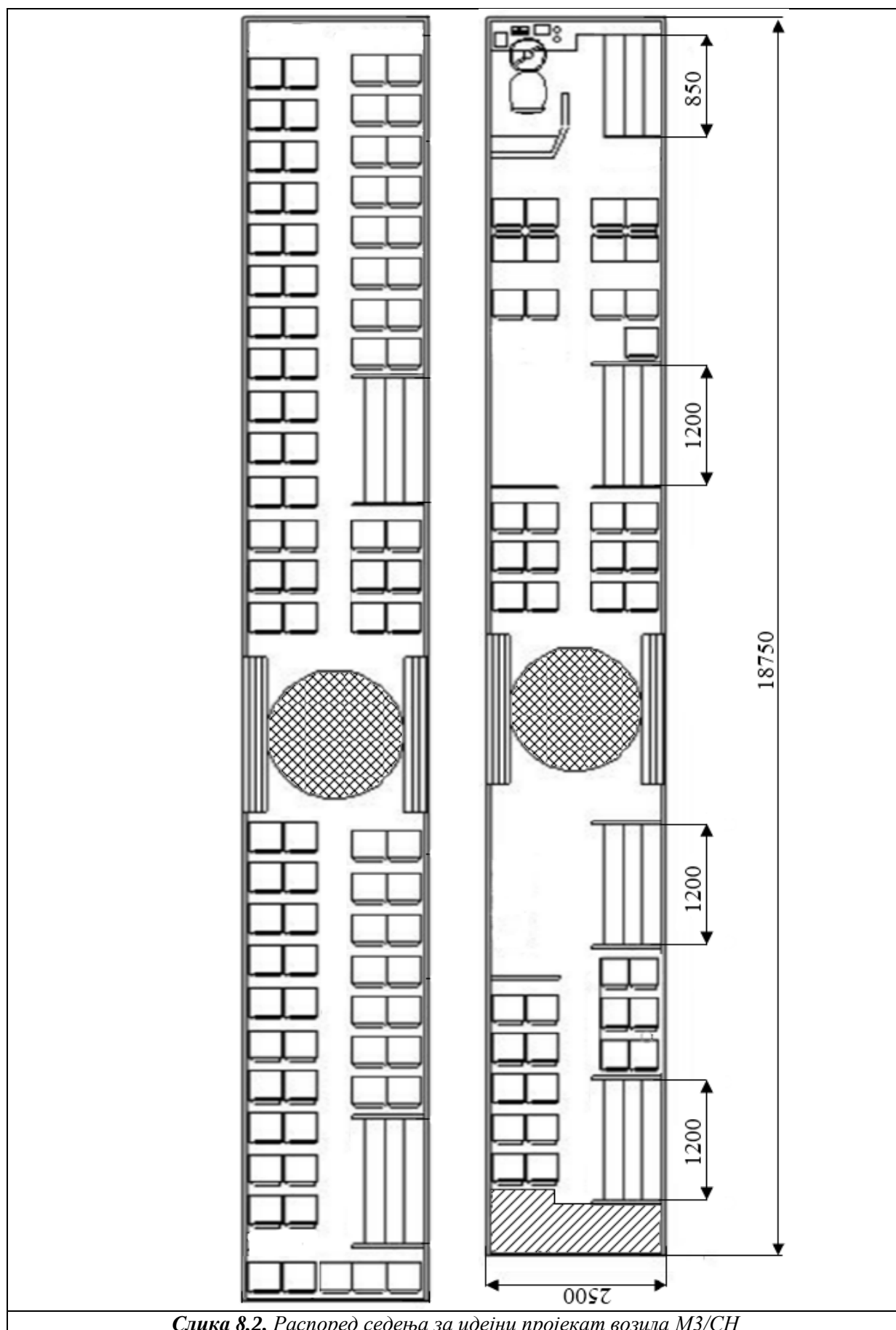
8. Димензије пројектованог моторног возила МЗ/СН

У табели 8.1, дате су усвојене, основне, димензије за возило МЗ/СН. На слици 8.1, приказан је технички цртеж идејног пројекта возила МЗ/СН са означеним основним димензијама, урађен на основу сличних модела овог типа возила, док је на слици 8.2, приказан распоред седења за пројектовано возило које треба да задовоље основне потребе путника у јавном градском превозу и обезбеди несметано кретање.

Табела 8.1. Усвојене димензије за пројектовано возило МЗ/СН	
Дужина	18750 mm
Ширина	2500 mm
Висина	1670 mm
Међуосовинско растојање 1-2	5500 mm
Међуосовинско растојање 2-3	6500 mm
Међуосовинско растојање 3-4	1400 mm
Предњи препуст	2200 mm
Задњи препуст	3150 mm
Клиренс	340 mm
Траг предњих точкова	2096 mm
Траг задњих точкова	1836 mm
Ширина унутрашњег простора – I спрат	~ 2400 mm
Ширина унутрашњег простора – II спрат	~ 2400 mm
Прилазни угао	8°
Ширина врата I	850 mm
Ширина врата II	1200 mm
Ширина врата III	1200 mm
Ширина врата IV	1200 mm



Слика 8.1. Технички цртеж идејног пројекта возила М3/СН



Слика 8.2. Распоред седења за идејни пројекат возила М3/СН

9. Рачунска провера перформанси и стабилности возила

Рачунска провера перформанси и стабилности возила ради се на основу изабраних компоненти (погонски агрегати и мењачки преносник) и димензија са техничког цртежа возила. За прорачун ће бити рађен на основу карактеристика погонских агрегата и мењачког преносника.

Табела 9.1. Подаци за прорачун вучно – брзинских карактеристика

Карактеристике возила	Подаци
Геометријске мере	$L = 12,70 \text{ m}$ $2s = 1,836 \text{ m}$ Чеона површина возила, $A = 5,1 [51]$
Маса празног и оптерећеног возила	$m_V = 20000 \text{ kg}$; $m_{opt} = 29000 \text{ kg}$
Карактеристике мотора: - максимална снага, - максимални обртни момент Електромотор: - максимална снага, - максимални обртни момент	$P_{e \max} = 213 \text{ kW}$ ($n_p = 2200 \text{ min}^{-1}$) $M_{e \max} = 110 \text{ Nm}$ ($n_m = 1200 \div 1750 \text{ o/min}$) $P_{e \max} = 110 \text{ kW}$ ($n_p = 4500 \text{ min}^{-1}$) $M_{e \max} = 1100 \text{ Nm}$
Положај мотора и погон	мотор позади попречно – 8x2
Преносни односи	Аутоматски (континуирани) 6 – степени: $i_I = 3,49$, $i_{II} = 1,89$, $i_{III} = 1,41$, $i_{IV} = 1,00$, $i_V = 0,75$, $i_{VI} = 0,65$, $i_{HN} = 5,03$, $i_0 = 6,20$
Пнеуматици	275/70 R 22.5
Коефицијент отпора ваздуха	$c_x = 0,45 [51]$

Пошто возило за погон користи два погонска агрегата неопходно је израчунати полазне податке на основу изабраног мотора СУС и електромотора како би се испитале вучно-брзинске карактеристике пројектованог возила.

За паралелни систем погона уа снаги важе следеће релације [37]:

$$P = P_e + P_{em} \rightarrow P_{\max} = P_{e\max} + P_{em\max} [\text{kW}] \quad (9.1)$$

где су:

$P_{\max}$ – максимална снага погонских агрегата,

P_e – снага мотора СУС, односно $P_{e\max}$ – максимална снага мотора СУС,

P_{em} – снага електромотора, односно $P_{em\max}$ – максимална снага електромотора.

$$P_{\max} = P_{e\max} + P_{em\max} = 213 + 110 = 323 \text{ kW}$$

За број обртаја мотора важи следећа релација [37]:

$$i_m \cdot i_o \cdot \omega_t = \omega_{em} = \omega_e \text{ [o/min]} \quad (9.2)$$

где су:

i_m – преносни однос у мењачу у зависности о степена преноса,

i_o – преносни однос главног преносника,

ω_t – угаона брзина точка,

ω_{em} – угаона брзина електромотора,

ω_e – угаона брзина мотора СУС.

Угаона брзина погонских точкова може се изразити на следећи начин:

$$\omega_t = \frac{P}{M_t} \text{ [rad/s]} \quad (9.3)$$

где су:

M_t – обртни момент на точку.

$$M_t = i_m \cdot i_o \cdot \eta_T \cdot (M_e + M_{em}) \text{ [Nm]} \quad (9.4)$$

где су:

M_e – обртни момент мотора СУС,

M_{em} – обртни момент електромотора.

Вучна сила за истовремено коришћење мотора СУС и електромотора (обртни момент зависи од режима рада и броја обртаја мотора) [51]:

$$F_T = \frac{i_m \cdot i_o \cdot \eta_T \cdot (M_e + M_{em})}{r_d} \text{ [N]} \quad (9.5)$$

За паралелна хибрида возила са мењачким преносником са дуплом спојницом у зависности од режима рада важе следеће релације [37]:

Режим рада са електромотором:

$$\omega_t = \frac{\omega_{em}}{\omega_m \cdot \omega_o}; M_t = i_m \cdot i_o \cdot M_{em} \text{ [o/min]} \quad (9.6)$$

Комбиновани режим рада:

$$\omega_t = \frac{\omega_{em}}{i_m \cdot i_o} = \frac{\omega_e}{i_m \cdot i_o}; M_t = i_m \cdot i_o \cdot (M_e + M_{em}) \text{ [o/min]} \quad (9.7)$$

Режим рада са мотором СУС:

$$\omega_t = \frac{\omega_e}{i_m \cdot i_o}; M_t = i_m \cdot i_o \cdot M_e \text{ [o/min]} \quad (9.9)$$

Регенеративни режим рада:

$$\omega_{ul} = \frac{\omega_{em}}{i_m \cdot i_o}; M_t = -i_m \cdot i_o \cdot M_{em} \text{ [o/min]} \quad (9.10)$$

ω_{ul} – угаона брзина улазног вратила електромотора

Режим рада пуњења батерије (возило у покрету):

$$\omega_t = \frac{\omega_{em}}{i_m \cdot i_o} = \frac{\omega_e}{i_m \cdot i_o}; M_t = i_m \cdot i_o \cdot M_e - M_{em} \quad (9.11)$$

Режим рада пуњења батерије (возило у покрету):

$$\omega_t = 0; M_e = M_{em}; \omega_e = \omega_{em} \text{ [o/min]} \quad (9.12)$$

Дат је избор основних величина, одакле следи одређивање коефицијената отпора котрљању, коефицијента пријањања, механичког степена корисности трансмисије, расподеле тежине, координата тежишта возила и избор пнеуматика.

Коефицијент отпора котрљања:

У табели 9.2 су приказане вредности коефицијента отпора при котрљању који има различите вредности за различите брзине изражене у km/h.

Табела 9.2. Вредности коефицијента отпора котрљања [52]		
Назив величине	Прорачун основних параметара возила	Напомена:
Коефицијент отпора при котрљању	$f = f_0(1 + a \cdot v^2)$ $f = f(v)$	При овом прорачуну, коефицијент отпора при котрљању одређује се применом емпиријске формуле.

Коефицијент отпора при котрљању f_0 се усваја:

Овај фактор узима се за асфалт у одличном стању, а износи:

$$f_0 = 0,01 \text{ [-]}$$

Брзина кретања возила v :

За брзину кретања возила узимају се вредности интервала $v = (0 \div 120) \text{ [km/h]}$

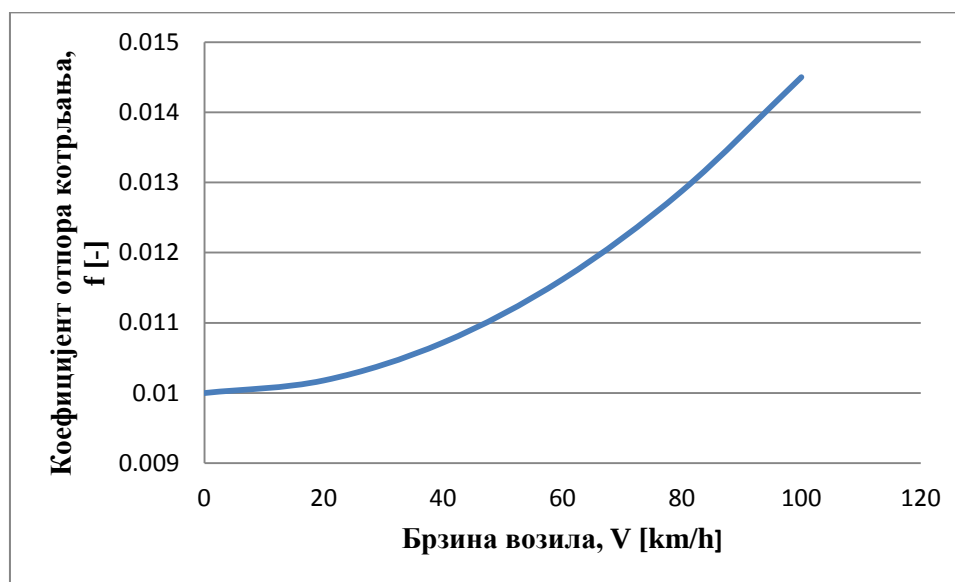
Константа a' :

Из интервала $a' = (4 \div 5) \cdot 10^{-5}$, се усваја ова константа, а узета је следећа вредност:

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

У табели 9.3 је дата зависност коефицијента отпора котрљања од брзине, према горњем изразу, а на слици 9.1 дата је дијаграм зависности коефицијента отпора котрљања од брзине, према вредностима у поменутој табели.

Табела 9.3. Табеларни приказ зависности коеф. отпора котрљања од брзине возила						
v (km/h)	0	20	40	60	80	100
f, l	0,01	0,01018	0,01072	0,01162	0,01288	0,0145



Слика 9.1. Дијаграм зависност коефицијента отпора котрљања од брзине возила

Коефицијент пријањања:

Коефицијент пријањања се бира у зависности од стања површине пута, тако да се за сув асфалт узима вредност из следећег интервала $\varphi = 0,7 \div 0,8$, а усвојена је следећа вредност:

$$\varphi = 0,75 [-]$$

Механички степен корисности трансмисије:

Механички степен корисности трансмисије зависи од механичких степени корисности мењача, карданског преносника и главног преносника (табела 9.4).

Механички степен корисности мењача $\eta_m(0,96 - 0,98)$:

Усвојена смо вредност: $\eta_m = 0.97$

Механички степен корисности карданског преносника $\eta_k(0,98 - 0,99)$:

Усвојено: $\eta_k = 0,98$

Механички степен корисности главног преносника $\eta_{gp}(0,92 - 0,95)$:

Усвојили смо вредност: $\eta_{gp} = 0,93$

Табела 9.4. Механички степен корисности трансмисије [52]		
Механички степен корисности трансмисије	$\eta_T = \eta_m \cdot \eta_{gp} \cdot \eta_k$ $\eta_T = 0,97 \cdot 0,93 \cdot 0,98$	$\eta_T = 0.88406 [-]$ $\eta_T = 88,406 [\%]$

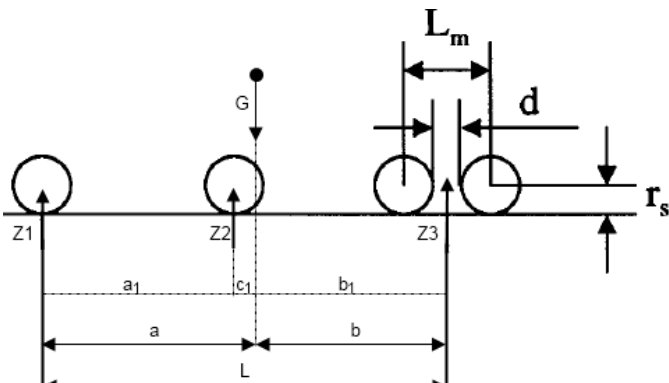
Фактор отпора ваздуха:

Коефицијент отпора ваздуха дат је у спецификацији возила, а вредност фактора отпора ваздуха израчуната је следећим прорачуном и дата у табели 9.5.

Табела 9.5. Фактор отпора ваздуха [52]		
Фактор отпора ваздуха	$K = c_x \cdot \frac{\rho}{2}$	$K = 0,28125 \left[\frac{Ns^2}{m^4} \right]$

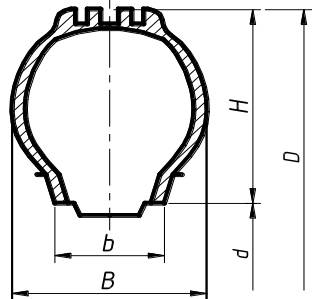
Густина ваздуха ρ за нормалне атмосферске услове ваздух има следећу густину:

$$\rho \approx 1,25 \left[\frac{kg}{m^3} \right]$$

Табела 9.6. Расподела тежишта, координате тежишта [1][52]		
Висина тежишта за оптерећено возило	 $h_T = (0,8 \div 1,0)$	$h_T = 0,9 [m]$
Растојања центара тачкова од тежишта	$\frac{a}{l} = 0.501 \rightarrow a = 0.501 \cdot l = 6,3277$ $b = l - a = 12,7 - 6,3277 = 6,3723$ $c_1 = a - 5,5 = 3,3277 = 0,8277$	$l = 12,7 [m]$ $a = 6,3277 [m]$ $b = 6,3723 [m]$
Укупна тежина оптерећеног возила	$G = m_{op} \cdot g$	$G = 284490 [N]$
Оптерећење предње, централне и задње осовине	$G_1 = b/l \cdot G$ $G_2 = a/l \cdot G$ $G_3 = c_1/l \cdot G$	$G_1 = 142744,54 [N]$ $G_2 = 141745,46 [N]$ $G_3 = 18540,21 [N]$
Оптерећење предњих, централних и задњих тачкова	$G_{1'} = G_1/2$ $G_{2'} = G_2/2$ $G_{3'} = G_3/2$	$G_{1'} = 71372,27 [N]$ $G_{2'} = 70872,73 [N]$ $G_{3'} = 9270,105 [N]$

Избор пнеуматика:

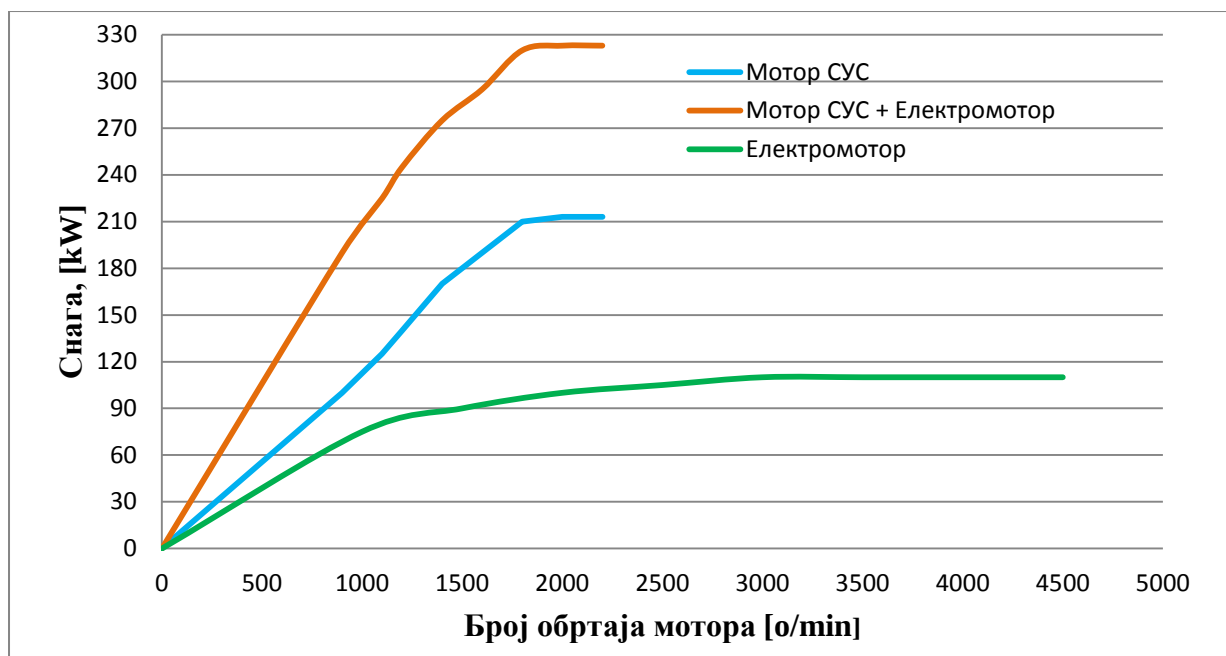
Приликом израде прорачуна усвојен је радијални пнеуматик типа 275/70 R 22.5. У табели 9.7, дате су основне геометријске мере и односи, као и динамички полупречник точка.

Табела 9.7. Геометријске мере пнеуматика [52]		
Основна ширина пнеуматика	$B = 275 \text{ mm}$	
Називни однос H/B	$H = 0.7 \cdot 275 = 192,5 \text{ mm}$	
Називни пречник наплата	$d = 22,5 \cdot 25,4 \text{ mm (1" = 25,4)}$	$d = 571,5 \text{ [mm]}$
Спољашњи пречник пнеуматика	$D = d + 2H$	$D = 956,5 \text{ [mm]}$ $D = 0.9565 \text{ [m]}$
Динамички полупречник пнеуматика	$r_d = (0.93 - 0.97) \cdot D/2$ $r_d = 0,95 D/2$	$r_d = 454.3375 \text{ [mm]}$ $r_d = 0.4543 \text{ [m]}$

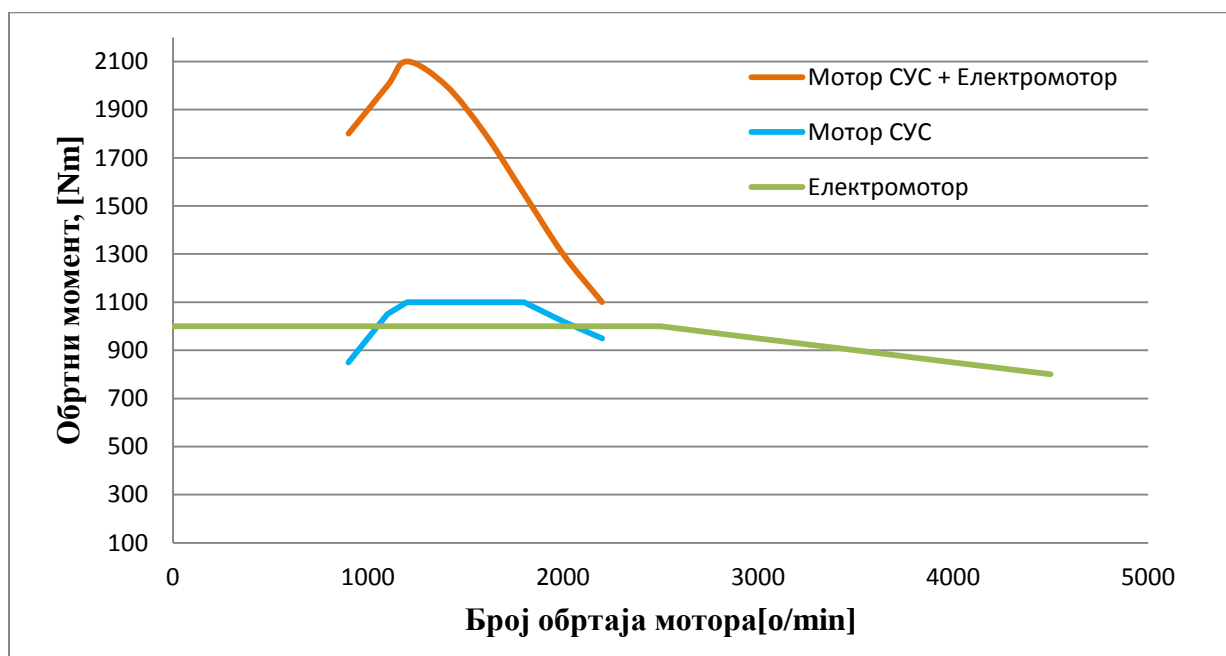
Спољашња брзинска карактеристика мотора:

За апроксимацију стварне карактеристике мотора (стварне зависности снаге и момента мотора од броја обртаја) биће коришћени подаци произвођача погонских агрегата (мотор СУС + електромотор) (табела 9.8).

Табела 9.8.. Табеларни приказ снага и момената мотора у функцији од бројева обртаја								
Мотор СУС								
$n_e, ^\circ/\text{min}$	900	1100	1200	1400	1600	1800	2000	2200
P_e, kW	100	125	140	170	190	210	213	213
M_e, Nm	850	1050	1100	1100	1000	1100	1020	950
Електромотор								
$n_e, ^\circ/\text{min}$	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500
P_e, kW	75	85	95	105	110	110	110	110
M_e, Nm	1000	1000	1000	1000	950	900	850	800
Мотор СУС + Електромотор								
$n, ^\circ/\text{min}$	900	1100	1200	1400	1600	1800	2000	2200
P, kW	190	225	245	275	295	320	323	323
M, Nm	1800	2000	2100	2000	1800	1550	1300	1100



Слика 9.2. Дијаграм зависности снаге мотора од броја обртаја мотора



Слика 9.3. Дијаграм зависности обртног момента мотора од броја обртаја мотора

Одређивање максималне брзине возила:

Одређивање максималне брзине возила и степена преноса у коме се она постиже, врши се на основу биланса снаге:

$$P_o = \sum P = P_f + P_\alpha + P_j + P_v$$

За различите степене преноса при максималном броју мотора биће израчуната брзина возила и вучна сила возила. За паралелни хибридни погон возила важи $n_{em} = n_e$ за комбиновани режим рада.

$$v = \frac{0,377 \cdot r_d \cdot n}{i_m \cdot i_o}, [\text{km/h}] \quad (9.13)$$

$$\begin{aligned} v_I &= \frac{0,377 \cdot r_d \cdot n}{i_m \cdot i_o} = \frac{0,377 \cdot 0,4534 \cdot 2200}{3,49 \cdot 6,2} = 17,41 [\text{km/h}] \\ v_{II} &= \frac{0,377 \cdot r_d \cdot n}{i_m \cdot i_o} = \frac{0,377 \cdot 0,4534 \cdot 2200}{1,86 \cdot 6,2} = 32,67 [\text{km/h}] \\ v_{III} &= \frac{0,377 \cdot r_d \cdot n}{i_m \cdot i_o} = \frac{0,377 \cdot 0,4534 \cdot 2200}{1,41 \cdot 6,2} = 43,10 [\text{km/h}] \\ v_{IV} &= \frac{0,377 \cdot r_d \cdot n}{i_m \cdot i_o} = \frac{0,377 \cdot 0,4534 \cdot 2200}{1 \cdot 6,2} = 60,77 [\text{km/h}] \\ v_V &= \frac{0,377 \cdot r_d \cdot n}{i_m \cdot i_o} = \frac{0,377 \cdot 0,4534 \cdot 2200}{0,75 \cdot 6,2} = 81,03 [\text{km/h}] \\ v_{VI} &= \frac{0,377 \cdot r_d \cdot n}{i_m \cdot i_o} = \frac{0,377 \cdot 0,4534 \cdot 2200}{0,65 \cdot 6,2} = 93,5 \left[\frac{\text{km}}{\text{h}} \right] = v_{\max} \end{aligned}$$

$$F_T = \frac{i_m \cdot i_o \cdot \eta_T \cdot (M_e + M_{em})}{r_d}, [\text{N}] \quad (9.14)$$

$$\begin{aligned} F_{TI} &= \frac{i_m \cdot i_o \cdot \eta_T \cdot (M_e + M_{em})}{r_d} = \frac{3,49 \cdot 6,2 \cdot 0,88406 \cdot (1100 + 1000)}{0,4543} = 88425,07 [\text{N}] \\ F_{TII} &= \frac{i_m \cdot i_o \cdot \eta_T \cdot (M_e + M_{em})}{r_d} = \frac{1,86 \cdot 6,2 \cdot 0,88406 \cdot (1100 + 1000)}{0,4543} = 47126,25 [\text{N}] \\ F_{TIII} &= \frac{i_m \cdot i_o \cdot \eta_T \cdot (M_e + M_{em})}{r_d} = \frac{1,41 \cdot 6,2 \cdot 0,88406 \cdot (1100 + 1000)}{0,4543} = 35724,74 [\text{N}] \\ F_{TIV} &= \frac{i_m \cdot i_o \cdot \eta_T \cdot (M_e + M_{em})}{r_d} = \frac{1 \cdot 6,2 \cdot 0,88406 \cdot (1100 + 1000)}{0,4543} = 25336,69 [\text{N}] \\ F_{TV} &= \frac{i_m \cdot i_o \cdot \eta_T \cdot (M_e + M_{em})}{r_d} = \frac{0,75 \cdot 6,2 \cdot 0,88406 \cdot (1100 + 1000)}{0,4543} = 19002,52 [\text{N}] \\ F_{TVI} &= \frac{i_m \cdot i_o \cdot \eta_T \cdot (M_e + M_{em})}{r_d} = \frac{0,65 \cdot 6,2 \cdot 0,88406 \cdot (1100 + 1000)}{0,4543} = 16486,85 [\text{N}] \end{aligned}$$

У табели 9.9, дат број је обртаја при максималној брзини.

Табела 9.9. Број обртаја при максималној брзини [52]		
Број обртаја при максималној брзини	$n_v = \frac{i_o \cdot i_m \cdot v_{\max}}{2 \cdot \pi \cdot r_d}$	$n_v = 132 [\text{o/s}]$ $n_w = 2200 [\text{o/min}]$

Одређивање вучних сила, динамичког фактора и убрзања возила у функцији брзине кретања возила у I степену преноса мењача

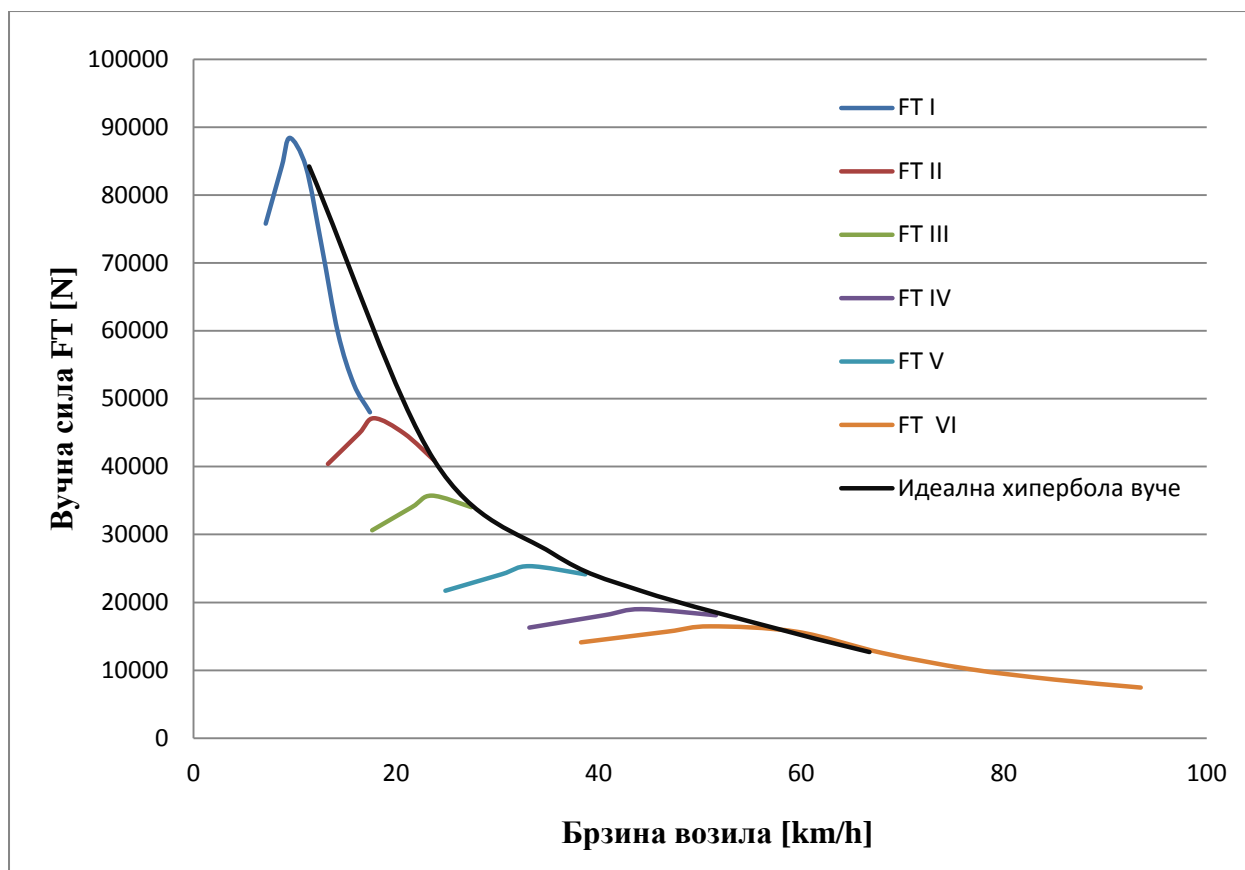
Табела 9.10. Зависност вучних сила и брзине од бројева обртаја мотора [52]

Назив величине	Прорачун величина у V степену преноса	Резултати прорачуна
Брзина возила	$v = \frac{0,377 \cdot r_d \cdot n}{i_o \cdot i_m}$	$v \text{ [km/h]}$
Вучна сила	$F_T = \frac{M \cdot i_m \cdot i_o \cdot \eta_T}{r_d}$	$F_T \text{ [N]}$
Отпор ваздуха	$R_v = K \cdot A \cdot v^2$	$R_v \text{ [N]}$
Динамички фактор	$D = \frac{F_T - R_v}{G}$	$D \text{ [-]}$
Коефицијент пријањања	$f = f_o(1 + a'v^2)$	$f \text{ [-]}$
Убрзање возила	$j = \frac{g}{\delta} \cdot (D - f)$	$j \left[\frac{m}{s^2} \right]$
Коефицијент учешћа обртних маса	$\delta = 1,03 + 0,05 \cdot i_m^2$ $\delta_I = 1,03 + 0,05 \cdot 3,49$	$\delta_I = 1,639 \text{ [-]}$

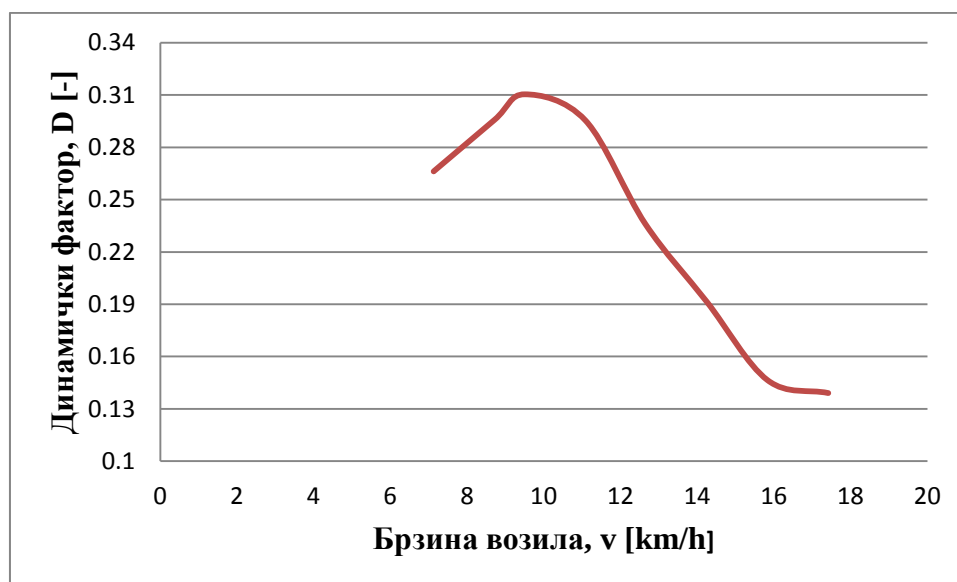
За дати прорачун, наведене величине се односе на I степен преноса мењача, где су вредности вучне силе (слика 9.4), динамичког фактора (слика 9.5) и убрзања возила (слика 9.6) највеће. Њихове вредности су дате у табели 9.11.

Табела 9.11. Табеларни приказ потребних зависности од бројева обртаја мотора у I степену преноса мењача при нормалном тежинском оптерећењу у комбинованом режиму рада (мотор СУС + електроmotor)

$n, ^\circ/\text{min}$	900	1100	1200	1400	1600	1800	2000	2200
$v, m/s$	1,978	2,418	2,638	3,078	3,517	3,957	4,397	4,837
$v, km/h$	7,123	8,706	9,498	11,081	12,644	14,247	15,830	17,413
F_T, N	75792,9	84214,3	88425,0	84214,3	67371,4	54739,3	42107,1	40001,8
R_v, N	72,776	108,717	129,397	176,124	230,040	291,145	359,438	434,820
D	0,26616	0,29563	0,31036	0,29539	0,23600	0,19138	0,14647	0,13908
f	0,01002	0,01003	0,01004	0,01005	0,01007	0,01009	0,01011	0,01013
$j, m/s^2$	1,5487	1,7268	1,8158	1,7252	1,3660	1,09614	0,82611	0,67796



Слика 9.4. Дијаграм вучне силе за степене преноса мењача при комбинованом режиму рада



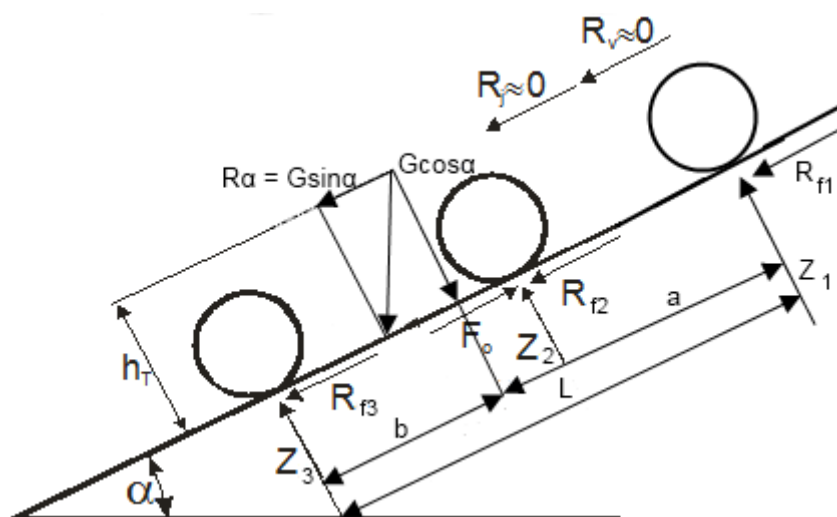
Слика 9.5. Динамички фактор за I степен преноса мењача у комбинованом режиму рада



Слика 9.6. Убрзања за I степен преноса мењача у комбинованом режиму рада

Максимални успон који возило (аутобус) може да савлада:

На слици 9.7, шематски је дат приказ кретања возила на успону, док је у табели 9.12 дат максимални угао нагиба пута и динамички фактор.



Слика 9.7. Шематски приказ кретања возила на успону [52]

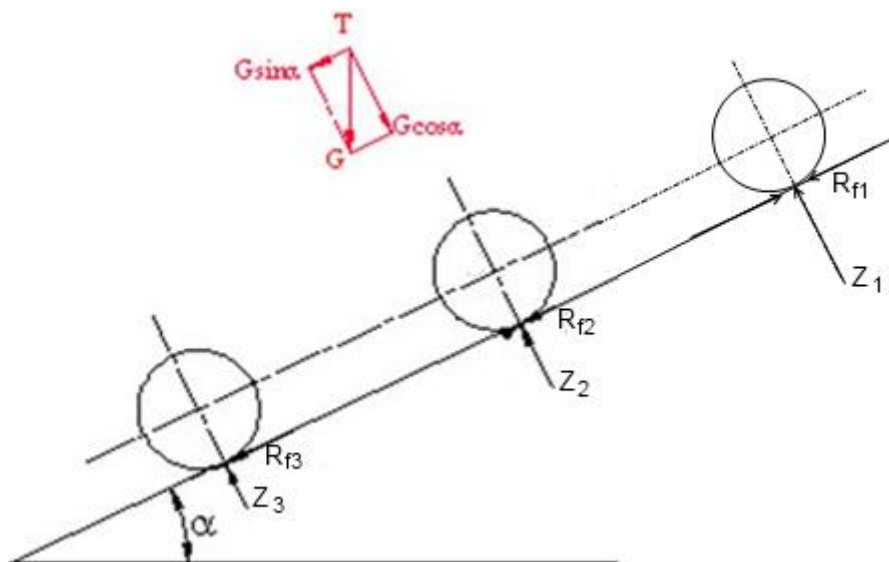
Табела 9.12. Максимални успон који возило може да савлада са малом и константном брзином [51] [52]

Назив величине	Прорачун максималног успона који возило може да савлада при кретању малом константном брзином	Резултати прорачуна
Погон на задњим точковима	$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\varphi \cdot a - f_0 \cdot l}{l - \varphi \cdot h_T}$ $\operatorname{tg} \alpha = 0.384$	Вучна сила у равнотежава се отпорима при кретању
Нагиб пута	$p_{\max} [\%] = 100 \cdot (0.3840)$ $p_{\max} = 38,84\%$	$p_{\max} = 38,4 \%$ $p_{\max} = 21,011^\circ$

Динамички фактор	$D_M = \frac{F_{oM} - R_V}{G}$	$D_M = 0,31036 [-]$
Максимални отпор нагиба пута	$R_{\alpha_{max}} = G \cdot \sin \alpha_{max}$	$R_{\alpha_{maxI}} = 102006,184 [N]$

Гранични успон и пад за случај подужног клизања и превртања возила:

На слици 9.8. је дат шематски приказ кретања возила на успону, а у табели 9.13 услови клизања.



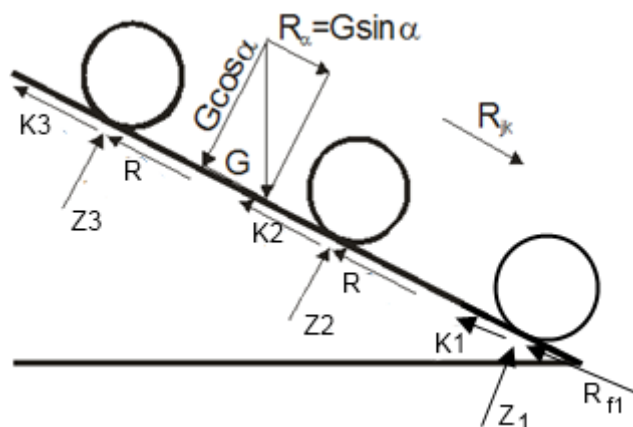
Слика 9.8. Шематски приказ кретања возила на успону [52]

Гранични успон савлађује се малом константном брзином ($v = 0$, $j = 0$)

Табела 9.13. Услови клизања [52]		
Назив величине	Прорачун клизања возила за гранични успон	Резултати прорачуна
Услов клизања за погон на задњим точковима	$F_{T3} = \varphi \cdot Z_3 \leq R_f + R_\alpha$ $\tan \alpha_k \geq \frac{\varphi \cdot b - f_0 \cdot l}{l - \varphi \cdot h_T}$	$\operatorname{tg} \alpha_k \geq 0,3868$ $\alpha_k = 21,15^\circ$
Услов превртања око задње осовине	$Z_3 = \frac{G \cdot b \cdot \cos(\alpha) - G \cdot h_T \cdot \sin(\alpha)}{l} \leq 0$ $\tan(\alpha_p) \geq \frac{b}{h_t}$	$\operatorname{tg} \alpha_p \geq 7,080$ $\alpha_p = 81,96^\circ$

Гранични пад:

На слици 9.9, шематски је приказан гранични пад, а у табели 9.14, прорачун граничног пада на низбрдици.

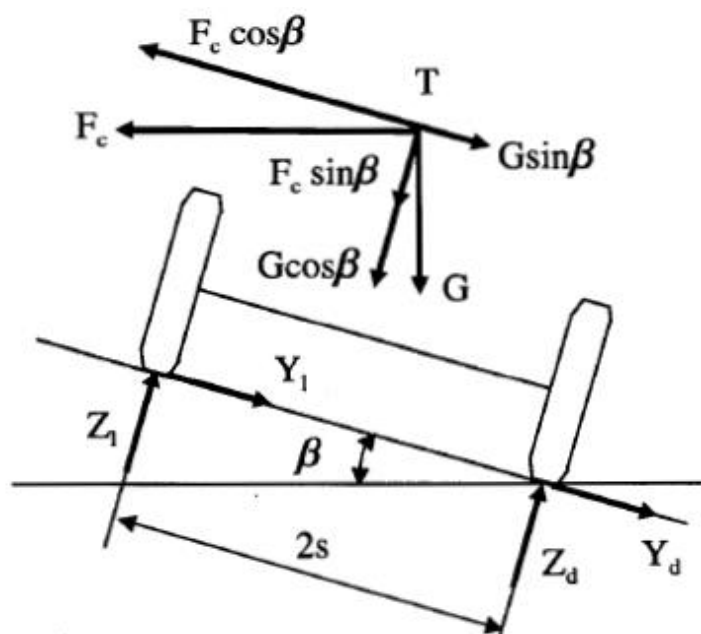


Слика 9.9. Шематски приказ кретања возила на низбрдици – гранични пад [52]

Табела 9.14. Одређивање граничног пада при кочењу свим точковима на низбрдици [52]		
Назив величине	Прорачун клизања возила за гранични пад	Резултати прорачуна
Услов клизања	$K = K_1 + K_2 + K_3 \geq \varphi \cdot (Z_1 + Z_2 + Z_3)$ $K = \varphi \cdot G \cdot \cos \alpha$ $\cos \alpha_k \leq K / (\varphi \cdot G)$	$\cos \alpha_k \leq 0,9335$ $\alpha_k = 43,03^\circ$
Услов превртања око предње осовине	$Z_1 \leq 0$ $Z_1 + R_{\alpha} h_T + R_{jk} h_T - G \cos \alpha \cdot a$ $Z_1 = (-G \sin \alpha \cdot h_T - R_{jk} h_T + G \cos \alpha \cdot a) / l$ $G \cos \alpha \cdot a - G \sin \alpha \cdot h_T - R_{jk} h_T \leq 0$ $G \cos \alpha \cdot a \leq h_T (G \sin \alpha + R_{jk})$ $\cos \alpha_p \leq (h_T / G \cdot a) \cdot K$	$\cos \alpha_p \leq 0,09958$ $\alpha_p = 84,28^\circ$
Прво настаје клизање ако је испуњен услов	$\alpha_k \leq \alpha_p$ $\cos \alpha_k > \cos \alpha_p$ $K / (\varphi \cdot G) > (h_T / G \cdot a) \cdot K$ $\varphi < a / h_T$ $0.75 < 7.030$	Напомена: Код уобичајених конструкција возила, однос a / h_T је већи од 1, па је горњи услов увек задовољен, што значи да неће доћи до превртања возила.

Бочна стабилност возила:

Прорачун попречне стабилности врши се када је возило у кривини константног полупречника $R = 50 \text{ m}$, 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 9.11. је приказана бочна стабилност путничког возила, а у табели 9.15 преглед прорачуна клизања возила за гранични пад.



Слика 9.11. Бочна стабилност возила [1]

Табела 9.15. Прорачун клизања за гранични пад [1]

Назив величине	Прорачун клизања возила за гранични пад	Резултати прорачуна
Превртање око десних точкова	$v_{kr} = \sqrt{\frac{s \cdot \cos\beta - h_t \cdot \sin\beta}{h_t \cdot \cos\beta + s \cdot \sin\beta}} g \cdot R$ $v_{kr,p} = \sqrt{\frac{s - h_t \cdot \operatorname{tg}\beta}{h_t + s \cdot \operatorname{tg}\beta}} g \cdot R$	$v_{kr,p} = 22,935 \text{ [m/s]}$ $v_{kr,p} = 82,567 \text{ [km/h]}$
Бочно клизање	$v_{kr,k} = \sqrt{\frac{\varphi - \operatorname{tg}\beta}{1 + \varphi \cdot \operatorname{tg}\beta}} g \cdot R$	$v_{kr,k} = 15,764 \text{ [m/s]}$ $v_{kr,k} = 56,752 \text{ [km/h]}$

Према прорачуну може се закључити да је $v_{kr,k} < v_{kr,p} \rightarrow$ тј. да ће пре доћи до клизања возила него до превртања.

10. Ергономија радног места возача и пројектовање у програмском пакету CATIA V5

Код пројектовања било ког возила, па тако и аутобуса, неопходно је извршити анализу возила у саобраћајном окружењу где ће се користити. 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 возача.

Да би се обезбедио конфор 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;
- опажана контактна крутост на различитим контактним површинама;
- бочно ослањање тела у седишту;
- могућност регулисања и ефикасност деловања на команде;
- тактилни квалитет површина и
- стил решења [1].

Док при кретању се анализирају следећи услови:

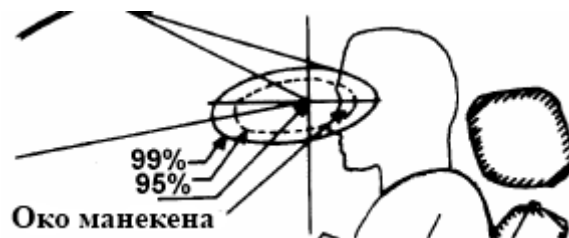
- могућност пригушења вибрација пренетих на човека;
- слобода кретања;
- способност одржавања правилног положаја кичме и спречавање прекомерног стреса у дужем периоду вожње и
- расподела контактеног притиска [1].

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

- грејање/хлађење,
- спречавање појаве прекомерне брзине струјања ваздуха,
- спречавање замагљивања и залеђивање стакла,
- климатизовање седишта и
- додатно кондиционирање ваздуха (спречавање ширења мириса, филтрирање ваздуха, регулисање влажности и др.) [1].

Фактори који утичу на удобност возача и путника су и:

- бука,
- осцилаторна удобност и
- оптичка удобност (слика 10.1).



Слика 10.1. Слепе тачке на возилу [1]

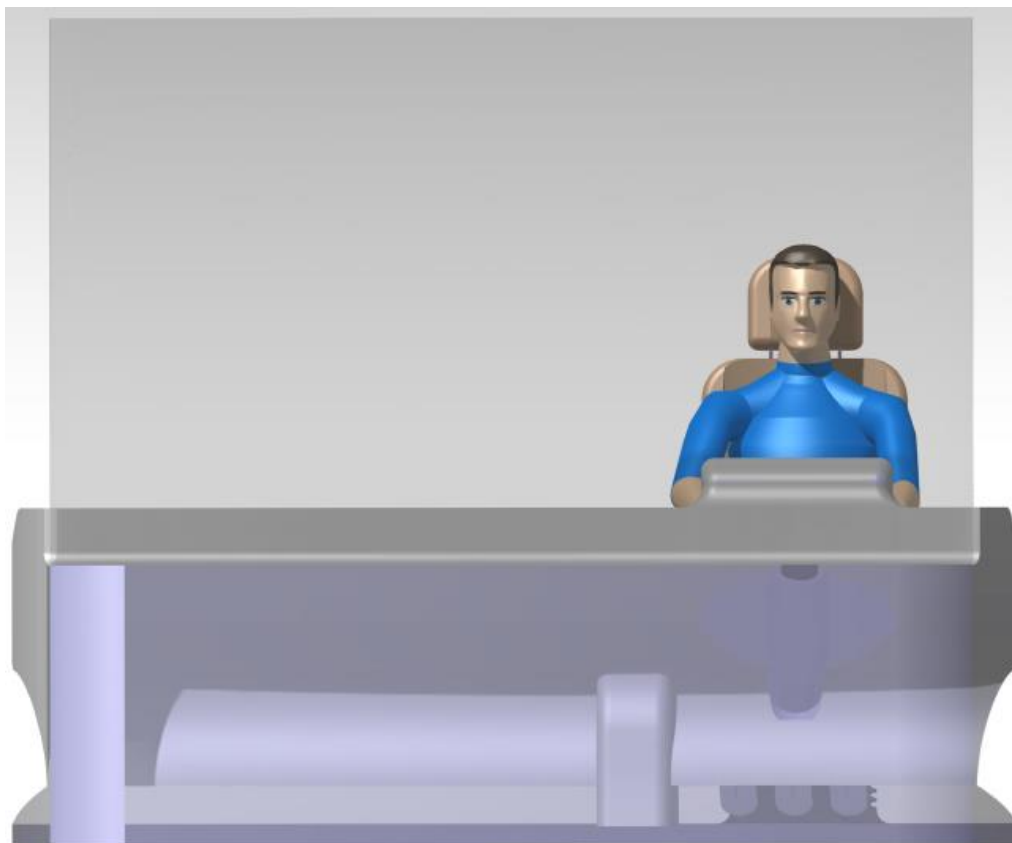
У програмском пакету CATIA пројектовано је радно место како би се испитали ергономски услови за овај тип возила (категорија М3) модел возила. Затим је на основу анатомских углова седења поставили манекена у одговарајући положај и поставили седиште и одредили положај команди (волан, ручица мењача, и педала) поштојући наведене анатомске углове. На сликама 10.2, 10.3, 10.4, 10.5, 10.6, 10.7 и 10.8, приказано је окружење радног места возача из више различитих углова пројектованих у програмском пакету CATIA V5.



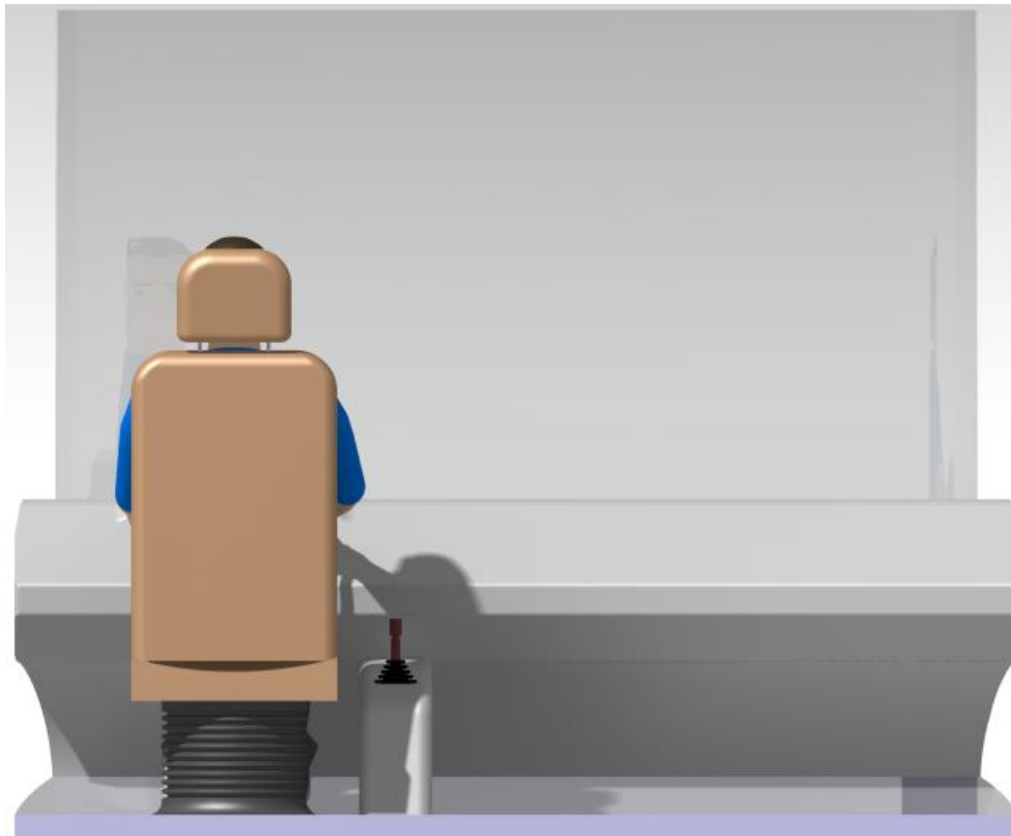
Слика 10.3. Модел возача у програмском пакету CATIA – поглед са десне стране



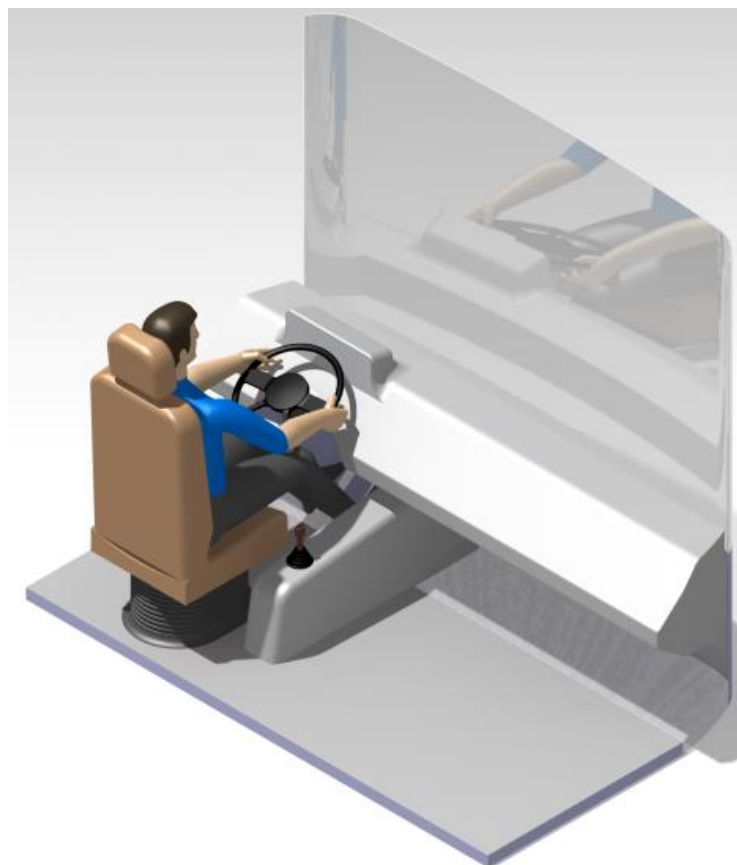
Слика 10.3. Модел возача у програмском пакету CATIA – поглед са десне стране



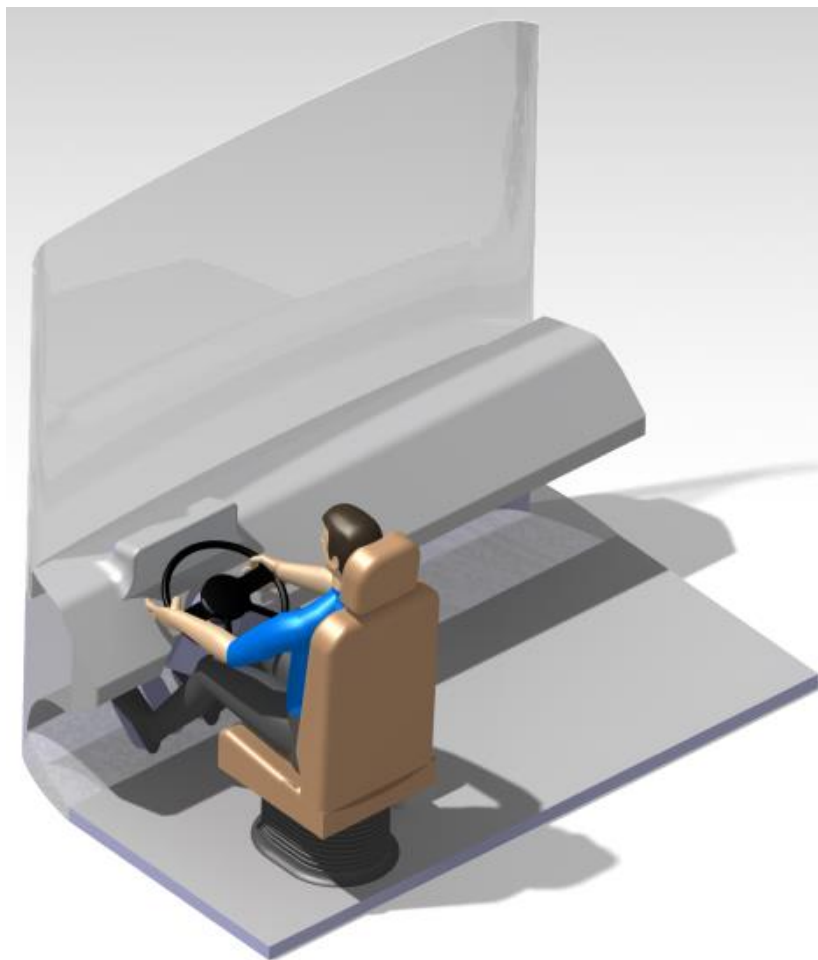
Слика 10.4. Модел возача у програмском пакету CATIA – поглед од напред



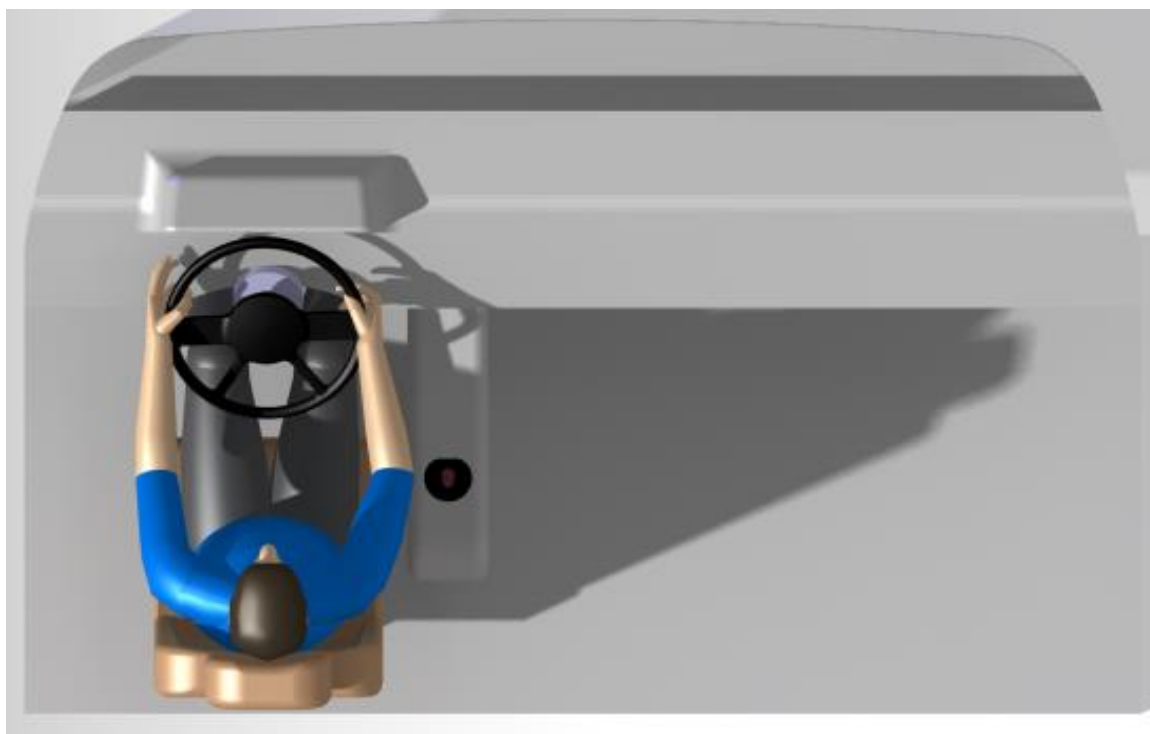
Слика 10.5. Модел возача у програмском пакету CATIA – поглед од позади



Слика 10.6. Модел возача у програмском пакету CATIA – поглед из десног угла



Слика 10.7. Модел возача у програмском пакету CATIA – поглед из левог угла



Слика 10.8. Модел возача у програмском пакету CATIA – поглед одозго

11. Закључак

Возило категорије М3/СН је возило великих габарита намењено за јавни градски превоз, које треба да задовољи одређене услове по питању перформанси, али и ергономске, како би се остварило што лакше кретање путника, при уласку и изласку, али и унутар аутобуса. 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 у обзир се мора узети 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 радио о возилу са хибридном погоном, односно путничком хибридном возилу, возило јавног градског превоза, које се налази у свакодневној употреби у саобраћају, њихов удео у саобраћају расте. Ова врста погона сматра се само прелазним решењем до масовне примене возила које за погон користе неки од обновљивих извора енергије. Ипак, ако упореде са возилима која за погон користе само мотор СУС, путничка возила са хибридном погоном, а нарочито аутобуси, имају предност када је реч о економичности и емисији издувних гасова. У будућности треба очекивати развој нових модела аутобуса са хибридном погоном, по различитим категоријама, чија ће цена бити готово једнака са ценом аутобуса са конвенционалним погоном (само мотором СУС).

Када су у питању возила категорије М3, поред модела са конвенционалним погоном, сваки произвођач у понуди има и хибридни модел. Може се закључити да су њихове перформансе нешто повољније за вожњу у градским условима саобраћаја. У условима градске вожње до изражаја долази њихова економичност и мања емисија издувних гасова. Овај тип возила, са хибридном погоном, користи како серијски, тако и паралелни начин повезивања компоненти, зависно какве карактеристике и перформансе се желе добити. Јасно је да се ни у ком случају не може оспорити ефикасност и економичност хибридног погона код овог типа возила.

Примена хибридног погона код градских аутобуса има за циљ, пре свега, економичност и смањење емисије штетних издувних гасова, што је један од важнијих фактора за градску средину. Ако се има у виду економска исплативост њихове примене може очекивати да ће хибридни погон у будућност наћи своју примену код још већег броја аутобуса, него што је то сада случај.

12. Литература

- [1] Демић М., Дилигенски Ђ.: Теоријске основе пројектовања аутобуса, Машински факултет у Крагујевцу, 2003.
- [2] Fuhs A.: Hybrid vehicles and future of personal transportation, CRC Press, 2009.
- [3] Stan C.: Alternative Antriebe für Automobile, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012.
- [4] Andreas Schneider, Thomas Umbach, NEOPLAN Jumbocruiser, World's Largest Bus, 2010, преузето са: <http://worlds-biggests.blogspot.rs/2010/01/neoplan-jumbocruiser-worlds-largest-bus.html>, приступљено 3.5.2016.
- [5] Estimated time of STA selling their buses, 2012, преузето са: <http://www.busaustalia.com/forum/viewtopic.php?f=3&t=68374>, приступљено 4.5.2016.
- [6] Modelbus info, Durand-Desing, 2012, преузето са: http://www.modellbus.info/durand_design.htm, приступљено 5.5.2016.
- [7] Шкрлец Д., Електроенергетска инфраструктура за прихват хибридних и електричних возила, Факултет електронике и рачунарства, Научни рад, Загреб, 2012., преузето са: https://bib.irb.hr/datoteka/532327.DOIE2011_Skrlec.pdf, приступљено 7.5.2016.
- [8] Пешић Р.; Погонски и мобилни системи (предавање 7.2 – www.moodle.mfkg.rs), Факултет инжењерских наука Крагујевац, школска 2015/2016;
- [9] Банковић Ж., Хибридна возила, Аутоелектроника, Електронски факултет Универзитета у Нушу, 2010, преузето са: <http://es.elfak.ni.ac.rs/Seminar%20works%20AUTO/Hibridna%20vozila%20-%20Zeljko%20Bankovic%2012154/Hibridna%20vozila%20-%20Zeljko%20Bankovic%2012154.pdf>, приступљено 10.5.2016.
- [10] Hybrid Buses Costs and Benefits, 2007, преузето са: www.eesi.org/files/eesi_hybrid_bus_032007.pdf, приступљено 23.5.2016.
- [11] Мишановић С.; Искуства у експлоатацији аутобуса са хибридном погоном у градовима у ЕУ – стратегија даљег развоја, ГСП Београд, 2011-2013, преузето са: <http://www.kombeg.org.rs/Slike/UdrSaobracaj/2012/april/Iskustva%20u%20eksploataciji%20autobusa%20sa%20hibridnim%20pogonom%20u%20gradovima%20EU%20mr%20Slobodan%20Misanovic.PPT>, приступљено 10.5.2016.
- [12] HybriDrive propulsion Systems, HybriDrive propulsion (Hybrid-electric propulsion systems), 2015, преузето са: http://www.hybridrive.com/hds_propulsion.php, приступљено 23.5.2016.
- [13] SCANIA, Innovative hybrid bus concept from Scania, 2009, преузето са: <http://www.scania.com/group/en/innovative-hybrid-bus-concept-from-scania/>, приступљено 11.5.2016.
- [14] Green Car Congress, Volvo plug-in hybrid bus with Būsbār rapid charging to begin field testing in Gothenburg; 75-80% reduction in fuel consumption and CO₂, 2013, преузето са: <http://www.greencarcongress.com/2013/05/volvo-20130514.html>, приступљено 12.5.2016.
- [15] ENVIRO400H, Low Floor Hybrid Double Decker Bus, 2012, преузето са: http://www.alexander-dennis.com/wp-content/uploads/2012/11/e400h_spec_sheet.pdf, приступљено 12.5.2016.
- [16] AUTOBUSI.net, Alison predstavlja automatski hibridni sistem pogona, 2013, преузето са: <http://www.autobusi.net/alison-predstavlja-automatski-hibridni-sistem-pogona/>, приступљено 12.5.2016.
- [17] United Nations Framework Convention on Climate Change, Kyoto Protocol, 2014, преузето са: http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php, приступљено 24.5.2016.

- [18] EUR Lex, Acces to European Union law, Directive 2009/33/EC of The European Parliament and The Council, 2009, преузето са: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:32009L0033>, приступљено 24.5.2016.
- [19] European Commission, White Paper, Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system, 2011, преузето са: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0144&from=EN>, приступљено 24.5.2016.
- [20] Правилник о подели моторних и прикључних возила и техничким условима за возила у саобраћају на путевима, Службени Гласник Републике Србије бр. 40/2012 од 26.4.2012.
- [21] Информативн преглед ЕСЕ правилника донетик на основу међународног споразума о хомологацији, који се примењује у Републици Србији
- [22] Крстић Б., Техничка експлоатација моторних возила и мотора, Машински факултет Крагујевац, 2009.
- [23] Институт за стандардизацију Србије, Стандарди групе M022 – SRPS ISO стандарди који се односе на друмска возила, преузето са: http://www.iss.rs/standard/index.php?national_committee_id=44&item_from=0, приступљено 24.5.2016.
- [24] Пешић Р., Веиновић, С., Петковић Д., Моторна возила и мотори – Опрема, Машински факултет Крагујевац, Машински факултет Бања Лука, 2008.
- [25] Марјановић З., Брзаковић Р., Безбедност и одржавања возила на електрични погон, 38. Национална конференција о квалитету, 6. Национална конференција о квалитету живота, Научно-истраживачки рад, 2011.
- [26] Vincenzi N., Alma Mater Studium Universita di Bologna, Department of Mechanical, Nuclear, Aviation, and Metallurgical Engineering, 2015, преузето са: <http://www.diem.ing.unibo.it/personale/vincenzi/Research.html>, приступљено 1.6.2016.
- [27] Volvo 7900 Hybrid, Berrer Bussines for Greener Cities, 2011, преузето са: <http://euro6.volvobuses.com/pdf/Volvo-7900-Hybrid-Euro6-Brochure-EN.pdf>, приступљено 2.6.2016.
- [28] Volvo B5L Hybrid Double Decker, преузето са: <http://www3.volvo.com/investors/finrep/ar10/eng/movingtheworld2/pops/facts/up-to-30-lower-fuel.html>, приступљено 2.6.2016.
- [29] SAE International, Allison Transmission expands electrification to accessory systems, 2014, преузето са: <http://articles.sae.org/13716/>, приступљено 2.6.2016.
- [30] SACHS: http://www.sanel.biz/downloads/tehnicke-informacije/Sachs/11806_SR_SACHS_BTT_Pkw_Antriebsstrang.pdf, приступљено 1.8.2015.
- [31] Asia, Front Independent Air Suspension System for City Bus, 2011, преузето са: <http://www.asia.ru/en/ProductInfo/838396.html>, приступљено 2.6.2016.
- [32] Филиповић И., Цестовна возила – приручник за водитеље станица техничког прегледа возила, Сарајево, 2012.
- [33] Sve о pneumaticima – Sava Tires, 2016, преузето са: www.sava-tires.com/sava/sr/all.../buying-winter-tires/, приступљено 3.6.2016.
- [34] Beokom, Beoplex & Beokal brand, 2016, преузето са: <http://beokom.org>, приступљено 3.6.2016.
- [35] Bemit, Harmonike za sve vrste globnih autobusa, 2016, преузето са: <http://www.bemit-harmonike.com>, приступљено 3.6.2016.
- [36] Zhang H., Wang C., Zhang Y., Liang J., Yin C., Drivability improvements for a single-motor parallel hybrid electric vehicle using robust controls, 2014, Journal of Zhejiang University Science,

преузето са: <http://www.zju.edu.cn/jzus/article.php?doi=10.1631/jzus.A1300356>, притупљено 4.6.2016.

[37] Chris Mi M., Masur A., Wenzhong Gao D., Hybrid Electric Vehucles, Principiles and applications with practical perspectives, A John Wiley & Sons, Ltd., Publication, 2011.

[38] MAN Axles and MAN Transfer Cases, 2014, преузето са:

<http://www.engines.man.eu/global/en/components/axles-and-transfer-cases/product-range/Product-Range.html>, приступљено 4.6.2016.

[39] ZF Tehnology for Cars, Driveline components DynaStart, 2016, преузето са:

http://www.zf.com/corporate/en_de/products/product_range/cars/cars_dynastart.shtml#tabs1-2, приступљено 4.6.2016.

[40] Volvo FL, Specifications, Driveline, 2013, преузето са:

<http://www.volvotrucks.com/SiteCollectionDocuments/VTC/Market/Trucks/volvo-fl-2013/pdf/driveline/Volvo%20FL-Specifications-Driveline-UK.pdf>, приступљено 5.6.2016.

[41] Public Transport SG, Selective Catalytic Reduction (SCR), 2014, преузето са:

<https://publictransportsg.wordpress.com/2014/02/04/selective-catalytic-reduction-scr/>, приступљено 5.6.2016.

[42] Alison Transmission, 2013, преузето са:

<http://www.stewartandstevenson.com/assets/files/pdf/equipment/transmission/SA3742EN%20-%20PTS%202013.pdf>, приступљено 7.6.2016.

[43] Fact Sheet, Volvo I-Shift,

http://productinfo.vtc.volvo.se/STPIFiles/Volvo/FactSheet/AT2412D_Eng_01_1144932.pdf, приступљено 7.6.2016.

[44] ZF Tehnology for buses, Innovations of great value, преузето са:

http://www.zf.com/corporate/en_de/products/product_range/buses/finder.html#finder=27558_27691, приступљено 1.7.2016.

[45] ZF Product Overview, преузето са:

http://www.zf.com/global/media/product_media/busses/product_overview_1/product_overview_axle_transmission_systems.pdf, приступљено 1.7.2016.

[46] MAN Bus Srbija, Tehnologija i nadležnost, Elektronski kočioni život; преузето са:

<http://www.bus.man.eu/rs/sr/man-svet/tehnologija-i-nadleznost/tehnika/elektronski-kocioni-sistem/Elektronski-kocioni-sistem.html>, приступљено 1.7. 2016.

[47] Bus&Coach Buyer, Volvo Dynamic Steering, преузето са:

<http://www.busandcoachbuyer.com/volvo-dynamic-steering/>, приступљено 1.7.2016.

[48] Volvo Group Global, Volvo Dynamic Steering – a breakthrough for effortless steering without strain or pain, преузето са: [http://www.volvogroup.com/group/global/en-gb/newsmedia/corpnews/_layouts/cwp.internet.volvocom/newsitem.aspx?news.itemid=139174&news](http://www.volvogroup.com/group/global/en-gb/newsmedia/corpnews/_layouts/cwp.internet.volvocom/newsitem.aspx?news.itemid=139174&news.language=en-gb)

[.language=en-gb](http://www.volvogroup.com/group/global/en-gb/newsmedia/corpnews/_layouts/cwp.internet.volvocom/newsitem.aspx?news.itemid=139174&news.language=en-gb), приступљено 2.7. 2016.

[49] Michelin, XZA2 Energy, преузето са:

<http://www.michelinrvtires.com/tires/selector/#!/info/xza2-energy>, приступљено 2.7. 2016.

[50] Obnova, 275/70R22.5 SP344 148/145M TL Dunlop Upravljačka, преузето са:

<http://www.obnova.rs/web/index.php/dunlop/275-70r22-5-sp344-148-145m-tl-dunlop-upravljacka-detail>, приступљено 2.7. 2016.

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

[52] Глишовић Ј.; Упутство за израду прорачуна перформанси и стабилности возила из предмета Пројактовање моторних возила, школска 2015/2016.