

Факултет инжењерских наука
Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство
Ниво студија: Мастер академске студије
Модул: Моторна возила и мотори
Предмет: Пројектовање моторних возила
Број индекса: 307/2016

Предраг С. Пурешевић

Идејни пројекат теретног возила са уређајем за самоистовар N3/BA/10

мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. др Јованка Лукић, ментор
2. _____
3. _____

Датум
одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог мастер рада кандидат треба да

- анализира развој теретног возила N3/BA/10
- анализира тржиште наведене класе и намене
- да предлог концепције возила усвајајући конкретне агрегате
- усвоји димензије возила, позиције појединих агрегата, смештај возача и путника,
- извршити проверу вучно-брзинских карактеристика
- пројектовати радно место возача
- у програмском пакету по избору нацрта силуету возила и контуре радног места возача

Препоручена литература:

[1] Демић Мет ал.: Пројектовање теретних моторних возила, Машински факултет у Крагујевцу, 1994
2004.

[2] ErichHoepke, Stefan Breuer (Hrsg.), WolfgangAppel, Hermann Brähler, UlrichDahlhaus,ThomasEsch, StephanKopp,BerndRhein, Nutzfahrzeugtechnik, Grundlagen, Systeme, Komponenten, SpringerVieweg, 2013

[3] Каталог произвођача

Крагујевац, 25.02.2018

ментор:

Проф. др Јованка Лукић

З А Х В А Љ У Ј Е М

се Вери Ж. Пурешеву, на пруженој помоћи током студирања на Факултету инжењерских наука у Крагујевцу, и

адвокату Зорану Д. Богићевићу из Смедеревске Паланке, на моралној и свакој другој подршци.

Предраг С. Пурешеву

Резиме:

У овом раду приказан је поступак израде идејног пројекта теретног моторног возила са уређајем за самоистовар (кипер), категорије N3/BA/10.

У раду су анализирани техничке карактеристике поменутог возила, извршена је анализа појединих модела исте категорије других произвођача возила, која су већ присутна на српском тржишту и налазе се у експлоатацији.

Извршена је анализа домаћег тржишта за теретна возила категорије N3/BA/10, могућност производње надградње за возило поменуте категорије као и начин остваривања њене везе са основним рамом (шасијом) теретног возила. Извршена је селекција основних делова, склопова и агрегата за које постоји могућност производње у Републици Србији, а који се морају купити у иностранству од познатих светских произвођача.

У раду је приказана и законска регулатива коју возило категорије N3 мора да испуни, како би се могло користити у саобраћају на јавном путу.

Усвојене су основне димензије кабинског простора и возила у целини, анализирано је радно место возача и приказан је технички цртеж идејног пројекта возила. На крају рада извршена је рачунска провера перформанси и стабилности возила и приказано је радно место возача у програмском пакету CATIA.

Кључне речи: пројектовање, категорија N3/BA/10, кипер.

Abstract:

This work presents the procedure for the development of the conceptual design of a freight motor vehicle with a self-unloading device (dumper truck), category N3/BA/10. The work analyses the technical characteristics of the aforementioned vehicle, analyses certain models of the same category of other vehicle manufacturers, which are already present on the Serbian market and are in exploitation.

The analysis of the domestic market for commercial vehicles of category N3/BA/10, the possibility of producing a superstructure for the vehicle of the mentioned category, as well as the way of achieving its connection with the basic frame (chassis) of the goods vehicle, was carried out. A selection of basic parts, assemblies and aggregates for which there is a possibility of production in the Republic of Serbia, which have to be purchased abroad from known world manufacturers, has been carried out.

The paper also presents the legal regulations that the N3 vehicle has to fulfill in order to be used in traffic on the public road.

The basic dimension of the cabin space and the vehicle as a whole was adopted, the driver's position was analysed and the technical drawing of the conceptual design of the vehicle was shown. At the end of the work, a computation of the performance and stability of the vehicle was performed and the position of the driver in the CATIA software package was shown.

Key words: design, category N3/BA/10, dumper truck.

САДРЖАЈ:

1. УВОД	1
2.ТЕХНИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ МОТОРНОГ ВОЗИЛА СА УРЕЂАЈЕМ ЗА САМОИСТОВАР.....	2
2.1. УЧИНАК ТЕРЕТНОГ МОТОРНОГ ВОЗИЛА СА УРЕЂАЈЕМ ЗА САМОИСТОВАР.....	3
3. АНАЛИЗА МОДЕЛА ВОЗИЛА КАТЕГОРИЈЕ N3/BA/10.....	4
3.1. Карактеристике теретног моторног возила MAN CLA 26.280 6x4.....	7
3.2 Карактеристике теретног моторног возила “Mercedes-Benz”, тип ASTRO 2635 6x4.....	13
3.3. Анализа надградње са уређајем за самоистовар	19
3.4. Веза основног рама теретног моторног возила и надградње.....	27
3.5. Карактеристике надградње, уређаја за самоистовар „Hidraulika Kurelja - Proleter “ Doo , Крагујевац.....	29
3.6. Карактеристике надградње, уређаја за самоистовар „ STILT “ Doo Смедеревска Паланка	32
4. АНАЛИЗА ТРЖИШТА И ЗАКОНСКА РЕГУЛАТИВА КОЈЕ ТЕРЕТНО МОТОРНО ВОЗИЛО N3/BA/10 ТРЕБА ДА ЗАДОВОЉИ.....	39
4.1. Анализа тржишта за које је намењено теретно моторно возило N3/BA/10	39
4.2. Законска регулатива која се односи на ТМВ N3/BA/10.....	40
4.5. Стандарди SRPS који се односе на теретна моторна возила категорије N	51
4.6. Правилници ЕСЕ који се односе на теретна моторна возила.....	52
5. УСВАЈАЊЕ КОНЦЕПЦИЈЕ ВОЗИЛА.....	56
6. УСВАЈАЊЕ ДИМЕНЗИЈА ВОЗИЛА,ПОЗИЦИЈЕ ПОЈЕДИНИХ АГРЕГАТА,СМЕШТАЈ ВОЗАЧА И ПУТНИКА	57
6.1. Антропометријске величине човека.....	58
6.2. Радно место возача (РМВ)	63
6.3. Димензионисање кабине теретног моторног возила	63
6.4. Минимална дужина кабине теретног моторног возила	64
6.5. Минимална ширина кабине теретног моторног возила	66
6.6. Минимална висина кабине теретног моторног возила	68
6.7. Остали габарити теретног моторног возила.....	68
6.8. Позиција појединих агрегата	69
7. МОГУЋНОСТ ПРОИЗВОДЊЕ ТЕРЕТНОГ МОТОРНОГ ВОЗИЛА СА УРЕЂАЈЕМ ЗА САМОИСТОВАР, НАБАВКЕ СКЛОПОВА, АГРЕГАТА И УРЕЂАЈА ДРУГИХ ПРОИЗВОЂАЧА, КАО И ЊИХОВО УСВАЈАЊЕ	70
7.1. Избор основног рама	86
7.2. Усвајање погонског агрегата и мењачког преносника.....	86
7.3. Усвајање ретардера-помоћне кочнице за дуготрајно успорење.....	88
7.4. Усвајање управљиве и погонских осовина.....	89
7.5. Избор серво пумпе управљачког точка	90
7.8. Избор пнеуматика за пројектовано теретно возило 6x4	92
8. ТЕХНИЧКИ ЦРТЕЖ ИДЕЛНОГ ПРОЈЕКТА ТЕРЕТНОГ МОТОРНОГ ВОЗИЛА СА УРЕЂАЈЕМ ЗА САМОИСТОВАР 6x4,ТЕХНИЧКИ ОПИС,СКЛОПНИ ЦРТЕЖ.....	94
9. РАЧУНСКА ПРОВЕРА ПЕРФОРМАНСИ И СТАБИЛНОСТИ ВОЗИЛА	98
9.1. Коефицијент отпора при котрљању	100
9.2 Механички степен корисности трансмисије	101
9.3. Геометријске мере пнеуматика.....	101
9.4. Коефицијент пријањања.....	102

9.5. Фактор отпора ваздуха	102
9.6. Спољно- брзинска карактеристика погонског агрегата-мотора.....	103
9.6.1.Одређивање брзине возила у различитим степенима преноса при.....	103
максималном броју обртаја погонског агрегата-мотора	104
9.6.2. Одређивање вучне силе возила у различитим степенима преноса при.....	104
различитом обртном моменту погонског агрегата-мотора у зависности.....	104
од броја обртаја	104
9.6.3. Отпор ваздуха ТМВ за различите вредности брзине кретања возила у	105
свим степенима преноса за различите вредности броја обртаја мотора	105
9.6.4. Динамички фактор за различите вредности брзине кретања возила у	106
свим степенима преноса при различитим бројевима обртаја мотора.....	106
9.6.5. Отпор котрљању за различите степене преноса кретања возила у зависности	
од броја обртаја мотора	107
9.6.6. Коефицијент учешћа обртних маса.....	107
9.6.7. Максимално убрзање возила	108
9.7. Гранични успон који теретно моторно возило може да савлада	109
9.8. Гранични успон и пад за случај подужног клизања и превртања возила	110
9.9. Гранични пад.....	112
9.10. Попречна стабилност.....	113
10. ПРОЈЕКТОВАЊЕ У ПРОГРАМСКОМ ПАКЕТУ „CATIA V5”	116
11. ЗАКЉУЧАК	117
12. ЛИТЕРАТУРА.....	118

1. УВОД

Тенденција савремених уређаја за рад, машина, а тиме и теретних моторних возила (ТМВ), јесте да се што више користе у обављању физичких послова, чиме се искључује мануелни рад човека.

Развој уређаја за самоистовар на теретним моторним возила (ТМВ) везује се за 1914. годину, који је био механичког типа, покретао се путем зупчасте летве, да би касније користио уређај електромеханичког типа.

Средином XX века долази до развоја хидрауличних уређаја, који су изазвали револуцију у свим областима машинограње, посебно код „ дизања” терета било које врсте, што је нашло и директну примену код уређаја за самоистовар на теретним моторним возилима.

За израду теретног моторног возила (ТМВ) са уређајем за самоистовар, полази се од пројектног задатка.

Пројектни задатак и израду идејног пројекта пре свега дефинише намена возила.

Идејни пројекат представља прву конкретизацију пројектног задатка, а основни циљ му је дефинисање параметара ергосфере возача и спољашњих димензија, маса и перформанси теретног возила, као и естетски изглед самог возила.

У фази израде идејног пројекта решавају се следећи задаци: избор најповољније концепције возила, на основу упоредне анализе више расположивих конструктивних варијаната, врши се избор најрелевантнијих параметара агрегата и склопова теретног моторног возила, њихов оквирни размештај и дефинисање услова које они морају да испуне у циљу постизања оптималних сопствених перформанси и пројектовање товарног простора возила. Основни елемент идејног пројекта је склопни цртеж са унетим контурама свих склопова и котама [1].

Сви реномирани светски произвођача теретних моторних возила, попут „Mercedes-Benz-a”, „MAN-a”, „Scania”, „Volvo”, „DAF-a” и других, производе некомплетирана возила (погонски агрегат, трансмисија, шасија и кабина возила), возила врсте ВХ, (а не припадају врсти возила: ВВ, ВС и ВЕ) су хомологована и спремна за вожњу, а немају сопствену производњу надградњи, већ то по њиховим препорукама производе и монтирају њихови овлашћени произвођачи у складу са наменом возила и жељом крајњих купаца, постају комплетирана и спремна за експлоатацију. Да би се теретно моторно возило нашло у саобраћају на јавном путу, возило мора испунити сву потребну законску регулативу земље у којој се први пут региструје, укључујући и хомологацију надградње.

Овакав вид пословања, поменутих произвођача теретних моторних возила (ТМВ), омогућује лакши транспорт некомплетираних возила до места или земаље у којима се врши продаја и експлоатација самог возила, као и могућност развоја предузећа која се баве производњом надградњи, што за последицу има упошљавање већег броја радника, нарочито у земљама које немају сопствену производњу теретних моторних возила.

2.ТЕХНИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ МОТОРНОГ ВОЗИЛА СА УРЕЂАЈЕМ ЗА САМОИСТОВАР

Техничке карактеристике теретних моторних возила (ТМВ), (франц. “Champion”=ТМВ) са уређајем за самоистовар (нем.”Kippen”=нагнути), су у великој мери изједначене, као што је то приказано на слици 2.1, с обзиром да се уређај надграђује на постојеће шасије реномираних светских произвођача ТМВ, чије су разлике огледају у снази погонских агрегата, начину преноса снаге, шеми погана, дужини слободног дела шасије намењене за смештај уређаја за самоистовар и запремини товарног сандука. Као што је поменуто у уводу, произвођачи теретних моторних возила испоручују некомплетирана возила, (једно од њих је приказано на слици 2.2), на које се монтира надградња у складу са жељом купца.



Слика 2.1. ТМВ MAN-лево и Mercedes Benz-десно са уређајем за самоистовар [4].



Слика 2.2. Возило ВХ шасија, произвођача „Mercedes-Benz”, кат. N3 [6].

Према начину истовара растереситог материјала разликујемо уређаје за самоистовар:

- истовар само позади,
- истовар бочно и позади (истовар на три стране).

Основни захтеви који се постављају пред теретним возилом категорије N3/BA/10:

- што већа економичност транспорта,
- могућност релативно једноставне адаптације возила за превоз других врста терета у зависности од тренутних транспортних потреба.

Оба основна захтева (захтеви за повећану ефективност), се остварују тако да теретно моторно возило са уређајем за самоистовар буде опремљено товарним сандуком са бочним страницама, које се могу отварати и затварати, чиме се пружа могућност да се у истом, може превозити и роба која је упакована у амбалажи на палетама.

Најчешће формуле погона за теретна моторна возила (ТМВ), категорије N3 (чија укупна маса прелази 12000 kg) су: 4x2, 4x4, 6x2, 6x4, 6x6, 8x2, 8x4, 8x8.

За теретна моторна возила са уређајем за самоистовар, најчешћа формула је 6x4 (и то за носивост од 260 kN до 400kN уз осовинско оптерећење 60+2x100 kN до 75+2x160 kN и ванпутне услове) [1].

Имајући у виду најчешћу формулу погона 6x4, за теретна моторна возила са уређајем за самоистовар у раду ће бити анализирана два теретна моторна возила са уређајем за самоистовар са поменутом формулом погона произвођача возила „MAN”, тип CLA и “Mercedes-Benz”, тип ACTROS, приказаних на слици 2.1, који су традиционално најзаступљенији на тржишту Републике Србије, а домаћи произвођач ТМВ, FAP из Прибоја је својевремено откупио право лиценце за сопствену производњу од “Mercedes-Benz”-а.

2.1. УЧИНАК ТЕРЕТНОГ МОТОРНОГ ВОЗИЛА СА УРЕЂАЈЕМ ЗА САМОИСТОВАР

Један од најбитнијих параметара за оцену техничког нивоа и експлоатационих особина теретних моторних возила је учинак теретног моторног возила.

Учинак теретног моторног возила одређује се количином рада које возило изврши у типичним експлоатационим условима.

Просечан годишњи учинак теретног моторног возила је дат изразом:

$$W = 365 \frac{G_m \tau v_t T_h \alpha}{(1 + \beta v_t t_{PR})} \quad (2.1)$$

где су:

G_m – номинална носивост [kg].

τ - просечан коефицијент искоришћења носивости носивости (<1),

v_t - техничка брзина [km/h],

T_h - време дефинисано путним налогом,

α - коефицијент искоришћења возила,
 β - коефицијент искоришћења пређеног пута,
 t_{PR} - време за припрему, утовар и истовар,
 l - средња дужина вожње под теретом.

Учинак возила зависи од конструкције возила (G_m , τ , v_t , α) и параметара који не зависе од возила (l , β , T_h).

Техничка брзина (v_t) је функција карактеристика погонске групе, отпора кретања, параметара стабилности и управљивости. Повећање носивости на рачун сопствене масе возила доводи до смањења техничке брзине (при истој снази мотора) [1].

Време трајања једног циклуса вожње третног возила категорије N3/BA/10 је сложено време и дат је изразом:

$$t_c = t_{UT} + t_p + t_{IST} + t_{PR} + \sum t_m \quad (2.2)$$

где су:

t_c - време трајања једног циклуса,
 t_{UT} - време утовара, оптимално време утовара постиже се багером чија запремина на утоварне кашике може да утовари ТМВ од 3 до 6 убачаја,
 t_p - време вожње пуног возила,
 t_{IST} - време истовара, најчешће 18 до 25 секунди,
 t_{PR} - време вожње празног возила,
 $\sum t_m$ - сума маневарских времена теретног возила

3. АНАЛИЗА МОДЕЛА ВОЗИЛА КАТЕГОРИЈЕ N3/BA/10

Под општим појмом “возила” према домаћем стандарду SRPS M.N0.001 подразумевају се копнена мобилна средства, способна да се крећу по:

- друмовима (друмска возила),
- шинама (шинска возила),
- терену (грађевинске самоходне машине),
- пољопривредна возила и машине,
- борбена возила.

Српски стандард SRPS N0.010, под називом (друмска возила- класификације, термини и дефиниције) уређује класификацију, термине, децимални (класификациони број) и

дефиниције друмских возила, која је заснована на разликама у конструкцији и карактеристикама друмских возила. Ове разлике опредељују врсте погона, ходни систем, уређаје, опрему и надградњу у вези са наменом.

Како би се возила лакше класификовала, земље Европске Уније усвојиле су стандард 70/156 EWG, касније промењен у 98/91 EG, према коме су сва возила подељена у 6 класа (класе: M, N, O, L, G и T), с тим да свака класа садржи одговарајућу подкласу.

Европска Заједница је донела свој стандард ECE (енг. Economic Comimision for Europe) који важи на територији свих земаља чланица, с тим што је и Република Србија потписница ECE стандарда, чије су одредбе имплементиране у српски стандард SRPS [17].

Из српског стандарда SRPS произилазе и многи правилници који ближе дефинишу одређене класе и врсте возила, као и услове које возила морају да испуњавају како би могла да буду хомологована (на основу одговарајућих директива), регистрована и спремна за експлоатацију.

На основу члана 8. правилника о подели моторних и прикључних возила и техничким условима за возила у саобраћају на путевима, друмска возила која чине врсту N су теретна возила [16].

Врста N – је моторно возило које је пројектовано и конструисано првенствено за превоз терета.

Истим чланом правилника врста N је према највећој дозвољеној маси даље подељена на следеће категорије:

- N1 – јесте возило врсте N чија највећа дозвољена маса не прелази 3,5 t.
- N2 – јесте возило врсте N које има највећу дозвољену масу која прелази 3,5 t, али која не прелази 12 t.
- N3 - јесте возило врсте N које има највећу дозвољену масу која прелази 12 t.

Опрема и инсталација стало уграђена на возила посебне намене (кранови, покретне радионице, возила за разглас, итд) сматрају се као терет (стални терет) [16].

На основу члана 11. истог правилника моторна возила врсте N се према облику каросерије разврставају на:

- (1) ВА камион – јесте возило које је пројектовано и конструисано искључиво или првенствено за превоз терета.
- (2) ВВ ван - јесте камион код кога је товарни простор и простор за возача у истој равни .
- (3) ВС тегљач- јесте вучно возило које је пројектовано и конструисано првенствено за вучу полуприколица.

- (4) BD возило за вучу – јесте вучно возило које је пројектовано и конструисано за вучу искључиво приколица.
- (5) BE пикап - јесте возило највеће дозвољене масе која не прелази 3,5 t код кога товарни простор и места за седење нису у истој целини.
- (6) BX шасија теретног возила – јесте некомплетно возило са шасијом, кабином (комплетном или делимичном), погоном и осовинама које је намењено да се комплетира са каросеријом.

Према истом члану правилника за облик каросерије возила врсте N и O , поред словне ознаке, може бити допуњен неком од следећих двоцифрених ознака:

-извод појединих ознака из правилника са значењем:

- 01 – платформа,
- 02 – са страницама,
- 03 – затворена надградња (фургон),
- 04 – климатизована надградња са изолационим зидовима и опремом за одржавање унутрашње температуре,
- 06 – флексибилне странице (церада),
- 09 – возило опремљено са хук-лифтом,
- 10 – кипер,
- 11 – цистерна,
- 15 – мешалица за бетон,
- 16 – пумпа за бетон,
- 18 – одвожење смећа,
- 19 – чишћење улица, чишћење одвода, прање улица,
- 22 – превоз једрилица,
- 28 – возило са уређајем за бушење и копање,
- 30 – превоз стакала,
- 31 – ватрогасно возило.

Анализом наведеног правилника, возило категорије N3/BA/10 је:

Теретно моторно возило (ТМВ), чија укупна маса прелази 12 t (N3), према облику каросерије је возило које је пројектовано и конструисано искључиво или првенствено за превоз терета (BA камион), чији је облик каросерије, сандук са уређајем за самоистовар (10 – кипер).

Како возила концепције 6x4, имају могућност бочних отварања страница (за разлику од концепције 8x4, а имају већу носивост од возила концепције 4x2) и смештаја робе на палетама у товарни сандук, као и могућност истовара расутог терета на три стране, у даљем раду биће анализирана теретна моторна возила категорије N3/BA/10, 6x4, са тространим кипер сандуком.

3.1. Карактеристике теретног моторног возила MAN CLA 26.280 6x4

Теретно моторно возило MAN CLA 26.280 6x4, са уређајем за самоистовар приказан је на слици 3.1, намењено је за превоз искључиво растреситог материјала у друмском саобраћају на јавном путу или на градилиштима и нема могућности утовара робе упаковане у амбалажи на палетама. Товарни сандук изграђен без могућности отварања бочних страница, и могућ је истовар терета само позади.



Слика 3.1. Теретно моторно возило MAN CLA 26.280 6x4 [24].

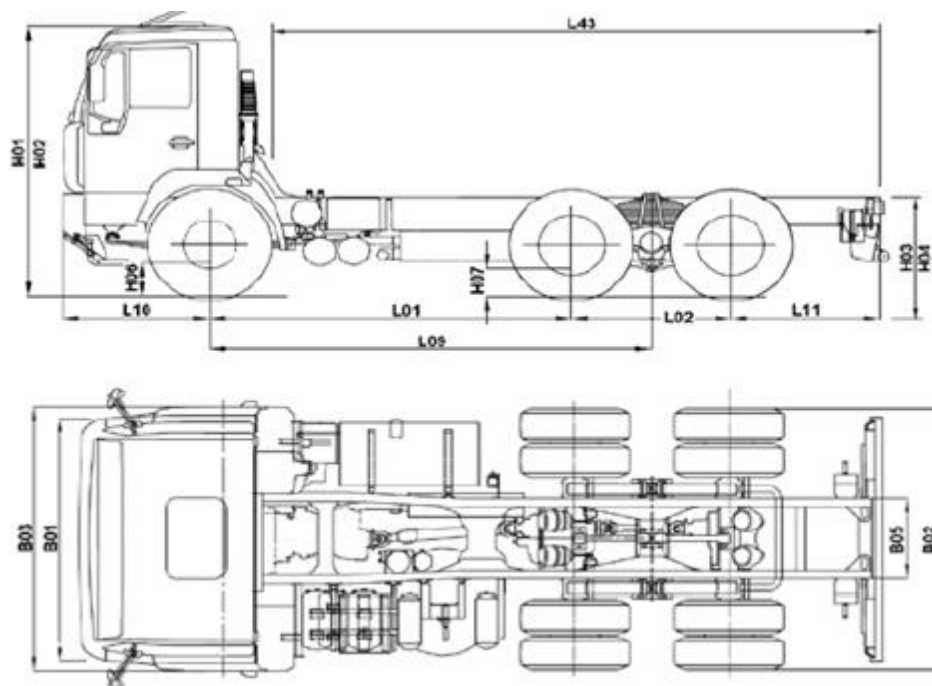
Теретно моторно возило има могућност да вуче једну приколицу са максимално две осовине на јавном путу (скуп возила) или више прикључних возила ван јавног пута.

Техничке карактеристике теретног моторног возила „MAN”, тип CLA дати су у табели 3.1 [24].

Табела 3.1. Техничке карактеристике возила MAN CLA 26.280 6x4 [24].

Техничке карактеристике возила са уређајем за самоистовар [24].	
ТИП ВОЗИЛА:	MAN CLA 26.280 6x4
Маса возила:	
Максимална маса:	26.000 kg
Минимална маса:	11510 kg
Распоред маса по осовинама за неоптерећено возило:	
осовина 1 :	5090 kg
осовина 2/3 :	6420 kg
Распоред маса по осовинама за оптерећено возило:	
осовина 1 :	7280 kg
осовина 2/3 :	18720 kg
Димензије пнеуматика :	315/70 R 22.5
Број осовина :	3
Број точкова :	10
Категорија возила :	N3
Маса возила без надградње:	7960 kg
Маса надградње:	3550 kg

Димензије ТМВ, MAN, тип: CLA 26.280 6x4, приказане су на слици 3.2 [9], а опис димензија представљен је у табели 3.2 [9].



Слика 3.2. Димензије TMB, MAN, тип: CLA 26.280 6x4 [9].

Табела 3.2. Димензије TMB: MAN, тип: CLA 26.280 [9].

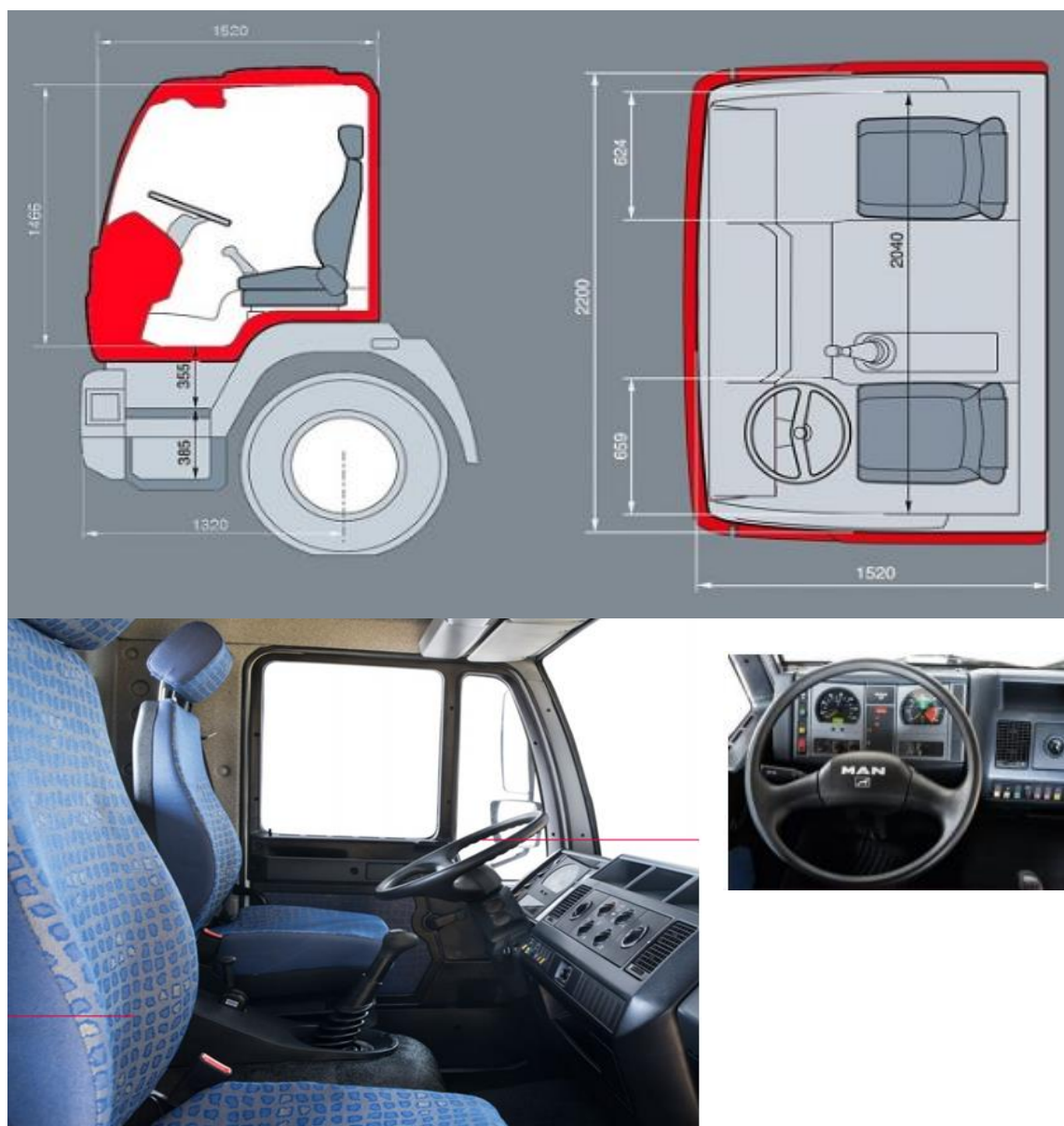
Димензије теретног моторног возила MAN, CLA 26.280 [9].		
ОПИС ДИМЕНЗИЈЕ:	Ознака:	Вредност димензије:
Растојање између прве и друге осовине	L01	3175 mm
Растојање између друге и треће осовине:	L02	1400 mm
Положај теоретске осе засних осовина:	L09	3875 mm
Дужина предњег препуста од предње осовине	L10	1293 mm
Дужинја задњег препуста од треће осовине:	L11	1300 mm
Пнеуматско дизање предње осовине:	H06	270 mm
Пнеуматско дизање друге осовине од тла:	H07	300 mm
Висина основног рама TMB без надградње:	H03	1020 mm
Висина кућишта рама:	H04	970 mm
Висина кабине од тла: неоптерећено возило:	H01	2867 mm
Висина кабине од тла: оптерећено возило:	H02	2827 mm
Дужина слободног дела осн.рама иза кабине:	L43	5025 mm
Ширина кабине:	B03	2500 mm
Ширина ТМБ код удвојених точкова:	B02	2460 mm
Наилазни угао:	°	10° ÷ 18°
Најмањи пречник окретања возила:		18500 mm

Техничке карактеристике погонског агрегата и система на TMB: MAN, CLA 26.280 6x4, приказан је у табели 3.3.

Табела 3.3. Техничке карактеристике агрегата и система TMB: MAN, CLA 26.280 6x4 [9].

Техничке карактеристике агрегата и система на теретном моторном возилу MAN CLA 26.280 6x4 [9].	
Тип возила:	MAN CLA 26.280 6x4
Погонски агрегат:	D0836LFL13
Стандард издувне емисије пог. агрегата:	Еуро 6
Број цилиндара погонског агрегата:	6
Радна запремина погонског агрегата:	6871 cm ³
Снага погонског агрегата:	206 kW (280 KS)
Број обртаја погонског агрегата:	2400 о/min
Максимални обртни момемент:	1100 Nm (1300-1700 о/min)
Спојница:	F&S MFZ 395 једноламельаста сува 395 mm (површина трења 1540 mm ²)
Систем убризгавања горива:	Common rail
Мењач:	ZF 9, аутоматски девет степени
Управљач:	ZF 8046
Предња управљива осовина;	MAN FM-08
Задња погонска осовина	MAN H9-13120 MB
Преносни однос главног преносника;	6,73 : 1
Пнеуматици:	315/80R22,50
Акумулатори:	2x12 V/102 Ah
Резервоар за гориво:	335 литара
Кочнице:	Двокружни вазд. систем кочења, систем против блокирања точкова- ABS, електр. контрола система кочења- EBS.
Максимална брзина:	100 km/h
Кабина:	Кратка
Запремина товарног сандука:	12,7 m ³

Димензије и изглед ентеријера дневне-кратке кабине теретног моторног возила MAN CLA 26.280 6x4 , приказане су на слици 3.3.



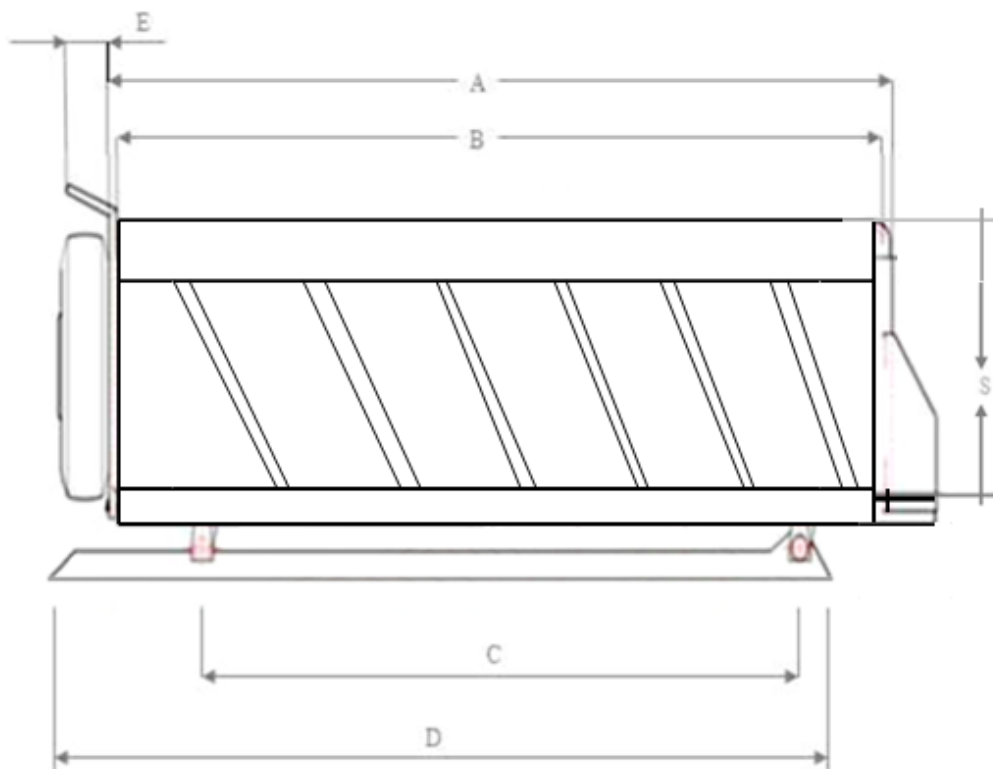
Слика 3.3. Димензије и ентеријер дневне-кратке кабине теретног моторног возила MAN, CLA 26.280 6x4 [11].

Димензије и растојања основних елемената кртке кабине теретног моторног возила MAN, тип CLA 26.280 6x4 дате су у табели 3.4.

Табела 3.4. Димензије и растојања основних елемената теретног моторног возила MAN, тип CLA 26.280 6x4 [11].

Димензије и растојања основних елемената кратке-дневне кабине теретног моторног возила MAN, тип CLA 26.280 6x4 [11].	
Растојање између првог и другог степеника:	385 mm
Растојање између другог степеника и пода кабине:	355 mm
Растојање браника од предње управљиве осовине, дужина предњег препуста:	1320 mm
Спољашња дужина кабине:	1620 mm
Спољашња дужина кабине до ветробранског стакла:	1520 mm
Спољашња ширина кабине у подручју врата:	2200 mm
Највећа унутрашња ширина кабине:	2040 mm
Растојање простора за сувозача од поклопца мотора до десних врата кабине:	624 mm
Растојање простора за возача од поклопца мотора до левих врата кабине:	659 mm
Растојање пода кабине до плафона-крова кабине:	1466 mm

На слици 3.4, приказана је надградња, уређај за самоистовар, произвођача надградњи: “Hidraulika Kurelja-Proleter” Doo, Крагујевца, из Крагујевца за теретно моторно возило MAN, тип CLA 26.280 6x4, чије су димензије приказане у табели 4.5 [23].



Слика 3.4. Надградња, уређај за самоистовар, “Hidraulika Kurelja-Proleter” Doo, Крагујевца, тип KS 200-N3-5000 [23].

Табела 3.5. Димензије надградње-уређаја за самоистовар “Hidraulika Kurelja-Proleter” Doo, Kragujevac, тип KS 200-N3-5000 [23].

Димензије надградње-уређаја за самоистовар, MAN тип CLA 26.280 6x4, тип: KS 200-N3-5000 mm		
НАЗИВ ВЕЛИЧИНЕ:	ОЗНАКА:	ВЕЛИЧИНА:
Спољашња дужина товарног сандука	A	5000 mm
Унутрашња дужина товарног сандука:	B	4880 mm
Растојање између попречних греда на којима је ослоњен товарни сандук:	C	3550 mm
Дужина помоћног рама:	D	4950 mm
Заштитник кабине од расутог терета:	E	250 mm
Висина товарног сандука-задње стране:	S	1100 mm

3.2 Карактеристике теретног моторног возила “Mercedes-Benz”, тип АСТРО 2635 6x4

Теретно моторно возило “Mercedes-Benz”, тип АСТРОС 2635 6x4, са уређајем за самоистовар приказано је на слици 3.5, намењено је за превоз растреситог материјала у друмском саобраћају на јавном путу или на градилиштима и има могућности отварања бочних страница, тако да је могућ истовар на све три стране, као и превоз робе спаковане у амбалажи на палетама, чиме се повећава ефективност самог возила.



Слика 3.5. Теретно моторно возило “Mercedes-Benz”, тип АСТРОС 2635 6x4 [6].

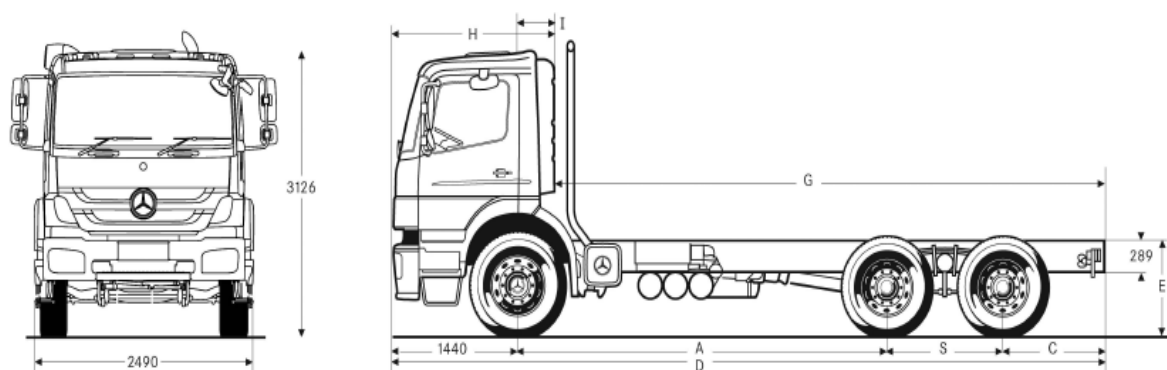
Возило приказано на слици 3.5, има могућност да бочна страница на товарном сандуку, најчешће десна, буде изведена као једноделна и да буде отворана и затворана из кабине возила уз помоћ хидрауличне инсталације [4].

Техничке карактеристике теретног моторног возила “Mercedes-Benz”, тип ACTROS, дате су у табели 3.6.

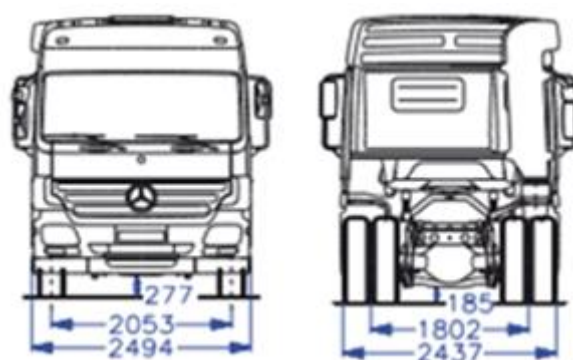
Табела 3.6. Техничке карактеристике возила “Mercedes-Benz”, тип ACTROS 2635 6x4 [6,4].

Техничке карактеристике возила са уређајем за самоистовар [6,4].	
ТИП ВОЗИЛА:	ACTORS 2635 6x4
МАСА ВОЗИЛА:	
Максимална маса:	26000 kg
Минимална маса:	11015 kg
Маса возила без надградње:	7875 kg
Маса надградње:	3140 kg
Распоред маса по осовинама за неоптерећено возило:	
осовина 1:	5010 kg
осовина 2,3:	6005 kg
Распоред маса по осовинама за оптерећено возило:	
осовина 1:	7200 kg
осовина 2,3:	18800 kg
Димензије пнеуматика:	315/80 R22.5
Број осовина:	3
Број точкова:	10
Категорија возила:	N3
Максимално дозвољена маса:	44000 kg

Димензије ТМВ, Mercedes-Benz, тип: Actors 2635 6x4, приказане су на слици 3.6 [10,], а опис димензија је представљен у табели 3.7 [10,4]. Детаљније и прецизније димензије, за исто возило, које су доступне произвођачу надградњи „STILT” Doo, Смедеревска Паланка приказане су на слици 3.7 [4], а описане у табели 3.8 [4].



Слика 3.6. Димензије TMB, Mercedes-Benz, тип: Actors 2635 6x4 [10].



Слика 3.7. Димензије TMB, Mercedes-Benz, тип: Actors 2635 6x4 [4].

Табела 3.7. Димензије TMB, Mercedes-Benz, тип: Actors 2635 6x4 [10,4].

Димензије теретног моторног возила Mercedes-Benz, тип Actros		
ОПИС ДИМЕНЗИЈА:	Ознака:	Вредност димензије:
Растојање између прве и друге осовине	A	3350 mm
Растојање између друге и треће осовине:	S	1400 mm
Положај теоретске осе засњих осовина:	I _t	4050 mm
Дужина предњег препуста од предње осовине		1440 mm
Дужинја задњег препуста од треће осовине:	C	950 mm
Дужина кабине:	H	2260 mm
Растојање задњег зида кабине од осовине 1:	I	390 mm
Висина основног рама TMB без надградње:	E	900 mm
Висина основног рама TMB :		289 mm
Висина кабине од тла: неоптерећено возило:		3126 mm
Ширина кабине, предњег дела TMB:		2490 mm
Дужина слободног дела осн.рама иза кабине:	G	5910 mm
Укупна дужина возила:	D	7920 mm
Растојање од треће осовине до краја сандука:		1730 mm

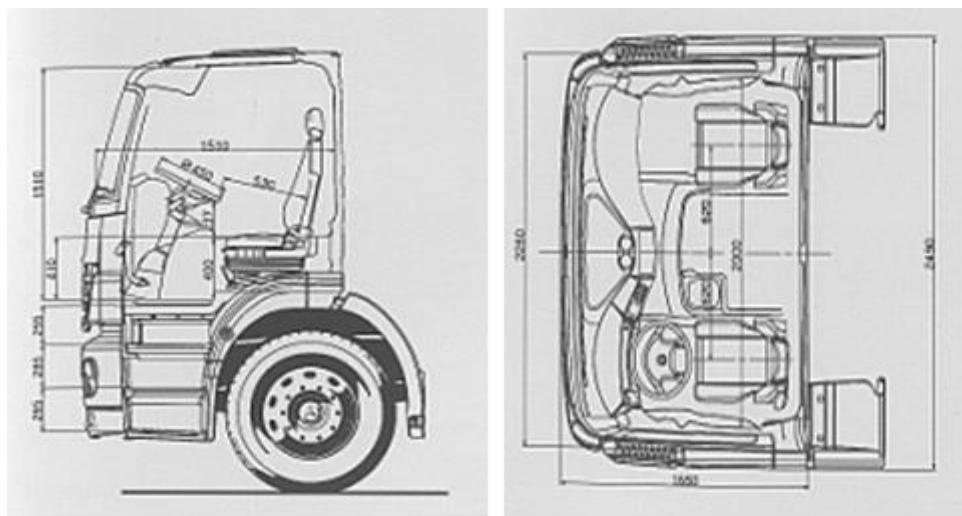
Табела 3.8. Димензије ТМВ, Mercedes-Benz, тип: Actors 2635 6x4 [4].

Димензије теретног моторног возила Mercedes-Benz, тип Actors 2635 6x4 [4].		
ОПИС ДИМЕНЗИЈЕ:	Ознака:	Вредност димензије:
Ширина предњег дела возила, кабине:		2494 mm
Ширина трага предњих точкова, осовина 1:		2053 mm
Висина предње управљиве осовине од тла:		277 mm
Ширина задње осовине удвојених точкова:		2437 mm
Ширина трага задње осовине:		1802 mm
Висина задњих осовина од тла, осовина 2,3:		185 mm

Табела 3.9. Техничке карактеристике агрегата и система ТМВ: Mercedes-Benz, тип: Actors 2635 6x4 [12,4].

Техничке карактеристике агрегата и система на теретном моторном возилу Mercedes-Benz, тип: Actors 2635 6x4 [12,4].	
Тип возила:	Mercedes-Benz ACTORS 2635 6x4
Погонски агрегат:	MB OM 936
Стандард издувне емисије пог. агрегата:	Еуро 6, МРМ, OBD-C
Број цилиндара погонског агрегата:	6
Радна запремина погонског агрегата:	7700 cm ³
Снага погонског агрегата:	260 kW (354 KS)
Број обртаја погонског агрегата:	1800 o/min
Максимални обртни момент:	1400 Nm (1300-1600 o/min)
Спојница:	Једноламеласта сува ø 430 mm
Систем убризгавања горива:	Common rail
Мењач:	MB G211-12
Управљач:	ZF 8098
Предња управљива осовина;	MB F9 – носивост 9000 kg
Задња погонска осовина	MB RT390 – носивост 20000 kg
Преносни однос главног преносника;	3,583 : 1
Пнеуматици:	315/80R22,50
Акумулатори:	2x12 V/102 Ah
Резервоар за гориво:	300литара
Кочнице:	Двокружни вазд. систем кочења, систем против блокирања точкова- ABS, електр. контрола система кочења- EBS.
Максимална брзина:	100 km/h
Кабина:	Кратка
Запремина товарног сандука:	14,35 m ³

Димензије и изглед ентеријера дневне-кратке кабине теретног моторног возила Mercedes-Benz, тип: Actros 2635 6x4, приказане су на слици 3.8 и дате у табели 3.10 [12].



Слика 3.8. Дим. кратке, дневне кабине Mercedes-Benz, тип: Actros 2635 6x4 [12].

Табела 3.10. Димензије кратке кабине Mercedes-Benz, тип ACTROS 2635 6x4 [12].

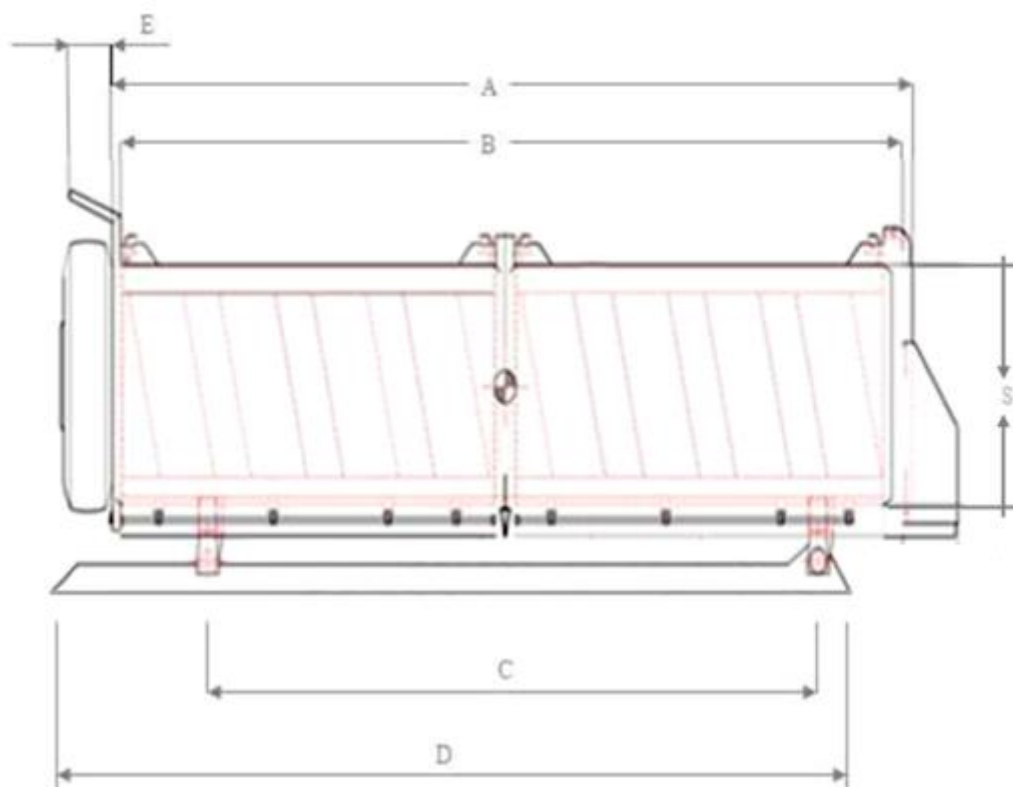
Димензије и растојања основних елемената кратке- дневне кабине теретног моторног возила Mercedes-Benz, тип ACTROS 2635 6x4 [12].	
Растојање између првог и другог степеника:	285 mm
Растојање између другог и трећег степеника:	285 mm
Раст. између трећег степеника и пода кабине:	255 mm
Висина положаја кукова возача од пода кабине, тачка Н30:	410 mm
Висина седалног дела седишта возача у положају колена:	400 mm
Растојање наслона седишта у висини плећа возача од точка управљача:	530 mm
Пречник точка управљача:	450 mm
Највећа унутрашња дужина кабине:	1510 mm
Висина кабине од пода до плафона-крова кабине:	1510 mm
Растојање седалног дела седишта возача у положају колена од точка управљача:	237 mm
Унутрашња ширина кабине:	2000 mm
Спољашња ширина кабине у подручју врата:	2280 mm
Спољашња дужина кабине:	1650 mm
Укупна ширина кабине:	2490 mm
Растојање подужне осе седишта возача и сувозача од подужне осе кабине:	620 mm

Ентеријер кабине и радно место возача теретног моторног возила Mercedes-Benz, тип ACTROS 2635 6x4, приказан је на слици 3.9.



Слика 3.9. Ентеријер кабине Mercedes-Benz,тип ACTROS 2635 6x4 [12].

Надградња-уређај за самоистовар теретног моторног возила Mercedes-Benz,тип ACTROS 2635 6x4, чији је произвођач, „STILT” Doo, из Смедеревске Паланке, приказана је на слици 3.10 [4].



Слика 3.10. Надградња-уређај за самоистовар „STILT” Doo [4].

Димензије надградње-уређаја за самоистовар, теретног моторног возила Mercedes-Benz, тип ACTROS 2635 6x4, произвођача „STILT” приказане су у табели 3.11 [4].

Табела 3.11. Димензије надградње уређаја за самоистовар Mercedes-Benz, тип ACTROS 2635 6x4 [4].

Димензије надградње-уређаја за самоистовар, произвођача „STILT” за Mercedes-Benz, тип ACTROS 2635 6x4 [4].		
НАЗИВ ВЕЛИЧИНЕ:	ОЗНАКА:	ВЕЛИЧИНА:
Спољашња дужина товарног сандука	A	5200 mm
Унутрашња дужина товарног сандука:	B	5080 mm
Растојање између попречних греда на којима је ослоњен товарни сандук:	C	3750 mm
Дужина помоћног рама:	D	5050 mm
Заштитник кабине од расутог терета:	E	280 mm
Висина товарног сандука-задње стране:	S	1200 mm

3.3. Анализа надградње са уређајем за самоистовар

Намена и карактеристике теретног моторног возила одређене су његовом надградњом, односно простором за смештај терета.

Основно возило и његова надградња чине јединствену целину [13].

Надградња је торзионо крућа структура од шасије возила, па њеним постављањем на основни рам возила, повећава се крутост целог система [1].

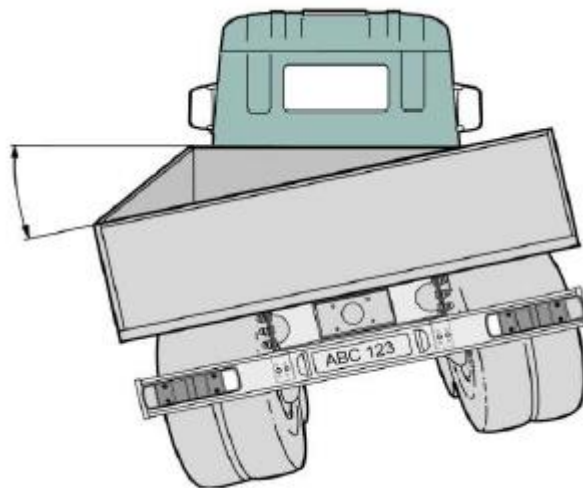
С обзиром на торзиону крутост, надградње се деле у три групе:

- торзионо еластичне,
- торзионо полукруте,
- торзионо круте.

Надградња теретног моторног возила категорије N3/BA/10, возило са урађеним за самоистовар, спада у торзионо еластичне надградње и приликом уградње на основни рам возила битно не утиче на торзиону крутост целокупног система. Еластичне деформације возила и основног рама-шасије се у потпуности преносе на еластичну надградњу, која се деформише заједно са основним возилом, као што је приказано на слици 3.11 [13].

Надградња са уређајем за самоистовар, због своје еластичности, у потпуности преноси деформације са основног рама-шасије, па се у оквиру њега јавља мали напон.

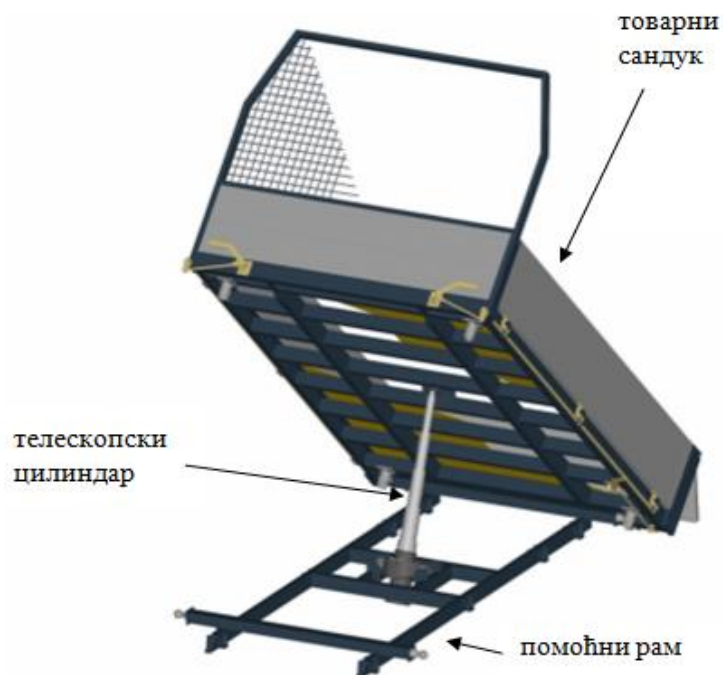
Товарни сандук не учествује у крутости основног рама теретног моторног возила [1].



Слика 3.11. Торзионо еластична надградња, са уређајем за самоистовар [13].

Уређај за самоистовар, поред осталих делова и елемената, састоји се од три основна дела, приказаних на слици 3.12 [3].

- помоћног рама,
- товарног сандука,
- хидрауличког (телескопског) цилиндра и инсталације, која омогућује подизање товарног сандука..

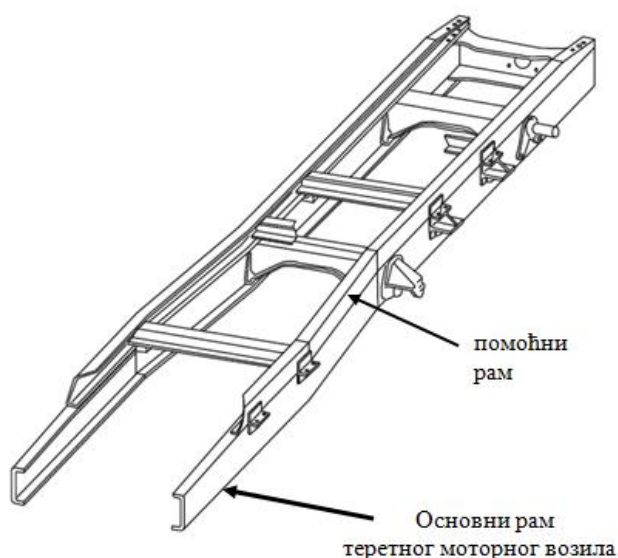


Слика 3.12. Уређај за самоистовар [3].

Функције помоћног рама су:

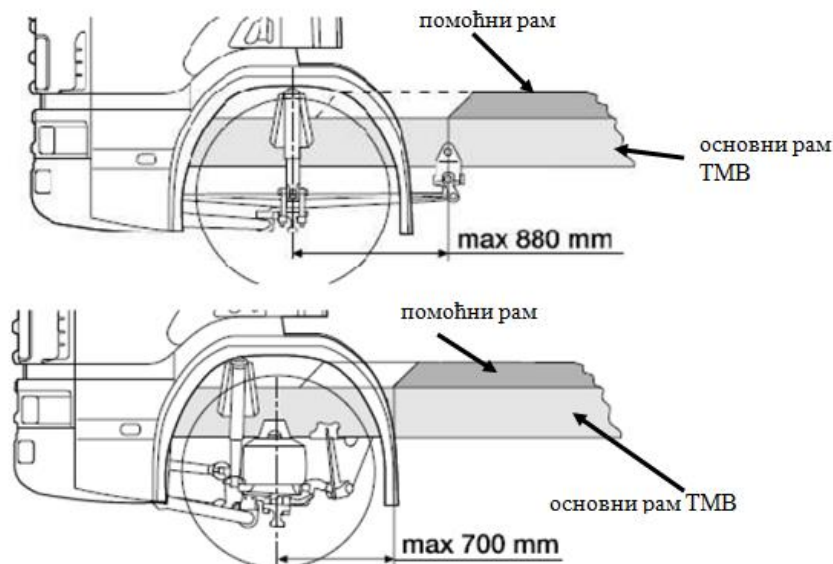
- повезивање надградње-товарног сандука са основним рамом возила,
- равномерна расподела оптерећења по основном раму возила,
- обезбеђивање потребне крутости носеће конструкције,
- обезбеђење простора за точкове и за остале делове који залазе у простор изнад основног рама возила (резервоари за ваздух и гориво, акумулатори итд.),
- умањење оптерећења на задњем препусту теретног моторног возила [1].

Повезани помоћни рам са оснивним рамом теретног моторног возила, приказан је на слици 3.13 [3].



Слика 3.13 Помоћни рам повезан са основним рамом ТМВ [3].

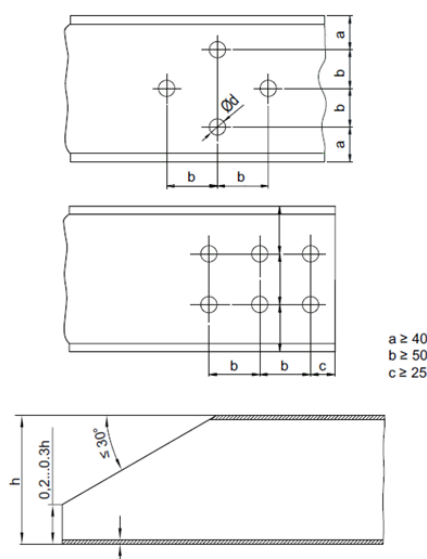
Максимално растојање предњег дела помоћног рама од центра точка предње, управљиве осовине, са ослањањем помоћу гибња, односно са пнеуматским ослањањем, приказано је на слици 3.14 [15].



Слика 3.14. Максимално растојање помоћног рама од предње управљиве осовине са ослањањем помоћу гибња, односно са пнеуматским ослањањем [15].

Помоћни рам, теретног моторног возила треба поставити што ближе кабини, ради смањења момента савијања и најчешће је засечен под углом од 45° [8]. На основу дебљине профила $t=8\text{ mm}$ (најчешће „U” профила $8\times 85\times 100\text{ mm}$), од кога је исти

направљен, и пречника отвора $\varnothing d$, који је дозвољен на основу препоруке и сагласности произвођача теретног моторног возила „Mercedes-Benz”, Србија, могуће је олакшање помоћног рама, бушењем, према распореду рупа, приказаним на слици 3.15 [6].

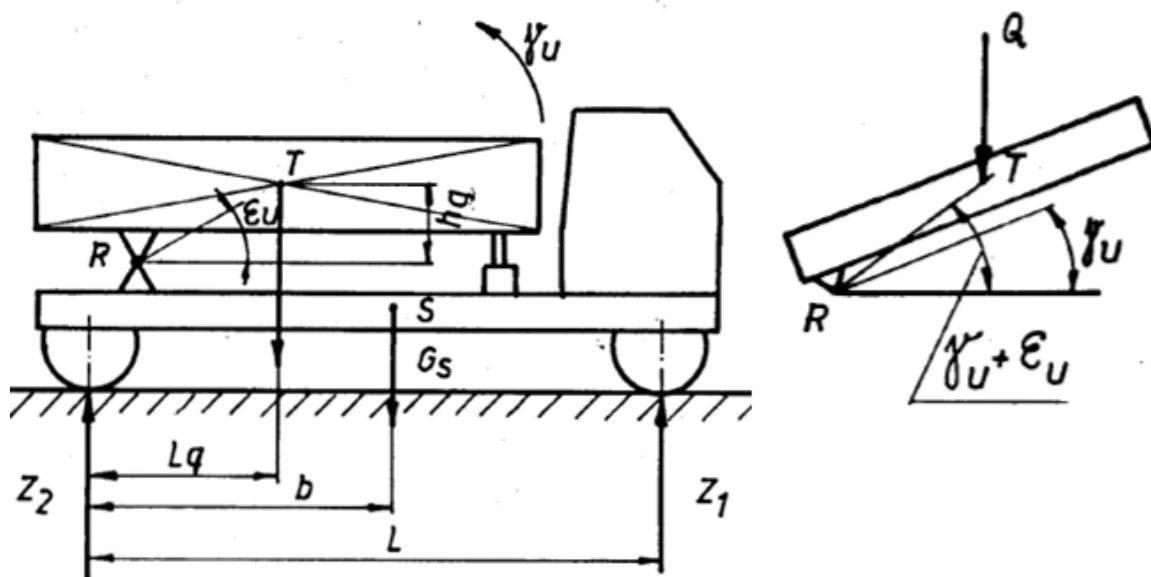


Слика 3.15. Распоред рупа за олакшање помоћног рама, бушењем [6].

Један од полазних параметара за пројектовање уређаја за самоистовар је угао нагињања товарног сандука. Товарни сандук треба подићи до висине која је довољна за самоистовар растреситог терета без угрожавања стабилности возила. Теретно моторно возило губи стабилност, односно долази до превртања, када је угао нагињања товарног сандука при самоистовару терета већи од 60° . За истовар терета уназад дозвољени угао дизања товарног сандука је $45^\circ \div 54^\circ$, а за бочни истовар $42^\circ \div 48^\circ$ [1].

Превртање теретног моторног возила око задње осовине, приказаног на слици 3.16, настаје када је реакција тла на предњој управљивој осовини једнака нули, односно када је испуњен услов [1]:

$$G_s \cdot b = Q \cdot R \cdot T \cdot \cos(\varepsilon_u + \gamma_u) \quad (3.1)$$



Слика 3.16. Стабилност возила при самоистовару уназад [1].

где су:

Q = тежина товарног сандука и корисног терета,

L_q, h_q = координате тежишта товарног сандука и корисног терета у односу на ослонац товарног сандука,

b = положај тежишта основног рама ТМВ, без товарног сандука,

G_s = тежина теретног моторног возила без товарног сандука,

γ_u = угао нагињања товарног сандука,

ε_u = угао нагињања корисног терета.

при чему је:

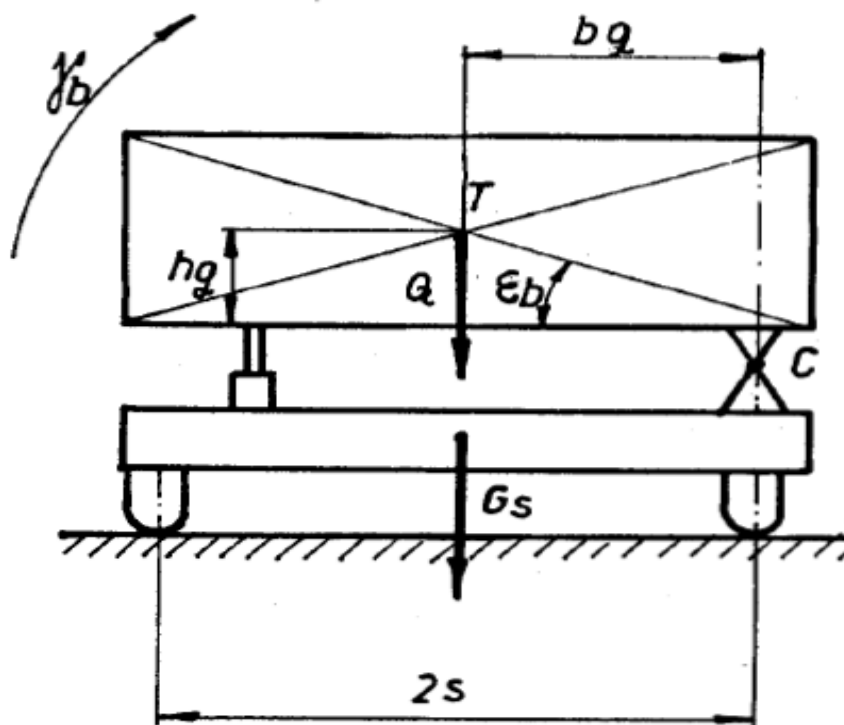
$$RT = \frac{L_q}{\cos \varepsilon_u} \quad (3.2)$$

$$\operatorname{tg} \varepsilon_u = \frac{h_q}{L_q} \quad (3.3)$$

Превртање око задње осовине наступа при релацији [1]:

$$\gamma_{up} = \arccos \frac{G_s \cdot b \cdot \cos \varepsilon_u}{Q \cdot L_q} - \varepsilon_u \quad (3.4)$$

Бочни истовар расутог терета приказан је на слици 3.17 [1].



Слика 3.17. Стабилност ТМВ при бочном истовару [1].

Превртање товарног сандука при бочном истовару расутог терета настаје када је реакција тла на левој страни теретног моторног возила једнака нули, односно када је испуњен услов [1]:

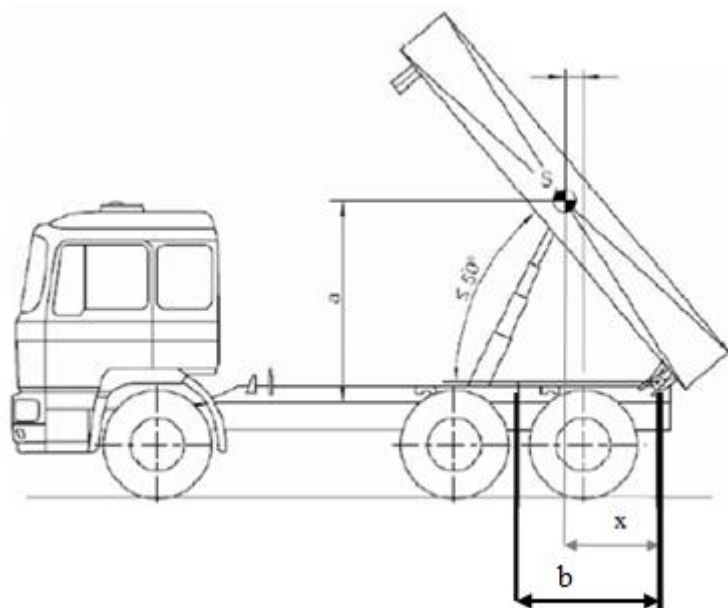
$$G_s \cdot s = Q \cdot CT \cdot \cos \gamma_b + \varepsilon_b \quad (3.5)$$

Одакле следи, да превртање настаје за углове бочног нагињања товарног сандука, дефинисан изразом [1]:

$$\gamma_b \leq \arccos \frac{G_s \cdot s \cdot \cos \varepsilon_b}{Q \cdot b_q} - \varepsilon_b \quad (3.6)$$

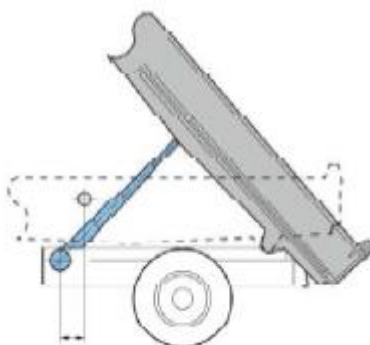
За стабилност моторног возила, односно да не би наступило превртање око задње осовине, тежиште корисног терета, при максимално подигнутом товарном сандуку мора бити испред задње осовине, као што је то приказано на слици 3.18, при чему је $x \leq 800\text{mm}$, $a \leq 2000\text{mm}$, $b \leq 1250\text{mm}$ за возила формуле 6х4, као и да кућиште

ослонаца хидро-цилиндара за подизање товарног сандука, које је везано за помоћни рам уређаја за самоистовар буде постављено испред тежишта корисног терета, најмање 250 mm, у спуштеном положају товарног сандука, као што је приказано на слици 3.19 [13].



Слика 3.18. Положај тежишта товара при максимално подигнутом сандуку [13].

Растојање X представља растојање тежишта растреситог товара при максимално подигнутом товарном сандуку од задње попречне греде на коју се сандук ослања, односно око које се подиже и врши истовар.



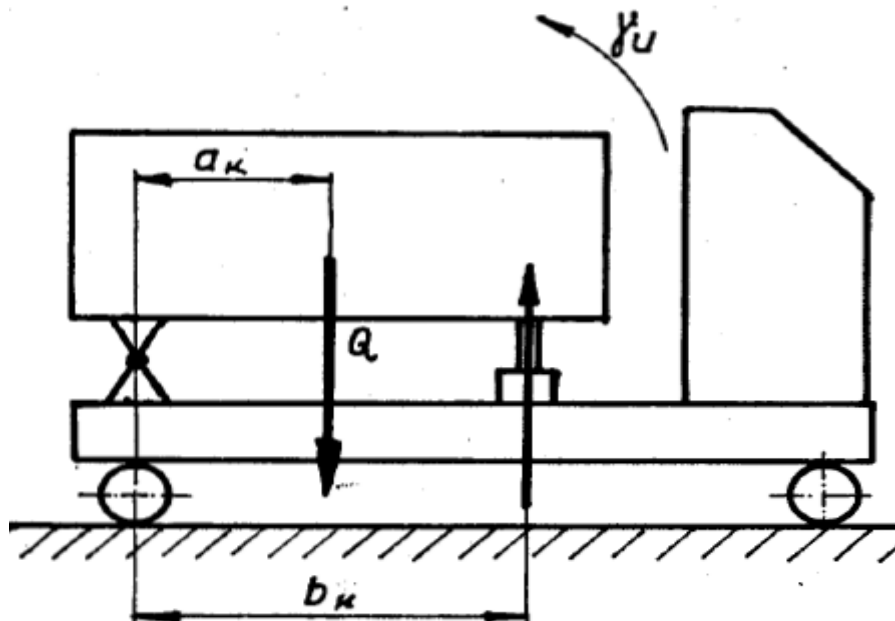
Слика 3.19. Положај кућишта хидро-цилиндра и место његове везе са помоћним рамом [13].

За пројектовање теретног моторног возила је значајан и избор параметара телескопског цилиндра, а што се чини на основу потребне силе дизања товарног сандука.

Приликом дизања товарног сандука, у циљу самоистовара растреситог терета, телескопски цилиндар савлађује масу терета и товарног сандука, а највећа сила је на самом почетку подизања, док касније опада са подизањем товарног сандука.

Избор телескопског цилиндра се врши за први степен извлачења цилиндра [1].

Поступак самоистовара растреситог терета приказан је на слици 3.20 [1].



Слика 3.20. Самоистовар растреситог терета [1].

Сила дизања товарног сандука (код једностраног и тространог истовара уназад и на страну), може се израчунати на основу релације [1]:

$$F = \frac{a_k}{b_k} Q \quad (3.7)$$

где су:

- F — рачунска потербна сила телескопског цилиндра,
- Q — тежина корисног терета и товарног сандука,
- a_k и b_k - координате нападних тачака силе.

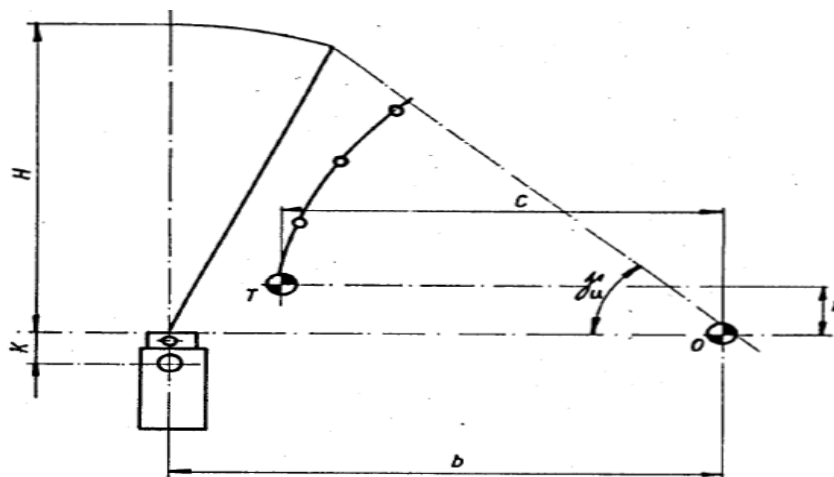
Избор телескопског цилиндра врши се према сили која је увећана за коефицијенат неравномерности терета, а емпиријски је усвојен да је његова вредност 1,30 [1].

Израз за увећану силу за коефицијенат неравномерности терета је [1]:

$$F_i = 1,3 \cdot F \quad (3.8)$$

Код једностепеног самоистовара терета телескопски цилиндар се поставља ближе предњем крају товарног сандука ($a_k \leq b_k$), док је код тростепеног система за самоистовар $a_k \geq b_k$.

Дужина извлачења телескопског цилиндра приказана је на слици 3.21 [1]:



Слика 3.21. Дефинисање дужине телескопског цилиндра [1].

Потребна дужина извлачења цилиндра се може израчунати према слици 3.21, на основу израза [1]:

$$H = 2 \cdot (b - f \cdot \operatorname{tg} \gamma_u) \cdot \sin \frac{\gamma_u}{2} \quad (3.9)$$

Стварну дужину цилиндра треба увећати у односу на рачунску, најчешће за једну трећину задњег степена извлачења цилиндра, из разлога безбедности [1].

На основу претходних величина, могу се дефинисати параметри система за самоистовар (пумпа, помоћни погон, цевоводи хидрауличног система).

3.4. Веза основног рама теретног моторног возила и надградње

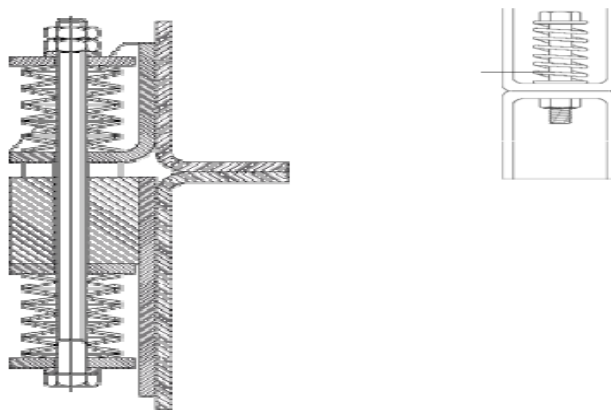
Да би се задржала торзиона еластичност теретног моторног возила, са уграђеним уређајем за самоистовар, због његове позитивне особине на напрезање, употребљавају се следеће врсте веза помоћног и основног рама возила:

- еластични везе,
- конзолна веза,
- веза плоча-лим.

Најчешће коришћене еластичне везе, су једносмерно еластичне везе, која омогућавају вертикална померања рама, услед дејства подужних момената увијања и подужног померања рама, услед дејства подужних сила и момената савијања рама, која је приказана на слици 3.22 [15].

Еластични елементи подвргавају се преднапрезању на притисак, с циљем да се онемогући одвајање монтажног помоћног рама од основног, при вертикалним убрзањем терета.

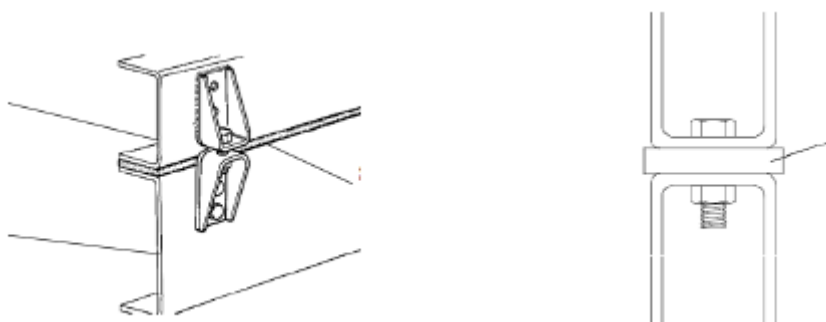
Једносмерно еластичне везе се постављају на предњем крају помоћног рама (до кабине возила), односно у зонама високих момената савијања [15].



Слика 3.22. Једносмерно еластична веза између помоћног и основног рама [15].

Конзолна веза се састоји из два одвојена дела, која су међусобно спојена завртњевима.. Први део конзоле спојен је за основни рам завртњевима, док је други део конзоле, заваром спојен за бочни део помоћног рама, као што је приказано на слици 3.23 [15].

Конзолне везе се постављају у предњем делу помоћног и основног рама у зонама високих момената савијања [15].

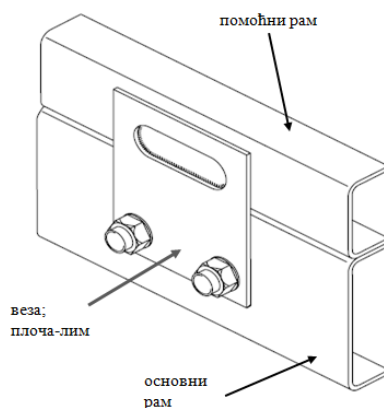


Слика 3.23. Конзолна веза помоћног и основног рама [15].

Веза између помоћног и основног рама возила, плочом-лим, остварује се тако што је „плоча-лим“ заварена за помоћни рам, а затим завртњевима спојена за основни рам теретног моторног возила. Овако остварена веза, је крута веза.

Везне плоче преносе подужне, бочне и вертикалне силе [1].

Веза плоча-лим, приказана је на слици 3.24 [15].



Слика 3.24. Веза помоћног рама са основним рамом, плоча-лим [15].

3.5. Карактеристике надградње, уређаја за самоистовар „Hidraulika Kurelja - Proleter“ Doo , Крагујевац

Техничке карактеристике произвођача надградњи „Hidraulika Kurelja - Proleter“ Doo , Крагујевац

Табела 3.12 .Димензије кип. надградњи Hidraulika Kurelja-Proleter, Kragujevac [23].			
	HIDRAULIKA KURELJA - PROLETER Doo, Kragujevac		
	ТИП:	KS 200 - N3 - 5000 mm	KS 200 - N3 - 5200 mm
1.	дужина товарног сандука:	5000 mm	5200 mm
2.	ширина товарног сандука:	2300 mm	2300 mm
3.	висина ночних/задње странице:	1100 mm	1100 mm
4.	запремина товарног сандука:	12,7 m ³	13,7 m ³
5.	маса надградње:	3550 kg	3690 kg
тространи кипер			

Стандардна опрема за тространи кипер произвођача надградњи „Hidraulika Kurelja - Proleter“ Doo, Крагујевац, приказана је у табели 3.13 [23].

Табела 3.13. Стандардна опрема надградње, Hidraulika Kurelja - Proleter Doo, Kragujevac [23].	
1.	носивост надградње - 21000 kg.
2.	висина прење челичне странице: 1200 mm
3.	материјал предње странице и дебљина лима: St 52 / 4 mm
4.	бочне странице - дводелне
5.	отварање бочних страница: отклоном
6.	отварање задње странице: отклон, аутоматско
7.	материјал пода и дебљина лима: HARDOX 400 / 6 mm (St 52)
8.	начин подизања товарног сандука: централно смештен телескопски хидраулични цилиндар
9.	комплетна хидраулика
10.	погон хидрауличке пумпе преко извода снаге из мењача возила
11.	управљање кипања терета: вентил (Joystick) у кабини возила, смештен бочно у односу на возачево седиште
12.	челични делови надградње пескарени и двоструко лакирани
13.	помоћна шасија лакирана у боји шасије возила
14.	товарни сандук лакиран једнобојно у боји кабине возила
15.	бочна заштита од подлетања у складу са СЕ нормама
16.	блатобрани на задњим точковима
Тространи кипер	

Техничке карактеристике произвођача надградњи „Hidraulika Kurelja - Proleter“ Doo, Крагујевац, за једнострани кипер-дампер, дате су у табели 3.14 [23].

На слици 3.25, приказана је монтирана надградња произвођача „Hidraulika Kurelja - Proleter“ Doo, Крагујевац на ТМВ MAN, са стандардном опремом [23].

Табела 3.14. Димензије кип. надградњи Hidraulika Kurelja-Proleter, Kragujevac [3].

	HIDRAULIKA KURELJA - PROLETER Doo, Kragujevac		
	ТИП:	KS Dumper N3 classic - 16 m ³	KS Dumper N3 classic - 18 m ³
1.	дужина товарног сандука:	5900 mm	5900 mm
2.	ширина товарног сандука:	2300 mm	2300 mm
3.	висина носних/задње стране:	1300 mm	1350 mm
4.	запремина товарног сандука:	16 m ³	18 m ³
5.	тежина надградње:	5000 kg	5200 kg
једностранни кипер- DUMPER			



Слика 3.25. Монтирана надградња „Hidraulika Kurelja - Proleter “ Doo [23].

3.6. Карактеристике надградње, уређаја за самоистовар „STILT“ Doo, Смедеревска Паланка

Тространи уређај за самоистовар произвођача „STILT“ Doo, из Смедеревске Паланке, изведен је тако да су леве странице товарног сандука, дводелне са бочним отклоном и десном једноделном страницом са хидрауличним отварањем, као стандардна опрема [4].

Под товарног сандука урађен је лимом дебљине 8 mm.

Надградња са уређајем за самистовар урађена је према препоруци и сагласности „Mercedes-Benz“, Србија [6].

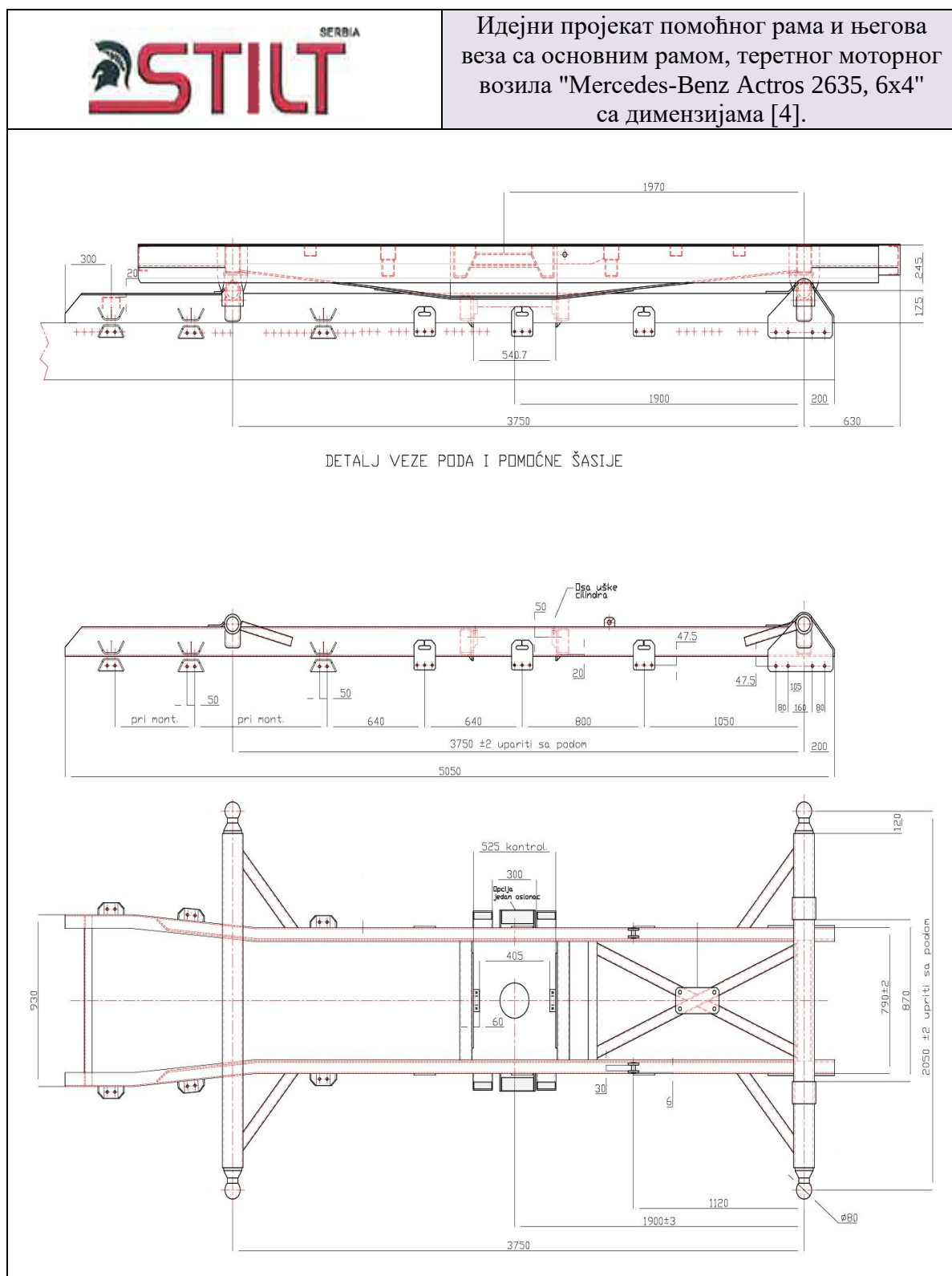
Техничке карактеристике уређаја за самоистовар произвођача „STILT“ Doo, из Смедеревске Паланке приказане су у табели 3.15 [4].

Табела 3.15. Техничке карактеристике надградње: "Stilt" Doo, Смедеревска Паланка [4].		
	ТИП:	ST N3 - 5200 mm
1.	дужина товарног сандука:	5200 mm
2.	ширина товарног сандука:	2495 mm
3.	висина бочних/ чеоних страница:	1200 mm
4.	запремина товарног сандука:	14,35 m ³
5.	маса надградње:	3140 kg
тространи кипер		

Стандардна опрема уређаја за самоистовар произвођача „ STILT “ Doo, из Смедеревске Паланке приказане су у табели 3.16 [4].

Табела 3.16. Стандардна опрема надградње, STILT Doo, Смедеревска Паланка [4].	
1.	носивост надградње - 21000 kg.
2.	висина прење челичне странице: 1200 mm
3.	материјал предње странице и дебљина лима: St 52 / 4 mm
4.	бочне странице - дводелне (лева страна), једноделна (десна страна)
5.	отварање бочних страница: отклоном (лева страна), хидраулично (десна страна)- Bordmatic
6.	отварање задње странице: отклон, аутоматско
7.	материјал пода и дебљина лима: HARDOX 400 / 8 mm (St 52)
8.	начин подизања товарног сандука: централно смештен телескопски хидраулични цилиндар
9.	комплетна хидраулика
10.	погон хидрауличке пумпе преко извода снаге из мењача возила
11.	управљање кипања терета: вентил (Joystick) у кабини возила, смештен бочно у односу на возачево седиште
12.	челични делови надградње пескарени и двоструко лакирани
13.	помоћна шасија лакирана у боји шасије возила
14.	товарни сандук лакиран једнобојно у боји кабине возила
15.	бочна заштита од подлетања у складу са СЕ нормама
16.	блатобрани на задњим точковима
Тространи кипер	

Идејни пројекат помоћног рама и његова веза са основним рамом приказана је на слици 3.26 [4].



Слика 3. 26. Идејни пројекат помоћног рама „STILT” Doo, Sm. Palanka [4].

Према препоруци произвођача „Mercedes-Benz” Србија, надградња са уређајем за самоистовар, произвођача “STILT” Doo, Smederevska Palanka, „односно његов помоћни рам везан је за основни , са шест конзолних веза и осам веза плоча-лим, чији је изглед и начин везивања приказан на слици 26 [4].

Због стабилности возила приликом истовара растреситог материјала и смањења напрезања, рамови се у задњем делу укрућују квадратним плочама, димензија 80x80x6 mm за формулу погона 6x4 [1,4].

По препоруци произвођача „Mercedes-Benz” Србија, конзолне везе које су заварене за помоћни рам, спојене су вијцима M14x1,5 за основни рам (24 вијка).

“Плоча-лим” је заварена за помоћни рам, а вијцима M14x1,5 (26 вијка) је остварена веза са основним рамом теретног моторног возила [4].

Вијци, по препоруци поменутог произвођача, морају бити направљени од челика у квалитету 10.9, а минимални број вијака је 50 [4].

Због провере сигурности остварене везе између помоћног рама надградње и основног рама теретног моторног возила, произвођач надградњи вршио је:

ПРОРАЧУН ВИЈАЧНЕ ВЕЗЕ

Карактеристике вијка M14x1,5, дате су у табели 3.17 [21], а у прорачуну су коришћени и подаци о димензијама и масама ТМВ произвођача надградњи „STILT” Doo, Smederevska Palanka, који су дати табели 3.19 [4].

Табела 3.17. Карактеристике вијка M14x1,5 произвођача Wurth [21].						
	Димензија вијка	Квалитет вијка	Граница течења (daN/mm ²)	Затезна чврстоћа (daN/mm ²)	Пречник језгра (mm)	Површина језгра (mm)
	M14x1,5	10.9	126	140	12,16	116

Средњи тангенцијални напон услед смицања врата вијка се рачуна према изразу [22]:

$$\tau = \frac{F_s}{A \cdot i} \quad (3.10)$$

где су:

F_s – попречна сила која оптерећује један вијак,

A – површина попречног пресека,

i – број парова површине смицања

Степен сигурности против пластичних деформација при смицању израчунава се према следећем изразу [22]:

$$s = \frac{\tau_T}{\tau} \quad (3.11)$$

где су:

$$\tau_T = 0,8 \cdot \sigma_T \quad (3.12)$$

$$\tau_T = 0,8 \cdot 126 = 100,80 \text{ daN/mm}$$

степен сигурности усвојен је из из табеле 3.18 [22].

Табела 3.18. Степен сигурности за случај смицања и површинског притиска [22].	
Врста оптерећења:	Степен сигурности - "s"
Смицање:	2,5
Површински притисак:	2,5

имамо да је:

$$s=2,5 \quad (3.13)$$

средњи тангенциони напон је [22]:

$$\tau = \frac{\tau_T}{s} \quad (3.14)$$

$$\tau = \frac{100,80}{2,5} = 40,30 \text{ daN/mm}^2$$

На основу израчунате вредности средњег напона може се израчунати дозвољена попречна сила за један вијак, према изразу [22]:

$$F_s = \tau \cdot A \cdot i \quad (3.15)$$

$$F_s = 40,30 \cdot 116 \cdot 1 = 4675 \text{ daN}$$

Средњи површински притисак на додирној површини врата вијка рачуна се према изразу [22]:

$$p = \frac{F_{spp}}{A} \quad (3.16)$$

где су:

F_{spp} – попречна сила која оптерећује један вијак,
 $A = d \cdot \delta$ – додирна површина,
 d – пречник врата вијка,
 δ – дебљина дела који се везује.

Степен сигурности против површинских разарања врата вијка израчунава се према изразу [22]:

$$s = \frac{p_T}{p} \quad \text{где је :} \quad p_T = 1,2 \cdot \sigma_T = 1,2 \cdot 126 = 151,20 \text{ daN/mm}^2 \quad (3.17)$$

За усвојени степен сигурности, $s=2,5$, средњи површински притисак се рачуна према изразу [22]:

$$p = \frac{P_T}{s} \Rightarrow p = \frac{151,20}{2,5} = 75,6 \text{ daN/mm}^2 \quad (3.18)$$

На основу израчунате вредности средњег површинског притиска, израчунава се дозвољена попречна сила која оптерећује један вијак, према изразу [22]:

$$F_{spp} = p \cdot A \quad (3.19)$$

$$F_{spp} = 75,60 \cdot 12,6 \cdot 8 = 7354 \text{ daN}$$

Провера носивости изведених вијачних веза врши се за случај подужног успорења за 2g и бочног убрзања за 1g [1]:

Вредност силе, која оптерећује вијачне везе на смицање и површински притисак рачуна се према изразу [1]:

$$F_{cs} = G_{ter} \cdot 2g \quad (3.20)$$

$$F_{cs} = 14985 \cdot 2 \cdot 9,81 = 294005,70 \text{ daN}$$

Потребан број вијака добија се из односа вредности силе која оптерећује вијачне везе на смицање и површински притисак и вредности дозвољене попречне силе која оптерећује један вијак [4]:

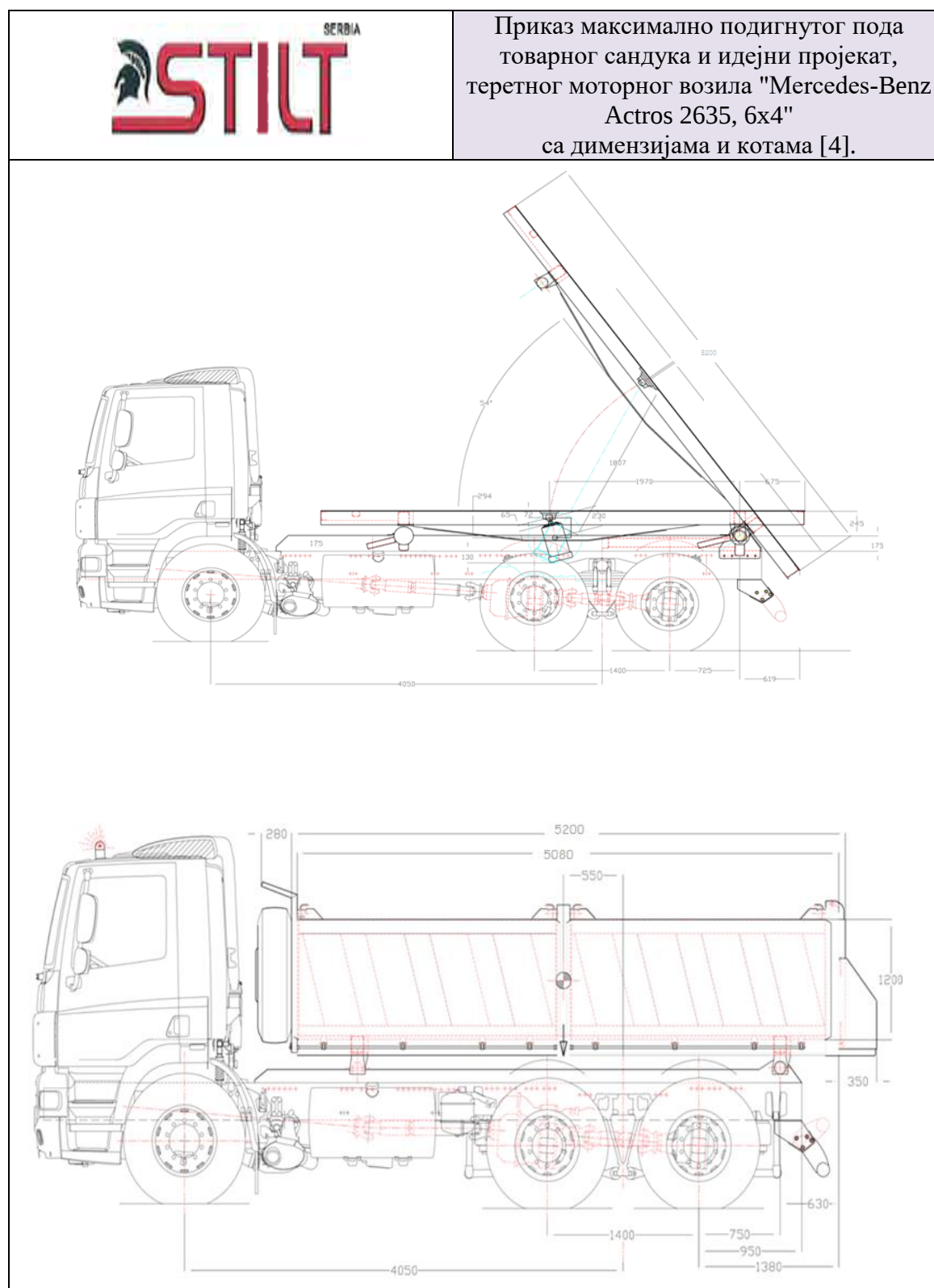
$$n_{\text{broj vijaka}} = \frac{F_{cs}}{F_{spp}} \quad (3.21)$$

$$n_{\text{broj vijaka}} = \frac{294005,70}{7354} = 40$$

Према прорачуну потребан број вијака је $n_{\text{broj vijaka}} = 40$, за максимално дозвољени терет $G_{ter} = 14985 \text{ kg}$. Произвођач надградњи "STILT" Doo, Smederevska Palanka, је свој помоћни рам везао за основни рам са $n_{\text{vijak}} = 50$ вијака, чиме је поступио по препоруци произвођача теретног моторног возила и повећао сигурност остварене везе у односу на рачунску.

	Табела 3.19. Димензије и масе ТМВ, "Mercedes-Benz", тип: Actros 2635 6x4 [4].
Растојање између осовина:	
Растојање између прве и друге осовине:	$l_{12} = 3350 \text{ mm}$
Растојање између друге и треће осовине:	$l_{23} = 1400 \text{ mm}$
Масе теретног моторног возила "Mercedes-Benz", тип: Actros 2635 6x4	
Маса возила без надградње:	$G_k = 7875 \text{ kg}$
Маса надградње:	$G_n = 3140 \text{ kg}$
Маса возила са надградњом:	$G_{kn} = 11015 \text{ kg}$
Маса терета:	$G_{ter} = 14985 \text{ kg}$
Распоред маса по осовинама за неоптерећено возило:	
осовина 1 :	5010 kg
осовина 2,3:	6005 kg
Распоред маса по осовинама за оптерећено возило:	
осовина 1 :	7200 kg
осовина 2,3 :	18800 kg

На слици 3. 27 приказан је максимално подигнут под товарног сандука произвођача надградњи “STILT” Doo, и идејни пројекат теретног моторног возила “Mercedes-Benz”, тип: Actros 2635 6x4 [4].



Слика 3.27. Максимално подигнут под тов. сандука и идејни пројекат ТМВ [4].

4. АНАЛИЗА ТРЖИШТА И ЗАКОНСКА РЕГУЛАТИВА КОЈЕ ТЕРЕТНО МОТОРНО ВОЗИЛО N3/BA/10 ТРЕБА ДА ЗАДОВОЉИ

Сва теретна моторна возила, почевши од његовог пројектовања, производње, пласмана на одговарајућем тржишту, тиме и експлоатације, мора да задовољи пре свега:

1. националне прописе,
2. међународне прописе.

4.1. Анализа тржишта за које је намењено теретно моторно возило N3/BA/10

Пројектовање теретних моторних возила представља скуп комплексних радњи, које пре свега почињу од истраживања тржишта, како би се утврдило које возило недостаје на истом, и која је то количина возила која би задовољила потребе за тим, новопроектованим и произведеним возилом.

Информације које су добијене из истраживања тржишта као и информације добијене из експлоатације истих или сличних возила (која су већ на тржишту), су од посебног значаја за почетак пројектовања возила, имајући у виду да период од почетка пројектовања теретног моторног возила, па до његове експлоатације, није мањи од 5 година, при чему се мора узети у обзир и планирани животни циклус конкретног возила, као и законски прописи који ће бити на снази у тренутку његове појаве на тржишту.

Ако су резултати анализе такви да показују потребу за одређеним типом возила, доносе се одговарајуће одлуке о почетку рада на пројектовању возила [1].

Само пројектовање теретних моторних возила састоји се од следећих фаза:

- поставке пројектних захтева,
- израде идејног и главног пројекта,
- израде и корекције техничке документације,
- израде и испитивања прототипова,
- разраде технолошких и сервисних поступака.

Да би пласман нових возила на тржишту био успешан:

- произвођач новог ТМВ треба да познаје сопствену тренутну позицију на тржишту,
- произвођач треба да познаје позицију своје конкуренције на тржишту,
- треба да познаје све сегменте купаца и финансијске услуге банака на тржишту,
- могућност развоја дистрибутивне и сервисне мреже,
- присутност на тржишту предузећа која могу да производе надградње, односно да буду подизвођачи у комплетирању возила у складу са његовом наменом.

4.2. Законска регулатива која се односи на ТМВ N3/BA/10

Република Србија (у даљем тексту: Србија) својим “Законом о безбедности саобраћаја”, усвојеним у Народној Скупштини 2012 године, донела је прописе којима подлежу сва друмска возила која се користе у јавном саобраћају на путу.

Из поменутог закона произилазе многи правилници који детаљније објашњавају одређене делове самог закона, међу којима је и онај који се односи на категоризацију возила и техничке услове која возила морају да испуне да би се нашла у саобраћају на путу, односно: “Правилник о подели моторних и прикључних возила и техничким условима за возила у саобраћају на путевима”.

Националним стандардом (SRPS) строго су дефинисани према одређеним правилима, производи, мере, појмови, начин димензионисања и сл.

Један од најбитнијих националних стандарда којим се утврђују термини и дефиниције који се односе на димензије моторних и прикључних возила, уопштено, дефинишу друмска возила је стандард SRPS M.NO.012 [19].

Република Србија је чланица мреже националних стандарда ISO (енг. International organization for standardization), која броји преко 157 земаља чланица, тако да је у обавези да своје стандарде усклади са међународним.

Република Србија је правна наследница бивше СФРЈ, тиме и ФНРЈ која је 1958. године, на нивоу (UN/ECE/WP.29), потписала овај међународни споразум под називом: “Споразум о усвајању једнообразних услова за хомологацију и узајамно признавање хомологације опреме и делова моторних возила”, чиме се обавезала да спроводи хомологацију моторних возила, опреме и делова у складу са правилницима које доносе UN/ECE, као и да призна хомологације акредитованих лабораторија других држава урађених по ЕСЕ правилницима.

4.3. Законски прописи који се односе на ТМВ N3/BA/10

Поред осталих одредби, “Законом о безбедности саобраћаја на путевима”, уређује се систем безбедности на путевима, уређују се услови које морају да испуњавају возила, технички прегледи, испитивање и регистрација возила, а дефинисан је и правилник као подзаконски акт који ближе дефинише одређене делове и појмове закона, обавезе и техничке услове које мора да испуни моторно возило како би се нашло у саобраћају на путу, односно Правилник о подели моторних и прикључних возила и техничким условима за возила у саобраћају на путевима.

4.3.1. Извод из Закона о безбедности саобраћаја на путевима за категорију N:

Члан 7.

Изрази у овом закону имају следеће значење:

- моторно возило је возило које се покреће снагом сопственог мотора које је по конструкцији, уређајима, склоповима и опреми намењено и оспособљено за превоз лица, односно ствари, за обављање радова, односно за вучу прикључног возила, осим шинских возила.

- теретно возило је моторно возило са најмање четири точка, које је намењено за терета, односно вршење рада на начин да се возилом не може превозити никакав други терет, односно вуку прикључна возила, чија је маса већа од 550 kg, и чија највећа ефективна снага, односно највећа трајна номинална снага мотора је већа од 15 kW.
- скуп возила је састав вучног возила и прикључног, односно прикључних возила, који у саобраћају на путу учествује као једна целина.
- маса возила је маса возила спремног за вожњу коју декларише произвођач возила и која подразумева:
 - масу празног возила,
 - масу возача од 75 kg за сва возила изузев возила на два и три точка,
- носивост возила је разлика највеће дозвољене масе возила и масе возила.
- највећа дозвољена маса возила је маса коју декларише произвођач возила.
- укупна маса возила је маса возила којом је возило оптерећено (лица и терет).
- осовинско оптерећење је део укупне масе возила у хоризонталном положају којим његова осовина оптерећује коловоз у стању мировања возила.
- највеће дозвољено осовинско оптерећење произвођача возила је највеће оптерећење које осовина возила преноси на хоризонталну подлогу према декларацији произвођача у стању мировања.

Члан 246.

- Возило у саобраћају на путу мора да испуњава прописане техничке услове, техничке прописе и да буде технички исправно.
- Министар надлежан за саобраћај доноси ближе прописе (правилнике) о условима које морају да испуњавају возила у саобраћају на путу у погледу димензија, техничких услова и уређаја, склопова и опреме и техничких норматива.

Члан 249.

Моторна и прикључна возила која се појединачно или серијски производе, односно уређаји, склопови и опрема на возилима, морају бити усаглашени са једнообразним техничким условима у складу са Споразумом о усвајању једнообразних техничких прописа за возила са точковима, опрему и делове који могу бити уграђени и/или коришћени на возилима са точковима и условима за узајамно признавање додељених хомологација на основу ових прописа.

Ближе услове (правилник) о поступку и начину хомологационих испитивања и контроле саобразности и услове које мора испуњавати правно лице које врши хомологациона испитивања односно контролу саобразности ново произведених возила, односно уређаја, склопова и опреме на возилима и начину провере испуњености услова од стране правног лица доноси министар надлежан за послове саобраћаја, на предлог Агенције за безбедност саобраћаја

4.4. Извод из Правилника о подели моторних и прикључних возила и техничким условима за возила у саобраћају на путевима. за категорију N:

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).

Возила врста: L, M, N, O, T и R, из става 1. овог члана морају имати потврду о саобразности.

Нова појединачно или малосеријски произведена возила морају одговарати условима из овог правилника с тим да уграђени делови и опрема возила морају бити усаглашена са једнообразним техничким условима.

Члан 4.

Поједини изрази употребљени у овом правилнику имају следеће значење:

- 1) Потврда о саобразности- СОС (енг. Certificate of conformity) је писмени доказ издат од стране произвођача возила, за свако возило произведено у складу са

шемом хомологације типа целог возила. Подаци наведени у Потврди о саобразности представљају декларацију произвођача.

- 2) Једнообразни технички услови су услови прописани Споразумом о признавању једнообразних услова за хомологацију и узајамно признавање хомологације опреме и делова моторних возила, прописима донетим на основу тог споразума, по којима се врши хомологација делова возила, опреме за возила и хомологацију типа целог возила, односно одговарајућим прописима ЕЗ;
- 3) Димензије возила и скуп возила су дужина, ширина, висина као и димензије возила које су од посебног значаја за безбедност саобраћаја на путевима, при чему су термини и дефиниције возила за димензије возила одређени стандардом SRPS M.NO.012 („Службени лист СФРЈ“, број 49/83);
- 4) Маса возила спремног за вожњу:
 - (1) Врсте М и N: Маса возила спремног за вожњу је маса неоптерећеног возила, са резервоаром за гориво напуњеним са најмање 90% погонског горива, која укључује масу возача (75 kg), осталих горива и течности и, када је уграђено, масу надградње, кабине, прикључног уређаја, резервног точка и припадајућег алата, а које је опремљено стандардном опремом у складу са спецификацијом произвођача;
 - (18) хомологација возила, опреме или делова возила је поступак провере типа њихове саобразности са захтевима одговарајућих правила према Споразуму о прихватању једнообразних услова за хомологацију и узајамно признавање хомологације опреме и делова моторних возила, односно одговарајућим прописима ЕУ, издавања одговарајућих прописаних докумената и праћење производње ради обезбеђивања саобразности са хомологованим типом;
 - (30) врста возила, одређена од стране произвођача возила у моменту производње, је назив за поделу возила у складу са једнообразним условима.
 - (31) тип возила означава возило исте врсте која се не разликују по следећим основним карактеристикама:
 - произвођач,
 - ознака типа,
 - шасија-носећи део конструкције,
 - врста мотора (унутрашње сагоревање/електрични/хибридни).
 - (34) облик каросерије је облик каросерије односно надградња возила.
 - (35) индентификациона ознака возила – VIN (енг. Vehicle identification number) је стандардузовани облик индентификационе ознаке возила коју на возило ставља произвођач возила и дефинисана је стандардом SRPS ISO 3779:2011 („Службени гласник РС“, број 40/11).

Члан 8.

Врста N – моторно возило које је пројектовано и конструисано превентивно за превоз терета.

Врста N3 – јесте возило врсте N које има највећу дозвољену масу која прелази 12 t.

Члан 9.

Возило врсте N мора да испуњава следеће услове у погледу техничких карактеристика:

- 1) сва места за седење треба да буду одвојена од товарног простора;
- 2) изузетно, лица и терет могу да се превозе у истом простору под условом да је товарни простор обезбеђен опремом за заштиту људи од налета терета током вожње, као и приликом наглог кочења и скретања;
- 3) средства за обезбеђење терета су намењена да обезбеди терет, у смислу тачке 2) овог става, као и систем преграда, намењених за возила чија највећа дозвољена маса не прелази 7,5 t, морају бити у складу са одредбама стандарда ISO 27956:2009 и то:
 - (1) испуњеност захтева може се утврдити изјавом о усаглашености издатом од стране произвођача,
 - (2) као алтернатива испуњености захтева произвођач може да документује на одговарајући начин, надлежном државном органу, за хомологацију возила, опреме и делова да уграђено средство за обезбеђење терета пружа једнак ниво заштите, као што је предвиђено стандардом ISO 27956:2009;
- 4) број места за седење, не укључујући место возача, не сме да прелази:
 - (2) 8 у случају возила врсте N₂ и N₃;

Члан 11.

Према облику каросерије, возило врсте M, N и O, се разврставају на:

3) Моторна возила врсте N, јесу:

- (1) ВА камион – јесте возило које је пројектовано и конструисано искључиво или првенствено за превоз терета.
- (2) ВВ ван - јесте камион код кога је товарни простор и простор за возача у истој равни .
- (3) ВС тегљач- јесте вучно возило које је пројектовано и конструисано првенствено за вучу полуприколица.
- (4) ВD возило за вучу – јесте вучно возило које је пројектовано и конструисано за вучу искључиво приколица.
- (5) ВЕ пикап - јесте возило највеће дозвољене масе која не прелази 3,5 t код кога товарни простор и места за седење нису у истој целини.
- (6) ВХ шасија теретног возила – јесте некомплетно возило са шасијом, кабином (комплетном или делимичном), погоном и осовинама које је намењено да се комплетира са каросеријом.

Облик каросерије возила врсте N и O , поред словне ознаке, може бити допуњен неком од следећих двоцифрених ознака (*извод из правилника*):

- 01 – платформа,
- 02 – са страницама,
- 03 – затворена надградња (фургон),
- 05 - климатизована надградња са изолационим зидовима али без опреме за одржавање температуре,
- 06 – флексибилне странице (церада),
- 08 – носач контејнера,
- 10 – кипер,
- 11 – цистерна,
- 12 – цистерна намењена за превоз опасних терета,
- 13 – превоз стоке,
- 15 – мешалица за бетон,
- 16 – пумпа за бетон,
- 18 – одвожење смећа,
- 24 – возило за помоћ на путу,
- 25 – возило са мердевинама,
- 28 – возило са уређајем за бушење и копање,
- 29 – нископодно прикључно возило,
- 31 – ватрогасно возило.

Члан 17.

Највећа дозвољена дужина возила, износи:

- 1) за моторно возило, осим аутобуса и возила врсте L – 12,00 m;

Највећа дозвољена дужина скупа возила износи:

- 2) за вучно возило са приколицом – 18,75 m;

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

Члан 19.

Највећа дозвољена висина возила износи – 4,0 m;

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

Члан 20.

Моторна возила, као и скуп возила, морају имати такве уређаје да приликом вожње у кругу од 360° , најистуренија тачка возила мора бити вођена по кругу пречника од највише 25 m, при чему се габарити возила морају кретати у појасу највеће ширине 7,2 m.

Члан 21.

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

Укупна маса моторног возила нр смр да прелази следеће вредности, и то :

- 1) За двоосовинско моторно возило, осим аутобуса – 18 t;
- 2) За троосовинско моторно возило - 25 t, односно 26 t ако је погонска осовина опремљена са удвојеним пнеуматичима и ваздушним ослањањем или ослањањем које се прихвата као еквивалентно, или где је свака погонска осовина опремљена са удвојеним пнеуматичима и при чему максимално осовинско оптерећење било које осовине не прелази 9,5 t;

Укупна маса скупа возила не сме да прелази, и то:

- 1) Скупа возила са 5 или 6 осовина:
 - (1) за двоосовинско моторно возило са троосовинском приколицом – 40 t,
 - (2) за троосовинско моторно возило са двоосовинском или троосовинском приколицом - 40 t,

Члан 22.

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

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

- 1) за једну гоњену осовину – 10 t,
- 2) за једну погонску осовину – 11,5 t,

Укупно оптерећење две осовине моторних возила, и које имају међусобно растојање:

- 1) до 1,0 m ($d < 1,0$) не сме да прелази 11,5 t,
- 2) од 1,0 m до 1,3 m ($1,0 \leq d < 1,3$) не сме да прелази 16 t,
- 3) од 1,3 m до 1,8 m ($1,3 \leq d < 1,8$) не сме да прелази 18 t, односно 19 t ако је погонска осовина опремљена удвојеним пнеуматичима и ваздушним ослањањем, или ослањањем које се прихвата као еквивалентно, или где је свака погонска осовина опремљена са удвојеним пнеуматичима и при чему максимално осовинско оптерећење било које осовине не прелази 9,5 t,

На погонске тачкове возила врсте L, M и N, ако је возило оптерећено и у стању мировања на хоризонталној равни, мора деловати најмање једна четвртина укупне масе возила, односно скупа возила.

На тачкове управљачке осовине возила врсте L, M и N, ако је возило оптерећено и у мировању на хоризонталној површини, мора деловати најмање једна петина укупне масе возила.

Члан 24.

Однос бруто снаге мотора изражене у киловатима и највеће дозвољене масе возила односно скупа возила изражене у тонама, мора бити најмање 5 kW/t, осим вучних возила која служе за вучу прикључних возила помоћу руде и нису намењена за превоз људи или терета и вучног возила туристичког воза код којих мора бити већа од 2,2 kW/t.

Члан 25.

Уређај за управљање возилом на сваком возилу мора испуњавати захтеве једнообразних техничких услова, бити поуздан и изведен тако да возач може лако, брзо и на сигуран начин мењати правац кретања возила.

Члан 26.

Уређаји за заустављање (у даљем тексту: кочиони систем) мора да омогући возачу да на безбедан, брз и ефикасан начин прогресивно смањује брзину кретања возила, или да заустави возило или да задржи возило у месту ако је оно у декларисаним границама, а на путу са уздужним нагибом на коме је предвиђено кретање тог возила.

Кочни систем мора да задовољи техничке услове прописане једнообразним техничким условима, односно услове прописане овим правилником.

Члан 29.

Систем за кочење остварује следеће функције, под условима предвиђеним у овом правилнику, и то:

- радно кочење, • помоћно кочење, • паркирно кочење, • дуготрајно успорење.

Члан 30.

Против блокирајући систем (у даљем тексту: ABS) део је радног кочења који аутоматски регулише проклизавање точкова, у правцу обртања, за време кочења.

У случају отказа ABS, радно кочење мора обезбедити прописане функције и задовољити прописане нормативе кочења.

Сва серијски произведена возила врста M2, M3, N2, N3, O3 и O4 регистрована први пут у Републици Србији након 1. Марта 2011. године, морају да буду опремљена ABS, осим возила произведених као SF покретне дизалице пре 1. Јануара 2002. године и возила SF произведених са шест и више осовина.

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

Члан 41.

Оцена исправности рада кочног система се може донети у односу на такозване референтне силе кочења, као алтернатива испитивању у односу на минимално прописане кочне коефицијенте за возила са пнематичким кочним системом.

Измерене силе кочења на уређају за мерење силе кочења – кочним ваљцима, у односу на силе кочења измерене у тренутку хомологације кочног система возила.

Кочни коефицијент је процентуални однос успорења возила и убрзања земљине теже, при чему се при прорачуну кочног коефицијента, у смислу овог правилника, може користити и заокружена вредност убрзања земљине теже од 10 m/s^2 .

Утврђивање вредности кочног коефицијента може се извршити мерењем успорења или мерењем сила кочења на обиму точкова возила и изражава се у процентима.

Вредност кочног коефицијента, у случају мерења силе кочења, се израчунава као однос збира сила кочења остварених на обиму точкова и укупне тежине возила возила која представља производ укупне масе возила и убрзања земљине теже.

У табели 4.1, дати су нормативи кочног коефицијента радног и помоћног кочења, односно најмање вредности кочног коефицијента радног, односно помоћног кочења, које морају бити остварене при активирању команде радног, односно помоћног кочења, за возила која су први пут регистрована после 1. јануара 2017. године, за врсту возила N.

Табела 4.1. Прописане вредности кочних коефицијената [16].

КАТЕГОРИЈА ВОЗИЛА	РАДНО КОЧЕЊЕ			ПОМОЋНО КОЧЕЊЕ		
	Кочни коефицијент	Сила активирања		Кочни коэф.	Сила активирања	
		Ножно активирање	Ручно активирање		Ножно активирање	Ручно актив.
	$K_r \geq [\%]$	$F \leq [\text{daN}]$	$F \leq [\text{daN}]$	$K_p \geq [\%]$	$F \leq [\text{daN}]$	$F \leq [\text{daN}]$
N	50	70	-	20	70	60

Члан 61.

Моторна и прикључна возила која су први пут регистрована у Републици Србији након 1. јула 2011. године, осим возила врсте T, C, K, R и S и чија ширина износи више од 2,1 m морају имати габаритна светла.

Габаритна светла морају бити хомологована и уграђена према једнообразним техничким условима.

Сва возила дужа од 6 m, први пут регистрована у Републици Србији након 1. јула 2011. године, морају имати жута бочна светла за означавање у складу са једнообразним техничким условима..

Најмање растојање од хоризонталне подлоге је 0,25 m, а највеће 1,5 m (2,1 m уколико облик каросерије не дозвољава другачије).

Мора постојати најмање једно бочно светло у средњој трећини возила.

Прво бочно светло не сме бити даље од 3 m од предњег краја возила, а последње не више од 1 m од задњег краја возила.

Међусобно растојање бочних светала не сме прећи 3 m осим у случају да структура возила то не дозвољава, тада се растојање може повећати до 4 m.

Члан 66.

Ознаке дугих и тешких возила морају бити хомологоване и постављене према једнообразним техничким условима и према стандарду SRPS Z.S2.857/1:2004 [19].

Ознаке тешких моторних возила обавезне су за возила врсте N2 чија је највећа дозвољена маса већа од 7,5 t, возила врсте N3 осим тегљача за полуприколице [16].

Рефлективне површине за означавање контура возила морају бити хомологоване према једнообразним техничким условима.

Рефлективне површине за означавање контура возила морају бити уграђена на возила која су шири од 2,1 m, дужа од 6 m и то на возила врсте N2 чија је највећа дозвољена маса већа од 7,5 t, и возила врсте N3 осим на шасији теретног возила, некоплетном возилу и тегљачу.

Члан 77.

Уређаји за давање звучних знакова уграђен на моторном возилу мора да производи звук јачине:

- 2) за остала возила од 93 dB(A) до 112 dB(A).

Уређаји за давање звучног за вожњу уназад мора бити уграђен и изведен тако да му јачина звука иза возила не сме износити мање од 70 dB(A).

Јачина звука уређаја за давање звучних знакова зграђених на моторном возилу утврђује се у лабораторијским условима на отвореном и равном простору пречника најмање 20 m, при чему се микрофон фонометра мора налазити на висини од 0,5 m до 1,5 m и на удаљености од 7 m испред возила, а мотор не сме бити у раду.

Члан 78.

Највише границе дозвољене спољне буке мерене у лабораторијским условима коју врсте возила N смеју производити јесу:

- 3) за моторна возила на четири или више точкова, и то за:

- (2) N2 и N3 и са мотором снаге преко 147 kW – 92 dB(A).

Спољна бука се мери према методи мерења буке стационарног возила (возила у употреби) назначеним у једнообразним техничким условима

Члан 81.

Излаз (извод) издувне цеви уређаја за одвођење и испуштање издувних гасова на возилима не сме бити усмерен у десну бочну страну моторног возила нити сме прелазити габарите возила по дужини и ширини.

Члан 82.

Издувна емисија моторних возила са моторима који раде са унутрашњим сагоревањем, при првој регистрацији, мора одговарати захтевима једнообразних техничких услова.

На моторним возилима, која испуњавају услове прописане нормом најмање „EURO 3” , мора постојати исправан систем за упозорење на неисправност опреме за регулисање аеро загађења (OBD).

Састав издувних гасова код моторних возила, мора одговарати следећим нормативима, и то:

- 3) возила са мотором са компресионим паљењем (дизел), након што је мотор постигао радну температуру прописану од стране произвођача возила, не смеју имати средњи коефицијент апсорпције светлости издувног гаса већи од вредности прописане од стране произвођача и декларисане према једнообразним техничким условима.

Ако подаци произвођача возила нису познати, тада за:

- (3) возила снаге преко 73,5 kW, вредност апсорпције светлости не сме бити већа од $2,44 \text{ m}^{-1}$.
- (4) за возила која су први пут регистрована у Републици србији након 1. марта 2014. године , вредност средње апсорпције светлости не сме бити већа од $1,5 \text{ m}^{-1}$.

Средњи коефицијент апсорпције светлости издувног гаса израчунава се као средња вредност најмање три мерења вредности коефицијента апсорпције светлости методом слободног убрзања до највећег дозвољеног броја обртаја.

Члан 100.

Заштитник од подлетања са задње стране, на моторним возилима врсте N3, која су произведена, односно први пут регистрована након 1. јануара 1987. Године, а која на

равном путу могу развити брзину кретања већу од 30 km/h, код којих је растојање од задње најистуреније тачке возила до осе последње по реду осовине возила, у неоптерећеном стању, веће од 1 m, као и код којих задњи део шасије у својој целој ширини или главни делови каросерије, у неоптерећеном стању, имају слободну висину већу од 0,55 m изнад површине коловоза, мора бити хомологован и уграђен према једнообразним техничких условима.

4.5. Стандарди SRPS који се односе на теретна моторна возила категорије N

Националним стандардом SRPS M.NO.012 утврђују се термини и дефиниције који се односе на димензије моторних и прикључних возила, дефинишу се друмска возила [19].

Националним стандардом SRPS .NO.010, под називом (друмска возила – класификација, термини и дефиниције) уређује класификацију, термине, децимални (класификациони) број и дефиниције друмских возила, која је заснована на разликама у конструкцији и карактеристикама друмских возила. Ове разлике опредељују врсте погона, ходни систем, уређаје, опрему и надградњу у вези са наменом [17].

Поједини национални стандарди који су везани за моторних возила, приказани су у табели 4.2.

Табела 4.2. Преглед српских стандарда кој се односе на моторна возила [16].		
Ознака:	година:	Наслов:
SRPS M.NO.012	2012	Димензије возила и скупа возила: дужина, ширина, висина као и димензије возила које су од посебног значаја за безбедност саобраћаја на путевима.
SRPS ISO 3779:2011	2011	Друмска возила - идентификациони број возила (VIN).
SRPS ISO 3779:2011	2011	Друмска возила - међународна идентификациона шифра произвођача возила (WMI).
SRPS ISO 3784:1995	1995	Друмска возила - мерење брзине удара при испитивању судара.
SRPS Z.S2.871/1:2004	2004	Табле за означавање теретних и прикључних возила у саобраћају на путевима (тешка и дуга возила).

4.6. Правилници ЕСЕ који се односе на теретна моторна возила

Преве прописе дефинисали су произвођачи возила. Како произвођачи возила нерадо постављају сами себи ограничења, јер то доводи до поскупљења производње, а самим тим и возила, формирана су удружења земаља која имају задатак да раде на доношењу одговарајућих прописа [2].

У Европи постоје два удружења која издају хомологационе прописе. Првом удружењу припадају све земље Европе, и оно је формирано на нивоу Уједињених нација (ЕСЕ), са седиштем у Женеви.

Другом удружењу припадају земље Европске уније (ЕЕС), са седиштем у Бриселу.

Да би се возило нашло у саобраћају на путу, оно мора да задовољи два прописа:

1. саобраћајне прописе (задовољавају возила која се већ користе и која су регистрована),
2. хомологацијске прописе, морају да задовоље новопроизведена возила, којима следи испитивања и регистрација [2].

Република Србија је, као што је већ речено, потписала споразум о усвајању једнообразних техничких прописа за возила са точковима, опрему и делове који могу бити уграђени и/или коришћени на возилима са точковима и условима за узајамно признавање хомологација додељених на основу ових прописа.

У оквиру овог споразума донети су ЕСЕ правилници (донела их је UNECE (*United Nations Economic Commission for Europe*)). којима су дефинисани захтеви и начин испитивања, како моторних возила у целини, тако и њихових делова и опреме.

На основу ових правилника врши се хомологација моторних возила и њихових делова и опреме.

Република Србија примењује све ЕСЕ правилнике, Иститут за стандардизацију је задужен за њихово спровођење и објављује их у Службеном гласнику Републике Србије.

Дефиниција Хомологације описана је у члану 4. Правилника о подели моторних и прикључних возила и техничким условима за возила у саобраћају на путевима, а сама реч води порекло из латинског језика, а код нас је преузета из француског језика (франц. la homologation= потврђивање или утврђивање да ли је нешто нечему сагласно или одговарајуће).

Термин „Хомологација“ се најчешће користи у контексту моторних возила, при чему представља поступак оцењивања и потврђивања да ли је одређено возило у целини или неки његови делови или опрема, урађено према захтевима ЕСЕ правилника, односно ЕЕС директивама, и у општем значењу представља „декларацију производа“.

Поред хомологације, неопходно је постојање и „саопштења“ о хомологацији према UN/ECE правилницима.. Саопштења се добијају од произвођача, односно добављача у односу на тип, варијанте и верзије возила.

Уз саопштења о хомологацији према UN/ECE R.10, 13, 48, 49 и 51 неопходно је приложити и одговарајуће извештаје о испитивању са припадајућом документацијом

произвођача, - технички опис типа, варијанти и верзија возила са свим неопходним подацима (VIN ознаке возила), ради идентификације возила и обављања контроле саобразности.

Контрола саобразности типа возила и наведене документације обавља се у лабораторији за хомологациона испитивања. Уз тип возила, доставља се и потврда о саобразности (Certificate of conformity - COC) [16].

Информативни реглед ЕСЕ правилника Економске комисије Уједињених Нација за Европу UNECE који се односи на врсту возила N3, дат је у табели 4.3 [16].

<i>Tabela 4.3. Правилник ЕСЕ за теретно моторно возило N,N3 [16].</i>			
Број ЕСЕ правилника	Скраћени назив ЕСЕ правилника	Област примене	Место за ознаку:
1	Фарови са сијалицама R2	Опрема за категорије возила М, N и Т	На фару
2	Сијалице за асиметричне фарове	Опрема за категорије возила М, N и О	На сијалици
3	Катадиоптери	Опрема за све категорије возила	На катадиоптеру
4	Светла за регистарске таблице	Опрема за категорије возила М, N, О и Т	На уређају
5	Заптивни фарови (SB)	Опрема за категорије возила М, N и Т	На фару
6	Показивачи правца	Опрема за категорије возила М, N, О и Т	На уређају
7	Позициона, стоп и габаритна светла	Опрема за категорије возила М, N, О и Т	На уређају

8	Фарови са халогеним сијалицама Н1, Н2, Н3, НВ3, НВ4, Н7, Н8, Н9, Н1Р1 и/или Н1Р2	Опрема за категорије возила М, N	На фару
10	Радио сметње	Категорије возила L, M, N и O	На таблици
11	Браве и шарке	Категорије возила M1 и N1	На таблици
13	Кочење	Категорије возила M,N, O	На таблици
14	Прикључци сигурносних појасева	Категорија возила M и N	На таблици
15	Аерозагађење возила са ото моторима (и возила са дизел моторима за категорије M1)	Категорија возила M1 и N1	На таблици
16	Сигурносни појасеви	Опрема за категорију возила L5, M и N	На појасу
18	Заштита од неовлашћене употребе	Категорије возила возила L5, M и N	На таблици
19	Предња светла за маглу	Опрема за категорије возила M, N и T	На уређају
20	Фарови са халогеним сијалицама Н4	Опрема за категорије возила M, N и T	На фару
23	Светла за вожњу уназад	Категорија возила M, N, O и T	На уређају
24	Возила са дизел моторима и дизел мотори (ораситет)	Категорије возила M и N	На таблици
25	Наслон за главу	Категорије возила L5, M и N	На наслоњу за главу
28	Звучни сигнални уређај	Категорија возила L3, L4, L6, M и N	На звучном уређају и на таблици
29	Заштита посаде у кабини привредних возила	Категорија возила N2 и N3 преко 7 t	На таблици

31	Заптивени фарови са халогеним сијалицама (HSB)	Опрема за категорије возила М и N	На фару
38	Задња светла за маглу	Опрема за возила категорија М, N, O и T	На уређају
39	Брзиномири	Возила категорија L, M и N	На таблици
45	Брисачи фарова	Возила категорије М и N	На брисачу фарова и на таблици
46	Ретровизори	Возила категорије М, N и L са кабином	На ретровизору и на таблици
48	Уградња светлосних и светлосно-сигналних уређаја	Возила категорије М, N и O	На таблици
49	Дизел мотори и возила са дизел моторима - аерозагађење	Возила категорије M2, M3 и N	На таблици
51	Бука моторних возила	Возила категорија М и N	На таблици
54	Пнеуматици за привредна возила и њихове приколице	Опрема за возила категорија M2, M3, N, O2, O3 и O4	На пнеуматику
55	Вучни уређаји (куке)	Опрема за возила категорија N2, N3 и O4	На вучном уређају
58	Заштита од подлетања под возило са задње стране	Возила категорија N2, N3, O3 и O4	На таблици
61	Спољашње избочине испред задњег преградног зида кабине	Возила категорије N	На таблици

73	Бочна заштита	Возила категорија N2, N3, O3 и O4	На таблици
79	Управљачки механизам	Возила категорија M, N и O	На таблици
85	Снага мотора	Возила категорија M и N	На таблици
89	Уређаји за ограничење максималне брзине возила	Возила категорија M3, N2 и N3	На таблици
93	Заштита од подлетања под возило са предње стране	Возила категорија N2 и N3	На таблици
102	Затворени вучни уређај (CCD)	Возила категорија N2, N3, O3 и O4	На уређају На табlici

ЕСЕ директиве се примењују у земљама Европске Уније и односе се на различите аспекте квалитета производа. Директиве, које се односе на моторна возила, најчешће одговарају ЕСЕ правилницима, али захтеви који се њима постављају често могу да буду строжији и од захтева прописаним у ЕСЕ правилницима.

Директиве се односе техничке захтеве за новопроизведена и коришћена возила при хомологацији типа возила и хомологацији појединачног возила [2].

5. УСВАЈАЊЕ КОНЦЕПЦИЈЕ ВОЗИЛА

Анализом два моделе теретних моторних возила: “Mercedes-Benz”, тип: Actros 2635 6x4 и MAN тип CLA 26.280 6x4, са уређајем за самоистовар, као и анализом српског тржишта, које има потребе за оваквим возилима, може се усвојити концепција возила.

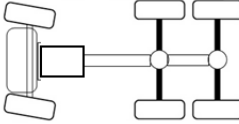
Ново возило-модел, не сме да пређе максимално дозвољену масу возила која износи 26000 kg, максимална дужина возила треба да буде између 7000 mm и 8000 mm. Погонски агрегат треба да буде линијски 6-цилиндрични, уздужно постављени дизел мотор у распону снага од 200 kW до 260 kW.

Шема погона треба да буде 6x4, са предњом управљивом осовином.

Концепције новог ТМВ са уређајем за самоистовар, приликом пројектовања базирана је на моделима који су већ у експлоатацији из сопственог производног програма или конкурентских произвођача, при чему товарни сандук треба да има могућност отварања свих страница и могућност истовара на три стране.

Да би се смањило време пројектовања, примењују се рачунарски подржана техника пројектовања CAD (CAD – Computer Aided Desing) , што може да елиминисе скупу израду прототипова и испитивања на њима, и ако је то најпоузданија метода одређивања перформанси ново насталог теретног моторног возила.

Карактеристике ново пројектованог теретног моторног возила са уређајем за самоистовар дате су у табели 5.1.

<i>Табела 5.1. Карактеристике усвојене концепције теретног моторног возила.</i>		
Концепција 6x4:		Погонски агрегат: смештен напред- уздужно. Осовина 1: управљива, Осовине 2,3: погонске
Шасија:	Шасија изведена од "U" профила, материјал: S355J2G3, димензије: 8x85x289 mm.	
Погонски агрегат:	Линијски, дизел, 6- цилиндрични мотор, снаге 260 kW, који задовољава стандарде издувне емисије гасова, Euro 6.	
Мењач:	9 степени преноса-мануелни, или 12 степени са аутоматском променом степена преноса	
Спојница:	Једноламеласта сува, пречника Ø430 mm	
Кочиони систем:	Кочице са електронском контролом кочења: системи ABS, EBS, ASR	
Систем ослањања:	Ослањање осовине 1-пнеуматско, ослањање погонских осовина 2,3: пнеуматско са помоћним лиснатим опругама.	
Точкови:	Број точкова 10, погонски точкови удвојени, пнеуматици радијални 315/80 R22.50	
Управљач:	Управљач са серво пумпом-уређајем	
Надградња:	Уређај за самоистовар, запремина од 10 m ³ до 15 m ³ , материјал помоћног рама S355J2G3	

6. УСВАЈАЊЕ ДИМЕНЗИЈА ВОЗИЛА, ПОЗИЦИЈЕ ПОЈЕДИНИХ АГРЕГАТА, СМЕШТАЈ ВОЗАЧА И ПУТНИКА

За дефинисање габарита-димензија, теретног моторног возила категорије N3/BA/10, приликом пројектовања, потребно је претходно усвојити димензије кабине и простора за смештај терета.

Димензије кабине су у тесној вези са антропометријски величинама човека.

Она мора да буде тако изведена да представља адекватан простор за обављање човековог рада, имајући у виду да човек већи део свог живота проводи на радном месту.

Израчунавање потребног простора у кабини за возача и сувозача се решава, уз помоћ раванских шаблона (манекена за 5%, 50% и 95% популације), који симулирају положај возача и сувозача у кабини возила.

Кабина мора бити пројектована за ширу популацију људи, с обзиром да постоје разлике у антропометријским величинама како међу половима, расама, тако и према географским положају где људи живе, односно где се возила користе [1].

6.1. Антропометријске величине човека

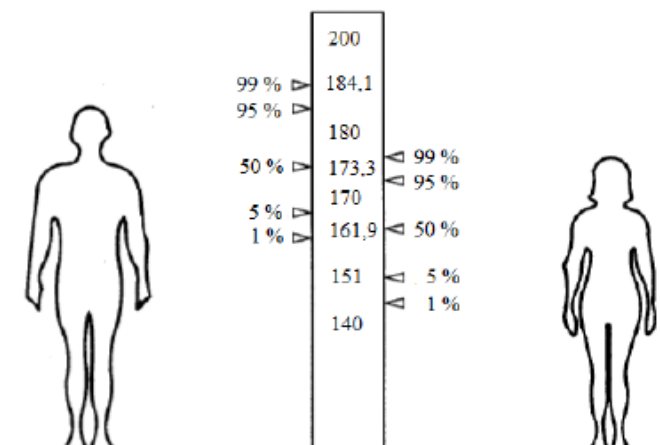
На основу истраживања савремене биолошке антропологије, показано је да морфолошка грађа човечијег тела зависи од низа параметара (исхрана, климатско подручје, раса, општи животни услови, пол, старост, физичка активност и сл.).

Набројани фактори, због међусобне повезаности, морају се посматрати комплексно, јер период од израде пројекта теретног моторног возила па до краја животног циклуса возила износи од 20 до 30 година, тако да се у тој фази развоја возила мора водити рачуна о могућим променама у антропометријским подацима.

Постоје значаје разлике у антропометријским димензијама код мушкараца и жена, а чињеница је да су и жене заступљене као возачи, тако да се и тај фактор узима при пројектовању теретног моторног возила [5].

Због постојања антропометријских разлика радно место возача (РМВ) се дефинише за популацију од 5% до 95%, при чему се 5% дефинише за жене, а 95% у односу на мушкарце, што има за циљ универзалност радног места возача (РМВ), с обзиром да се теретна возила експлоатишу на различитим тржиштима независно од географског поднебља и антропометријских величина људи на тим поднебљима [25].

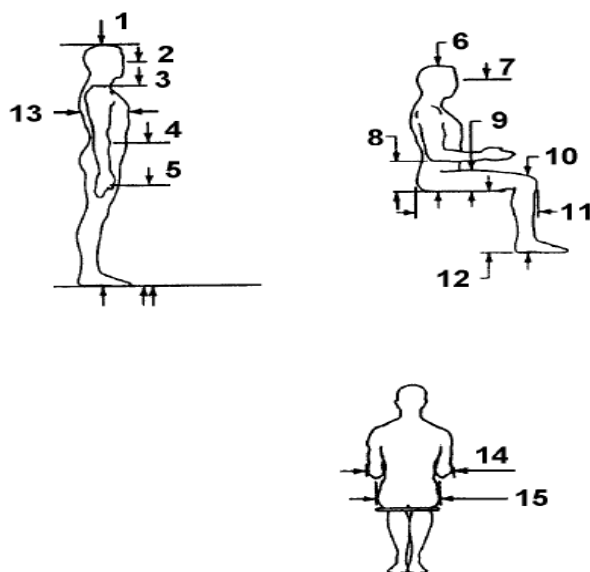
Разлика у висини у стојећем ставу између мушкараца и жена приказана је на слици 6.1 [5].



Слика 6.1. Разлика у висини између мушкараца и жена [5].

За одређивање димензије кабине и радног места возача (РМВ) и сувозача потребно је познавати 12 до 28 антропометријских величина човека, а испитивања која су спроведена на 6000 испитаника показала су да је за прелиминарно пројектовање возила потребно познавати 12 антропометријских величина у стајаћем и седећем ставу [25].

Основне антропометријске величине мушкараца и жена у стајаћем и седећем ставу, приказане су на слици 6.2 [25], чије су димензије описане у табели 6.1 [25].



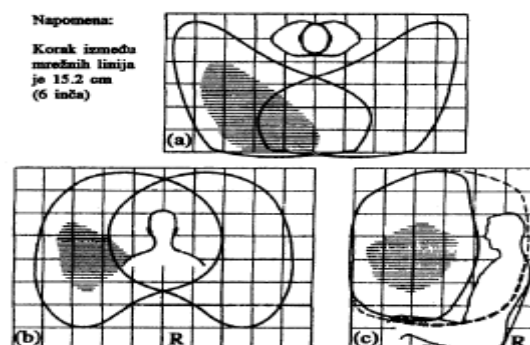
Слика 6.2. Антропометријске величине мушкарца и жена у стајаћем и седећем ставу [25].

Табела 6.1. Димензије мушкарца и жена у стајаћем и седећем ставу [25].

		Мушкарци			Жене		
		5%	50%	95%	5%	50%	95%
1.	Висина у стајаћем ставу (cm):	162	173,5	184,4	150	160	170
2.	Висина ока (cm):	151,1	162,4	172,7	138,3	148,9	159,3
3.	Висина рамена (cm):	132,3	142,8	152,4	121,1	131,1	141,9
4.	Висина лаката (cm):	100	109,9	119	93,8	101,2	108,8
5.	Висина шаке (cm):	50,8	75,4	80,4	64,3	70,2	75,9
6.	Седња висина-усправно (cm):	84,3	90,7	96,7	78,5	85	90,7
7.	Седећа висина-нормално (cm):	80,3	86,7	93	75,2	82	88
8.	Висина лаката (cm):	19	24,3	29,4	18,1	23,3	28,1
9.	Висина надколенице (cm):	11,4	14,4	17,7	10,6	13,7	17,5
10.	Висина колена (cm):	49,3	54,3	59,3	45,2	49,8	54,5
11.	Спољна дужина надколенице (cm):	54	59,4	64,2	51,8	56,9	62,5
12.	Дужина подколенице (cm):	39,2	44,2	48,8	35,5	39,8	44,3
13.	Дебљина груди (cm):	21,4	24,2	27,6	21,4	24,2	29,7
14.	Ширина лактова (cm):	35	41,7	50,6	31,5	38,4	49,1
15.	Ширина седалног предела (cm):	30,8	35,4	40,6	31,2	36,4	43,7
	Маса (kg):	56,2	74	97,1	46,2	61,1	89,9

Значај примене антропометријских података при пројектовању теретних возила, приказан је на слици 6.3, где се виде енвелопе дохвата рукама, при чему су препоручена подручја освенчена [1].

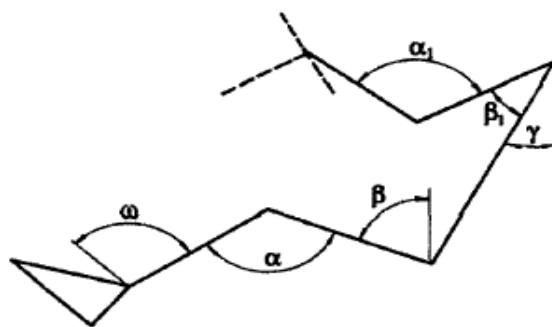
Како возач своју функцију обавља у седећем положају радно место возача (РМВ) треба пројектовати тако да он може у дужем временском периоду управљати теретним возилом уз минималну потрошњу енергије [25].



Слика 6.3. Енвелопе дохвата рукама за човека у седећем ставу [1].

С обзиром да возач у седећем положају, заузима одређене углове између појединих делова свог тела и екстремитета, шема углова човечијег тела је приказана на слици 6.4 [1], а орјентационе величине ових углова дате су у $^{\circ}$ (степенима) за 95% популације а приказане су табели 6.2 [5].

Истраживања су показала да постоји оптималан седећи положај при коме се возач најмање замара, а који су дефинисани тзв. „анатомским угловима седења“ [1].



Слика 6.4. Анатомски углови седења [1].

Орјентационе вредности анатомских удова седења у $^{\circ}$ (степенима) за 95% популације а приказане су табели 6.2.[5].

Табела 6.2. Орјентационе вредности анатомских углова седења [5].						
$^{\circ}$ (степени)	α	β	γ	ω	α_1	β_1
Radmanov	80-170	60-110	20-30	75-150	-	-
Wisner	95-120	85-100	15-25	85-95	80-110	15-35
Rebuffe	95-135	95-120	20-30	95-110	80-120	20-30
DIN 33408	125	77	22	90	120	38
Demić i dr.	130	70	20	75	80	0

Углови из табеле 6.2. односе се на статичко стање, када возач не управља теретним возилом, а неки од њих се при кретању возила мењају (једно од стопала је пасивно, једно је на папучици спојнице, кочнице или педале гаса.)

Због његовог значаја, положаја тела возача у седећем положају, мора се прецизно дефинисати још у фази пројектовања теретног возила.

Предности седећег положаја возача су:

- глава возача се директно ослања на наслон за главу и она је у вертикалном положају,
- обртни момент на точку управљача је највећи у овом положају, као и сам приступ осталим командама,
- лакши је улазак и излазак из возила јер је горњи део тела усправан, чиме је и тежиште у истом положају,
- обезбеђује добру видљивост,
- уградњом седишта са еластичним ослањањем спречава се преношење динамичких оптерећења на кичму, чиме се повећава отпорност на вертикалне вибрације [25].

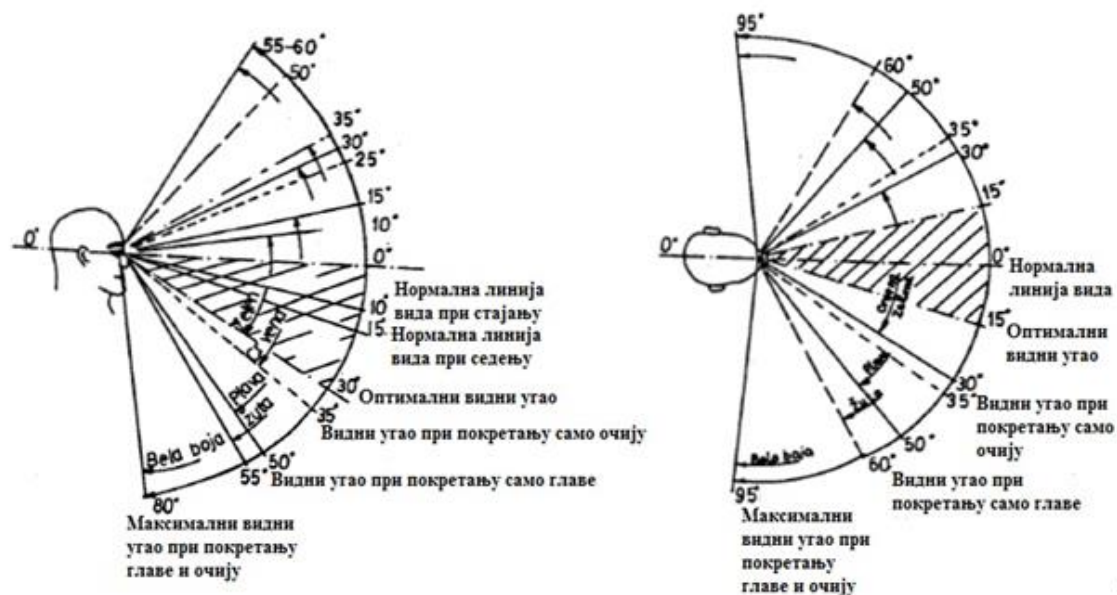
Положај команди је у тесној вези са силама и моментима које возач може у дужем временском периоду да остварује током вожње, па тако, све тачке точка управљача морају бити најмање удаљене 80 mm од осталих делова кабине [25].

Ефикасност дејства возача зависи од његовог положаја у односу на команде [25].

Због антропоцентричних карактеристика човека радно место возача (РМВ) мора да обезбеди одговарајућу видљивост човека. Код теретних моторних возила потребно обезбедити углове видљивости од најмање $\pm 15^\circ$ у вертикалној равни, а из разлога безбедности знатно веће у хоризонталној равни.

Пожељна видљивост је од 180° у хоризонталној равни, али је то немогуће остварити због постојања А-стубова (стубови који носе ветробранско стакло). При разматрању видљивости мора се узети у обзир грешке при читавању дисплеја, односно тзв. „ефекат дисплеја“ [25].

Видљивост човека покретањем очију и главе у вертикалној и хоризонталној равни, приказано је на слици 6.5 [25].



Слика 6.5. Видљивост човека у вертикалној-лево и хоризонталној-десно равни [25].

При пројектовању система за ослањање теретног возила, а нарочито кабине која има независно ослањање, морају се узети у обзир утицај виврација на човека, јер стварају замор и нелагодност човека приликом управљања возилом.

Вибрације су сврстане у две групе:

- вибрације које се преко седишта или пода преносе на цело тело,
- локалне вибрације, делују на руке у току вожње коришћењем различитих уређаја или од држања точка управљача.

Замор човека под дејством вибрација, утиче интензитет, правац и смер вибрација, учрстаност, врста побуде (хармонијска, ударна, случајна).

Највећи утицај на човека имају вертикалне вибрације, учестаности $4 \div 8$ Hz и то хармонијског типа.

Човек је осетљив на вибрације чија је учестаност нижа од 1 Hz.

Утицај вибрација на замор човека, значајну улогу има процес пешачење човека тј. хипотеза коју је поставио „Rotenberg а допунио Симић и Демић“, „ У току боравка у превозним средствима човек не би смео бити изложен већим вибрационим оптерећенима од оних која се јављају у току процеса нормалног пешачења“ [25].

Полазећи од ове хипотезе извршено је истраживање успореног пешачења и установљено је да се при томе појављује учестаност корака испод 1 Hz, што указује да је човек осетљив на ниске учестаности.

Већа осетљивост човека на учестаности ($4 \div 8$ Hz, ISO), (приближно $3 \div 25$ Hz, Симић) и (приближно $6 \div 16$ Hz, Демић), објашњава се чињеницом да се у тој области учестаности налазе главне резонантне учестаности човека [25].

Приликом пројектовања теретног возила, посебну пажњу треба посветити морфолошким карактеристикама тела у зависности од старости, јер је светска популација, пре свега у Европи све старија као и да се радни век човека стално продужава, тако да:

- висина тела до 20 година старости се повећава, а од 40 година опада,
- тело после 40 година старости постаје повијеније,
- тежина тела до 20 година старости расте са годинама,
- тежина тела код мушкараца опада после 50 година старости, а код жена после 60 година старости,
- снага човека опада са повећањем старости човека [25].

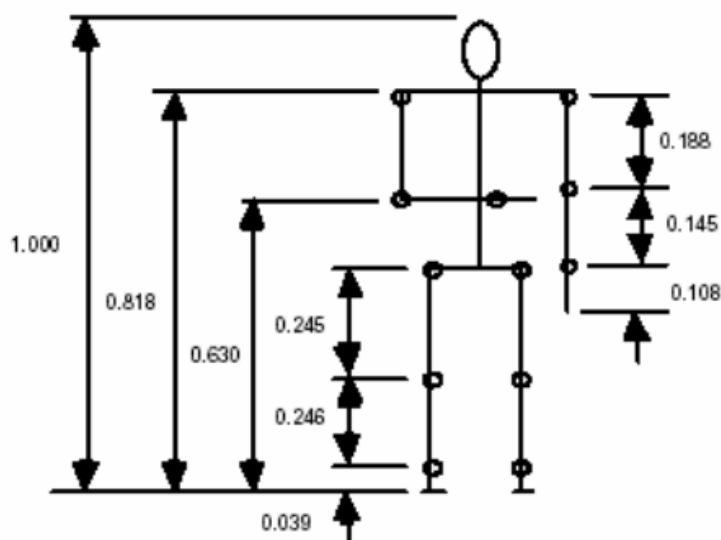
6.2. Радно место возача (РМВ)

Правилна организација радног места возача је веома битна карактеристика са аспекта појаве умора возача а тиме и на безбедност саобраћаја у целини. Из тог разлога су развијени стандарди који се морају испунити како би се обезбедило минимално оптерећење возача. За теретна моторна возила можемо разликовати 4 основна захтева које је потребно испунити:

- антропометријски;
- хигијенски;
- физиолошки и психо-физиолошки;
- психолошки.

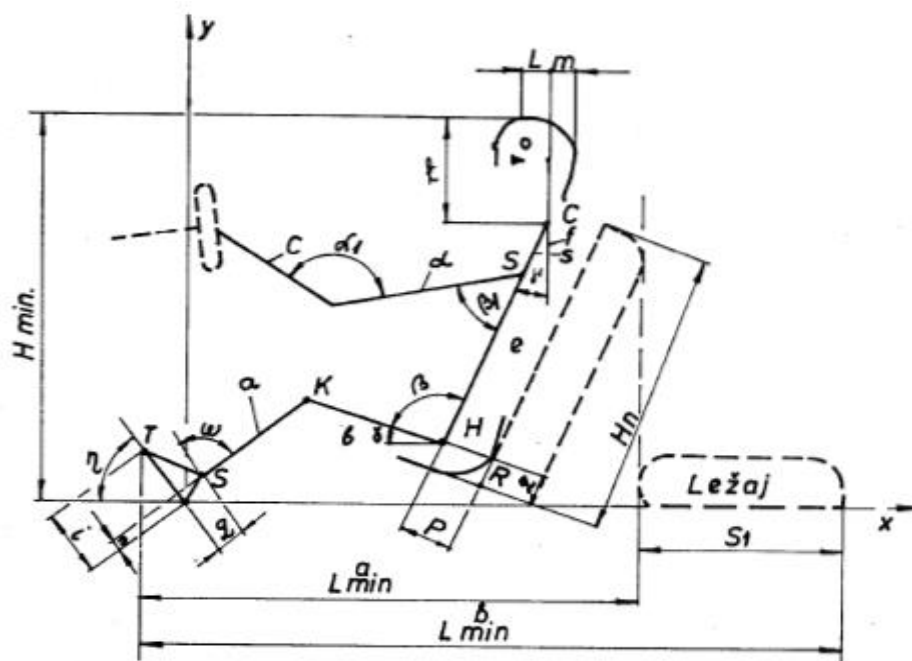
6.3. Димензионисање кабине теретног моторног возила

За прорачуне седишта и димензија кабине, могу се користити геометријске мере човековог тела, приказане на слици 6.6 [25].



Слика 6.6. Геометријске мере човековог тела [25].

као и шема радног места возача теретног возила, приказаног на слици 6.7 [1].



Слика 6.7. Шема радног места возача теретног моторног возила [1].

6.4. Минимална дужина кабине теретног моторног возила

За категорију N - теретних возила, постоје три врсте кабина, кабина без попречног лежаја иза седишта возача и сувозача, кабина са попречним лежајем иза седишта возача и сувозача, као и кабина са лежајем који се налази у надградњи над кабином возила [23].

Теретно моторно возила категорије N3/BA/10 (намењено је само за превоз трета и има уграђен уређај за самоистовар), креће се на релативно кратким деоницама јавног пута, најчешће по храпавом и неравном путу са подлогом од земље и камена.

Таквом возилу није потребна кабина за већи комфор возача (кабина са попречним лежајевима иза седишта возача и сувозача), већ довољно простора иза кабине, за смештај што већег товарног сандука, тако да је овом возилу намењена кратка кабина.

Минимална дужина, ширина и висина кабине, односно путничког простора може се одредити аналитички и математичким изразима, на основу коришћења шеме радног места возача (РМВ) приказане на слици 6.7. Због непостојања података који су опште прихваћени за анатомске углове седења возача, усвајају се углови који су прописани национални стандардима, међу којима је најчешће коришћен стандард Савезне Републике Немачке: DIN 33408, обзиром да је Немачка једна од европских земаља са највећом производњом теретних возила [1].

Минимална дужина кабине без уграђеног попречног лежаја израчунава се на основу шеме радног места возача (РМВ), приказаног на слици 6.7, и према формули [1]:

$$L_{\min} = (i-n)\cos(\eta) + q\sin(\eta) + a\cos(180 - \eta - \omega) + (b+p)\cos(\delta) + x + k_1 + k_2 + k_3 \quad (6.1)$$

где су:

i, q, n, a, b, p - антропометријски подаци за 95% популације у седећем ставу,

$\eta, \omega, \delta, \gamma$ - анатомски углови седења,

k_1 - додатак за одећу (око 20 mm),

k_2 - додатак за обућу (око 20 ÷ 30 mm),

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

за потербе израчунавања минималне дужине кабине користиће се усвојени анатомски углови седења по Wisner-у, за 95% мушке популације, приказани у табели 6.3 [5].

Табела 6.3. Усвојене вредности анатомских углова седења [5].						
° (степени)	α	β	γ	ω	α_1	β_1
Wisner	120	85	20	90	110	35

на основу усвојеног анатомског угла седења $\beta = 85^\circ$ и анализом слике 6.7 имамо да :

величину x израчунавамо на основу израза [1]:

$$x = H_n \cdot \sin(\gamma) \quad (6.2)$$

где су:

H_n - висина наслона седишта,

γ - анатомски угао наслона седишта.

величина H_n (висина наслона седишта) се усваја тако да буде једнака висини тачке ока за 95% популације [1].

На основу антропометријских величина човека датих у табели 6.1, где се за висину човека у стојећем ставу узима вредност од 1844 mm за 95% популације и на основу геометријских мера човековог тела приказаних на слици 6.6, имамо вредности следећих величина:

$$a = 1844 \text{ mm} \cdot 0,246 = 453,62 \text{ mm}$$

$$b = 1844 \text{ mm} \cdot 0,245 = 451,78 \text{ mm}$$

$$q = 1844 \text{ mm} \cdot 0,039 = 71,92 \text{ mm}$$

$$k = 1844 \text{ mm} \cdot 0,188 = 347 \text{ mm}$$

$$e + f = 1844 \text{ mm} \cdot 0,818 - b - a - q = 1508,4 - 451,78 - 453,62 - 71,92 = 531,07 \text{ mm}$$

$$H_n = 1844 \text{ mm} \cdot 0,818 - b - a = 602,99 \text{ mm}$$

на основу усвојеног анатомског угла седења $\gamma = 20^\circ$, имамо да је :

$$x = H_n \cdot \sin(\gamma) \quad (6.3)$$

$$x = 602,99 \text{ mm} \cdot \sin(20^\circ) = 206,235 \text{ mm},$$

за усвојени анатомски угао седења $\beta = 85^\circ$ и анализом слике 6.7 имамо да је :

$$\delta = 90^\circ - 85^\circ = 5^\circ$$

$$n = \operatorname{tg}(\gamma) \cdot q = \operatorname{tg}(20^\circ) = 0,364 \cdot 71,92 = 26,18 \text{ mm}$$

$$i - n = \operatorname{tg}(70^\circ) \cdot q = 197,60 \text{ mm}$$

$$i = \operatorname{tg}(70^\circ) \cdot q + n = 197,60 + 26,18 = 223,79 \text{ mm},$$

$$\eta = 180^\circ - 90^\circ - (180^\circ - \alpha - \delta) = 90^\circ - (180^\circ - 120^\circ - 5^\circ) = 35^\circ$$

па једначина (6.1) има облик:

$$L_{\min} = (197,6) \cdot \cos(35^\circ) + 71,92 \cdot \sin(35^\circ) + 453,62 \cdot \cos(180^\circ - 35^\circ - 90^\circ) + \\ + (451,78 + 200) \cdot \cos(35^\circ) + 206,235 + 30 + 20 + 50$$

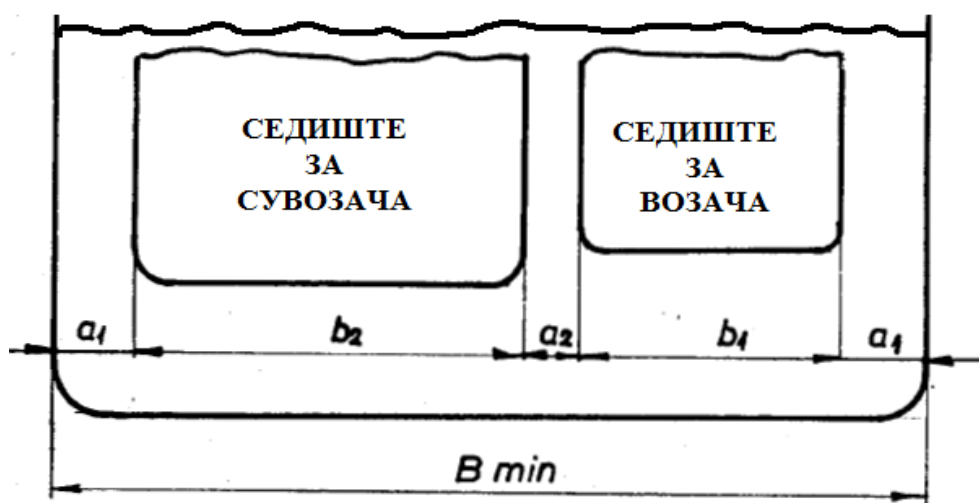
минимална дужина кабине је:

$$L_{\min} = 1255,02 \text{ mm}$$

6.5. Минимална ширина кабине теретног моторног возила

Кабина теретног моторног возила мора да обезбеди простор за смештај возача и једног или два сувозача [1].

За прорачун ширине кабине теретног моторног возила користиће се слика 6.9 [1].



Слика 6.9. Шема одређивања ширине кабине теретног моторног возила [1].

Анализом слике 6.9, може се уочити да се димензија $B_{\min}$, која представља ширину кабине, налази из релације [1]:

$$B_{\min} = 2a_1 + a_2 + b_1 + b_2 \quad (6.4)$$

где су:

- a_1 - бочни зазор између седишта и бочних страна кабине (100÷150 mm),
- a_2 - зазор између седишта возача и сувозача (око 100 mm),
- b_1 - ширина седишта возача,
- b_2 - ширина једностраног или двоструког седишта сувозача.

величина b_1 , која представља ширину седишта возача, може се одредити на основу ширине седалног предела из табеле 6.1, за 95% популације, чија је вредност 437 mm и израза [1]:

$$b_1 = \check{S}SP + k_s \quad (6.5)$$

где су:

$\check{S}SP$ – ширина седалног предела,

k_s – додатак за одећу (25 mm).

па релација (6.5) има облик:

$$b_1 = 437 \text{ mm} + 25 \text{ mm} = 462 \text{ mm}$$

величина b_2 , која представља ширину седишта сувозача, може се одредити на основу ширине седалног предела из табеле 6.1, за 95% популације, чија је вредност 437 mm и израза [1]:

$$b_2 = n \cdot \check{S}SP + k_6 + k_7 \quad (6.6)$$

где су:

n – број сувозача (1 или 2),

$\check{S}SP$ – ширина седалног предела,

k_6 – додатак за зимску одећу (50 mm),

k_7 – минимални зазор између седишта.

па релација (6.6) има облик:

$$b_2 = 1 \cdot 437 \text{ mm} + 50 \text{ mm} + 0 = 487 \text{ mm}$$

једначина за минималну ширину кабине теретног моторног возила има облик:

$$B_{\min} = 2 \cdot 150 \text{ mm} + 100 \text{ mm} + 462 \text{ mm} + 487 \text{ mm}$$

тако да је минимална ширина кабине:

$$B_{\min} = 1349 \text{ mm}$$

6.6. Минимална висина кабине теретног моторног возила

Минимална висина кабине без уграђеног попречног лежаја, израчунава се на основу шеме радног места возача (РМВ), приказаног на слици 6.7, усвојених вредности анатомских углова седења из табеле 6.3, и према формули [1]:

$$H_{\min} = -n \cdot \sin \eta + q \cdot \cos \eta + a \cdot \sin(180^\circ - \eta - \omega) - b \cdot \sin \delta + (e + f) \cos \gamma + k + k_9 + k_{10} \quad (6.7)$$

где су:

- i, q, n, a, b, p - антропометријски подаци за 95% популације у седећем ставу,
- $\eta, \omega, \delta, \gamma$ - анатомски углови седења,
- k - висина врата и главе,
- k_9 - додатак за одећу (око 20 mm),
- k_{10} - додатак за косу и слободни простор (100 mm).

једначина (6.7) има облик:

$$H_{\min} = -26,18 \cdot \sin(35^\circ) + 71,92 \cdot \cos(35^\circ) + 453,62 \cdot \sin(180^\circ - 35^\circ - 90^\circ) - 451,78 \sin(5^\circ) + 531,07 \cdot \cos(20^\circ) + 347 + 20 + 100$$

па је минимална висина кабине теретног моторног возила:

$$H_{\min} = 1343,11 \text{ mm}$$

6.7. Остали габарити теретног моторног возила

Према законској регулативи (правилницима и директивама) теретна моторна возила морају да задовоље следеће карактеристике:

- највећа дозвољена укупна маса теретног моторног возила или скупа возила износи 40 t,
- максимална висина возила износи 4 m, при чему треба водити рачуна о прилазним угловима возила, да возило може да савлада препреку на путу висине 10 cm, као и да тежиште возила буде што ближе тлу,
- максимална ширина возила је 2,55 m,
- максимална дужина теретног моторног возила је 12 m,
- теретна моторна возила, као и скупови возила, морају да приликом вожње по кругу од 360°, најистуренија тачка возила мора бити вођена по кругу пречника од највише 25 m, при чему се габарити возила морају кретати у појасу највеће ширине 7,2 m [3].

При пројектовању возила, посебну пажњу треба посветити следећим карактеристичним величинама и извршити њихову анализу:

k_g – однос масе превоженог терета, при потпуном искоришћењу запремине товарног простора и корисне носивости,

k_L – однос дужине товарног простора према укупној дужини вучног воза,

k_G – однос масе возила спремног за вожњу и корисне носивости,

k_{LG} – однос дужине товарног простора вучног воза и корисне носивости,

k_{GL} – однос укупне масе вучног воза спремног за вожњу и дужине товарног простора вучног воза [3].

Већи степен искоришћења габарита - k_L , постиже се кратком кабином, а поред наведених карактеристичних величина користи се и:

- коефицијент искоришћења масе, који је дефинисан изразом [3]:

$$k_m = \frac{m_k}{m_s} \quad (6.8)$$

где су:

m_k - корисна носивост,

m_s – маса возила спремног за вожњу.

- коефицијент искоришћења габарита, дефинисан изразом [3]:

$$k_A = \frac{A_K}{L \cdot B} \quad (6.9)$$

где су:

A_K – површина товарног простора,

L – максимална дужина,

B – максимална ширина теретног моторног возила [3].

6.8. Позиција појединих агрегата

На основу анализе два модела теретног моторног возила, категорије N3/BA/10, у претходном делу рада за формулу точкова 6x4, код којих је погон на задњим осовинама са удвојеним точковима, смештеним испод надградње, имамо да је:

- погонски агрегат постављен подужно, изнад предње управљиве осовине и испод кратке кабине. Удео масе мотора у укупној маси возила спремног за вожњу је 10,7 до 14,4 % [1].
- хладњак мотора, постављен испред мотора, чији је удео масе у укупној маси возила спремног за вожњу 0,53 до 1,03 %,

- мењач, постављен иза погонског агрегата, делом испод надградње, чији је удео у маси возила спремног за вожњу од 4,82 до 5,93 %,
- резервоар за гориво, постављен бочно на десној страни возила, испод товарног сандука, удео у маси возила спремног за вожњу је од 0,69 до 0,94 % [1].

При одређивању позиција појединих агрегата на возилу, неопходно је познавати њихове масе и положај у односу на подужну осу возила, положај у односу на предњу или задње осовине.

Ради лакшег позиционирања појединих агрегата на возилу, одређивања укупне масе возила спремног за вожњу, као и одређивања тежишта возила, поједини делови и агрегати се приликом самог пројектовања (у његовом почетку) и израде првих скица самог возила, представљају у облику концентрисаних маса [3].

7. МОГУЋНОСТ ПРОИЗВОДЊЕ ТЕРЕТНОГ МОТОРНОГ ВОЗИЛА СА УРЕЂАЈЕМ ЗА САМОИСТОВАР, НАБАВКЕ СКЛОПОВА, АГРЕГАТА И УРЕЂАЈА ДРУГИХ ПРОИЗВОЂАЧА, КАО И ЊИХОВО УСВАЈАЊЕ

Развој сопственог, потпуно новог теретног моторног возила, поготову за мале произвођаче, чији је утицај на тржишту мали или занемарљив, а који немају у свом производном програму моделе старије генерације или су у неком периоду прекидали производњу, изискује знатна материјална средства, потребно знање и виштине, савремену технологију и опрему за производњу, дуг временски период до појаве новог возила на тржишту, развој своје продајне и сервисне мреже.

Таквим произвођачима је лакше и јефтиније да поједине склопове, агрегате и уређаје (који су сложеније конструкције), купују од познатих светских конкуретских произвођача и изврше уградњу у свом производу.

Ово је од посебног значаја када се има у виду присутна глобализација на светском тржишту, која се огледа у модуларном приступу, да су поједине фабрике специјализоване за производњу одређених склопова, делова или уређаја и да су оне добављачи за прву уградњу већем броју произвођача теретних возила (нпр. немачки произвођачи система за пренос снаге, осовина и система за ослањање „ZF” и „VOITH”).

Анализирањем српског тржишта, једино корпорација „FAP” из Прибоја, производи основни рам за теретно моторно возило категорије N3, и на њему монтира своје склопове, агрегате и уређаје (које може самостално да произведе), као и агрегате других-страних произвођача, попут погонског агрегата „Mercedes-Benz”-а и „Cammins”-а.

За потербу овог рада анализираће се могућност набавке и правилан избор најважнијих агрегата и компоненти теретног моторног возила категорије N3/BA/10 страних произвођача, јер на основу технолошких капацитета расположивих у Р. Србији имамо могућност пројектовања само основног рама и надградње.

Приликом пројектовања, најчешће се усваја, а касније током израде самог теретног моторног возила категорије N3, формуле 6x4, и купује од конкурентских произвођача комплетна погонска група, приказана на слици 7.1 [10].



Слика 7.1. Погонска група ТМВ 6x4, Mercedes-Benz [26].

коју чини:

- погонски агрегат (мотор),
- спојница,
- мењачки преносник (мењач),
- карданско вратило,
- погонска осовина 1,
- погонска осовина 2.

Погонски агрегат за теретно моторно возило се усваја на основу прорачуна, али и на основу анализа сличних модела из сопственог производног програма, као и поређењем возила исте категорије и типа са возилима које су произвели конкурентски произвођачи.

Погонски агрегат представља један од најважнијих агрегата у теретном возилу, па му се још у почетној фази пројектовања, поклања велика пажња.

При дефинисању потребне снаге мотора, најчешће, се полази од унапред познате максималне брзине коју вучно возило мора да оствари у одређеним путним условима [1].

Потребна снага погонског агрегата, за остваривање максималне брзине возила дата је изразом [1]:

$$P_v = \frac{V_m \cdot (G \cdot f + K \cdot A \cdot V_m^2)}{1000 \cdot \eta_{tr}} \quad (7.1)$$

где су:

P_v – снага мотора за остваривање максималне брзине кретања,

V_m – максимална брзина возила, изражена у m/s^2 ,

G – тежина возила, изражена у N,

f – коефицијент отпора котрљања,

K – коефицијент отпора ваздуха,

A – пројекција чеоне површине возила изражена у m^2 ($A = 0,96 \div 1$),

η_{tr} – степен искоришћења трансмисије ($\eta_{tr} = 0,8 \div 0,9$)

Једна од најбитнијих карактеристика погонског агрегата, јесте његов обртни момент или момент силе, који је дат изразом [1]:

$$P = M \cdot \omega \quad (7.2)$$

где су:

P - снага мотора (kW),

M - обртни момент (Nm),

ω - угаона брзина вратила мотора (o/min),

за угаону брзину изражену у бројевима обртаја у минути, дефинисана релацијом [1]:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} s^{-1} \quad (7.3)$$

где је:

n - број обртаја коленастог вратила мотора,

Особине обртног момента су:

- обртни момент погонског агрегата је већи код мотора са дужим ходом клипа од мотора исте запремине са краћим ходом клипа, (такав мотор има већи број обртаја),
- за постизање што већег убрзања, потребан је мотор који постиже максимални обртни моменат, на што мањем броју обртаја коленастог вратила, чиме се постиже мање трење између покретних делова агрегата, мања бука и мања потрошња горива,
- за постизање највеће брзине возила, потребна је велика снага погонског агрегата али са што мањим обртним моментом (што краћим ходом клипа),
- за транспорт великих маса (ТМВ), поред велике снаге погонског агрегата, неопходно је да мотор има и велики обртни момент,
- највећи обртни момент и број обртаја при коме се он постиже говори нам о томе када је постигнута највећа вучна сила.

На слици 7.2, приказан је погонски агрегат немачког произвођача “Mercedes-Benz”, OM 936, с обзиром да се у Републици Србији не производе погонски агрегати за теретна моторна возила категорије N3.



Слика 7.2. Погонски агрегат “Mercedes-Benz”, OM 936 [26].

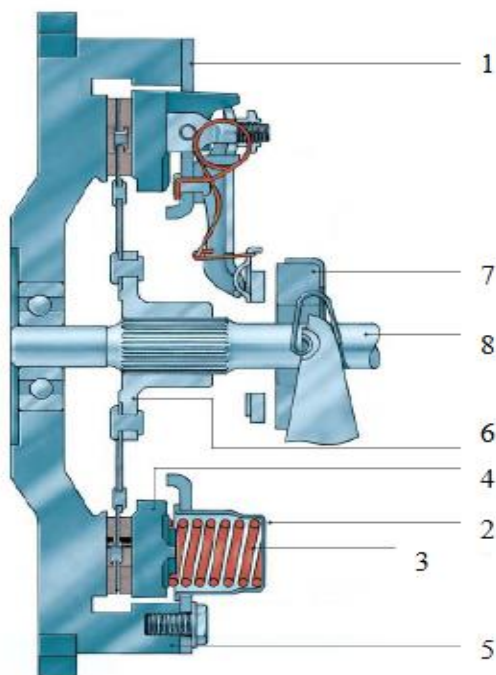
Техничке карактеристике редног, 6-цилиндричног погонског агрегата OM 936 [26]:

Снага мотора: 260 kW/354 KS при 1800 о/min.

Обртни момент: 1400 Nm при 1200 ÷ 1600 о/min.

Спојница има задатак да оставри еластичну везу између погонског агрегата и мењачког преносника и да пренесе снагу, односно обртни момент са мотора на мењач. Налази се између мотора и мењача.

Према конструкцији може да буде сува-фрикциона и хидродинамичка и бира се на основу максималног обртног момента који се преноси са погонског агрегата на мењачки преносник [27].



За потребе овог рада биће усвојена спојница немачког произвођача „SACHS”, с обзиром да домаћи произвођач не постоји, а уједно се монтира са осталим деловима погонског склопа.

Фрикциона спојница са својим деловима приказана је на слици 7.3- лево [27], а спојница немачког произвођача „SACHS” – десно [26]:

где су:

- 1 – кућиште спојнице,
- 2 – метално кућиште,
- 3 – завојне опруге,
- 4 – притисна плоча,
- 5 – замајац,
- 6 – фрикциони диск,
- 7 – потисни слежај,
- 8 – спојничко вратило.



Слика 7.3. Делови фриксионе спојнице- лево [27], и спојница произвођача “SACHS” за погонски агрегат МВ ОМ 936, $\phi = 430\text{mm}$ - десно [26].

Мењачки преносник има задатак да трансформише обртни момент и број обртаја погонског агрегата и прилагоди га потребама вучне силе на погонским точковима.

Укупан преносни однос у најнижем и највишем степену преноса мењача зависи од захтеваних карактеристика теретног моторног возила, а то су најчешће:

- максимална брзина возила,
- савлађивање максималног успона при кретању [1].

Због тога су од великог значаја израз за максималну вучну силу [1]:

$$F_{O\max} = \frac{M_{e\max} \cdot i_I \cdot i_O \cdot \eta_t}{r_d} \quad (7.5)$$

где су:

- $M_{e\max}$ - максимални обртни момент мотора,
 i_I - преносни однос мењача у првом степену преноса,
 i_O - преносни однос главног преносника,
 η_t - степен искоришћења трансмисије,
 r_d - динамички полупречник погонских точкова.

Највећа вучна сила на погонским точковима постиже се у првом степену преноса мењача, који има највећи преносни однос, па се у том степену преноса савлађује и највећи успон [1].

Максимална брзина возила је дефинисана релацијом [1]:

$$v_{max} = \frac{n_v \cdot r_d}{i_o \cdot i_m} \quad (7.6)$$

где су:

n_v - број обртаја мотора при максималној брзини возила,

i_m - преносни однос мењача,

За максималну вучну силу производ $i_o \cdot i_l$ има највећу вредност, док код максималне брзине производ $i_o \cdot i_m$ има најмању вредност, тако да добијамо дијапазон механичке трансмисије, изразом [1]:

$$d = \frac{i_o \cdot i_l}{i_o \cdot i_m} \quad (7.7)$$

С обзиром да у Р. Србији не постоји произвођач мењачких преносника за теретна моторна возила, категорије N3, приликом пројектовања усваја се мењач страних произвођача, најчешће "ZF" (Немачка), који је универзалан за више произвођача теретних возила или мењачи „Mercedes-Benz”-а, који је приказан на слици 7.4.



Слика 7.4. Мењачки преносник „Mercedes-Benz” G230-16 CPS [26].

Карактеристике мењачког преносника „Mercedes-Benz” G230-16 CPS, приказане су у табели 7.1 [26].

Табела 7.1. Мењачки преносник MB G 230-16 CPS [26].	
Број степени преноса:	16
Максимални улазни обртни момент:	2200 Nm
Максимално дозвољена маса возила:	45 t
Тежина мењачког преносника:	333 kg
Запремина уља у мењачу:	14 l
Дужина мењача:	1002 mm
Ширина мењача:	555 mm

Преносни однос, по степенима преноса мењачког преносника „Mercedes-Benz”, G 230-16 CPS, приказан је у табели 7.2 [26].

Табела 7.2. Предноси однос мењачког преносника MB G 230-16 CPS [26].										
степен преноса:	1	2	3	4	5	6	7	8	R	преносни однос:
споре брзине:	14,186	9,58	6,496	4,40	3,224	2,177	1,476	1,00	12,897	14,57
брзе брзине:	11,72	7,916	5,368	3,636	2,664	1,219	1,21	0,83	10,656	17,17

Мењачки преносници са већим бројем степени преноса имају већу искоришћеност снаге погонског агрегата и бољу економичност [1].

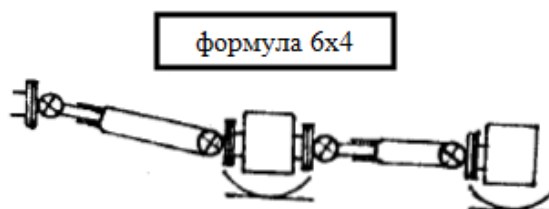
Кардански преносници имају задатак да пренесу обртни момент од мењача ка погонским мостовима и у фази идејног пројекта усвајају се димензије вратила на основу максималног обртног момента.

Приликом усвајања концепције теретног моторног возила усваја се и концепција карданског преноса.

Уобичајено је да се користи већи број међусобно повезаних карданских вратила, најчешће се изводе у облику латиничног слова „Z”, при чему се тежи да број вратила буде што мањи, из разлога што мањих углова ломљења у зглобовима.

Препоручује се да углови између вратила буду мањи од $5^\circ \div 6^\circ$ [1].

Шема карданског вратила за теретно моторно возило са формулом погона 6x4, приказана је на слици 7.5 [1].



Слика 7.5. Шема карданског вратила за формулу погона 6x4 [1].

Према кинематици преношења обртног момента, односно равномерности броја обртаја карданског вратила, делимо их на:

- Асинхроне (неједнаке угаоне брзине).

Приликом промене углова међу вратилима, јавља се периодична нервномерност између угаоних брзина водећег и вођеног вратила.

- Синхроне (једнаке угаоне брзине).

Угаоне брзине водећег и вођеног вратила су једнаке, при било каквој промени углова међу вратилима. Примењују се код погона на предњем мосту [27].

Највећи домаћи произвођачи карданских вратила су: „Sloga” из Нове Вароши и “Srboauto” из Београда.

Погонски мост теретног моторног возила, преноси обртни момент од мењача или преко карданског вратила на погонске точкове возила [27].

Код вишеосовинских возила, користи се већи број погонских мостова и међуосних диференцијала, па се у фази идејног пројекта, њихови преносни односи бирају сразмерно максимално дозвољеним осовинским оптерећењима одговарајућих мостова [1].

Погонски мост теретног моторног возила, “Mercedes-Benz”, формуле 6x4, приказан је на слици 7.6 [26]:



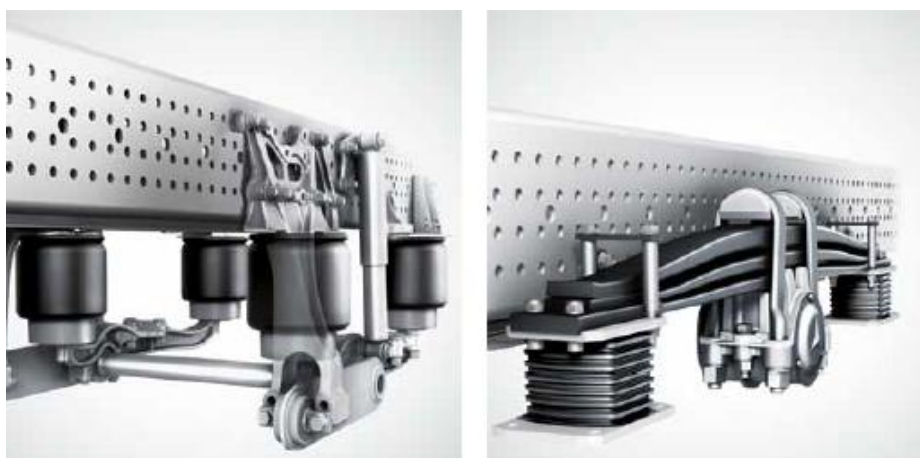
Слика 7.6. Погонски мост “Mercedes-Benz”, формуле 6x4 [26].

Поред преноса обртног момента, погонски мостови, морају да приме све вертикалне, подужне и попречне силе које се јављају између подлоге и основног рама возила [1].

Преко система за ослањање, погонски мост (преко свог кућишта) мора да обезбеди пренос активних и реактивних сила између основног рама и погонских точкова [27].

Систем за ослањање погонског моста, теретног моторног возила може бити изведен као пнеуматски, помоћу лиснатих опруга или у њивој међусобној комбинацији.

Систем за ослањање погонских мостова теретног моторног возила “Mercedes-Benz”, помоћу ваздушних јастука (пнеуматски) и помоћу лиснатих опруга приказан је на слици 7.7 [26]:



Слика 7.7. Пнеуматско ослањање-лево и ослањање помоћу лиснатих опруга-десно, ТМВ “Mercedes-Benz” [26].

Преносни однос главног преносника директно утиче на перформансе теретног моторног возила, па се приликом пројектовања њему посвећује значајна пажња.

При томе се утицај мењача минимизира, тако што се усваја да је његов преносни однос једнак јединици ($i_m = 1$) [1].

Преносни однос у главном преноснику утиче на максималну брзину и слободну снагу на погонским точковима, која се може искористити за убрзање возила или савлађивање повећаних отпора без значајније промене брзине кретања.

Карактеристике преносног односа у главном преноснику:

- када је мањи преносни однос у главном преноснику, мотор има нижи број обртаја и мању потрошњу горива али и мању резерву снаге мотора.
- повећањем преносног односа главног преносника, доводи до повећања максималне брзине и потрошње горива, али и до повећања резерве снаге мотора.

Ове карактеристике нам омогућавају да малим променама величине преносног

односа у главном преноснику, побољшамо динамичност теретног возила.

Препоручује се да преносни однос главног преносника, усвоји тако да возило у највишем степену преноса савлађује укупне отпоре од $0,04 \div 0,12$ [1].

На основу познате максималне врзине ТМВ, може се израчунати преносни однос главног преносника, према изразу [1]:

$$i_o = \frac{2 \cdot \pi \cdot r_f \cdot n_v}{V_{\max}} \quad (7.8)$$

где су:

i_o - преносни однос главног преносника,

r_f - кинематички полупречник погонског точка,

n_v - број обртаја мотора при максималној брзини возила,

$V_{\max}$ - максимална брзина возила.

У погонском мосту, поред главног преносника, налази се још и диференцијал и полувршила за пренос обртног момента на погонске точкове,

Домаћи произвођач погонског моста за теретна моторна возила, категорије N3, је Корпорација „FAP” из Прибоја, али се приликом пројектовања ТМВ, најчешће усваја а потом и купује за прву уградњу погонски мост од произвођача мењачке трансмисије или погонског агрегата стране производње („ZF”, “Mercedes-Benz”).

За теретна моторна возила, категорије N3, користи се систем зависног ослањања (код кога крута греда везује леви и десни точак, при чему се померање једног точка у поречној равни, преноси на други дочак), често са лиснатим опругама (гибњевима) које, поред своје основне функције, има и функцију вођења осовине.

Возила формуле 6x4 имају, најчешће, балансирајући задњи систем ослањања, са лиснатим опругама које примају бочна оптерећења, док се за подужно вођење користе реактивне полуге са гуменим еластичним зглобовима.

Код теретних моторних возила, категорије N3, са уређајем за самоистовар (кипер), која су намењена за експлоатацију ван јавних путева, примену, углавном налазе трапезне еластичне опруге и то скоро код свих формула точкова [1].

Код теретних возила је велика разлика између маса у оптерећеном и неоптерећеном стању, што доводи до:

- различитих статичких угиба,
- промене висине основног рама од тла,
- промене сопствене учестаности система за ослањање.

Да би се ове појаве ублажиле, користе се ваздушне опруге са регулисаним доводом и одводом ваздуха на задњим осовинама, а на управљивим због комфорне удобности приликом експлоатације [1].

Пнеуматски еластични елементи изведени су од гуме ојачане челичним влакнима и променом притиска ваздуха, који се налази у њему, аутоматски се регулише његова крутост.

Крутост ваздушне опруге (јастука), може се израчунати на основу израза [1]:

$$c = k \frac{p+1}{V+V_p} A_e^2 + p \frac{dA_e}{df} \quad (7.9)$$

где су:

- k – коефицијент политропе,
- p – надпритисак у инсталацији,
- V – запремина ваздушног балона,
- V_p – запремина додатног резервоара (ако постоји),
- A_e – ефективна површина,
- f – угиб ваздушне опруге.

Применом пнеуматског система ослањања, угиб елемента се не мења при различитим статичким оптерећењима, тако да основни рам теретног моторног возила има константан положај у односу на пут-тло.

Код оваквих система, вођење осовина у попречном и подужном правцу остварује се уз помоћ реактивних полуга или се користе ваздушне опруге у комбинацији са параболичним полуопругама.

Код пнеуматског система за ослањање, поред ваздушне и реактивне опруге, користе се торзиони стабилизатори за смањење угла ваљања и пригушивачи осцилација (армортизери) [1].

Један такав систем приказан је на слици 7.8.



Слика 7.8. Пнеуматски сиситем ослањања „Mercedes-Benz”, Actros 6x4 [26].

Приликом израде идејног пројекта за теретно моторно возило, треба водити рачуна да ваздушне опруге буду смештене изнад осовине, због спречавања њиховог оштећења и повећања клиренса возила.

Пнеуматско ослањање управљиве и погонских осовина теретног моторног возила приказано је на слици 7.9 [28].



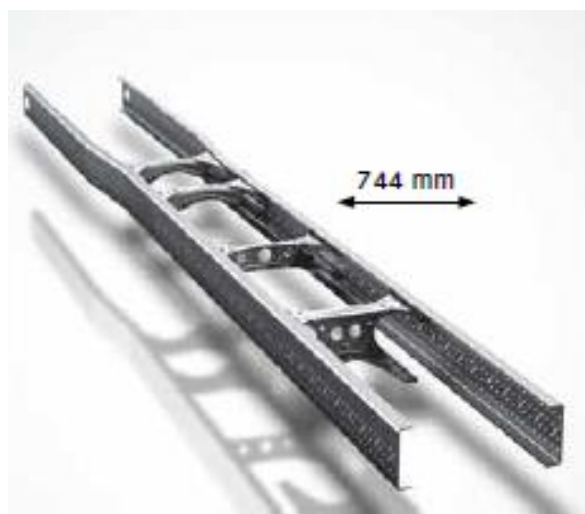
Слика 7.9. Систем пнеуматског ослањања предње осовине-лево и погонског моста - десно, формуле 6x4, ZF [28].

Поједини делови система за ослањање се производе у Р. Србији, али се најчешће купују комплетни, заједно са осовинама од реномираних светских произвођача као што су: “Mercedes-Benz”, “MAN”, “VOITH”, “SAF”, “ZF” и други.

Основни рам (шасија) теретног моторног возила има задатак да све агрегате на возилу повеже у једну компактну целину и да пренесе сва оптерећења која му се саопштавају у току експлоатације возила [1].

За теретна моторна возила, категорије N3, предвиђен је основни рам, чија је структура лествичаста, а састоји се од уздужних и попречних носача од, најчешће отворених профила. Уздужни носачи су скоро увек израђени од „U” профила, док попречни могу бити изведени у облику слова „Ω” [1].

Основни рам, теретног моторног возила „Mercedes-Benz”, са уским оквиром, ширине 744 mm, са високом торзионом крутошћу, намењеним за возила која се користе ван јавних путева (градилиштима), приказан је на слици 7.10 [26].



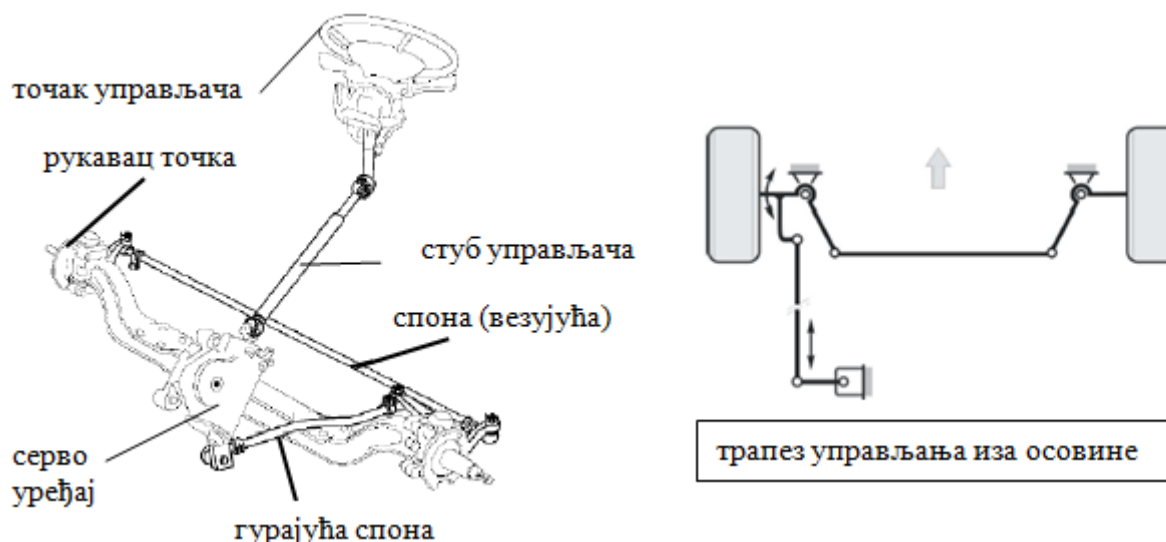
Слика.7.10. Основни рам „Mercedes-Benz” [26].

У Републици Србији, произвођач основног рама је Корпорација „FAP” из Прибоја, али се најчешће увози са осталим агрегатима од познатих светских произвођача као што су: MAN, Mercedes-Benz, DAF и други.

Корпорација „FAP” у својој понуди нема основни рам са пнеуматским ослањањем за теретна возила категорије N3, тако да купци возила, увозе некомплетирана возила страних произвођача и на њима врше надградњу у складу са наменом возила (ВХ шасија).

Управљачки систем теретних моторних возила категорије N3, најчешће је изведен са трапезом управљања помоћу полуга који се налази иза управљиве осовине-попечне греде (за кабину смештену изнад предње осовине), и има задатак да:

- обезбеди стабилно кретање возила на правцу са минималним слободним ходом точку управљача (волана),
- обезбеди малу силу на точку управљача (F_V), која за теретна возила износи од 15 до 20 daN, а за теретна возила већих носивости од 30 до 40 daN,
- да приликом кретања возила у кривина, осигура котрљање свих управљачких управљачких точкова,
- по изласку из криволинијског у положај праволинијског кретања, спонтано враћа управљачке точкове под дејством стабилизационог момента,
- ублажи ударе изазване од неравнина пута, тако да се на точак управљача пренесу само непознате силе, које неће замарати возача [27].



Слика.7.11. Управљачки систем теретног моторног возила-лево, трапез управљања са полугама-десно са полугама [29].

Приликом скретања, унутрашњи точак треба да се заокрене за већи угао него спољашњи точак, а то се постиже системом полуга изведеним у облику трапеза.

Систем за кочење се дефинише у фази идејног пројекта теретног моторног возила, односно параметри система који ће обезбедити добре кочионе особине и стабилност возила при кочењу [1].

Поред основа два захтева (успорење возила и стабилност возила при успорењу) остали захтеви које систем за кочење треба да испуни су:

- потребан комфор путника при кочењу (уз равномеран пораст кочионе силе),
- да обезбеди добро функционисање кочног система при учесталом кочењу (добро одвођење топлоте),
- сигуран рад без обзира на услове експлоатације (два и више кочионих система),
- дуг век трајања [27].

На основу искустава из праксе, доказано је да је најефикасније кочење када су коефицијенти пријањања једнаки на свим осовинама, а то се постиже избором кочилица које ће остварити кочионе силе сразмерне реакцијама тла у процесу кочења.

Да би се постигла максимална кочиона сила и максимално успорење, сви точкови, приликом кочења, мора да се истовремено доведу до границе блокирања, када је и највећи коефицијент пријањања. То се постиже при проклизавању точкова (20% - 30 %).

Ова појава приликом кочења, у свим условима, се постиже помоћу електронског система ABS (енг. Antilock Braking System).

За теретна моторна возила категорије N3, кочни систем је изведен као двокружни пнеуматски (компримовани ваздух) са серво-појачивачем, најчешће са диск облогама (кочиони момент се остварује трењем), и састоји се од:

- радне кочнице,
- помоћне кочнице,
- паркирне кочнице,
- допунске кочнице или успорача,

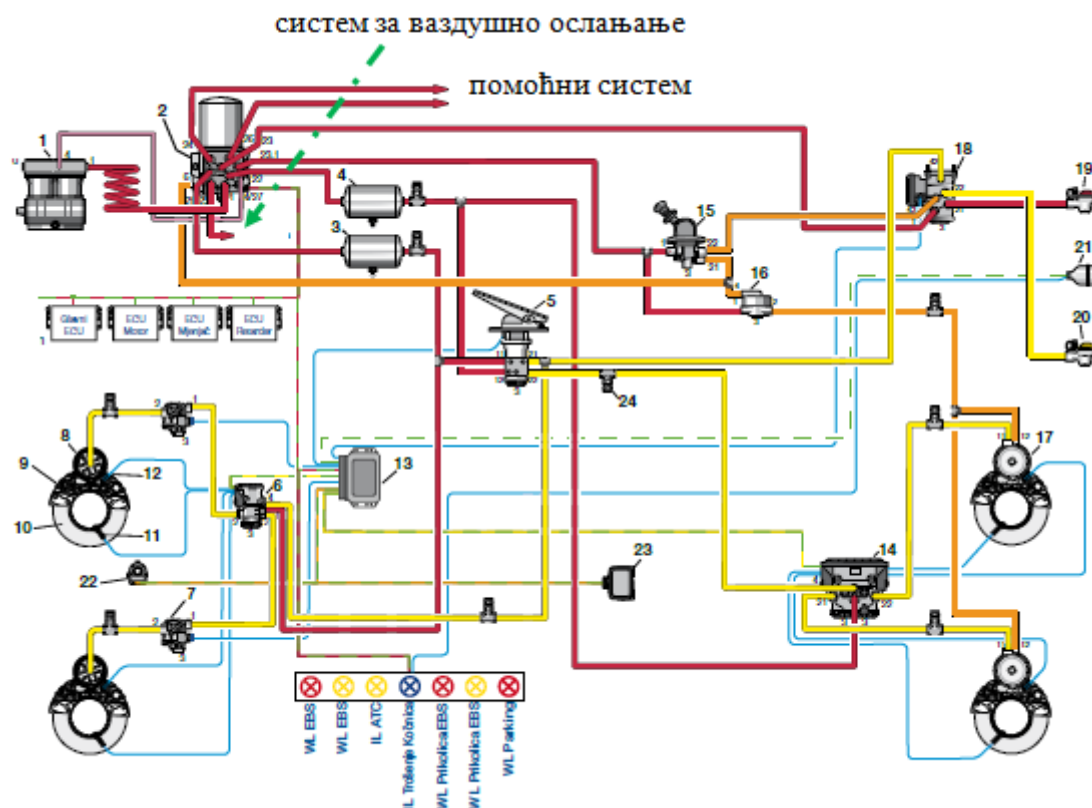
Допунске кочнице или успорачи за дуготрајно успорење теретних моторних возила могу бити:

- моторски,
- хидраулички,
- електродинамички,
- фрикциони [27].

Теретна моторна возила категорије N3, морају да поседују допунске системе за кочење који су компијутерски управљани, као што су: ABS (систем против блокирања точкова),

ESP (електронски програм стабилности), EBS (електронски кочиони систем).
Кочни систем TMB је дефинисан правилником ECE 13.

Кочни систем теретног моторног возила произвођача “Knorr-Bremse EBS 5”, приказан је на слици 7.12.



Слика 7.12. “Knorr-Bremse”, електронски кочни систем за TMB EBS 5 [30].

При чему је:

 напајање	 CAN сигнал - контрола	 електрични сигнал
 ESS сигнал	 CAN сигнал-приколица	 лампица за упозорење
 сервисна кочница	 CAN сигнал - ESP	 лампица за информације
 паркирна кочница	 CAN сигнал „J1939“	

- | | |
|--|-----------------------------------|
| 1 – Компресор, | 13 – EBS централни компјутер, |
| 2 – ЕУЈ за припрему ваздуха, | 14 – EBS (двоканални модул), |
| 3 – Резервоар за ваздух 1-ог коч. круга, | 15 – Ручни кочиони вентил, |
| 4 – Резервоар за ваздух 2-ог коч. круга, | 16 – Релејни вентил, |
| 5 – Главни кочиони вентил (педала), | 17 – Ваздушни коч. цилиндар, |
| 6 – EBS (једноканални модул), | 18 – EBS управљачки вентил за |
| 7 – ABS вентил (модулатор притиска), | приколицу, |
| 8 – Кочни цилиндар (ваздушни), | 19 – Спојка напојног вода, |
| 9 – Диск кочница (пнеуматска), | 20 – Спојка управљачког вода, |
| 10 – Кочни диск и назубљени прстен, | 21 – EBS утичница (ISO 7638), |
| 11 – Сензор брзине окретања точка, | 22 – ESP сензор полож управљача, |
| 12 – Сензор потрошње коч. облоге, | 23 – ESP сензор заокретања возила |
| | 24 – Контролни прикључак. |

Домаћи произвођач кочних система или делова кочног система за теретна моторна возила је „Прва петолетка“ из Трстеника.

Пнеуматик точка може бити изведен као радијалан или дијагоналан у зависности од угла под којим је постављена каркаса.

Теретна моторна возила категорије N3, користе углавном радијалне пнеуматике због својих карактеристика, а основне захтеве које треба да испуне су:

- могућност ношења високих оптерећења (максимална осовинска оптерећења),
- да инају нали отпор јотрљања,
- могућност регенерације [27].

Домаћи произвођачи пнеуматика су: „Tigar Tyres“ из Пирота и Корпорација „Trayal“ из Крушевца.

Теретна моторна возила категорије N3, углавном користе челичне наплатке, који су заједно са пнеуматиком везани завртњевима за главчину точка.

За све склопове и агрегате који се производе у Републици Србији за теретна моторна возила или се увозе, било појединачно или су монзирана на возило које је као такво увезено, обавезан је гарантни рок и обезбеђена је сервисна мрежа од стране генералних заступника на домаћем тржишту.

Идејни пројекат теретног моторног возила са уређајем за самоистовар, представља прву конкретизацију пројектног задатка.

Основни циљ му је:

- усвајање концепције возила,
- избор погонског и осталих агрегата, избор мењача и других склопова,
- дефинисање ергосфере возача,
- дефинисање спољашњих димензија, маса и перформанси ТМВ,
- дефинисање надградње и стилски изглед теретног моторног возила,
- прорачун вучно-брзинских карактеристика ТМВ,
- прорачун маневарских карактеристика возила,
- одређивање положаја крупнијих делова и агрегата на самом возилу и прорачун биланса маса (међусобни положај појединих склопова и агрегата).

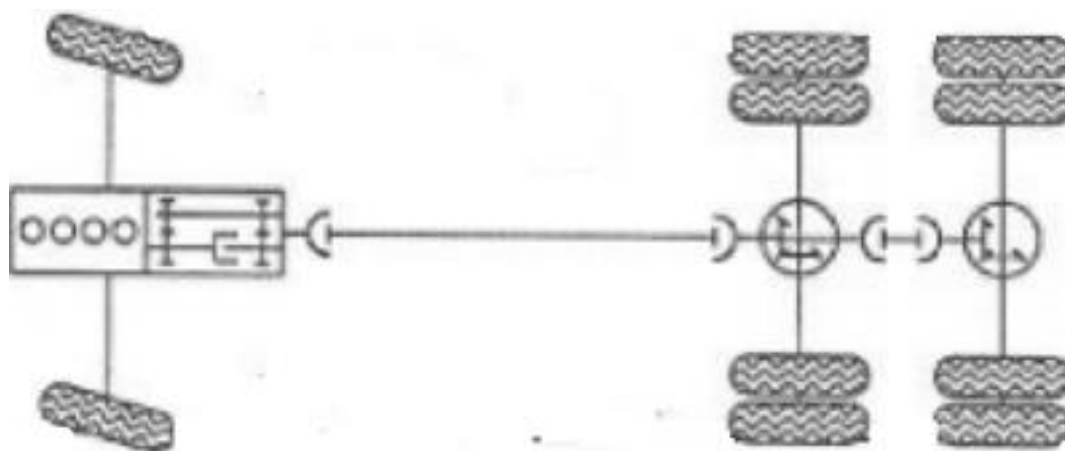
Основни елемент идејног пројекта је склопни цртеж теретног моторног возила, са унетим димензијама (котама) [1].

Под концепцијом теретног моторног возила са уређајем за самоистовар, подразумева се међусобни положај:

- мотора и погонских осовина у односу на носећу структуру,
- мотора и кабине и других склопова и агрегата.

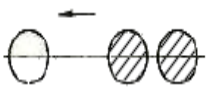
Концепција теретног моторног возила са уређајем за самоистовар, зависи од броја осовина, формуле и броја точкова [1].

Усвојена формула точкова теретног моторног возила са уређајем за самоистовар, приказана је на слици 7.13.



Слика 7.13. Формула точкова теретног моторног возила 6x4 [27].

Размештај осовина и погона за троосовинско возило формуле 6x4 , приказан је у табели 7.3 [27].

Табела 7.3. Размештај осовина и погона за троосовинско возило формуле 6x4 [27].						
	Шема распореда осовина	Погонски тип точкова	Распоред осовина	Формула управљајућ их осовина	Формула погонски х осовина	Намена и проходност
I		6 x 4	1 - 2	1 - 00	023	Возила нормалне и повишене проходности

За усвојену формулу точкова, погонски агрегат постављен је уздужно-хоризонтално, изнад предње – управљиве осовине и испод кратке кабине, која је везана у три тачке и подиже се на преклоп (кип).

7.1. Избор основног рама

Као што је већ поменуто у делу 7, основни рам (шасија) теретног моторног возила има задатак да све агрегате на возилу повеже у једну компактну целину и да пренесе сва оптерећења која му се саопштавају у току експлоатације возила [1].

Истовремено, основни рам мора да буде лак и да приликом свих оптерећења која се преносе на њега мора да задржи свој првобитан облик, односно да поседује захтевану крутост.

Подужни носачи основног рама (ланжерони), најчешће су израђени од „U“ отворених профила, челиком за конструкцију (S355J2G3), а због растерећења конструкције (методом коначних елемената) врши се бочно бушење подужних профила. Приликом израде користи се пресовање (деформисање конструкције) и тачкасто заваривање.

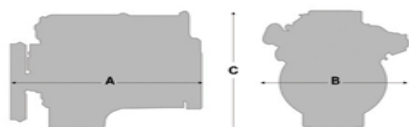
За пројектовано теретно моторно возило са уређајем за самоистовар, усвојен је основни рам “Mercedes-Benz” – а, 6x4, приказан на слици 7.14.



Слика 7.14. Основни рам ТМВ “Mercedes-Benz” [26].

7.2. Усвајање погонског агрегата и мењачког преносника

Усвојени погонски агрегат приликом израде идејног пројекта ТМВ, је погонски агрегат „Mercedes-Benz” OM 936, приказан са димензијама на слици 7.15.



Димензије агрегата:

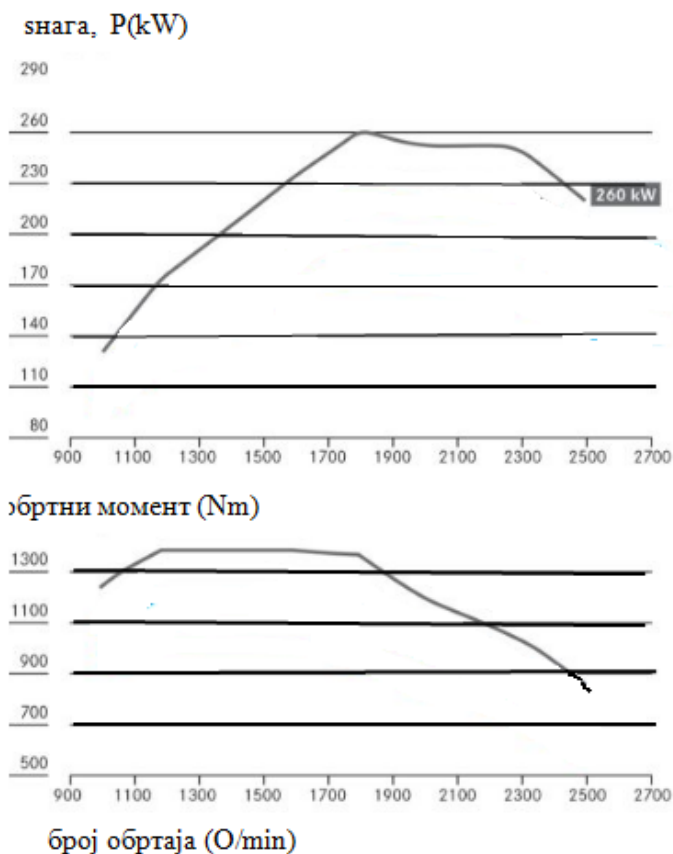
дужина, $A = 1290 \text{ mm}$

ширина, $B = 1050 \text{ mm}$

висина, $C = 1050 \text{ mm}$

маса, $m = 652 \text{ kg}$

Слика 7.15. Погонски агрегат Мерцедес-Бенс ОМ 936[26].



Слика 7.16. Дијаграм снаге и обртног момента у зависности од броја обртаја погонског агрегата ОМ 936[26].

Дијаграм снаге и обртног момента погонског агрегата „Mercedes-Benz”, ОМ 936, теретног моторног возила са уређајем за самоистовар, приказан је на слици 7.16 [26]. Техничке карактеристике погонског агрегата „Mercedes-Benz”, ОМ 936, теретног моторног возила са уређајем за самоистовар приказани су у табели 7.4 [26].

Табела 7.4. Техничке карактеристике усвојеног погонског агрегата [26].	
ТИП:	ОМ 936
Ниво емисије издувних гасова:	EURO 6
Конструкција:	4-тактни, дизел мотор са турбо пуњачем
Позиција уградње:	напред, изнад предње осовине, подужно постављен
Радна запремина:	7698 cm^3
Степен компресије:	17:1
Систем убризгавања:	Common Rail
Максимална снага::	260 kW/1800 o/min
Максимални обртни момент:	1400 Nm/1100-1600 o/min
Третман изд. гасова:	SCR system (селективна каталитичка редукција)

За избрани погонски агрегат усвојен је дванаестостепени мануелни мењач истог произвођача „Mercedes-Benz”, тип: G230-16 CPS, који је приказан на слици 7.1. [26], чији су преносни односи по степенима преноса дати у табели 7.2 [26].

Карактеристике изабраног мењачког преносника дате су у табели 7.5 [26].

Табела 7.5. Карактеристике мењачког преносника "Mercedes-Benz", G230-16 CPS [26].	
ТИП:	G230-16 CPS-мануелни
број степени преноса:	16
Максимални обртни момент мењача:	2200 Nm
Маса мењача:	290 kg
Максимални обртни момент ретардера:	3500 Nm
Најдужи и најкраћи преносни однос:	14,186 ÷ 0,826
Ход уназад:	$R_1=12,897$, $R_2=10,656$, $R_3=14,57$, $R_4=17,17$

За усвојени погонски агрегат и мењачки преносник, изабрана је spojница немачког произвођача SACHS 1862 530 231 , пречника 430 mm, чији је момент ношења 2100 Nm ,приказана на слици 7.3 [26].

7.3. Усвајање ретардера-помоћне кочнице за дуготрајно успорење

Изабран је акватардер VOITH SWR VR115CT , секундарни ретардер који користи расхладно средство погонског агрегата као свој радни медијум.

Акватардер VOITH SWR VR115CT, приказан је на слици 7.17 [31].



Слика 7.17. Акватардер VOITH SWR VR115CT [31].

Техничке карактеристике агватардера VOITH SWR VR115CT, приказане су у табели 7.6 [31].

Табела 7.6. Карактеристике акватордера VOITH VR115CT [31].	
Преносни однос ретардера:	$i = 1,83$
Максимални кочиони момент:	3500 Nm
Снага кочења:	750 kW
Мак. Број обртаја на карданском вратилу:	2500 o/min.
Маса ретардера:	42 kg

7.4. Усвајање управљиве и погонских осовина

За усвојену концепцију пројектованог теретног моторног возила 6x4, предња-управљива осовина је „Mercedes-Benz”, тип: MB F9, приказана на слици 7.18 [26].



Слика 7.18. Предња-управљива осовина MB F9 [26].

Техничке карактеристике предње-управљиве осовине “Mercedes-Benz”, тип: F9, приказана је у табели 7.7 [26].

Табела 7.7. Техничке карактеристике предње осовина "Mercedes-Benz" [26].		
F9	назив:	опис:
	1. осовинско оптерећење осовине:	9000 kg
	2. димензије пнеуматика:	315/80R22.5
	3. кочице:	диск
	4. ослањање осовина:	пнеуматско
	5. систем заокретања точкова:	серво
	6. тежина осовине:	463 kg
	7. А - укупна ширина:	2486-2583 mm
	8. В - ширина трага удвојених точкова:	2046-2153mm
	9. С - опружна стаза:	840 mm
	10. D-максимални угао заокретања точкова:	48°

Усвојене погонске осовине на задњем мосту теретног возила су произвођача „Mercedes-Benz”, тип: RT390+RT390T, приказане на слици 7.19 [26].



Слика 7.19. Погонске осовине MB, RT390+390T [26].

Техничке карактеристике погонских осовина „Mercedes-Benz”, RT390+390T, приказане су у табели 7.8 [26].

Табела 7.8. Техничке карактеристике погонских осовина "Mercedes-Benz" [26].			
RT 390 + RT 390 T		назив:	опис:
	1.	осовинско оптерећење тандема:	20 t (тандем)
	2.	димензије пнеуматика:	315/80R22.5
	3.	кочнице:	диск
	4.	ослањање осовина:	ваздушно
	5.	тип погона:	једнофазни
	6.	тежина тандем осовина:	1255 kg
	7.	А - укупна ширина:	2441-2501 mm
	8.	В - ширина трага удвојених точкова:	1821-1823 mm
	9.	С - опружна стаза:	990 mm
	10.	пречник главног преносника:	390 mm

7.5. Избор серво пумпе управљачког точка

За пројектовано возило изабрана је серво пумпа за управљање немачког произвођача ZF Servocom 8098, за управљиву осовину чије је максимално дозвољено осовинско оптерећење од 5500 kg до 9000 kg, приказана на слици 7.20 [28].



Слика 7.20. Серво пумпа ZF Servocom 8098 [28].

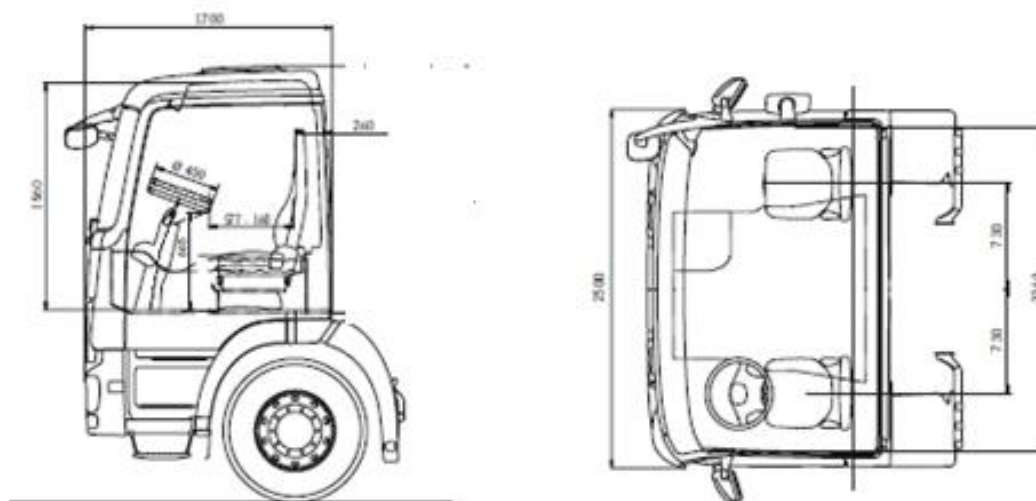
7.6. Избор система за кочење

Усвојени кочни систем теретног моторног возила, концепције 6x4 је систем немачког произвођача “Knorr-Bremse EBS 5”, приказан је на слици 7.12 [30].

7.7. Избор кабине теретног моторног возила категорије N3/BA/10, 6x4

Усвојена кабина за пројектовано теретно моторно возило је кратка S кабина, произвођача „Mercedes-Benz”, Actros, приказана на слици 7.21 [26].

Кабина је везана у три тачке са основним рамом и ваздушним ослањањем због веће комфорне удобности у циљу смањења замора возача и сувозача.



Слика 7.21. Кратка S кабина “Mercedes-Benz”, Actros [26].

Димензије усвојене кратке S – кабине, “Mercedes-Benz”, Actros приказане су у табели 7.9 [26].

Табела 7.9. Димензије кратке - S кабине, "Mercedes-Benz", Actros [26].	
Спољашња ширина кабине:	2500 mm
Спољашња дужина кабине:	1700 mm
Унутрашња ширина кабине:	2260 mm
Висина ентеријера кабине:	1560 mm
Пречник точка управљача:	φ450 mm
Висина точка управљача од пода кабине:	665 mm
Растојање точка управљача од наслона седишта:	557 mm
Унутрашња ширина кабине:	2260 mm
Растојање подужне осе седишта од подужне осе кабине:	730 mm
Растојање наслона седишта од задњег зида кабине:	260 mm

7.8. Избор пнеуматика за пројектовано теретно возило 6x4

За пројектовано теретно моторно возило са уређајем за самоистовар изабран је пнеуматик „KORMORAN” 315/80 R 22,5 156/157 M за управљиву и погонске осовине, приказане на слици 7.22 [32].



Слика 7.22. Пнеуматик „KORMORAN” 315/80 R 22,5 156/157 M, лево-погонски, десно-на управљивој осовини [32].

Ознаке на пнеуматику имају следеће значење:

315 – називна ширина пнеуматика,

80 – однос H/B је 80%,

R – радијални пнеуматик,

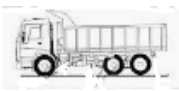
22,5 – нормални пречник наплатка 22,5 инча,

156/157 – индекс носивости – једна гума 4000 kg/удвојена гума 4125 kg,

M – словна ознака за максималну брзину M = 130 km/h.

7.9. Избор надградње-уређаја за самоистовар

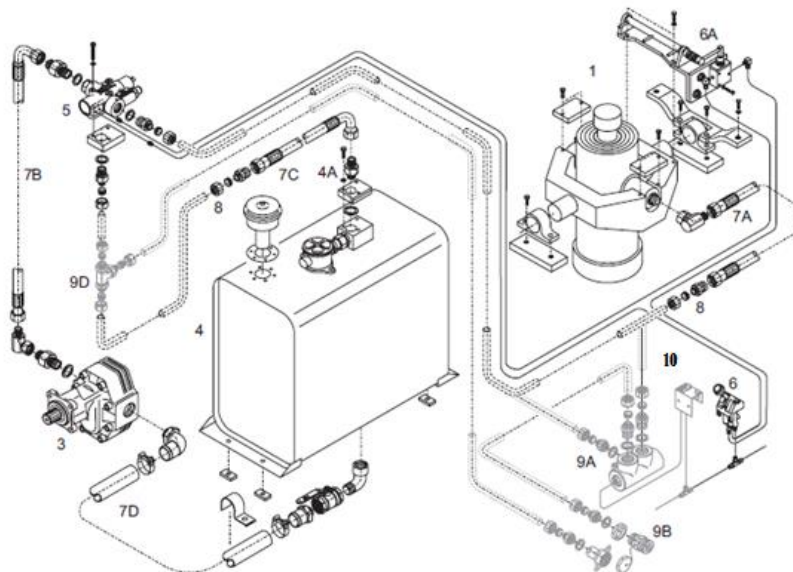
Усвојени уређај за самоистовар је тространи кипер сандук произвођача „STILT” DOO из Смедеревске Паланке, чије су основне карактеристике представљене у табели 7.10 [4].

Табела 7.10. Тространи уређај за самоистовар "STILT", тип: ST N3 - 5200 mm [4].				
	дужина товарног сандука:	ширина товарног сандука:	запремина товарног сандука:	маса надградње:
	5200 mm	2300 mm	14,35 m ³	3140 kg

Стандардна опрема надградње-тространог кипер сандука, представљена је у табели 3.16 [4], а идејни пројекат помоћног рама приказан је на слици 3.26 [4].

На основу препоруке произвођача теретног моторног возила „Mercedes-Benz”, тип: Actros и произвођача надградњи „STILT” DOO, Smederevska Palanka, усвојен је тространи цилиндар за самоистовар: HYVA UMB 169-6, максималног притиска од 220 bar-a, са 6 поља извлачења, ефективног пречника прве фазе извлачења од 169 mm,

максималне дужине 2930 mm ,максималне масе дизања терета од 25000 kg, приказаног заједно са комплетном инсталацијом за пројектовано теретно моторно возило са уређајем за самоистовар, категорије N3, 6x4 на слици 7.23 [33].



Слика 7.23. Инсталација за самоистовар TMB 6x4 и цилиндар HYVA UMB 169-6 [33].

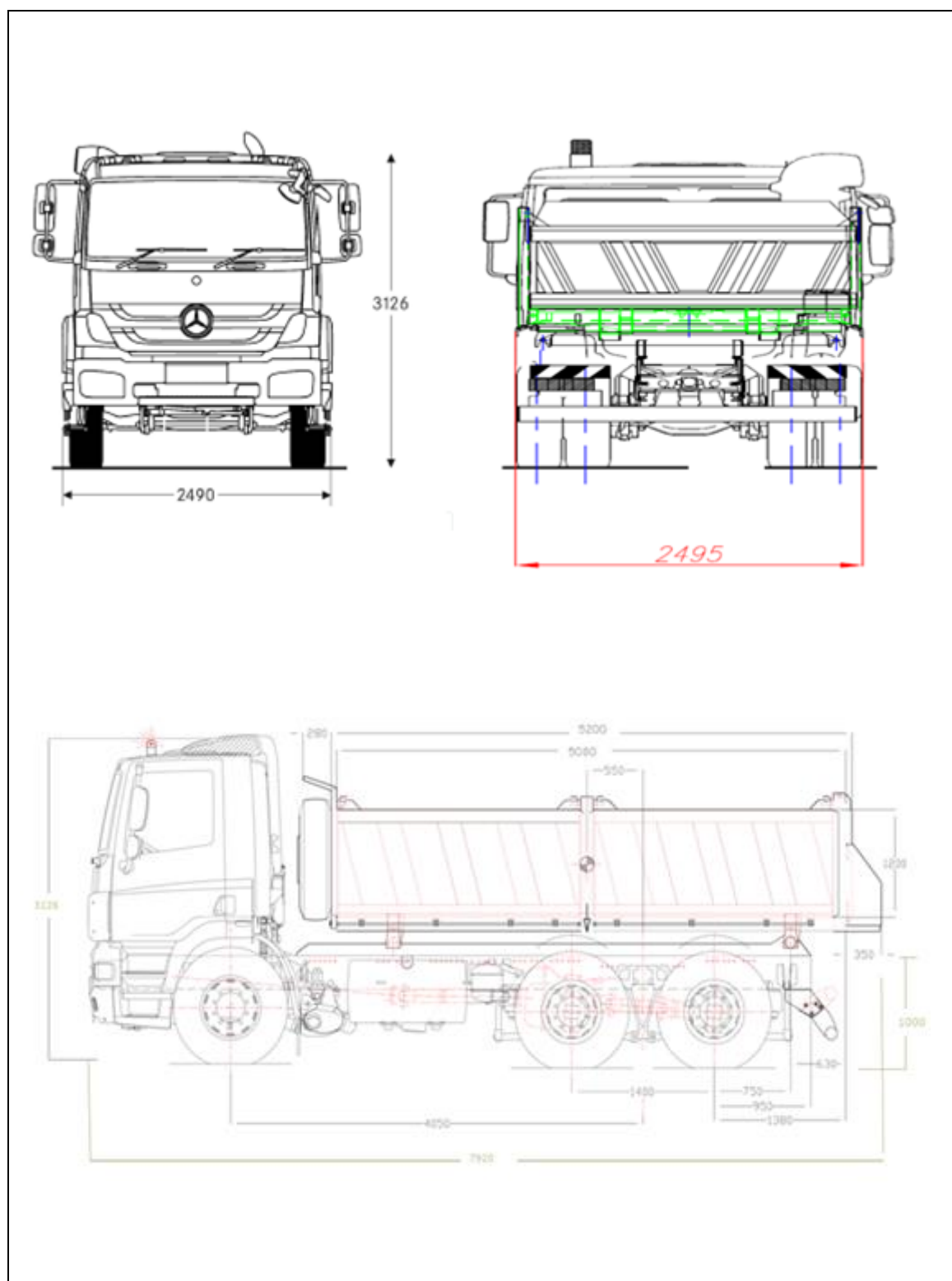
где су:

- 1 – троострани цилиндар за самоистовар,
- 3- зупчаста пумпа за самоистовар,
- 4 – резервоар са уљем, 4A – адаптер за резервоар,
- 5 – вентил за контролу притисака уља DHMP 220 bar,
- 6 – вентил за контролу ваздуха,
- 6A – вентил за одвод ваздуха UMB 169,
- 7 – цевовод са адаптерима (7A, 7B, 7C, 7D),
- 8 – цеваста спојница,
- 9A – преклопни вентил,
- 9C – преклопни вентил за регулацију ваздуха.

8. ТЕХНИЧКИ ЦРТЕЖ ИДЕЈНОГ ПРОЈЕКТА ТЕРЕТНОГ МОТОРНОГ ВОЗИЛА СА УРЕЂАЈЕМ ЗА САМОИСТОВАР 6x4

На основу теме овог рада, Правилника о подели моторних и прикључних возила, као и усвојених основних делова, склопова и агрегата у поглављу 7, и слика 3,6, 3.7 и табеле 3.7, из поглавља 3, за основно возило за израду идејног пројекта ТМВ са уређајем за самоистовар усвојено је возило произвођача „Mercedes-Benz”, тип: Actros 2635 6x4 и домаћег произвођача надградњи “STILT” DOO из Смедеревске Паланке, чије су основне димензије приказане у табели 7.10, и уцртане у техничком цртежу идејног пројекта приказаном на слици 8.1.

Табела 8.1. Димензије ТМВ са уређајем за самоистовар 6x4	
Укупна ширина возила:	2490 mm
Укупна дужина возила:	7920 mm
Међуосовинско растојање 1 - 2 осовине:	4050 mm
Међуосовинско растојање 2 - 3 осовине:	1400 mm
Висина возила:	3126 mm
Ширина предњег дела возила:	2490 mm
Ширина задњег дела возила:	2495 mm
Укупна дужина товарног сандука:	5200 mm
Запремина товарног сандука:	14,35 m ³
Ширина кабине возила:	2260 mm
Дужина предњег препуста:	1440 mm
Дужина задњег препуста:	950 mm
Траг предњих точкова:	2053 mm
Траг задњих точкова:	1802 mm
Прилазни угао:	15°
Клиренс возила:	277 mm



Слика 8.1. Идејни пројекат ТМВ са уређајем за самоистовар, 6x4.

ТЕХНИЧКИ ОПИС ТЕРЕТНОГ МОТОРНОГ ВОЗИЛА:

Теретно моторно возило „Mercedes-Benz”, тип: Actros 2635 6x4, категорије N3/BA/10, са надградњом “STILT” DOO, тип: ST N3 - 5200 mm из Смедеревске Паланке, је моторно возило-тространи кипер, намењено за транспорт растреситог материјала са могућношћу транспорта и робе упаковане на палетама, са следећим техничким карактеристикама:

Основни рам возила: Mercedes-Benz”, изграђен од подужних носача (ланжерона) од "U" отворених профила од челика за конструкцију, материјал S355J2G3. дебљине 10 mm, са монтираном предњом управљивом осовином „Mercedes-Benz”, тип: MB F9 и две погонске осовине „Mercedes-Benz”, тип: RT390+390T.

Кабина возила: „Mercedes-Benz”, Actros, кратка S кабина са два седишта, без помоћних лежаја.

Параметри:

Сопствена маса, [kg]	11015
Оптерећење на предњој осовини, MB F9 за неоптерећено возило, [kg]	5010
Оптерећење на задњим осовинама 2,3 за неоптерећено возило, [kg]	6005
Оптерећење на предњој осовини, MB F9 за оптерећено возило, [kg]	7200
Оптерећење на задњим осовинама 2,3 за оптерећено возило, [kg]	18800
Максимална маса, [kg]	26000
Максимално дозвољена маса, [kg]	44000

Погонски агрегат: „Mercedes-Benz”:

Тип: линијски 6-цилиндрични, уздужно постављен:	OM 936
Ниво емисије издувних гасова: селективна каталитичка редукција	EURO 6
Номинална снага агрегата, при 1800 o/min [kW/KS]	260/350
Максимални обртни момент агрегата, при 1100-1600 o/min [Nm]	1400
Радна запремина агрегата, [cm ³]	7698
Степен компресије агрегата,	17:1
Систем убризгавања:	Common Rail

Систем напајања: запремина резервоара за гориво, [L]	400
Електроопрема: Напон, [V]	24
Акумулатори, [V/Ah]	2x12/190
Спојница: сува, једноламельаста, тип:	“SACHS” $\phi = 430\text{mm}$

Мењачки преносник: „Mercedes-Benz” G230-16 CPS

ТИП:	механички, шеснаестостепени
Кочиони систем:	“Knorr-Bremse EBS 5”
Помоћна кочица, дуготрајни успоривач:	Акватардер VOITH SWR VR115CT
Пнеуматици: радијални	„KORMORAN” 315/80 R 22,5 156/157 M
Максимална брзина возила, [km/h]	104

НАДГРАДЊА “STILT”, тип: ST N3 - 5200 :

Намењена за транспорт грађевинског и индустријског растреситог терета са могућношћу транспорта и терета упакованог на палетама, прорачуната за оптерећења до 20000 kg

Тространи кипер сандук са механичким-ручним отварањем левих страница и аутоматским отварањем једноделне десне странице и задње странице.

Кипер шарнири са сферним рукавцима и шољама - лежиштима прчника $\varnothing = 80 \text{ mm}$, под израђен од глатког лима дебљине 6 mm високе тврдоће HARDOX 450, задњи преклапајући браник. Церада на крову, намотавање помоћу механизма.

Цилиндар за самоистовар:

HYVA UMB 169-6

Максимални притисак дизања сандука, [bar] 220

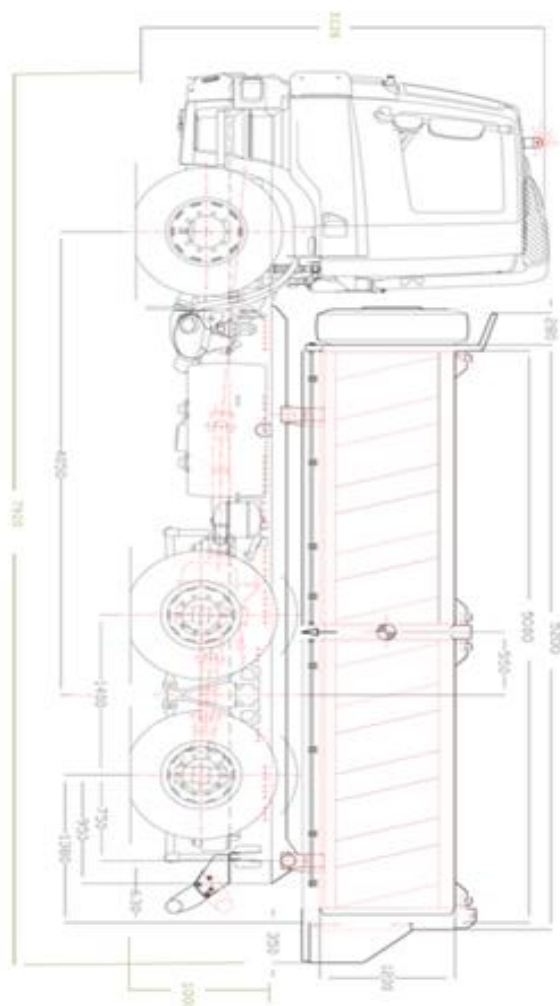
Ефективни пречник прве фазе извлачења клипа, [mm] 169

Максимална дужина извлачења шестостепеног клипа, [mm] 2930

Максимална маса дизања сандука са теретом, [t] 25

Број поља извлачења клипа: 6

Димензије возила приказане су на склопном цртежу, слика 8.2.



Слика 8.2. Склопни цртеж теретног моторног возила.

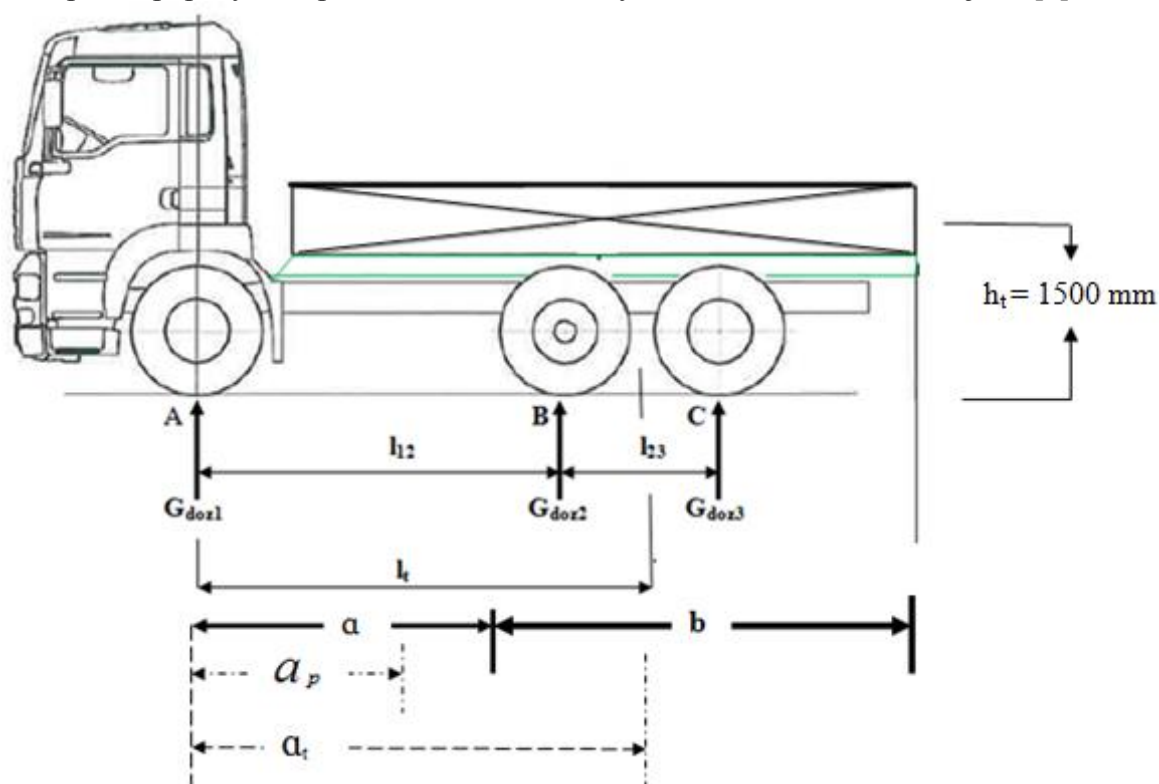
9. РАЧУНСКА ПРОВЕРА ПЕРФОРМАНСИ И СТАБИЛНОСТИ ВОЗИЛА

За рачунску проверу перформанси ТМВ изабран је усвојени погонски агрегат „Mercedes-Benz”, ОМ 936 – 265 kW, приказан на слици 7.15 [26], са описаним техничким карактеристикама у табели 7,4 [26] и мењачки преносник “Mercedes-Benz”, тип: G230-16 CPS, који је приказан на слици 7.1. [26], чији су преносни односи по степенима преноса дати у табели 7.2 [26], са техничким карактеристикама описаним у табели 8.2 [26].

На основу идејног пројекта ТМВ “Mercedes-Benz”, тип: Actros 2635 6x4, и монтираном надградњом, произвођача надградњи “STILT” Doo, тип ST N3 5200 mm, приказаном на техничком цртежу идејног пројекта на слици 8.1, и подацима из табеле 8.1, као и коришћењем табела 3.6 [6,4], 3,7 [6] и 3.19 [4] из одељка 3, извршено је:

ОДРЕЂИВАЊЕ ПОЛОЖАЈА ТЕЖИШТА

За потребе прорачуна користи се слика 9.1, са унетим котама и димензијама [4].



Слика 9.11. ТМВ са котама и димензијама за одређивање положаја тежиста [4].

Положај теоретске осе задњих осовина за оптерећено возило се рачуна коришћењем следећег израза [3]:

$$l_t = l_{12} + \frac{G_{dor3} \cdot l_{23}}{G_{dor2} + G_{dor3}} \quad (9.1)$$

$$l_t = 3350 + \frac{8000 \cdot 1400}{19000} = 3940 \text{ mm}$$

Растојање α_t (растојање утовареног возила $m_{opt}=26000 \text{ kg}$) од предње осовине налази се из моментне једначине за предњу осовину, коришћењем израза [3]:

$$\sum M_A = 0; (G_{doz2} + G_{doz3}) \cdot l_t - (G_{kn} + G_{ter}) \cdot \alpha_t = 0 \quad (9.2)$$

$$(19000) \cdot 3940 = (11015 + 14985) \cdot \alpha_t$$

$$\alpha_t = 2880 \text{ mm}$$

Положај теоретске осе задњих осовина за неоптерећено возило се рачуна на основу израза [3]:

$$l_t = l_{12} + \frac{G_{doz3} \cdot l_{23}}{G_{doz2} + G_{doz3}} \quad (9.3)$$

$$l_t = 3350 + \frac{2570 \cdot 1400}{11015} = 3677 \text{ mm}$$

Растојање α_p (растојање празног возила спремног за вожњу, $G_{kn}= 11015 \text{ kg}$) од предње осовине налази се из моментне једначине за предњу осовину, коришћењем израза [3]:

$$\sum M_A = 0; (G_{doz2} + G_{doz3}) \cdot l_t - G_{kn} \cdot \alpha_p = 0 \quad (9.4)$$

$$(6005) \cdot 3677 = 11015 \cdot \alpha_p$$

$$\alpha_p = 2005 \text{ mm}$$

Растојање тежишта (a) од предње осовине рачуна се коришћењем следећег израза [3]:

$$a = \frac{a_p \cdot G_{kn} + a_t \cdot G_{ter}}{G_{kn} + G_{ter}} \quad (9.5)$$

$$a = \frac{2005 \cdot 11015 + 2880 \cdot 14985}{11015 + 14985} = 2510 \text{ mm}$$

$$b = l - a \quad (9.6)$$

$$b = 7920 - 2510 = 5410 \text{ mm},$$

где су,

$l=D$ = укупна дужина теретног моторног возила и

$h_t = 1500 \text{ mm}$, - висина тежишта.

Избор основних величина тереног моторног возила са уређајем за самоистовар приказан је у табели 9.1.

Табела 9.1. Техничке карактеристике ТМВ са уређајем за самоистовар.	
Карактеристике возила:	Подаци – вредности:
Геометријске мере:	$L = 7920 \text{ mm}$ $a/l = 0,32 \text{ mm}$ $2s = 2053 \text{ mm}$ $A = 6,20 \text{ m}^2$
Дозвољена укупна маса возила:	$m_{\text{opt}} = 26000 \text{ kg}$
Карактеристике мотора: Максимална снага: Број обртаја мотора: Макс. обртни момент:	$P_{e \text{ max}} = 260 \text{ kW}/1800 \text{ o/min}$ $n_p = 1900 \text{ o/min}$ $M_{e \text{ max}} = 1400 \text{ Nm}/1100 - 1600 \text{ o/min}$
Положај мотора:	Напред-хоризонталан, погон позади.
Преносни односи мењача и главног преносника:	$I_I = 14,186$ $I_{VIII} = 1$ $i_o = 4,02$
Димензије пнеуматика:	315/80 R 22.5
Коеф. отпора ваздуха:	$c_x = 0,75$

9.1. Коефицијент отпора при котрљању

Коефицијент отпора при котрљању има различите вредности за различите брзине кретања возила, изражене у km/h а одређује се на основу следеће релације [3]:

$$f = f_0 (1 + \alpha \cdot v^2) \quad (9.7)$$

коефицијент отпора котрљања f_0 за брзине кретања возила $v = 0 \div 100 \text{ km/h}$ по асфалтној подлози има следеће вредности [3]:

$$f_0 = 0,01 \div 0,02 \text{ , усвојена вредност је: } f_0 = 0,01$$

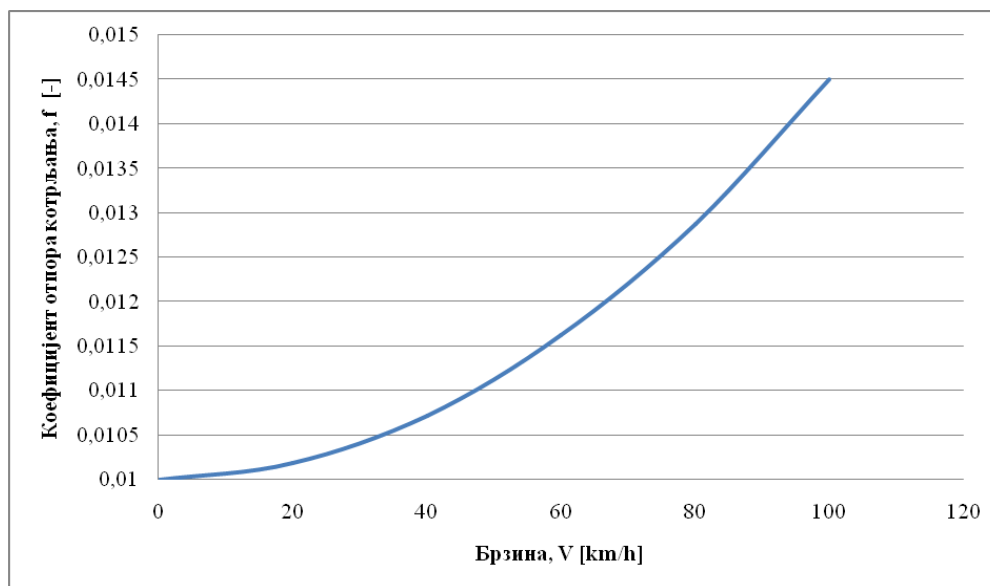
Константа α' има следеће вредности: $\alpha' = (4 \div 5) \cdot 10^{-5}$, а на основу упуства за израду прорачуна има следећу вредност [3]:

$$\alpha' = 4,5 \cdot 10^{-5}$$

Зависност коефицијента отпора котрљању од брзине кретања возила представљена је у табели 10.2, а дијаграмски приказана на слици 9.2.

Табела 9.2. Зависност коефицијента отпора котрљању од брзине.

Брзина v (km/h):	0	20	40	60	80	100
f [-]:	0,01	0,01018	0,01072	0,01162	0,01288	0,0145



Слика 9.2. Зависност коефицијента отпора пријањању од брзине.

9.2 Механички степен корисности трансмисије

Механички степен корисности трансмисије (η_t) зависи од механичког степена корисности мењача ($\eta_m = 0,96$ [34]), механичког степена корисности карданског вратила ($\eta_k = 0,97$ [34]), механичког степена корисности главног преносника ($\eta_0 = 0,96$ [34]), а рачуна се према изразу [3]:

$$\eta_t = \eta_m \cdot \eta_k \cdot \eta_0 \quad (9.8)$$

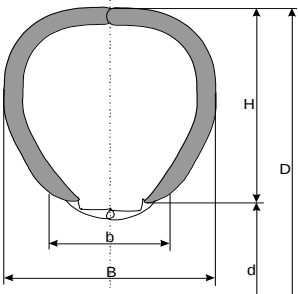
где је:

$$\eta_t = 0,9$$

9.3. Геометријске мере пнеуматика

На основу усвојеног пнеуматика у поглављу 7.8, „KORMORAN” 315/80 R 22,5 , његове основне геометријске мере и односи, приказани су у табели 9.3 [3]

Табела. 9.3. Геометријске мере пнеуматика „KORMORAN” 315/80 R 22,5 [3].

	Основна ширина пнеуматика:	$B = 315 \text{ mm}$
	Називни однос H/B	$H = 0,8 \cdot 315 = 252 \text{ mm}$
Називни пречник пнеуматика:	$d = 25,4 \cdot 22,5 \text{ mm}$	$d = 571,5 \text{ mm}$
Спољашњи пречник пнеуматика:	$D = d + 2H$	$D = 1075,5 \text{ mm}$
Динамички полупречник пнеуматика:	$r_d = (0,93 \div 0,97)D/2$	$r_d = 510 \text{ mm}$

9.4. Коефицијент пријањања

Коефицијент пријањања је у директној зависности од стања подлоге, односно површине пута по коме се креће возило, тако да је за асфалт $\varphi = 0,70 \div 0,80$ [3].

За прорачун, усвојено је: $\varphi = 0,75$

9.5. Фактор отпора ваздуха

На основу спецификације за моторно возило: „Mercedes-Benz”, Actros 2635, 6x4, коефицијент отпора ваздуха је, $c_x = 0,75$ [26], а вредност фактора отпора ваздуха израчунава се према релацији која је приказана у табели 9.4 [3].

Табела 9.4. Фактор отпора ваздуха [3].

Фактор отпора ваздуха:	$K = c_x \cdot \frac{\rho}{2} = 0,75 \cdot \frac{1,25}{2} = 0,47$	$K = 0,47 \frac{Ns^2}{m^4}$
------------------------	---	-----------------------------

где су:

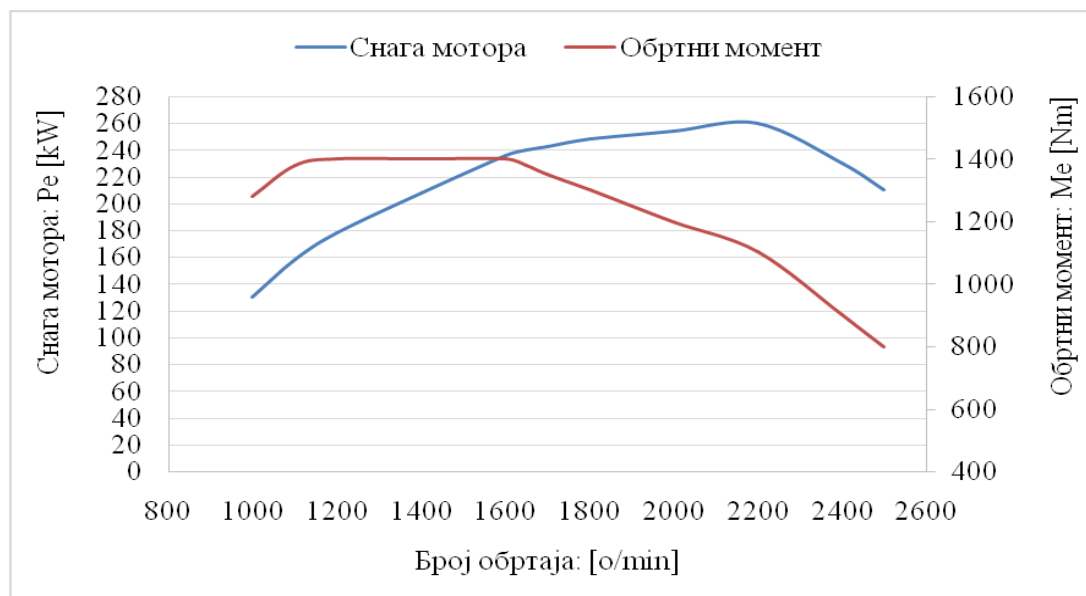
- c_x - коефицијент отпора ваздуха на основу аеродинамичности ($c_x = 0,75$),
- ρ - густина ваздуха ($\rho = 1,25 \frac{kg}{m^3}$).

9.6. Спољно-брзинска карактеристика погонског агрегата-мотора

На основу дијаграма на слици 7,16, у поглављу 7, за усвојени погонски агрегат MB OM 936, на коме је приказана зависност снаге мотора и обртног момента у функцији од броја обртаја, у табели 9.5, приказана је нумеричка вредност, очитана са поменуте слике.

Табела 9.5. Приказ снаге мотора и обртног момента мотора у функцији од броја обртаја, за погонски агрегат „Mercedes-Benz”, тип: MB OM 936 [26].												
број обртаја: n_e [o/min]	1000	1100	1200	1400	1600	1650	1700	1800	2000	2200	2400	2500
снага мотора: P_e [kW]	130	158	178	208	236	240	243	248	254	260	230	210
обртни момент: M_e [Nm]	1280	1380	1400	1400	1400	1380	1350	1300	1200	1105	900	800

Зависност снаге мотора и обртног момента од броја обртаја, према слици 8.4, приказана је дијаграмом на слици 9.3.



Слика 9.3. Зависност снаге мотора и обртног момента од броја обртаја мотора

9.6.1. Одређивање брзине возила у различитим степенима преноса при максималном броју обртаја погонског агрегата-мотора

Брзина возила, за различите степене преноса при различитом броју обртаја усвојеног мотора, рачуна се на основу следеће релације [3]:

$$v = 0,377 \cdot \frac{r_d \cdot n_p}{i_m \cdot i_o} \quad [\text{km/h}] \quad (9.9)$$

где су:

- i_o = 4, 02 – преносни однос у главном преноснику (табела 10.1),
- n_p = 1800 o/min – максимални број обртаја мотора.

Преносни односи по степенима преноса усвојеног мењачког преносника „Mercedes-Benz” G 230-16 CPS, приказани су у табели 7.2 [26].

Максимална брзина возила, према релацији 10.9, постиже се у осмом степену преноса.

$$v_{B-VIII} = \frac{346,086}{0,83 \cdot 4,02} = 103,93 \text{ [km/h]} = v_{\max} \quad (9.10)$$

Број обртаја погонског агрегата при максималној брзини возила, која се постиже у осмом степену преноса, односно у $v_B - VIII$, приказан је у табели 9.6 [3].

Табела 9.6. Број обртаја при максималној брзини [3].		
Број обртаја при максималној брзини:	$n_v = \frac{i_o \cdot i_m \cdot v_{\max}}{2 \cdot \pi r_d} = \frac{4,02 \cdot 1 \cdot 28,87}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,51}$	$n_v = 28,87 \text{ [o/s]},$ $n_v = 1732 \text{ [o/min]}$

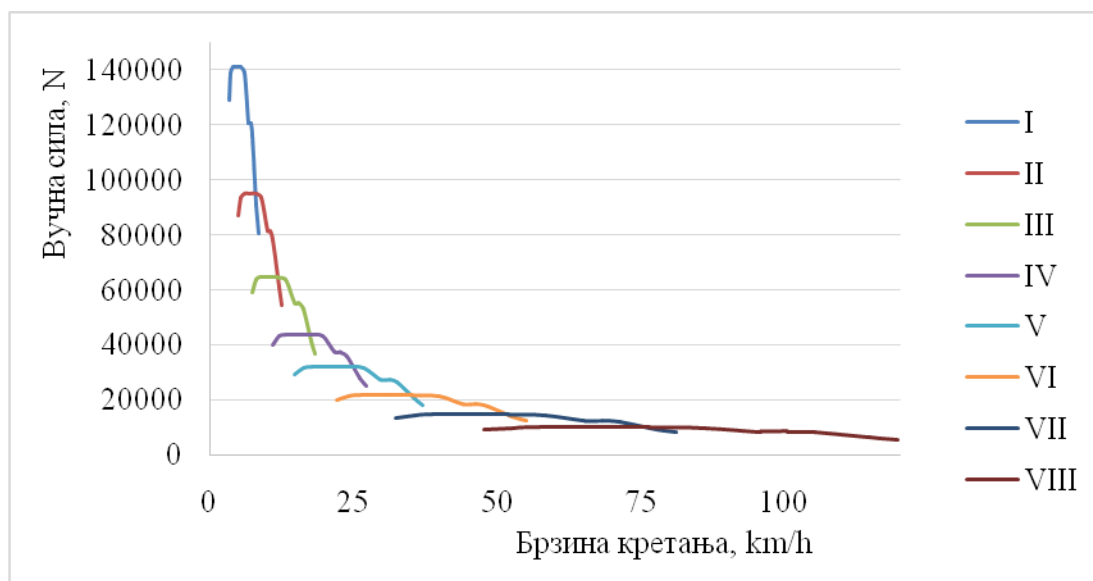
9.6.2. Одређивање вучне силе возила у различитим степенима преноса при различитом обртном моменту погонског агрегата-мотора у зависности од броја обртаја

Вучна сила возила, за различите степене преноса при различитим вредностима обртног момента усвојеног мотора, рачуна се на основу следеће релације [3]:

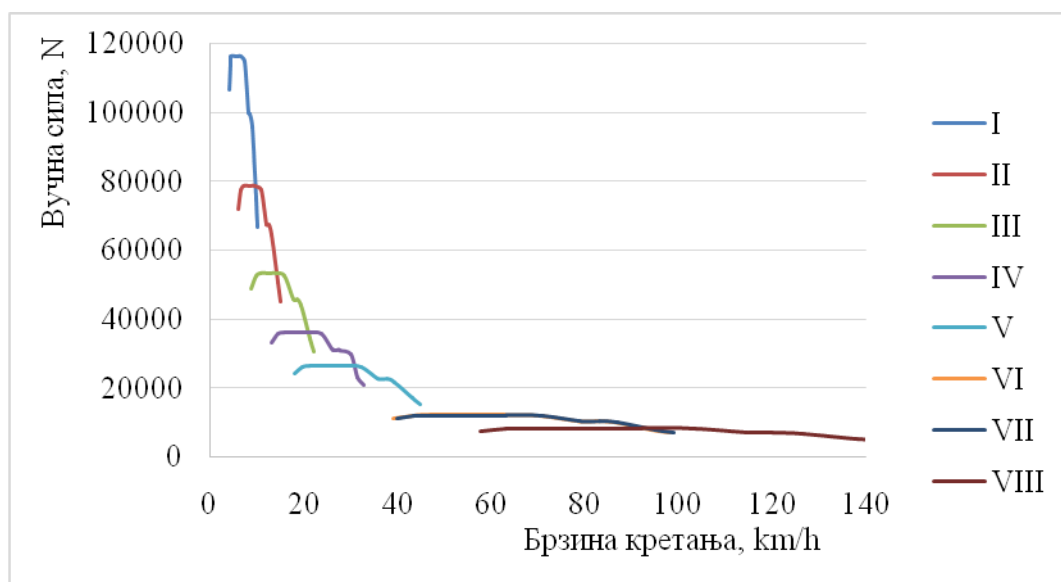
$$F_o = \frac{i_m \cdot i_o \cdot \eta_T \cdot M_e}{r_d}, \text{ [N]} \quad (9.11)$$

где су:

- i_m - преносни однос мењачког преносника у одређеном степену преноса,
- i_o - преносни однос главног преносника,
- η_T - механички степен корисности трансмисије ($\eta_T = 0,9$),
- M_e - максимални обртни момент погонског агрегата-мотора,
- r_d - динамички покупречник точка



Слика 9.4. Вучна сила за све степене преноса (споре брзине) у зависности од брзине кретања возила.



Слика 9.5. Вучна сила за све степене преноса (брзе брзине) у зависности од брзине кретања возила.

9.6.3. Отпор ваздуха ТМВ за различите вредности брзине кретања возила у свим степенима преноса за различите вредности броја обртаја мотора

Отпор ваздуха се рачуна на основу релације [3]:

$$R_v = K \cdot A \cdot v^2 \quad (9.12)$$

где су:

$$K = 0,47 \left[\frac{N \cdot S^2}{m^4} \right] - \text{фактор отпора ваздуха (табела 10.4),}$$

$$A = 6,20 \left[m^2 \right] - \text{чеона површина возила (табела 10.1).}$$

9.6.4. Динамички фактор за различите вредности брзине кретања возила у свим степенима преноса при различитим бројевима обртаја мотора

Динамички фактор има највећу вредност у првом степену преноса.

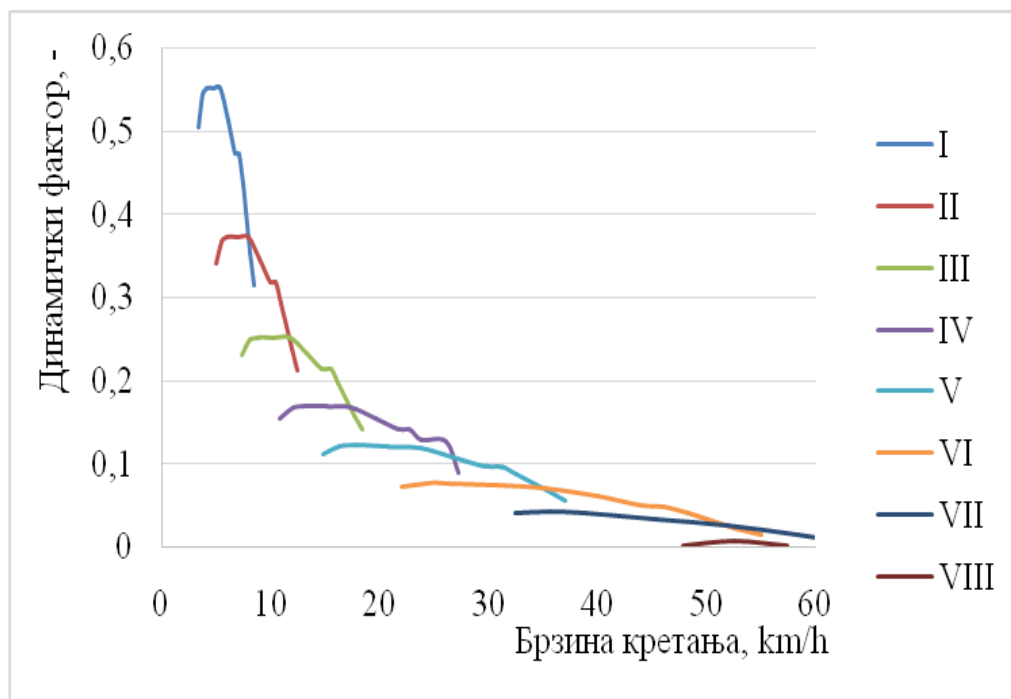
Зависност динамичког фактора од промене броја обртаја погонског агрегата у свим степенима преноса, представљена је релацијом [3]:

$$D = D(v) \quad (9.13)$$

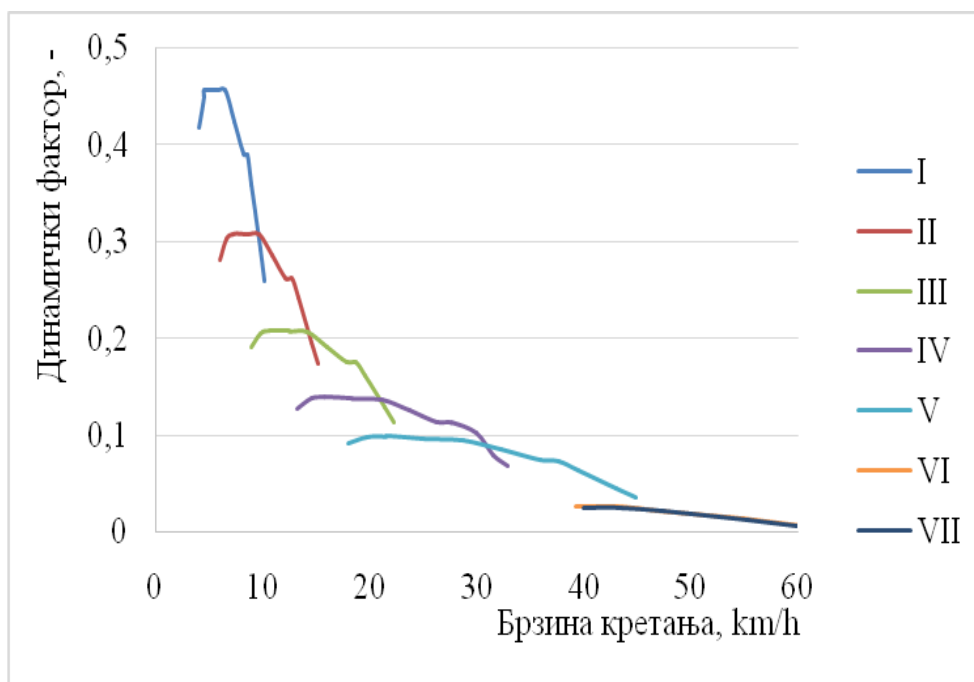
Динамички фактор се рачуна на основу релације [3]:

$$D = \frac{F_o - R_v}{G} \quad (9.14)$$

$$G = 26000 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 255060 \text{ [N]}$$



Слика 9.6. Динамички фактор по степенима преноса (споре брзине) у зависности од брзине кретања возила.



Слика 9.7. Динамички фактор по степенима преноса (брзе брзине) у зависности од брзине кретања возила.

9.6.5. Отпор котрљању за различите степене преноса кретања возила у зависности од броја обртаја мотора

Отпор котрљању се рачуна на основу следеће релације [3]:

$$f = f_0 \cdot [1 + a' (3,6 v)^2] \quad (9.15)$$

9.6.6. Коефицијент учешћа обртних маса

Коефицијент учешћа обртних маса израчунава се најчешће за први степен преноса мењачког преносника који има најмањи преносни однос, на основу релације [3]:

$$\delta' = 1,03 + 0,05 \cdot i_m^2 \quad (9.16)$$

$$\delta' = 1,03 + 0,05 \cdot i_{(VIII-V)}^2$$

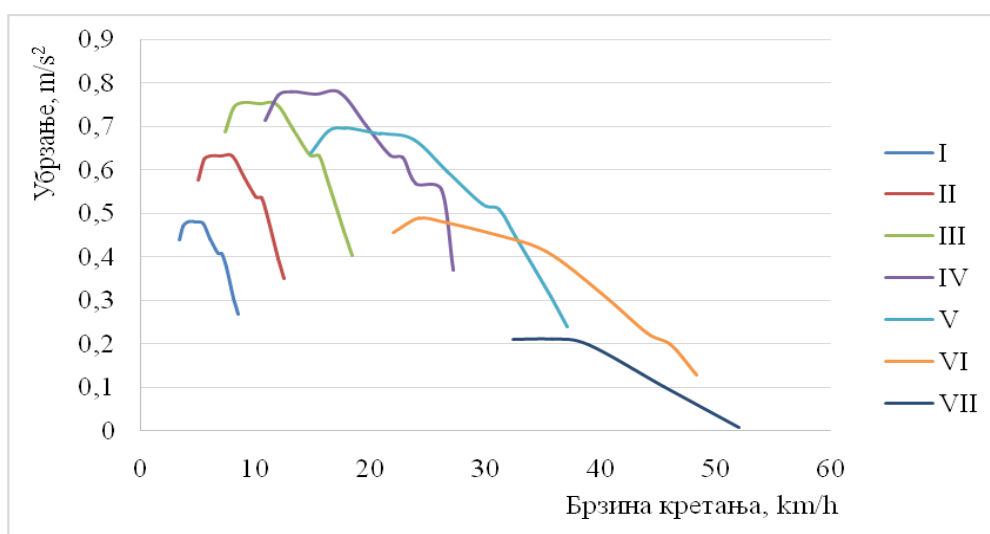
$$\delta' = 1,03 + 0,05 \cdot (0,83)^2 = 1,06$$

9.6.7. Максимално убрзање возила

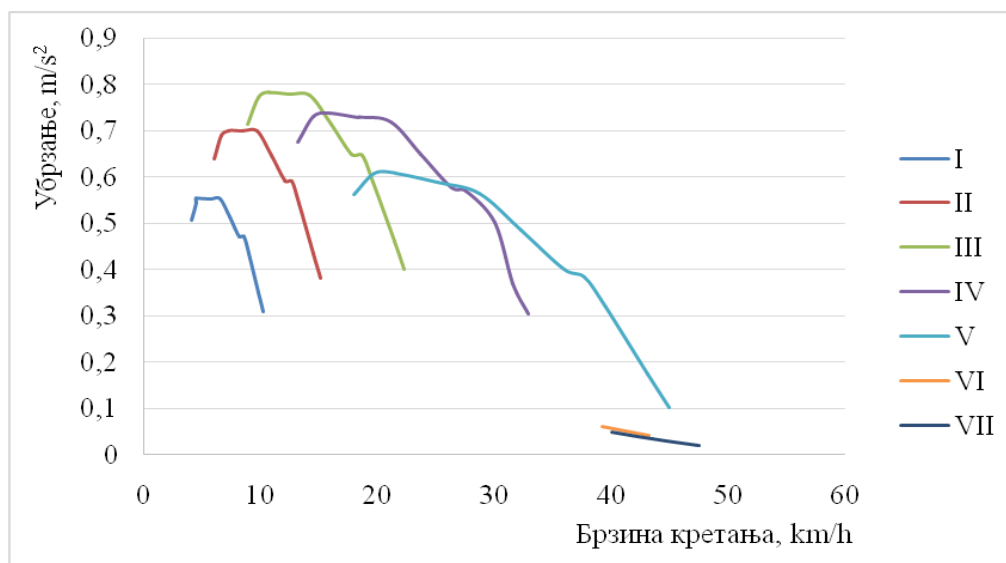
Максимално убрзање возила највеће је у првом степену преноса и рачуна се на основу релације [3]:

$$j = \frac{g}{\delta'} \cdot (D - f) \quad [\text{m/s}^2] \quad (9.17)$$

За све степене преноса, промена убрзања у зависности од брзине возила приказана је дијаграмом за споре брзине на слици 9.8, и за брзе брзине на слици 9.9.



Слика 9.8. Промена убрзања по степенима преноса (споре брзине) у зависности од брзине кретања возила.

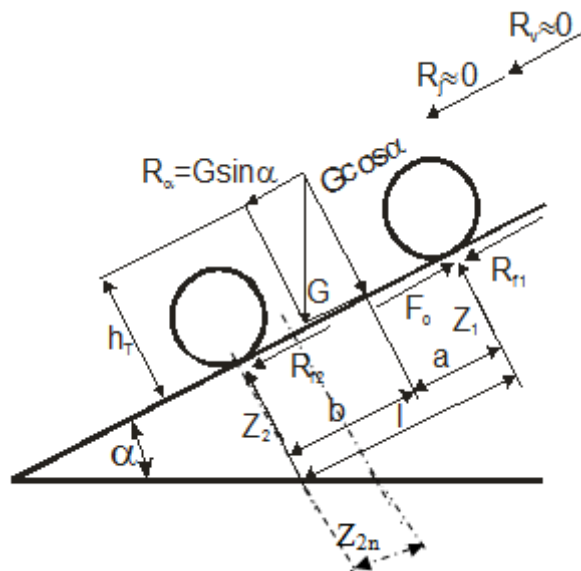


Слика 9.9. Промена убрзања по степенима преноса (брзе брзине) у зависности од брзине кретања возила.

9.7. Гранични успон који теретно моторно возило може да савлада

Одређивање максималног угла успона које теретно моторно возило може да савлада одређује када се возило креће уз успон у првом степену преноса, константном брзином у режиму максималног обртног момента.

Дејство сила које делују на возило на успону, приказане су на слици 9.10 [34].



Слика 9.10. Дејство сила које делују на возило на успону [34].

Максимални угао успона (α), који теретно моторно возило може да савлада одређује се на основу релације [3]:

$$\operatorname{tg}(\alpha) = \frac{\varphi \cdot a - f_0 \cdot l}{l - \varphi \cdot h_T} \quad (9.18)$$

где су;

$\varphi = 0,75$ – коефицијент пријањања,

α – угао максималног успона,

$f_0 = 0,01$, коеф. отпора котрљању за брзине возила $v = 0 \div 100$ km/h по асфалту,

$l = 7920$ mm

$$\operatorname{tg}(\alpha) = \frac{0,75 \cdot 2,51 - 0,01 \cdot 7,92}{7,92 - 0,75 \cdot 1,5} = 0,27$$

$$\alpha = 15^\circ$$

Максимални успон-нагиб пута рачуна се према формули [3]:

$$P_{\max} = 100 \cdot (\operatorname{tg} \alpha) \quad (9.19)$$

$$P_{\max} = 100 \cdot (0,27) = 27 \%$$

Максимални отпор нагиба пута рачуна се према релацији [3]:

$$R_{\alpha(\max)} = G \cdot \sin \alpha_{\max} \quad (9.20)$$

$$R_{\alpha(\max)} = 255060 \cdot \sin(15) = 66014,40 \text{ [N]}$$

Резултати прорачуна појединих величина на максималном успону које теретно моторно возило може да савлада приказано је у табели 9.7.

Табела 9.7. Максимални успон који возило може да савлада са константном и малом брзином.		
Погон на задњим точковима:	ПРОРАЧУН:	Резултати прорачуна:
	$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\varphi \cdot a - f_0 \cdot l}{l - \varphi \cdot h_T}$	$\operatorname{tg} \alpha = 0,27$ $\alpha = 15^\circ$
Нагиб пута:	$P_{\max} [\%] = 100 \cdot \operatorname{tg} \alpha$	$P_{\max} = 27\%$
Максимални отпор нагиба пута:	$R_{\alpha(\max)} = G \cdot \sin \alpha_{\max}$	$R_{\alpha(\max)} = 66014,40 \text{ [N]}$
Вучна сила се уравнотежава отпорима при котрљању		

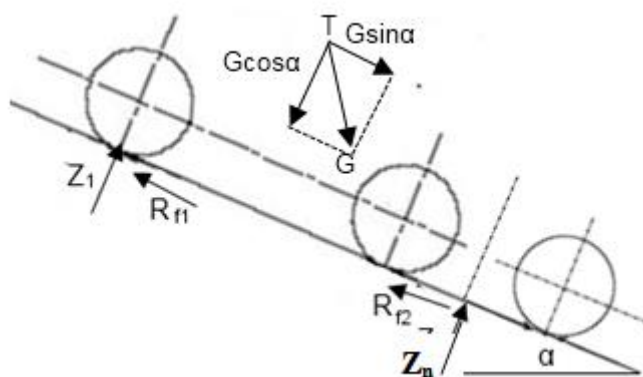
9.8. Гранични успон и пад за случај подужног клизања и превртања возила

Одређивање граничног угла се врши у условима кретања возила на нагибу малом константном брзином где су R_v и R_j занемарљиви.

Шема сила које делују на троосовинско возило на успону при кретању малом константном брзином, приказана је на слици 9.11 [27].

$$v \approx 0,$$

$$j = 0$$



Слика 9.11. Шема сила које делују на троосовинско возило на успону [27].

Услов клизања за погон на задњим точковима, представљен је релацијом [3]:

$$F_z = \varphi \cdot Z_n \leq R_f + R_\alpha \quad (9.21)$$

где су:

R_α – отпор нагиба пута,

R_f – отпор котрљању

$$\operatorname{tg} \alpha_k \geq \frac{\varphi \cdot b - f_0 \cdot l}{l - \varphi \cdot h_T}, \quad \text{где је } \alpha_k \text{ - угао клизања,} \quad (9.22)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_k \geq \frac{0,75 \cdot 5,41 - 0,01 \cdot 7,92}{7,92 - 0,75 \cdot 1,5} = 0,60$$

$$\alpha_k \geq 31^\circ$$

Услов превртања око задње осовине, рачуна се на основу следеће релације [3]:

$$Z_1 = \frac{G \cdot b \cdot \cos \alpha - G \cdot h_T \cdot \sin \alpha}{l} \leq 0 \quad (9.23)$$

$$\operatorname{tg} \alpha \geq \frac{b}{h_T} \Rightarrow \operatorname{tg} \alpha \geq \frac{5,410}{1,50} \Rightarrow \operatorname{tg} \alpha = 3,607 \quad (9.24)$$

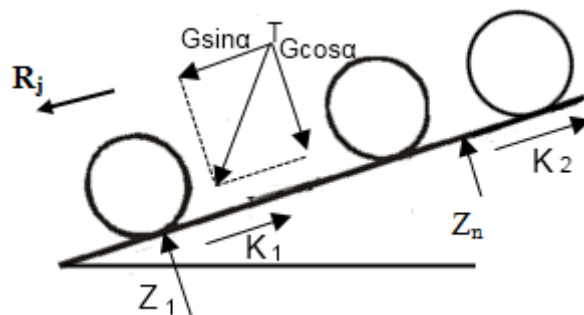
$$\alpha_p \geq 75^\circ$$

Претходно израчунати углови клизања и превртања око задње осовине са потребним једначинама представљени су у табели 9.8.

Табела 9.8. Услови клизања и превртања.		
: Услов клизања за погон на задњим точковима:	ПРОРАЧУН:	Резултати прорачуна:
	$\operatorname{tg} \alpha_k \geq \frac{\varphi \cdot b - f_0 \cdot l}{l - \varphi \cdot h_T}$	$\operatorname{tg} \alpha = 0,60$ $\alpha_k \geq 31^\circ$
Услов превртања око задње осовине:	$Z_1 = \frac{G \cdot b \cdot \cos \alpha - G \cdot h_T \cdot \sin \alpha}{l} \leq 0, \operatorname{tg} \alpha \geq \frac{b}{h_T}$	$\operatorname{tg} \alpha = 3,607,$ $\alpha_p \geq 75^\circ$
Услов стабилности је испуњен:		$\alpha_k \leq \alpha_p$

9.9. Гранични пад

Гранични пад се одређује при кочењу теретниг моторног возила свим точковима на низбрдици, као што је приказано на слици 9.12 [27], где су приказане и све силе које делују на њега.



Слика 9.12. Гранични пад при кочењу возила на низбрдици и дејство сила на возило [27].

Приликом пројектовања возила и одређивања стабилности важно је да возило буде пројектовано тако да приликом кретања на низбрдици увек дође прво до клизања возила.

Услов клизања возила одређује се коришћењем слике 9.12, и релације [3]:

$$K = K_1 + K_2 + K_3 \geq 0 \quad (9.25)$$

$$K = \varphi \cdot (Z_1 + Z_2 + Z_3) \quad (9.26)$$

на основу табеле 3,6 дозвољено оптерећење возила “Mercedes-Benz”, *тип ACTROS 2635 6x4* [6,4], на предњој осовини је 7200 kg, а за тандем осовину (осовина 2 и осовина 3) 18800 kg, тако да је:

$$Z_1 = 7200 \cdot 9,81 = 70632 \text{ [N]}$$

$$Z_{2,3} = 18800 \cdot 9,81 = 184428 \text{ [N]}$$

$$K = 0,75 \cdot (70632 + 186390) = 0,75 \cdot (257022)$$

$$K = \varphi \cdot G \cdot \cos \alpha \quad (9.27)$$

$$\cos \alpha_K \leq \frac{K}{\varphi \cdot G} \quad (9.28)$$

$$\cos \alpha_K \leq \frac{0,75 \cdot 257022}{0,75 \cdot 431640}, \quad \cos \alpha_K \leq 0,59, \quad \alpha_K = 54^\circ$$

Услов превртања теретног моторног возила при кочењу око предње осовине на низбрдици, на основу слике 9.12, одређен је релацијама [3]:

$$Z_2 \leq 0, \quad Z_2 \cdot l + R_a \cdot h_T + R_{jk} \cdot h_T - G \cdot \cos \alpha \cdot a = 0 \quad (9.29)$$

$$Z_2 = \frac{-G \cdot \sin \alpha \cdot h_T - R_{jk} \cdot h_T + G \cdot \cos \alpha \cdot a}{l} \quad (9.30)$$

$$G \cdot \cos \alpha \cdot a - G \cdot \sin \alpha \cdot h_T - R_{jk} \cdot h_T \leq 0 \quad (9.31)$$

$$G \cdot \cos \alpha \cdot a \leq h_T \cdot K \quad (9.32)$$

$$\cos \alpha_P \leq \frac{h_T}{G \cdot a} K \Rightarrow \cos \alpha_P = 0,26676 \Rightarrow \alpha_P = 74,53^\circ$$

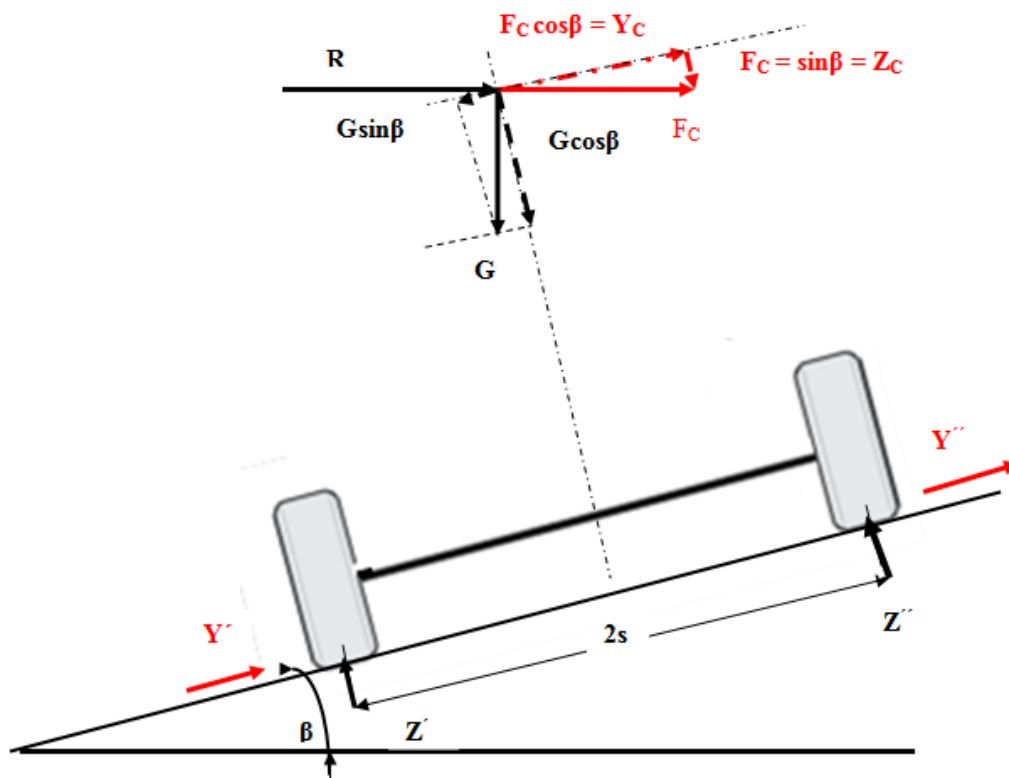
Предходно израчунати углови клизања и превртања око предње осовине са потребним једначинама представљени су у табели 9.9.

Табела 9.9. Одређивање граничног пада при кочењу свих точкова.		
	ПРОРАЧУН:	Резултати прорачуна:
Услов клизања при кочењу возила:	$K = K_1 + K_2 + K_3 \geq 0$ $K = \varphi \cdot G \cdot \cos \alpha,$ $\cos \alpha_K \leq \frac{K}{\varphi \cdot G}$	$\cos \alpha_K \leq 0,59$ $\alpha_K = 54^\circ$
Услов превртања око предње осовине:	$Z_2 \leq 0$ $Z_2 \cdot l + R_a \cdot h_T + R_{jk} \cdot h_T - G \cdot \cos \alpha \cdot a = 0$ $Z_2 = \frac{-G \cdot \sin \alpha \cdot h_T - R_{jk} \cdot h_T + G \cdot \cos \alpha \cdot a}{l}$ $G \cdot \cos \alpha \cdot a \leq h_T \cdot K$ $\cos \alpha_P \leq \frac{h_T}{G \cdot a} K$	$\cos \alpha_P = 0,26676$ $\alpha_P = 74,53^\circ$
Услов стабилности је задовољен: $\alpha_K \leq \alpha_P$, $\varphi < \frac{a}{h_T} \quad 0,75 < 1,67$ ДО ПРЕВРТАЊА ВОЗИЛА ОКО ПРЕДЊЕ ОСОВИНЕ НЕЋЕ ДОЋИ КАДА ЈЕ: $\frac{a}{h_T} > 1.$		

9.10. Попречна стабилност

Испитивање поперечне стабилности теретног моторног возила врши се приликом кретања возила константном брзином, по кривини константног полупречника $R = 50$ m, на поперечно нагнутом путу нагиба $\beta = 10^\circ$.

Због попречне стабилности возила, одређује се критична брзина на којој настаје превртање возила, користећи слику 9.13 [3], и постављајући моментну једначину за леви точак, следећим релацијама [3]:



Слика 9.13. Попречна стабилност возила [3].

Превртање око левих точкова:

$$Z' \leq 0, \quad F_C = \frac{G \cdot V^2}{g \cdot R} \quad (9.33)$$

$$Z'' \cdot 2s + G \cdot \sin\beta \cdot h_T - F_C \cdot \cos\beta \cdot h_T - F_C \cdot \sin\beta \cdot s - G \cdot \cos\beta \cdot s = 0 \quad (9.34)$$

$$G \cdot \sin\beta \cdot h_T + \frac{G \cdot V^2}{g \cdot R} \cos\beta \cdot h_T - \frac{G \cdot V^2}{g \cdot R} \sin\beta \cdot s - G \cdot \cos\beta \cdot s = 0 \quad (9.36)$$

$$\frac{V^2}{g \cdot R} (h_T \cdot \cos\beta + s \cdot \sin\beta) = s \cdot \cos\beta - h_T \cdot \sin\beta \quad (9.37)$$

$$\bullet \text{ критична брзина: } v_{kr} = \sqrt{\frac{(s \cdot \cos\beta - h_T \cdot \sin\beta) \cdot g \cdot R}{h_T \cdot \cos\beta + s \cdot \sin\beta}} \quad (9.38)$$

$$\bullet \text{ критична брзина превртања: } v_{kr,p} = \sqrt{\frac{s - h_T \cdot \tan\beta}{h_T + s \cdot \tan\beta} g \cdot R} \quad (9.39)$$

на основу слике 10,1, и табеле 10.1, имамо да је:

$$h_T = 1,5 \text{ m,}$$

$$s = 1,0265 \text{ m}$$

$$v_{kr,p} = 24,92 \text{ m/s или } v_{kr,p} = 89,71 \text{ km/h}$$

бочно клизање:

$$G \cdot \sin\beta - F_C \cdot \cos\beta \leq \varphi \cdot (G \cdot \cos\beta - F_C \cdot \sin\beta) \quad (9.40)$$

$$G \cdot \sin\beta - \frac{G \cdot V^2}{g \cdot R} \cos\beta = \varphi \cdot G \cdot \cos\beta - \varphi \cdot \frac{G \cdot V^2}{g \cdot R} \cdot \sin\beta \quad / \cdot \frac{1}{G \cdot \cos\beta} \quad (9.41)$$

$$\frac{V^2}{g \cdot R} (1 + \varphi \cdot \tan\beta) = \varphi - \tan\beta \quad (9.42)$$

$$\text{критична брзина клизања: } v_{kr, k} = \sqrt{\frac{\varphi - \tan\beta}{1 + \varphi \cdot \tan\beta}} g \cdot R \quad (9.43)$$

$$v_{kr, k} = 15,78 \text{ m/s} \quad \text{или} \quad v_{kr, k} = 56,80 \text{ km/h}$$

резултати прорачуна са потребним релацијама, представљени су и у табели 9.10.

Табела 9.10. Прорачун бочне стабилности.		
Превртање око левих точкова:	ПРОРАЧУН:	Резултати прорачуна:
	$v_{kr, p} = \sqrt{\frac{s - h_T \cdot tg\beta}{h_T + s \cdot tg\beta}} g \cdot R$	$v_{kr, p} = 89,71 \text{ [km/h]}$
		$v_{kr, p} = f(\varphi, h_T)$
Бочно клизање:	$v_{kr, k} = \sqrt{\frac{\varphi - tg\beta}{1 + \varphi \cdot tg\beta}} g \cdot R$	$v_{kr, k} = 56,80 \text{ [km/h]}$
		$v_{kr, k} = f(\varphi)$
Услов стабилности је задовољен: $v_{kr, k} < v_{kr, p}$		

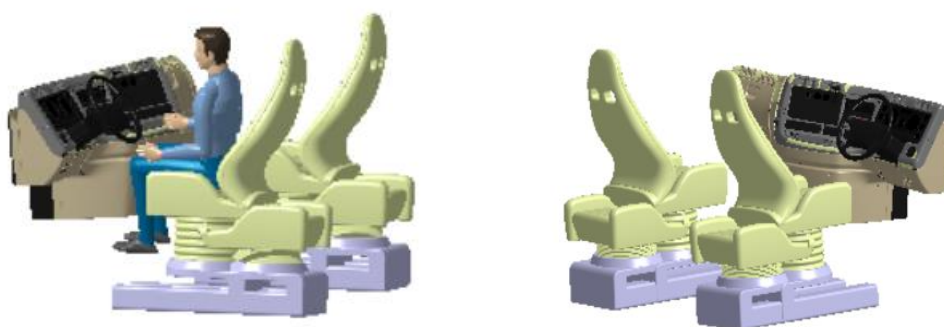
На основу изабраних и усвојених компонената (основних делова, склопова и агрегата) и димензија за пројектовано теретно моторно возило, може се закључити да приликом провере стабилности и прорачуна, возило задовољава потребне и жељене перформансе, што пружа могућност даље израде главног пројекат возила, саме производње, а касније и експлоатације.

10. ПРОЈЕКТОВАЊЕ У ПРОГРАМСКОМ ПАКЕТУ „CATIA V5”

У програмском пакету CATIA V5 пројектовано је радно место возача- кабинског простора теретног моторног возила, при чему су анализирани ергономски услови које терба да испуни окружење возача, како би му све команде биле доступне без већих померања (енvelope дохвата).

На слици 10.1 [34], приказан је кабински простор теретног моторног возила, са манекеном чије су димензије прилагођене за европску популацију, у ергономским седиштима, које смањују замор возача током управљања возилом.

Поред радног места возача у програмском пакету CATIA V5, може се извршити и анализа свих делова и склопова на утицаје различитих оптерећења, чиме се избегава израда скувих прото-типова возила.



Слика 10.1. Кабински простор теретног моторног возила [34].

11. ЗАКЉУЧАК

Теретно моторно возило категорије N3/BA/10 , возило са уређајем за самоистовар, намењено је првенствено за транспорт растреситог материјала, а у зависности да ли је опремљено са бочним страницама које се отварају, и за транспорт робе на палетама.

Приликом израде идејног пројекта возила наведе категорије, што је тема овог рада, вршена је анализа већ постојећих возила на тржишту, односно анализа возила „Mercedes-benz” 2635 6x4 и надгледне “SILT”, ST 5200 mm, Смедеревска Паланка, да би се приступило изради идејног пројекта овог типа возила.

Приликом израде идејног пројекта возила у обзир је узета законска регулатива за ново-пројектовано возило која важи за територију Републике Србије, усвојени су сви основни делови, склопови и агрегати, који се пре свега производе на домаћем тржишту, или се морају купити у иностранству, да би се на крају рада извршила рачунска провера перформанси возила у целини.

Разлике између возила са уређајем за самоистовар категорије N3, различитих произвођача возила, углавном су у избору снаге агрегата, начину трансмисије, формуле точкова и димензије возила (разлике су мале), тако да највећи утицај на купца возила има његова цена, гарантни рок произвођача и животни век самог возила, имајући у виду да се оваква возила најчешће купују на лизинг у тарајању од 5 до 7 година.

Пројектовано возило намењено је за транспорт растреситог материјала на кратким деоницама пута, односно градилишта.

12. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Демич М., Основи пројектовања теретних моторних возила, Машински Факултет у Крагујевцу, Крагујевац 2004.
- [2] Крстић Б. Техничка експлоатација моторних возила и мотора, Машински Факултет у Крагујевцу, Крагујевац, 2009.
- [3] Лукић Ј. и Глишовић Ј., Пројектовање моторних возила, предавања и вежбе, школска 2017/2018.
- [4] „STILT” Doo, Smederevska Palanka, техничка документација.
- [5] Лукић Ј. Комплексна удобност возила, Машински факултет Крагујевац, Крагујевац, 2011.
- [6] <https://www.mercedes-benz.rs>, приступљено 17.04.2018.
- [7] <https://www.manted.de/manted/epl>, приступљено 19.04.2018.
- [8] https://www.mercedesbenz.co.za/content/media_library/south_africa/mpc/trucks/downloads/axor-specifications.object-Single-MEDIA.download.tmp/ACTORS+Specifications.pdf, приступљено 18.04.2018.
- [9] <https://www.mantruckandbus.co.za/cla-26.280-6x4>, приступљено, 18.04.2018.
- [10] <https://www.mercedes-benz.co.uk/current/truck/specification-sheets/actor-6x4> приступљено, 18.04.2018.
- [11] <https://truckandtrailer.co.za/heavy-duty-cla-man-trucks>, приступљено, 19.04.2018.
- [12] <https://bb-portal.mercedes-benz.com/MB-Lkw-konfigurator>
- [13] Стевановић А, Друмска возила, -основи конструкције-, Машински факултет у Нишу, Ниш 2010.
- [14] https://hyva.com/hyva/user_files_store.com
- [15] Majkić Z, Vukčević Z, Novak S, Analiza vrsta i lokacija veza i nekih konstruktivnih zahteva pri ugradnji različitih tipova nadgradnji na transportna vozila, Vojska Srbije, Tehnički opitni centar, Beograd, Vojnotehnički glasnik No 2, 2011.
- [16] <https://www.ctpv.rs/pravilnik> Правилник о подели моторних и прикључних возила и техничким условима за возила у саобраћају на путевима („Сл.Гласник РС ", бр. 40/2012, 102/2012, 19/2013, 41/2013, 102/2014, 41/2015, 78/2015, 111/2015, 14/2016, 108/2016, 7/2017- испр. , 63/2017, 45/2018, 70/2018, 95/2018, 104/2018), приступљено 24.02.2019. године.
- [17] Стефановић А. Мобилне машине и друмска возила, Скрипта, Машински факултет у Нишу. Ниш, 2008.
- [18] <https://www.ctpv.rs/zakon> Закон о безбедности безбедности саобраћаја на пут-путевима: (“ Сл. Гласник РС“, бр. 41/2009, 53/2010, 101/2011, 32/2013-одлука УС, 55/2014, 96/2015- др. закон, 9/2016-одлука УС, 24/2018, 41/2018, и 41/2018-други закон.), приступљено 22.02.2019. године.
- [19] <https://www.iss.rs/rs/standard> Institut za standardizaciju Srbije, приступљено 23.02.2019. године.
- [20] <https://www.abs.gov.rs/admin/n2-n3> Informativni pregled za ECE pravilnika donetih na osnovu međunarodnog sporazuma o homologaciji, koji se primenjuju u Republici Srbiji za vozila vrste N2/N3, Agencija za bezbednost saobraćaja, Pristupljeno 22.02.2019. године.
- [21] <https://www.wurth.ba/Resours/PDF/Catalog>, приступљено 23.02.2019. године.

- [22] Николић В. Машински елементи, Машински факултет у Крагујевцу, Крагујевац, 2004.
- [23] <https://www.hkproleter.com>. Hidraulika Kurelja-Proleter Doo, Kragujevac, приступљено, 19.04.2018. године.
- [24] <https://www.truck.man.eu/rs/sr/index.html>, приступљено 17.04.2018.
- [25] Лукић Ј. Ергономија МВ, предавања и вежбе. Школска 2016/2018 год.
- [26] <https://www.mercedes-benz.com/content/dam/aggregates>, приступљено 20.5.2018.
- [27] Глишовић Ј. Конструкција и прорачун МВ, предав. и вежбе. Школска 2013/14.
- [28] <https://www.ZF+front+akselss+suspension+truck>., приступљено 21.05.2018.
- [29] <https://www.mehanizacija.ftn.uns.ac.rs/OMV.upravljanje>, приступљено 2.5.2018.
- [30] <https://www.knorr-bremsesfn.biz/WCMS>, приступљено 3.05.2018.
- [31] <https://www.voith.com.aqvatarde> SWR, приступљено 3.10.2018.
- [32] <https://www.tigar-tyres/kormoran>, приступљено 5.10.2018.
- [33] <https://www.bakanhidraulik.rs/HYVA>, приступљено 06.10.2018.
- [34] Семинарски рад из предмета Пројектовање МВ, школска 2017/18, тема “Теретно грађевинско возило-миксер“, студенти: Предраг Пурешевић, Милан Младеновић.