

Факултет инжењерских наука

Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Моторна возила и мотори

Предмет: Конструкција и прорачун моторних возила

Број индекса: 26/2003

Бранко В. Радичевић

Носеће структуре аутобуса

завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

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

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да

Опише и анализира:

- развој носећих структура аутобуса,
- специфична конструктивна решења,
- трендове развоја структура аутобуса

Препоручена литература:

[1] Демић М., Длигенски Ђ.: Теоријске основе пројектовања аутобуса, Машински факултет у Крагујевцу, 2003

[2] Глумац С., Жежељ С., Владовић П., Нијемчевић С.: Пројектовање производња и експлоатација аутобуса, Икарбус АД, Београд 2002

[3] Н. Јанићијевић, Д. Јанковић, Ј. Тодоровић „ Конструкција моторних возила“, Машински факултет Београд, 1987 година

Крагујевац, 19.10.2012.

ментор:

Др Јованка Лукић, ред. проф.

Резиме:

У овом Завршном раду обрађена је тема Носеће структуре аутобуса. У склопу овог Завршеног рада обрађене су тезе: Развој носеће структуре аутобуса, Специфична конструктивна решења и Трендови развоја структура аутобуса. Кроз поглавља обрађена је пажња како на стране произвођаче тако и на наше домаће. Њихов историјски развој и зачеци њихове производње. Како је носећа структура у почетку била заснивана на шасији камиона у овом раду се даје приказ развоја засебне шасије и каросерије као основних делова носеће структуре. Услед развоја долазило је и до појаве специфичних конструктивних решења која су у мањој или већој мери заживела. Такође направљен је осврт на материјале од којих се израђују шасија и каросерија и на нове материјале који су све значајнију развоју структура аутобуса.

Кључне речи: Носећа структура, шасија, каросерија, аутобус, пластични материјали.

Summary:

In this final paper topic is processed on bus carrying structure. Thesis like Development support structure, Specific constructive solutions and Trends of the bus structure are the part of this final paper. Through chapters, the attention is paid on both the producers, foreign and domestic, their historical development and beginnings of their production. At the beginning, support structure was initially based upon the chassis of the truck, in this paper is described the development of a separate chassis and body parts, and the basic support structure. Due to the developing world came to the occurrence of particular design solutions that more or less came to life. There is also the review of chassis and body materials and the review of new materials which are increasingly significant in the development of the bus structures.

Keywords: support structures, chassis, body, bus, plastic materials.

Садржај

1.0 УВОД	3
2.0 ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ	4
2.1 Историски развој аутобуса у Србији.....	5
3.0 ПРОПИСИ И СТАНДАРДИ	8
3.1 Извод из правилника о подели возила за класу М3 аутобус	8
3.1.1 Класификација возила за превоз путника.....	8
3.1.2 Облик каросерије.....	9
3.1.3 Димензије и маса возила	10
4.0 РАЗВОЈ НОСЕЋИХ СТРУКТУРА ВОЗИЛА	11
4.1 Концепција носеће структуре аутобуса	13
4.1.1 Елементи шасије и врсте шасија.....	14
4.1.2 Елементи каросерије	17
5.0 СПЕЦИФИЧНА КОНСТРУКТИВНА РЕШЕЊА	23
5.1 Нископодни аутобуси.....	23
5.2 Зглобни нископодни аутобуси.....	23
5.2.1 Аутобуси са два зглоба.....	25
5.2.2 Зглобни двоспратни аутобуси.....	27
5.3 Двоспратни аутобуси.....	27
5.4 Високоподни аутобуси	29
5.5 Конструктивна решења у зависности од положаја агрегата.....	31
6.0 ТРЕНДОВИ РАЗВОЈА СТРУКТУРА АУТОБУСА.....	34
6.1 Структуре аутобуса.....	34

6.1.1 Градски и приградски аутобуси	35
6.1.2 Међуградски и туристички аутобуси	35
6.2 Примена пластичних материјала	36
6.2.1 Термопласти.....	36
6.2.2 Дуропласти.....	37
6.2.3 Еластомери	37
6.2.4 Пример аутобуса од фибергласа.....	37
6.3 Композитни материјали	39
6.4 Примери примене пластичних маса на носећу структуру аутобуса	39
7.0 ЗАКЉУЧАК	41
ЛИТЕРАТУРА	42

1.0 УВОД

Носећу структуру аутобуса сачињавају шасија и каросерија. Овде две целине су независне и може се вршити њихово различито конбиновање. У зависности која се категорија аутобуса посматрамо постоје различите врсте носећих структура. Да ли су то нископодни, високоподни, двоспратни, зглобни и други аутобуси имамо шаренолик избор носећих структура. Свака од тих носећих структура мора да издржи напрезање на савијање, напрезање на торзију, напрезање услед појаве инерцијалних сила, вибрационим силама које се јављају.

Носећа структура аутобуса се бира и према његовој намени, да ли ће бити минибус, градски, приградски, међуградски, туристички...

Носеће структуре аутобуса свој почетак везују за камионске шасије, на којима су оне биле само надградња. Временом се потреба за унапређењем створила па су се камионске шасије повукле из употребе и почело се са новим конструктивним решењима. При томе се аутобуска индустрија развијала и у погледу дужине, а и у погледу висине. Тако да данас имамо зглобне аутобусе са једном или две приколице и двоспратне аутобусе који такође могу бити зглобно везани.

Применом нових конструктивних решења прешло се и на нове конструктивне материјале, па се тако уместо челичних профила прелази на алуминијумске, а уместо металних оплата користе се разни пластични и композитни материјали.

Са што већом применом аутобуса његова носећа конструкција омогућава да цео аутобус као целина задовољи све захтеве са аспекта: удобности путника, безбедности путника и возача, ергономије, капацитета места за путнике и места за пртљаг, носивост путника и пртљага..

2.0 ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ

Почетак производње аутобуса везује се за почетак производње кочија. Конкретнија производња аутобуса оваквих какве их ми данас користимо почињу са производњом камиона. На почетку аутобуси су користили камионску шасију, да би се касније временом она мењала и модификовала према потребама и намени аутобуса. Први аутобус на моторни погон конструисао је у Немачкој Карл Бенц (*Karl Benz*) 1885. Упоредо са њим Готлиб Дајмлер прави свој први аутобус. Оба произвођача 1898. почињу извоз својих аутобуса за Велс и Енглеску. Дајмлер прави сарадњу са Енглеском фирмом Милнес са којом 1902. праве први двоспратни аутобус. Ова сарадња траје до Првог светског рата. Година 1926. је била пресудна кад Дајмлер и Бенц удружују своје компаније и за две године почињу са развојем нове ере аутобуса на дизел погон.[7] По завршетку Првог светског рата Енглеска фирма Лејланд Моторс почиње са прављењем аутобуса 1919. Праве се засебне шасије и избегава коришћење камионских. Данас ова фирма ради под називом Ровер Груп. Волво почиње са производњом свог првог аутобуса под именом Б1 1934. Аувартер Готтлоб је 1935 основао фирму за израду каросерија, која 1953 због потреба тржишта почиње да прави аутобусе под логом Неоплан. У овом временском периоду већина произвођача аутобуса су имали шасије и каросерије, засебних произвођача. Ото Касборер је 1950. започео производњу Сетра аутобуса на сопственим шасијама са сопственим каросеријама. 1951 Магирус Дојц је направио свој први аутобус, ова фирма сад ради под именом Ивеко. Са све већом применом аутобуса на различитим пољима Неоплан 1960 прави аутобусе за превоз путника по аеродруму. То је био први вид нископодних аутобуса.[12] Ман је фирма која се бавила производњом камиона али су многи произвођачи користили његове моторе и шасије. Деведесетих година прошлог века Ман преузима Неоплан унапређује производни програм и почиње ера развоја нископодних аутобуса, који великом брзином освајају тржиште[11].

Како је почетна шасија била камионска имала је мотор напред, усавршавањем шасије и изгледа возила мотор је премештан ка средини и крају аутобуса. Широм света поједини произвођачи су задржали начин производње са мотором напред, док је код других због прављења већег простора за путнике он измештен. Поједини произвођачи премештају врата иза предњих точкова, притом се задња врата, у зависности од положаја мотора и намене аутобуса, премештају ка средини. Мотори мењају своје место па са самог почетка шасије стижу на крај, у зависности од намене аутобуса.

2.1 Историски развој аутобуса у Србији

Историски развој аутобуса у Србији је почео после Другог светског рата. Први аутобус од српских произвођача је произвео Икарус, фирма која се пре рата бавила производњом авионских модела и мотора. То је био модел за који је лиценцу дала аустриска фирма Саурер, слика 2.1. Године 1968. Икарус прави сопствену шасију, почиње сарадња са Мађарском Рабом. Године 1993. Икарус мења своје име у Икарбус и бави се само производњом аутобуса[13].



Слика 2.1 Почетак аутобуске индустрије

Одмах после Икаруса са производњом почиње ФАП Прибој, фирма која се бави производњом камиона. Са производњом аутобуса се почело 1964. први модел је био Г100. У програму аутобуса за градски и међуградски саобраћај развијају се аутобуси рамне, секцијске и самоносеће градње са мотором на предњем или задњем препусту. После успешне сарадње са Институтом за моторе и возила из Винче на развоју аутобуса, почела је серијска производња приградских аутобуса А637 дужине 12 m са решеткастом шасијом

и међуградских аутобуса А747 са рамном-секцијском шасијом. Ови аутобуси имају савремене агрегате, ваздушно ослањање, итд.[5]



Слика 2.2 Први аутобус Фабрике аутомобила Прибој Г100 [10]

Необус своје историјски век почиње 1952. године, када се у Новом Саду отвара фабрика за израду и оправку каросерија Аутокаросерија.Словеначки ТАМ је један од главних комитената овог предузећа, а једно време то је и била и ТАМ-ова радна јединица. Под окриљем ТАМ врши се извоз аутобуса у Европске земље, Саудуску Арабију и Сирију направљених у Аутокаросерији. У то време Аутокаросерија у свом производном програму има и шасије и каросерије. Због распада државе деведесетих година долази до раскида уговора са Там-ом и мења се назив у Необус. Почиње се са производњом аутобуса стандардног пода, а даљим унапређивањем и до производње нископодних зглобних аутобуса. Необус остварује сарадњу са Мерцедес-Бенцом и енглеским Деннисом који му дозвољавају да аутобуси носе њихов знак. Фирма се специјализује за надградње Волвових шасија. [15].



Слика 2.3 Необусов градски зглобни аутобус [15]

Најмлађи произвођач аутобуса у Србији је нишки Нибус, Ова фирма послује под окриљем аутопревозника Ниш-Експрес. Као велики аутопревозник са великим подручијем саобраћања, доста радног особља, и великом инфраструктуром Ниш-Експрес у својим погонима почиње са рестаурацијом старих аутобуса. 1997 први преправљени аутобус био је Санос 317. Замењена је цела предња стена и замењен је мотор, урађене су преправке на унутрашњости возила на ентеријеру и инструмент табли. Каснијим усавршавањем прешло се са редизајнирања на изградњу целе каросерије. Нибус као млад произвођач прати све трендове развоја аутобуске индустрије у свету. Његов производни асортиман обухвата високоподне туристичке аутобусе, које сем Ниш-Експреса користе и други превозници у Србији.

3.0 ПРОПИСИ И СТАНДАРДИ

Свако возило које се региструје у Србији, подлеже правилима која су изведена из Закона о безбедности и налазе се у Правилнику о подели моторних и прикључних возила и техничким условима за возила у саобраћају на путевима.

3.1 Извод из правилника о подели возила за класу М3 аутобус

3.1.1 Класификација возила за превоз путника

Члан 7.

Врста М1- путничко возило, јесте возило врсте М које има највише девет седишта укључујући и седиште возача.

Врста М2 – лаки аутобус, јесте возило врсте М које има више од девет седишта укључујући и седиште за возача, и које има највећу дозвољену масу која не прелази 5 t.

Врста М3 – тешки аутобус, јесте возило врсте М које има више од девет седишта укључујући и седиште за возача, и које има највећу дозвољену масу која прелази 5 t.

Возила врста М2 и М3 (аутобуси) се разврставају у класе:

Класа I – градски аутобус, јесте аутобус или тролејбус који уз места за седење, поред простора за стајање између седишта, има и посебан простор за стајање путника, и има опрему за олакшано улажење и излажење путника при честим заустављањима и њихово померање дуж возила.

Класа II – приградски аутобус, јесте аутобус који поред места за седење има места за стајање искључиво на пролазу између седишта.

Класа III – међуградски аутобус, јесте аутобус који има искључиво места за седење.

Класа А – градски и приградски аутобус, јесте возило које је намењено да вози путнике који седе, односно који стоје. Ако је градски и приградски аутобус намењен за превоз путника и који седе и који стоје тада тај аутобус има седишта и додатке за путнике који стоје.

Класа В – међуградски аутобус, јесте возило које није намењено за превоз путника који стоје и које нема додатке за путнике који стоје.

Класа А обухвата класе I и II.

Зглобни аутобус је возило: које се састоји од два или више јасно раздвојених делова који су међусобно повезани; које има путничка одељења сваке секције међукомуницирају тако да путници могу да се слободно крећу између њих; чији делови су чврсто повезани тако да могу бити одвојени једино операцијом која захтева капацитете који се нормално налазе једино у радионицама.

Аутобуси који укључују две или више неодвојивих али јасно дефинисаних јединица требало би да се третирају као једно возило.

3.1.2 Облик каросерије

Члан 10.

Према облику каросерије, возила М се разврставају на:

2. Моторна возила врста М2 или М3, јесу:

1) Возила класе I:

СА једноспратни,

СВ двоспратни,

СС зглобни једноспратни,

СD зглобни двоспратни,

СЕ нископодни једноспратни,

СF нископодни двоспратни,

СG зглобни нископодни једноспратни,

СH зглобни нископодни двоспратни,

2) Возила класе II:

СИ једноспратни,

СИ двоспратни,

СК зглобни једноспратни,

СL зглобни двоспратни,

СM нископодни једноспратни,

СN нископодни двоспратни,

СO зглобни нископодни једноспратни,

СP зглобни нископодни двоспратни,

3) Возила класе III:

СQ једноспратни,

СР двоспратни,
СЗ зглобни једноспратни,
СТ зглобни двоспратни.

3.1.3 Димензије и маса возила

Члан 16.

Највећа дозвољена дужина возила, износи:

- 3) за аутобус са две осовине – 13,50 m;
- 4) за аутобус са најмање три осовине – 15,00 m;
- 5) за зглобни аутобус – 18,75 m;
- 6) за зглобни аутобус са две или више окретница – 25 m;
- 7) за возило врсте L – 4,00 m;
- 8) за возило врсте K, осим K5 – 12,00 m.

Највећа дозвољена дужина скупа возила износи:

- 4) за туристички воз – 40,00 m.

Члан 17.

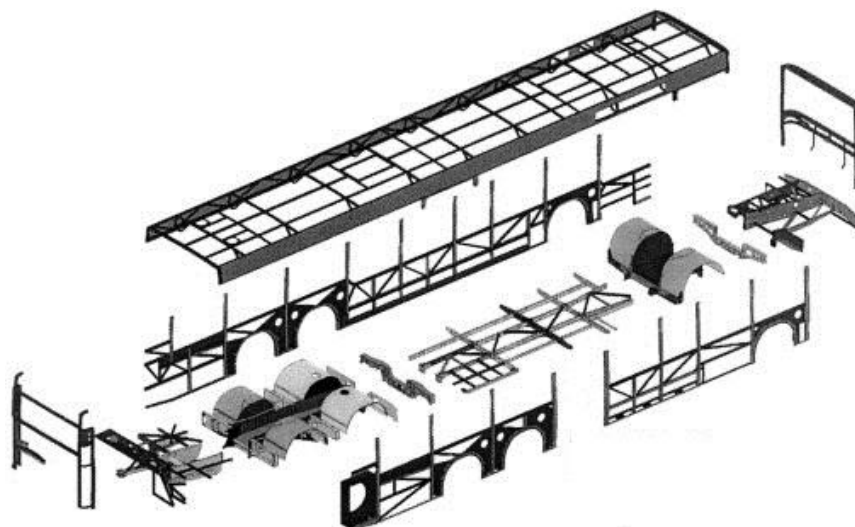
Највећа дозвољена ширина возила износи 2,55 m,

Изузетно од става овог члана, ширина возила не обухвата прекорачења која могу настати услед деформација пнеуматика у зони налегања на коловоз, постављања ланаца за снег и уградње габаритних светала, показивача правца скретања, спољњег огледала, светала за осветљавање пута, еластичних блатобрана и друге додатне опреме еластично везане за чврсту конструкцију возила.

Члан 18.

Највећа дозвољена висина возила износи – 4,0 m, осим возила врсте L, за које највећа дозвољена висина износи – 2,5 m. Клиренс возила мора омогућавати да возило оптерећено до највеће дозвољене масе може да пређе препреку висине 10 cm.

4.0 РАЗВОЈ НОСЕЋИХ СТРУКТУРА ВОЗИЛА



Слика 4.1 Делови носеће структуре аутобуса [10]

Аутобуси имају три основне целине које скупа чине аутобус као целину. То су: шасија, каросерија и опрема.

-Шасија

Шасија прествља доњи строј аутомобила са механичким уређајима, мотором, карданским вратилом, осовинама усисним и издувним системом.

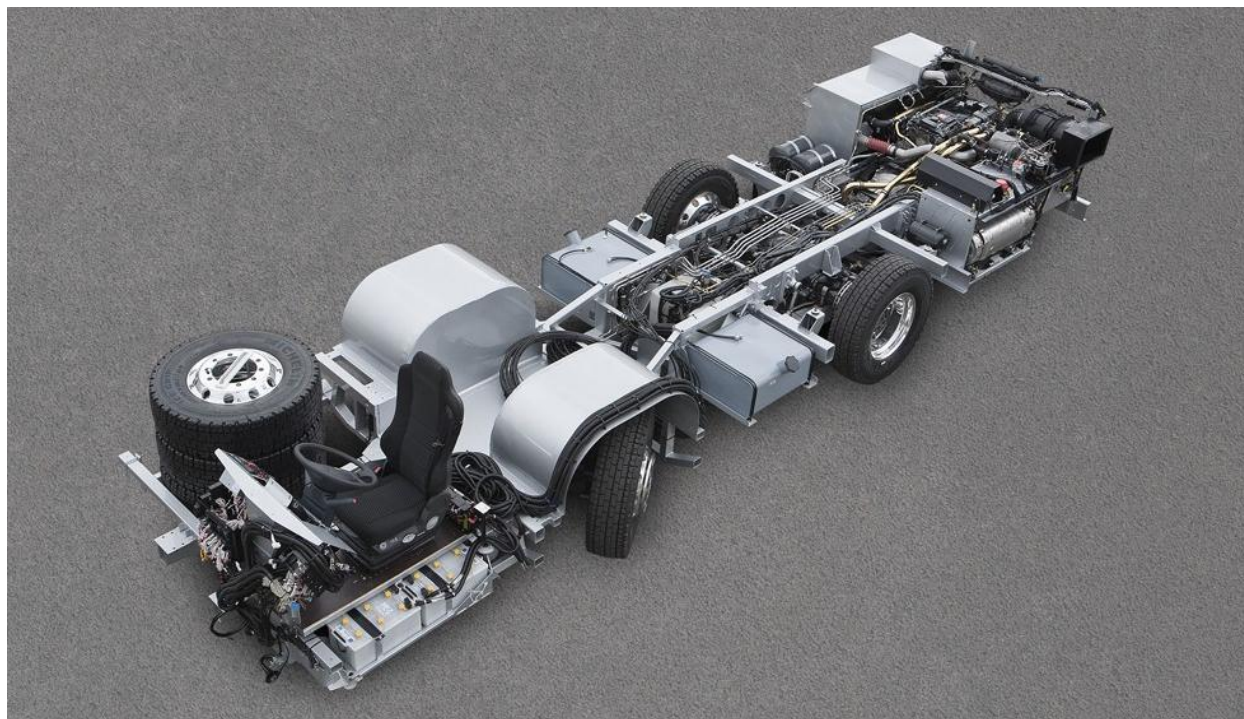
-Каросерија

Преставља надградњу која обухвата костур, спољне оплате, унутрашње оплате и опремање простора за путнике, возно особље (возач, сувозач, кондуктер) као и простор за пртљаг.

-Опрема

Опрема преставља све системе на возилу, без обзира да ли су део шасије или каросерије, као што су системи за климатизацију, грејање и хлађење, ваздушни и хидраулични системи, електро опрема са електроником, као и уређаји за прање и брисање ветробрана.

Ове три основне целине се могу поделити на друге целине које су уско повезане са основним и зависе од њих.



Слика 4.2 Шасија ОЦ 500 Л за Мерцедес Бенц [16]



Слика 4.3 Каросерија Волво 7900 [10]

4.1 Концепција носеће структуре аутобуса

Некада су каросерије аутобуса надграђиване на рамним камионским шасијама. Веза шасије и каросерије остваривала преко помоћног рама. Помоћни рам се везивао растављивим везама са шасијом (закивањем и вијачном везом), а са каросеријом заваривањем. Овим је омогућен независан развој каросерије и шасије као и могућност конбиновања разних шасија и каросерија, како једног тако и више произвођача. Због различитих крутости, савијања, торзије шасије и каросерије, неопходно је да се везе између помоћног рама и шасије изведу помоћу еластичних међуелемената.



Слика 4.4 Рамна камионска шасија која се примењивала у почетку

У зависности од конструкције аутобуса, носећа структура може бити:

- ~ Рам (лонжеронски) аутобус,
- ~ Рам (лонжеронске и секцијске градње) и костур каросерије,
- ~ Решеткаста шасија и костур каросерије,
- ~ Рам, костур каросерије, оплатни лимови и прозорска стакла

4.1.1 Елементи шасије и врсте шасија

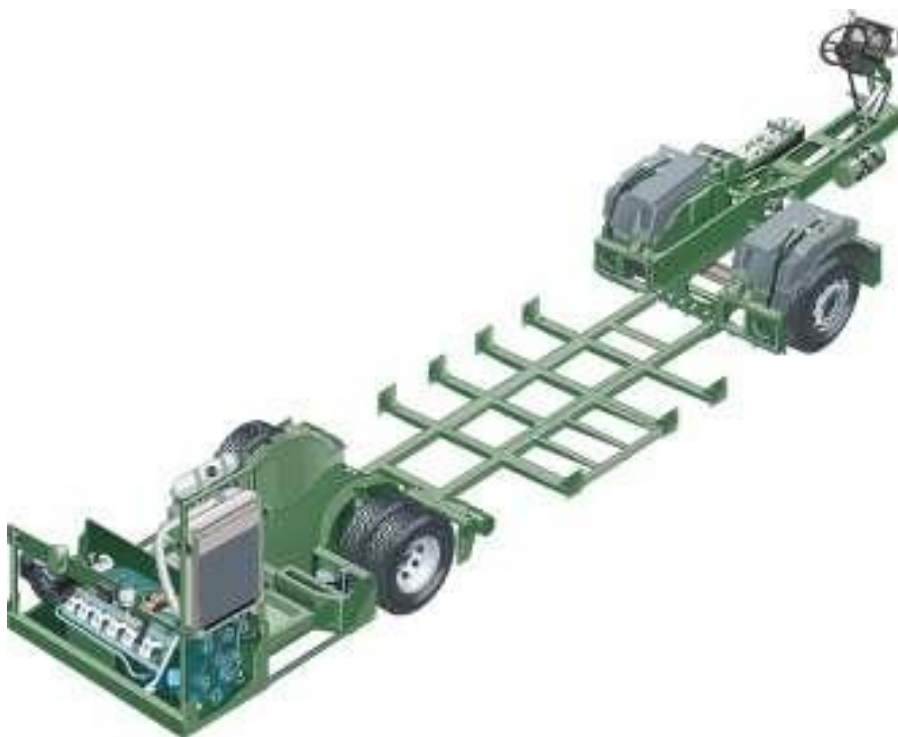
Лонжеронска рамна шасија преставља основу на коју се ставља каросерија. Често каросерија има помоћни рам који има повећава висину пода и укупну тежину аутобуса. Основни носећи елемент у овом случају је рам шасије, а каросерија прима само делимично оптерећење преко места ослањања на шасију. Торзиона крутост каросерије треба да буде мања од торзионе крутости шасије како неби долазило до пуцања каросерије. Рамна градња подне носеће структуре је временом еволуирала у релативно лагане конструкције са танкозидним носећим профилима, отвореног и затвореног типа, сходно захтевима локалног оптерећења уз примену љускастих ојачања у чворним тачкама.

Лонжеронска рамна шасија са костуром аутобуса има попречне бочне носаче на које су заварене странице каросерије. Каросерија је у саставу носеће структуре и заједно са рамом је оптерећена на савијање и торзију. Основни носећи елемент овде је такође рам, а каросерија прима само део оптерећења. У овом случају тежи се изједначавању торзионих крутости. Ове шасије најчешће имају изглед мердевина и деле се према положају лонжерона, и то:

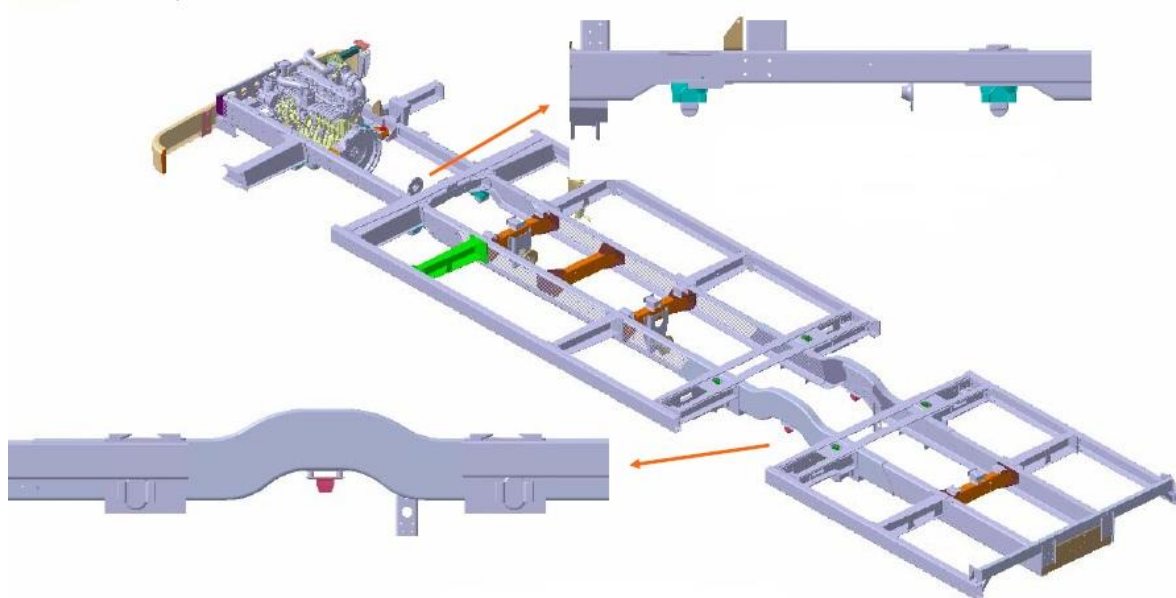
- Са равним паралелним лонжеронима, У профила, (најприближније камионским шасијама, данас се користи код мањих аутобуса),
- Са паралелним лонжеронима У профила, савијених на месту осовина ради смањења пода аутобуса, слика 4.5,
- Са савијеним лонжеронима на месту осовина али са променљивом ширином између лонжерона.

Попречни носачи лонжеронског рама су најчешће У профили, а ради повећања попречне крутости неки од попречних носача могу бити цевни. Лонжеронски рамови се израђују пресовањем од лима дебљине 5-8 mm, висине профила од 150 до 250 mm, са ширином профила 50 до 100 mm.

Шасија рамне селекциске градње се састоји од више попречних носача, који се протежу од леве до десне странице аутобуса, попречно повезаних помоћу сегмената подужних носача. Профили који се користе у овом случају су најчешће затвореног правоугаоног пресека. Висина профила је од 150 до 220 mm, са дебљином лима од 2 до 4 mm. Овакава шасија има могућност различитих растојања подужних носача, што омогућава лакшу уградњу агрегата. Када се ова шасија примењује код нископодних аутобуса висина профила се креће од 80 до 130 mm, слика 4.5.



Слика 4.5 Шасија нископодног градског аутобуса [17]



Слика 4.7 Шасија рамне селекциске градње [19]

Шасија нископодног градско аутобуса има ниску носећу решетку са попречним гредима, због потребе за стајањем средишњи део шасије се додатно ојачава на средини како би шасија могла да издржи тежину, јер средишњи део у градским аутобусима носи највеће оптерећење.

Решеткаста шасија и костур каросерије тзв. Самоносећа каросерија има примену код туристичких аутобуса, (слика 4.6). Оваква шасија је међу најраспрострањенијима данас. Код ових аутобуса каросерија се везује за решетку шасије, најчешће заваривањем. Носећи елемент у овом случају је каросерија који носи највећи део оптерећења. Решетка шасије је просторна решетка, састављена најчешће од цеви правоугаоног облика пресека 40 x 40 mm до 50 x 80 mm, са дебелином лима од 1,5 до 3mm. Костур каросерије је најчешће састављен од истих цеви истих пресека, што омогућава лакше уклапање. Велика висина решетке у просеку око 600 mm, омогућава веома чврсту везу решетке шасије са каросеријом. Решетка шасије сам за себе, не представља носећи елемент, који може да се оптерети на савијање и торзију. Овакви конструкциона решења се примењују код међуградских и туристичких аутобуса.

Шасија туристичког аутобуса (Слика 4.6) је ојачана и има високу подну решетку, сходно томе има велику носивост, и доста места да понесе неки од јачих агрегата, што самом аутобус даје могућност брже вожње.



Слика 4.6 Шасија туристичког аутобуса

Досадашња искуства у градњи носећих структура предпостављала је примену танкозидних челичних профила квадратног или правоугаоног попречног пресека. У комбинацији са додатним профилисаним челичним елементима, обезбеђивали функционалне претпоставке као што су извођење належућих површина одређених склопова (врата и каросериских оквира врата, прозора и оквира прозора, поклопаца пртљажног простора итд.).

Савремени аутобуси теже примени танкозидних челичних профила комплексног попречног пресека како би се уз минималну масу обезбедили параметри крутости.

Због великих критеријума који се постављају пред шасију избор профила за велике склопове, као што су предњи зид, бочни стубови стране и неки елементи подне структуре изводе у облику полушкољке, која се тачкастим заваривањем формира у склоп.

Материјал који се користи за израду шасија је најчешће од нерђајући и галванизираног челик, због своје тврдоће и велике носивости. Услед промене агрегата који постају све лакши за шасију се могу узимати и материјали који су лакши, попут алуминијума и његових легура. Истраживања су показала да алуминијум може имати исту чврстоћу као и челик, само је потребно да профили буду нешто мало дебљи. Са тим задебљањима тежина би опет била лакша него када би се користила челична конструкција. Исти пример се може извести са композитним материјалима. Дебљи профили алуминијума имају тај проблем јер приликом задебљања смањује се простор за уградњу агрегата, трансмисије, ослањања, кочионог система, итд. Композитни материјали налазе примену на деловима који имају велику затезну чврстоћу и ударну жилавост., док се на деловима на којима је потребна велика крутост при савијању немогу користити.

4.1.2 Елементи каросерије

Да би се добила идеална каросерија врше се компјутерска испитивања различитих оптерећења за задате реалне услове експлоатације. Обавезно је симулирање судара и превртања. За склопове који су у пракси изложени удару, прорачуни и димензије се изводе тако да се енергија удара апсорбује деформацијом, на начин који не угрожава безбедност возача и путника. За ову сврху се користе композитни материјали.

Сви конструктори аутобуса гледају да направе што лакшу и што крућу конструкцију. У условима који дозвољавају велике просторне могућности максимално се тежи примени модела просторне решетке са штапним елементима (преносе силе само у аксијалном правцу). Пошто то није увек могуће основна структура се базира на гредним елементима (преносе и силе и моменте) мембранама (преносе оптерећења у сопственој равни) и плочама (преносе оптерећења у сопственој равни и моменте).

Један од најинтересантнијих типова аутобуса са аспекта носеће структуре је градски аутобус. Код градских аутобуса изразито је неповољан однос маса оптерећеног и неоптерећеног возила, тај однос маса је 1:25. Овај однос настаје као тенденција смањења висине подне решетке ради обезбеђивања олакшане циркулације путника који улазе и излазе. Код ових аутобуса се оптерећење преноси на ојачану бочну конструкцију страница и нарочито на кров.



Слика 4.8 Носећа структура Неоплантовог Универса [10]



Слика 4.9 Каросерија градског аутобуса [10]

Као носећи елемент могу се сматрати и прозорска стакла уколико су залепљена за каросерију.



Слика 4.10 Прозор са гуменим заптивком [10]

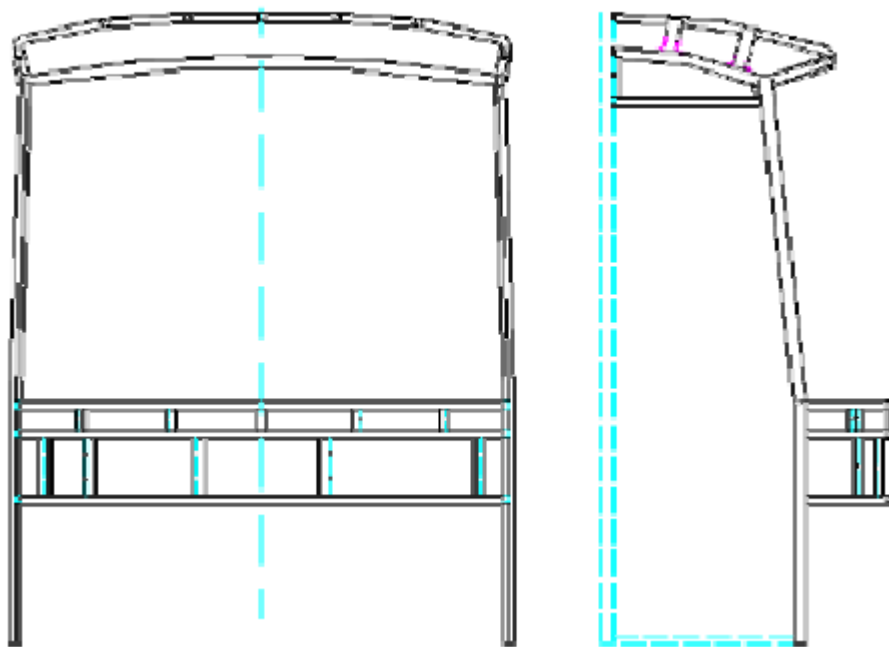


Слика 4.11 Лепњени прозори за костур странице [10]

Костур каросерије на самоносећој каросерији састоји се од више делова који се раде посебно, а затим склапају међусобно и са шасијом-подном решеткастим носачем сачињавају костур аутобуса. Ти делови су:

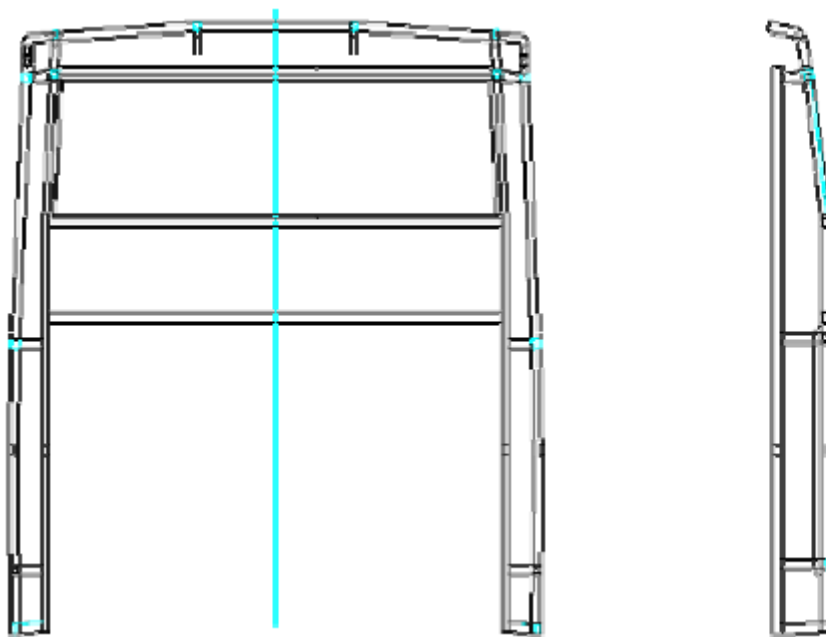
- ~ Костур предње стене,
- ~ Костур задње стене,
- ~ Костури страница,
- ~ Костур крова.

Костур предње стене је предњи део каросерије- чело каросерије. Састављен је од правоугаоних или квадратних челичних профила заварених за једну целину, са простором-окном за ветробран и садржи све припадајуће елементе (носаче врата, огледала, инструмент табле, брисаче, итд). [6]



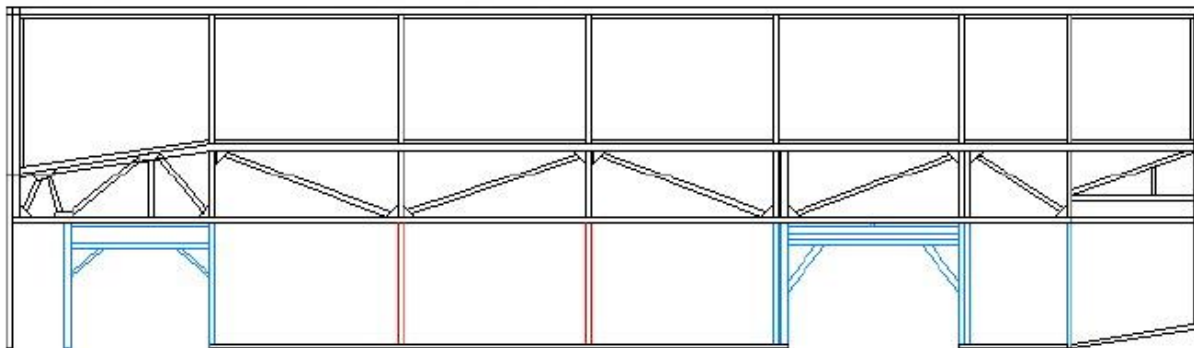
Слика 4.12 Костур предње стене каросерије Нибус 400.41 [7]

Костур задње стене је задњи део каросерије и израђује се исто као и костур предњег зида.

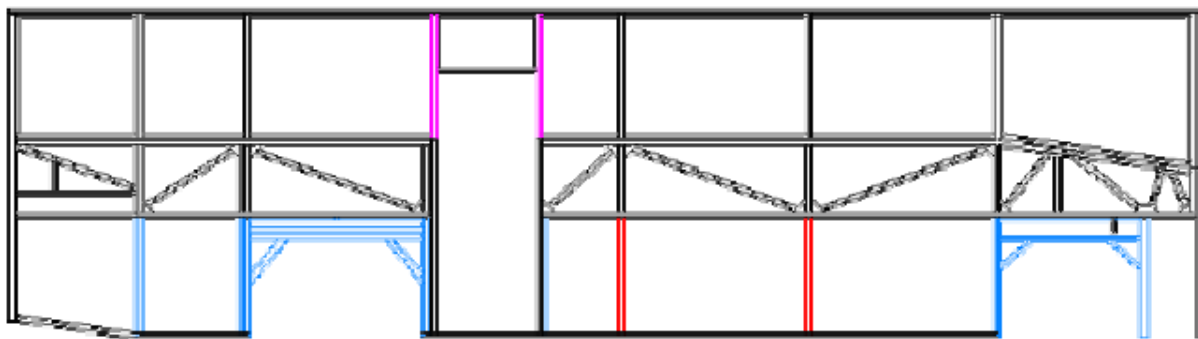


Слика 4.13 Костур задње стене каросерије Нибуса 400.41 [7]

Десна и лева страна аутобуса се састоје од костура, такође састављеног од најчешће правоугаоних или челичних профила заварених у једну целину. Имају све потребне делове за уградњу прозора, врата, унутрашњих оплата, носача поклопаца, пртљажних врата, блатобрана итд.

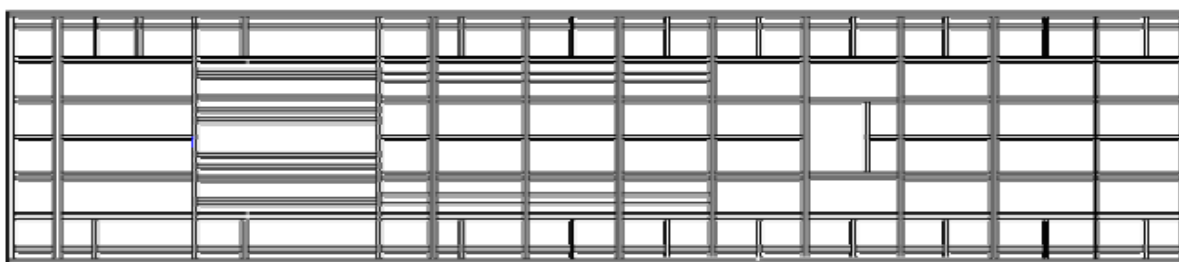


Слика 4.14 Костур леве бочне стране за аутобус Нибус 400.41 [7]



Слика 4.15 Костур десне бочне стране за аутобус Нибус 400.41 [7]

Костур крова се ради у алату и такође садржи све елементе који ће касније служити за уградњу кровних отвора (луфтера), клима уређаја, кровних рукохвата, галерија за пртљаг итд.



Слика 4.16 Костур крова аутобуса Нибус 400.41 [7]

4.2 Оптерећења и напрезања којима је изложена носећа структура

Оптерећења која се јављају код аутобуса могу бити статичка и динамичка.

Статичка потичу од сопствене тежине, тежине мотора, мењача, путника и пртљага.

Динамичка оптерећења носеће структуре у многоме зависе од конструкције система за ослањање возила и крутости опружних елемената.

Цела носећа структура аутобуса у целини је изложена:

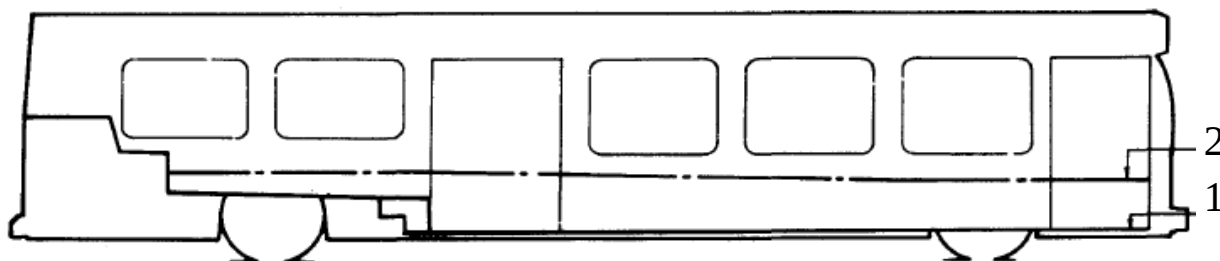
- Напрезању на савијање од тежинског оптерећења (сопствене тежине, тежине путника и пртљага). Ова оптерећења делују на подужне и попречне делове аутобуса.
- Напрезању на торзију носеће структуре аутобуса од тежинског оптерећења при мировању и при кретању на неравном путу и на кривинама, при неравном угибу елемената ослањања.
- Напрезању од инерцијалних сила при кочењу и убрзавању аутобуса, и кретању аутобуса у кривину.
- Вибрационим оптерећењима која потичу од мотора и трансмисије, од точкова и сопствених осилација носеће структуре .
- Оптерећење од погонских и кочних момената мотора и трансмисије.

Вибрације које се јављају од мотора и трансмисије могу се свести на минимум исправним одабирањем елемената ослонаца мотора исправним димензионисањем трансмисије. Вибрације елемената носеће структуре спречавају се правилним димензионисањем носача, вибрације оплате укрућивањем и премазивањем премазима. Постојање вибрација треба проверити испитивањем на постојећим конструкцијама и предузети мери да се отклоне уколико их има. Вибрациона оптерећења могу да смање век појединих елемената носеће структуре [7]

5.0 СПЕЦИФИЧНА КОНСТРУКТИВНА РЕШЕЊА

5.1 Нископодни аутобуси

Нископодни аутобуси су аутобуси намењени за градски превоз, код њих се тежи да сама шасија буде што нижа и да омогући лакши улазак и излазак путника. Растојање код нископодних аутобуса је мање или једнако 380 mm од подлоге, овим спуштањем се добија на брзини при улажењу и излажењу, а самим тим нема ни задржавања и гужве. Код оваквих аутобуса лако је уочити високе бочне појасеве надпрозорске кровне конструкције, које растеређују подни рам тиме што на себе преузимају део оптерећења. Због мале висине рамних профила веза шасије и каросерије је ојачана посебним угаоним елементима. Бочне странице каросерије су од јачих профила, а бочни канали се користе за ојачање шасије и везе са бочним страницама. Кров је такође ојачан дијагоналним допунским цевима.

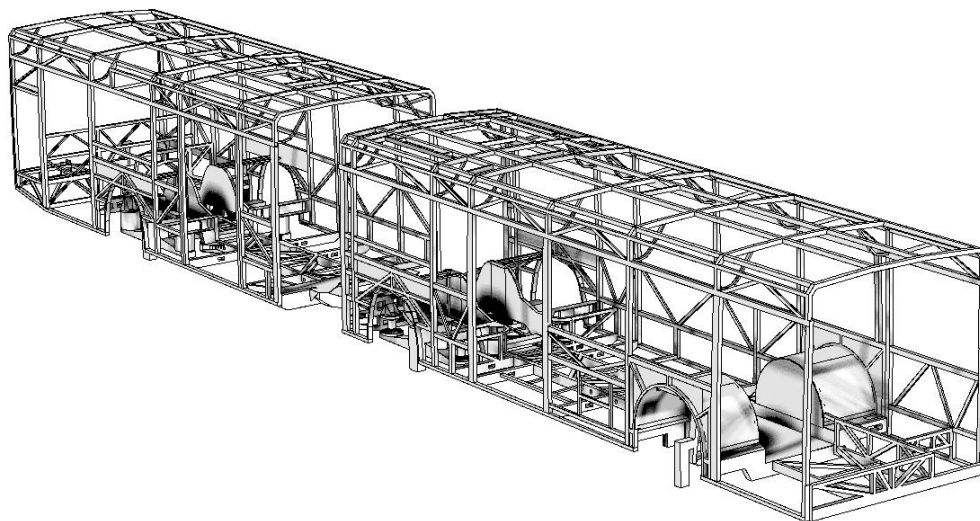


Слика 5.1 Линије пода код аутобуса (1-код нископодних аутобуса 2-код аутобуса са нормалном висином пода)

5.2 Зглобни нископодни аутобуси

Зглобни аутобуси се карактеришу дужином од 18 метара, направљени су спајањем две шасије спојене зглобном платформом. Ови аутобуси могу да превезу 170 путника и терет до 30 000 килограма при пуном оптерећењу. Због своје велике носивости ови аутобуси имају најчешћу примену у градском превозу. Зглобни аутобус има 3 осовине од којих се две налазе на предњем делу а трећа се налази на задњем делу. Због сигурности и стабилитета средња осовина је опремљена дуплим точковима. Код неких модела зглобних аутобуса задња освина је пратећа, односно окреће се у супротном смеру од прве осовине што омогућава сигурнији и лакши пролаз кроз кривине. Предњи део је као и код других аутобуса исти са двоја врата а “приколица” такође има двоја врата. Када код ових аутобуса дође до судара и аутобус доживи знатна оштећења врши се често његово конбиновање. У зависности ако је оштећена “приколица”, на предњи део се монтира нова “приколица”, а ако је “приколица” остала читава она се пребацује на неки други аутобус.

Каросерија ових аутобуса је урађена од цевастих профила правоугаоног попречног пресека. Кровови код зглобних аутобуса се могу израђивати од алуминијума и фибергласа јер тиме олакшавају саму конструкцију аутобуса.



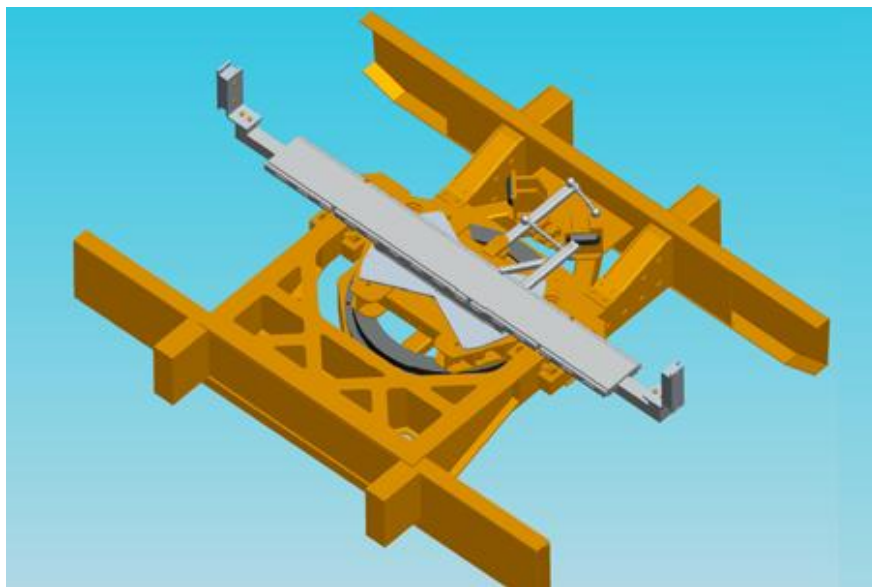
Слика 5.2 Каросерија зглобног аутобуса [10]

Зглобни аутобуси имају исту конструкцију шасије као и сви други аутобуси. Једина разлика је што је њима придодата “приколица” са једном осовином. У зависности од произвођача аутобуса на носећој структури “приколице” често се не налази ништа од опреме, сем у појединим случајевима када су резервоари за гориво смештени на њих. Са новим решењима тежи се да се мотор пребаци на “приколицу”.



Слика 5.3 Шасија зглобног аутобуса [10]

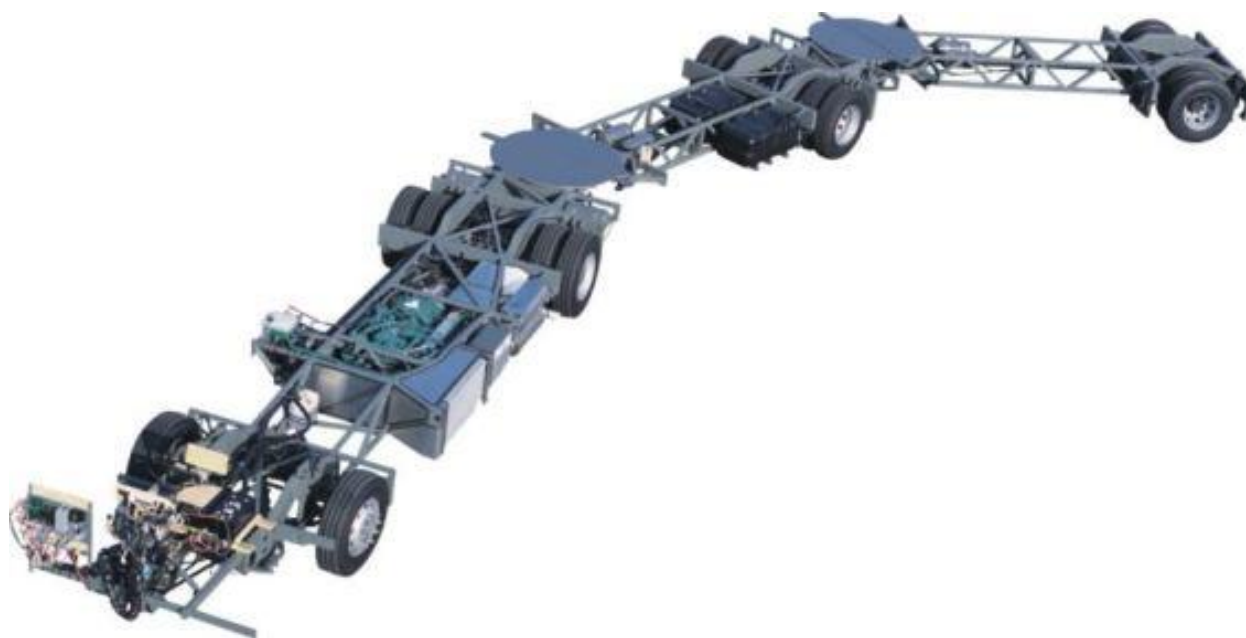
Веза која спаја предњи и задњи део зглобног аутобуса је окретница, она мора имати слободу кретања да омогући што лакше маневрисање аутобуса. Такође има битну улогу услед прелажења преко лежећих полицајаца и других неравнина на путу. Окретница треба да контролише да недође до проклизавања аутобуса. Мора бити постављена тако да се омогући лако одржавање и сервисирање, а ако дође до кvara да замена буде лака.



Слика 5.4 Зглобна платформа [18]

5.2.1 Аутобуси са два зглоба

Сем зглобних аутобуса са једном “приколицом” производе се аутобуси са више “приколица”. Средњи додатк има једну осовину са дуплим точковима. Њихова дужина износи око 25 m и могу да превезу око 200 путника. У зависности од произвођача, осовина на другој, а у више случајева и трећој приколици, је управљива, самим тим се овим возилом лакше управља. Оваква возила представљају праве друмске возове. Користе се у великим градовима као један од најекономичнијих видова саобраћаја. Једина њихова мана је та што не саобраћају по уским саобраћајницама, већ на рутама специјално направљеним за њих.



Слика 5.5 Шасија зглобног аутобуса са две “приколице”



Слика 5.6 Двозглобни аутобус [10]

5.2.2 Зглобни двоспратни аутобуси

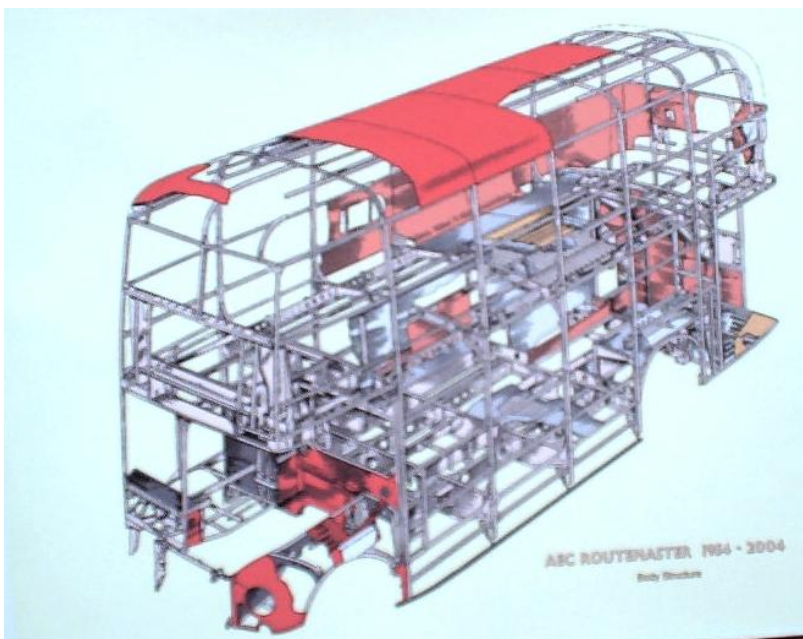
Зглобни двоспратни аутобуси чине надградњу нископодних зглобних аутобуса. Развојем зглобних двоспратних аутобуса бавила се Немачка фирма Неоплант. Неоплант је 1975 године произвео овакав аутобус и представљао је друмску верзију авиона.. Његова дужина је 18 m, широк је 2.5m, а висок 4m, и има укупну тежину од 26.5 t. У овај аутобус стаје преко 140 путника. Мана овог аутобуса је у томе што је прелаз из једног дела аутобуса у други део био могућ само преко другог спрата, то је правило потешкоће. Ови аутобуси су намењени за превоз туриста и превоз радника у фирмама. Неоплант их је произвео само 12. И други произвођачи су их правили али нигде није започета серијска производња.



Слика 5.7 Двоспратни зглобни аутобус [10]

5.3 Двоспратни аутобуси

Двоспратни аутобусу су своју прву примену нашли у Лондону педесетих година прошлог века. Тада се нису користили зглобни аутобуси а број путника које је требало превезсти је био велик. Конструкција аутобуса је добила надградњу и цео спрат је додат. Двоспратни аутобуси пролазе ригорозне тестове на стабилност, Ови аутобуси имају веома високо тежиште, што може довести до лаког превртања у вожњи. Шасија се ради заваривањем правоугаоних профила, док се за каросерију узимају цевасти профили. Оплате ових аутобуса се израђују од што лакших материјала ради њихове лакше монтаже. Због своје тежине ови аутобуси се изграђују са једном осовином напред и две позади. Иако зглобни аутобуси могли да превезу велики број путника спори су, зато се за превоз већег броја путника и пртљага на дуже релације користе двоспратни аутобуси. Двоспратни аутобуси имају две или три осовине па су лакши за маневрисање, тако да поједини произвођачи производе двоспратне аутобусе за градски превоз, то су такозвани нископодни двоспратни аутобуси.



Слика 5.8 Конструкција Лајлендовог Роутмастера



Слика 5.9 Туристички двоспратни аутобус [10]

Двоспратни аутобуси се доста користе у туристичке сврхе. Због могућности отварања крова идеални су за разгледање и обилазак туристичких дестинација.



Слика 5.10 Двоспратни аутобус са отвореним кровом [10]

5.4 Високоподни аутобуси

Високоподни аутобуси су углавном међуградски и туристички аутобуси. Ови аутобуси се могу грубо поделити према висини пода на:

- Соло (стандардно извођење), висина пода 980-1080 mm
- Средње подни, висине пода 1080-1130 mm
- Високо подни, висине пода 1130-1330 mm
- Супер високо подни, висине пода преко 1330 mm

Код међуградских и туристичких аутобуса, подна решетка је подигнута да би се обезбедио простор за пртљаг. Путници улазе преко два или три степеника који се морају прилагодити структури возила и несмеју бити веома високи. Код међуградског и туристичког аутобуса конструкција мора садржати висеће галерије изнад глава путника. Ове галерије морају бити прикладне да лако примају ствари, и морају бити раздвојене од прозора да неби дошло до њиховог оштећења

.Висеће галерије се морају поставити тако да не сметају путницима при вожњи у при устајању. Сама конструкција мора бити добро, да пружа максималну удобност путницима јер ови аутобуси немају стална заустављања. Ови аутобуси морају имати ојачану кровну структуру јер се на њих постављају уређаји за климатизацију и вентилацију. [6]



Слика 5.11 Соло приградски аутобус [10]



Слика 5.12 Високоподни туристички аутобус [10]

5.5 Конструктивна решења у зависности од положаја агрегата

Према коришћеном погонском гориву аутобуси имају агрегате са погоном на:

- ~ Дизел гориво
- ~ Природни гас (ЦНГ)
- ~ Електро погоњене агрегате

Када се код аутобуса примењује дизел гориво агрегат може бити на предњем, средишњем и задњем делу шасије, а такође у свим овим случајевима се може поставити подужно, вертикално или хоризонтално. [6]

Аутобуси са мотором напред су углавном мини-бусеви, и остали аутобуси мањих габарита. Тенденција произвођача је да се цела погонска група смести у предњи препуст. Овим се добија сигурносни зид у виду агрегата који има улогу да апсорбује ударац. Аутобуси са агрегатом напред су такође и поједини нископодни аутобуси. Премештањем агрегата напред добија се више места за путнички и пртљажни простор.



Слика 5.13 Аутобус са агрегатом напред

Агрегат на средини возила (између осовина), се поставља код градских и приградских аутобуса. Овим распоредом агрегата добија се већи путнички простор. Због места на ком се налази тежа је изолација, што доводи до повећања буке у путничком простору. Са аспекта расподеле маса и стабилности кретања ово решење је најидеалније, али због поменутих недостатака полако се избацује.

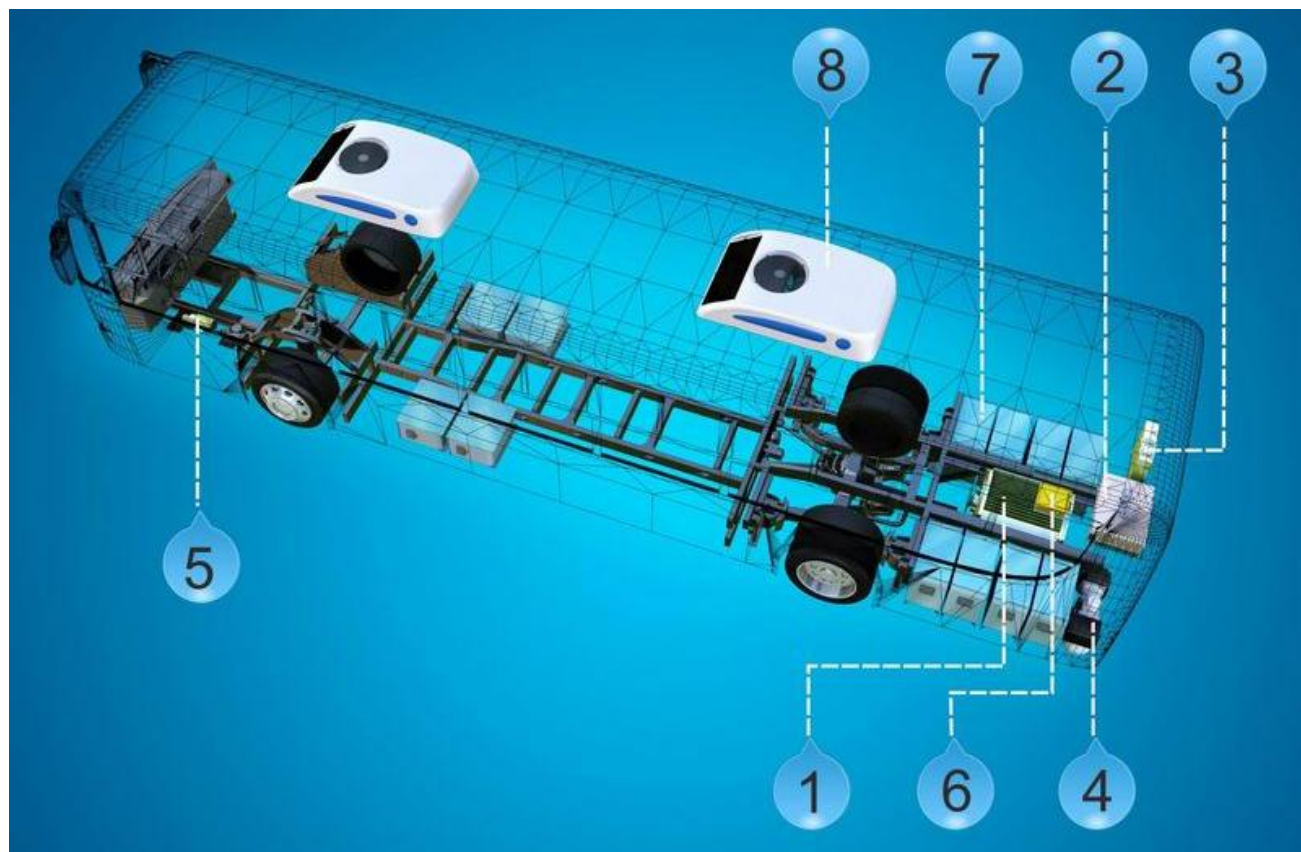
Данас се навише примењује постављање агрегата на задњи део шасије. Овај вид уградње омогућава најповољније услове за највећу искоришћеност путничког и пртљажног простора. Овај вид постављања агрегата одговара свим конструкцијама аутобуса, сем минибусевима. Код оваквих видова аутобуса оптерећење јесте пребачено на задњи крај аутобуса, али правилном расподелом осталих компоненти долази се до баланса маса, и задовољавају се сви услови стабилности.

Ако се код аутобуса користи компримовани природни гас мора се тражити идејно решење за смештај боца. Углавном се цела апаратура за компримовани природни гас поставља на крову, због тога се кровна конструкција мора ојачати (слика 5.14).



Слика 5.14 Аутобуси на компримовани природни гас [10]

Хибридни аутобуси на електро погон узимају све више маха код водећих произвођача аутобуса. Економичнији су и емисија штетних гасова је минимална. Распоред целе апаратуре аутобуса погоњеног електро агрегатом приказан је на слици 5.15. Код ових аутобуса треба се обезбедити добра конструкција, која ће да заштити батерије од влаге. Сва опрема мора бити добро инсталирана и упакована. Пошто цела апаратура стаје у под аутобуса, даје му велик простор за смештај путника. Оваквим решењима се тежи у даљем развоју аутобуса.



Слика 5.15 Аутобус на електро погон (1-Погонски агрегата, 2-Контролер агрегата, 3-Контролни ормар високог напона, 4-Интегрисана електрична пнеуматска пумпа, 5-Електрично хидраулична пумпа, 6-Систем за управљање батеријом, 7-Батерије, 8-Уређај за климу са уштедом енергије)[21]

6.0 ТРЕНДОВИ РАЗВОЈА СТРУКТУРА АУТОБУСА

Савремени аутобуси оптерећени су веома ригорозним захтевима који се пред њих постављају у погледу поузданости, безбедности, економичности градње и експлатације функционалности и еколошке подобности. Поред ових захтева који су заједнички за све типове аутобуса, сходно намени и пројектованим условима експлоатације, тенденције развоја је, што лакша и крућа носећа структура. Данас се доста примењују пластични материјали који узимају велики удео при изградњи аутобуса. Ови материјали се уз релативно лаке алате могу просторно обликовати и тиме обезбедити естетске претпоставке каросерије аутобуса.

Предност технологија дубоког извлачења у односу на класичан прилаз је у томе што смањује учешће ручног заваривања на најмању могућу меру. Примена технологија тачкастог заваривања помоћу робота обезбеђује оптималне могућности контроле процеса производње и контроле квалитета. Сви функционални и технолошки отвори на отпресцима пробијају се пре антикорозивног третмана, тако да нема накнадног бушења састављених и већ заварених делова носеће структуре. Најзначајни податак ове технологије израде носеће структуре аутобуса се огледа у томе што овај поступак изискује скупе и прецизне алате, и преставља привилегију одређеног броја произвођача.

6.1 Структуре аутобуса

Готово сви већи произвођачи чине покушај да изведу целу носећу структуру од алуминијумских танкозидних профила. Проблеми са недовољном крутошћу за случајеве преоптерећења, висока цена коштања као и проблем отпада по окончаном радном веку таквих возила за сада онемогућавају шири замах овог концепта и велико серијску производњу.[4]

6.1.1 Градски и приградски аутобуси

Код градских и приградских аутобуса у циљу побољшања његових конструкционих карактеристика треба обратити пажњу на смањење висине подне решетке на ниво првог степеника, у циљу обезбеђења услова за што удобнији и бржи улаз/излаз путника на стајалиштима, као и могућност за превоз инвалида у колицима без посебног уређаја за подизање и спуштање колица. Његове маневарске карактеристике, пречник заокрета морају бити мањи од 21 метра. Сама структура возила мора да омогући и простор за стајање и седишта за путнике. Због места за стајање потребно је обезбедити одређену висину у аутобусу и рукохвате за држање путника. Градски и приградски аутобуси морају имати двоја или троја врата због циркулисања великог броја путника. Због своје градске намене конструкција аутобуса мора имати добру прегледност ради боље вожње у градским гужвама.



Слика 6.1 Градски аутобус Сканија

6.1.2 Међуградски и туристички аутобуси

Код ових аутобуса тенденције су да се сама носећа структура што је могуће више олакша да би се смањила њихова тежина. Да се решење постављања агрегата изведе тако да не заузима много места путницима и просторијама за пртљак, да не прави буку и вибрације. Сама носећа структура треба бити таква да обезбеди удобност и да путницима пружи сигурност при путовању.

6.2 Примена пластичних материјала

Од самог почетка примене пластичних материјала њихова употреба је у порасту. Почетне предности пластичних материјала су се мултипликовале тако да су, захваљујући њиховој примени, савремена моторна возила постала лакша, лепша, бржа, тиша, сигурнија и удобнија. Самим тим и потрошња горива је смањена, што је проузроковало смањење емисије гасова.

Прерада пластичних материјала се врши на више различитих техника и поступака. Најчешће се примењује високопритисно убризгавање, ињекционо уливање, ливење, пресовање, екструдирање, ламинирање. Избор технике која ће се примењивати зависи од врсте материјала, величине серије, класе и намене аутобуса.

Носећа цевна решетка аутобуса идеална је за облагање пластичним материјалима споља и изнутра. Комплетан ентеријер и екстеријер, као и многи функционални системи и делови аутобуса могу се радити од пластичних материјала. Пластични материјали који се примењују у градњи аутобуса у принципу се могу разврстати у три групе:

- ~ Термопласти
- ~ Дуропласти
- ~ Еластомери

6.2.1 Термопласти

Термопласти су врста пластике која услед полимеризације постају веома тврди. Термопласти приликом загревања мењају свој облик, што много утиче на могућност њиховог лаког обликовања. Могу се рециклирати, тако да делови који су поломљени и оштећени могу се поново прерадити. Данас постоје десетине врста пластике, најчешће се користе полиуретан, полипропилен, поликарбонат и акрил. Код аутобуса се користи за израду предње маске, браника, блатобрана и других делова.[6]

6.2.2 Дуропласти

Дуропласти су врста пластике који после полимеризације и обликовања добијају трајни облик који се не може мењати. Њихова чврстоћа, тврдоћа и ударна жилавост се временом не мењају. Они се не могу рециклирати, тако да се могу уништити само спаљивањем. Најчешће се користе фенопласти, незасићени полиестри, епоксиди и други. Код аутобуса због своје чврстоће се примењују код спољних делова од којих се нетраже посебна механичка напрезања. Има примену код кровне конструкције аутобуса, предње маске, браника, спојлера, поклопца пртљажника. Има примену и у унутрашњости аутобуса као кровне и бочне оплате, унутрашња оплата предњег и задњег зида. [6]

6.2.3 Еластомери

Еластомери су полимерни материјали који се на собној температури, под малим напрезањима, могу издужити за 100% а након престанка напрезања вратити у првобитан положај. Примена код аутобуса имају код термоизолационих облога зидова, пуњење шупљина у носећој конструкцији ради смањења корозија и повећања чврстоће. Као улошци седишта, наслони за главу и руке, рукохвати, еластични браници, еластични блатобрани. Такође се њиме пуне браници ради апсорпције удара. [6]

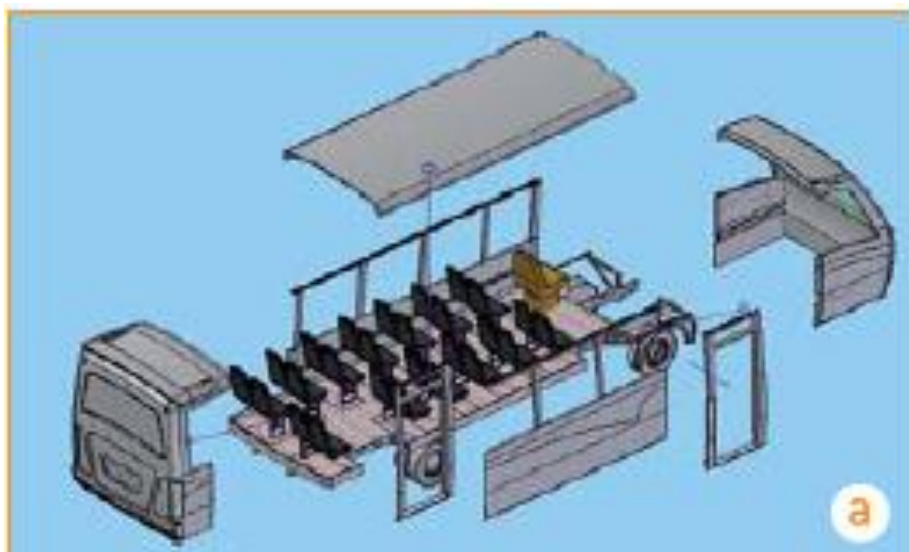
6.2.4 Пример аутобуса од фибергласа

Иконфилбра приватна компанија и Колумбијска влада у сарадњи са Боливариан Универзитетом поцела је са производњом аутобуса за превоз путника (од 19 до 36) израђених од фибергласа. Овај пројекат је покренут у мају 2007 у циљу проналажења ефикаснијих каросеријских структура. Ови аутобуси су испитивани на чврстоћу, у директном судару са 4,5 тона дошло је до дефекта који је мањи од 5 см. Ови аутобуси неподлежу светским стандардима при превртању, али Колумбијска Влада ради на унапређењу тога. Овим би се добио аутобус са структуром од 90% која би се израђивала од пластичних материјала. Самим тим био би лакши за 30% од сваког конкурентног аутобуса који би био израђиван од метала. Самим тим ови аутобуси би могли да користе хибридне агрегате, као што су гас и електрична енергија.

Фиберглас је материјал направљен од стаклених влакана. Има добру чврстоћу, веома је лак, погодан је за лако обликовање. Због своје особине лаког обликовања од њега се могу израђивати различити облици. То је помогло при изради предње маске аутобуса која се прави изливањем из калупа. Бочне стране, кров и задњи део аутобуса се израђују као панели. Ови панели се лако монтирају зато што су лаки па због тога и носећа структура на коју се монтирају не мора бити претерано сложена. Сви делови се спајају помоћу завртања, што омогућава брзу монтажу.

Услед пуцања или било ког другог квара неког од делова каросерије веома лако и брзо се може тај део скинути и место њега поставити други.

Ови аутобуси саобраћају улицама Боготе, Бела и других већих градова Колумбије. Статистика коју пружају компаније је показала 35% смањење у потрошњи горива и 20% у трошковима одржавања. Друге очигледне предности укључују смањење еколошке емисије, смањење емисије буке у поређењу са металним аутобусима, и повећана отпорност на корозију. [14]



Слика 6.5 Пример панелног фибергласовог мини-буса [14][20]

6.3 Композитни материјали

Композитни материјали се састоје од два или више различитих материјала, који су чврсто међусобно повезани. Овакви материјали попримају својства материјала другачије од њихових појединих компонената. Они омогућавају флексибилност и дизајн, лаку израду делова сложене геометрије, лаки су, отпорни на удар, отпорни на замор услед коришћења и имају добру хемијску отпорност. Због ових особина се следећих година очекује раст употребе полимерних композита у аутобуској индустрији. Они све више мењају традиционалне материјале. Произвођачи аутобуса константно траже нове начине да смање тежину возила како би додатно смањили потрошњу горива, која утиче како на исплативост вожње тако и на очување животне средине. Композитни материјали као замена за челик смањују тежину возила и за 35%. Такође композитни материјали се могу искористити и као замена делова од алуминијума и инжињерске пластике. Европа је лидер у коришћењу напредних угљен-епокси композита, а нагли раст има примена композита полипропилена.[23]

6.4 Примери примене пластичних маса на носећу структуру аутобуса



Слика 6.6 Оригинални изглед Неоплантовог Старлајнера [10]



Слика 6.7 Редизајнирани изглед Неоплантовог Старлајнера

На слици 6.6 приказан је фабрички изглед Неоплантовог Старлајнера, а на слици 6.7 приказан је исти модел само са редизајнираним предњим зидом. Редизај је урађен пластичним масама. Овим примером се показује колико се лако мења изглед аутобуса, и ради на његовом улепшавању. Сем улепшавања лака промена изгледа пружају могућност уградње нових система на аутобус, а то представља још један корак ка осавремењавању постојећег аутобуса. Такође горње предње стакло је заобљеније због боље аеродинамике. Самим тим се смањује и простор за два пара седишта али се пружа могућност удобнијег путовања и боље прегледности других путника. Овим примером се види да се мења постављање светлосне групе из праволиниског у косу формацију. Осим тога додато је и светло за маглу на бранику.

7.0 ЗАКЉУЧАК

У овом Завршном раду приказана је носећа структура аутобуса као битна целина. Носеће структуре аутобуса изводе се тако да задовоље критеријуме крутости за задате услове оптерећења, економичности у производњи применом роботике, задовоље аспекте безбедности возача и путника и све строжије еколошке захтеве.

Примена танкозидних челичних отпресованих профила комплексног попречног пресека, обезбеђује повољније компаративне параметре по основу наведених критеријума у односу на класичну технологију производње аутобуса.

У зависности којој ће сврси возње користити аутобуси имају разноврсна конструктивна решења, па од тога зависи положај агрегата, висина подне решетке итд.

Оно што је важно је да произвођачи аутобуса при производњи користе савремене материјале (пластике, поцинковани лим, алуминијум, композитне материјале), за оплатњавање као и да се посебна пажња обрати на заштиту од корозије носеће структуре возила, а понајвише шасије и костура аутобуса. Са тим кориговањима би се експлатација аутобуса знатно повећала.

ЛИТЕРАТУРА

- 1) Демич М., Дилигенски Ђ.: Теориске основе пројектовања аутобуса, Машински Факултет Крагујевац 2003
- 2) Глумац С., Жежељ С., Владовић П., Нијемчевић С.: Пројектовање производња и експлатација аутобуса, Икарбус АД, Београд 2002
- 3) Јанићијевић Н., Јанковић Д., Тодоровић Ј.: Конструкције моторних возила, Машински Факултет Београд, 1987
- 4) Дилигенски Ђ., Демич М.: Тенденције у пројектовању са посебним освртом на носећу структуру, Зборник радова, Међународни научностручни скуп “Наука и моторна возила”, Београд, 1997., YU-97363 стране 93-97
- 5) Демич М. : Сто година моторних возила у Србији, Крагујевац
- 6) Јовановић Б.: Концепција градње аутобуса, Завршни рад, Машински Факултет, Крагујевац 2009
- 7) Јовановић Б.: Израда идејног пројекта туристичког аутобуса, Мастер рад, Машински Факултет, Крагујевац 2011
- 8) Daimler: Mercedes-Benz Bus History Oktobar 2008
- 9) <http://www.ikarbus.rs/> преузето- 23.10.2012
- 10) <http://www.autobusi.net/> , преузето- 25.10.2012
- 11) <http://www.bus-stuff.co.uk/> , преузето- 26.10.2012
- 12) <http://www.man-mn.com/bus/> , преузето- 02.11.2012
- 13) <http://roland@magirusdeutz.co.uk/> , преузето- 01.11.2012

- 14) <http://www.jeccomposites.com/> преузето 02.11.2012
- 15) <http://www.neobus.rs/>, преузето- 06.11.2012
- 16) <http://www.moto.rs/>, преузето- 04.11.2012
- 17) <http://www.skyscrapercity.com/>, преузето- 05.11.2012
- 18) <http://www.articulated-bus.com/>, преузето- 07.11.2012
- 19) V. VijayKumar *Manager-Product Development- Suspension System for Semi Low Floor Bus*
- 20) <http://www.autobusesdecolombia.com/> , преузето- 08.11.2012
- 21) http://www.globalmarket.com/filestorage/gallery/manufacturer/727/724727/prod/20_1347243371753.jpg/ , преузето- 09.11.2012
- 22) <http://www.plastikainfo.com/tehnologija/kompozitni-materijali/> ,преузето- 07.11.2012