

Факултет инжењерских наука

Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Аутомобилско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Предмет: Моторна возила 1

Број индекса: 804/2016

Милош Н. Бројчин

ОЦЕНА ВУЧНИХ КАРАКТЕРИСТИКА ВОЗИЛА

завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Јованка Лукић, проф. - ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да:

- прикаже параметре за оцену вучних карактеристика возила,
- да преглед карактеристичних параметара вуче концепција одређене категорије возила водећих произвођача
- представи трендове развоја

Препоручена литература:

- [1] Демид М., Лукић Ј.: Теорија кретања моторних возила, Машински факултет у Крагујевцу, 2011.
- [2] Демид М et al.: Пројектовање теретних моторних возила, Машински факултет у Крагујевцу, 1994
- [3] Erich Hoepke, Stefan Breuer (Hrsg.), Wolfgang Appel, Hermann Brähler, Ulrich Dahlhaus, Thomas Esch, Stephan Kopp, Bernd Rhein, Nutzfahrzeugtechnik, Grundlagen, Systeme, Komponenten, Springer Vieweg, 2013
- [4] Симић Д.: Моторна возила, Научна књига, Београд, 1988
- [5] Каталог произвођача

Крагујевац, 27.03.2019.

ментор:

Др Јованка Лукић, проф.

Резиме

Тегљачи су кључни за свакодневни транспорт добара од произвођача до потрошача. У овом раду је извршен избор једног таквог тегљача и приказани су његови основни вучни параметри. Објашњен је значај тегљача и њихова улога у свакодневном животу људи. Приказан је њихов историјски развој као и закон о њиховим максималним дозвољеним оптерећењима, димензијама и масама. Извршено је поређење вучних параметара између различитих произвођача и различитих концепција тегљача. Такође је приказан и тренд развоја тегљача и описани су неки од водећих произвођача нових концепата тегљача.

Кључне речи: тегљач, вучни параметри, тренд развоја

Abstract

Tractors are crucial for the day-to-day transportation of goods from manufacturers to consumers. In this paper, one such tractor is selected and its basic traction parameters are presented. The importance of tractors and their role in people's daily lives is explained. Their historical development as well as the law of their maximum permissible loads, dimensions and masses are shown. The comparison of traction parameters between different manufacturers and different conceptions of the tractor units was made. The tractor development trend is also outlined and some of the leading manufacturers of new tractor concepts are described.

Keywords: tractor, traction parameters, development trend

Садржај

1. Увод	6
2. Историјски развој	8
3. Законска регулатива	12
4. Приказ параметара за оцену вучних карактеристика возила.....	17
4.1 Избор вучног возила	17
5. Преглед карактеристичних параметара вуче концепција водећих произвођача	25
6. Трендови развоја	29
7. Литература.....	32

1. Увод

Друмски транспорт представља грану транспорта која је највише развијена на подручју наше земље, а његова главна предност огледа се у могућности извршења транспортних услуга од врата до врата. Иако се за ову врсту услуге може захтевати превоз робе свим видовима транспорта, најчешће коришћени вид транспорта је камионски транспорт, управо због изграђености инфраструктуре и заступљености друмских путева, али и веома повољних цена. Европски систем класификације дефинише камионе као „моторна возила са најмање четири точка, која се користе за превоз робе“. Имају масу већу од 3.5 тоне. У зависности од свога задатка већина камиона се израђује по мери у циљу испуњавања специфичних захтева. Могу се разликовати од броја осовина, величине мотора, резервоара за гориво, кабине до висине шасије. Камиони превозе чак 71.3% терета који се превози копном. Камионски транспорт је истовремено и допуна и конкуренција ваздушном, железничком и воденом транспорту. Они функционишу као део логистичког ланца чије компоненте чине и речни, бродски, ваздушни и железнички саобраћај. Док одовјено, сваки има своје предности, у комбинацији они формирају интегрисани транспортни систем. Остали начини превоза зависе од камиона за пребацивање терета са и до складишта, железничких терминала, аеродрома и лука. Камиони не само да остају најфлексибилнији, најекономичнији и највише одговарају као начин превоза за огромну већину робе и терета, већ су и неопходни за функционисање интегрисаног транспортног система. Већина наших свакодневних потрепштина, попут свеже хране из супермаркета или трафике, новина и часописа, електронике и уређаја, одеће итд., зависи од камиона у неком тренутку у ланцу дистрибуције. У ланцу снабдевања који се протеже од фарме до потрошача транспорт камионом даје прве километре, последње километре а понекад и све превожене километре. Много основних јавних услуга испоручује се у камионима попут скупљања смећа, гашења пожара и грађевинских услуга. Типичан пример вучног возила за друмски транспорт робе је тегљач који је просто незаметљив данас. Тегљач је камион код којег не постоји товарни простор већ седло на које се ослања предњи део полуприколице у којој се превози терет, овакав скуп возила се назива вучни воз. Због тога што тегљач нема товарни простор већ седло, може се лако прилагодити разним потребама. Постоје следећи режими рада теретних возила:

- транспорт (ношење терета),
- вуча и
- комбиновани режим.

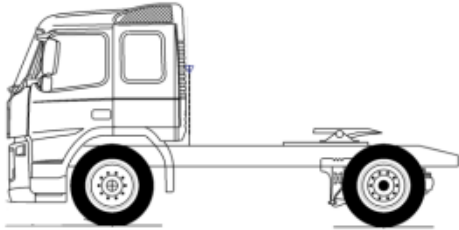
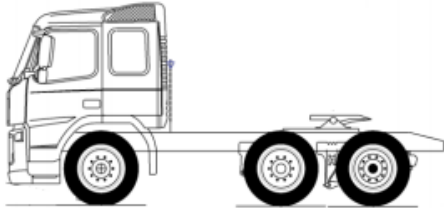
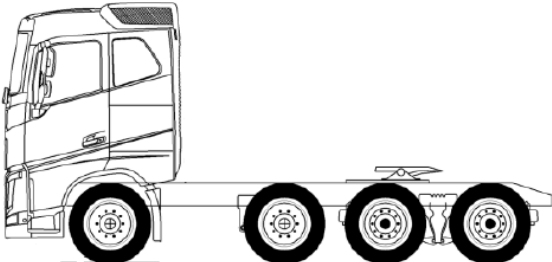
Све спојнице на седлу имају називне вредности и капацитете који се обично дају као:

- вертикално (наметнуто) оптерећење делује директно на седло преко клизача приколице
- D – вредност је дефинисана као теоретска референтна сила за хоризонталну силу између вучног возила и приколице
- бруто комбинована тежина је укупна тежина тегљача, приколице и терета чија се оптерећења сабирају

Више о овим вредностима ће се писати у даљем раду. Очигледно је да камиони тренутно владају у свету логистике када је у питању транспорт робе и да је њихов даљи развитак неминован. Потребно је смањити потрошњу горива, смањити ниво загађења које мотор испушта, а омогућити повећање количине робе које камиони могу да транспортују и повећање брзине којом би пошиљке могле да стигну на задату адресу.

Како време пролази логистичке услуге се све више унапређују. Постоји велики број врста тегљача који се разликују по броју погонских осовина, погонском агрегату, шасији, идр., у табели 1. је приказана подела тегљача по броју погонских осовина.

Табела 1. Подела тегљача по броју погонских осовина [7]

4x2	
4x4	
6x2	
6x4	
6x6	
8x4	

2. Историјски развој

Развој аутомобилског комерцијалног возила почео је 1831. године када је први камион са сопственим погоном коришћен за транспорт пољопривредних производа. Ово се десило у Француској и Енглеској са малим парним моторима. Чак након 70 и више година, кретање робе је довело до званичног признања у форми патентне пријаве, енглеz Richard Trevithick је заправо имао среће да његов парни мотор упркос многим сличним решењима у Француској и Немачкој прихваћен као достојан заштите 1907. године. Американац Frank Mariot је поставио рекорд са Стенлијевим парним мотором аутомобилом са брзином од 195.7 km/h. Године 1910. завршило се доба парних машина. Иако је почетак историје „вагона са експлозивним мотором“ званично успостављен 1896. године, готово је сигурно да је Gottlieb Daimler понудио министарству пруске војске „камион са моторним погоном“ за мобилизацију војске. Први камион се појавио 1893. године, који је већ имао двоцилиндрични четворотактни мотор снаге 2.9 kW (4 KS), изазвао је комешање, али нико није хтео да га купи. Ипак, једва три године касније, он је понудио из фабрике Cannstatter – Daimler – Motoren – Gesellschaft (DMG) основане 1890. године као први произвођач возила на свету са програмом теретних возила који су имали четири различита мотора: 2.9 kW, 4.4 kW, 5.9 kW и 7.4 kW са носивошћу од 1.2 до 5 тона. Мотор је назван „нови Дајмлер мотор феникс“. Аутомобили су могли да достигну брзину између 3 km/h и 12 km/h, точкови су имали гвоздене гуме. 1. октобра исте године је продао свој први камион од 2.7 тона у Енглеску. Основао је изградњу моторних возила у Енглеском краљевству. Касније се то испоставило као велики успех од великог значаја. У пролеће 1895. године, први аутобус изградио Karl Benz у Манхајму. 1900. године Karl Benz је представио нову серију камиона упоредиву са Daimler понудом из 1896. године, која се састојала од три типа: 4.4 kW, 7.4 kW и 10 kW са носивошћу од 1.25 до 5 тона. Много бољи баланс масе дозволио је веће брзине. Мотор је први пут био изнад управљачке осовине. Они су такође имали еластичност и мекоћу како приликом покретања тако и при промени брзине. Bosch нисконапонско магнетно паљење је први пут уведено у конструкцију камиона 1898. године, брзо је заменило претходно преовладавајуће паљење жарнице. Коначни прелазак на четвороцилиндарске моторе у моторном камиону обављен је у јуну 1899. године за 7.4 kW (10 KS) до 8.8 kW (12 KS) и за 8.8 kW до 11.8 kW (16KS). Избијање првог светског рата прекинуо је развој који је управо отворио пут за обећавајућу будућност потпуно развијање немачке аутомобилске индустрије. Још 1912. године, 124 немачке фабрике аутомобила са 36.000 запослених остварило је производне вредности од 222 милиона комада. Годину дана касније, спољно трговински биланс немачких моторних возила био је у зениту свог успеха са извозом у вредности од 85 милиона марака, шест пута више од увоза од 14 милиона комада. Са избијањем рата, стране земље су пропале као купци. Продукције су углавном биле повучене, али су поново порасле када је војна команда морала да се прилагоди дужем трајању рата и стога повећању потребних теретних возила. У првој години рата власници камиона још нису достигли број произведених од 10.000 комада. Релативно мали технички напредак код куће произишао је искључиво из потреба рата. Сходно томе, пад је био изражен у узлазном тренду. Међу наведеним произвођачима камиона су били Magirus у Улму и Hansa-Lloyd у Бремену и Norddeutsche Automobil- und Motoren-AG (NAMAG) као дете фирми које су биле међу наведеним произвођачима камиона. Посебно је значајно повећана производња у Braunschweig. MAN је 1915. год изградио камионе за имовинска права Адолфа Саурера у Линдау. Швајцарска компанија Саурер углавном је производила камионе са карданским и ланчаним погоном до 5т и сопственим моторима, који су четвороцилиндрични 22 kW (30 KS) и 33 kW (45 KS). Саурер је већ

направио велики извоз шасија камиона у годинама 1911-1914. 1918. године фабрика машина Vogtland добила је добила војне наредбе за производњу 1.000 камиона. Они су били познати као Регел – 3 – Тонер, који је професор Buschmann развио 1916. године у Магирусу у Улму у војне сврхе конструисао. Први камиона MAN-а и Саурера је био произведен 1915. године са четвороцилиндричним бензинским мотором, 27 kW (37 KS), слика 1 [3].



Слика 1. Први камион MAN-а и Саурера [3]

Након завршетка рата, 1919. године, немачка индустрија комерцијалних возила била је у тешком положају. Потреба за новим возилима била је последица великог броја камиона који су долазили из војних залиха на тржиште. Страно тржиште је било изгубљено и било је неизвесно за у државама које су биле неутралне током рата. Аутомобилска индустрија других земаља, посебно САД, је током ратних година направила велики напредак даљим развојем својих возила, а 1913. увођењем рада на покретној траци. Инфлација је вероватно донела привремени опоравак у продаји, али стабилизација валуте затим показала колико је економска ситуација у аутомобилској индустрији ослабљена. Ово није имало никаквог утицаја на технички развој целе конструкције камиона [3].

Тек 1924. године постигнут је значајан напредак са камионима и аутобусима у поређењу са моделима из 1914. године. Büssing и NAG су извели шестоцилиндрични мотор, Magirus је био успешан са робусним V 110/29 kW бензинским мотором, на којем су цилиндри били за појединачно уклањање. Не мање успешан био је мотор 135/52 kW, који је могао да достигне милион километара без поправке.

1927. године се догодио још један важан догађај: испоручен је први једнотонски камион са хлађењем компримованим ваздухом. Требало је да прође седам година пре него што је Kiparr извео моторе са ваздушним хлађењем за лаке камионе.

Године 1928. донесен је низ нових троосовинских дизајна, укључујући NAG и Dürkopp моделе који већ имају погоном крилне осовине. Такође се проширила и производња теренских камиона. Др. Edmund Rumpier је први пут показао погонска вратила са дуплим карданским зглобовима у шасији за комерцијална возила у Прагу [3].

Година 1933. донела је другу важну прекретницу у немачкој аутомобилској историји. Технички развој био је одређен огромним ширењем дизел мотора у камионима и аутобусима. Посено су значајни: са једне стране мали дизел мотори од 9 kW (12 KS) до 12 kW (16 KS), са друге стране како би се испуни захтеви новоизграђених царинских аутопутева, развој је био усмерен на снажније моторе од 103 kW (140 KS) и више.

Од 1958. године у Савезној Републици Немачкој су примењени нови прописи: укупна тежина појединачног возила од 12 т, осовинско оптерећење од 8 тона, снага мотора од 4,4 kW (6 КС) по 1 тони укупне тежине [3].

Средином 1960. године Министарство транспорта донело је привремену уредбу:

10 т осовина, двострука осовина са 16 т, 16,5 м приколица и 32 т укупне тежине. Почео је нови развојни процес. Године 1960, Даимлер-Бенз је преузео дизел мотор са гасним турбо пуњачем као стандардну опрему у L 223, приказан на слици 2.



Слика 2. Даимлер-Бенз модел L 223 са дизел мотором и гасним турбопуњачем [3]

Од 1963. сви немачки произвођачи тешких камиона понудили су троосовинске камионе максималне бруто тежине 26 т и снагу мотора више од 141 kW (129 КС). 1964. Акерманн је представио прву замену сандука за камионе и приколице. Најављена је радикална рационализација у друмском теретном саобраћају. Године 1965. коначно је постигнут компромис о димензијама и тежинама: од маја су дозвољени возови од 38 тона у дужини од 18 метара. То је била важна одлука за технологију комерцијалних возила, која је и након неког времена изазвала организационе промене.

1968. била је година потпуно другачије филозофије вожње. Континуирана еволуција са шестоцилиндрним и ВБ моторима дошла је са тестовима вожње са турбинским моторима. КХД (Oberursel) инсталирао је турбину за снабдевање Канадског ваздухоплова снаге 250 kW (340 КС) у камиону Магирус. Међутим, и потрошња горива и бука зауставили су овај експеримент. Исто се десило и МАН-у и Даимлер-Бенз-у са њиховим развојем. Турбински мотори са посебним карактеристикама у комерцијалним возилима нису погодни за немачке услове, јер европска топографија и колонизација нису повољни за турбинска возила. На крају, ово знање је довело до престанка свих покушаја осим материјалних проблема [3].

Године 1969. почеле су се догодиле дубоке промене у историји комерцијалних возила. У светлу растуће међународне конкуренције, неизбежно проширење продајних тржишта услед вишкова капацитета, трошкова који брину власништво купаца и потребу за боље перформансе камиона, рационализација и демонтажа подељених производних операција постала је питање опстанка. Под карапитализирани произвођачи су тражили партнере. На пример, МАН и Савијем су одлучили да

заједнички развијају, производе и продају кабине за камионе од 7.5 т до 12 т укупне масе. Године 1968. Крупп је зауставио производњу камиона. Године 1969. МТУ је формиран од МАН и Маибах-Мерцедес-Бенз мотора.

Године 1975. Магирус, Волво, ДАФ и Савием постали су прва и једина европска сарадња за развој, изградњу и дистрибуцију камиона средње величине од 6 т до 13 т укупне тежине. Овај клуб је трајао до 1985., а возило је постало најуспјешнији камион икад [3].

Још један структурно сродан тренд 1977. године утицао је на сврсисходан развој комерцијалних возила. Друмска возила за теретни транспорт на даљину сада се разликују од оних за градилишта или дистрибутивних камиона не само у возачкој кабини већ и са местима за спавање. Поготово, погонска јединица, снага мотора и трансмисија, ослњање осовина и лагана конструкција за повећање носивости су специфичне карактеристике таквих возила [3].

Прва возила у фабрици аутомобила у Прибоју, модели G4 и G5, са Саурер – овим дизел моторима, снаге 90, односно 130 KS произведени су 1953. године. Потом се наставило са производњом модела FAP13 са 13,5 т носивости и дизел мотором од 200 KS. Као резултат рада сопственог развоја 1965. године почиње производња камиона FAP10B и FAP15B, а потом и FAP1313, FAP18B, као и градског аутобуса G100. Касније се развијају нове фамилије возила FAP1314, FAP22B и M930. У сарадњи са Deimler Benzom, почиње производња возила LP1113 и MB1213. Од 1976. године FAP, у сарадњи са Mercedes Benzom, наставља производњу возила од 12 до 26 тона, уз коришћење мотора од 130 до 320 KS, то су возила FAP1616, 1620, 1626, 1921, 1926, 2226 и 2626. Од 1978. године почиње прозиводња специјалног возила 2026/ 6x6, а од 1983. године и возило 2632/ 8x8, приказан на слици 3 [4].



Слика 3. FAP 2632/ 8x8 [5]

FAP је 1993. године почео производњу мењача, најпре 5MS60, а потом и 6MS-80 и 12MS80. Развијена су и возила FAP1841RBDT/38, FAP1118BS/V 4x4 и FAP1828BD/48 са мотором OM904LA, односно OM906LA. У Војнотехничком Заводу у Крагујевцу 1940. године монтирано је 400 теретних возила Chevrolet, носивости 1.5 тона, за потребе војске, а монтажа 162 теренска возила Willys Jeep, реализована је овде 1953. године. Од 1954. године, у сарадњи са FIAT – ом, почиње производња теретног возила 615 и 620 и теренских возила AR51 и AR55, а нешто касније и фургона 1100TF. Од 1961. године почиње производња возила Застава 620, приказан на слици 4 [4].



Слика 4. Застава 620 [6]

У саставу Заставе, од 1970. године, у Сомбору почиње производња доставних возила Z430AK – комби, са варијантама: фургон, камионет, путар [4].

3. Законска регулатива

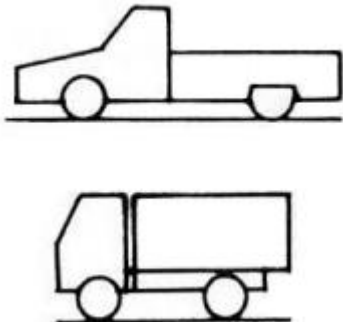
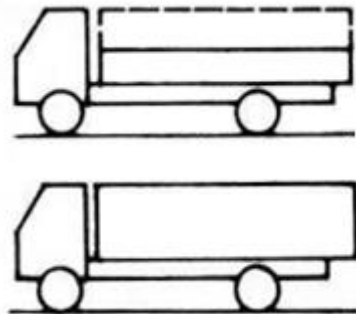
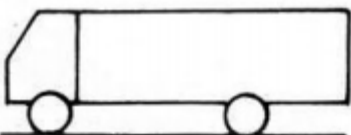
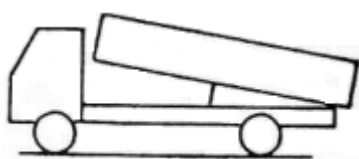
Према правилнику о подели моторних и прикључних возила и техничким условима за возла у саобраћају на путевима тегљач спада у категорију N и подкатегорију BC [8]. Према правилнику о димензијама, укупним масама и осовинском оптерећењу возила максимална дужина теретног возила, специјалног возила и радног возила износи 12 m а тегљача са полуприколицом износи 16.5 m. Највећа максимална дозвољена ширина је 2.5 m, са највећом дозвољеном висином од 4 m. Највећа дозвољена маса возила на моторни погон или скуп возила износи 40 t, с тим што осовинско оптерећење тог возила, односно скупа возила – у стању мировања, на хоризонталној подлози, не сме да прелази, и то:

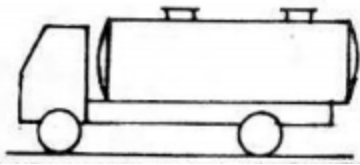
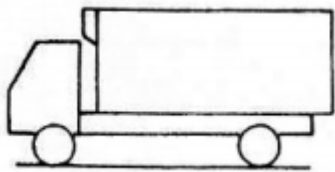
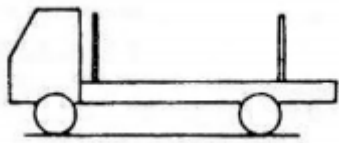
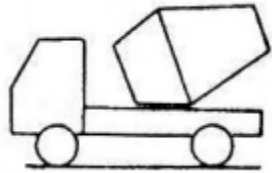
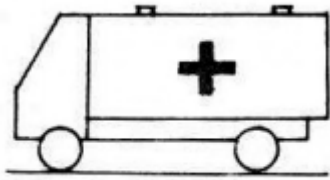
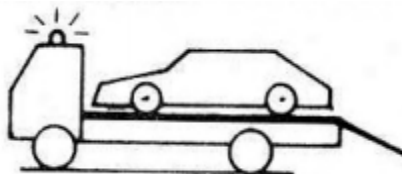
1. оптерећење једне осовине – 10 t;
2. оптерећење једноструке осовине или више осовина са међусобним растојањем од 1 m – 10 t;
3. оптерећење двоструке осовине са међусобним растојањем од 1 до 2 m – 16 t, при чему ниједна осовина не сме бити оптерећена преко 10 t;
4. оптерећење троструке осовине са међусобним растојањем суседних осовина од 1 до 2 m – 24 t; при чему ниједна од осовина не сме бити оптерећена преко 10 t, а ни две суседне осовине више од 16 t

Однос бурто – снаге мотора изражене у киловатима и највеће дозвољене масе возила изражене у тонама за теретна возила мора бити најмање 7.36 kW/t [1].

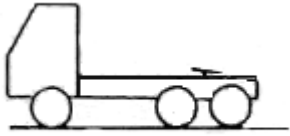
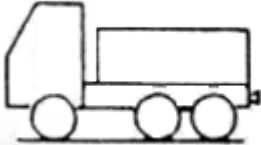
Аутомобили за превоз терета су аутомобили који су по конструкцији, уређајима и опреми намењени за превоз терета или ствари, а аутомобили за вучу возила су аутомобили који су по конструкцији, уређајима и опреми намењени искључиво за друмску вучу прикључних возила [2]. Према SRPS M.N.01.010 постоји следећа класификација аутомобила за превоз терета која је приказана у табелама 2 и 3.

Табела 2. Подела аутомобила за превоз терета [2]

Назив	Опис	Скица
Мали теретни аутомобил (камионет)	Аутомобил за превоз терета ограничене укупне масе, са отвореним или затвореним товарним простором, одвојеним од кабине возила	
Теретни аутомобил (камион)	Аутомобил за превоз терета са отвореним или затвореним товарним простором одвојеним од кабине возила	
Фургон	Аутомобил за превоз терета са јединственом каросеријом. Товарни простор је преградом одвојен од простора за возача	
Самоистоваривач (кипер)	Аутомобил за превоз терета са отвореним простором и уређајем за самоистоваривање	
Дампер	Аутомобил за превоз терета специјалне градње са отвореним левкастим товарним сандуком са или без уређаја за самоистоваривање терета, укупне масе и осовинских оптерећења у складу са законским прописима	

Специјални теретни аутомобил	Аутомобил за превоз терета специјалне конструкције и уређаја намењен само за превоз одређених терета	Преглед врста дат је у наставку ове табеле
Аутомобил – цистерна	Специјални теретни аутомобил опремљен цистерном за превоз одређених течности и гасова	
Аутомобил – хладњача	Специјални теретни аутомобил опремљен са расхладном комором	
Аутомобил за превоз стоке	Специјални теретни аутомобил опремљен надградњом за превоз стоке	
Аутомобил за превоз дрвета	Специјални теретни аутомобил опремљен надградњом за превоз дрвета	
Аутомобил – бетонска мешалица	Специјални теретни аутомобил опремљен надградњом за превоз бетона у течном стању	
Аутомобил – амбуланта	Специјални теретни аутомобил опремљен надградњом са медицинском опремом	
Аутомобил за превоз оштећених возила	Специјални теретни аутомобил опремљен надградњом за утовар и превоз оштећених возила	

Табела 3. Подела аутомобила за вучу возила [2]

Тегљач	Вучни аутомобил са седлом за ослњање и тегљење одговарајућих полуприколица	
Специјални тегљач	Вучни аутомобил са потезницом и додатним теретом за повећање адхезионе силе на погонској осовини; служи претежно за вучу специјалних прикључних возила са ниском платформом за теже терете	

Према директиви 96/53/ЕС правилника максимална дужина тегљача са полуприколицом износи 18,75 m, са максималном ширином од 2,55 m и максималне висине 4 m. Највећа удаљеност између осе главног носача седла и задњег дела полуприколице износи 12 m. Највећа дозвољена маса тегљача са полуприколицом износи 40 тона [16].

Према ЕСЕ – R55 седла и њени делови су дефинисани и подељени у класе:

Класа G - седла су спојнице са плочама које имају аутоматски механизам за закључавање и монтирају се на вучно возило које се спаја на 50 mm седални вијак монтиран на полуприколицу.

Класа G - 50 стандардно седло пречника 50 mm

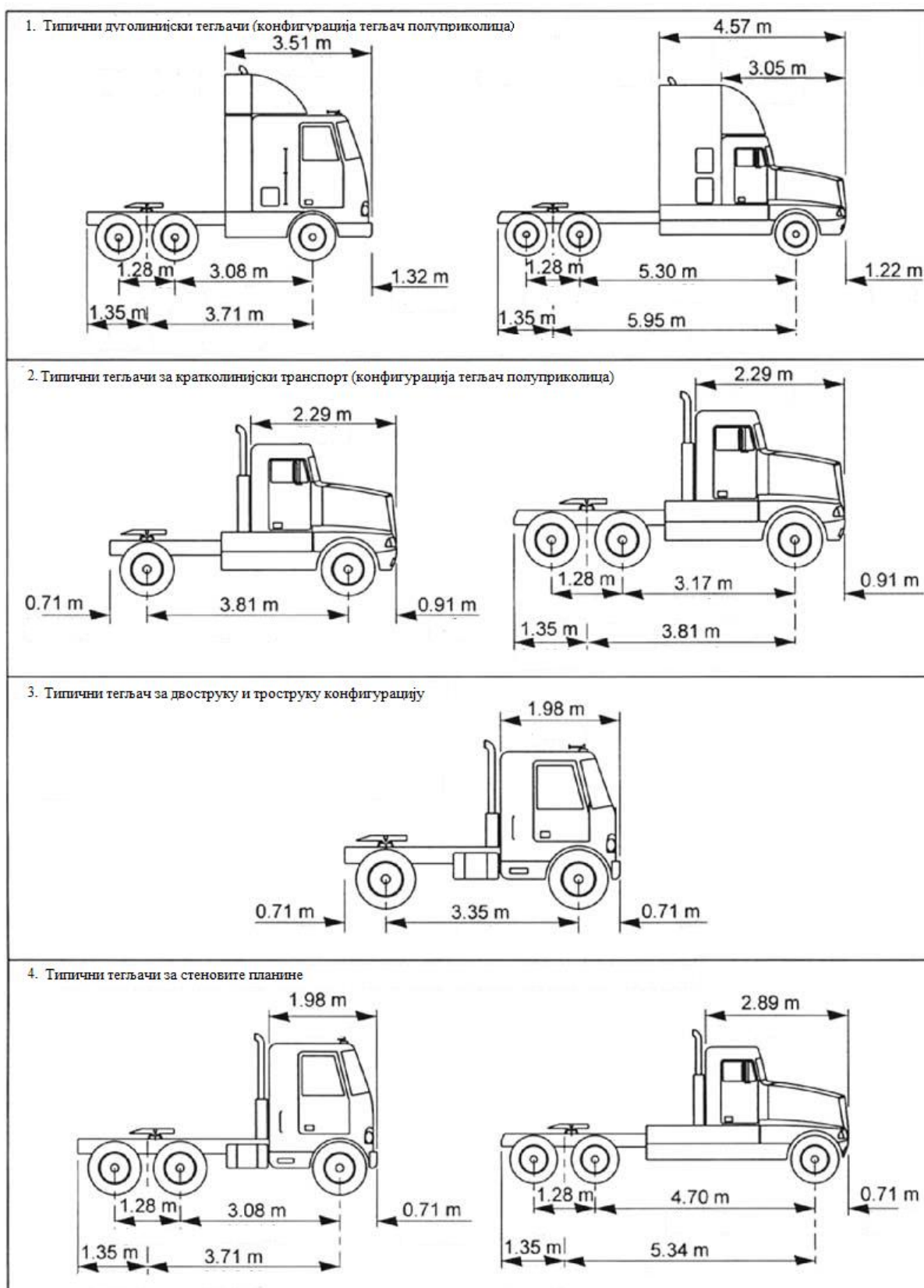
Класа G – 50 - X нестандартна седла пречника 50 mm

Класа H - Сидрени вијци од 50 mm су уређаји који су монтирани на полуприколицу и који се спајају на вучно возило помоћу седла пречника 50 mm.

Класа H – 50 - X нестандартни седални пречници пречника 50 mm

Класа J - нестандартне монтажне плоче са свим компонентама и уређајима који се користе за причвршћивање седла на оквир или шасију вучног возила. Монтажна плоча може се хоризонтално померати како би формирала клизно седло [17]

На слици 5. су приказани неки од типичних америчких тегљача са димензијама [18].



Слика 5. Типични амерички тегљачи [18]

4. Приказ параметара за оцену вучних карактеристика возила

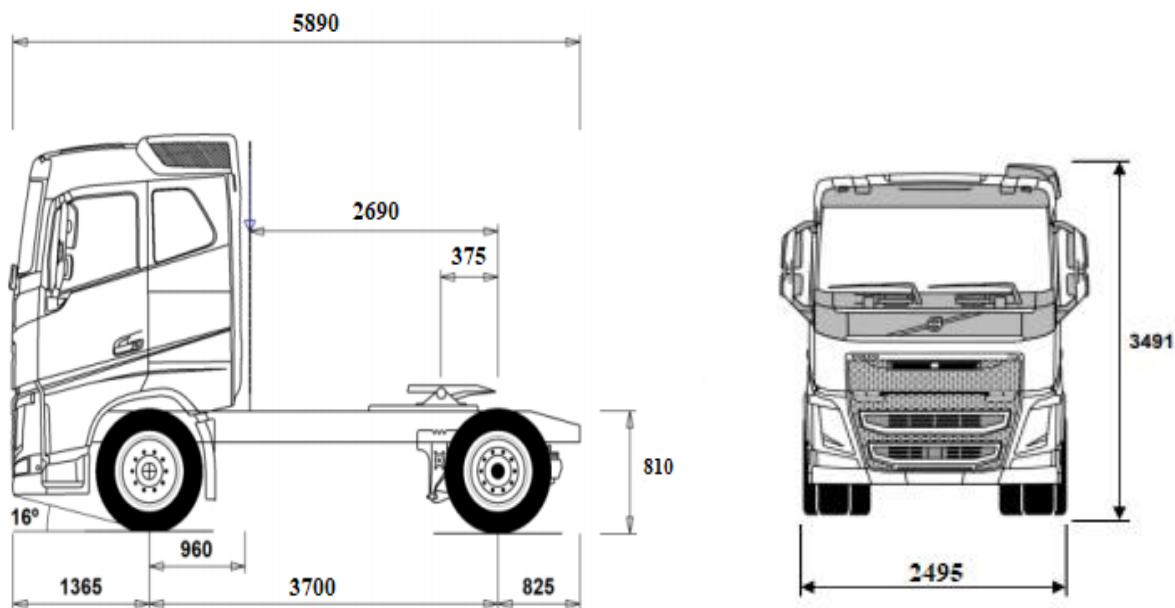
4.1 Избор вучног возила

За израду овог дипломског рада изабран је тегљач Volvo FM 11 (слика 6.), који је веома флексибилан за регионални, дуголинијски и дистрибуивни транспорт, прилагодљив је скоро сваком транспортном задатку [7].



Слика 6. Возило Volvo FM 11 [7]

Шасија је направљена применом патентираних Volvo технологија које јој обезбеђују изванредно понашање на аутопуту и у најоштријим кривинама. Интелигентна конструкција шасије и већи број опција за специфицирање омогућавају да се тачно прилагоди потребама. Могу се додати додатни резервоари за гриво, преместити опрема како би се припремила шасија за разне врсте надградњи. Volvo FM 11 је предвиђен за већа осовинска оптерећења.



Слика 7. Димензије возила Volvo FM 11 [7]

Максимално оптерећење предње осовине са ваздушним ослањањем износи 8 тона. Задње ослањање је ваздушно максималног оптерећења 13 тона са једноструком редукацијом у главчини. Висина вучног седла износи 140 mm, монтажна висина вучног седла износи 200 mm, висина качења износи приближно 887 mm, а висина вожње износи приближно 932 mm. Вучне полуге постављене у оквир, делимично испод оквира и испод оквира, чија износи 266 mm, служе за вучу тандем приколица. Вучне полуге могу да се монтирају у размацама од 25 mm [7].

Резервоари за гориво су алуминијумски максималне запремине 1480 литара. Резервоари за AdBlue су од пластике запремине од 32 до 90 литара. Пумпа за AdBlue је интегрисана са модулом резервоара за AdBlue.

Дозвољена уградња за терет вучног седла је до 36 тона. Вучно седло спојено прирубницом је најбоља варијанта јер не захтева никакву причврсну плочу. Висина вучног седла изнад шасије је око 140 mm.

За погон возила се користи Volvo-v мотор D13K запремине 13 литара тип D13K500 са 368 kW (500 KS), са шест цилиндара који задовољава Еуро 6 норме, снага и економична потрошња горива су као код Еуро 5 модела, али је емисија честица преполовљена, док је емисија азотних оксида смањена за скоро 80%. Volvo-во решење за Еуро 6 је приказано на слици 8 [7].

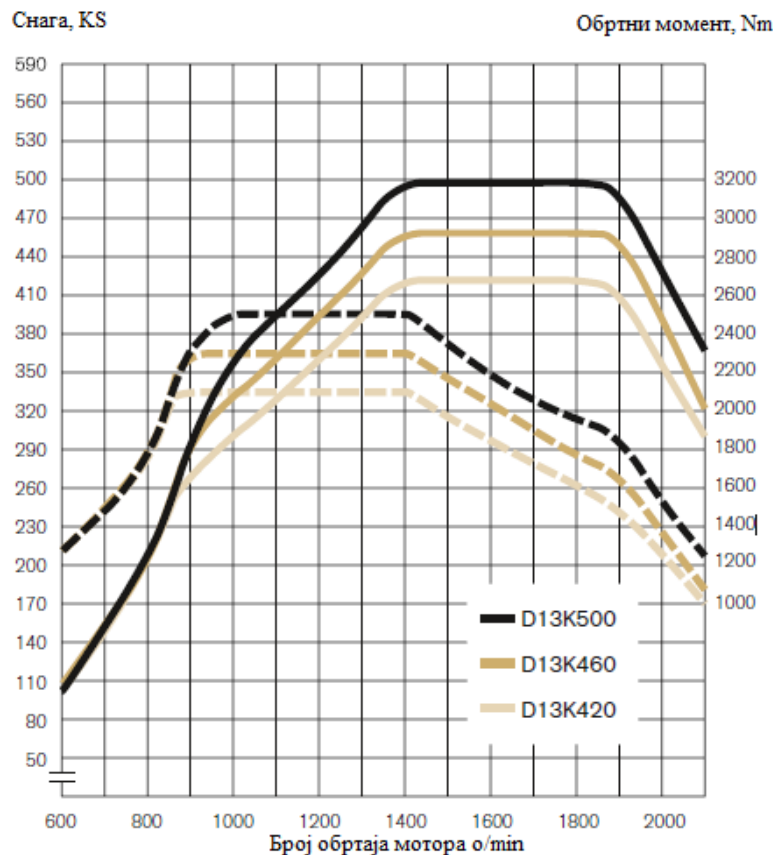


Слика 8. Volvo-во решење за Еуро 6 [7]

1. Мотор – нове компоненте мотора побољшавају проток гасова и обезбеђују да издувни гасови дођу у систем за накнадну обраду на оптималној температури.
2. Седма брызгалка – специјална брызгалка за дизел гориво топлотно регулише DOC и обезбеђује ефикасност филтера за чврсте честице у дизел гориву и исправну функцију SCR – а.
3. Оксидациони катализатор за дизел гориво (DOC) – DOC производи NO_2 неопходан за ефикасно сагоревање чврстих честица у филтеру за чврсте честице у дизел гориву. У хладним условима, обезбеђује и топлоту за регенерацију.
4. Филтер за чврсте честице у дизел гориву (DPF) – Филтер сакупља чврсте честице и складишти их све док не сагоре током регенерације. Регенерација се дешава аутоматски.
5. Selective Catalytic Reduction (SCR) – У зони мешања издувни гасови се прскају AdBlue течношћу. У катализатору се азотни оксиди (NO_2) ефикасно претварају у безопасни азотни гас и воду.
6. Катализатор необрађеног амонијака (ASC) – Последња компонента испред издувне цеви у којој се уклања преостали амонијак (NH_3) [7].

Мотор достиже максималну снагу у опсегу од 1400 – 1800 о/min, док максимални обртни момент достиже у опсегу од 1000 – 1400 о/min и износи 2500 Nm.

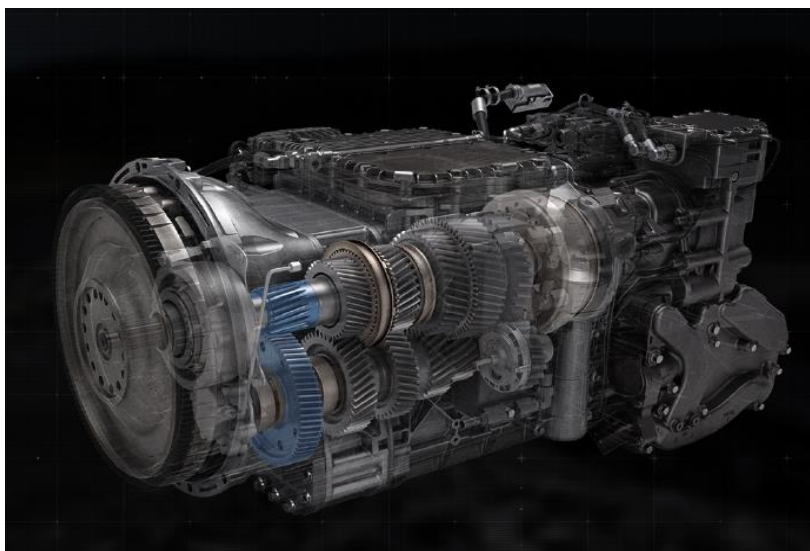
На слици 9. је приказан дијаграм спољне брзинске карактеристике мотора различитих варијанти мотора D13K [7].



Слика 9. Дијаграм спољне брзинске карактеристике мотора [7]

Мотор је повезан са дванаестобрзинским I- Shift мењачем са удвострученим бројем степени преноса и променом опсега помоћу аутоматизованог система за промену степена преноса. Уколико возач жели ручно да мења степене преноса, постоји дугме на ручици мењача која му даје директну контролу над променом степена преноса. I- Shift је конструисан да штеди гориво. Унутрашњи енергетски губици су мали, али је стварна разлика у електроници. Свака промена степена преноса је синхронизована, што обезбеђује рад мотора у најефикаснијем опсегу броја обртаја, и у економичном режиму и у режиму перформанси. Када се возило креће низбрдо, I-Roll одваја мотор, максимално користећи количину кретања камиона и штедећи до 2% горива [7].

I-Shift се заснива на “класичном” несинхронизованом ручном мењачу, што објашњава његову компактну конструкцију и мале унутрашње губитке. За чаролију је заслужена електронска контролна јединица која регулише рад квачила и промену степена преноса. Увек прецизно мења степен преноса тако што оцењује информације о брзини возила, тежини, нагибу пута и потребном обртном моменту, систем комуницира и са мотором који дозвољава подешавање броја обртаја и кочница ради максималних перформанси. I-Shift мењач је приказан на слици 10 [7].



Слика 10. I-Shift мењач [7]

Погонска осовина је RSS1356, приказана на слици 11., чији подаци су дати у табели 4.

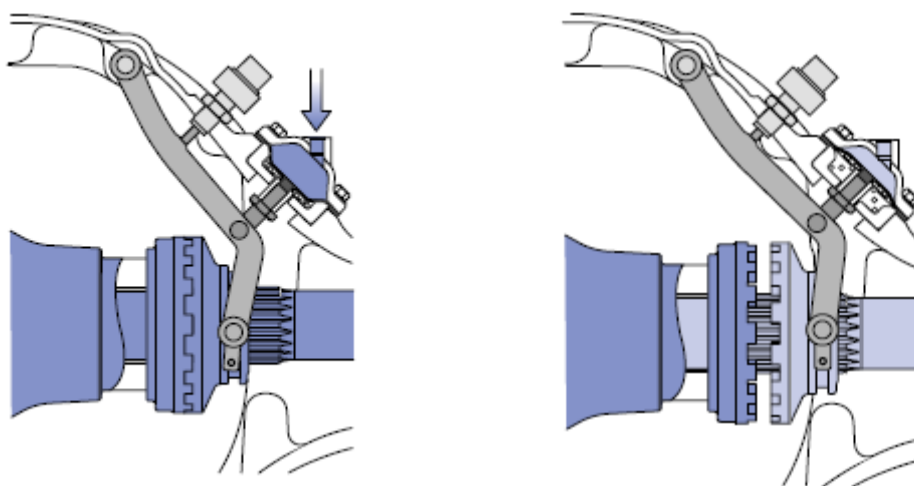


Слика 11. Погонска осовина RSS1356 [7]

Табела 4. Подаци о погонској осовини [7]

Тип	Редукција	Зупчаник	Максимални обртни момент	Максимално оптерећење осовине	Укупна тежина вучног воза
RSS1356	Једнострука	Хипоидни	2400/2800 Nm	13 t	56/44 t

RSS1356 намењен је брзом и дугом превозу на добрим путевима. Задња осовина има добро прилагођене могућности степена преноса, што доприноси малој потрошњи горива. RSS1356 одликује снажан и компактан дизајн с малом тежином. Кућиште задње осовине израђено је од нодуларног гвожђа, а осовина има довољно велики клиренс. RSS1356 је опремљен блокадом диференцијала за побољшање управљивости када је површина пута клизава. Блокада диференцијала се може лако активирати са возачевог положаја. То се постиже прекидачем на инструмент табли који управља магнетним вентилом, који доводи компримовани ваздух у радни цилиндар на задњој осовини [7].



Слика 12. а) Укључена блокада диференцијала б) Блокада диференцијала искључена [7]

Волво динамичко управљање отклања вибрације и ударе који се преко волана преносе при вожњи по неравним путевима. Кретање уназад и маневрисање у уским четвртима су такође олакшани – отпор волана је до 70% мањи при малим брзинама. Осим тога, волан се аутоматски центрира чим попустите стисак на волану. При већим брзинама, камион сигурно задржава правац кретања, чак и на лошим површинама и при јаком бочном ветру. Ова технологија се заснива на камионском хидрауличном серво управљању којем помаже електронски регулисани електромотор који стално подешава управљање и, по потреби, повећава силу заокретања [7].

Седло је радни орган код тегљача, приказаног на слици 13., оно је вишенаменско јер може да прихвати различите надоградње у зависности од намене тегљача [7]. Седло мора да задовољи оптерећење возила по свим осама, како не би дошло до угрожавања саобраћаја. Константно мора бити подмазано како би се смањило трење и умањило хабање плоче. Мора да има слободу ротације око подужне осе до 3° , нагињање ка напред током успона до 7° и током спуштања низбрдо до 6° . Постоји неколико фактора који утичу на положај седла. Полуприколица не сме да удари у кабину или задњи део шасије, али држање мора бити добро.

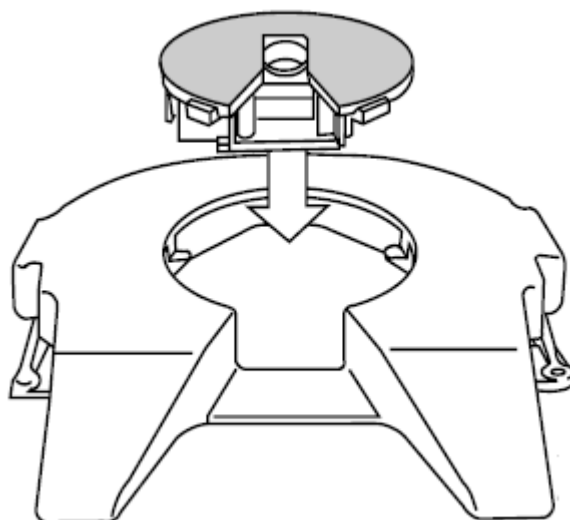


Слика 13. Седло [7]

Да би се искористила максимална носивост предње осовине, седло је обично смештено далеко напред на дугим камионима, што повећава осетљивост шасије на вибрације. Ако је седло постављено централно изнад задње осовине или изнад теоријског центра вагона тај се ефекат смањује. С друге стране, управљање је мање осетљиво и возач има слабу контролу над полуприколицом. Искуство показује да ће се возилом добро управљати када:

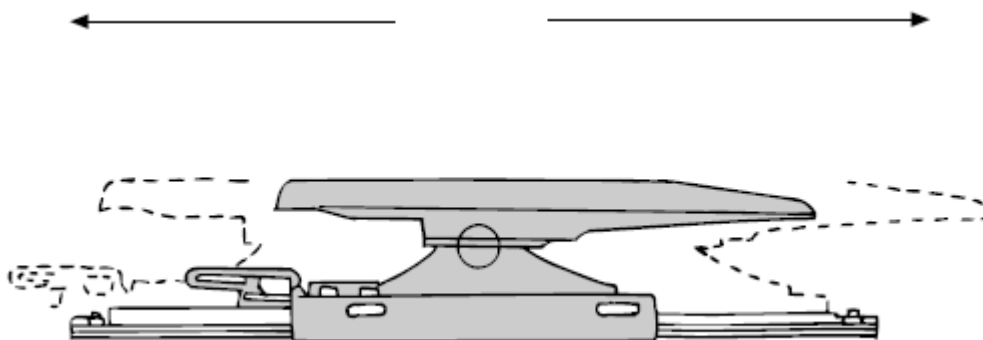
- је седло код двоосовинског тегљача смештено на удаљености од 10% међуосовинског растојања испред задње осовине и
- је седло код троосовинског тегљача смештен на удаљености од 10% међуосовинског растојања испред теоријског центра вагона.

Седло са заменљивим механизмом за закључавање, приказано на слици 14., може да користи краљевски вијак од 2 инча или од 3.5 инча због различитих потреба транспорта [9].



Слика 14. Седло са заменљивим механизмом за закључавање [9]

Постоје такође и помична седла, приказано на слици 15., како би се тегљач максимално искористио, посебно у међународним транспортима. Помично седло омогућава подешавање положаја тако да одговара разним националним прописима који се односе на оптерећење осовина и дужину возила. Такође омогућава бољу расподелу тежине између предње и задње осовине, и омогућава прилагођавање различитим типовима полуприколице [9].

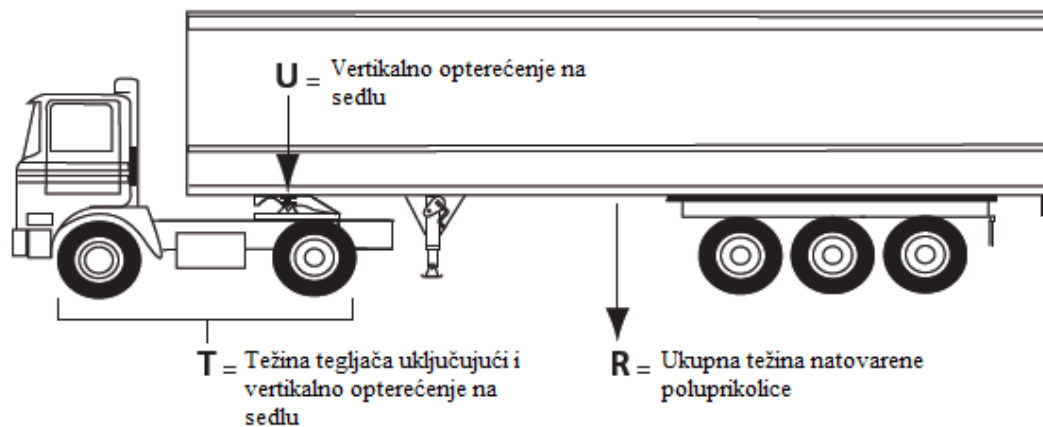


Слика 15. Помично седло [9]

Када је приколица натоварена и подупрета на својим носачима за спуштање, терет (тежина) се распоређује између осовине-носача и ногу за подупирање. Када је приколица спојена са тегљачем, терет (тежина) се распоређује између осовина и седла. Расподела тежине је различита због релативних положаја ногу за подупирање и краљевског вијка. D – вредност - израчунавање силе између седла и краљевског вијка при повлачењу приколице које су веће током убрзања и кочења. „ D – вредност“ је дефинисана као теоретска референтна сила за хоризонталну силу између возила за вучу и приколице. D – вредност узима се као основа за хоризонтална оптерећења у динамичким тестовима за све уређаје за аутоматско спајање између вучног возила и приколице [10].

D – вредност се рачуна по следећем образцу:

$$D = g * \frac{0.6 * T * R}{T + R - U} (kN) \quad (1)$$



Слика 16. Приказ места сила које делују на камион и полуприколицу [10]

D – вредност се израчунава помоћу једначине (1) и за избрани модел износи:

$$D = g * \frac{0.6 * T * R}{T + R - U} = 9.81 * \frac{0.6 * 20.1 * 31}{20.1 + 31 - 11.3} = 92.14 kN$$

5. Преглед карактеристичних параметара вуче концепција водећих произвођача

За преглед карактеристичних параметара вуче одабрани су следећи произвођачи са различитим моделима:

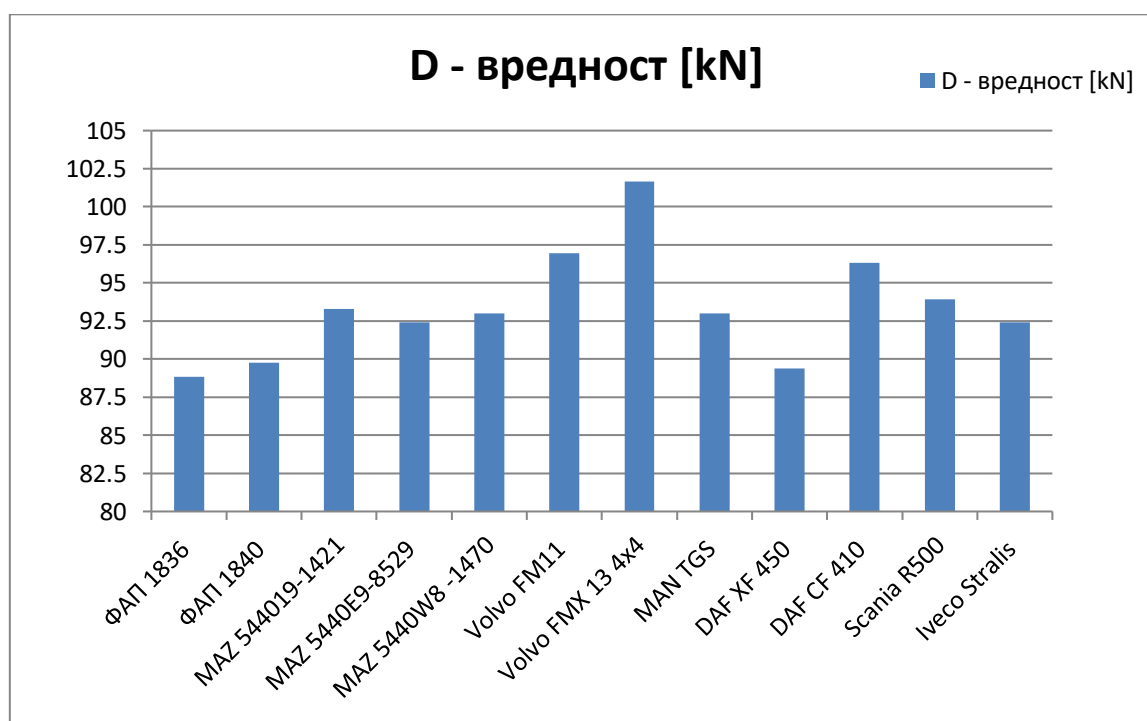
- ФАП са следећим моделима: ФАП 1836 4x2, ФАП 1840 4x2, ФАП 2636 6x4 и ФАП 2640 6x4
- MAZ са следећим моделима: MAZ 544019 – 1421 4x2, MAZ 5440E9 – 8529 4x2 и MAZ 5440W8 – 1470 4x2
- Volvo са следећим моделима: Volvo FH16 6x2, Volvo FH13 6x4, Volvo FMX13 4x4, Volvo FM11 4x2 и Volvo FH13 8x4
- MAN са следећим моделима: MAN TGX 440 6x2 и MAN TGS 4x2
- DAF са следећим моделима: DAF XF 450 4x2 и DAF CF 410 4x2
- Scania R500 4x2 и
- Iveco Stralis 4x2.

D – вредности нису дате од стране произвођача тако да су израчунате помоћу једначине (1), сви остали параметри се могу наћи на сајтовима произвођача. Свим седлима и краљевским вијцима, тестиралим и у складу са прописима ЕС 94/20 и ЕСЕ – R55, дата је оцена D – вредности као показатељ максималне хоризонталне силе између тегљача и приколице. Да би се потврдила погодност одређеног седишта или краљевског клина за одређену комбинацију тегљача и приколице, потребно је извршити прорачун D – вредности. У табели 5. су приказани карактеристични параметри вуче изабраних модела тегљача.

Табела 5. Приказ карактеристичних параметара вуче

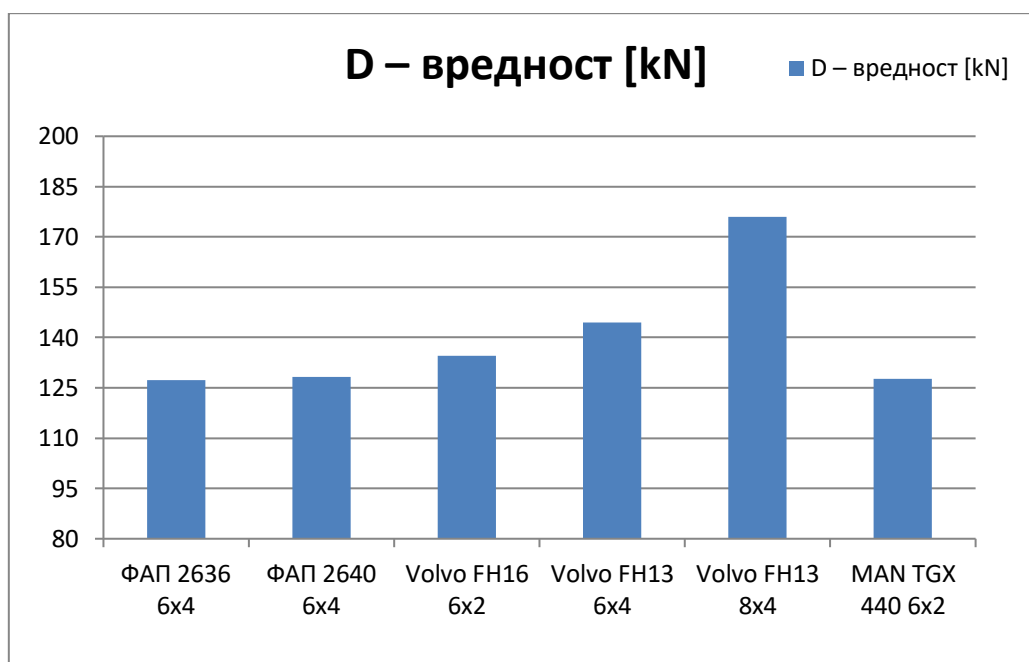
Модел	Дозвољена укупна маса (t)	Оптерећење на седлу (t)	Укупна маса натоварене приколице (t)	D – вредност (kN)
ФАП 1836 4x2	18	10.8	40	88.84
ФАП 1840 4x2	18	10.3	40	89.78
ФАП 2636 6x4	26	17.1	44	127.28
ФАП 2640 6x4	26	17.5	44	128.25
MAZ 544019- 1421 4x2	18.75	10.7	44	93.29
MAZ 5440E9- 8529 4x2	18.7	10.3	44	92.42
MAZ 5440W8 – 1470 4x2	18.75	10.55	44	93.02
Volvo FH16 6x2	27	19	44	134.47
Volvo FH13 6x4	29	21	44	144.43
Volvo FM11 4x2	20.1	11.3	40	96.97
Volvo FMX 13 4x4	21	11.5	44	101.65
Volvo FH13 8x4	36	27	44	175.91
MAN TGX 440 6x2	25.7	17.6	44	127.75
MAN TGS 4x2	19	10.9	40	93
DAF XF 450 4x2	18	10.6	40	89.4
DAF CF 410 4x2	20.5	10.4	40	96.33
Scania R500 4x2	19	11.4	40	93.97
Iveco Stralis 4x2	19	10.9	40	92.42

D – вредност је важан параметар јер он приказује хоризонталну силу која се јавља у седлу, и самим тим утиче на избор седла које је потребно поставити при самом конструисању возила. Из таблица можемо да закључимо да ова вредност варира у зависности од дозвољених маса тегљача, оптерећења на седлу и укупне масе натоварене приколице коју тегљач може да тегли. Ако се на седло постављају додатни динамички захтеви, попут вожње на неравним путевима или градилиштима, израчунато бруто маса целог возила са полуприколицом и D – вредност не треба у потпуности искористити или се треба поставити јаче седло. Такође из таблица можемо да закључимо да се код тежих тегљача јављају веће силе. Ова вредност је приликом кочења и убрзавања већа због инерцијалних сила. На слици 17. можемо да видимо да се D – вредност упоређених модела са погоном 4x2 креће од 88.84 до 96.67 kN. Као што се може приметити са исте слике Volvo FM11 и DAF CF 410 имају највећу D - вредност, док су ФАП 1836 и DAF XF 450 модели са најнижом овом вредношћу. Највеће оптерећење на седлу има Scania R500 од 11.4 тона док најмање оптерећење има ФАП 1840 од 10.3 тона.



Слика 17. Приказ D – вредности различитих модела тегљача

На слици 18. се може видети да се D – вредност код упоређених тегљача са погоном 6x4 креће од 127.28 до 144.43 kN, код модела са погоном 6x2 се креће од 127.75 до 134.47 kN, а код модела 8x4 она износи 175.91 kN. Највеће оптерећење на седлу код модела са погоном 6x4 има Volvo FH13 од 21 тоне.



Слика 18. D – вредности модела тегљача са више осовина

6. Трендови развоја

У данашње време све се више фокусира на производњу возила како аутомобила и аутобуса тако и камиона, и на то да буду аутономна. Иако аутономни камиони и аутомобили користе веома сличну технологију за напајање њихових система вештачке интелигенције, било би погрешно мислити да ће у исто време почети да се користе. Њихове сличности лако могу да прикрију њихове значајне разлике. Велика тежина полуприколице ствара јединствене технолошке изазове у поређењу са самовозећим аутомобилима. Због велике тежине камиона потребно је и дуже време за заустављање камиона у односу на аутомобил. Начин на који се распоређују камиони ствара се могуће коришћење аутономије која би била економки исплатива. На пример, неки камиони ће провести читав животни циклус радећи само на ограниченом делу приватне својине, попут рудника, што поједностављује правна и техничка питања стварањем аутономног система. Аутономни камиони се неће користити одједном већ ће почети да се користе постепено кроз низ корака. Уместо тога очекује се да ће се прво представити неколико начина који ће прво побољшати ефикасност људских возача. Тренутни фокус многих компанија које раде на овом простору није потпуно уклањање возача камиона, већ проналажење начина да их повежу са вештачком интелигенцијом како би добили више пређених километара уз ниже трошкове [11].

Ако је или када је могуће створити заиста аутономне камионе који могу учинити све што тренутно човек може да уради, у свим временским условима, то ће аутоматизовати индустрију у потпуности, заменивши приближно 1,8 милиона тешких теретних возила са приколицом који тренутно постоје. Међутим тај ниво аутономије се не очекује дуги низ година. Зато је важно испитати које компаније очекују да ће у кратком року моћи да користе ограничену аутономију да би смањили трошкове, спасили животе, побољшали сигурност и повећали радно оптерећење људских оператора [11].

Највише се очекује прва употреба ове технологије на аутопутевима. Ови полуаутоматски камиони би и даље имали возаче који би управљали сложеним стварима као што су возња у граду, лоши сеоски путеви или утовар, док би вештачка интелигенција преузела контролу на аутопуту. Ово би ослободило возача да спава или среди папирологију. Возачи су ограничени на рад од 60 сати недељно и морају да праве одређене паузе. То значи да возила седе у празном ходу током дужег времена. Теоретски, камион који се може возити аутопутем сам док возач одмара омогућило би да камион ради готово 24 сата дневно. У идеалним условима, један возач и аутономни камион могу ефикасно обављати посао који тренутно обављају три возача. Повећање ефикасности возача од посебног је интереса за индустрију због недостатка возача. Америчко удружење за транспорт тврди да је мањак од 38.000 возача у 2014 години и ова бројка би могла да нарасте до чак 175.000 до 2024. године.

„Плутање“ је метода за вођење групе возила заједно између којих је мала раздаљина и крећу се у једној линији, приказано на слици 19. Намера је да се повећа капацитет путева преко аутоматизованог система аутопутева. Ово омогућава да сваки камион буде вучен од стране оног испред што драстично смањује потрошњу горива. Испитивање урађено за компанију Пелетон која развија ову технологију, открило је да

смањује се потрошња горива за водећи камион за 4,5%, а за камионе који га прате 10% [11].



Слика 19. „Плутање“ вода [11]

„Плутање“ је опасно радити са људским возачима (будући да блиске удаљености повећавају ризик од судара), али циљ је да аутономна технологија учини ово безбедно. Људско време реакције за воланом уколико возило испред њега заочи износи 1.4 секунде, али Даимлеров пилот за аутопут може да пренесе сигнал између возила за само 0.1 секунду. Идеја је да у релативно кратком року омогући возачу у предњем камиону управља водом, док вештачка интелигенција у свим камионима контролише возила иза њега. С неколико камиона и возача који мењају вођу вод би могао ефективно да траје данима [11].

Најпознатији полуаутономни тегљач је Tesla Semi, приказан на слици 20., који је још увек прототип и са почетком његове производње се планира до краја 2020. Са једним пуњењем ће моћи да пређе и до 640 километара. Покрећу га четири електромотора [12].



Слика 20. Tesla Semi [13]

Semi се при пут појавио у јавности 2017. године и дате су прве спецификације о њему. Већ у марту следеће године је тестиран са правим теретом на путањи од Неваде до Калифорније. У августу исте године прототип је сам путовао (без икакве пратње) недељу дана [13].

Други најпознатији полуаутономни тегљач је Nikola One, приказан на слици 21., који је такође још увек у развоју и са почетком његове производње планирано је до краја 2019. Nikola One има по један електрични мотор за сваки точак, којима даје напајање водородна батерија од 300kW, са дометом између 500 и 750 километара [14].



Слика 21. Nikola One [14]

Такође ту су и Nikola Two и Nikola Tre који су још увек у раним фазама развоја али се и почетак са њиховом производњом очекује до краја 2025. Очекује се да буду јачи од свог претходника, док ће Nikola Two прелазити исту раздаљину од Nikola Tre се очекује да прелази између 500 и 1200 километара [15]. На слици 22. је приказан Nikola Tre.



Слика 22. Nikola Tre [14]

7. Литература

- [1] Правилник о димензијама, укупним масама и осовинском оптерећењу возила и о основним условима које морају да испуњавају уређаји и опрема на возилима у саобраћају на путевима ("Sl. list SFRJ", br. 50/82, 11/83 - ispr., 4/85, 65/85, 64/86, 22/90, 50/90 i 51/91 i "Sl. list SCG", br. 1/2003 – Уставна повеља)
- [2] SRPS M.N.01.010 стандарди
- [3] Erich Hoepke, Stefan Breuer (Hrsg.), Wolfgang Appel, Hermann Brähler, Ulrich Dahlhaus, Thomas Esch, Stephan Kopp, Bernd Rhein, Nutzfahrzeugtechnik, Grundlagen, Systeme, Komponenten, Springer Vieweg, 2013
- [4] Б. Крстић: Техничка експлоатације моторних возила и мотора, Машински факултет у Крагујевцу, Крагујевац, 2009
- [5] Интернет страница: <http://www.fap.co.rs/2632nam.htm>, приступљено 27.08.2019
- [6] Интернет страница: <https://www.autoslavia.com/1961-69-zastava-620-upit/>, приступљено 27.08.2019
- [7] Интернет страница: <https://www.volvotrucks.rs/sr-rs/trucks/volvo-fm.html>, приступљено 27.08.2019
- [8] Правилник о подели моторних и прикључних возила и техничким условима за возла у саобраћају на путевима (Сл. гласник РС бр. 40/12 , 102/12 , 19/13 , 41/13)
- [9] Интернет страница: <https://www.scania.com/rs/sr/home.html>, приступљено 06.09.2019
- [10] Интернет страница: <http://www.safholland.cn/cn/en/literature>, приступљено 06.09.2019
- [11] Интернет страница: <https://emerj.com/ai-adoption-timelines/self-driving-trucks-timelines/> , приступљено 09.09.2019
- [12] Интернет страница: <https://www.tesla.com/semi>, приступљено 09.09.2019
- [13] Интернет страница: <https://www.teslarati.com/how-much-tesla-semi-truck-battery-pack-weigh/>, приступљено 09.09.2019
- [14] Интернет страница: <https://nikolamotor.com/one#motor-specs-bottom>, приступљено 10.09.2019
- [15] Интернет страница: <https://www.ttnews.com/articles/photos-video-nikola-two-nikola-tre-unveiled>, приступљено 12.09.2019
- [16] Директива 96/53/ЕС о утврђивање највећих дозвољених димензија за национални и међународни саобраћај и највеће допуштене масе за међународни саобраћај одређених друмских возила која послују унутар заједнице

[17] Јединствене одредбе које се тичу хомологације саставних делова механичких спојница за склопове возила ЕСЕ-R55 правилник

[18] Интернет страница: https://nacto.org/docs/usdg/nchrprpt505_harwood.pdf,
приступљено 13.09.2019