

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу

Саша Ж. Васиљевић

ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ КАРТИНГ ВОЗИЛА

мастер рад

Крагујевац, 2018.

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Друмски саобраћај

Предмет: Пројектовање моторних возила

Број индекса: 305/2016

Саша Ж. Васиљевић

ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ КАРТИНГ ВОЗИЛА

мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Јованка Лукић, ред. проф- ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог мастер рада кандидат треба да уради идејни пројекат картинг возила који обухвата:

-) анализу тржишта са аспекта концепта, конструкције и захтева,
-) избор концепције и свих агрегата на возилу,
-) проверу вучно-брзинских карактеристика,
-) проверу стабилности,
-) израду склопног цртежа развијеног картинг возила и технички опис.

Препоручена литература:

- 1' Демич М. et all: Теорија кретања моторних возила, Машински факултет у Крагујевцу, 2011.
- 2' Српски спортски картинг савез: Технички правилник, 2017.
- 3' Европски и светски правилници.

Крагујевац, 2018 године

Ментор:

Др Јованка Лукић, ред. проф.

Сажетак: Картинг возило представља специфично возило у односу на друга возила према својим габаритима али и конструкцији. Са временом картинг возила су добијала и различите намене, почев од забаве, обуке па чак и до спортских такмичења. Идејни пројекат картинг возила који је дат у овом раду јесте за возило чија је намена забава и обука неискусних возача. У овом раду су усвојене две концепције идејног пројекта, и то возила са мануелним мењачким преносником и возила са континуалним мењачким преносником. Конструкција елемената пре свега је ограничена законском регулативом, па самим тим анализа тржишта и конкурентских фирми нуде и одговоре о могућим начинима конструкције како целокупног картинг возила тако и одређених система на возилу. На основу закључака о могућим варијантама концепција картинг возила усваја се концепција која одговара потребама тржишта али такође се усвајају и кооперанти од који се добављају делови или системи на картинг возилу. На основу усвојених компоненти али и димензија возила извршен је прорачун вучно-брзинских карактеристика возила али и анализа стабилности возила. Применом савремених технологија израђена је технички цртеж картинг возила као и провера притиска ваздуха картинг возило приликом кретања.

Кључне речи: Возило, картинг, пројекат.

Abstrakt: The karting vehicle represents a specific vehicle in relation to other vehicles according to its dimensions and design. In the course of time, karting vehicles were also used for various purposes, starting from entertainment, training and even sports competitions. The conceptual design of the vehicle mapping given in this paper is for a vehicle whose purpose is the fun and training of inexperienced drivers. In this paper, two concepts of the conceptual project were adopted, namely vehicles with manual gearboxes and vehicles with a continuous gearbox. The construction of the elements is primarily limited by legal regulations, and therefore the analysis of the market and the competing companies offer also answers about possible ways of constructing the entire mapping of vehicles and certain systems on the vehicle. Based on the conclusions about possible variants, the concept of karting a vehicle adopts a concept that meets the needs of the market, but also subcontractors from which the parts or systems on karting vehicle are supplied. On the basis of the adopted components and the dimensions of the vehicle, the calculation of the driving-speed characteristics of the vehicle, as well as the stability analysis of the vehicle, has been carried out. With the application of modern technologies, a technical drawing of the karting of vehicles, as well as the checking of the air pressure of the karting vehicle while moving.

Keywords: Vehicle ,karting, project.

САДРЖАЈ

УВОД	1
1. ПОЈАМ КАРТИНГ ВОЗИЛА	2
1.1 Типови картинг возила	4
2. ФАЗЕ ИДЕЈНОГ ПРОЈЕКТА КАРТИНГ ВОЗИЛА	8
3. ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ КАРТИНГА	9
4. АНАЛИЗА ЗАКОНСКЕ РЕГУЛАТИВЕ ВЕЗАНЕ ЗА КАРТИНГ ВОЗИЛА	14
4.1 Анализа националног техничког правилника	14
4.2 Анализа међународне законске регулативе везане за техничке захтеве картинг возила	20
5. АНАЛИЗА КОНКУРЕНТСКОГ ТРЖИШТА	30
5.1 Анализа картинг возила компаније BirelART	30
5.2 Анализа картинг возила компаније Praga	34
5.3 Анализа картинг возила компаније Sodikart	36
5.4 Анализа картинг возила компаније CRG	38
6. АНАЛИЗА МОГУЋИХ КОНЦЕПЦИЈА, СИСТЕМА И ЕЛЕМЕНАТА КАРТИНГ ВОЗИЛА	39
6.1 Рам картинг возила	39
6.2 Систем управљања	42
6.3 Точкови на картинг возилима	46
6.4 Задње вратило	47
6.4 Систем преноса снаге	48
6.5 Систем кочења	52
6.5 Седишта	54
7. АНАЛИЗА МОГУЋИХ КООПЕРАНАТА	55
7.1 Анализа коопераната везаних за погонски агрегат и мењачки преносник	57
7.1.1 Анализа коопераната у случају возила без мануелног мењачког преносника	57
7.1.2 Анализа коопераната у случају возила са мануелним мењачким преносником	59
7.1.2.1 Анализа коопераната везаних за систем промене степена преноса	60
7.2 Анализа коопераната везаних за пнеуматике и наплатке	61
7.3 Анализа коопераната везаних за кочиони систем	62
7.4 Анализа коопераната везаних за седиште и каросерију	63

7.5	Анализа коопераната везаних за ланчанике, ланце, главчине, споне и лежајеве	64
8.	УСВАЈАЊЕ КОНЦЕПЦИЈЕ И АНАЛИЗА ВАРИЈАНТИ ОДРЕЂЕНИХ ЕЛЕМЕНАТА КОНЦЕПЦИЈЕ.....	65
8.1	Усвајање концепције и циљних карактеристика возила	65
8.2	Усвајање заједничких елемената	66
8.2.1	Усвајање система управљања	67
8.2.2	Усвајање пнеуматика	68
8.2.3	Усвајање седишта возила	69
8.2.4	Усвајање кочионог система на возилу	70
8.2.5	Усвајање рама возила.....	70
8.2.5	Усвајање каросерије возила	71
8.2.6	Усвајање кооперанта за набавку везе између делова картинга возила, ланаца и ланчаника	72
8.3	Усвајање специфичних елемената возила са континуалним мењачким преносником	73
8.3.1	Усвајање погонског агрегата.....	73
8.3.2	Усвајање носача погонског агрегата	74
8.3.3	Усвајање типа континуалног мењачког преносника	74
8.3.4	Усвајање преносног односа главног преносника и пречника погонског вратила	75
8.4	Усвајање специфичних елемената возила са мануелним мењачким преносником.....	75
8.4.1	Усвајање погонског агрегата.....	75
8.4.2	Усвајање носача погонског агрегата	76
8.4.3	Усвајање мењачког преносника и спојнице	76
8.4.4	Усвајање система промене степена преноса	76
8.4.5	Усвајање преносног односа главног преносника и пречника погонског вратила	77
8.4.6	Усвајање позиције резервоара за гориво и система за издување продукта сагоревања.....	77
9.	УСВАЈАЊЕ КОНАЧНИХ ДИМЕНЗИЈА И МАСА.....	78
9.1	Прорачун висине тежишта	81
9.1.1	Методологија прорачуна координата тежишта картинг возила са више маса.....	81
9.1.2	Прорачун висине тежишта возила са континуалним мењачким преносником	83
9.1.2.1	Прорачун висине тежишта неоптерећеног возила	83
9.1.2.2	Прорачун положаја тежишта оптерећеног возила	85
9.1.3	Прорачун положаја тежишта возила са мануелним мењачким преносником	86
9.1.3.1	Прорачун положаја тежишта неоптерећеног возила	86

9.1.3.2 Одређивање положаја тежишта за случај оптерећеног возила	88
9.2 Одређивање расподеле оптерећења предњих и задњих точкова у случају оптерећеног возила	89
9.2.1 Методологија одређивања расподеле оптерећења предњих и задњих точкова ...	89
9.2.2 Одређивања расподеле оптерећења предњих и задњих точкова у случају картинг возила са континуалним мењачким преносником	90
9.2.2 Одређивања расподеле оптерећења предњих и задњих точкова у случају картинг возила са мануелним мењачким преносником	90
10. КОНАЧНА ПРОВЕРА ПЕРФОРМАНСИ ВОЗИЛА	91
10.1 Спољно-брзинска карактеристика мотора	92
10.1.1 Спољно-брзинске карактеристике концепције возила са континуалним мењачким преносником	93
10.1.2 Вучно-брзинске карактеристике концепције возила са мануелним мењачким преносником	94
10.2 Одређивање максималне брзине возила	95
10.2.1 Одређивање максималне брзине возила са континуалним мењачким преносником	97
10.2.2 Одређивање максималне брзине возила са континуалним мењачким преносником	98
10.3 Дијаграмски приказ вучне силе, динамичког фактора и убрзања возила у функцији од брзине кретања возила у највишем степену преноса мењача	98
10.3.1 Прорачун за концепцију возила са континуалним мењачким преносником	99
10.3.2 Прорачун за концепцију возила са мануелним мењачким преносником	101
10.4 Одређивање максималног успона које возило може савладати	103
10.4.1 Одређивање максималног успона које може савладати возило са континуалним мењачким преносником	104
10.4.2 Одређивање максималног успона које може савладати возило са мануелним мењачким преносником	105
10.5 Гранични успон и пад за случај подужног клизања и превртања возила	105
10.5.1 Гранични успон	105
10.5.1.1 Гранични успон у случају возила са континуалним мењачким преносником	106
10.5.1.2 Гранични успон у случају возила са мануелним мењачким преносником	107
10.5.2 Гранични пад	107
10.5.2.1 Гранични пад у случају возила са континуалним мењачким преносником	108
10.5.2.2 Гранични пад у случају возила са мануелним мењачким преносником	108
10.6 Испитивање попречне стабилности картинг возила	108

10.5.1 Модел картинг стазе за који се испитује стабилност возила	110
10.5.2 Анализа стабилности возила са континуалним мењачким преносником	111
10.5.3 Анализа стабилности возила са мануелним мењачким преносником	111
11. ПРИМЕНА САВРЕМЕНИХ CAD/CAE ТЕХНОЛОГИЈА У ЦИЉУ ИСПИТИВАЊА ПРЕДЛОЖЕНОГ МОДЕЛА КАРТИНГ ВОЗИЛА	112
11.1 Предложени модел картинг возила	112
11.2 Технички опис модела возила.....	113
11.3 Анализа аеродинамичности возила	115
12. ЗАКЉУЧАК	116
13. ЛИТЕРАТУРА	118
ПРИЛОЗИ.....	122

УВОД

Приликом прегледа литературе могуће је срести доста термина који су везани за дефиницију возила као и моторног возила. Анализом свих анализа тих термина може се закључити да 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, док је возило средство које је по конструкцији, уређајима, склоповима и опреми намењено и оспособљено за кретање по путу и које се покреће снагом другог возила. Поред ових намена возила су се временом развијала и налазила су различите намене и мењале своје облике како каросерије тако габарита али конструкције. Једну од намена које су возила добила временом јесте и намена у смислу забаве конкретно за трке међутим нека и поред те намене нека возила су имала намену и у циљу едукације. Таква возила су и картинг возила.

Картинг возила у основи према Интернационалној организацији за картинг возила (на француском Commission Internationale de Karting (CIK or CIK-FIA)) су возила за једну особу која немају горњу надградњу (крова), немају систем еластичног ослањања, која немају елементе каросерије али која имају четири точка који су у контакту са тлом и од којих су предња два точка управљачка док су друга два задња точка погонска и они су спојени преко једног вратила преко кога се преноси погонска снага. Међутим у даљем раду ће бити много више речи као и објашњења о конструкцији ових возила.

У овом раду биће приказан један идејни пројекат картинг возила чија ће конкретно намена бити у сврхе обуке возача или пак рекреације, међутим ипак идејни пројекат ће бити одређен уз минимална одступања од законских прописа и регулативе коју прописује CIK-FIA. Наравно поред тог дела који је везан и који се мора урадити у идејном пројекту почев од избора агрегата на возилу до прорачуна вучних карактеристика и граничних брзина и успона, приказан је и анализиран је део везан за анализу рама возила као и аеродинамичности самог возила. Битно је већ у уводу напоменути да ће идејни пројекат бити обрађен према међународним прописима и препорукама уз минимална одступања која су везана за конструкцију рама или неког другог дела све у циљу што лакше израде предложеног возила односно у смислу могућности примене једноставније технологије израде имајући у виду да је предложена намена оваквог возила у сврхе обуке и рекреације.

Циљ рада јесте да се на основу свих инжењерских знања везаних за моторна возила добије један идејни пројекат картинг возила које ће заиста бити могуће пројектовати и користити у сврхе забаве и рекреације, а да притом има што дужи век трајања, да буде што безбеднији и израђен према прописима и препорукама различитих произвођача и аутора који се баве проблематиком пројектовања моторних возила, наравно уз минимална одступања од међународних правилника у циљу једноставније производње картинга.

1. ПОЈАМ КАРТИНГ ВОЗИЛА

Појам картинг возила је један од појмова које јако често можемо чути и који људе или друге саговорнике често одмах асоцира на мала возила чија је намена забава, међутим историјски гледано то и јесте била прва намена ових возила, временом су се потребе и примена ових возила итекако мењала и данас поред забаве имамо и возила која се јако често користе у сврхе едукације као и у сврхе тркачког спорта. Међутим да би једно мало возило било картинг возило мора имати неколико важних карактеристика односно да испуњава све услове који су дати у дефиницији Интернационалне комисије за картинг (на француском Commission Internationale de Karting (CIK или CIK-FIA)), према овој комисији картинг возила представљају возила која немају кровну надградњу односно затворен путнички простор, немају систем еластичног ослањања, која немају елементе каросерије али која имају четири точка који су у контакту са тлом и од којих су предња два точка управљачка док су друга два задња точка погонска и они су спојени преко једног вратила преко кога се преноси погонска снага. Приказ једног основног модела картинг возила је дат на слици 1, наравно поред таквих возила имамо и картинг возила која углавном имају исте елементе као приказани на слици 1 осим што имају неколико додатних елемената у циљу постизања веће спољашње естетике картинга.



Слика 1. Картинг возило [1]

У литератури и приликом претраге и у случајевима претраге за литературом која је везана за проблематику оваквог возила. Неупућени у ову тематику често оваква возила приликом претраге на интернету претражују под називом Ц (односно абecedом слово „С“) што је у потпуности грешка јер је потребно тражити под словом К према имену Немца Кертинга који је усавршио Кларков двотактни мотор, данас оваква возила углавном користе двотактне моторе па је по тој личности картинг и има тај назив, међутим о историјском развоју оваквих возила биће много више речи у наставку рада.

Како је већ напоменуто картинг возило може се може користити у више сврха једна од таквих сврха јесте и за обуку возача, оваква возила су баш за то погодна из више разлога. Са оваквим возилима је могуће једноставно да и неискусни возачи се испробају при кретању возила већим брзинама али уз то да се изврше различити маневри али и са

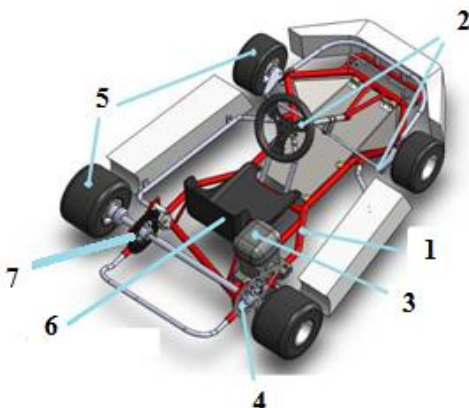
овим возилима се може осетити понашање возила приликом кретања већим брзинама и уласку при таквим брзинама у кривини. Оваква возила имају мању масу али и димензије које су такве да возило има ниско тежиште самим тим ово возило је безбедно у смислу превртања односно није могуће доћи до превртања у кривини што значи да је гранична брзина превртања јако велика што само возило не може постићи у већини случајева имајући у виду карактеристике мотора оваквих возила али и саму димензију која је везана за трагове точкова. Картинг возила могу бити јако корисна и за подстицање деце за бављење овим спортом али и за обуку деце за вожњу, имајући у виду да су ова возила безбедна из претходно наведених разлога али и наравно важно је да обука буде организована према неком плану, битно је још напоменути да су таква возила за децу јако малих снага. Наравно ово не треба узети у обзир као једну намену картинга, картинг представља и један од познатијих тркачких спортова у којима се користе картинг возила. Такмичења у којима се користе картинг возила данас опстају као један озбиљан ауто спорт, наравно не требамо заборавити и намену забаве односно рекреације ових возила.

Често се људи желе опробати баш у оваквим спортовима односно желе се опробати у улози возача тркачког возила или баш на неком такмичењу возила, у тим случајевима постоје центри који изнајмљују оваква возила и нуде неки вид забаве људима. На слици 2 је приказан пример случаја када се картинг користи у сврхе спорта, обуке деце као и у трећем случају када је картинг део средства за рекреацију.



Слика 2. Намена картинга, где су: а) спортске сврхе, б) картинг у сврхе едукације, в) картинг у сврхе рекреације [2,3]

Само картинг возило је у односу на остала возила доста једноставније конструкције у односу на нека већа возила, оваква возила се углавном од неколико основних делова, основни делови али и системи су приказани на слици 3. Како је са исте слике уочљиво основни елементи су рам картинга (носећи елемент), точкови, седиште, погонски агрегат, седиште, систем управљања, систем кочења и задња погонска осовина.



Слика 3. Основни елементи картинг возила, где су: 1- Рам (носећа конструкција), 2- Систем преноса снаге, 3- Погонски агрегат, 4- Систем преноса снаге и задња осовина, 5- Точкови, 6- Седиште и 7 Систем за кочење [4]

Сваки од ових елемената се може посматрати посебно, приликом избора концепције и усвајања погонских агрегата биће много више речи о томе на који начин је све могуће извести све ове елементе и системе који су све системи у употреби на картингу. Наравно важно је споменути да у пракси постоји мноштво начина на којима је могуће извести оваква возила односно конструкцију оваквих возила, почев од професионалних картинга до оних који су аматерски израђени у кућним радионицама. За сваку од ових компонената су дати и законски прописи и норме које ово возило мора задовољити да би возило било што безбедније. Наравно на основу свих тих могућих варијација које се могу јавити свака ће у даљем раду бити анализирана и на крају она најбоља ће бити усвојена и примењена у нашем случају.

1.1 Типови картинг возила

Картинг возила можемо поделити у неколико категорија према њиховој намени, снази али и према њиховом изгледу. Важно је напоменути да ова подела картинг возила није конкретно наведена у самој техничкој регулативи од стране Интернационалне комисије за картинг (у даљем тексту CIK-FIA) која возила по категоријама дели на основу запремине цилиндара али према намени се могу поделити на неколико категорија и то:

-) Картинг возила са наменом за забаву,
-) Ендуро картинг возила- возила за изнајмљивање,
-) Спринт картинг возила,
-) Картинг возила са мењачким преносницима,
-) „Овална“ картинг возила са дизајном мале формуле,
-) Супер картинг возила.

Прва категорија возила јесу возила која служе за забаву, ово су возила која се јако често могу сусрести на отвореним стазама које омогућавају посетиоцима неки вид забаве у смислу вожње картингом. Ова возила су препознатљива по томе што имају огромне бранике и додатне елементе заштите у циљу повећања безбедности, самим тим ова возила су веће масе, њихова маса достиже и до 140 kg. Друга категорија јесу тако звана ендуро

картинг возила чија је такође намена изнајмљивање ова возила имају такође јако велику заштиту њихова маса се креће до 120 kg. Јако важна карактеристика је та што имају повећану безбедност самог возила и то јако велику заштиту у критичним деловима картинга. На деловима као што су точкови могу бити јако опасни контакти између два точка картинга, самим тим оваква заштита се постиже постављањем браника и у тим тонама пример оваквог возила је дат на слици 4. Оваква возила имају погонске агрегате мале снаге и то најчешће од осам до десет коњских снага.



Слика 4. Картинг возило чија је намена забава са елементима за повећање безбедности у вожњи

Трећи тип ових возила јесу картинг возила која су познатија од „спринт“ возила, ова возила се разликују од претходно наведених возила по томе што су пуно бржа у односу на ендуро картинг возила чија је намена већ била описана у претходном делу текста, ова возила немају пуно елемената у смислу заштите, ако упоредимо претходни тип возила. На слици 5 је дат приказ оваквог возила. Ова возила имају углавном двотакте моторе СУС, снага ових агрегата је углавном око 26 kW, али такође ни маса оваквих возила није већа од 90 kg али поново зависи од категорије самог картинга. Запремина погонског агрегата је углавном у границама од 80 до 125 cm³. Оваква возила се углавном данас и користе на разним такмичењима и на спортским такмичењима када су у питању такмичења картинг возилима. Оваквим возилима се такмиче и млађи картинг возачи односно деца с тим да су снаге оваквих возила у том случају мање. Важно је напоменути да је ово и једана од најпознатијих категорија картинг возила односно типова картинг возила.



Слика 5. Приказ тзв. „спринт“ картинга [6,7]

У односу на претходе типове возила овај тип возила односно „спринт“ картинг возила немају пуно заштите када је реч о неким критичним деловима самог возила, тако да у случају да дође до контакта између пнеуматика могу настати озбиљне незгоде. А самим тим и повреде самих возача. У случају анализе ових и ендуро картинг возила која имају

додатне елементе заштите који имају улогу спречавања настанка незгода спринт картинг возила су доста опаснија и постоји већа вероватноћа настанка незгоде. Пре свега ризик од настанка незгоде је тај што може доћи до незгоде јер су точкови необезбеђени и самим тим може доћи до контакта два точка када су у покрету наравно између два возила и самим тим може доћи до заокретања возила, а слици 5 је приказан изглед овог возила самим тим ова возила су јако ниска и сами елементи су такви да приликом заокретања једног од возила друго би предњим крајем могло да „уђе“ испод другог возила и да дође до превртања возила или томе слично. На слици 6 је дат приказ неколико ситуација у којима је могуће доћи до незгоде и незгода које су се догодиле са оваквим возилима и то на такмичењима.



Слика 6. Инцидентне ситуације у којима су учествовала спринт картинг возила [6,7, 9, 10]

Претходно представљена возила јесу углавном возила са аутоматским системом преноса снаге, следећа група односно тип возила јесу картинг возила која немају аутоматски систем преноса снаге већ имају мануелни систем преноса снаге. Ова категорија картинга управо и тако названа као мењачки картинг односно картинг возила са мењачким преносником (на енг. ова категорија је названа Shifters). У принципу овај тип возила је јако сличан претходном типу по свом изгледу осим што је разлика у томе што ова возила имају мењачки преносник који најчешће шестостепени преносник. Систем преноса снаге је јако сличан као и на мотоциклима, оваква возила као и мотоцикли могу достићи због система преноса снаге и јако велике брзине али и убрзања тако већина оваквих возила могу достићи и брзине до 100 km/h и то за четири секунде док максималне брзине могу бити и до 200 km/h. Важно је напоменути да се у оваквим возилима углавном уграђују погонски агрегати запремине од 125 cm³, међутим толике брзине се постижу помоћу система преноса снаге коју оваква возила имају односно редукијом броја обртаја и обртног момента међутим о томе ће бити више речи у наставку рада. На слици 7 је дат приказ оваквог возила, где је приметно да испод точка управљача постоји ручица за промену степена преноса.



Слика 7. Картинг возила са мењачким преносником [10]

Следећи тип возила који у односу на друга картинг возила имају пуно већу каросерију односно који имају много већу површину површина у смислу каросерије јесте тзв. „овални“ картинг. Овакво возило је приказано на слици 8, и њихов назив потиче због њиховог овалног облика каросерије, оваква возила имају знатно бољу аеродинамику од других возила. Оваква возила имају доста већу брзину од претходних возила.



Слика 8. Изгледа „овалног“ картинг возила [11]

Један од најбржих возила који јако подсећају на мале формуле јесу следећа категорија возила, оваква возила су познатија под називом супер картинг возила (енг. Superkarts). Оваква возила имају у односу на овална картинг возила имају сличан облик каросерија али с тим што имају каросерију која имају добру аеродинамичност. Оваква возила имају углавном погонске агрегате који имају 250 cm^3 . Укупна маса оваквих возила углавном имају мање од 230 kg, оваква возила постижу јако велике брзине о томе говори податак да ова возила убрзавају од 0-100 km/h за три секунде док максимална брзина може достићи и до 230 km/h. Оваква возила имају јако велики проблем када је реч о безбедности односно ова возила могу постићи велике брзине али сам облик и сама каросерија ових возила је таква да приликом незгоде сам возач нема адекватну заштиту. На слици 9 је дат приказ оваквог возила.



Слика 9. Супер картинг возила [12]

2. ФАЗЕ ИДЕЈНОГ ПРОЈЕКТА КАРТИНГ ВОЗИЛА

Израдом картинг возила се не баве много произвођача који су светски познати али једноставно и они који се баве проблематиком израде картинг возила не дају конкретно по којим фазама је потребно ићи и које фазе је све потребно испоштовати да би се добило једно картинг возило. Слична ситуација је везана и за путничка возила теретан па чак и за аутобусе, међутим различити аутори су на основу својих искустава дали предлоге фаза по којима се сам идејни пројекат треба радити. Један од тих аутора јесте и професор Мирослав Демић који је дао своји предлог за израду идејног пројекта на основу свог инжењерског искуства, имајући у виду препоруке које је тај аутор дао, за различите типове возила, идејни пројекат овог картинга ће бити израђен по фазама и подфазама на основу искустава које је професор Демић дао у својим стручним радовима.

Прву фазу израде идејног пројекта картинг возила је могу се уврстити неколико подфаза. Током прве фазе идејног пројекта је анализирана пре свега законска регулатива која важи у области картинг возила а која се пре свега односи на међународне прописе као и на националне прописе у области картинг возила. Током прве фазе овог идејног пројекта такође су анализирана и картинг возила конкурентских фирми, које производе ова возила.

Током друге фазе израде идејног пројекта, анализиране су могуће концепције картинг возила али и сваки појединачан систем на возилу у зависности од посматране концепције. Током ове фазе такође је извршена и анализа да ли неки систем или елемент у сваком случају концепције, да ли је могуће додати од одређених коопераната или је могуће производити од стране онога коме је идејни пројекат намењен. Такође у истој фази је извршена и анализа сваког могућег кооперанта за сваки систем или елемент картинг возила.

У трећој фази се на основу истраживања потреба тржишта, усваја најповољнија концепција возила у смислу цене, доступности сваког система али и потребама односно намени којој је предвиђено ово возило. Самим тим овом фазом се још једном врши ближа анализа сваког система на картинг возилу и потврђује се усвојени елемент и кооперант везан за тај елемент или пак усваја се идејно решење елемента који се производи од стране онога коме је идејни пројекат намењен.

Четврта фаза јесте и фаза на основу које се може оценити ваљаност одабране концепције возила у смислу перформанси возила. У овој фази на основу свих података везаних за погонски агрегат, мењачки преносник, главни преносник и точкове се одређују максималну брзину возила, максимални успон које возило може савладати, максималне вучне силе, ...

У петој фази овог идејног пројекта је анализирана и ваљаности аеродинамичности и утицаја ваздуха на каросерију возила, анализа је извршена применом софтверског пакета SolidWorks 2017.

3. ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ КАРТИНГА

Већ у претходном делу рада је речено у којим сврхама се примењују ова возила, поред тога је речено и како је настао општи назив ових возила односно картинг возила. Међутим картинг возила се примењују односно настала су још педесетих година прошлог века. Ова возила имају јако дуг историјски развој и јако често су се развијала и у друге моделе возила односно углавном се мењао њихов облик. Међутим и поред неких промена данас се углавном најчешће користе возила која су налик на она прва возила смо са неким естетским детаљима и са стабилнијим и економичнијим погонским агрегатима.

Први картинг је конструисао Арт Инглес давне 1956 године у Сједињеним Америчким државама односно конкретно у Калифорнији. Ово возило је као погонски агрегат користило погонски агрегат косилице као и рам који је био израђен од обичних цеви. То возило је имало масу од 50 kg, имало је снагу погонског агрегата од 1,84 kW и максималну брзину је могло да достигне максималну брзину од 50 km/h. Исте године у новембру Арт Инглес своје возило односно представио први пут у Помону где се одржавала једна од великих аутомобилских трка. Тој трци је присуствовао и Дафи Ливингстоун који је након тога за себе и свог пријатеља конструисао по једно овакво возило. Касније су се ова возила и даље константо развијала односно број оваквих возила се све више повећавао као и број корисника. Када је број ових возила порастао толико власти су се потрудиле да ова возила склоне са улица и са путева, односно полиција је забрањивала оваква возила на путевима и ако су се власници оваквих возила све више и чешће скупљали на улици. На слици 10 је дат приказ једног од првих картинг возила. Један од главних менаџера који је радио са Ливингстоном је створио своја возила са издувним системом, касније је покренуо своју личну производњу картинг возила, па почео продају истих на различитим ауто скуповима, његово име је било Рој Десбров [13].



Слика 10. Изглед једног од првих модела картинга [13]

Већ 1957 године долази до склањања картинг возила са улица и сами власници оваквих возила су се преселили на тркачким стазама. Касније се отвара прва компанија која је производила и продавала картинг возила власници ове компаније су били

Ливингстоун, Десбров и Бил Ровлес, име компаније је било ГО-КАРТ (енг. GoKart). Ова компанија је била јако успешна у свом послу док су картинг возила на територији Америке била у то време јако популарна па је компанија је од продаје ових возила имала јако велике приходе. Са друге стране Арт Инглес сам „изумитељ“ картинга напушта компанију за коју је до тада радио и са Лоу Борелијем отвара своју компанију за производњу картинг возила под називом Карета (енг. Karteta). Исте године се први пут оснивају прве комисије које су биле задужене за проверу картинг возила у смислу провере техничких захтева, имајући у виду да се те године развијају и први пописи који су везани за техничке карактеристике возила али саме стазе на којима су се кретала. Ова возила се први пут и према законској регулативи била категорисана према својим погонским агрегатима у смислу запремине погонског агрегата. Крајем децембра 1957 године је била организована и одржана прва званична картинг такмичења [13].

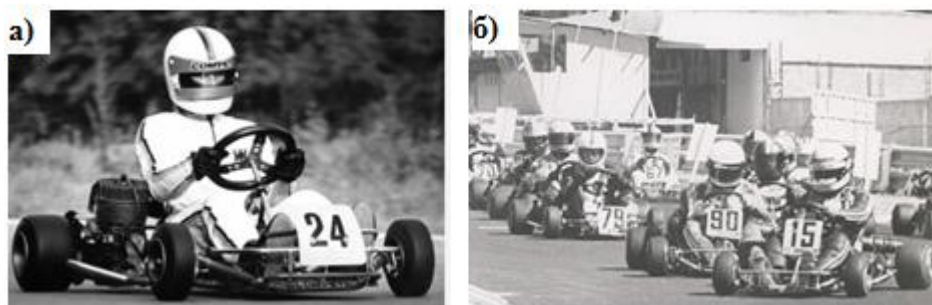
У каснијим периодима број картинг возила се повећао и то не само у Америци већ и у другим деловима планете земље, картинг се примењује и у војсци Америке, у Јапану али и у другим деловима планете. Током шездесетих година се оснива Интернационална комисија за картинг (скраћено на енглеском језику СИК), у том периоду долази и до велике промене у самом изгледу возила у односу на први модел, приказ такве слике је дат на слици 11. Такође током шездесетих година се такође организују различите ауто трке на којима се возе картинг возила у свим државама попут Италије, Немачке, Француске, Велике Британије. У Риму је 1964 године организовано и прво Светско такмичење у тркама картинга. Током шездесетих година на тркама возила се повећао број такмичара и смењивали су се победници и различити возачи различитих репрезентација, имајући у виду да је овај спорт тада имао свој јако велики развој у смислу популарности па самим тим претходно речено је јако разумљиво [13].



Слика 11. Картинг возило из 1964 године које је коришћено на Светском такмичењу трке картинг возила [13]

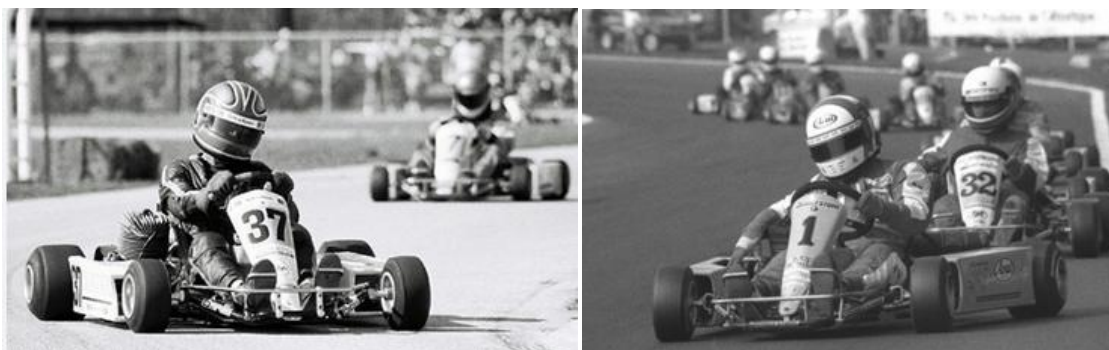
Током седамдесетих година се наставља раст популарности картинг спорта, све више и више има учесника и репрезентација на овим такмичењима, али и престижна такмичења се организују на свим континентима. На самом почетку седамдесетих година се развија пропис везан за саму буку коју стварају ова возила. Максимална бука коју су возила смела производити била је ограничена на максимум 90 dB, што је произвођачима

стварало обавезу за развоје система пригушења буке али највише система издува. Такође током седамдесетих година се развија и прописи који је везан за хомологацију рама картинга као и други технички прописи која су возила морала задовољити имајући у виду незгоде које су се дешавале у том периоду. У овом периоду развијала се и нова категорије такмичења картинг возилима, та категорија јесте категорија картинг возила са погонским агрегатом од 250 cm^3 с тим што су ова возила имала мануелне мењаче. На слици 12 је дат приказ изгледа једног картинг возила из седамдесетих година као и један од забележених тренутака са једног такмичења [13].



Слика 12. Изглед картинг возила из седамдесетих година (под а) и један од забележених тренутака на такмичењу (под б) [13]

Током осамдесетих година долази до неколико јако значајних промена када је реч о самим картинг возилима али и у самом спорту, наравно од стране организације СИК-FIA. На самом почетку осамдесетих година возила чија је запремина мотора 100 cm^3 замењују се моторима од 135 cm^3 . Међутим ова промена је негативно утицала на интересовање произвођача картинг возила, па крајем осамдесетих се поново уводи погонски агрегат од 100 cm^3 . Током осамдесетих година главно светско такмичење се организује ван Европе, али такође се у Аустралији се организује и прво СИК-FIA. Једна од најважнијих промена које се тичу саме конструкције возила је извршена средином осамдесетих година односно конкретно 1986 године, тада је у техничком правилнику било обавезно да картинг возила имају бочне заштите односно бранике, што до тада није била обавеза и то у циљу безбедности возила. Крајем осамдесетих година такође долази и до промене категорија картинг возила. На слици 13 је приказан пример возила из осамдесетих година са бочним браницима који су постали обавезан део картинг возила [13].



Слика 13. Картинг возила са бочном заштитом [13]

Током деведесетих година и даље се организују различита претежна такмичења, једно од најважнијих такмичења јесте светско такмичење које је први пут организовано у Северној Америци. Током деведесетих година такође долази и до промена у техничком правилнику возила, та промена се огледала у томе што је прописано да свако возило има уграђен и предњи браник односно предњу заштиту. Наравно као и за бочне бранике и овај браник је имао улогу повећања безбедности. Такође поред обавезног поседовања предњих браника техничким правилником је прописан и начин довода горива односно законски је одређен систем за стварање смеше горива и ваздуха, и то у циљу равноправности свих такмичара имајући у виду да сам рад мотора и снага може у великој мери зависити од овог система. На слици 14 је дат приказ једног возила из деведесетих година [13].



Слика 14. Картинг возила из деведесетих година [13]

Током двехиљадитих година долази до промена правилника у смислу хомологације каросерије картинга, сваки елемент каросерије је могао имати слободан изглед с тим што сваки део каросерије је морао бити хомологован. Током ове деценије долази и до обарања и највећег рекорда у пријавама за неко овакво такмичење то је било на такмичењу ICA (енг. INTERNATIONAL COURT OF APPEAL), где се пријавило укупно 446 такмичара. Поред претходно наведених прописа који су везани за безбедност возила, што је представљало једну од водећих новина у циљу повећања безбедности долази и до промене правилника у смислу обавезе коришћења и задњег браника на картинг возилу. Разлог томе јесте развој свести о незгодама и опасности које се могу десити приликом контакта два точка возила услед вожње. Следећа промена и новина јесте обавеза коришћење одређених система на возилу као и измене неких од постојећих система као што су употреба електричних стартера, коришћење пумпе за воду чија је намена хлађење мотора, ... На слици 15 је дат приказ возила из двехиљадитих година са приказом задњег браника [13].



Слика 15. Картинг возила из двехиљадитих година са заштитником са задње стране [13]

Од 2010 године до данас овај спорт као и раније све више добија на популарности, међутим са развојем друштва али и технологије се развијају како погонски агрегати који могу развијати јако велике снаге али и који су економични тако се развијају и сама такмичења, долази до нових генерација возача али и сама организација CIK-FIA уводи још једну категорију такмичења а то је такмичење за возаче испод осамнаест година. Као и у претходне три деценије и у овој деценији, као и до данас се развијају прописи везани за саму безбедност картинг возила па тако долази и до промене обавезног стила самих браника у циљу повећања безбедности. На слици 16 је дат приказ неколико забележених тренутака са престижних такмичења у периоду од 2010 године до данас [13].



Слика 16. Приказ неколико забележених момената са такмичења у периоду од 2010 године [14]

4. АНАЛИЗА ЗАКОНСКЕ РЕГУЛАТИВЕ ВЕЗАНЕ ЗА КАРТИНГ ВОЗИЛА

Картинг возила несумњиво могу пружити јако велики вид забаве свим обожаваоцима ауто-мото спортова, самим тим што се свако може опробати у вожњи оваквих возила јако је важно да ова возила буду што безбеднија. Законски прописи својим техничким захтевима представљају једну од мера повећања безбедности, па је јако важно испунити све прописане захтеве. На самом почетку је речено да намена ће намена оваквог возила бити у сврхе едукације и рекреације потребно је да возило буде што безбедније и самим тим је потребно анализирати све прописе који су предвиђени за оваква возила. Наравно законска регулатива поред самих прописа који су везани за безбедност може нам пружити и одговор за одређена питања која су везана за саму концепцију возила, али и за одређене елементе у смислу димензија изгледа али и препорука истих, наравно у неком од следећих поглавља извршена је и анализа конкурентског тржишта али и анализа концепције и изгледа одређених елемената које се користе од стране других произвођача.

Законску регулативу је могуће посматрати са два аспекта и то са аспекта међународне законске регулативе коју прописује СИК-FIA али такође је могуће анализирати и са аспекта законске регулативе која важи у Републици Србији односно националне прописе које прописује Спортски ауто и картинг савез Србије, наравно важно је напоменути да се прописи на националном нивоу ослањају на прописе који су везани за међународне прописе. У овом поглављу извршена је анализа како међународне законске регулативе тако и регулативе на националном нивоу која важи на територији Републике Србије. Такође је важно напоменути да оба техничка правилника (међународни и национални) имају одређене и категорије возила али свака од њих има и препоруке и обавезе које се односе на елементе сваког возила почев од преносних односа до дозвољених погонских агрегата али у смислу запремине погонских агрегата. Наравно јако је важно напоменути да овај идејни пројекат ће одступати од неких прописа имајући у виду да намена овог возила неће бити вожња на такмичењима, али поред тога биће испуњени прописи имајући у виду значај како безбедности али и препорука које су дате техничким правилницима али и још један од разлога јесте и што реалнији услови вожње као на тркама па самим тим брзине услови и брзине корисницима овог возила дају и реалан осећај вожње као на такмичењима.

4.1 Анализа националног техничког правилника

Како је већ речено у претходном тексту у овом делу рада извршена је анализа техничких прописа које мора задовољити картинг возила на националном нивоу односно на такмичењима које се одржавају на такмичењима унутар Републике Србије, и у категоријама које су прописане према правилнику који важи на територији Републике Србије. Важно је напоменути да сам правилник се састоји од више делова односно допуна као и два анекса (Анекс А и Анекс Б), у суштини правилник се односи и на саму стазу, организацију тимове, ... У нашем случају нама је јако важан Анекс А, разлог томе јесте тај што се овај анекс односи на техничке прописе самог картинг возила, и у њему су прописане и категорије и технички услови и прописи везани за опрему и сваки елемент појединачно за свако возило и класу [15].

У време писања овог рада на снази је још увек Анекс А за техничке услове картинг возила у шампионату Републике Србије за 2017 годину. Како је претходно наглашено за правилник важно је рећи да се овај Анекс А ослања на Међународном техничком правилнику СИК-FIA-је такође за 2017 годину. Анексом “А” се уређују прописани технички услови картинг возила расписаних класа Картинг Шампионата Србије за 2017. годину, а обухваћене су и све посебне одредбе које нису утврђене осталим правилницима за картинг спорт. Све што није обухваћено овим правилником, у случају потребе, примењива ће се СИК-FIA или други одговарајући СИК-FIA CUP правилници. Наравно како је већ у уводном делу напоменуто од ових законских прописа ће бити минимална одступања, међутим препоруке и најважнији елементи који су везани за картинг возила ће бити усвојени на основу правилника, из разлога безбедности док разлог одступања јесте тај што возило у овом случају неће бити коришћено у сврхе такмичења.

Према овом Анексу сва возила су подељена у седам категорија и то према самој запремини погонског агрегата, приказ услова да би једно возило било у некој категорији и сам назив тих категорија је дат у табели 1. За сваку од категорија према овом анексу су прописани услови које треба задовољити у погледу конструкције сваког елемента возила посебно па самим тим у овом делу рада биће анализирани технички захтеви свих седам категорија картинг возила.

Табела 1. Приказ категорија и услова сваке од категорија картинг возила према Анексу А [15]

Класа	Услови	Назив класе
I	Картинг са мотором до 60 cm ³ , са спојицом, без мењача	Baby 60
II	Картинг са мотором до 60 cm ³ , са спојицом, без мењача	Mini 60
III	Картинг са мотором до 125 cm ³ , са спојицом, без мењача	KF 3
IV	Картинг са мотором до 125 cm ³ , са спојицом, без мењача	Rotax Max 125 Junior
V	Картинг са мотором до 100 cm ³ , са спојицом, без мењача	F A 100
VI	Картинг са мотором до 125 cm ³ , са спојицом, без мењача	125 T & G
VII	Картинг са мотором до 125 cm ³ , са спојицом, са мењачем	KZ 2
KUP	Картинг са мотором, са спојицом, без мењача	KUP

За сваку од претходних класа Правилником је дефинисано колико година и које старости морају бити возачи да би могли учествовати на такмичењима одређених класа, старост по класама према Правилнику је следећа:

- Ј У класи I- возач са пуних 6 година па до највише 9 година старости које пуни у календарској години,
- Ј У класи II - возач који у календарској години пуни 9 година па до највише 12 година старости које пуни у календарској години,
- Ј У класи III и IV - возач који у календарској години пуни 12 година па до највише 15 година старости које пуни у текућој календарској години,
- Ј У класи V - возач који у календарској години пуни 15 година старости и старији,
- Ј У класи VI - возач који у календарској години пуни 15 година старости и старији,
- Ј У класи VII - возач који у календарској години пуни 15 година старости и старији,
- Ј У КУП I - возач који у календарској години пуни 16 година па до највише 21 година старости које пуни у календарској години,

- Ј) У КУП II - возач који у календарској години пуни 21 година па до највише 24 година старости које пуни у календарској години [16].

Када је реч о првој класи поред услова који су прописани и које мора задовољити ова категорија возила возило мора задовољити и услове који су дати у Анексу А чланом 3, за ову категорију још су прописана правила обавезно коришћене шасије или самог рама, погонски агрегат који се мора користити на овим возилима као и преносни однос главног преносника (у даљем раду ће бити више речи о самој концепцији и самог главног преносника за овај тип возила), али такође су прописана и правила везана за пнеуматике на овом возилу и масе самог возила. Сама шасија према овом правилнику мора бити хомологована и у оригиналном стању али такође треба истаћи да је прописано да максимално односно растојање треба бити максимално 950 mm (приказ је дат на слици 17), шасија за ова возила је мања имајући у виду да је намењена за млађе возаче и сам назив за ове шасије је МИНИ шасија. Мотор самог возила мора имати једноцилиндричан мотор запремине 60 cm^3 са ваздушним хлађењем без мењача и са уграђеном центрифугалном спојницом и електричним стартером и сваки део је потребно бити хомологован. Овим анексом су дати и модели мотора који се смеју уградити у само возило. Када је реч о преносном односу овим анексом је дат преносни однос у смислу дозвољеног коришћења главног зупчаника односно погонског зупчаника, дозвољени зупчаници су ти да имају на погонском 10, 12 и 13 зубаца док гоњени зубачник није ограничен и број зуба је слободан. Када је реч о пнеуматикама тачно су прописане величине пнеуматика и смеју се користити пнеуматици за предње точкове димензија 10x4.00-5 док за задње два пнеуматика морају бити величина 11x5.00-5. Произвођач пнеуматика мора бити VEGA са ознакама SL9 и SL10. Минимална маса самог возила са возачем је такође прописана и за ову категорију износу 95 kg [15].



Слика 17. Међуосовинско растојање картинг возила прве класе

Поред прописа за прву класу картинг возила такође су прописна и техничка правила која су везана за возила класе два. Као и у претходном случају за исте компоненте су прописана такође правила која се односе за исте елементе. Када је реч о шасији важе иста правила као и за возила класе један и само осно растојање је исто као и за претходну mm класу па такође важи димензија која је приказана на слици 17. Када је реч о погонским агрегатима важно је напоменути да што се тиче саме запремине погонског агрегата иста је као за претходну класу с тим што су Анексом прописани други погонски агрегати који се разликују у односу на претходну класу у погледу опреме и величине самих отвора у карбуратору чиме се постижу веће брзине. Што се тиче преносног односа овде је битно као и за претходну категорију и у овом случају број зуба погонског ланчаника је ограничен и

дозвољени број зубаца износи 10, 11 или 12 зуба док што се тиче гоњеног зупчаника број зуба је слободан односно сам тим бира број зубаца. Што се тиче димензија пнеуматика димензије и тип пнеуматика су идентични као и за претходни тип, односно прописане су исте димензије произвођач и тип као и за претходно возило. Минимална маса возача са картином за ову категорију износи 110 kg [15].

Као и за претходне све категорије возила и за возила класе три или познатије као KF3 такође постоје прописи. Технички прописи за саму шасију прописују да је обавезна употреба хомологованих KF 3 шасија са хомологованим кочницама- забрањена је употреба предњих кочница. Ова класа возила мора користити хомологовани KF3 једноцилиндрични, водом хлађени мотори, максималне запремине 125 cm^3 , без вентила снаге (енг. power valve) и на којима је дозвољена модификација делова мотора до мере које су задате у спецификацији произвођача. Минимална запремине компресионог простора је $12\text{ cm}^3 + 2\text{ cm}^3$. Дозвољени угао издувног канала на мотору - максимално 170° . Филтер за ваздух са максимално два отвора на телу филтера за прикупљање ваздуха, максимални пречник отвора је $\varnothing 23\text{ mm}$, мора да поседује СИК хомологацију или СИК хомологацију која је истекла. Карбуратор – са максималним пречником дифузора 20 mm и са највише два регулатора смеше, хомологован за класу KF3. Спојница и издувни лонац са пригучивачем морају бити у складу са правилником СИК. Електроника - плава електронска кутија, максимално 14.000 min^{-1} , хомологована за класу KF3. Што се тиче преносног односа главног преносника возила ове класе према овом анексу прописана правила су иста као и за претходне две класе. Пнеуматици за ову класу који се могу употребити за суво се дозвољава употреба комплета пнеуматика слободног избора произвођача и типа, с тим што пнеуматици не смеју да буду мекши од СИК HARD, који се састоји од два предња пнеуматика димензија 10x4.50-5 и две задње пнеуматика димензије 11x7.10-5. Такође је дозвољена и употреба пнеуматика MOJO D2. Минимална прописана маса возача и картинга са свом опремом у овој категорији је 145 kg [15].

Класа четири као и остале класе има прописе које су везане за возила у овој класи, у односу на претходне три класе ова класа има прописе који су везани и за сам кочиони систем, систем елемената каросерије али и остале прописе који су везани за друге системе као и у претходне три класе. Што се тиче рама обавезна је употреба фабричких шасија у оригиналном стању са важећом СИК-FIA хомологацијом. Имајући у виду значај кочионог система код оваквих возила са већом брзином кретања, Анексом А је прописано да је обавезна употреба кочница са важећом СИК-FIA хомологованим, међутим забрањена је употреба предњих кочница, у наставку рада биће више речи и о предњим кочницама. Код ове категорије постоје и прописи који су везани за саме бранике односно како се у самом Анексу А браници се називају каросеријом, код ове класе обавезна је употреба комплета браника који се састоји од предњег дела, две странице, штитника летве волана и задњег заштитног браника. Комплет браника мора имати важећу СИК-FIA хомологацију. Као погонски агрегат морају се користити Rotax једноцилиндрични, водом хлађен мотори, максималне запремине 125 cm^3 , са уграђеном центрифугалном спојицом и електричним стартером, без вентила снаге вентила. Минимална запремина компресионог простора у мери са контролним алатом Rotax. Дозвољени угао издувног канала на мотору у мери са контролним алатом Rotax. Карбуратор – DellOrto VHSB 34 XS са максималним пречником дифузора $\varnothing 34\text{ mm}$. Електроника – DENSO. Спојница, издувни систем (Version 3) и хладњак морају бити у складу са Rotax MAX Challenge Technical Regulations 2017. Није

дозвољена никаква обрада делов мотора. Мотор и карбуратор морају бити сервисирани и пломбирани на прописани начин од стране овлашћених сервисера Rotax-а. Када је реч о преносном односу на главном преноснику дозвољена је употреба предњег ланчаника са 11, 12, 13, 14, 15 и 16 зуба. Број зуба задњег ланчаника је слободан. Као и за претходне категорије постоје прописи везани за пнеуматике па је дозвољена употреба за суво се дозвољава употреба комплета пнеуматика МОЈО D2, који се састоји од два предња пнеуматика димензија 4,5 x 10 - 5 и два задња пнеуматика димензије 7,1 x 11 – 5, а за кишу МОЈО W2 & W3 предња пнеуматика димензија 4,5 x 10 - 5 и задња димензије 6,0 x 11 – 5, Минимална маса возача и картинга са целокупном опремом је 145 kg [15].

За возила класе пет или како је познатија као FA класа прописани су услови за сам рам, погонски агрегат, преносни однос, пнеуматике и масу. Што се тиче рама или како је у Анексу А шасија ту је обавезна употреба фабрички хомологованих шасија са хомологованим кочницама којима је хомологација истекла у оригиналном стању – забрањена је употреба предњих кочница. Погонски агрегат је обавезан да буде једноцилиндрични серијски ICA или FA класе, ваздухом или водом хлађен мотор са или без трнастог вентила (енг. reed valve) системом усиса и клипом максималног пречника Ø 50 mm, на којима је дозвољена одрада делова мотора до мере које су задате у спецификацији произвођача. Хомологациони лист је обавезан. Минимална запремина компресионог простора мотора слободна. Дозвољени угао издувног канала на мотору слободан. Филтер за ваздух са максимално два отвора на телу филтера за прикупљање ваздуха, максимални пречник отвора је Ø 23 mm, позиције отвора на филтеру нису прописане, мора да поседује СИК хомологацију или СИК хомологацију која је истекла. Карбуратор са максималним пречником дифузора 32 mm. Издувни лонац мора бити у складу са хомологацијом мотора. Хладњак – дозвољена употреба различитих димензија хладњака, али се забрањује употреба модела KF i KZ хладњака. Преносни однос за ову категорију је слободан и бира га сам тим. Пнеуматици у овом случају за суво веме дозвољена је употреба комплета пнеуматика слободног избора произвођача и типа, с тим што пнеуматици не смеју да буду мекши од СИК MEDIUM, који се састоји од два предња пнеуматика димензија 10 x 4,50 - 5 и два задња пнеуматика димензије 11 x 7,10 – 5. Дозвољава се и употреба пнеуматика МОЈО D3. Максимална тежина картинг возила, опреме и возача у овом случају је 155 kg ако се користи ваздушно хлађење или 165 kg ако се примењује водено хлађење [15].

У класи шест односно како је познатија као 125 T&G, правилником је одређено да је обавезна употреба фабрички хомологованих шасија са хомологованим кочницама – забрањена је употреба предњих кочница. Погонски агрегат у овој класи мора бити једноцилиндрични хомологовани водом хлађен мотор максималне запремине 125 cm³, са уграђеним електричним стартером, без мењача, са центрифугалном спојницом, на којима није дозвољена обрада делова. Дозвољена је употреба следећих мотора: Parilla Leopard, Parilla X-30, Rotax Max FR 125 Senior, Rotax Max FR 125 EVO, Vortex Rok, међутим самим Анексом А је тачно прописана и верзија сваког од агрегата са њиховим карактеристикама и то смеју се користити Parilla Leopard (version 05), Parilla Leopard (version 07), Parilla X-30, Vortex Rok, Rotax Max FR 125 Senior и Rotax Max FR 125 Senior EVO. Што се тиче преносног односа дозвољена је употреба предњег ланчаника са 10, 11, 12 и 13 зуба. Број зуба задњег ланчаника је слободан. Пнеуматици у овом случају за суво време смеју се употребити комплета пнеуматика МОЈО D2, који се састоји од два предња пнеуматика

димензија 10 x 4,50 - 5 и две задња пнеуматика димензије 11 x 7,10 – 5. Минимална тежина возача и картинга са целокупном опремом у овој класи искључиво зависи од типа погонског агрегата, у случају да се користи Parilla Leopard (version 05) минимална маса је 160 kg, у случају примене погонског агрегата Parilla Leopard (version 07) или Rotax Max FR 125 Senior минимална маса је 165 kg, док у случају Parilla X-30, Vortex Rok или Rotax Max FR 125 Senior EVO минимална маса је 170 kg [15].

Последња класа познатија као KZ2 класа представља класу возила са највећим брзинама и највећом снагом. У овој класи што се тиче самог рама обавезна употреба хомологованих СИК-FIA шасија из класе KZ 2 са хомологованим кочницама – обавезна је употреба предњих кочница са ножним потиском. Важно је истакнути да је ово једна од категорија у којима су картинг возила са мењачким преносником, па самим тим погонски агрегати који се могу користити на возила могу бити хомологовани KZ 2 једноцилиндрични водом хлађен мотори максималне запремине 125 cm^3 , на којима је дозвољена одрада делова мотора до мере које су задате у спецификацији произвођача са мењача. Минимална запремина компресионог простора мотора је $11 \text{ cm}^3 + 2 \text{ cm}^3$ СИК плуг инсерт. Дозвољени угао издувног канала на мотору - максимално 199° . Филтер за ваздух са максимално два отвора на телу филтера за прикупљање ваздуха, максимални пречник отвора је $\varnothing 30 \text{ mm}$. Карбуратор - DellOrto VHSН са максималним пречником дифузора $\varnothing 30 \text{ mm}$. Издувни лонац мора бити у складу са хомологацијом мотора, пригушивач издувног лонца не мора да буде хомологован, али је од 2017. године обавезна употреба хомологованог издувног лонца. Мењачка кутија са ручном полугом мора бити у складу са правилником СИК-FIA. Пнеуматици који се користе за суво се дозвољава употреба комплета пнеуматика слободног избора произвођача и типа, с тим што пнеуматици не смеју да буду мекши од СИК MEDIUM, који се састоји од два предња пнеуматика димензија 10 x 4,50 - 5 и два задња пнеуматика димензије 11 x 7,10 – 5. Дозвољена је и употреба пнеуматика типа MOJO D3. Максималне масе такође и у овој класи као и у претходној зависи од типа самог погонског агрегата, минимална маса у случају погонског агрегата KZ 2 минимална маса је 175 kg, док у случају примене ICC i FC минимална маса је 170 kg [15].

Поред захтева који се односе на одређене класе картинг возила постоје и прописи који су везани за све категорије возила. Као обавезно гориво које се користи за све категорије возила то је бензин као погонско гориво. Важно је напоменути да је могуће користити и тегове на возилима, тегови имају улогу да уколико није задовољена минимална маса возача опреме и возила то се може надокнадити теговима. Тегови морају бити причвршћени за самој шасији помоћу најмање два завртња минималног пречника од 8 mm и то на цевастим деловима шасије, поду шасије или на такмичарском седишту с тим да тегови морају бити компактни [15].

На самом возилу се морају користити само кочиони системи који су хомологовани, према Анексу А из 2017 године прописано је да је могуће користити и кочионе системе којима је истекла хомологација је битно да су они били хомологовани. Штитник погонског ланца мора бити спуштен испод осе ланчаника и мора бочно прекривати ланчаник. Препоручује се употреба штитника који у целости прекрива ланац и ланчаник. Када је реч о самој каросерији картинг возила користе се пластични елементи с тим да сви пластични елементи каросерије морају бити хомологовани од стране СИК-FIA , у 2017. години била је

дозвољена и употреба браника којима је хомологација истекла. Обавезна употреба комплета браника који се састоји од предњег дела, две стране и штитника стуба волана. Забрањена је употреба браника од фибергласа, карбона и метала. На шасији обавезна употреба широког задњег браника (нови или стари тип) који покрива задње точкове, а који одговара спецификацији произвођача. Када је реч о пнеуматичима који се користе стално се користе пнеуматичи за суво (тзв. на енглеском *silick*) осим по изричитом наређењу Директора трке за коришћење кишних пнеуматика. Сва четири пнеуматика за кишу морају бити од истог произвођача, максималних димензија предвиђених за конкретну класу, а избор произвођача је слободан [15].

4.2 Анализа међународне законске регулативе везане за техничке захтеве картинг возила

Имајући у виду да се претходно анализирана национална регулатива ослања на техничку регулативу на међународном нивоу, и све што није прописано националном регулативом мора се испоштовати и користити према међународном стандарду. Самим тим у овом под поглавља извршена је анализа Техничке регулативе која је прописана од стране CIK-FIA-је. Целокупна анализа извршена је анализом свих елемената као и система на картингу. Према међународном правилнику сва картинг возила су подељена у три класе односно према самом правилнику то су три групе које су подељене у поткласе у табели 2 су приказана је подела по класама.

Табела 2. Класе картинг возила према међународној техничкој регулативи [17]

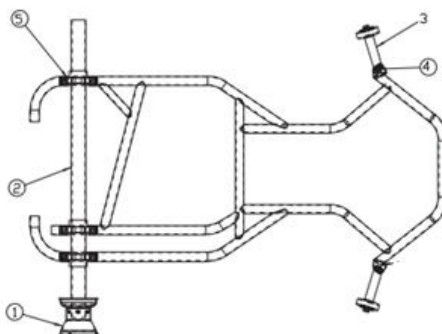
Класа	Поткласа	Услов
Класа 1		
	KZ1	Запремина мотора 125 cm ³
	Superkart	Запремина мотора 250 cm ³
Класа 2		
	KZ2	Запремина мотора 125 cm ³
	OK	Запремина мотора 125 cm ³
	OK-Junior	Запремина мотора 125 cm ³
Класа 3		
	Mini	Запремина мотора 60с cm ³

На самом почетку самог Правилника је дата дефиниција картинг возила, која је у досадашњем раду већ више пута напоменута, међутим и пред свих елемената које возило мора да задовољи главни делови према овом правилнику су рам возила (укључујући и каросерију), пнеуматичи и погонски агрегат, ... Самим тим о овом елементима има и највише правила и захтева који се пред њима постављају [17].

За саму конструкцију возила је дозвољено користити само материјале који испуњавају услове дате стандардом ISO 4948, поред тога је забрањено користити композитне материјале осим за одређене елементе возила а то су седиште, под односно доњи део возила који се поставља преко рама, заштита ланчаника, задња диск кочница,фрикционе облоге спојнице у категоријама KZ/KZ2, као и тако звани трнасти вентил који се примењује код двотактних мотора. Што се тиче неких основних прописа

важно је напоменути да је прописана и позиција возача и то је прописано да возач седи на седишту и то на једној стопи од предњег вела возила, број точкова мора бити четири и забрањена је употреба титанијумских рамова на возилу. У наставку самог Правилника су дати захтеви и прописи који су везани почев од рама, димензија маса, браника, пода самог картинга, систем преноса снаге, буке, [17]...

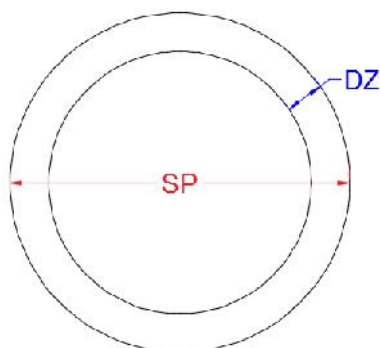
Према овом правилнику основни делови рама су оквир, рам као и помоћни делови рама који би учинили сам картинг чвршћим. На слици 18 је дат приказ основних елемената и изгледа једног рама возила као и свих елемената на шасији, битно је напоменути да су ти елементи дати само у циљу приказа елемената прео којих је могуће преносити силу пута на сам рам. Како је и написано у самом правилнику и како се може закључити силе пута на сам рам је могуће преносити само преко точкова. Сви делови рама морају бити чврсто причвршћени док сам рам мора бити једна чврсто спојена конструкција. Што се тиче зглобних веза са рамом је дозвољено једино да управљачки зглоб буде у зглобној вези са рамом. Било који вид система еластичног ослањања није дозвољен [17].



Слика 18. Рам возила са основним елементима помоћу којих се преносе силе пута на рам, где су: 1) наплатак, 2) задња осовина, 3) Управљачки зглоб, 4) веза рама и управљачког зглоба, 5) лежај са кућиштем задње осовине [18]

Када је реч о погонском вратилу односно задњем вратилу која је на слици 18 приказана бројем 2, битно је рећи да постоје правила везана за њен пречник у зависности од класе самог возила. Задње вратило може бити направљено од пуног материјала или пак да буде шупља. Када је реч о класи један и класи два, наравно према подели која важи на међународном нивоу, заједнички су прописи који су везани за пречник и дебљину зидова самог вратила. Што се тиче задњег вратила максимални спољашњи пречник мора бити 50 mm, док минимална дебљина зидова шупљег вратила мора бити 1,9 mm у свим тачкама. У овим категоријама једино се разликује спољашњи пречник вратила супер картинг возила, и у случају ових возила максимални спољашњи пречник је 40 mm, док дебљина зидова је 2,5 mm. За трећу класу возила такође су прописани минимални спољашњи пречник осовине и он износи 30 mm, док минимална дебљина зидова шупље осовине мора бити 4,9 mm, такође је прописана и дужина ове осовине и она износи 960 mm са толеранцијом од ± 10 mm, али такође је обавезна и маса осовине да буде 2,900 kg са толеранцијом од ± 100 g. У претходном тексту напоменуте су минимални пречници вратила за све класе као и дебљине зидова вратила шупљих вратила с тим што дебљина мора бити у свакој тачки на вратилу те дебљине изузев на местима где се причвршћују одређени елементи специјалним завртњевима за осигурање, у табели 3 су дати спољашњи пречници вратила

(од највећег који је дозвољен правилником) као и минималне дебљине зидова сваког од вратила у зависности од пречника вратила док је на слици 19 дат графички приказ ових величина. Само вратило је потребно феромагнетних материјала [17].



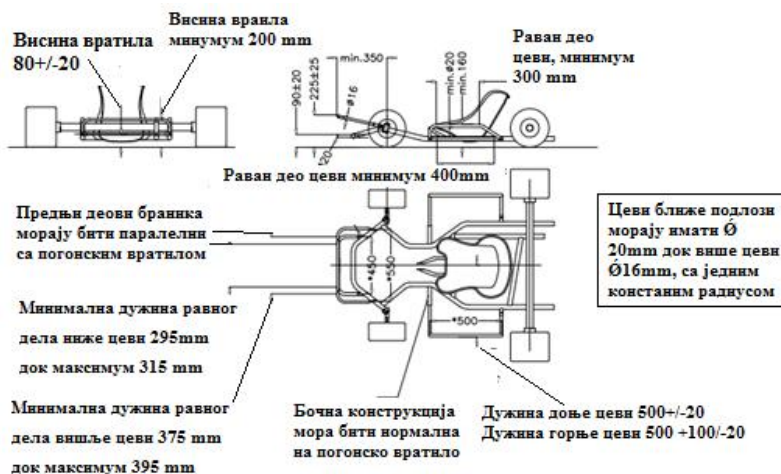
Слика 19. Димензије које су важне за димензионисање вратила, где су: *SP*- спољашњи пречник вратила *DZ*-дебљина зидова шупљег вратила

Табела 3. Прописана дебљина зидова вратила у зависности од пречника вратила [17]

Пречник вратила-SP (mm)	Дебљине зидова -DZ (mm)
50	1,9
49	2,0
48	2,0
47	2,1
46	2,2
45	2,3
44	2,4
43	2,5
42	2,6
41	2,8
40	2,9
39	3,1
38	3,2
37	3,4
36	3,6
35	3,8
34	4,0
33	4,2
32	4,4
31	4,7
30	4,9
29	5,2
28	Мора бити пуно вратило
27	Мора бити пуно вратило
26	Мора бити пуно вратило
25	Мора бити пуно вратило

Следећи прописи су везани за масе као и за димензије возила наравно у зависности од групе возила, као и у претходном случају заједничка правила важе за возила класе један и класе два док посебни прописи су везани за класу три. Када је реч о међуосовинском растојању за прве две класе минимално прописано међуосовинско растојање је 1010 mm изузев за поткласу суперкарта где је минимално међуосовинско растојање 1060 mm, док је максимално међуосовинско растојање код ових возила 1070 mm изузев за суперкарт возила износи 1270 mm. Ширина трагова точкова мора бити најмање $\frac{2}{3}$ међуосовинског растојања. Максимална дужина целокупног возила сме да буде 1820 mm не узимајући у обзир обележја осим у случају када имамо и заштите онда сме бити 2100 mm. Максимална ширин возила може бити 1400 mm. Највећа висина возила од подлоге до највишег дела на возилу сме бити 650 mm, не узимајући у обзир само седиште са којим се та димензија прекорачује. У трећој класи максимално међуосовинско растојање износи 950 mm, док је максимална ширина возила износи 1100 mm.

Свако возило је потребно да има бранике, и то обавезна је употреба предњих задњих и бочних браника на возилу. Према техничком правилнику који је дат на међународном нивоу дате су и основне димензије самих браника као и различите димензије ширина и висина самих браника, самим тим на слици 20 је дат приказ тих димензија.

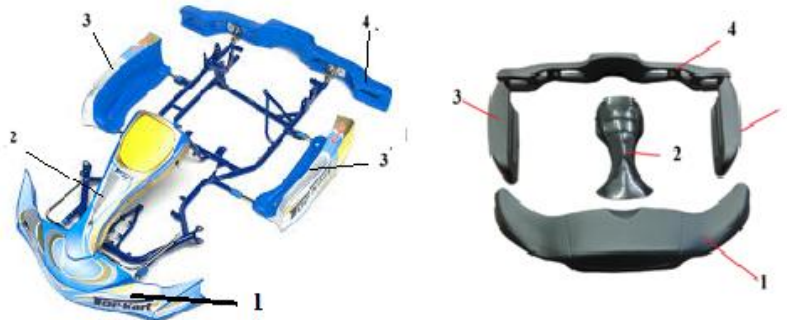


Слика 20. Основне прописане димензије и висина носача браника [19]

Свако возило мора имати и платформу на самом раму, односно сам под картинга, он мора бити чврсто повезан на самом раму картинг возила и та веза може бити остварена помоћу завртњева чији је пречник максимум 10 mm, такође у самој платформи је дозвољено и имати отвор пречника 35 mm која је искључиво допуштена за приступ управљачком механизму [17].

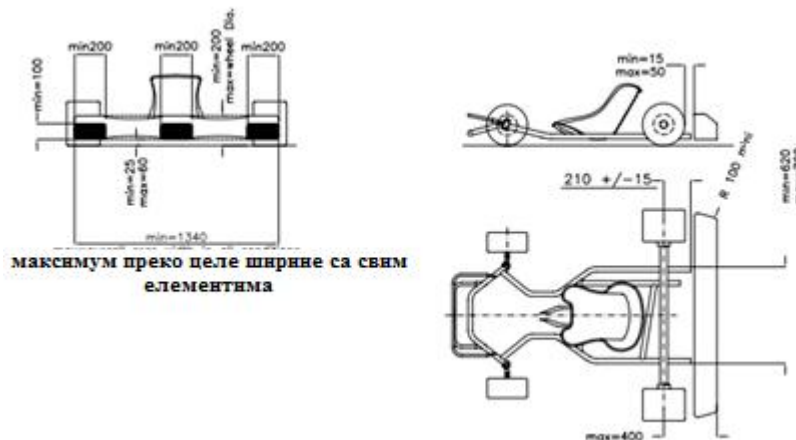
Правилником је одређена је и обавеза коришћења каросерије возила, под овим појмом правилником је дефинисано да је каросерија возила сваки елемент који је у контакту са ваздухом приликом кретања возила односно на које делује ваздух, наравно то су елементи у циљу заштите и повећања аеродинамичности. Ови елементи не смеју бити од угљеника, келвара, и стакла осим за категорију супер картинга. У случају да се користи пластика онда она не сме имати оштре ивице као и то да не сме бити од делова направљен.

Каросерија не сме бити деформабилна услед дејства ваздуха, односно мора бити од тврђег материјала и минимални радијус свих ивица мора бити најмање 5 mm. На возило мора имати два бочна браника каросерије, један предњи браник и заштитник као и један панел који прекрива сам управљачки систем, поред тога је потребан један задњи браник који мора прекривати и штити задње тачкове. На слици 21 је дат приказ свих ових елемената на возилу као и њихове позиције [17].



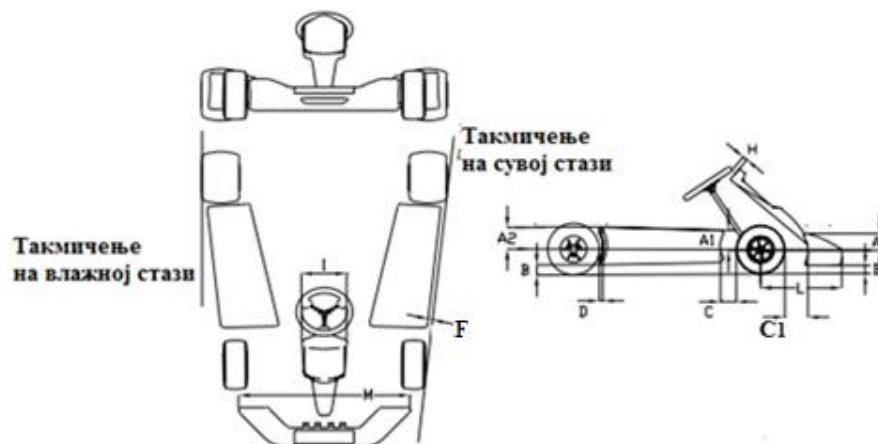
Слика 21. Делови каросерије, где су: 1) предњи браник, 2) панел који прекрива управљачки стуб возила, 3) Бочни браници, 4) задњи браник [20, 21]

Поред обавезних делова каросерије који су дати овим Правилником су такође дате неке основне минималне димензије и даљине одређених елемената на возилу. На слици 22 је дат приказ димензија и размака између задњих тачкова и самог браника у циљу заштите тачкова од удара.



Слика 22. Прописане димензије значајних за постављање задњег браника[22]

За све димензије одређених делова каросерије почев од предњих, бочних и панела који се налазе на каросерији дате су препоруке у смислу законских ограничења димензија и размака између неколико елемената, које морају бити примењене и којих се морају произвођачи придржавати. Да би се разумели димензије и растојања које су прописана правилником, а које су у наставку текста наведене посматрана је слика 23, на којима су означене све димензије док у наредном тексту је дефинисана свака величина и објашњена понаособ. У случају коришћења пластичне каросерије дозвољене су толеранције од $\pm 5\%$ од хомологованих димензија.



Слика 23. Приказ прописаних величина везаних за постављање и димензионисање делова каросерије на картинг возилу [23]

Када је реч о бочним браницима, они могу пре свега морају бити од истог произвођача (леви и десни браници) али не морају бити од истог произвођача као и остали делови. Браници се не смеју прелазити висину пнеуматика већ морају бити испод самих горњих површина равни. Када је влажан коловоз у том случају бочни браници не могу бити шири од најистуреније тачке самог пнеуматика на возилу. Ови браници не смеју прекрити ни један део возачевог седишта или на било који начин да га ометају приликом седења у седишту. На самом раму морају бити чврсто причвршћени и али не смеју задржавати воду или друге прљавштине. Као и у претходним случајевима и за бочне бранике су дате обавезне димензије у зависности од класе возила. Тако да за прву и другу класу возила важно је да најмањи размак између тла и браника (Величина В на слици 23) не сме бити мања од 25 mm док највећи дозвољени размак од браника до тла сме бити 60 mm. Максимални размак између браника и предњег точка (Величина С на слици 23) сме бити 150 mm, док максимални размак између задњег дела бочног браника и задњег точка (Величина D на слици 23) сме бити 60 mm. За трећу категорију је такође исто правило с тим да је максимални размак између предњих точкова и предње тачке бочног браника износи 130 mm [17].

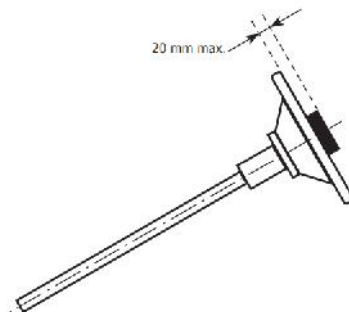
Предњи браник возила не сме да прелази висину предњег точка, с тим да не сме ни имати оштре ивице и не сме задржавати воду, прљавштину или неку другу супстанцу. Када је реч о максималним димензијама, за класу један и класу два минимална ширина (Величина М на слици 23) износи 1000 mm док је максимална ширина једнака максималној ширини возила у смислу ширине најистуренијих тачака између предњих точкова. Максимални размак између точкова и задњег дела браника (Величина С₁ на слици 23) износи 180 mm. У трећој класи минимална ширина (Величина М на слици 23) износи 850 mm док је максимална ширина као и у претходним категоријама зависи од ширине возила у смислу максималне ширине најинстуренијих тачака на предњим пнеуматикима. Максимални размак између точкова и задњег дела браника (Величина С₁ на слици 23) износи 160 mm. Максимална димензија од предње ивице браника до центра точка (Величина L на слици 23) за класу један и два износи максимално 680 mm, док за класу три износи 630 mm [17].

Панел који прекрива систем управљања, мора бити тако да се налази у хоризонталној равни у односу на сам стуб управљача односно они су паралелни. Овај део мора бити одвојен од точка управљача најмање за 50 mm (Величина Н на слици 23) и никако не сме да пролази кроз предњи део осовине. Овај елемент не сме никако да омета возача али никако не сме да онемогући нормално функционисање педала али ни да прекрије стопала возача приликом нормалне вожње. Доњи део овог панела мора бити индиректно или директно везан за рам возила док горњи део мора бити причвршћен за управљачки ступ једном или са две шипке. За класу један и класу два минимална ширина износи 250 mm док максимална ширина може бити 300 mm, док за трећу класу минимум је 200 mm док максимална ширина износи 300 mm [17].

Сва возила су обавезна да имају погон на задњој осовини, начин преноса снаге је слободан али је забрањена примена диференцијала, такође је забрањена и примена система за подмазивање ланаца осим у случајевима када је то одобрено од стране СИК-FIA. Такође је обавезна и заштита ланца и ланчаника и то до доње ивице задње осовине. На картинг возилима је забрањена примена система еластичног ослањања[17].

Систем за кочење мора бити хомологован од стране СИК-FIA, и кочнице морају бити хидрауличне. Веза између педале и кочионог цилиндра мора бити удвостручен уколико је веза остварена преко црева дебљина црева мора бити $\varnothing 1.8$ mm. Такође је важно напоменути да је забрањена употреба ручних кочница. За категорије возила без мењачког преносника потребно је да уређајем могу кочити задња два точка односно систем мора кочити два точка и забрањена је употреба кочница на предњим точковима. Код категорије возила са мењачким преносником потребно је да систем кочи сва четири точка и самим тим систем мора активирати кочнице и кочење на свим точковима, самим тим код ових возила је дозвољено користити и предње кочнице. У категорији суперкарт возила забрањена је употреба црева за кочење и потребно је имати сигнализацију за кочење. Кочини диск не сме бити од карбона, али је дозвољено користити материјале као што су гвожђе, ливено гвожђе као и нерђајући челик. Поред свега потребна је и заштита самих кочница међутим могуће је исте и бушити брусити али није дозвољено мењати карактеристике и димензије наведене у хомологацији [17].

Систем управљања мора бити такав да се мора обезбедити сигурно управљање возилом, систем не сме имати никакве радијусе или углове осим у основном облику система управљања. Сам систем главног управљачког механизма мора бити направљен од алуминијума или од челика. Сваки уређај који се монтира на точак управљача не сме да прелази 20 mm од спољашње равни точка управљача до најистуреније тачке која прелази раван точка управљача, исти уређај не сме имати оштре ивице што је приказано на слици 24. Систем управљања мора бити израђен од чврстих материјала и елемената који су чврсто повезани, не сме се користити елементи попут ужади, сајли и ланаца, односно не смеју се користити флексибилни материјали. Сви елементи морају бити причвршћени и добро спојени помоћу других машинских елемената (нпр. завртњева). Главни систем управљања односно стуб управљача мора бити направљен од осовине пречника 18 mm, док у случају шупље осовине дебљине зида морају бити 1.8 mm. Стуб управљача мора бити причвршћен и са сигурносним завртњевима, за све класе возила стуб управљача мора бити израђен од феромагнетног материјала, у суперкарт класи забрањено је користити стубове који су хромирани или поцинковани [17].



Слика 24. Максимални дозвољени истур уређаја из точка управљача [24]

Седиште мора бити такво да онемогући померање односно клизање са самог седишта, како напред, позади тако и са бочних страна, и то приликом убрзања, кочења или кретања у кривини. За возила суперкартинг возила морају имати и наслоне за главу. Сва седишта морају имати ојачање у горњем делу седишта. Сва ојачања морају имати дебљину од 1,5 mm, и минималну ширину од 130 mm, или дијаметар од 40 mm у случају кружних профила. Сва ојачања морају бити спојена завртњевима или заварена за рам у случају да се неко ојачање не користи мора се отклонити са возила [17].

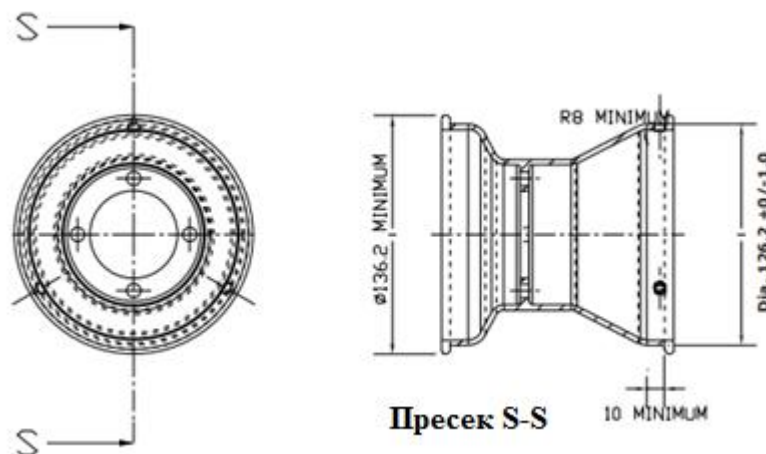
Педале које се користе, без обзира на њихов облик као и позицију на возилу не смеју продирати кроз или преко браника или рама. Они се морају налазити пре кочионих цилиндара морају бити довољно јаки да издрже све промене сила које се јављају, самим тим јасно је да морају бити и сами делови који повезују главне цилиндри и педале морају бити јаки. Педала гаса мора бити у механичкој вези са карбуратором, поред тога мора постојати и опруга односно неки други механизам који омогућава враћање педале на почетну позицију услед претанка давања гаса односно попуштања педале гаса [17].

Максимална бука коју возило сме производити износи 108 dB/A, у које су укључене и толеранције буке околине. Резервоар за гориво мора бити такав да буде чврсто причвршћен за рам возила, и мора бити осигуран од цурења горива, што је исто и правило за саме цеви (које морају бити флексибилне) које врше одвод горива од резервоара до мотора па се и препоручује да цеви спојене помоћу спојница на возилима. Резервоар се мора налазити између седишта и управљачке осовине предњих точкова, односно испред седишта. Резервоар својим обликом не мора бити као један од елемената који утичу на аеродинамичност па самим тим у правилнику није одређен облик резервоара. Гориво из резервоара се мора пренети одводима до мотора помоћу нормалног атмосферског притиска, што значи да између карбуратора и резервоара није дозвољен ни један уређај осим пумпе за гориво, тако да није дозвољен ни један уређај који повећава притисак у самом резервоару [17].

Под погонским агрегатом односно мотором подразумева се агрегат који неки вид енергије претвара у механички рад и самим тим покреће возило, у овом случају он обухвата блок мотора, доње кућиште мотора (картер), систем за паљење смеше, карбуратор (као систем стварања смеше), систем за одвод издувних гасова, као и могући мењачки преносник. Важно је напоменути да је забрањен било који систем убризгавања горива, наравно мисли се на било који други систем осим карбураторског система. Забрањена је и употреба система надпуњења односно било који систем турбо-компресора.

За супер картинг возила дозвољена је употреба система хлађења мотора помоћу течности и помоћу ваздуха. ОК, ОК-Junior, KZ2, KZ1 или Mini мотори морају се налазити у каталогу произвођача са свим карактеристикама које фабрички произвођач даје и према којима је хомологација за ту врсту мотора извршена. За неусаглашене моторе тј. моторе који не испуњавају неке услове је могуће додати одређене материјале и допунити саме цилиндри и вршити преправку али је забрањено додати делове. У случају замена свећица на глави мотора, у случају не усаглашености отвора за навијање свећице могуће је додати уметке (тзв. енг. heli-coil). Као флуид за хлађење мотора је дозвољена само вода, хладњак се мора налазити на максималној удаљености од 550 mm и максимална дозвољена висина горње стране хладњака од тла сме бити 500 mm. Систем мора издржати температуре до 150°C и притисак од 10 Bar. Хладњак сме бити преносив али не сме се одвајати од возила приликом кретања картинга [17].

На картинг возилу су дозвољена четири точка, с тим да су два на предњој осовини док су два на задњој осовини, друге комбинације нису дозвољене. На пнеуматцима није дозвољена примена система за праћење и аутоматско повећање притиска у пнеуматцима. Сами точкови се састоје од пнеуматика и наплатка. Када је реч о наплатку који се мора користити, он мора бити према техничком цртежу који је приказан на слици 25. Максимални притисак у пнеуматцима је 4 bar [17].



Слика 25. Технички цртеж према коме се анализирају и одређују димензије наплатка од 5 in [25]

Пнеуматци морају бити хомологовани за све категорије. Забрањена је измена пнеуматика у односу на хомологовани тип пнеуматика, као што је забрањено и користити било које супстанце или други преправљани пнеуматичи (нпр. протектирани пнеуматичи). Радијални или асиметрични пнеуматичи су забрањени. Обавезна је и симетрија између левих и десних пнеуматика. Када је реч о величини пнеуматика, они могу бити 5 или 6 in односно њихова величина. За пнеуматике чија је величина отвора за наплатак 5 in максимални спољашњи пречник за предње точкове је 280 mm док за задње точкове 300 mm, ове величине важе за класе један и два, док је за класу три максимални спољашњи пречник за предње точкове та величина 260 mm док је за задње та величина 280 mm. Такође су одређене и ширине пнеуматика за овакве наплатке, максимална ширина пнеуматика за класе један и два су за задње точкове 215 mm док је за предње точкове

максимална ширина 135 mm. За класу три максимална ширина задњих пнеуматика 150 mm док за предње је 115 mm. У случају употребе пнеуматика са пречником наплатка од 6 инча, максимална ширина точка је 250 mm док пречник може бити то 350 mm [25].

На возилу се морају поставити и светла за означавање возила, које се активирају помоћу тастера и контроле од стране возача, морају се применити за укључивање само тзв. суви акумулатори. Светла су црвене боје и морају бити на висини од 400 до 600 mm од тла и поред тога морају бити постављени на 100 mm од сваке стране од централне осе возила. Морају бити укључени приликом вожње на мокрим подлогама и лошим условима. Сам акумулатор је потребно бити да буде затворен и заштићен од утицаја спољашњу климатских услова и прашине, акумулатор је дозвољено да буде литијумски [25].

5. АНАЛИЗА КОНКУРЕНТСКОГ ТРЖИШТА

Имајући у виду претходно напоменута извођења неки од система и популарности ових возила током времена су се развијале различите компаније које су се бавиле развојем ових возила али и производњом па самим тим су постале те компаније постале водеће у производњи ових возила. На основу тога у овом поглављу су анализиране неке од светских компанија које су најпознатије по производњи картинг возила, наравно у смислу возила које оне производе. Те компаније су BirelART, Praga, Sodikart, Tonykart (OTK Kart Group) и Gillard. Анализа конкурентског тржишта је јако корисно из више разлога пре свега омогућава сагледавање њихових возила са аспекта перформанси док са друге стране омогућава сагледавање њихових возила које имају у понуди са аспекта саставних елемената и конструкције одређених система. Сагледавање омогућава и анализу и добијање нових идеја о возилу за које се врши израда идејног пројекта, што је јако корисно имајући у виду искуство и дуг рад ових произвођача.

5.1 Анализа картинг возила компаније BirelART

Ова компанија је настала у септембру 2014 године, након што су спојене две компаније и то компанија Birel као и компанија ART Grand Prix. Ове две компаније су као последицу дугогодишњег искуства постале велики произвођач возила али и велики познат тим који се такмичи на различитим првенствима. Иначе ово је једна од компанија из Италије. Ова компанија у својој понуди има више типова возила односно за више намена, почев од спорских односно спринтер возила до оних за изнајмљивање и рекреацију, па самим тим им анализираћемо ода два типа и њихове спецификације.

Када је реч о спортским картинг возилима ова компанија има неколико модела. Самим тим у табели 4 су дати примери неколико карактеристичних возила које се углавном разликују према величини самог рама (за које је ова компанија дала карактеристике) и према класи у смислу самог погонског агрегата. На слици 26 је дат и приказ изгледа ових возила различитих категорија. Важно је напоменути да сам произвођач даје генералне техничке спецификације возила, док тип мотора је се одређује према класи у којој се возило налази самим тим овај произвођач даје само техничке спецификације.



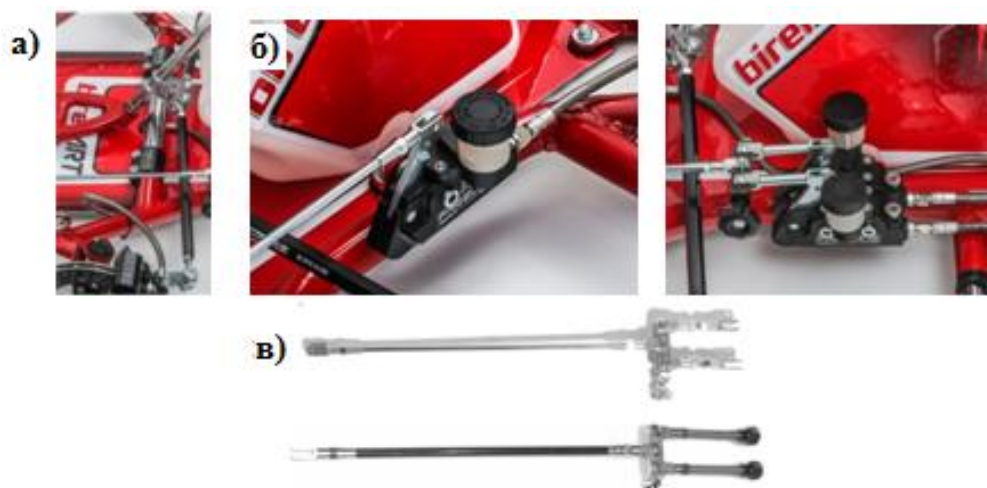
Слика 26. Возила компаније BirelART у класи KZ (под а) и ОК (под б) [26]

Табела 4. Техничке карактеристике спринт модела возила компаније BirelART [26]

Модел возила	C28-S9	RY29-S9	RY32-S9	CRY30-S9
Класа	Mini	OK	OK	KZ
Међуосовинско растојање (mm)	950	1045	1045	1045
Ширина предње стране возила (mm)	585	635	635	645
Ширина задње стране возила (mm)	640	715	715	715
Дужина возила	1325	1510	1510	1510
Тип задње осовине	Ø 30x5x960 F	Ø 50x2x1020 F	Ø 50x2x1020 F ¹	Ø 50x2x1040 F
Тип кочионог система	HYDRAULIC 1CX - I24	HYDRAULIC 1FL	HYDRAULIC 1FL	Хидроулична 3RR
Позиција кочница	Задња осовина	Задња осовина	Задња осовина	Задња + предња
Величине предњих дискова	-	-	-	150x12 G
Величине задњих дискова	150x5 INOX	180x16 G	180x16 G	180x16 G
Капацитет резервоара (литара)	4	10	10	10
Димензије точка управљача	Ø 320	Ø 340	Ø 340	Ø 340
Типови пнеуматика	CR 115+DR 150 A	DF130 + DF210 M	DF130 + DF210 M	DF130 + DF210 M
Тип предње главчине точка	30x50 ALL. HQ	85 ALL. о 85 MG.	85 ALL. о 85 MG.	85 ALL. о 85 MG.
Тип задње главчине точка	30x50 ALL. HQ	50x90 ALL. о 50x90 MG.	50x90 ALL. о 50x90 MG.	50x90 ALL. о 50x90 MG

Ова компанија као систем управљања користи класичан механизам за управљање, који се најчешће користи на картинг возилима, приказан је систем на слици 27а. Систем кочења ових возила је такав да се активира помоћу кочионог цилиндра који се налази пре самих педала за кочење, што је ако се анализира законска регулатива од стране СИК-FIA и прописано. Уколико је систем такав да је позиција система кочења на задњој осовини онда је цилиндар једноструког дејства односно има један вод и такав цилиндар је приказан на слици 20б, док у случају када је систем са задњом и предњом кочницом систем је двоструког дејства односно има два вода који су на самом почетку спојени и имају заједничку полугу активирања што је приказано на слици 20в. Међутим важно је приказати и систем који активира кочнице, односно полугу која ствара везу између педале и кочионог цилиндра.

¹ Озака F означава карактеристике које даје произвођач ових вратила, карактеристике се односе на крутост и флексибилност саме осовине.



Слика 27. Систем управљања (под а), приказ система кочења са једним цилиндаром и два цилиндра (под б) и систем који активира кочиони цилиндар (под в) [26]

Када је реч о рамовима ова компанија користи неколико различитих типова рамова ти рамови се најчешће примењује на више типова возила, у односу на анализиране типове сваки тип користи другачији рам, са другачијим карактеристикама.

Поред спортских возила ова компанија нуди и возила за рекреацију и обуку али која се такође могу и изнајмљивати, ова возила су слична као и претходна с тим да имају већу заштиту и масу у односу на претходно приказана возила имајући у виду да имају веће бранике. На слици 28 је дат приказ ових возила док у табели 5 су дате техничке карактеристике ових возила. Важно је напоменути да свако од ових возила има више класа погонских агрегата у понуди па самим тим сам купац картинга бира тип возила, међутим поред тога свако од возила се разликује и по опреми које има односно по типу каросерије, ова компанија у свом асортиману има укупно 9 ових типова возила док у наставку у табели 5 је дат приказ четири возила.

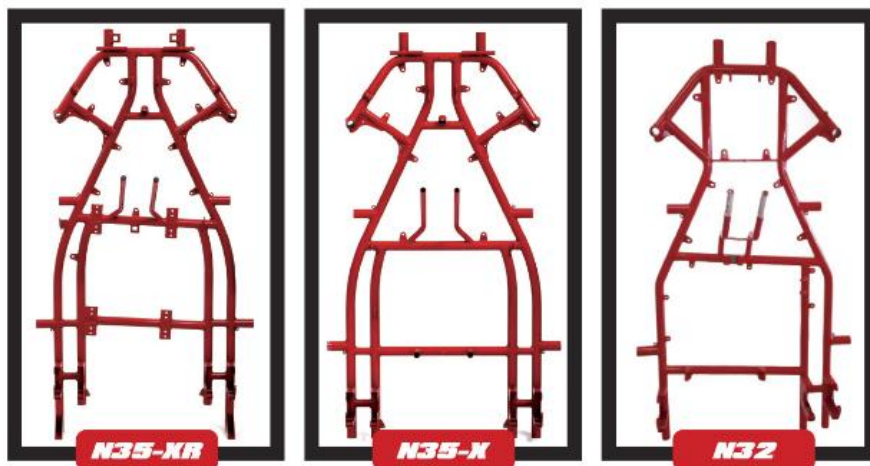


Слика 28. Возила чија је намена рекреативна возња картинга компаније BirelART [26]

Табела 5. Техничке карактеристике картинг возила чија је намена рекреација компаније BirelART [26]

Модел возила	N-35 XR RS	N-35 XR GT	N-35 X	N-35 XS ST
Маса (kg)	150	145	135	140
Међуосовинско растојање (mm)	1070	1070	1070	1070
Ширина предње стране возила (mm)	1208	1208	1208	1208
Ширина задње стране возила (mm)	1410	1410	1410	1410
Дужина возила (mm)	2036	2036	2036	2036
Тип задње осовине	Ø 40x5x1060 K	Ø 40x5x1060 K	Ø 40x5x1060 K	Ø 40x5x1060 K
Тип кочионог система	HYDRAULIC RR	HYDRAULIC RR	HYDRAULIC RR	HYDRAULIC RR
Позиција кочница	Задња осовина	Задња осовина	Задња осовина	Задња осовина
Капацитет резервоара (литара)	12	10	10	10
Пречник точка управљача	Ø 320	Ø 320	Ø 320	Ø 320
Типови точкова	NH 120- NH180	NH 120- NH180	NH 120- NH180	NH 120- NH180
Покривеност возила каросеријом	Цело возило	Задњи заштитини систем	Заштита око возила	Заштита око возила
Седиште	Подесиво	Подесиво	Фиксирано	Подесиво
Могуће варијанте погонских агрегата	HONDA GX 200	HONDA GX 200	HONDA GX 200	HONDA GX 200
	HONDA GX 270	HONDA GX 270	HONDA GX 270	HONDA GX 270
	HONDA GX 390	HONDA GX 390	HONDA GX 390	HONDA GX 390
	Briggs & Stratton S420	Briggs & Stratton S420	Briggs & Stratton S420	Briggs & Stratton S420
			ROTAX Junior Max 125	ROTAX Junior Max 125

Поред карактеристика које је произвођач дао дат је и приказ рама који се користи за одређене типове возила за ове моделе па приказ је дат на слици 29. Разлика је у самом систему који је везан за ојачања, али и за места за лежајеве на којима се поставља задња осовина али и места на којима се остварује веза са каросеријом возила.



Слика 29. Изглед рамова картинг возила компаније BirelART [26]

5.2 Анализа картинг возила компаније Praga

Ово је једна од компанија која има дугу традицију производње картинг возила, иначе је једна компанија из Чешке Републике која је основана 1907 године, пре другог светског рата је била једна од компанија која је производила само путничка возила, касније се специјализовала за моторе и била је једна од највећих произвођача резервних делова за путничких возила. Сада ова компанија производи и картинг возила, сама компанија има два типа возила која нуди, а то су тркачка возила или тзв. спринт возила и возила за рекреацију и обуку.

Када је реч о првом типу возила која су у понуди су два типа, на слици 30 је дат приказ ова два модела картинг возила, док у табели 6 су дате основне техничке карактеристике возила. Занимљиво је то што ова класа возила је такође прилагодљива и специјализована да може бити коришћена за изнајмљивање и обуку, па самим тим је омогућено да возачи имају потпун осећај као на тркама, па у овом делу ће анализа бити вршена за таква возила имајући у виду да је и сам идејни пројекат везан за такве типове возила.



Слика 30. Спортска картинг возила произвођача Praga прилагођених да се користе у циљу обуке и рекреације [27]

Табела 6. Техничке карактеристике спринт модела возила компаније Praga [27]

Модел возила	Race Line EVO	Race Line EVO Mini
Маса (kg)	90 (без погонског агрегата)	65 (без погонског агрегата)
Пречник рама (mm)	Ø32	Ø28
Димензије погонске осовине	Ø40*5	Ø40*3
Тип кочионог система	HYDRAULIC, Ø195 вентилациони диск	HYDRAULIC RR, Ø195 вентилациони диск
Позиција кочица	Задња осовина	Задња осовина
Капацитет резервоара (литара)	8,5	3,5
Димензије точка управљача	Ø 300	Ø 300
Материјал наплатка и пречника точкова	Алуминијум, пр. 130mm – задњ.180mm	Алуминијум, пр. 115mm – задњ.100mm
Покривеност возила каросеријом	Спортска касросерија са заштиром око целог возила	Спортска касросерија са заштиром око целог возила
Седиште	Подесиво	Подесиво
Могуће варијанте погонских агрегата	HONDA GX 200	HONDA GX 120
	HONDA GX 270	HONDA GX 160
	HONDA GX 390	

Поред тих возила које су са такмичарских возила преправљене у варијанту рекреативних возила постоје и возила које нуди овај произвођач а који су чисто рекреативног типа и имају све карактеристике тих возила, цело возило је прекривено каросеријом и има ојачане бранике и заштиту али су веће масе, на слици 31 је дат приказ ових возила док у табели 7 је дат технички приказ карактеристика ових возила.

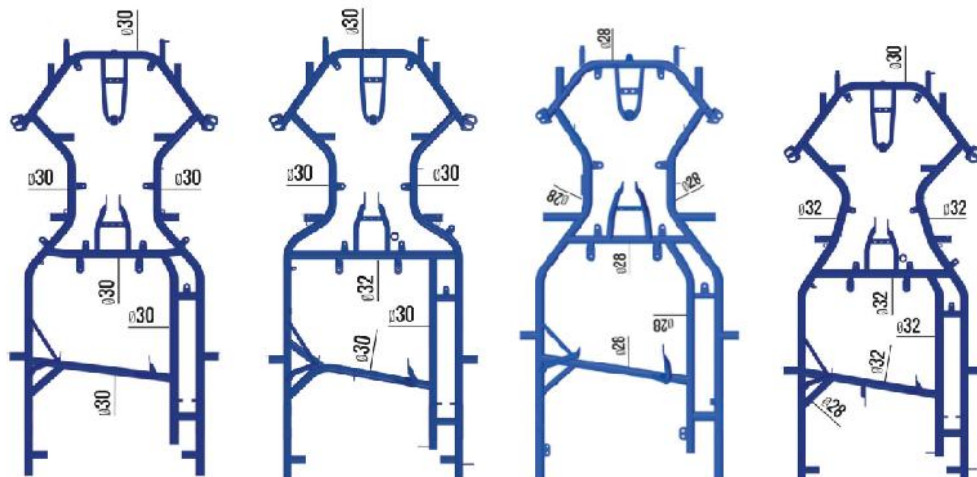


Слика 31. Рекреативна возила произвођача Praga [27]

Табела 7. Техничке карактеристике рекреативних модела картинг возила компаније Praga [27]

Модел возила	RTK EVO	RTK EVO
Маса (kg)	135 (без погонског агрегата)	130 (без погонског агрегата)
Пречник рама (mm)	Ø32	Ø32
Димензије погонске осовине	Ø40*5	Ø40*5
Тип кочионог система	HYDRAULIC, Ø195 вентилациони диск	HYDRAULIC RR, Ø195 вентилациони диск
Позиција кочница	Задња осовина	Задња осовина
Капацитет резервоара (литара)	8,5	8,5
Димензије точка управљача	Ø 300	Ø 300
Материјал наплата и пречник точкова	Алуминијум, пр.130mm – задњ.180mm	Алуминијум, пр.130mm – задњ.180mm
Покривеност возила каросеријом	Заштита целокупног возила	Заштита у критичном делу
Седиште	Подесиво	Подесиво
Могуће варијанте погонских агрегата	HONDA GX 200	HONDA GX 200
	HONDA GX 270	HONDA GX 270
	HONDA GX 390	HONDA GX 390

Јако велика занимљивост јесте то што овај произвођач даје и предлоге за своја возила који су везани за саме рамове, у претходним табелама је приказано да су дебљине цеви сами рамова углавном Ø32 међутим за чисто спортска возила углавном је тај пречник варијабилан па самим тим могуће је наћи да су неке димензије на неком делу рама Ø32 док се на неким местима тај пречник је Ø28. Разлог томе како сам произвођач наводи је тај што је на неким деловима рама много већа сила напрезања на савијање док у другим деловима је знатно мање па није потребан та дебљина. Углавном је већа дебљина у деловима где се седиште ослања на раму возила. На слици 32 су приказане неке од препорука димензија самих цеви које се требају користити у одређеним зонама рама картинг возила. Од стране овог произвођача препоручена дебљина зидова цеви је износила 2 mm.



Слика 32. Препоручене димензије цеви од које се користе од стране произвођача Praga за производњу рама возила [27]

5.3 Анализа картинг возила компаније Sodikart

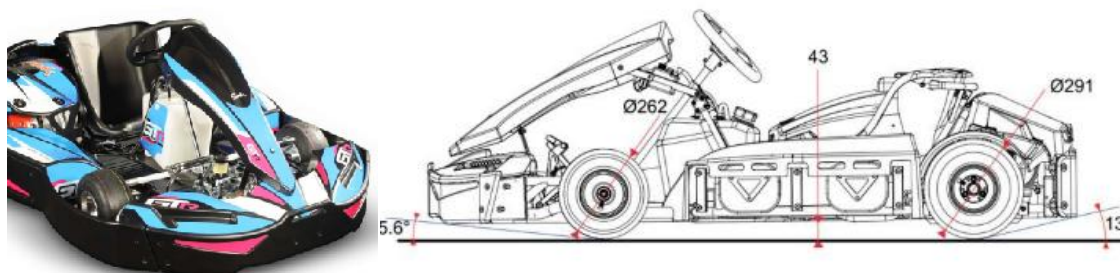
Ово је једна од највећих компанија која се бави производњом картинг возила, ова компанија је основана 1981 године и компанија је из Француске. Бави се производњом картинг возила које се користе у сврхе такмичења, возила које се користе у сврхе обуке и рекреације али поред тога производи и различите додатке за оваква возила. На основу тога и у овом случају анализирана су такође и возила која се користе у сврхе такмичења као и возила која се користе у сврхе рекреације. Овај произвођач има велики број модела возила, и то возила која имају моторе СУС али и моторе на електропогон, међутим свакако у овом случају анализирано су само модели са мотором СУС. Сваки модел ових возила је идентичан с тим да имају само друкчије карактеристике осим самог рама међутим везано за рам биће више речи у наставку. У табели 8 је дат приказ неких од возила овог произвођача.

Табела 8. Техничке карактеристике рекреативних модела картинг возила компаније Sodikart [28]

Модел возила	Sigma KZ 2018	Sigma RS3	Experia
Међуосовинско растојање (mm)	1050	1050	1010
Димензије погонске осовине (mm)	Ø 50x2 са три лежаја	Ø 50x2 са три лежаја	Ø 40
Пречник цеви рама (mm)	Ø30	Ø30	Ø 28
Тип кочионог система	Хидраулични	Хидраулични	Хидраулични
Позиција кочница	Предња и задња осовина	Задња осовина	Задња осовина
Капацитет резервоара (литара)	8	8	5
Материјал наплата и пречник точкова	Магнезијум, пр.130mm – задњ.212mm	Магнезијум, пр.130mm – задњ.212 mm	Алуминијум, пр.130mm – задњ.212 mm

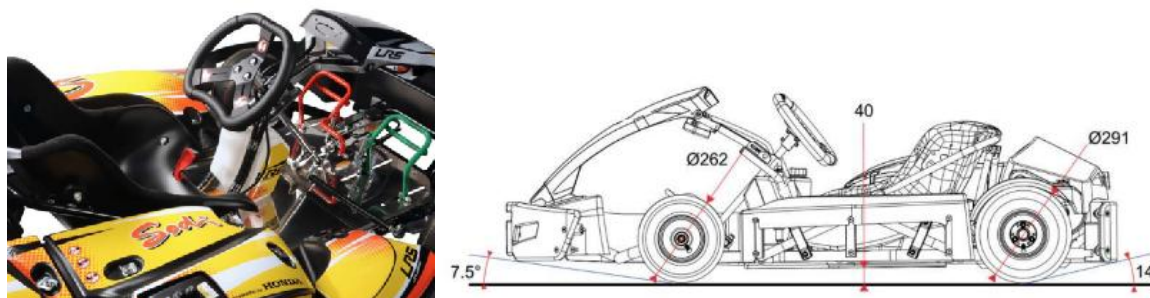
Имајући у виду да ова компанија има можда и најразвијеније моделе возила али и највише модела возила који су везани за тип возила чија је намена углавном обука и рекреација, анализирани су неки од модела возила, један од њих јесте и SODI GT4R који је

приказан на слици 33, али на истој слици су приказане и основне димензије овог модела. Укупна дужина овог возила је 1913 mm, ширина возила је 1298 mm док је висина 673 mm. За ово возило у понуди је могуће користити три типа погонских агрегата GX200, GX270 или GX390 [28].



Слика 33. Физички изглед и неких од битних димензија возила SODI GT4R [28]

Следеће возило исте намене као и претходно јесте SODI LR5, оно је приказано на слици 34. Укупна дужина овог возила је 1850 mm, ширина возила је 1270 mm док је висина 590 mm. За ово возило у понуди је могуће користити три типа погонских агрегата GX160 или GX200 [28].



Слика 34. Физички изгледа и неких од битних димензија возила SODI LR5 [28]

Једно од возила које има погонски агрегат веће запремине јесте SODI RX250, дужина овог возила је 1975 mm, ширина возила је 1445 mm док је висина 660 mm. Ово возило се производи са варијантом погонског агрегата AG SA250 SE 32I, које има 249.6 cm³ док је снага мотора 20,1 kW. Приказ овог возила је дат на слици 35.



Слика 35. Физички изглед картинг возила SODI RX250 [28]

5.4 Анализа картинг возила компаније CRG

CRG је компанија која је основана током осамдесетих година прошлог века, ова компанија је основана од стране три позната картинг возача Calogero Vanaria, Roberto Vanaria и Giancarlo Tinini. У принципу ова компанија вуче корене још из компаније која се такође бавила конструкцијом и производњом картинга која се звала Kalì Kart која је постојала током седамдесетих година. Самим тим ова компанија је светски позната и по својим многобројним извођењима самих рамова возила, па имају јако велики избор рамова возила. Ова компанија има више производа односно производи све типове картинг возила као и до сада посматрана су само возила која се користе на такмичењима као и возила за рекреацију и обуку.

Ова компанија у првом плану поставља своја рекреативна возила, самим тим у овом делу и када је реч о овој компанији посматрана су само возила рекреативног типа и анализа њихових карактеристика. У табели 9 је дат приказ тих возила и њихових карактеристика.

Табела 9. Техничке карактеристике рекреативних модела картинг возила компаније CRG [29]

Модел возила	Centurion Senior	Big Foot
Пречник рама (mm)	Ø32	Ø32
Димензије погонске осовине	Ø30	Ø30
Тип кочионог система	Хидрауличене кочнице	Хидрауличене кочнице
Позиција кочница	Задња осовина	Задња и предња осовина
Материјал наплатак и пречних точкова	Алуминијум, пр.130mm – задњ.180mm	Алуминијум, пр.130mm – задњ.180mm
Покривеност возила каросеријом	Заштита целокупног возила	Заштита целокупног возила
Педале	Подесиве	Подесиво
Могуће варијанте погонских агрегата	HONDA GX 200	HONDA GX 270
	HONDA GX 270	
	HONDA GX 390	

На слици 36 је дат приказ возила које производи компанија CRG у смислу возила која се користе у сврхе рекреације и обуке. Наравно важно је напоменути да сва возила имају заштите у циљу сигурности, са слика је видно да су сви делови возила заштићени.



Слика 36. Картинг возила компанија CRG чија је намена рекреација [29]

6. АНАЛИЗА МОГУЋИХ КОНЦЕПЦИЈА, СИСТЕМА И ЕЛЕМЕНАТА КАРТИНГ ВОЗИЛА

У првом поглављу овог рада је дат приказ основних система и елемената на картинг возилу тачније приказ је дат на слици 3. У овом поглављу су анализирани сви могући концепти сваког од система који је могуће применити на картинг возилима и који се примењује од стране произвођача ових возила. Наравно сваки систем и елемент у овом поглављу је анализиран понаособ и самим тим ослањајући се на законску регулативу, стечено знање и искуство сваки од система ће бити анализиран и обрађен зашто је важан и шта би он требао задовољити у смислу примене у пракси али обзирајући се на законску регулативу (како на националну тако и на међународну, имајући у виду да једна другу допуњују). На основу свих приказаних делова који су описани, у наставку рада ће бити сви ти елементи усвојени као главни концепт возила.

6.1 Рам картинг возила

Један од најважнијих делова картинг возила јесте сам рам возила, имајући у виду да је то елемент на коме се ослањају односно причвршћују се сви системи на возилу, самим тим ово је елемент који прима сва оптерећења. Самим тим улога овог дела возила јесте да прими све остале делове и дај их обједини у једној целини. Имајући у виду претходно речено рам возила мора бити доста чврст да би издржао сва оптерећења и да не дође до деформисања и увијања самог рама. Имајући у виду претходно речено користе се углавном чврсти материјали али и конструкције су такве да су отпорне на деформације и имају различита ојачања. Усавршавање рама картинг возила је трајало доста дуго, у почетку се сам рам као и конструкција сводили на различите претпоставке, све док картинг возила нису ступила на сцену као тркачка возила. Најчешће је у примени рам возила који се користи на свим картинг возилима који се користе на такмичењима и који су према СИК-ФИА прописима и стандардима [30].



Слика 37. Најчешће изведбе рамова картинг возила [31, 32]

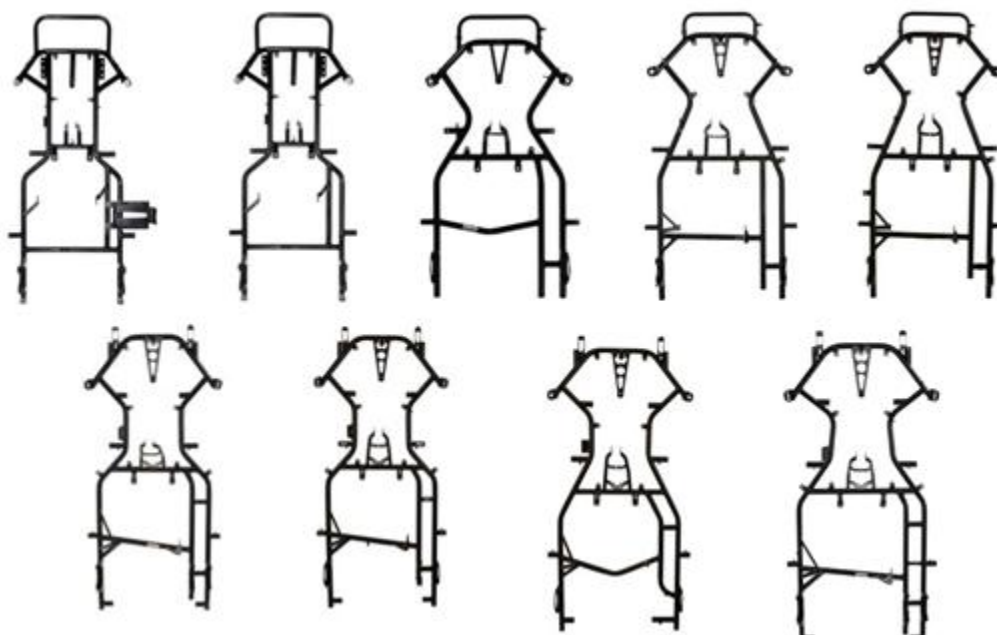
Имајући у виду да ова возила немају систем еластичног ослањања, између рама и точкова, све силе или боље речено све осцилације које се јављају услед неравнина пута се директно преносе на сам рам без пригушења. У овим случајевима у односу на путничка возила овде је смањена удобност међутим код ових возила се томе не придодаје велики

значај имајући у виду да је битно само да се пројектује што једноставнију конструкцију која треба имати одређене перформансе. Међутим због свих сила које настају услед неравнина пута, конструкција рама мора бити таква и оцењује се да је добра уколико не дође до деформација или неких других промена које могу утицати на карактеристике картинг возила услед вожње. У принципу на картинг возило делују две групе сила, Прва група сила су оне које се јављају као последица вожње док друга од тежине самог возача. Прва група сила напреже саму конструкцију рама на увијање у првом плану се јављају као последица вожње услед управљања али и услед неравнина на путу, и ако су стазе увек такве да се настоји направити стазу без неравнина у пракси је то није могуће па имајући у виду да само возило нема систем ослањања ове силе настоје да рам излажу сталним ударним напрезањима. Сама тежина возача настоји да рам напреже на савијање имајући у виду силу тежине возача које делује на рам. Поред ових напрезања сам рам је потребно да буде и довољно еластичан. Разлог томе јесте тај што сва четири точка је потребно да буду у додиру са подлогом. То је јако једноставно обезбедити код путничких возила имајући у виду да та возила имају системе еластичног ослањања па самим тим је могуће обезбедити да точкови не буду увек у истој равни односно на истој висини. У случају картинг возила ако је рам превише крут онда приликом неравнина на путу један точак би могао бити „у ваздуху“. Самим тим ако је рам возила довољно еластичан, дејством тежине возача и других тежина елемената овај проблем се решава, што на први поглед можда представља једноставан проблем док у пракси то није случај [30].

Поред претходно реченог што се тиче саме геометрије рама картинг возила, захтев се поставља да тежиште буде што ниже односно што ближе земљи. Код брзе вожње у кривини то омогућава велику стабилност картинг возила а тиме и бржу вожњу. Мора се водити рачуна и о томе да на висину тежишта зависи и сама величина пнеуматика. Самим тим према претходно непоменутом закључује се да рам возила треба бити што ближи тлу али да се води рачуна о томе да не буде ни превише ниско имајући у виду да тада постоји опасност од удара самог рама у тло што нарушава и безбедност и перформансе возила. На висину тежишта такође зависе и масе па самим тим највише утиче сам положај возача, имајући у виду да је маса возача највећа, у односу на све остале елементе на картингу. Самим тим седиште мора бити што ниже постављено однос што ближе раму возила, док најбоља расподела маса на предњој и задњој осовини је 45% укупне масе на предњим точковима док 55% масе да буде на задњој осовини [30].

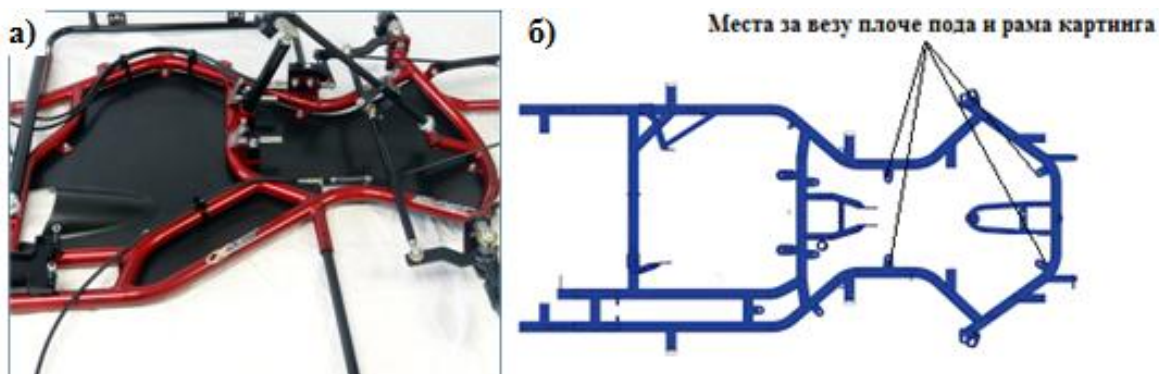
Рам возила се у почетку правио од челичних цеви квадратног, правоугаоног и кружног пресека. Такође се некада правило више профила који су међусобно спојени да би конструкција рама била што крућа. Данас, после пуно лутања, се углавном користе цеви који су кружног пресека, имајући у виду да такви профили могу примити сложена напрезања која делују на рам картинг возила. Дебљина тих попречних пресека је углавном 25mm, и не би требало бити мање од тога. Поред тога те цеви су углавном шупље са тим да су то дебелозидни профили из разлога што је такве профиле лако заварити и веома чврст спој се може направити. Што се тиче самог рама потребно је извршити низ компромиса у вези са једноставности конструкције, да буде довољно крут и еластичан а притом да буде од материјала који може обезбедити карактеристике које су већ наведене а да рам нема велику масу [30].

Познавајући светске произвођаче ових возила који су у претходном поглављу анализирани, они нуде доста решења ових рамова. Једна од компанија која је претхоно анализирана у претходном поглављу и за коју је било напоменуто да производи највише типова рамова за картинг возила јесте компанија CRG, самим тим на слици 38 су приказани неки од примера које ова компанија има у свом асортиману, наравно сваки рам је прилагођен по неком одређеном моделу како самог возила тако и погонског агрегата који се везује за рам.



Слика 38. Нека од решења рамова произвођача CRG [31]

Важно је напоменути да се на картингу постављају више елемената међутим важно је напоменути да се на самом картингу постављају сви елементи као и делови, у законској регулативи је напоменуто да је обавезна употреба пода на картингу чија је улога да заштити ноге самог возача, на слици 39 је приказан изглед пода картинг возила као и места на којима се причвршћује на раму.



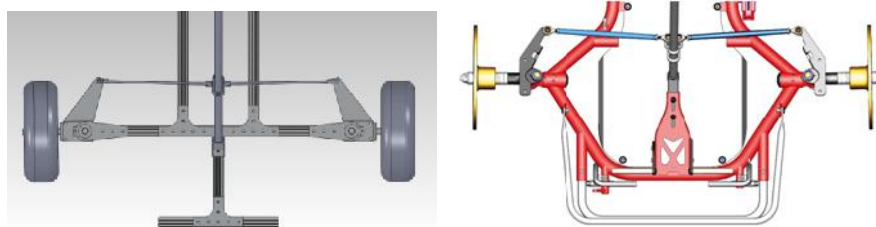
Слика 39. Пода рама картинг возила (под а) и приказ места за остваривање везе између рама и плоче пода (под б) [27, 34]

На крају рам картинг возила се може слободно поделити на два дела, имајући у виду да се на ова два дела налазе два значајна система који су јако различити и имају различите улоге на картингу. На предњем делу се налази систем управљања док на задњем делу картинга се налази систем преноса снаге и системи погона картинг возила, један од најзначајних делова јесте задња осовина која је уједно и погонска осовина, она сама спада у систем за пренос снаге, у даљем раду ће бити још речи о овим системима па самим тим ће се остварити важан осврт и на начин везе ових система са рамом возила.

О раму возила и специфичностима рама ће бити више речи у даљем раду, односно када сваки од система буде анализиран па ће специфичности које прате те системе бити уједно и специфичности и за сам рам имајући у виду да се може остварити веза са рамом на другачији начин у случају једног или другог система.

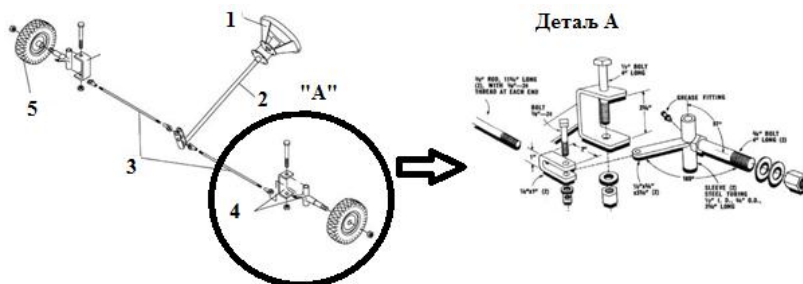
6.2 Систем управљања

Како је већ напоменуто у претходном делу рада, рам возила се може поделити у два дела у предњем делу се налази и овај систем, односно један од најважнијих система а то је систем којим се управља картинг возилом. Овај систем може бити изведен на више начина, међутим и данас се најчешће користи један систем који се назива „управљачки трапез“, ово је једно од најстаријих решења али се и данас примењује. На слици 40 је дат приказ скице управљачког трапеза који се примењује на картинг возилима.



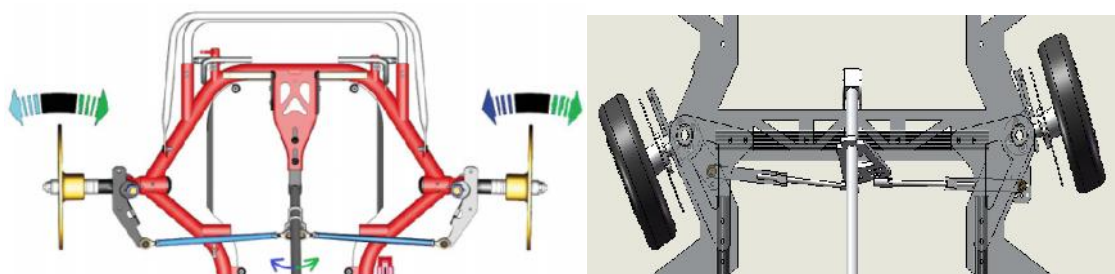
Слика 40. Управљачки трапез картинг возила [35]

Овакав систем је доста једноставан, и ако може имати доста делова, на слици 41 је дат приказ свих елемената овог система. Систем изгледа доста компликовано у односу на можда друге системе и ако је један од најједноставнијих система управљања о чему ће бити више речи у наставку рада. Имајући у виду да је ово систем директног управљања преносни однос овог система управљања је 1:1.



Слика 41. Систем управљања картинг возилом, где су: 1) Точак управљача, 2) Управљачка осовина, 3) Споне, 4) Науглице и управљачки механизам, 5)Точкиви [37]

У односу на путничка возила овај механизам се разликује према конструкцији али и једноставности међутим основна разлика код овог система јесте тај што се овде остварује управљање директним управљањем. Заокретањем точка управљача се закреће и сама управљачка оsovина, то заокретање се помоћу спона преноси на саме точкове односно на управљачки механизам који је спојен са једне стране спонама док са друге стране точковима, а са науглицама је спојен за сам рам. На слици 42 је дат приказ начина заокретања точкова и самог точка управљача.



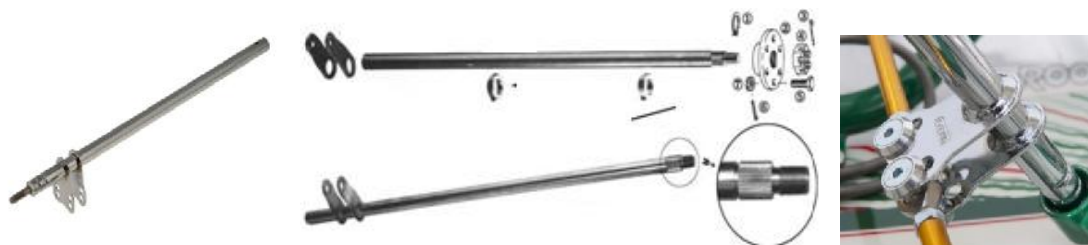
Слика 42. Принципи функционисања система управљања картинг возилом [35]

Точак управљача може бити израђен у више варијанти, најчешће су то кружни облици точка управљача, с тим што неки од њих имају и облик $\frac{3}{4}$ површине круга без стране ка возачу или супротно од возача. Веза између точка управљача и управљачког стуба се остварује помоћу помоћу завртњева с тим да постоји специјално лежиште на самом стубу на коме се остварује веза точка управљача и на коме се завијају завртњеви, на слици 43 је дат приказ начина везе са точком управљача и главног управљачког стуба, на слици 43а је дата илустрација примера начина везе точка управљача и управљачког стуба на возилима произвођача Sodi, док су слици 43б приказани примери точкова управљача компаније BirelART.



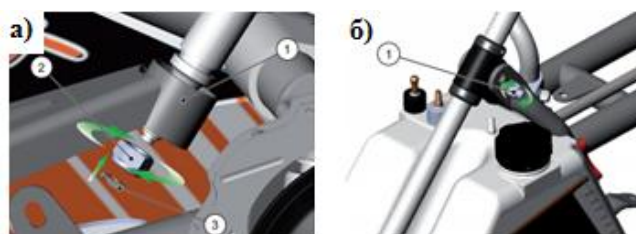
Слика 43. Извођење система точка управљача, где је а) начини постављања точка управљача, б) варијанте управљачких точкова [32,33]

Главна управљачка осовина има специфичност имајући у виду да се на њој мора поставити управљачки точак, везати спојнице које преносе силу скретања возила, па самим тим у доњем делу се везује сама спона помоћу које се преноси обртни момент, на слици 44 је дат приказ изгледа оваквог вратила као и везу која се остварује са спојницама.



Слика 44. Главна управљачке осовина и споја са спонама [31]

Главна управљачка осовина се причвршћује за рам возила са доње стране помоћу једног завртња, и он је приказан на слици 45, на слици 45а је видна је та позиција где се ово вратило везује за рам. Са горње стране се везује за рам на специјално за то намењеном месту које је приказано на слици 45б.



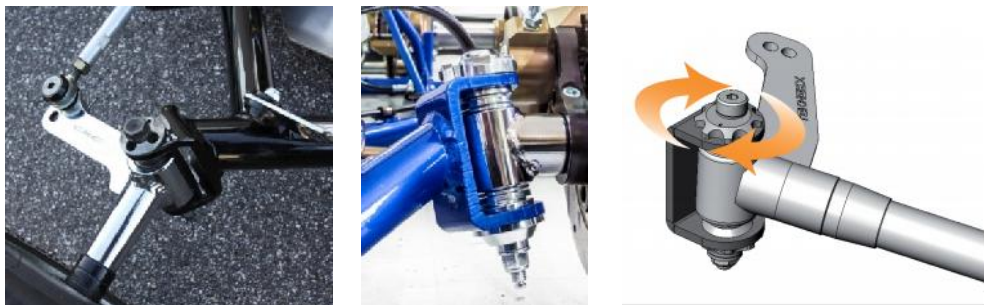
Слика 45. Постављање управљачке осовине, где су а) 1) Рам, 2) Завртањ, 3) Осигурач, б) 1) Завртањ и носач осовине [33]

Главна управљачка осовина се спонама спаја са главним управљачким елементом који је веза између точкова, система управљања и самог рама. На слици 46 је дат приказ овог елемента управљања. Постоји више начина извођења, на овом елементу се може још поставити систем кочења на предњим осовинама као и главчина точка.



Слика 46. Елемент везе точкова, рама и система управљања точкова [31]

О вези овог елемента са точком биће више речи у наредном поглављу, међутим је јако занимљива веза која се остварује са самим рамом, док са спонама је идентична веза са главним стубом управљача. Веза са рамом се остварује такође помоћу завртњева који су велике чврстине, међутим може се сама веза са овим елементом остварити на више начина. Један од начина јесте помоћу науглица с тим да овај елемент има цео елемент док рам има наушице, у односу на сам рам они су под одређеним углом док је рам подигнут и науглице су под углом, на слици 47 је дат приказ овог споја. На слици 47 дат је приказ начина везивања ових елемената помоћу завртњева.



Слика 47. Један од начина везе елемента управљања са рамом[28,33]

Други начин везе јесте да на самом управљачком елементу постоји науглица док на раму постоји специјалан додатак који улази у науглицу, затим се ова два елемента везују помоћу завртња. Приказ оваквог споја и елемената је дат на слици 48.



Слика 49. Други начин извођења споја система управљања са рамом [38]

Битно је напоменути да се систем управљања данас конструишу тако да одступају од овог класичног трапезног типа, самим тим је систем мало другачији односно има сличности са управљачким системом путничких возила самим тим имају пужне преноснике или пак зупчасте летве па се не преноси директно заокретање већ помоћу система машинских елемената, елементи овог система су приказани на слици 50. Проблем оваквог система управљања код картинг возила може представљати смештај свих елемената.



Слика 50. Елемената другог начина извођења система управљања [39]

6.3 Точкови на картинг возилима

Да би се кретало ово возило потребно је користити точкове у односу на путничка возила ова возила користе доста мање точкове, поред тога важно је напоменути да се точкови на предњем делу возила од точкова на задњој осовини, наравно то је у смислу величине самих пнеуматика. У односу на путничка возила и ови пнеуматици се разликују и по самом обележавању, на слици 51 је дат приказ означавања ових пнеуматика. Ознака ових пнеуматика се састоји од 3 цифара, рецимо 10X4,50-5. Прва цифра у овом случају 10 означава висину пнеуматика изражену у инчима. Друга цифра односно 4,50 представља ширину пнеуматика израженог у инчима. Трећа цифра односно 5 означава пречник наплата израженог у инчима.



Слика 51. Означавање пнеуматика картинг возила [40]

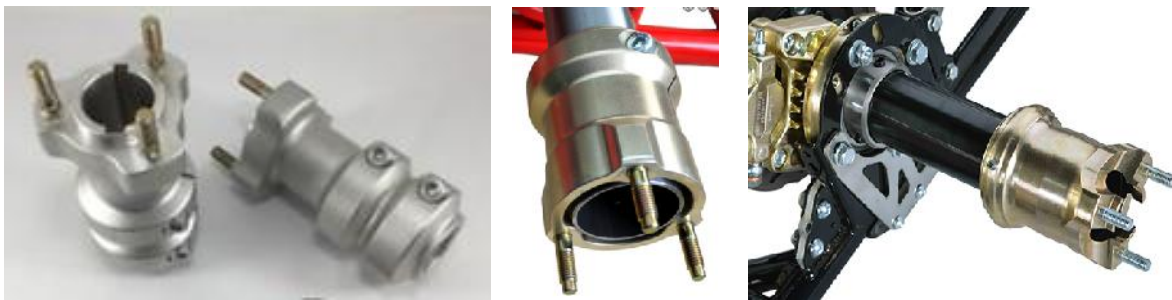
Као и на путничким возилима и на картинг возилима постоји главчина која се поставља на елементу везе точка рама и система управљања, па се она на том елементу везује односно причвршћује за тај елемент помоћу сигурносног завртња. Затим на тој главчини се везује и точак, такође помоћу завртњева. На слици 52 је дат приказ главе точка, како поред самог изгледа тако је приказан и начин постављања. Важно је напоменути да главчина точка може имати још један додатни елемент на коме се везују дискови предњих кочница уколико наравно картинг возило поседује кочнице на предњим точковима. У неком од наредних поглавља биће више речи о томе и о самом елементу који се поставља на главчини и самом изгледу исте. Наравно поред тога отвор ових главчина може бити различитих пречника све у зависности пречника самог елемента везе.



Слика 52. Главчине предњих точкова као и позицију точка на главчини [29, 33, 41]

Поред ових елемената постоје и елементи који се постављају на задњој осовини, такође на задњој осовини се постављају главчине на којима се постављају точкови. Битно је напоменути да у односу на предње точкове где главчине нису фиксне на вратилу већ

ротирају услед кретања, док код главчине на задњој осовини случај да је она фиксна и причвршћена на задњој осовини помоћу осигурача. Наравно важно је напоменути да су предња и задња главчина јако сличне али да је разлика та да на предњим постоје куглични лежајеви који омогућавају окретање, док на задњој главчини постоје осигурачи који је спајају у чврстој вези са вратилом што је и задатак, односно окретање заједно са вратилом. На слици 53 је дат приказ овог система и начина извођења.

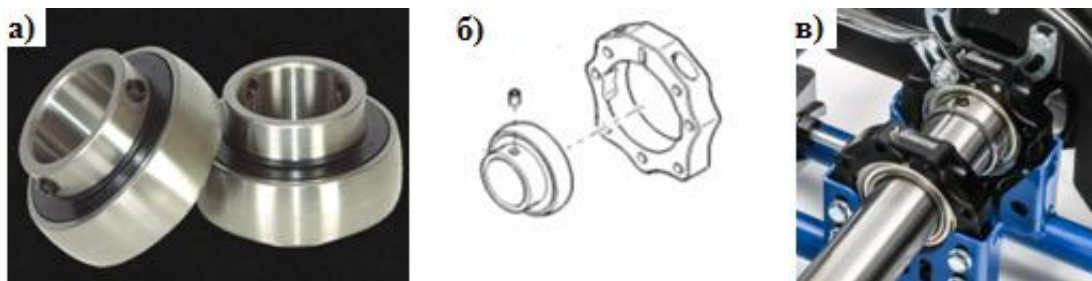


Слика 53. Главчине на задњој осовини [31, 35, 38]

6.4 Задње вратило

Један од значајних елемената који се налазе на картинг возилу јесте и задње вратило, карактеристика ове осовине јесте та да је она један од елемената који има више улога. Прва улога јесте систем преноса снаге од мотора до самих точкова, наравно у даљем раду ће бити више речи о начину преноса снаге. Друга улога овог вратила јесте та ова осовина има улогу у кочењу, разлог томе јесте тај што се на задњем вратилу поставља кочиони диск. Наравно трећа улога јесте та да се на овом вратилу везују точкови што је већ приказано у претходном тексту. Када је реч о начину израде она се може израдити као пуно вратило или као шупље вратило, када је реч о пречницима и дебљине зидова вратила у случају шупљег вратила наравно, димензије су приказане у законској регулативи па самим тим и у овом случају те димензије ће бити смернице самог система.

Вратило поставља на задњој страни возила, ова осовина се мора причврстити за рам возила, међутим на тај начин да се ово вратило мора окретати имајући у виду да се преко ње директно преноси снага на погонске точкове, међутим о томе ће бити више речи у поглављу везаног за систем преноса снаге. Веза са рамом се остварује помоћу кугличних лежајева који омогућавају окретање вратила, с тим да су то куглични лежајеви који на себи имају и најчешће три завртња или боље речено три осигурача који омогућавају чврсту везу са вратилом, али и онемогућавају да вратило склизне са рама или да се помера. На слици 54а је дат приказ таквих лежајева. Постављање лежајева је такав да се они налазе у специјално конструисаним кућиштима, и та кућишта су везана са рамом возила самим тим да се на тај начин омогућава веза са рамом возила и погонским вратилом, и омогућава се окретање осовине око једне осе. Приказ самог кућишта је дат на слици 54б, док на слици 56в је дат приказ целокупног система и везе вратило-лежај-рам.



Слика 54. Елементи везе вратила и рама, где су: а) Лежајеви са осигурачима, б) Лежај у кућишту, в) веза осовине лежајева и рама картинг возила [31, 38, 42]

6.4 Систем преноса снаге

У досадашњем раду приказани су неки од основних система који се углавном налазе у предњем делу возила, када је реч о задњем делу возила, ту су углавном елементи који служе за пренос снаге или са друге стране служе за кочње. Међутим у овом потпоглављу анализиран је систем преноса снаге на картинг возилу. Углавном систем преноса снаге је сличан као код путничких возила с тим да код ових возила имамо случај да се снага са погонског агрегата или мењачког преносника путем ланчаника директно преноси на задњу осовину.

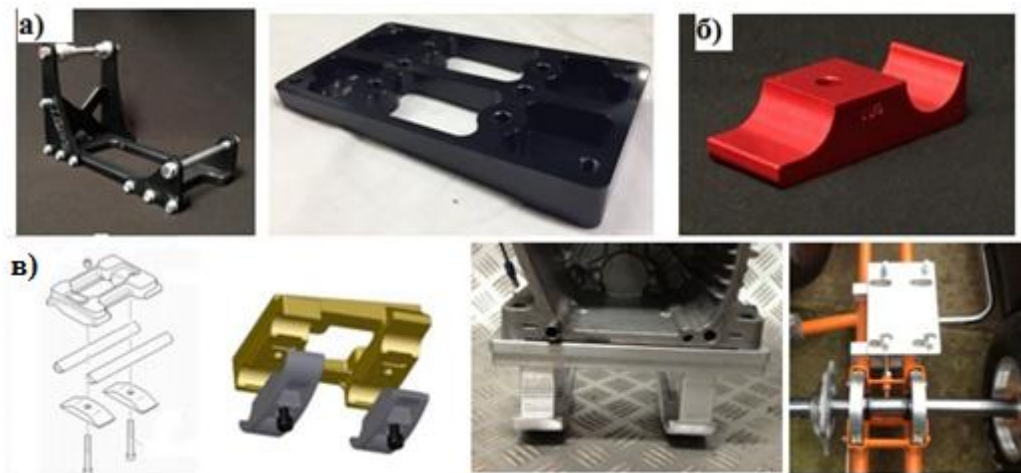
Сам пренос снаге код картинг возила је углавном сличан, у зависности од тога да ли возило користи мануелни мењачки преносник или аутоматски мењачки преносник, док је сам пренос снаге на задњим точковима увек исти и углавном се примењују ланчани приносници. На слици 55 је дат приказ свих елемената у систему преноса снаге на картинг возилима, с тим што је потребно напоменути да за мануелне мењачке преноснике сам возач мора да мења преносни однос док код аутоматских мењачких преносника се најчешће примењују фрикциони мењачки приносници конкретно тип који користе каишне преноснике.



Слика 55. Шема преноса снаге код картинг возила

О погонском агрегату је до сада било речи у поглављу везаном за законску регулативу али је било и речи о самим погонским агрегатима у поглављу у коме је анализирано конкурентско тржиште. Погонски агрегати код картинг возила двотактни, и да се код већине картинг возила поставља на десној страни возила. Анализом рама возила уочљиво је да на раму нема одређеног простора на коме се постављање погонског агрегата, па се самим тим за сврхе постављања погонског агрегата користе додаци односно уметци

на којима се поставља погонски агрегат и на самом уметку постоје делови који се везују, најчешће помоћу завртњева, за рам возила. Такви уметци и веза су приказани на слици 57, у циљу разумевања важно је напоменути да се погонски агрегати везују углавном на једној страни возила углавном то је десна страна возила, на слици 57 је приказан сам уметак, на коме се везује погонски агрегат. Важно је напоменути да изглед уметка зависи искључиво од погонског агрегата који се користи па самим тим и од самих места који су на агрегату одређени за причвршћење за уметак. Ти елементи су приказани на слици 57а, на слици 57б на истој слици су приказани елементи који се причвршћују за рам са уметком, на слици 57в је приказан цео склоп.



Слика 57. Елементи и системи за везу рама и погонског агрегата, где су: а) Приказ елемента везе погонског агрегата и рама (платформа мотора), б) елемент за везу платформе мотора и рама, в) начин повезивања претходних елемената са примерима [32, 35, 37, 38]

Следећи елемент јесте мењачки преносник, у овом случају има два могућа типа возила. У овом случају та два типа возила су у овом раду посматрана посебно. У првом случају код једне групе возила не постоји мењачки преносник, односно у овом случају се обртаји мотора као и обртни момент се директно преносе на ланчани преносник који даље повезује са погонском осовином који покреће возило. У овом случају колико год возач повећава гас он се директно преноси, о ланчаном преноснику ће бити више речи у даљем раду. У овом случају и код ових возила се преносни однос мења на тај начин што се што се мења зупчаник ланчаног преносника, самим тим пре саме вожње је одређен преносни однос па на тај начин је важно да картинг тим унапред одлучи да ли жели већу брзину возила или већи обртни момент да би лакше могло возило савладати терене. Важно је напоменути да у овом случају на возилу возач нема могућност укључивања и искључивања спојнице, разлог је тај што се овде користи аутоматска центрифугална спојница, која сама када се достигне довољан број обртаја покреће возило, на слици 58 је дат приказ овакве спојнице. Она је директно повезана са коленастим вратилом и на њој се налази погонски ланчани зупчаник који преноси снагу помоћу ланчаника. Самим тим сваким повећањем гаса од стране возача картинг возило се покреће чим спојница савлада све отпоре и чим се снага преноси на точкове.



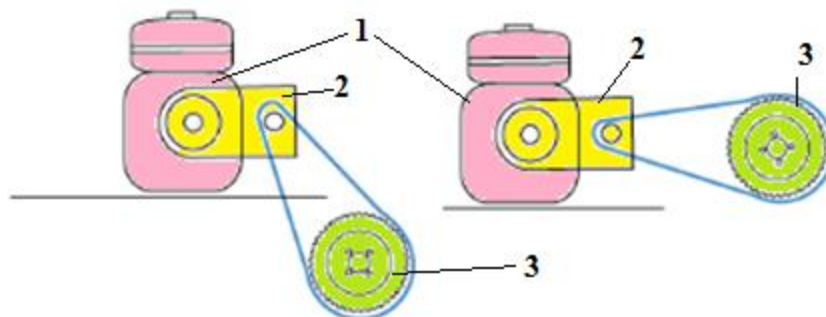
Слика 58. Центрифугалне спојнице на картинг возилима[43]

Поред типа који је описан у претходном тексту постоји и могућност извођења система када на картинг возилу постоји мануелни мењачки преносник. У таквим случајевима извођење спојнице као и мењачког преносника је слично као и код мотоцикла. Код таквих типова возила се уграђује спојница која је контролисана од стране возача, наравно у смислу укључивања и искључивања, као и промена степена преноса у мењачком преноснику је условљена променом од стране возача. У односу на путничка возила код ових возила се такође користе фрикционе спојнице, док је главна разлика у томе а што је сличност са мотоциклима сама спојница се искључује помоћу ручне команде која функционише исто као на мотоциклу с тим да је ручица другачијег изгледа и налази се испод точка управљача. Приказ изгледа ручице и извођења на слици 59а. Ручица мењачког преносника је такође испод точка управљача и начин извођења и изглед је дат на слици 59б. Код ових система поред мењачког преносника постоји главни преносник преноси снагу на погонску осовину али и он својим преносним односом врши промену параметара снаге.



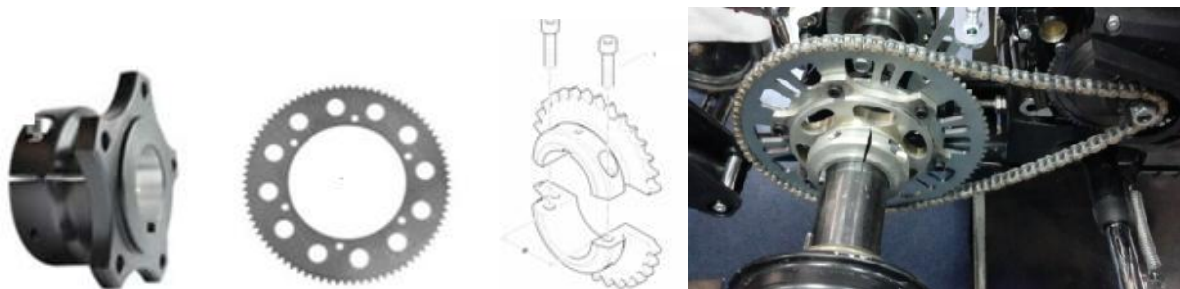
Слика 59. Елементи система промене степена преноса, где су а) Приказ елемената искључивања спојнице, б) приказ ручице и система промене степена преноса [31, 33, 36, 44]

Поред мануелног мењачког преносника могуће је на картинг возилима уградити континуални мењачки преносник. Овакав мењачки преносник не захтева мануелно укључивање спојнице, спојница се укључује приликом постизања одређеног броја обртаја мотора. Са порастом броја обртаја мења се аутоматски и преносни мењачког преносника. Овај преносник може бити конструисан тако да се може прилагодити свим погонским агрегатима с тим што се касније до точкова број обртаја и обртни момент преноси помоћу ланчаника. На слици 60 је приказан овакав пример преноса, односно приказана је скица.



Слика 60. Могуће варијанте постављања континуалних мењачких преносника, где су: 1) Мотор, 2) Континуирани мењачки преносник 3) Главни преносник

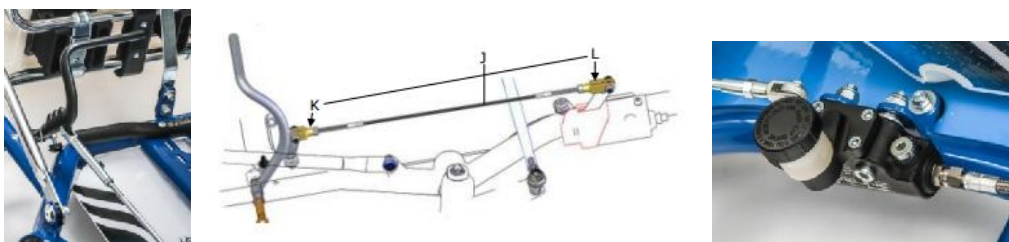
Следећи елемент јесте сам ланчаник са ланчаницима помоћу којих се преноси снага са мењачког преносника или саме спојнице (у зависности од типа концепције возила, који је био представљен у овом поглављу) на задње погонско вратило. На спојници или мењачком преноснику се налази погонски ланчаник, док се гоњени ланчаник који су повезани преко ланчаника. На слици 61 је приказан гоњени зупчаник који се налази на задњој осовини, повезивање се врши помоћу елемента који се једним крајем везују за задњу осовину док на другом делу овог елемента се поставља сам ланчаник. Наравно веза са ланчаником се остварује помоћу завртњева док се са вратилом остварује помоћу осигурача. Ланац и ланчаници преносе снагу на погонским точковима међутим у случају код возила која немају мењачки преносник ово је једни систем у којој долази до промене параметара снаге с тим да у том случају ово је и главни преносник, самим тим на тим возилима битно је изабрати потребан степен преноса док у случају да постоји мењачки преносник овај систем односно елемент има улогу главног преносника. Према доступним подацима произвођача као и самих такмичарских тимова постоје различите препоруке за одабир степена преноса овог система. Степен преноса овог система бира сам произвођач у зависности од путних услова. Законском регулативном су постављена нека од ограничења која се постављају пред самим тимовима у смислу главног (погонског) ланчаника да се ограничава број зубаца док за гоњени ланчаник је слободан избор произвођача. Међутим том проблему се приступа кроз озбиљно имајући у виду да од тог преносног односа зависе све карактеристике возила.



Слика 61. Могући елементи ланчаника на погонском вратилу [31,35,36]

6.5 Систем кочења

Један од најзначајних система јесте систем кочења картинг возила. На картинг возилима се углавном примењују пнеуматске и хидрауличне диск кочнице. Примењују се и диск кочнице и тракасте кочнице с тим да код новијих возила су то диск кочнице. Такође постоје два типа возила у зависности од позиције где су постављене кочнице, први тип возила су возила која имају кочнице само на задњој осовини конкретно само једну диск кочницу, углавном се овакав систем примењује код возила и возила која постижу мање брзине, као и код возила за рекреацију и изнајмљивање. Сам кочиони систем се покреће помоћу педале кочнице која је директно повезана са кочионом цилиндру који повећава притисак и затеже канце диск кочнице и возило кочи. На слици 62 је дат приказ система активирања кочнице, конкретно дат је приказ педале као и кочионог цилиндра.



Слика 62. Педале кочнице, везе педала и кочионог цилиндра и кочиони цилиндар [35, 42]

Диск задње кочнице се везује на погонско вратило помоћу елемената везе који су слични елементима везе гоњеног ланчаника и погонског вратила. О принципу рада и начину рада диск кочница неће бити речи али важно је знати да диск ротира са погонским вратилом, док се канце и тај механизам кочња је у вези са рамом. Наравно цео систем је са водовима флуида у вези са кочионим диском. На слици 63 је дат приказ диск кочнице, начин везе са осовином као и начин постављања кочионог механизма на рам картинг возила.



Слика 63. Диск кочница и веза са погонским вратилом [28, 42, 45]

Поред возила које имају кочнице само на задњем вратилу, постоје возила која имају возила на задњој осовини али и на предњој осовини. Оваква возила имају углавном два кочиона цилиндра који су повезани једном полугом, самим коришћењем педале кочнице аутоматски се активирају оба кочиона цилиндра, један кочиони цилиндар активира задњу кочницу, док други кочиони цилиндар активира кочнице на предњим точковима, што је битно напоменути да на оба точка постоји по једна кочиони цилиндар, чиме се постиже да имамо два кочиона система што знатно повећава безбедност у случају отказа једног система. Овакви кочиони системи се примењују на возилима која имају већу снагу и

достигу веће брзине. На слици 64 је приказан систем активирања кочионих цилиндара и као и удвојене цилиндри који се користе у овим случајевима за активирање предњих кочница и цилиндар за активирање задњих кочница.



Слика 64. Система активирања предње и задње кочнице са освртом на кочионе цилиндри предње и задње кочнице [35, 36, 42]

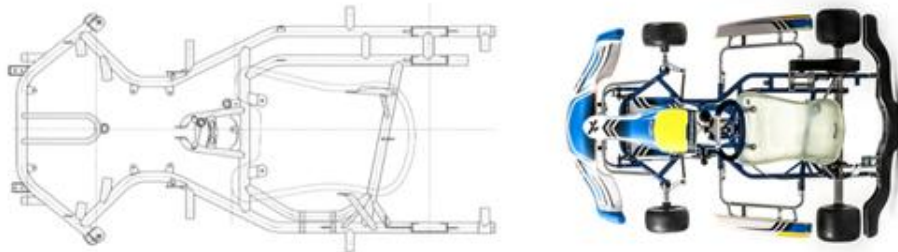
Код оваквих система кочења поред задњих кочница, које су исте као и код возила када постоји кочница само на задњој осовини, постоје и кочнице на предњим точковима. У овом случају конструкција главчине је другачија у односу на ону која је приказана у поглављу 6.3, разлог је тај што је у том случају а што је било напоменуто да су то главчине које су конструисане само за везу са точком и на тим возилима са том главчином нема предњих кочница. У случају када има предњих кочница разлика је што на једној страни главчине постоје елементи везе са точком док са друге стране се налази елемент везе са диском кочнице, док се саме канџе налазе причвршћене на елементу везе са рамом, точком и систему управљања, самим тим и тај елемент се само мало разликује. Сама главчина се може изводити на више начина уколико постоје кочнице на предњим точковима, један од начина јесте када се главчина конструише из једног дела и на једној страни је точак док са друге стране је диск. Други начин јесте да се главчина конструише из два дела, на једном делу се поставља главчина док се на другом делу поставља диск, да би се ова два дела главчине заједно окретала постоји веза између њих помоћу осовиница. Овакав начин извођења је бољи него први тип, из разлога што уколико постоји кашњење повећања притиска или није равномеран притисак са обе стране канџи кочница може доћи до кривљења диска док то није случај код другог типа јер се диск и сама главчина адаптира са обе стране канџи и не може доћи до кривљења. На слици 65 под а је приказан први начин извођења главчине за диск кочнице док на истој слици под б је приказан други начин извођења главчине



Слика 65. Извођење система кочница на предњим точковима, где су: а) тип извођења без осовиница, б) тип извођења са осовиницама споја два дела главчине [26, 33, 35, 45]

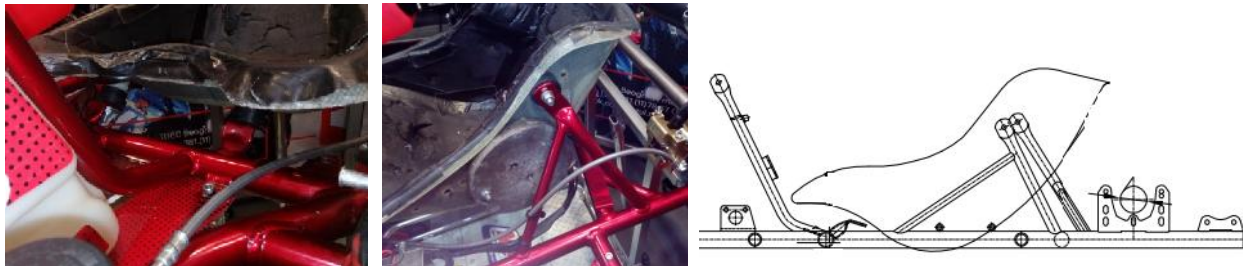
6.5 Седишта

Имајући у виду да је потребно да картинг возило буде удобно да би се обезбедила висока удобност седења возача у возилу а са друге стране потребно је обезбедити високу сигурност од клизања, самим тим седишта су специјално израђена на тај начин да фиксирају возача и самим тим онемогућавају бочно клизање. Ова седишта су нагнута ка задњој осовини возила па самим онемогућавају и клизање па и испадање возача са седишта у случају кочења. Позиција седишта је углавном таква да омогућава расподелу тежине возила са 55% на задњој осовини и 45% на предњој осовини. На слици 66 је дат приказ позиције седишта на картинг возилу.



Слика 66. Позиција седишта [44, 45]

Седиште је такође потребно фиксирати на тај начин да је немогуће померање седишта, наравно потребно је фиксирати на више места да би се одржало на исто место и да нема померања возача. На слици 67 је дат приказ начина везивања седишта за рам возила. Седиште се везује са доње стране, међутим такође се везује и са задње односно бочне стране помоћу цеви које су део рама.



Слика 67. Постављања седишта у подужној равни возила [45]

7. АНАЛИЗА МОГУЋИХ КООПЕРАНАТА

Данас када је производња постала јако компликована и када се захтевају погонски агрегати који су јако велике ефективности или неки одређени елементи попут пнеуматика који су јако сложене конструкције и који могу издржати јако тешке услове експлоатације возила, онда је лакше такве елементе купити или набављати од других коопераната односно специјализованих компанија које се баве производњом компликованих делова возила за израду где је потребно пуно времена и новца за истраживања. Међутим такође постоји и друга група елемената картинг возила које захтевају мање испитивања али и мање компликоване технологије за израду истих, па самим тим такве елементе ипак усвајамо да буду произведени од стране фирме којој је намењен овакав идејни пројекат картинг возила. У наставку овог поглавља извршена је анализа свих делова картинг возила као и њихова потреба у смислу да је потребно те елементе купити од произвођача или да ти делови буду производ фирме којој је намењен овај идејни пројекат. За сваки од елемената је извршена кратка анализа сваког елемента понаособ, у смислу цене, технологије и испитивања. Важно је напоменути да елементи који су анализирани су такви да се возило на крају идејног пројекта може сврстати у првој категорији односно класи СуперКартинг возила према међународној законској регулативи, и сви елементи попут пнеуматика ће бити намењени за вожњу при климатским условима без падавина односно при сувом путу.

Први елемент јесте управљачки систем, управљачки систем је у претходном делу рада био један од система о којима је било доста речи и самим тим познати су сви елементи и захтеви који се постављају пред њим. Управљачки елементи се могу поделити у две категорије, односно категорију елемената који је потребно купити од коопераната али и елементе који могу бити произведени од стране компаније које производи ова возила. У групу која је потребно набавити од стране произвођача јесте точак управљача, елемент везе између стуба управљача и елемента везе управљачког система (споне), точка и рама. Елементи који спадају у групу који се производе од стране компаније којој је намењен овај идејни пројекат, су главни управљачки стуб, и елемент везе између рама точкова.

Погонски агрегат као један од најкомпликованијих елемената картинг возила је елемент који се набавља од коопераната. Погонски агрегат захтева низ прорачуна као и испитивања да би задовољио карактеристику економичности али свакако и да би на крају на излазном вратилу дао одговарајуће карактеристике од којих свакако зависе и перформансе возила. Поред претходно реченог погонски агрегат захтева и компликовано али свакако и скупочену технологију израде, па самим тим јако је тешко направити добар погонски агрегат а да на крају израде картинг возила оно нема и високу цену, што у случају израде као и конструисања од стране произвођача коме је намењен овај идејни пројект то би било неминовно и самим тим цена овог возила би била јако висока што не би сместило ово возило на врх главних конкурената неком другом произвођачу. Такође и носач погонског агрегата представља елемент који ће бити усвојен од стране коопераната.

Када је реч о кочионом систему, као и о свим елементима кочионог система, он ће свакако бити усвојен да буде набављен од стране коопераната. Разлог томе јесте тај што је

израда овог система јако скупа али поред тога потребан је низ испитивања, па самим тим такав елемент је најбоље купити од стране произвођача који су та испитивања већ спровела и који су специјализовани за производњу тих елемената. Точкови односно сам склоп пнеуматика и наплата такође су бити елементи и делови који се набављају од коопераната. Разлог томе јесте тај што је већ далеко позната сложеност конструкције, испитивања па чак и производње пнеуматика али и наплата, самим тим већина компанија па чак и она која ће користити овај идејни пројекат нису у могућности за овакву производњу.

Када је реч о преносу снаге, у смислу мењачког преносника, спојнице, ланца и ланчаника, то су елементи који су свакако елементи који спадају у групу набављених од коопераната. Мењачки преносник свакако је потребно набављати од добављача од којих ће бити набављен и погонски агрегат, разлог је тај што је произвођач већ извршио конструкцију и испитивања та два елемента заједно. Наравно овај елемент као и погонски агрегата се могу применити исти они који су примењени на мотоциклима па самим тим у наставку анализа ће бити на произвођаче који нуде мењачки преносник и погонски агрегат. Овај елемент је свакако онај који се примењује на картинг возилима са мењачким преносником. Спојница свакако је елемент који се примењује на возилима са и без мењачког преносника, у случају возила са мењачким преносником спојница свакако ће као и мењачки преносник бити један елемент који се са погонским агрегатом и мењачким преносником добављају од истог добављача. Спојница на возилима без мењачког преносника је елемент који је потребно набавити од добављача који може бити независан од погонског агрегата с тим да је потребно да спојница буде таква да има прихватљив обртни момент у односу на погонски агрегат, да би уопште могло преносити максимални обртни моментна ланац и ланчанике. Ланце и ланчанике свакако је потребно такође набављати од коопераната. Ништа мање битно јесте и задња осовина, која ће бити израђена од стране компаније која ће користити овај идејни пројекат. Битно је сада напоменути да је битно усвојити и елементе који су везани за остваривање везе са рамом или између ланчаника и задњег вратила, ти елементи због сложености производње такође ће бити усвојени од стране коопераната.

Седиште возила је такође један од елемената који је потребно набављати од коопераната. Разлог томе јесте тај што седишта не представљају елемент који је једноставан за производњу, па можда пре свега и за истраживања имајући у виду потребна истраживања која су везана за ергономске карактеристике оваквих возила. Поред тога за саму израду овог елемента је потребна скупа технологија израде ових седишта имајући у виду да се производи од јаче пластике а самим тим потребне су и машине чија је улога ливење и топљење пластике у калупима. У вези са седиштем је и сама каросерија, каросерија је већ познато да мора бити направљена од тврђег материјала попут пластике, самим тим и сви елементи каросерије се морају набављати од коопераната или други начин препустити некој компанији да изради те елементе.

Рам возила представља један од елемената који спадају у елементе који се производе од стране произвођача картинг возила односно онога за кога је овај идејни пројекат намењен. Конструкција није компликована и заснова се на неким основним инжењерским прорачунима, поред тога омогућава и не толико компликовану израду и не тако скупочену технологију израде, а притом и нижу цену.

7.1 Анализа коопераната везаних за погонски агрегат и мењачки преносник

Везано за погонски агрегат у овом поглављу је већ анализиран разлог због кога је потребно узимати од коопераната, самим тим је јако важно пре свега узети у обзир који су они који су одговарајући и који кооперанти нуде погонске агрегате који имају карактеристике који одговарају возилу које је израђено у овом идејном пројекту. Важно је напоменути да ће на овом возилу бити уграђен мотор са унутрашњим сагоревањем, па имајући у виду поделу на бензинске и дизел моторе али такође и на двотактне и четворотактне моторе. У овом случају за ово возило коришћен ће бити бензински мотор, разлог томе јесте тај што је потребно да ово возило има што мању масу, па самим тим и погонски агрегат као један од највећих и најтежих елемената је потребно имати мању масу. Дизел мотори због своје конструкције и принципа рада морају имати већу масу, поред тога бензински мотори су динамичнији. Имајући у виду претходно речено у овом случају коришћен и у обзир ће бити узети само бензински мотори. Бензинске мотори се могу делити на четворотактне и двотактне моторе, самим тим је и ту потребно извршити одабир и према тој подели.

У овом поглављу анализирани су погонски агрегати који се нуде од коопераната, међутим посматрани су на два типа, први тип јесу погонски агрегати за возила без мењачког преносника док други тип јесу возила која користе мењачки преносник па самим тим за ту групу баш у овом поглављу анализирани су и мењачки преносници који нуде произвођачи који се користе на мотоциклима. Наравно поред тога овакав поступак је важан из разлога што ће у даљем раду тек бити речи о усвајању концепције. У обзир ће такође бити узет у обзир узети само погонски агрегати од 125 и 250 cm^3 .

7.1.1 Анализа коопераната у случају возила без мануелног мењачког преносника

За тип возила без мењачког преносника анализирани су погонски агрегати који имају могућност да се уграде на возило без мењачког преносника а да притом да има одговарајући обртни момент. У овом случају важно је анализирати које погонске агрегате користе друге компаније које врше израду ових возила, посматрањем конкурентних фирми најчешће се користе погонски агрегати које производи Honda. Ти агрегати су углавном од 200 cm^3 , 250 cm^3 као и 390 cm^3 .

У случају овог идејног пројекта кооперанте који ће бити узети у обзир као могући кооперанти су компаније Honda, Kawasaki, Mitsubishi као и Yamaha. Такође у обзир су узети само погонски агрегати од 125 до 175 cm^3 . Сваки од ових могућих коопераната нуде неколико варијанти који се разликују према карактеристикама али док у поглављу 8 бити изабран онај који од свих агрегата који највише одговара овом возилу узимајући у обзир његову намену. У табели 10 су приказане најважније карактеристике везане за погонске агрегате који одговарају потреби овом возилу за које се израђује идејни пројекат, у табели 10 су приказане карактеристике погонског агрегата од 125 cm^3 док у табели 11 су приказане карактеристике мотора од 175 cm^3 . Од сваког могућег кооперанта изабрано је више погонских агрегата.

Табела 10. Карактеристике погонских агрегата који су у понуди од стране могућих коопераната а чија је запремина мотора до 125 cm³

Карактеристике	Yamaha MZ125	Honda GX125	Kawasaki FE125	Mitsubishi GM131PN
Тип погонског агрегата према начину измене радне материје	Четворотакни мотор	Четворотакни мотор	Четворотакни мотор	Четворотакни мотор
Запремина мотора [cm ³]	123	118	124	126
Максимална снага мотора [kW]/ [rpm]	2,9/4000	2,9/4000	2,9/4000	2,9/4000
Коњска снага при 3600 o/min [kW]	2,2	2,1	2,2	2,1
Максимални обртни момент [Nm]	7,65/2500	7,45/2500	7,45/2800	7,65/2800
Систем образовања смеше	Карбураторски и	Карбураторски	Карбураторски	Карбураторски
Начин хлађења мотора	Ваздушно хлађење	Ваздушно хлађење	Ваздушно хлађење	Ваздушно хлађење
Начин стартовања мотора	Механички, Електрични	Механички, Електрични	Механички, Електрични	Механички, Електрични
Маса погонског агрегата без мазива [kg]	15,5	14,5	14,6	15,0

Табела 11. Карактеристике погонских агрегата који су у понуди од стране могућих коопераната до 175 cm³

Карактеристике	Yamaha MZ175	Honda GX160	Kawasaki FE175D
Тип погонског агрегата према начину измене радне материје	Четворотакни мотор	Четворотакни мотор	Четворотакни мотор
Запремина мотора [cm ³]	171	163	171
Максимална снага мотора [kW]/ [o/min]	4/4000	4,0/4000	4,1/4000
Снага при 3600 o/min [kW]	3,3	2,9	3,1
Максимални обртни момент [Nm]	10,8/2500	10,7/2600	11,1/2800
Систем образовања смеше	Карбураторски	Карбураторски	Карбураторски
Начин хлађења мотора	Ваздушно хлађење	Ваздушно хлађење	Ваздушно хлађење
Начин стартовања мотора	Механички, Електрични	Механички, Електрични	Механички, Електрични
Маса погонског агрегата без мазива [kg]	16,0	14,0	17,5

Имајући у виду да су ово погонски агрегати који имају мањи обртни момент у односу на друга возила потребно је наћи начина како повећати а да притом не буде нарушен максимални обртни момент, самим тим за повећање а самим тим и побољшање карактеристика картинг возила у овом случају је могуће користити континуални мењачки преносник, што би омогућило возачима несметану вожњу а боље перформансе возила. У те сврхе једна од водећих компанија које се баве производњом континуалних мењачких преносника јесте компанија Комет (eng. Comet). Овакви преносници ове компаније омогућавају коришћење на више типова погонских агрегата што у потпуности одговара нашим условима имајући у виду да су намењени за различите погонске агрегате. У табели 12 су приказане карактеристике различитих типова континуалних мењачких преносника које нуди ова споменута компанија.

Табела 12. Карактеристике континуалних мењачких преносника компаније Comet [47]

Тип мењачког преносника	Model 20 Series	Model 340 Series	TAV2 Torq-A-Verter	Model 40 Series	Model 44 CV "Magnum" Series
Снага мотора за коју је намењен преносник [kW]	До 8	До 8	До 8	До 25	До 25
Опсег броја обртаја за покретање спојнице [o/min]	1200 - 3100	1200 - 3100	2200	1600-3100	2000- 3800

7.1.2 Анализа копераната у случају возила са мануелним мењачким преносником

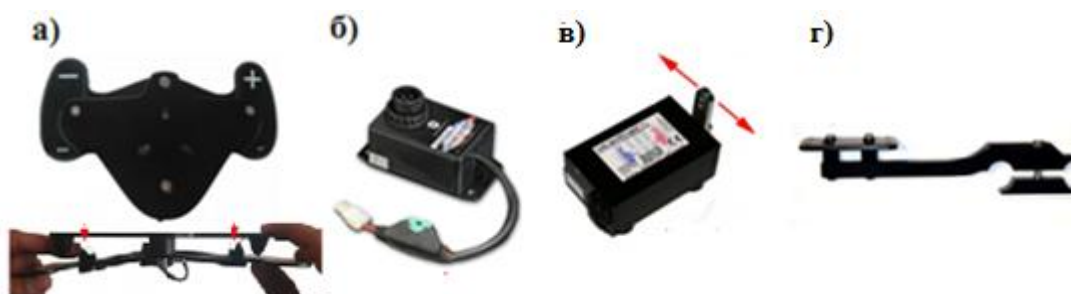
Поред приказаних модела погонских агрегата који су не превише велике санаге и који су углавном предвиђени за возила без мануелних мењачких преносника такође постоје и могу се применити погонски агрегати који су намењени и за потребе када постоји мануелни мењачки преносник. Тако у овом делу рада анализиран је и могући кооперант у случају возила са мануелним мењачким преносником. Компанија коју је могуће анализирати са аспекта њихове понуде погонских агрегата јесте компанија Херо (енг. Hero). У табели 13 су дати прикази три типа погонског агрегата наведене компаније чија примена на мотоциклима. Сви погонски агрегати су до 125 cm³. Сви погонски агрегати који су анализирани имају примену на мотоциклима па самим тим јако су погодни и једноставни и за промену степена преноса. Недостатак може бити једнино тај што могу достићи висок број обртаја. Редукција броја обртаја се може постићи усвајањем одговарајућег преносног односа. Имајући у виду да сам погонски агрегат већ има пројектован мењачки преносник у табели 13 је дат приказ и преносних односа мењачког преносника који одговара одређеном погонском агрегату. Битно је напоменути да су и мењачки приносници такође они који се примењују у склопу са погонским агрегатима.

Табела 13. Техничке карактеристике погонских агрегата и мењачког преносника

Тип погонског агрегата	Hero HF Deluxe	Hero ISmart110	Hero Glamour
Укупна запремина погонског агрегата [cm ³]	97,2	109,15	124,7
Максимална снага (kW) / број обртаја при коме се постиже максимална снага [o/min]	6,15/ 8000	7/ 7500	6,72/ 7000
Максимални обртни момент (Nm) / број обртаја при коме се постиже максимални обртни момент [o/min]	8,05/ 5000	9/ 5500	10,35/ 4000
Систем образовања смеше	Картураторски	Картураторски	Картураторски
Систем хлађења мотора	Ваздушно хлађење	Ваздушно хлађење	Ваздушно хлађење
Начин покретања погонског агрегата	Електрични/механички	Електрични/механички	Електрични/механички
Број степена преноса	4	4	4
Степен преноса/ преносни однос	I/ 2,5 II/ 1,78 III/ 1,38 IV/ 1	I/ 2,5 II/ 1,78 III/ 1,38 IV/ 1	I/ 2,5 II/ 1,78 III/ 1,38 IV/ 1

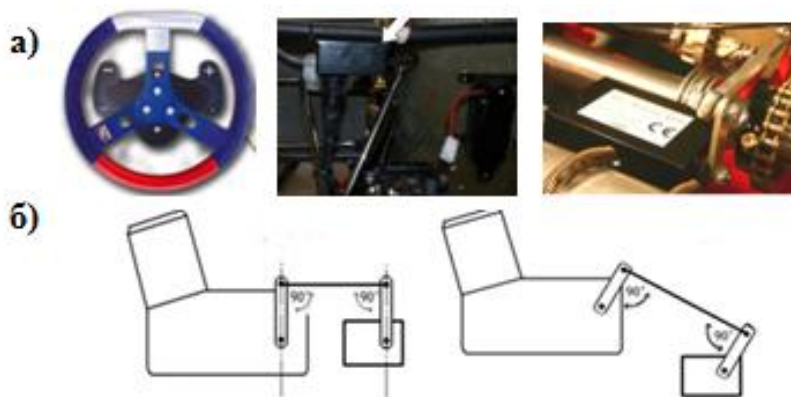
7.1.2.1 Анализа коопераната везаних за систем промене степена преноса

Промена степена преноса код картинг возила представља један сложен процес код картинг возила имајући у виду да тада поред заузетости руку у циљу управљања возилом возач шаке такође мора користити за укључивање спојнице док другу шаку користи у циљу промене степена преноса, како је то углавном за почетнике велики проблем и јако сложена радња битно је увести иновацију која ће тај процес олакшати. Наравно овај принцип не важи за картинг возила која имају континуалне мењачке преноснике или оне које немају мењачки преносник, већ само за картинг возила која имају мануелне мењачке преноснике. Да би се повећала безбедност вожње картинг возила и да би се возачима којима је ово возило намењено олакшала вожња могуће је применити савремене мехатроничке уређаје који раде по принципу триптоник система промене степена преноса. Пример таквог система преноса је систем енглеске компаније Мехатрон картинг (енг. Mechatron kart) и то тип ME-Shifter F1. Како је напоменуто ово је један мехатронички систем који није сложене конструкције, на слици 68 су приказани елементи овог система.



Слика 68. Елементи система промене степена преноса, где су: а) Ручице промене степена преноса, б) ЕУЈ са батеријом, в) Актуатор промене степена преноса, г) носач актуатора [46]

Овај систем је јако једноставан, ручица промене степена преноса се налази на точку управљача самим тим возач јако лако може мењати преносни однос, сигнал који возач шаље прима електронска управљачка јединица која исти сигнал шаље актуатору промене степена преноса који се налази на носачу актуатора. Актуатор је у директној вези преко полуге са мењачким преносником самим тим јако лако може доћи до промене степена преноса. Електронска управљачка јединица се може поставити било где на возилу па чак може са задње стране седишта, док носач актуатора се поставља на раму. На слици 69 су приказани примери постављања свих елемената на картинг возилу.

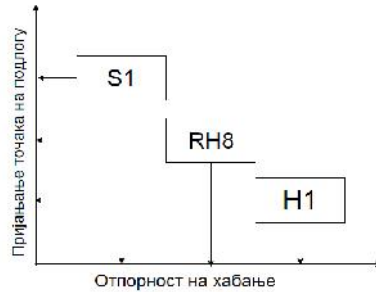


Слика 69. Начин постављања елемената система промене степена преноса, где је на доњој слици приказан могући начин постављања актуатора у односу на погонски агрегат [46]

7.2 Анализа коопераната везаних за пнеуматике и наплатке

У претходном делу текста је већ било говора о томе на који начин и колико је компликована израда пнеуматика која се користе не само на картинг возилима већ и шире. Самим тим имајући у виду у овом поглављу је извршена анализа коопераната везаних за пнеуматике али и за наплатке. Када је реч о пнеуматичима у обзир су узети пнеуматици који су прописани законском регулативном и то за климатске услове без падавина тј. за сув колоквоз.

Када је реч о пнеуматичима разматрани су само пнеуматици које нуди компанија Vega, то су пнеуматици који имају на картинг возилима јако широку примену, наравно имајући у виду да ова компанија производи пнеуматике за све врсте картинг возила почев од спортских до оних за изнајмљивање, у овом случају посматрани су само пнеуматици за возила за рекреацију и обуку. Разлог такве одлуке јер је и идејни пројекат везан за ту групу возила, али и такви пнеуматици су јефтинији и задовољавају својом издржљивошћу при брзинама које може достићи такво возило. Сам произвођач нуди више типова пнеуматика која својим карактеристикама се разликују према отпорности на хабање али и својим приањањем на подлози. Ова компанија нуди три типа пнеуматика, у табели 14 су приказане карактеристике тих пнеуматика које су везане за индекс чврстоће пнеуматика, максималну брзину као и парове пнеуматика које је произвођач за ту категорију наменио за предње и задње точкове, што значи да предњи и задњи пнеуматици долазе у пару с тим да су им димензије различите, што је већ речено да се предњи и задњи точкови разликују. На слици 70 је дат приказ карактеристика пнеуматика у зависности од хабања пнеуматика и приањања пнеуматика на подлози.



Слика 70. Карактеристике пнеуматика у односу на хабање и пријање пнеуматика на подлогу [47]

Табела 14. Техничке карактеристике пнеуматика произвођача Vega [47]

Карактеристика	S1	RH8	H1
Величина предњих пнеуматика	10x4,50-5	10x4,20-5	10x4,50-5
Величина задњих пнеуматика	11x7,10-5	11x6,60-5	11x7,10-5
Максимална брзина (km/h)	160	160	160
Тврдоћа пнеуматика предњих/задњих према IRHD ²	65/65	72/70	73/73
Маса предњих/задњих пнеуматика (kg)	1,180 / 1,680	1,180 / 1,680	1,180 / 1,680

Поред потребних пнеуматика свакако су потребни и одговарајући наплатци, ти наплатци пре свега зависе од пнеуматика који се користи у смислу величине, међутим наплатке за пнеуматике у овом случају биће набављани од добављача, имајући у виду комплексност производње ових елемената, произвођач од кога ће бити наручивани наплатци јесте компанија DWT (Douglas wheels).

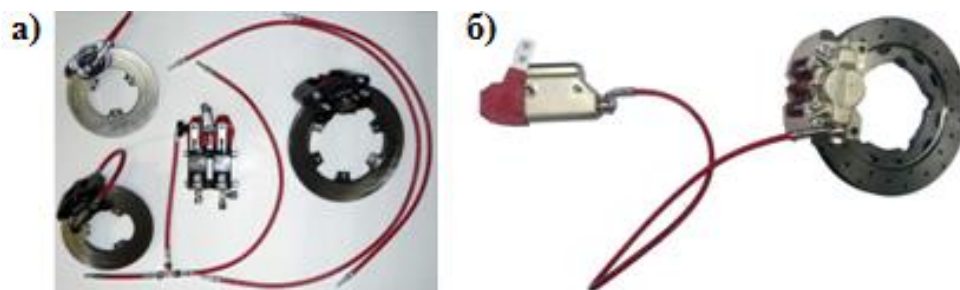
7.3 Анализа коопераната везаних за кочиони систем

Безбедност возила представља један можда и најважнијих захтева који се постављају пред возилом, један од тих система који спречавају настанак незгода јесте систем кочења. Овај систем је потребно да омогући смањење брзине возила у сваком тренутку када је то возачу потребно или када возач има потребу за кочењем па самим тим потребно је што већа кочиона сила а самим тим и веће успорење картинг возила. Самим тим потребно је кочиони систем набављати од озбиљних компанија које се баве том проблематиком. Једна од компанија која се бави развојем свих компонената картинг возила тако је и компанија CRG која је више пута до сада описана и опозвано на њу.

Компанија CRG у понуди има два више типова комплетних кочионих система, како је у анализи могућих концепција возила постоје два типа кочионих система односно возила са предњим и задњим кочионим системима или возила само са задњим кочионим

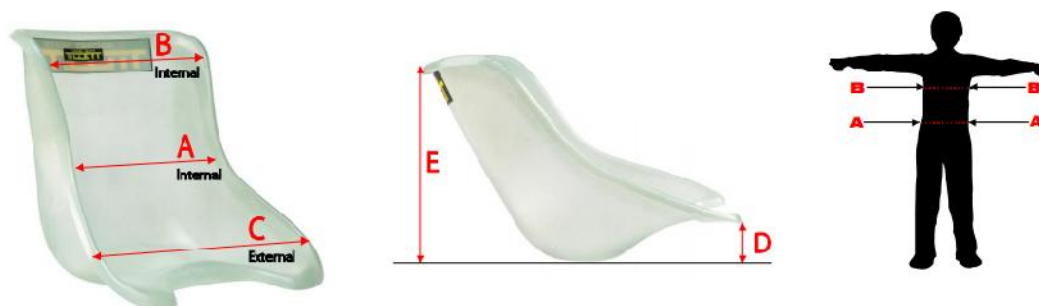
² Представља методу за одређивање карактеристике тврдоће пнеуматика.

системима, ова компанија нуди само диск кочница, међутим имајући у виду ефективности ових система то је сасвим прихватљиво. Ова компанија нуди кочионе системе који су хомологовани. Та два типа које нуди ова компанија јесу приказани на слици 71а је систем са кочницама на предњим точковима и задњим точковима и то модел ВК 08 док на слици 71б је приказан систем кочења у случају само задњих точкова и то је модел Ven 11 DD. Важно је истаћи чињеницу да оба модела су хидраулички модели, активирање се врши помоћу педале кочнице, с тим да модел ВК 08 и ако има два кочиона цилиндра, један за предње кочнице један за за задње кочнице, активирање се врши помоћу једне педале с тим да је полуа активирања заједничка.



7.4 Анализа коопераната везаних за седиште и каросерију

Седишта као један ергономски значајан елемент не само картинг возила већ и свих возила потребно је обрадити пажњу на удобност седења возача, поред тога седиште мора бити такво да омогући задржавање возача усред скретања или кочења. Најбоље решење приликом одабира коопераната који су везани за седишта јесте одабир оних који су ускоспецијализовани за производњу седишта возила а поготово оних који се баве производњом спортских седишта, попут оних за картинг возила. Једна од компанија која долази у обзир као кооперантска фирма јесте компанија Tillett. Ова компанија нуди велики број спортских седишта различитих величина, у овом случају посматрана су само картинг седишта. Када је реч о овим седиштима она се израђују према референтним димензијама тела за седишта. Према овом произвођачу то су величине везане за труп возача. На слици 72 су приказане најважније димензије тела према којима се врши одабир седишта, док су на истој слици приказане димензије везане за само седиште.



Постоји више типова седишта у зависности од величине карактеристичних димензија, у табели 15 су је дат приказ неких основних карактеристика димензија модела седишта T10 које представља једно класично седиште за картинг возило, с тим да су различите величине што представља једну подкласификацију тог типа седишта.

Табела 15. Карактеристичне димензије типа седишта Tillett T10 у зависности од величине (све димензије су у дате у mm) [49]

	L	XL	XXL
A	345	360	390
B	370	380	410
C	480	490	505
D	90	90	90
E	375	38	39

Поред седишта још један од елемената које је потребно користити и које се производи од тврђих материјала попут тврде пластике јесте каросерија возила. Овај елемент за који постоји две могућности за уградњу на возилу. Једна од варијанти јесте та да се користи већ готова каросерија од неких произвођача или друга могућност јесте пројектовање сопствене каросерије па да се помоћу коопераната та каросерија изradi.

У случају одабира варијанте постоји могућност већег пројектног тима а самим тим у случају таквог тима да је могуће изradити сопствено решење каросерије возила у том случају постоји низ компанија које се баве изradом делова од полимера који одговарају потребним карактеристикама које треба имати каросерија картинг возила. Једна од компанија јесте компанија СасиПласт, која се специјализована за изradу делова од полимера, па већ и производи такве производе за различите класе возила. У случају опредељења за већ готове каросерије возила као и за заштиту од судара могуће је као кооперанте користити све веће компаније које се баве изradом картинг возила, те компаније су углавном оне које су и наведене као навећи произвођачи возила а то су CRG, BariliKart, TonyKart.

7.5 Анализа коопераната везаних за ланчанике, ланце, главчине, споне и лежајеве

Ланце, ланчанике, лежајеве као и споне је потребно добављати од компанија које се наме производњом таквих елемента, разлог томе јесте пре свега век трајања тих елемената имајући у виду да су изложени сталним напрезањима и дејствима различитих сила и момената, поред тога јако су важни и у погледу безбедности имајући у виду да сваки отказ било ког елемента може довести до опасности. Јако је важно посматрати и још један аспект а то је цена по којој се сваки елемент набавља од кооперанта, самим тим све што је већа количина робе која се набавља цена набавке је мања, самим тим препоручљиво је је све елементе добављати од добављача који нуде изradу свих потребних елемената а то су у овом случају ланци, ланчаници, споне и лежајеви. Једна од компанија која се бави производњом свих потребних елемената јесте компанија Lagerton, која је једна од домаћих компанија, која такође нуди широк спектар свих потребних елемената, самим тим ова компанија сарађује са другим фирмама које производе машинске елементе, који чак одговарају свим законским прописима конструкције картинг возилима и по материјалима тако и по димензијама тих елемената.

8. УСВАЈАЊЕ КОНЦЕПЦИЈЕ И АНАЛИЗА ВАРИЈАНТИ ОДРЕЂЕНИХ ЕЛЕМЕНАТА КОНЦЕПЦИЈЕ

На основу свих приказаних могућих варијанти концепција али и елемената, потребно је усвојити концепцију која испуњава све услове возила које се користи како је већ напоменуто у циљу обуке кандидата који су нови у вожњи возила или пак са друге стране у сврхе рекреације и забаве. Сваки елемент је у претходном делу анализиран на основу постојећих модела картинг возила, али за сваки елемент је анализирано да ли се може добављати од кооперант и од којих, док са друге стране које елементе је могуће направити у случају да је једноставна израда као и нису потребне компликоване конструкције. Из свих приказаних елемената потребно је одредити оптималне елементе за саму конструкцију и карактеристике возила.. Да би се усвојила концепција возила потребно је извршити и анализу потреба тржишта, све у циљу избора такве концепције картинг возила која ће имати перспективу у потражњи па самим тим и продају.

8.1 Усвајање концепције и циљних карактеристика возила

Усвајање концепције захтева и постављање жељених карактеристика картинг возила и одређивање циљне групе корисника картинг возила. Важно је напоменути да су ово возила чија би намена била обука возача али и рекреација. У циљу одређивања могућности у претходном делу рада у анализиране постојеће конструкције возила од стране конкурентских предузећа али и анализирани су могући кооперанти у смислу елемената картинг возила па самим тим на основу онога што би они могли понудити потребно је одредити оптималне конструкције. Имајући у виду да картинг возила се користе на равним стазама које немају велике подужне нагибе, потребни су такви делови који би возилу дали могућност савладавања отпоре кретања па самим тим поласка возила из места, што значи да у случају непостојања великих подужних нагиба није потребан велики обртни момент или момент који није толики да савлада превише велике успоне. Имајући у виду предвиђену намену ових возила, није безбедно да возило достиже велике брзине самим тим циљ који се поставља јесте да возило нема мању брзину од 55 km/h али ни већу од 80 km/h. Концепцију за коју је одлучено извршити усвајање система и свих елемената возила јесте концепција таквих елемената да и ако је возило намењено за обуку и рекреацију усвојено је дати идејни пројекат возила који ће припадати категорији возила SuperKart возила које одговара класи 1 возила према међународној законској регулативи која је везана за овај тип возила, па самим тим сви елементи који буду усвојени требају задовољити прописе везане за овај тип возила а поред тога и возило у целости треба задовољити исте прописе. Такође одређени елементи који се усвајају требају одговарати концепцији возила чија је намена вожње на сувом колвозу.

Такође важно је напоменути да су у наставку рада извршена је анализа за два типа концепција возила односно један тип возила у случају поседовања мануелног мењачког преносника док дуга концепција возила је верзија без мануелног мењачког преносника већ возила са неким типом аутоматског мењачког преносника. Разлика између ове две концепције јесте једино у погонским агрегатима, мењачким преносницима и преносним односима ланаца и ланчаника. Разлог усвајања две концепције возила јесте тај што је потребна детаљно и опширно испитивање тржишта, по питању која концепција возила

одговара тим потребама. Позната је и чињеница да постоји увек више уживаоца у вожњи возила која имају мењачке преноснике па самим тим да сам возач има дејство на помене карактеристике возила док са друге стране увек постоје возачи који већи значај придодају само забави без размишљања када је потребно извршити промену степена преноса. Имајући у виду и да је једна од намена обука возача корисно је да возачи аматери развију своје способности у смислу осећаја промене степена преноса док са друге стране је потребно и да „осете брзину“ и могућ утицај брзине на возило. Прва концепција возила јесте концепција возила без мануелног мењачког преносника односно на овој концепцији возила биће примењен континуални мењачки преносник, који је јако компактан и пружа јако добре карактеристике промене параметара снаге. Друга варијанта која је усвојена јесте возило са мануелним мењачким преносником, односно мануелни преносник снаге. Разумљиво је да ове две концепције могу имати сличну конструкцију, с тим што је се разлика може остварити са елементима који служе у сврхе промене степена преноса, у случају возила са мануелним мењачким преносником самим тим та возила имају већу масу убог свих елемената. Док у односу на возила са мануелним мењачким преносником возила са континуалним мењачким преносником могу имати мању масу због самим елемената али и непостојање елемената којима би возач променио степене преноса. Све елементе у ове две концепције се могу посматрати са становишта заједничких елемената и елемената који су специфични за ту конструкцију. Самим тим већ у овом поглављу је могуће извршити анализу и усвајање коопераната од којих би одређени елементи могли бити набављени. У заједничке елементе који могу бити идентични су погонски точкови, систем управљања, седишта, каросерија возила и кочиони систем. Поред тога могући заједнички елементи могу бити и рам возила, у зависности од самих оптерећења. Наравно у те сврхе биће анализирано неколико варијанти рамова који би могли одговарати и једној и другој варијанти возила. Специфични елементи су они елементи који један тип у односу на други тип не поседује. За возила без мануелног мењачког преносника то су сам погонски агрегат, континуалним мењачки преносник који ће бити уграђен у ово возило, као и погонско вратило које ће бити уграђено на возило. Потребно је одредити и преносни однос који би одговарао броју обртаја мотора а самим тим и излазним карактеристикама возила. Специфичности које су везане за возило са мануелним мењачким преносником су поседовање елемената за промену степена преноса, мануелни мењачки преносник, погонско вратило, ...

8.2 Усвајање заједничких елемената

У овом под поглављу су анализирани основни елементи који су заједнички за обе концепције возила односно концепцију возила са мануелним мењачким преносником као и елементе возила са континуалним мењачким преносником. Како је већ речено као заједничке елементе могуће је усвојити системе и елементе као што су точкови, систем управљања, седишта, и кочиони систем. Разлог примене свих ових елемената на оба типа возила је тај што би крајње перформансе возила биле јако сличне у веома малом процентима одступања једне од друге варијанте па самим тим сви елементи би могли задовољити тражене захтеве и то без икаквих негативних последица.

8.2.1 Усвајање система управљања

Систем којим ће се управљати возило је класичан систем који се најчешће примењује на картинг возилима, и то је систем директног управљања. Имајући у виду све елементе који су потребни за овај тип возила и на напоменуте чињенице из поглавља 7 који су везани за куповину одређених елемената или производњу од стране оног коме је овај идејни пројекат намењен одређене елементи су усвојени од тих коопераната док се други производе. Такође усвојени преносни однос који се усваја у овом систему управљања јесте 1:1, па самим тим важно је напоменути да је усвојени систем директног управљања.

Тачкове управљача возила у овом случају биће добављани од компаније CRG и који су израђени према свим ергономским стандардима везаних за картинг возила имајући у виду да су једна од водећих компанија у изради ових возила. На слици 73 је дат приказ усвојеног точка управљача.



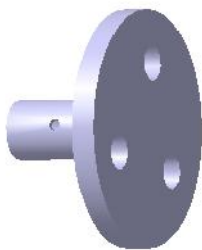
Слика 73. Усвојени точак управљача [36]

Следећи елементи који су везани за систем управљања јесте управљачко вратило али и елемент везе стуба и точка управљача, то је један од елемената који се производи од стране лица коме је овај идејни пројекат картинг возила намењено. Приказ овог модела је дат на слици 74 док је сам приказ предложених димензија овог вратила и изгледа дат у прилогу 1. Главно управљачко вратило које је приказано на слици 74 је моделирано у софтверском пакету CATIA.



Слика 74. Усвојено главно управљачко вратило

Елемент помоћу кога се остварује веза између управљачког вратила и точка управљача је приказан на слици 75. Такође и овај елемент је моделиран у софтверском пакету CATIA.



Слика 75. Усвојени елемент везе између точка управљача и управљачког вратила

Поред вратила управљача наравно још један од елемената који који производи од стране онога коме је намењен овај идејни пројекат јесте и елемент везе између точкова, рама и спона за управљање је дат на слици 76, док предложене димензије су дате у прилогу 2. Модел који је приказан на слици 76 је моделиран у применом софтверског пакету CATIA.



Слика 76. Усвојени елемент везе између точкова, рама возила и система за управљање

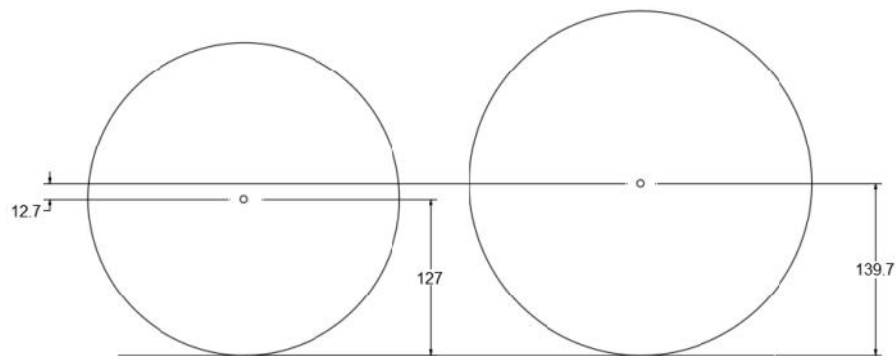
Елемент система управљања који би требао бити набављен од добављача свакако су споне. Тај елемент се може добављати од компаније која је у претходном делу рада анализиран односно од компаније Lagerton. Од ове компаније је такође могуће добављати и друге елементе попут завртњева који су свакако елементи везе између сваког елемента систем управљања.

8.2.2 Усвајање пнеуматика

У поглављу 7.2 анализирани су могући типови пнеуматика као и произвођач који је специјализован за производњу пнеуматика који би се могли користити на картинг возилима. Важно је напоменути да се на картинг возилима примењују различити пнеуматици за различите временске услове, односно конкретно за кишу и услове без падавина (суво време), у овом случају усвојени ће бити пнеуматици за суво време односно за климатске услове без падавина. Пнеуматици се свакако добављају од произвођача Vega. Међутим овај произвођач нуди више типова пнеуматика који су различити према карактеристикама приањања и према свом веку трајања, потребно је изабрати оне пнеуматике који су повољни и задовољавајући за карактеристике возила чија је намена већ напоменута. Имајући у виду да овај произвођач пнеуматика нуди три типа пнеуматика чије су карактеристике дате на слици 70, уочљиво је да један од пнеуматика има такве карактеристике да има одлично приањање на подлогу међутим са друге стране такав пнеуматик има јако кратак век трајања (конкретно пнеуматик типа Vega S1), са друге стране произвођач нуди и пнеуматик који има умањено приањање али јако дугачак век трајања у односу на претходни тип пнеуматика (конкретно пнеуматик типа Vega H1).

Имајући у виду намену овог возила и категорију корисника са једне стране потребно је обезбедити што боље приањање пнеуматика али са друге стране је потребан што већи век трајања ових пнеуматика. Тип пнеуматика који се усваја у овом случају а који представљају „средину“ према својим карактеристикама у односу на претходна два типа јесте пнеуматик типа Vega RH1, пнеуматици овог типа одговарају потребама овог возила из разлога што имају мањи век хабања али са друге стране имају задовољавајуће карактеристике приањања са подлогом, па самим тим усвајају се пнеуматици типа Vega RH1. Пнеуматици овог типа имају димензије предњих точкова 10x4,20-5 док пнеуматици задњих точкова имају димензије 11x6,60-5.

Посебну пажњу је потребно посветити при конструкцији осталих елемената поготово рама возила из разлога различитих димензија пнеуматика тачније различитих висина центра точкова од тла. Наиме на слици 77 је дат приказ димензија висине точкова предњег и задњег точка, како са исте слике уочљива је разлика у висини ова два точка и разлика у висини полупречника точкова износи 12,5 mm, самим тим ову разлику је потребно узети у обзир приликом конструкције рама и осталих елемената у циљу постизања хоризонталног положаја рама, и у циљу постизања угла од приближно 0° између хоризонталног тла и рама возила. Оваквом конструкцијом се постиже и оптимална позиција возача али и самог возила у односу на тло што ни на који начин не утиче на карактеристике и перформансе возила.



Слика 77. Висина пнеуматика од центра точка до тла као и разлика у висинама предњег и задњег тла, димензије су приказане у mm

8.2.3 Усвајање седишта возила

Имајући у виду да је картинг возило намењено пунолетном становништву у циљу обуке али и рекреације самим тим потребно је на картинг возило поставити такво седиште које је довољно велико да може удобно и безбедно примити самог возача. У том циљу коришћено ће бити седиште компаније Tillett, тип T10 и то према табели 14 у којој су приказане димензије седишта, то ће бити седиште чија је величина XL. Ово седиште задовољава све битне ергономске и безбедносне карактеристике које би требао један овакав елемент на возилу да задовољи. Ово седиште је седиште које има примену на много типова произвођача али и на возилима конкурентских произвођача.

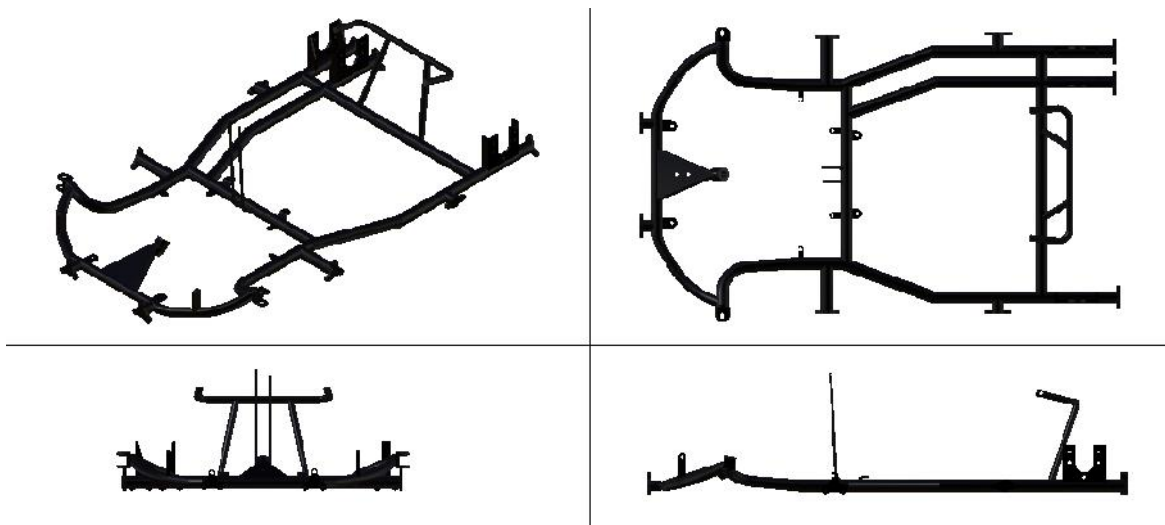
8.2.4 Усвајање кочионог система на возилу

Имајући у виду потребу за честим кочњем приликом вожње ових возила али и поред тога и потребе за што већом безбедности приликом вожње али и самим тим и потребама за стајањем са возилом. Имајући у виду и конструкцију ових возила у смислу каросерије возила али самог рама, приликом незгоде већина елемента не би могло да својим деформационим радом не би могло примити толико енергије да не дође до озбиљних повреда самих возача. Самим тим потребно је обезбедити такав систем кочења који има велику поузданост али и да такав систем омогућава довољно велико успорење.

На основу познавања конструкције путничких и других моторних возила познато је да сваки кочиони систем је удвојен односно постоји два вода којима се повећава притисак у кочионим цилиндарима. Самим тим и у овом случају како због ефективности тако и због поузданости примене на возилу ће бити уграђен систем кочења и на предњим и задњим кочницама, имајући у виду да постоји да предње кочнице имају своји кочиони цилиндар док задња кочница има своји кочиони цилиндар који се активира преко једне команде па самим тим на тај начин се повећава поузданост система. Оваква примена је јако корисна из разлога пре свега из разлога што је ово картинг возало намењено неискусним возачима што представља што у неким ситуацијама систем који је отказао може имати озбиљан проблем док применом оваквог система итекако повећава поузданост јер отказ једног система се може ублажити радом другог система тј система на другом крају возила. Систем који се усваја у овом случају јесте систем компаније CRG док тип кочнице је BK 08.

8.2.5 Усвајање рама возила

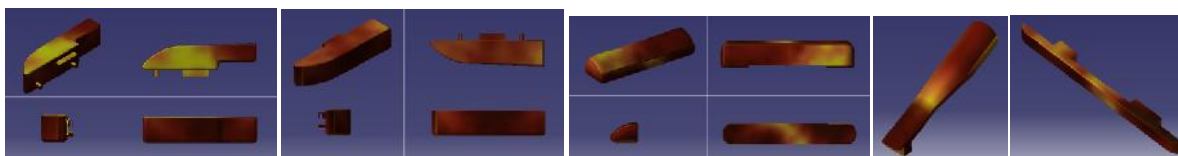
Рам возила представља један од елемената возила који мора бити чврсте конструкције имајући у виду да се на рам возила постављају сви остали системи и делови возила возила, па самим тим рам возила представља један носећих елемената. Имајући у виду ту чињеницу предложени рам возила у овом раду јесте рам који је приказан на слици 78. Рам возила који је приказан на слици је рам који је предложен од аутора овог рада а који је сачињен према искуствима као и према рамовима других произвођача. Имајући у виду оптерећења у различитим деловима возила, задњи део возила мора бити ојачан имајући у виду и утицај маса поготово утицаја масе возача возила али и утицај погонских сила и оптерећења. Предњи део возила је мање оптерећен у односу на задњи део возила с тим и рам је много мање ојачан осим у деловима токова где је потребно ојачање у делу постављања елемента везе рама, точка и система управљања. Такође на раму је потребно водити рачуна и о ојачањима на местима везивања каросерије за рам. Везано за ојачања рама битно је напоменути да ни дебљина цеви није у свим деловима иста. Разлог томе јесте то што оптерећења нису подједнака у свим деловима рама, па самим тим није потребно великих ојачања неких елемената, јер самим ојачањем и постављањем дебљих цеви картинга повећава се маса возила што није повољно по крајње карактеристике возила. Техничка документација усвојеног рама возила је дата у прилогу 1.



Слика 78. Усвојени рам картинг возила

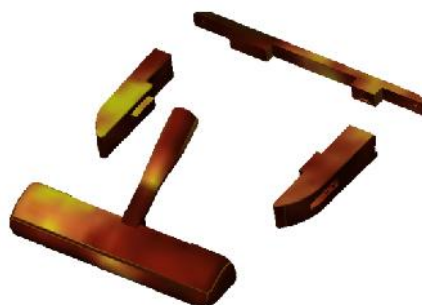
8.2.5 Усвајање каросерије возила

Каросерија возила представља један од кључних елемената како аеродинамичности возила тако и безбедности али и естетског изгледа. Усвојена каросерија возила је приказана на слици 79 . Каросерија која је приказана на слици приказује све елементе који се користе на савременим картинг возилима. Ова каросерија је предложена од стране аутора овог рада и важно је напоменути да каросерија приказана на слици 79 је израђена на основу међународне законске регулативе у смислу димензија али и на основу искустава конкурентских фирми која се баве производњом картинг возила.



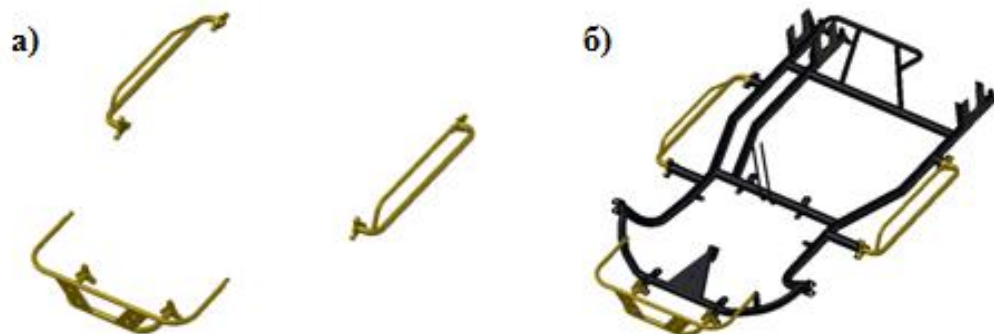
Слика 79. Предложена каросерије картинг возила

На слици 80 је приказана тачна позиција сваког елемента каросерије на картинг возилу..



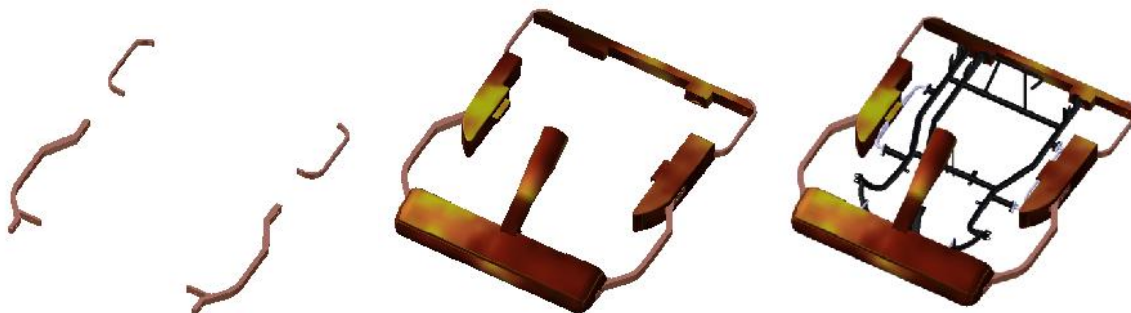
Слика 80. Позиција свих елемената каросерије картинг возила

Имајући у виду да се каросерија мора причврстити за каросерију возила тако да се формира стабилна конструкција потребно је усвојити елементе везе каросерије и рама возила. У те сврхе на слици 81 је дат приказ елемената везе са каросеријом и рамом возила, и они су представљени на слици жутом бојом.



Слика 81. Елементи везе каросерије и рама возила, где је: а) приказ само елемената везе, б) приказ елемента везе рама и каросерије приликом прикључења

Како је на у уводном делу овог поглавља речено да је ово возило намењено за рекреацију и обуку возача, возило је потребно поседовати бочне заштитнике точкова. На тај начин се повећава безбедност. Усвојени заштитници су приказани на слици 82, важно је напоменути да су усвојени заштитници такве конструкције да је идеја та да се они везују за постојећу каросерију и самим тим да се могу скидати са возила, па самим тим у том случају је могуће применити возило и у сврхе такмичења.



Слика 82. Приказ предложених браника точкова и приказ браника точкова у вези са каросеријом возила

8.2.6 Усвајање кооперанта за набавку везе између делова картинга возила, ланаца и ланчаника

Свакако је потребно сваки елемент везати да би се створио склоп самог возила. У том циљу потребни су свакако различити лежајеви, завртњеве као и кућишта лежајева, у том циљу набавке као добављач се усваја компанија Lagerton. Ова компанија има могућност добављања свих врста машинских елемената, што је у нашем случају важно за ову компанију такође може добављати и елементе ланаца и ланчаника. Важно је напоменути и чињеницу да ће у наставку рада бити и више речи о лежајевима имајући у виду да се неки од елемената конкретно лежајеви варирају у зависности од пречника погонског вртала.

8.3 Усвајање специфичних елемената возила са континуалним мењачким преносником

Како је већ напоменуто, и имајући ће у раду бити анализирани две концепције возила, већ је напоменуто да постоје специфичности за прву и другу варијанту возила односно концепцију. У овом поглављу су анализирани специфични елементи који су везани за концепцију возила са континуалним мењачким преносником. За концепцију која има континуални мењачки преносник у специфичне елементе и елементе који су узети као специфични су погонски агрегат, континуални мењачки преносник, пречник погонског вратила и преносни однос главног преносника. Сви остали елементи попут елемената везе између делова возила се добављају од добављача који су заједнички за обе концепције а који су напоменути у претходном делу рада.

8.3.1 Усвајање погонског агрегата

У поглављу 7.1.1 је дат приказ могући коопераната који су везани за погонски агрегат возила са континуалним мењачким преносником, самим у понуди је више типова погонских агрегата који су подељени према максималној запремини мотора, док за сваки тип погонског агрегата постоји више могућих коопераната и више погонских агрегата.

Пре свега прва варијанта погонског агрегата јесу они агрегати по којима се разликује максимална запремина цилиндра мотора. У обзир су узети погонски агрегати са запремином цилиндра до 125cm^3 као и погонски агрегати са запремином до 175cm^3 . Погонски агрегати који су узети у обзир, су погонски агрегати еминентних произвођача, међутим поставља се питање који погонски агрегат заправо својим карактеристикама одговарају траженим перформансама самог возила. Погонски агрегати са већом запремином погонског агрегата у овом случају постижу веће снаге али и већи обртни момент што је јако важно у нашем случају, а и проблем који се поставља јесте тај што картинг возила и сами усвојени пнеуматици имају мање погонске тачкове у односу на остала возила. Самим тим у овом случају ради постизања бољих карактеристика усвојен ће бити погонски агрегат до 175cm^3 .

Имајући у виду да се усваја погонски агрегат до 175cm^3 , потребно је тачно изабрати који погонски агрегат односно од ког произвођача се усваја погонски агрегат. Могући кооперанти као и карактеристике њихових пнеуматика су дате у табели 10. Од три типа погонских агрегата у овом случају усвојен је погонски агрегат HONDA GX160. Разлог томе јесте тај што овај погонски агрегат и поред тога што има и мање од 175cm^3 има сличне или једнаке перформансе као и остала два погонска агрегата, али што је и најважније има и мању масу у односу на претходна два погонска агрегата што потпуно одговара карактеристикама возила да има што мању масу. Важно је напоменути да усвајањем овог погонског агрегата усвојена је и позиција самог резервоара, разлог томе јесте тај што код овог погонског агрегата сам резервоар за гориво је постављен на њему. Такође битно је напоменути да овај погонски агрегат има и интегрисан систем изувавања продуката сагоревања. На слици 83 је дат приказ овог погонског агрегата.



Слика 83. Погонски агрегат HONDA GX160 [36]

8.3.2 Усвајање носача погонског агрегата

Како је напоменуто на раму возила се углавном не изводи простор односно елемент на коме се поставља погонски агрегат. На основу претходно реченог потребно је усвојити елемент који се поставља на раму возила а на коме се везује погонски агрегат. У овом случају ово је елемент који је потребно добављати од других добављача, што је већ напоменуто. На слици 84 је дат приказ усвојеног носача погонског агрегата који одговара димензијама усвојеног за ову концепцију возила. Компанија од које се усваја овај елемент је компанија ТехноКарт (енг. TehnoCart).



Слика 84. Усвојени носач погонског агрегата [36]

8.3.3 Усвајање типа континуалног мењачког преносника

Већ је познат принцип рада али и разлог уградње оваквог мењачког преносника на картинг возилу, у поглављу 7.1.1 је приказан могући избор кооперанта везан за континуални мењачки преносник. Имајући у виду да је ово сложен елемент возила потребно је добављати од специјализованих произвођача за производњу оваквих делова. Овај елемент се свакако усвоја од компаније Сомет која се бави производњом континуалних мењачких преносника почев од оних за картинг возила до неких других возила са погонским агрегатима већих снага.

У табели 12 је дат приказ карактеристика различитих типова континуалних мењачких преносника који би могли бити примењени на конкретном случају картинг возила. У овом случају усвојен ће бити модел континуалног мењачког преносника Сомет 44 CV "Magnum" Серије, разлог примене овог мењачког преносника је тај што се спојница на овом мењачком преноснику активира до 2000 o/min, док се редукција врши све до 3800 o/min. Преносни однос овог континуалног мењачког преносника се креће од 2,86 до 0,86.

8.3.4 Усвајање преносног односа главног преносника и пречника погонског вратила

Веома је битно изабрати преносни однос који ће омогућити картинг возилу поред карактеристика погонског агрегата као и континуалног мењачког преносника имати на излазном вратилу тај број обртаја да возило може постићи максималну брзину која је тражена. Свакако мањи преносни однос омогућава и већи број обртаја излазног вратила, међутим таквим преносним односом се смањује обртни момент. Код картинг возила са спортским погонским агрегатима који имају и јако високу цену постижу се велики бројеви обртаја па самим тим и велике брзине точкова, да би се то свело на нормалну границу и брзину која одговара спортским возилима тај преносни однос се креће и до 9. Са друге стране овај погонски агрегат у односу на спортске агрегате има мању цену, али и мањи максимални број обртаја, самим тим потребно је обезбедити мањи преносни однос имајући у виду да погонски агрегат има задовољавајући обртни момент. Самим тим усвојени преносни однос који се усваја је 3,5 односно погонски ланчаник има 12 зубаца (што је према националној регулативи) док гоњени ланчаник има 42 зуба. Када је реч о погонском вратилу, погонско вратило би требало да буде тако конструисано и димензионисано да не дође до савијања или увијања услед деловања сила, самим тим треба усвојити димензије које су препоручене од стране међународне законске регулативе, а препоруке су дате у табели 3. Према овоме имајући у виду да је потребно да издржи силе оптерећења елемената као и возача а поред тога и силе увијања, у циљу постизања сигурности усвојени пречник погонске осовине је 40 mm док дебљина зидова 2,9 mm. Наравно приликом добављања елемента везе, па било то лежајева за везу вратила и рама, главчина или елемената везе дискова кочница и вратила, потребно је узимати у обзир и димензије вратила приликом прорачуна свих елемената.

8.4 Усвајање специфичних елемената возила са мануелним мењачким преносником

Поред претходно усвојених елемената који су важни за конструкцију возила са континуалним мењачким преносником битно је усвојити и специфичне елементе који су важни за возило у случају концепције са мануелним мењачким преносником. У специфичне елементе за ову концепцију мењачког преносника спадају погонски агрегат, мењачки преносник, преносни однос главног преносника, погонско вратило и начин односно систем за промену степена преноса.

8.4.1 Усвајање погонског агрегата

Погонски агрегат који се усваја у случају ове концепције јесте погонски агрегат који је представљен у поглављу 7.1.2, у истом поглављу су представљене и карактеристике погонског агрегата. Погонски агрегат који се усваја јесте погонски агрегат који се примењује на мотоциклу Hero Glamour, разлог за усвајање овог погонског агрегата јесте тај што овај погонски агрегат постиже јако брзо максимални обртни момент, и то при мањем броју обртаја, а исто тако и максималну снагу, и то у односу на друге типове погонских агрегата. Самим тим погонски агрегат задовољава све критеријуме одабира почев од обртног момента, снаге погонског агрегата али и број обртаја погонског агрегата при коме се постижу наведени параметри.

8.4.2 Усвајање носача погонског агрегата

Као и у случају концепције возила са континуалним мењачким преносником и у овом случају је потребно усвојити носач погонског агрегата. Изглед овог носача је приказан на слици 85, разлог тај је што је усвојени погонски агрегат да се само помоћу таквог носача може постављати и везани за носач. Ово је елемент који се може добављати од компаније Qrckarts која нуди различите моделе овог носача.



Слика 85. Носач погонског агрегата [38]

8.4.3 Усвајање мењачког преносника и спојнице

Мењачки преносник који се у овом случају усваја јесте мењачки преносник такође онај који компанија Него уграђује на мотоциклима на којима је уграђен погонски агрегат који је претходно усвојен. Такође исти мењачки преносник је већ својом конструкцијом предвиђен за исти погонски агрегат, па самим тим није потребно вршити никакве корекције на истом. Усвојени мењачки преносник има четири степена преноса што је сасвим задовољавајуће за картинг возила. Сва четири степена преноса имају различите преносне односе и они се крећу од 2,5 до 1, с тим да први степен преноса има преносни однос 2,5, преносни однос другог степена преноса износи 1,78 преносни однос трећег степена преноса износи 1,38, и преносни однос четвртог степена преноса износи 1.

Поред мењачког преносника важно је напоменути такође да се усваја иста спојница која омогућава благу промену степена преноса без икаквог удара или било ког напрезања зупчаника унутар мењачког преносника. Такође и спојница се усваја од истог произвођача као и самог погонског агрегата и мењачког преносника. Једина корекција коју је потребно извршити јесте начин на који се врши укључивање и искључивање спојнице у односу на начин промене на мотоциклу на коме се користи овакав спој делова. Међутим о томе ће бити више речи у поглављу 8.4.4.

8.4.4 Усвајање система промене степена преноса

У односу на концепцију картинг возила са континуалним мењачким преносником где није потребна промена степена преноса од стране возача, док у случају возила са мењачким преносником свакако је потребна промена степена преноса. Код картинг возила до промене степена преноса не може доћи помоћу истих елемената као и код других возила. Најчешћи начин промене степена преноса долази помоћу елемената који су

приказани приказани у поглављу 6.4. Класични системи преноса снаге на картинг возилима могу повећати масу возила али и могу представити проблем младим и неискусним возачима. Из тог разлога у циљу олакшања промене степена преноса као усвојени систем у овом случају биће савремени мехатронички систем компаније Мехатрон картинг (енг. Mechatron kart) и то тип ME-Shifter F1. Ово је један од система који су јако савремени а има сличну примену и на савременим путничким и спортским возилима. Овај систем је такав да омогућава промену степена преноса помоћу управљачке јединице док сам возач бира тренутак промене степена преноса кликом на ручице степена преноса које се налазе испод самог точка управљача, као што је приказано у поглављу 7.1.2.1, што овај систем чини безбедним и једноставним за возаче аматере.

Систем можда би само мало требало редуковати на тај начин да може активирати и спојницу, имајући у виду да је потребно искључивање спојнице вршити баш као код класичних мотоцикала. Самим тим редукацијом овог система би се могло вршити и искључивање спојнице, начин измене овог система би био тај да се електронској управљачкој јединици прикључи још један актуатор сличан систему којим се врши промена степена преноса, а актуатором спојнице би се омогућило искључивање и укључивање такође аутоматски када управљачка јединица прими команду да је дошло команде возача да возач жели променити степен преноса. На претходно описани начин би се омогућила аутоматска и промена степена преноса али и укључивање и искључивање спојнице.

8.4.5 Усвајање преносног односа главног преносника и пречника погонског вратила

Имајући у виду да погонски агрегат изабран у случају концепције са мануелним мењачким преносником може постићи већи број обртаја самим тим то омогућава у неким режимима и веће брзине кретања возила, да би се онемогућила брзина изнад границе која је постављена у смислу брзине кретања возила потребно је изабрати такав преносни однос да омогући смањење броја обртаја возила. У том циљу у овом случају је изабран преносни однос од 6 односно такав преносни однос да је погонски ланчаник има 13 зубаца (што је према националном правилнику) док гоњени ланчаник има 78 зуба. Када је реч о погонском вратилу, оно у овом случају мора омогућити већи обртни момент од концепције возила са континуалним мењачким преносником, самим тим у овом случају погонско вратило је пречника 45 mm, док је дебљина зидова вратила 2,3 mm.

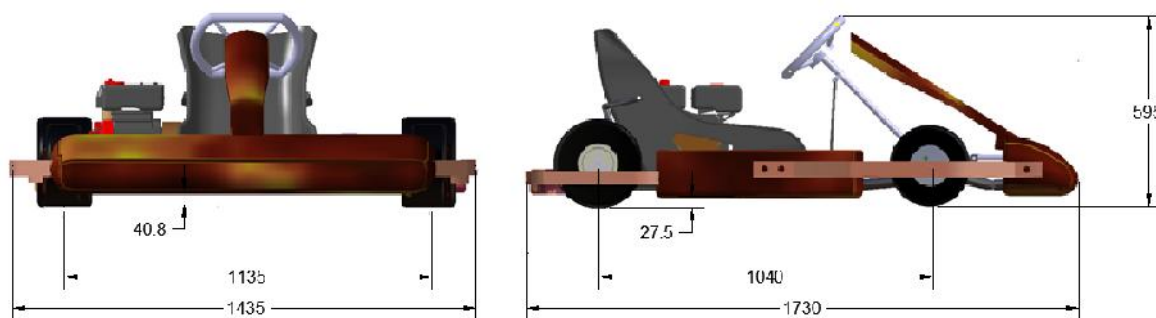
8.4.6 Усвајање позиције резервоара за гориво и система за издувавање продукта сагоревања

Два елемента која се разликују у односу на концепцију са континуалним мењачким преносником јесу резервоар за гориво и систем за издувавање продуката сагоревања, разлог је тај што је код погонског агрегата концепције са континуалним мењачким преносником резервоар и систем издувавања је уграђен на самом погонском агрегату. Резервоар за гориво представља један од елемената који се могу добављати од компаније CRG, које примењује на својим возилима. Позиција резервоара у овом случају ће бити испод главне управљачке осовине. Капацитет овог резервоара у овом случају је усвојена да буде 5 литара. Систем издувавања продуката сагоревања такође је једна од елемената који се усваја од компаније CRG, и позиција је иза седишта возача.

9. УСВАЈАЊЕ КОНАЧНИХ ДИМЕНЗИЈА И МАСА

Ради даљих испитивања возила за које је извршен идејни пројекат потребно је узети у обзир и све масе па самим тим на основу тога је потребно израчунати реакције тла самог возила али поред тога потребно је прерачунати и висину тежишта возила. Имајући у виду да су усвојене две концепције возила потребно је за обе варијанте извршити прорачун свих висина димензија и маса возила. Међутим за обе варијанте возила битно је напоменути да су димензије исте за обе варијанте возила али свакако се разликују масе возила имајући у виду да користе одређене елементе који нису заједнички.

Пре свега је битно узети у обзир које су димензије самог возила, на слици 86 је дат приказ основних димензија возила почев од трагова точкова, ширине возила као и дужина возила. Укупна дужина возила износи 1730 mm, међутим међуосовинско растојање износи 1040 mm. Траг предњих точкова износи 1135 mm. Детаљнији приказ димензија возила је дат у прилогу 2 и технички опис је дат у потпоглављу 11.2.



Слика 86. Основне димензије усвојеног картинг возила

Имајући у виду да се цело возило састоји од доста елемената потребно је одредити укупну масу возила. Укупна маса возила представља збир свих маса појединачних елемената на картинг возилу. Специфичност је та што у случају када постоје две концепције возила, тада је и логично да постоје различити неки елементи па самим тим се разликују и масе возила у случају прве и друге концепције. У табели 16 су дати прикази маса и тежине сваког од елемената на картинг возилима, с тим што имајући у виду да постоје две концепције возила, за специфичне елементе су дате и масе сваког од елемената, с тим што је посебно наглашено и означено у табели специфични елементи. Маса сваког елемента је према техничким спецификацијама произвођача или према прорачуну масе елемента (на основу димензија) у програму Autodesk Inventor 2016. У табели 16 елементи са ознаком * представљају специфичне елементе концепције возила са континуалним мењачким преносником док елементи са ознаком ** означавају специфичне елементе у случају концепције са мануелним мењачким преносником

Табела 16. Маса сваког појединачног дела картинг возила, у табели су означена поља специфичних елемената концепције 1 (плаво) и концепције 2 (црвено)

Елемент	Ознака	Количина	Маса елемента (kg)	Тежина (N)
Предњи наплатак точка	pnt	2	1,18	11,6
Предњи пнеуматик	pp	2	1,68	16,5
Задњи наплатак точка	znt	2	1,84	18,05
Задњи пнеуматик	zp	2	2,38	23,4
Главчине предњих точкова	gpt	1	1,1	10,8
Главчине задњих точкова	gzt	2	0,64	6,3
Диск кочнице предњих точкова	dp	2	0,170	1,7
Диск кочница задњег вратила	dz	1	0,26	2,46
Елемент везе предњих точкова, рама и система у.	evpt	1	0,39	3,8
Рам возила	r	1	23	225,6
Седиште	s	1	7	68,7
Команде	k	2	0,86	8,4
Осовина управљача	uv	1	0,45	4,4
Споне	s	2	0,32	3,1
Точак управљача	tu	1	1	9,81
Елемент везе точка управљача и осовине управача	evt	1	0,19	1,9
Резервоар	rez	1	5	49,05
Систем промене степена преноса	psp	1	1,9	18,7
Погонски агрегат	Конц. 1 [*]	pa [*]	1	14,1
	Конц. 2 ^{**}	pa ^{**}	1	11,2
Мењачки преносник	Конц. 1 [*]	mp [*]	1	5,65
	Конц. 2 ^{**}	mp ^{**}	1	7
Погонско вратило	Конц. 1 [*]	pv [*]	1	3,74
	Конц. 2 ^{**}	pv ^{**}	1	3,77
Систем издувавања продукта сагоревања	a	1	2,5	24,52
Носач погонског агрегата	nm	1	1,54	15,1
Лежајеви са кућиштем	lk	3	0,35	3,4
Елемент везе делова и погонског вратила	evv	2	0,18	1,76
Бочни браници	bb	2	5,4	53
Предњи браник	pb	1	4,4	43,2
Задњи браник	zb	1	4,1	40,2
Горњи предњи браник	gb	1	2,3	22,6

Имајући у виду табелу 16, и датих вредности и различитих елемената који долазе у обзир приликом прорачуна укупне масе, није могуће израчунати укупну масу сабирањем свих појединачних елемената, већ у овом случају прорачун укупне масе се врши на према релацији (1) у случају возила са континуалним мењачким преносником, док у случају концепције возила са мануелним мењачким преносником маса возила се може рачунати према изразу (2). Битно је напоменути да у обе релације укупна маса рачуна као збир маса заједничких елемената (m_z) и маса специфичних елемената концепције возила са континуалним мењачким преносником (m_s^*) односно концепције возила са мануелним мењачким преносником (m_s^{**}).

$$m_U^* = m_S + m_s^* \quad (1)$$

$$m_U^{**} = m_S + m_s^{**} \quad (2)$$

На основу претходног обрасца може се израчунати укупна маса сваке концепције возила. Међутим имајући у виду да у обе претходне формуле учествује члан заједничких маса и тај члан се може израчунати као збир свих појединачних маса сваког елемента наравно мора се узети у обзир и број сваког појединачног елемента на возилу, и приказ ове једначине је дат формулом (3). Укупна маса заједничких елемената износи 81,0 kg.

$$m_Z = \sum_{i=1}^n n_i \cdot m_i \quad (3)$$

$$m_Z = 81,08 \text{ k}$$

Поред заједничких елемената такође постоји и друга група елемената а то су специфични елементи за одређену концепцију, специфични елементи се могу рачунати као збир свих маса специфичних елемената одређене концепције, наравно у случају да постоји већи број истих елемената у том случају маса појединачног елемента се множи са бројем тих елемената и сабира укупна маса тог елемента са свим масама других елемената, образац према коме се рачунају укупне масе специфичних елемената је означен бројем (4). Испод тога је дат приказ укупних маса специфичних елемената возила концепције са континуалним мењачким преносником (m_s^*) и специфичних елемената у случају концепције са мануелним мењачким преносником (m_s^{**}). Укупна маса специфичних елемената концепције возила са континуалним мењачким преносником износи 23,49 kg, док концепција са мануелним мењачким преносником износи 26,37 kg

$$m_s^{*/**} = \sum_{i=1}^n n_i \cdot m_s \quad (4)$$

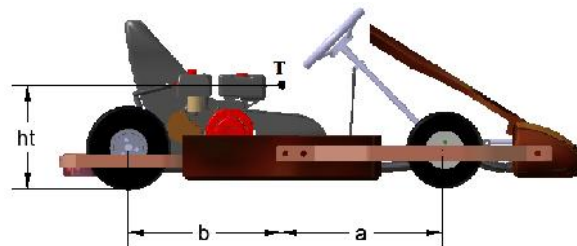
$$m_s^* = 23,49 \text{ k}$$

$$m_s^{**} = 26,37 \text{ k}$$

Према релацијама (1) и 2 се може израчунати укупна маса возила, према релацији (1) укупна маса возила износи 104,57 kg док маса возила у случају концепције са мануелним мењачким преносником износи 107,45 kg.

9.1 Прорачун висине тежишта

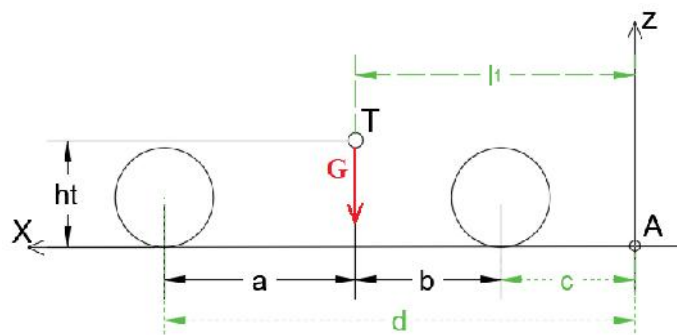
На основу познатих маса возила могуће је одредити и положај тежишта, како је познато картинг возило као и сва друга возила се састоје од низа делова које имају различите масе али поред тога ти исти елементи имају и различите положаје, познавањем положаја висине и удаљености од референтне тачке сваког од елемената се може израчунати тачан положај висине тежишта. Имајући у виду да постоје две концепције возила које немају исте елементе потребно је у оба случаја одредити и висине тежишта али и оптерећења задње и предње осовине. За оба возила је потребно одредити тачне координате тежишта које су приказане на слици 87, а то су висина тежишта (h_t), растојање тежишта од предње осовине (a) као и растојање тежишта од задње осовине.



Слика 87. Координате тежишта

9.1.1 Методологија прорачуна координата тежишта картинг возила са више маса

Поред самих координата потребно је поред основних координата узети у обзир још неке величине или тачке од којих се рачунају одређени елементи на возилу. На слици 85 је дат приказ још неких величина које су важне и које се морају узети у обзир приликом прорачуна положаја тежишта. Пре свега да би се одредио положај тежишта потребно је одредити растојање тежишта од координатног почетка, та величина у овом случају ће бити названа величином l_1 , самим од почетка координатног система ће бити израчунати сви моменти. Координатни почетак је померен од задњег точка (приказано на слици 88) из разлога да не би ни једна од сила пролазила кроз тачку од које се мери момент па самим тим тада не би се одређена сила и оптерећење узели у обзир али у том случају координате тежишта возила не би биле тачне.



Слика 88. Значајне димензије за прорачун координата тежишта где су димензије означене зеленом бојом и испрекиданим линијама су димензије важне за помоћ прорачуна координати тежишта

Имајући у виду да у принципу на самом почетку прорачуна висине тежишта у случају новопроектваног возила су познате само масе и положај сваке појединачне масе на возилу, па самим тим и укупне масе возила, могуће је само за почетак израчунати растојање положаја тежишта од тачке А, а самим тим то је величина која је означена на слици 86 као величина l_1 . Ако претпоставимо услов да је момент који се рачуна као производ растојања од тачке А (величина l_1) и силе укупне тежине возила (величина G) једнака сумама свих момената сваке појединачне масе са производом њиховог растојања по апсциси од тачке А (што је приказано изразом (5)), сређивањем исте формуле се може израчунати растојање тежишта од координатног почетка односно тачке А (израз (6)).

$$l_1 \cdot \sum_{i=1}^n m_i = \sum_{i=1}^n x_i \cdot m_i \quad (5)$$

$$l_1 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot m_i}{\sum_{i=1}^n m_i} \quad (6)$$

После прорачуна растојања тежишта по апсциси и то од координатног почетка јакo је лако израчунати положај тежишта у односу на задњу осовину односно димензију b . Оно се може израчунати као разлика између растојања тежишта од координатног почетка (l_1) и растојања од координатног почетка до центра задње осовине односно задњих точкова (величина која је на слици 88 означена са c), што се може изразити изразом (7).

$$b = l_1 - c \quad (7)$$

После прорачуна растојања тежишта од задњих точкова, јакo је лако израчунати положај тежишта у односу на предње точкове и рачуна се као разлика међуосовинског растојања и растојања тежишта од задњих точкова, што је дато изразом (8). Уколико није познато међуосовинско растојање оно ме може рачунати као разлика растојања предњих точкова од координатног почетка односно тачке а (што је на слици 86 означено величином d) растојања задњих точкова од координатног почетка, што је приказано изразом (9).

$$a = l - b \quad (8)$$

$$l = d - c \quad (9)$$

Имајући у виду да из претходних израза је могуће одредити координате картинг возила по апсциси односно положај тежишта у односу на предњу и задњу осовину, сличним поступком се може одредити и висина тежишта (величина h_t), с тим што је доста једноставније и постоји мање елемената и чланова имајући у виду да не постоји разлика односно растојање точкова од координатног почетка. Пре свега се може узети у претпоставка да је момент који ствара растојање од координатног почетка по ординати са тежинама свих тела на картинг возилу једнак суми свих момената које ствара свако оптерећење у односу на тачку А, што је изражено изразом (10). Имајући у виду да је свака величина позната осим висине тежишта позната сређивањем се може лако израчунати и тај израз је приказан изразом (11).

$$h_t \cdot \sum_{i=1}^n m_i = \sum_{i=1}^n z_i \cdot m_i \quad (10)$$

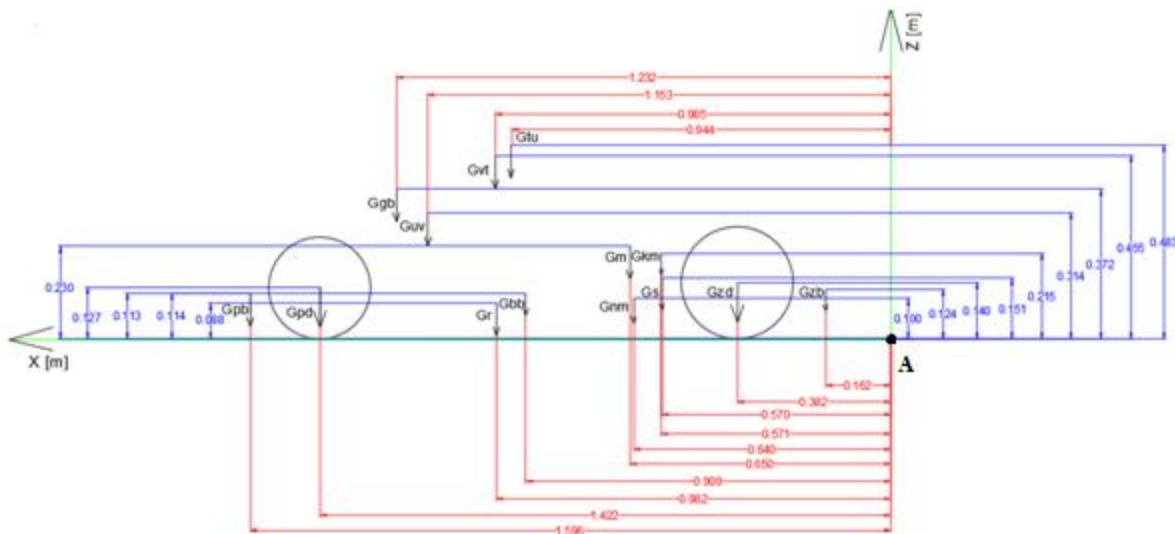
$$h_t = \frac{\sum_{i=1}^n z_i \cdot m_i}{\sum_{i=1}^n m_i} \quad (11)$$

9.1.2 Прорачун висине тежишта возила са континуалним мењачким преносником

Када је реч о прорачуну висине тежишта картинг возила са континуалним мењачким преносником се може одредити пре свега посматрањем положаја и висина сваког од елемената овакве концепције возила. Висина тежишта се може прерачунати у два специфична случаја и то у стању неоптерећеног возила (без возача) и у случају оптерећеног возила (са возачем).

9.1.2.1 Прорачун висине тежишта неоптерећеног возила

На слици 89 је дат приказ висина и удаљености сваког од елемената од референтног координатног система и референтне тачке на истом координатном систему за случај возила са континуалним мењачким преносником, међутим ово представља случај без оптерећења возила односно без присуства масе возача. Имајући у виду пре свега претходно речено у овом потпоглављу је израчуната висина тежишта неоптерећеног возила.



Слика 89. Приказ маса и растојања маса на возилу од референтне тачке

Битно је напоменути да је слика 89 упрошћен приказ одређених елемената разлог томе јесте тај што неке од елемената имају исти положај односно сопствену висину тежишта и положај, самим тим имајући у виду да је елементи који имају исти положај и висину тежишта у односу на координатни систем, самим тим и на слици су приказани ти елементи попут једног елемента али су масе свако сабране. Тако да под ознаком Grd (оптерећење возила од стране предњих елемената) су обухваћене тежине предњих наплатака, тежине предњих пнеуматика, главчине предњих точкова, диск кочнице,

елемент везе точак-систем управљања-рама, команде. Као и за претходно наведени пример под ознаком Gzd (оптерећење возила од стране задњих елемената) с тим што под овом ознаком су обухваћене тежине елемената као што су наплатци задњих точкова, пнеуматици задњих точкова, главчине задњих точкова, погонско вратило, диск кочница задњег вратила, гоњени ланчаник, лежајеви са кућиштем, елементи везе кочнице и ланчаника са погонским вратилом. Имајући у виду претходно оптерећење Gpd износи 94,73 N (што је еквивалент маси од 9,66 kg) док оптерећење Gzd износи 148,43 N (што је еквивалент маси од 15,13 kg).

На основу изразу (6) и посматрајући слику 87 може се израчунати растојање тежишта од тачке А односно од постављеног координатног система. Према постављеним релацијама ова величина износи 0,771 m.

$$l_1 = 0,771 \text{ m}$$

Према изразу (7) лако је израчунати растојање тежишта од задње осовине и оно износи 0,389 m, односно може се математички записати на следећи начин:

$$b = 0,389 \text{ m}$$

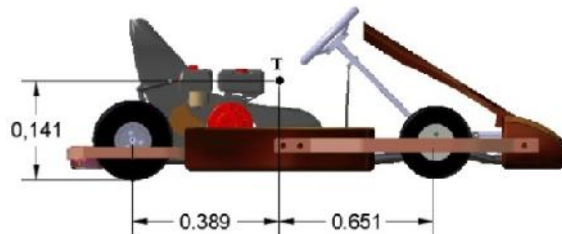
Имајући у виду да је познато међуосовинско растојање које износ 1,040 m преко израза (8) може се израчунати растојање тежишта које износи 0,651 m и може се записати математички на следећи начин:

$$a = 0,651 \text{ m}$$

Имајући у виду да су све координате тежишта у подужној равни познате осим висине тежишта оно се може израчунати преко израза (11), и самим тим висина тежишта у овом случају износи 0,141 m, и математички се може представити на следећи начин:

$$h_t = 0,141 \text{ m}$$

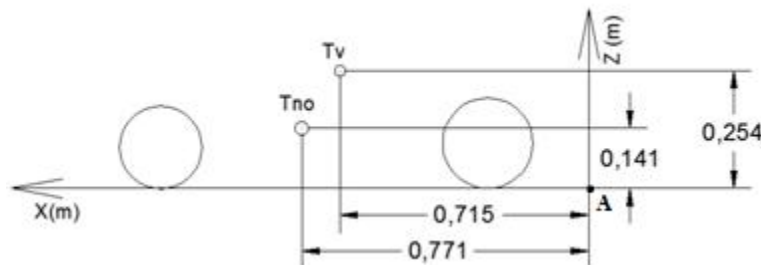
На основу свих израчунатих вредности и координата тежишта може се закључити где је тачан положај тежишта картинг возила, па самим тим на слици 90, је дат приказ тачних координата тежишта картинг возила у случају примене погонског агрегата са мануелним мењачким преносником.



Слика 90. Координате тежишта картинг возила са континуалним мењачким преносником за случај неоптерећеног возила, где су све мере димензије приказане у метрима

9.1.2.2 Прорачун положаја тежишта оптерећеног возила

На основу израчунаог прорачуна висине тежишта неоптерећеног возила може се израчунати и висина тежишта возила са континуалним мењачким преносником и то под оптерећењем односно висина возила приликом присуства возача на седишту возила. Да би се прорачунала висина тежишта у овом случају примењује се такође иста методологија која је представљена у поглављу 9.1.1, и у циљу одређивања тежишта посматраће се слика 91. На слици је дат приказ тежишта возила неоптерећеног возила (T_{no}) и тежишта возила возача (T_v), као и специфичне димензије у координатном систему. У овом случају маса возила јесте маса возила од 104,57 kg, док је маса возача 75 kg.



Слика 91. Тежишта неоптерећеног возила (T_{no}) и приказ тежишта возача (T_v)

На основу изразу (6) и посматрајући слику 89 може се израчунати растојање тежишта од тачке A односно од постављеног координатног система. Према постављеним релацијама ова величина износи 0,748 m.

$$l_1 = 0,748 \text{ m}$$

Према изразу (7) лако је израчунати растојање тежишта од задње осовине и оно износи 0,366 m, односно може се математички записати на следећи начин:

$$b = 0,366 \text{ m}$$

Имајући у виду да је познато међуосовинско растојање које износ 1,040 m преко израза (8) може се израчунати растојање тежишта које износи 0,67 m и може се записати математички на следећи начин:

$$a = 0,674 \text{ m}$$

Имајући у виду да су све координате тежишта у подужној равни познате осим висине тежишта оно се може израчунати преко израза (11), и самим тим висина тежишта у овом случају износи 0,188 m, и математички се може представити на следећи начин:

$$h_t = 0,188 \text{ m}$$

На основу претходног прорачуна, на слици 92 је дат приказ положаја тежишта возила, односно тачне координате тежишта возила.

точкова, пнеуматици задњих точкова, главчине задњих точкова, погонско вратило, диск кочница задњег вратила, гоњени ланчаник, лежајеви са кућиштем, елементи везе кочнице и ланчаника са погонским вратилом. Имајући у виду претходно оптерећење G_{pd} износи 94,73 N (што је еквивалент маси од 9,66 kg) док оптерећење G_{zd} износи 153,62 N (што је еквивалент маси од 15,66 kg).

Као и у претходним случају према изразу (6) и посматрајући слику 93 може се израчунати растојање тежишта од тачке А односно од постављеног координатног система. Према постављеним релацијама ова величина износи 0,783 m.

$$l_1 = 0,783 \text{ m}$$

Према изразу (7) лако је израчунати растојање тежишта од задње осовине и оно износи 0,401 m, односно математички се може записати на следећи начин:

$$b = 0,401 \text{ m}$$

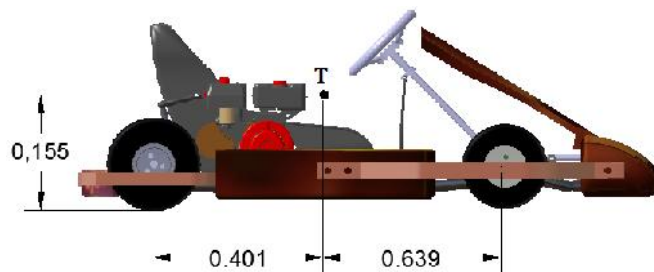
Имајући у виду да је познато међуосовинско растојање које износ 1,040 m преко израза (8) може се израчунати растојање тежишта које износи 0,639 m односно математички се може записати на следећи начин:

$$a = 0,639 \text{ m}$$

Имајући у виду да су све координате тежишта у подужној равни познате осим висине тежишта оно се може израчунати преко израза (11), и самим тим висина тежишта у овом случају износи 0,155 m, и математички се може представити на следећи начин:

$$h_t = 0,155 \text{ m}$$

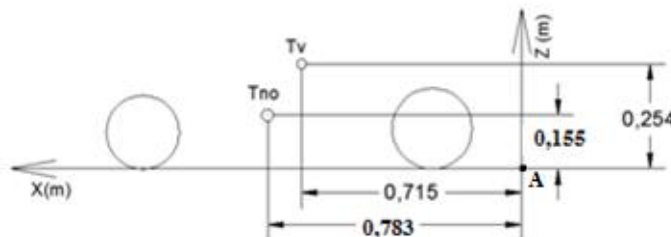
На основу свих израчунатих вредности и координата тежишта може се закључити где је тачан положај тежишта картинг возила, па самим тим на слици 94, је дат приказ тачних координата тежишта картинг возила у случају примене погонског агрегата са мануелним мењачким преносником.



Слика 94. Координата тежишта картинг возила са мануелним мењачким преносником за случај неоптерећеног возила, где су све мере димензије приказане у метрима

9.1.3.2 Одређивање положаја тежишта за случај оптерећеног возила

На основу израчунаог прорачуна висине тежишта неоптерећеног возила може се израчунати и висина тежишта возила са континуалним мењачким преносником и то под оптерећењем односно висина возила приликом присуства возача на седишту возила. Да би се прорачунала висина тежишта у овом случају примењује се такође иста методологија која је представљена у поглављу 9.1.1, и у циљу одређивања тежишта посматраће се слика 95. На слици је дат приказ тежишта возила неоптерећеног возила (T_{no}) и тежишта возила возача (T_v), као и специфичне димензије у координатном систему. У овом случају маса возила јесте маса возила од 107,45 kg, док је маса возача 75 kg.



Слика 95. Приказ тежишта неоптерећеног возила (T_{no}) и приказ тежишта возача (T_v)

На основу изразу (6) и посматрајући слику 95 може се израчунати растојање тежишта од тачке А односно од постављеног координатног система. Према постављеним релацијама ова величина износи 0,755 m.

$$l_1 = 0,755 \text{ m}$$

Према изразу (7) лако је израчунати растојање тежишта од задње осовине и оно износи 0,373 m, односно може се математички записати на следећи начин:

$$b = 0,373 \text{ m}$$

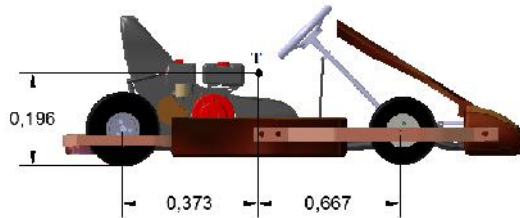
Имајући у виду да је познато међуосовинско растојање које износ 1,040 m преко израза (8) може се израчунати растојање тежишта које износи 0,667 m и може се записати математички на следећи начин:

$$a = 0,667 \text{ m}$$

Имајући у виду да су све координате тежишта у подужној равни познате осим висине тежишта оно се може израчунати преко израза (11), и самим тим висина тежишта у овом случају износи 0,196 m, и математички се може представити на следећи начин:

$$h_t = 0,196 \text{ m}$$

На основу претходног прорачуна, на слици 96 је дат приказ положаја тежишта возила, односно тачне координате тежишта возила.



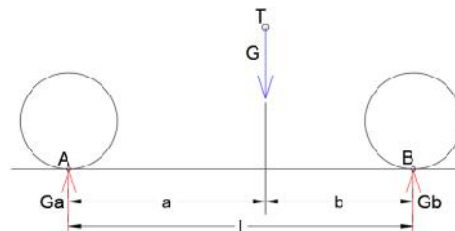
Слика 96. Приказ координата тежишта оптерећеног возила

9.2 Одређивање расподеле оптерећења предњих и задњих точкова у случају оптерећеног возила

Имајући у виду да тежиште возила није тачно на средини између самих точкова возила самим тим у том случају ни расподела маса односно оптерећења нису једнака на предњој осовини (односно на предњим точковима) и на задњој осовини (односно на задњим точковима). Познавајући растојања тежишта од предње осовине као и растојања од тежишта задње осовине као и укупну масу или укупну тежину возила, моментним једначинама се јако лако може одредити расподела оптерећења предњих и задњих точкова.

9.2.1 Методологија одређивања расподеле оптерећења предњих и задњих точкова

Како је већ речено, у случајевима да су позната укупна маса возила односно тежина возила као и положај тежишта у односу на предњу или задњу осовину, јако је једноставно одредити расподелу оптерећења. При таквим случајевима биће посматрана слика 97 на којој су приказане основне димензије које су потребне при прорачуну оптерећења предње и задње осовине, поред димензија су приказане и основне силе при прорачуну расподеле оптерећења, и на истој слици су приказана тежина возила (G), реакције тла на оптерећење предњих точкова (G_a) и реакције тла оптерећење задњих точкова (G_b).



Слика 97. Приказ тежине возила, реакција тла на оптерећења тежином возила као и карактеристичних димензија

Познавањем свих димензија и оптерећења осим самих реакција тла односно оптерећења по осовинама може се свако појединачно оптерећење израчунати постављањем моментне једначине у једној од тачака (Тачка А или В), тачке се налазе у контакту подлоге тла и пнеуматика а самим тим на тим местима делује и сама реакција тла. Постављањем моментне једначине у једној од тачака ту нестаје једна од реакција односно током прорачуна се не узима у обзир што је јако повољно за прорачун имајући у виду да није познато. Постављањем моментне једначине за тачку А добија се израз (12).

$$G_b \cdot l - G \cdot a = 0 \quad (12)$$

Имајући у претходни израз и анализом истог може се увидети да једни члан који није познат то је оптерећење задњих точкова, па самим тим сређивањем изрази (12) добија се израз (13), којим се може израчунати оптерећење задњих точкова а самим тим и расподелу оптерећења у односу на задње точкове.

$$G_b = \frac{a}{l} \cdot G \quad (13)$$

После прорачуна оптерећења задњих точкова, оптерећење предњих точкова се може израчунати као разлика укупне тежине возила и расподеле тежине на предњим точковима, и то је приказано изразом (14).

$$G_a = G - G_b \quad (14)$$

9.2.2 Одређивања расподеле оптерећења предњих и задњих точкова у случају картинг возила са континуалним мењачким преносником

Имајући у виду да је укупна маса возила са континуалним мењачким преносником 179,57 kg односно тежина возила 1761,58 N и имајући у виду да су познате потребне координате тежишта возила, према изразу 13 може се израчунати оптерећење задњих точкова и оно износи 1141,59 N односно оптерећење од 116,34 kg, а може се израчунати на следећи начин:

$$G_b = 1141,59 \text{ N}$$

Према изразу (14) се може израчунати оптерећење на предњим точковима и оно износи 620,26 N што је еквивалентно оптерећењу од 63,23 kg а може се израчунати на следећи начин:

$$G_a = 620,26 \text{ N}$$

9.2.2 Одређивања расподеле оптерећења предњих и задњих точкова у случају картинг возила са мануелним мењачким преносником

Имајући у виду да је укупна маса возила са мануелним мењачким преносником 182,45 kg односно тежина возила 1789,83 N и имајући у виду да су познате потребне координате тежишта возила, према изразу (13) може се израчунати оптерећење задњих точкова и оно износи 1147,28 N односно оптерећење од 116,95 kg, а може се израчунати на следећи начин:

$$G_b = 1147,28 \text{ N}$$

Према изразу (14) се може израчунати оптерећење на предњим точковима и оно износи 642,56 N што је еквивалентно оптерећењу од 65,5 kg а може се израчунати на следећи начин:

$$G_a = 642,56 \text{ N}$$

10. КОНАЧНА ПРОВЕРА ПЕРФОРМАНСИ ВОЗИЛА

Под коначном проневером перформанси картинг возила се подразумева провера свих граничних вредности брзина, обртних момената, успона и падова које возило може савладати. У табели 17 и 18 су приказани главни улази подаци који ће се узети у обзир приликом прорачуна перформанси. Имајући у виду да постоје две концепције возила у овом делу рада је извршена анализа свих перформанси обе концепције возила. У табели 17 су дати улазни подаци концепције возила са континуалним мењачким преносником док у табели 18 су приказане су приказани улазни подаци који ће се узети у обзир приликом прорачуна перформанси возила са мануелним мењачким преносником.

Као улазни податак је свакако потребно узети у обзир и фактор аеродинамичности возила. Анализом до које је дошао један од италијанских инжењера Carlo Del Bene и анализом савременим софтверским програмима утврђено је да фактор аеродинамичности картинг возила се креће у границама од 0,75 до 0,9. Међутим анализом конкретног картинг возила који по својим карактеристикама изгледа и величинама одговара возилу за које је израђен овај идејни пројекат, а према истом аутору, фактор аеродинамичности износи 0,794. Самим тим за обе концепције возила усвојен је фактор аеродинамичности који износи 0,794 [51].

Табела 17. Улазни податаци значајних у прорачуну перформанси за случај возила са континуалним мењачким преносником

Карактеристике возила		Подаци
Геометријске мере		$l = 1,04m$ $a = 0,674m$ $b = 0,366m$ $h_t = 0,188m$ $2s = 1,135m$ $A = 0,942m^2$
Маса оптерећеног возила		$m_{opt} = 104,57 + 75 = 179,57 kg$
Расподела маса по осовинама максимално оптерећеног возила		$Z_1 = 63,23 kg$ $Z_2 = 116,34 kg$
Карактеристике мотора Максимална снага Број обртаја при коме се постиже максилана снага Максимални обртни момент Број обртаја при коме се постиже максимлани обртни момент		$P_{emax} = 3,89kW$ $n_p = 4000 o/min$ $M_{emax} = 10,7 Nm$ $n_m = 2600 o/min$
Преносни односи мењача/ главног преносника		$I_{max} = 0,86$ $I_{min} = 2,86$ $i_0 = 3,5$
Пнеуматици	Предњи	10x4,20-5
	Задњи	11x6,60-5

Табела 18. Улазни подаци значајних у прорачуну перформанси за случај возила са мануелним мењачким преносником

Карактеристике возила		Подаци
Геометријске мере		$l = 1,04m$ $a = 0,373m$ $b = 0,667m$ $h_t = 0,196m$ $2s = 1,135m$ $A = 0,942m^2$
Маса оптерећеног возила		$m_{opt} = 107,45 + 75 = 182,45 kg$
Расподела маса по осовинама максимално оптерећеног возила		$Z_1 = 65,5 kg$ $Z_2 = 116,95kg$
Карактеристике мотора Максимална снага Број обртаја при коме се постиже максилана снага Максимални обртни момент Број обртаја при коме се постиже максимлани обртни момент		$P_{emax} = 6,72 kW$ $n_p = 7000 o/min$ $M_{emax} = 10,35 Nm$ $n_m = 4000 o/min$
Преносни односи мењачког преносника/ главног преносника		$I_I = 2,5$ $I_{II} = 1,78$ $I_{III} = 1,36$ $I_{IV} = 1$ $i_0 = 6$
Пнеуматици	Предњи	10x4,20-5
	задњи	11x6,60-5

10.1 Спољно-брзинска карактеристика мотора

На основу усвојених погонских агрегата је могуће одредити спољно-брзинске карактеристике мотора. Имајући у виду усвојене погонске агрегате као и податке о максималној снази мотора и обртном моменту а узимајући у обзир бројеве обртаја при којима се они постижу. Одређивање спољно брзинских карактеристика је могуће на два начина. Први начин јесте усвајање података и истраживања спољно- брзинских карактеристика од стране произвођача, самим тим у том случају произвођач даје карактеристике мотора у смислу спољно-брзинских карактеристика па је податке потребно само преузети податке о снази и обртном моменту при различитим бројевима обртаја.

Други случај јесте када нису дати подаци о снази и обртном моменту за све бројеве обртаја мотора већ су познати само подаци о максималној снази и максималном обртном моменту и број обртаја при коме се они постижу. Одређивање снаге и обртног момента за све бројеве обртаја се може у том случају одредити применом Лидерманове апроксимације је могуће одредити снагу и максимални обртни момент при сваком броју обртаја. Изразом број (15) могуће је одредити снагу коју мотор постиже према задатом броју обртаја, док изразом (16) је дат приказ којим се може одредити обртни момент при одређеном броју обртаја задатог погонског агрегата.

$$P_e \propto P_{e\max} a \frac{n_e}{n_p} \Gamma b \frac{n_e}{n_p} Z c \frac{n_e}{n_p}^3 \quad (15)$$

$$M_e \propto M_p a \Gamma b \frac{n_e}{n_p} Z c \frac{n_e}{n_p}^2 \quad (16)$$

У изразима 15 и 16 су:

-) $P_{e\max}$ – Максимална снага мотора,
-) n_e - број обртаја за који се одређује снага погонског агрегата односно максимални обртни момент,
-) n_p - број обртаја при којима се достиже максимална снага мотора.

У изразу 16 фигурира и члан M_p који се може израчунати преко израза (17).

$$M_p \propto \frac{P_{e\max}}{2\pi n_p} \quad (17)$$

Поред свих наведених чланова у изразима (15) и (16) фигурирају и коефицијенти a , b и c . Ови коефицијенти се могу израчунати преко израза (18), (19) и (20).

$$c \propto \frac{\frac{P_M}{P_{e\max}} \frac{n_p}{n_m} Z_1}{1 Z_2 \frac{n_m}{n_p} \Gamma \frac{n_m}{n_p}} \quad (18)$$

$$b \propto 2c \frac{n_m}{n_p} \quad (19)$$

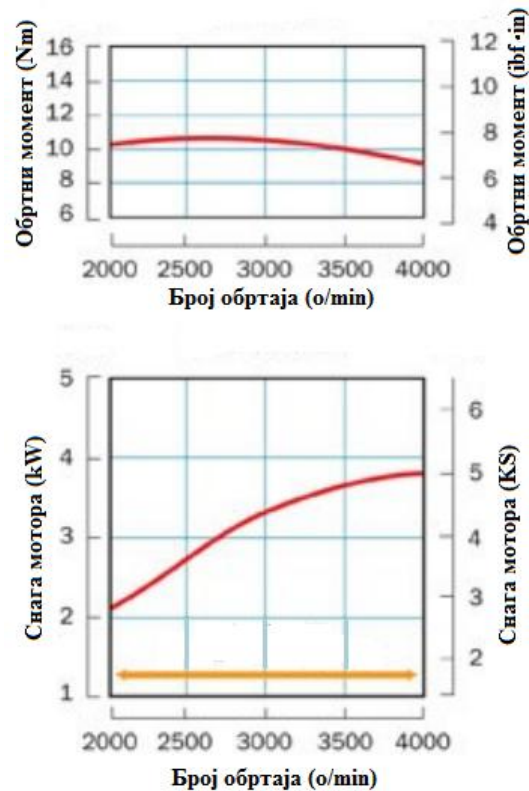
$$a \propto \Gamma b Z c \propto 1 \quad (20)$$

10.1.1 Спољно-брзинске карактеристике концепције возила са континуалним мењачким преносником

Спољно брзинске карактеристике у овом случају није потребно одредити из разлога што је произвођач већ испитао вредности снаге мотора и максималног обртног момента, који су дотупни. На основу тих података произвођача у табели 19 и на слици 98 је дат приказ вредности снаге и обртног момента за одређене специфичне бројеве обртаја, који су важни за даљи прорачун перформанси возила. Подаци су према референци [52].

Табела 19. Вредности обртног момента и снаге мотора у зависности од броја обртаја

Број обртаја	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000	3200	3400	3600	3800	4000
Снага мотора	1,96	2,15	2,35	2,6	2,88	3,16	3,38	3,54	3,70	3,80	3,85	3,89
Обртни момент	10	10,3	10,5	10,65	10,7	10,7	10,6	10,4	10,2	9,9	9,5	9,2



Слика 98. Промена обртног момента и снаге мотора у зависности од броја обртаја [52]

10.1.2 Вучно-брзинске карактеристике концепције возила са мануелним мењачким преносником

У односу на усвојени погонски агрегат у случају концепције са континуалним мењачким преносником, у овом случају односно у случају концепције возила са мануелним мењачким преносником, произвођач погонског агрегата није дао податке везане за промену снаге и обртног момента у зависности од o/min. Имајући у виду да су познати само подаци о максималној снази и максималном обртном моменту и броју обртаја при коме се они постижу, могуће је одредити снагу и обртни момент за сваки број обртаја применом Лидерманове апроксимације. Да би се одредила Лидерманова апроксимација снаге и обртног момента потребно је пре свега одредити коефицијенте према изразима 18,19 и 20, према истим изразима израчунате вредности коефицијената су следеће:

$$a = 0,900$$

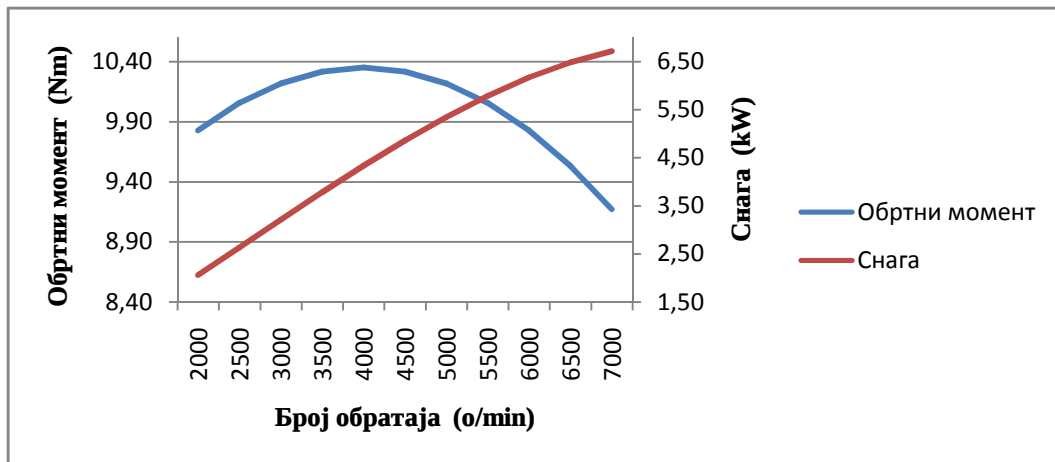
$$b = 0,799$$

$$c = 0,699$$

После прорачуна коефицијената и битних величина могуће је израчунати обртне моменте и снаге које постиже погонски агрегат за сваки број обртаја који се постиже при одређеном броју обртаја. Према релацијама (15) и (16) су израчунате вредности обртних момената и снаге мотора које су приказане на слици 99, на којој су видљиве примене у зависности од пораста броја обртаја погонског агрегата док у табели 20 су приказане вредности снаге и и обртног момента. Такође битно је напоменути да сам произвођач препоручује за овај погонски агрегат да је зона оптималног рада до 7000 o/min па самим тим сваки прорачун ће у обзир бити узет само до те вредности броја обртаја.

Табела 20. Вредности обртног момента и снаге мотора у зависности од броја обртаја

Број обртаја	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	6500	7000
Снага мотора	2,06	2,63	3,21	3,78	4,33	4,86	5,35	5,79	6,17	6,48	6,72
Обртни момент	9,83	10,06	10,22	10,32	10,35	10,32	10,22	10,06	9,83	9,53	9,17



Слика 99. Промена обртног момента и снаге мотора у зависности од броја обртаја

10.2 Одређивање максималне брзине возила

Имајући у виду да у овом случају постоје две концепције возила и да обе концепције имају различите мењачке преноснике, односно различите концепције преносника, у обзир ће бити узете све специфичности и претпоставке које одговарају принципу рада сваког мењачког преносника. Пре свега максималну брзину возила је могуће одредити помоћу кубне једначине (21).

$$C_1 v_{\max}^3 - \Gamma C_2 v_{\max}^2 - \Gamma C_3 v_{\max} - X_0 = 0 \quad (21)$$

Коефицијенти C_1 , C_2 и C_3 се могу рачунати на основу релација (22), (23) и (24), приметно је да у њима такође учествују коефицијенти a , b , и c и они се рачунају на основу израза (18), (19) и (20).

$$C_1 \times K A \Gamma h_T P_{e\max} c \frac{1}{n_p} \frac{i_0 i_m}{2pr_d}^3 \quad (22)$$

$$C_2 \times Z h_T P_{e\max} b \frac{1}{n_p} \frac{i_0 i_m}{2pr_d}^2 \quad (23)$$

$$C_3 \times f_{v\max} G Z h_T P_{e\max} a \frac{1}{n_p} \frac{i_0 i_m}{2pr_d} \quad (24)$$

Степен корисности система преноса снаге, $\rightarrow_{\lambda}$, рачуна се на основу израза (25), где се: $\rightarrow_m$ - степен корисности мењачког преносника и $\rightarrow_d$ - степен корисности ланца и ланчаника

$$h_T \times h_m h_o \quad (25)$$

Поред других димензија је потребно одредити динамички полупречник точка. Како су картинг возила специфична категорија возила по величинама пнеуматика односно предњи точкови (управљачки точкови) су мањи од точкова са задње стране возила (погонски точкови), у овом случају и то за обе концепције возила у обзир ће бити узет само погонски точак имајући у виду да од њега зависи максимална брзина точка. Ознака задњег пнеуматика је 11x6,60-5, самим тим према тој ознаци и према изразу (26), може се израчунати ова величина. Као коефицијент динамичког полупречника који се креће од 0,93 до 0,97, усвојена је вредност од 0,97 јер не долази до деформација точкова, усвојене вредности коефицијената су према рференци [53]. Према изразу (26) динамички полупречник износи 0,136 m, и рачуна се на следећи начин:

$$r_d \in [0,93; 0,97] A \frac{D}{2} \quad (26)$$

$$r_d \approx 0,97 \cdot \frac{279,4}{2}$$

$$r_d \approx 135,51 \text{ m}$$

$$r_d \approx 0,136 \text{ m}$$

Фактор отпора ваздуха, K , рачуна се на основу израза (27), где су c_x - коефицијент отпора ваздуха (бира се на основу аеродинамичности облика возила) (у овом случају износи 0,794) и $\rho = 1,25 \frac{kg}{m^3}$ - густина ваздуха.

$$K = \frac{1}{2} c_x \rho \quad (27)$$

$$K = 0,496 N s^2 / m^4$$

Према претходно приказаним вредностима и уврштавањем тих вредности у израз (21) може се решити према релацији (28).

$$V_{m(1,2)} = \frac{-C_2 \pm \sqrt{C_2^2 - 4 \cdot C_1 \cdot C_3}}{2 \cdot C_1} \quad (28)$$

10.2.1 Одређивање максималне брзине возила са континуалним мењачким преносником

Пре одређивања коефицијената потребно је одредити и искоришћење система преноса снаге у овом случају се може израчунати помоћу израза (25), где је усвојено да је степен искоришћења мењачког преносника 0,96 док искоришћење преноса снаге преко ланца 0,98. Укупан коефицијент износи искоришћења система преноса снаге износи 0,94, вредности искоришћења система преноса снаге су према референци [53]. Наравно важно је напоменути да се максимална брзина постиже у последњем степену преноса односно када је преносни однос има најмању вредност. У случају континуалног мењачког преносника максимална брзина се постиже у случајевима када кишници и цео механизам дође у позицију када се достигне највећи број обртаја возила односно када је најмањи преносни однос. У овом случају најмањи преносни однос износи 0,86 што је један од података самог произвођача па у овом случају прорачун максималне брзине је извршен за ту вредност преносносног односа.

На основу израза (22), (23) и (24) се могу одредити коефицијенти који су значајни за прорачун максималне брзине возила самим тим ти коефицијенти имају следеће вредности:

$$C_1 = 0,653$$

$$C_2 = -4,574$$

$$C_3 = -160,342$$

На основу свих прорачунатих коефицијената, и решавањем кубне једначине (21) помоћу израза (28) вредности максималне брзине су следеће:

$$V_{m1} = -12,55 \frac{m}{s} = -45,2 \frac{k}{h}$$

$$V_{m2} = 19,55 \frac{m}{s} = 70,4 \frac{k}{h}$$

10.2.2 Одређивање максималне брзине возила са континуалним мењачким преносником

Пре одређивања коефицијената потребно је одредити и искоришћење система преноса снаге у овом случају се може израчунати помоћу израза (25), где је усвојено да је степен искоришћења мењачког преносника 0,98 док искоришћење преноса снаге преко ланца 0,98. Укупан коефицијент износи искоришћења система преноса снаге износи 0,96. Имајући у виду чињеницу да се максимална брзина возила може постићи у петом степену преноса у овом делу рада је одређена максимална брзина возила која се постиже у петом степену преноса али је извршена провера максималне брзине и у четвртом степену преноса. Пре свега је потребно одредити коефицијенте према релацијама (22), (23) и (24) за пети степен преноса и они износе:

$$C_1 = 1,473$$

$$C_2 = -19,083$$

$$C_3 = -339,041$$

На основу свих прорачунатих коефицијената, и решавањем кубне једначине (21) помоћу израза (28) вредности максималне брзине су следеће:

$$V_{m1} = 22,98 \frac{m}{s} = 82,7 \frac{k}{h}$$

$$V_{m2} = -10,02 \frac{m}{s} = -36,1 \frac{k}{h}$$

10.3 Дијаграмски приказ вучне силе, динамичког фактора и убрзања возила у функцији од брзине кретања возила у највишем степену преноса мењача

Да би се извршио приказ претходних величина које су задате потребно је дати основне изразе по којима се они рачунају, важно је напоменути да у овом случају приказ свих величина ће бити дат на основу различитог броја обртаја односно према бројевима обртаја а који је бити прорачунати за случај континуалног мењачког преносника и случај мануелног мењачког преносника, на основу претходног реченог изрази су следећи:

) Брзина у зависности од броја обртаја

$$v = X \frac{2pr_d n_e}{i_m i_0} \frac{m}{s} \quad (29)$$

) Вучна сила

$$F_o \times \frac{M_o}{r_d} \times \frac{M_{e i m i_0 h_T}}{r_d} \quad (30)$$

) Динамички фактор

$$D \times \frac{F_o Z R_v}{G} \quad (31)$$

) Отпор ваздуха

$$R_v \times K A v^2 \quad (32)$$

) Максимално убрзање

$$j \times \frac{g}{d} f D Z f A \quad (33)$$

) Коефицијент обртних маса

$$d \times 1.03 \Gamma 0.05 i_m^2 \quad (34)$$

) Коефицијент котрљања

$$f \times f_0 \Gamma a \times 3.6 v \frac{m}{s}^2 \quad (35)$$

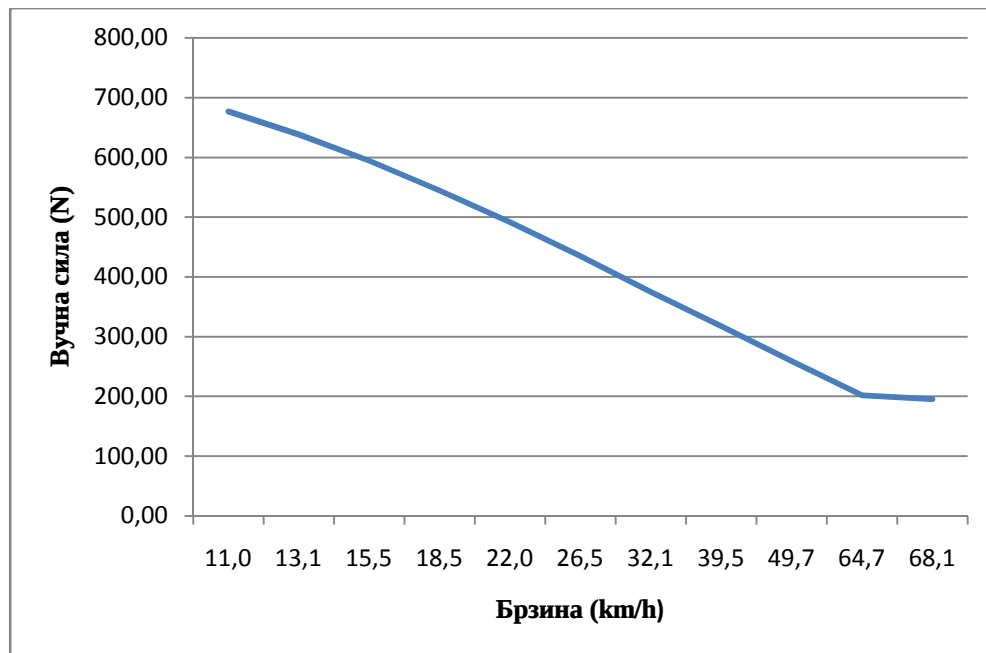
10.3.1 Прорачун за концепцију возила са континуалним мењачким преносником

Када је реч о концепцији возила са континуалним мењачким преносником је пре прорачуна је потребно узети одређене претпоставке. Те претпоставке се пре свега односе на саме преносне односе континуалног мењачког преносника, имајући у виду да се креће у интервалу од 0,86 до 2,86 и да се врши редукција од 2000 до 3800 o/min, узета је претпоставка да је редукција континуална и да се различите вредности преносног односа за бројеве обртаја, и они су приказани у табели 21 такође се узима у обзир да се приликом 1800 o/min не покреће возило имајући у виду да се спојница укључује тек при 2000 o/min. Према томе се мења и број обртаја који се преносни на погонским точковима.

Табела 21. Вредности преносног односа у зависности од броја обртаја

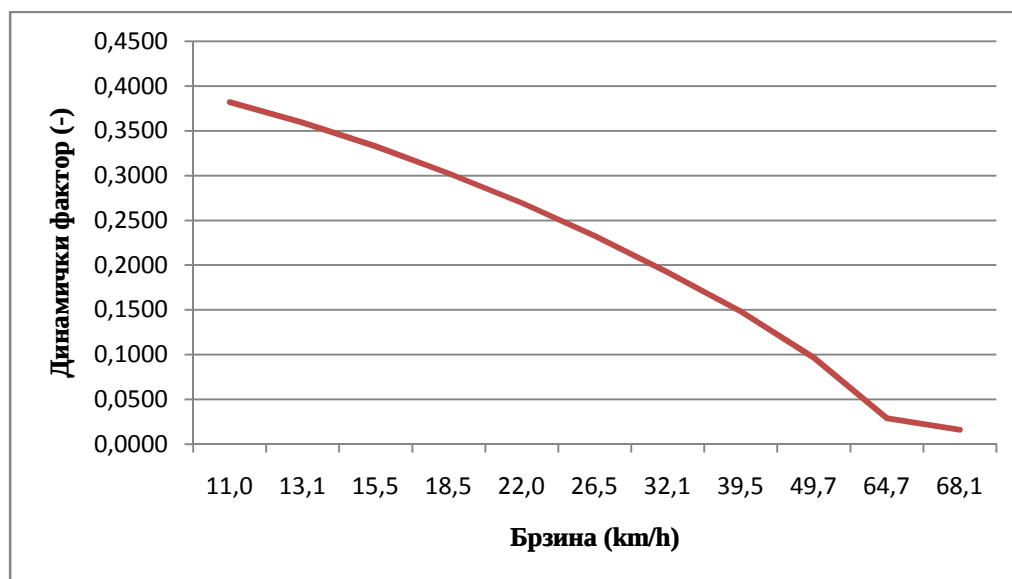
Број обртаја	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000	3200	3400	3600	3800	4000
Преносни однос	-	2,66	2,46	2,26	2,06	1,86	1,66	1,46	1,26	1,06	0,86	0,86

Према изразима који су приказани у поглављу 10.3 су прорачунате вредности динамичког фактора, вучне силе као и убрзања. На слици 100 је приказана промена вучне силе у зависности од брзине кретања возила, максимална вредност вучне силе је 676,89 N док је минимална вучна сила 195,47 N.



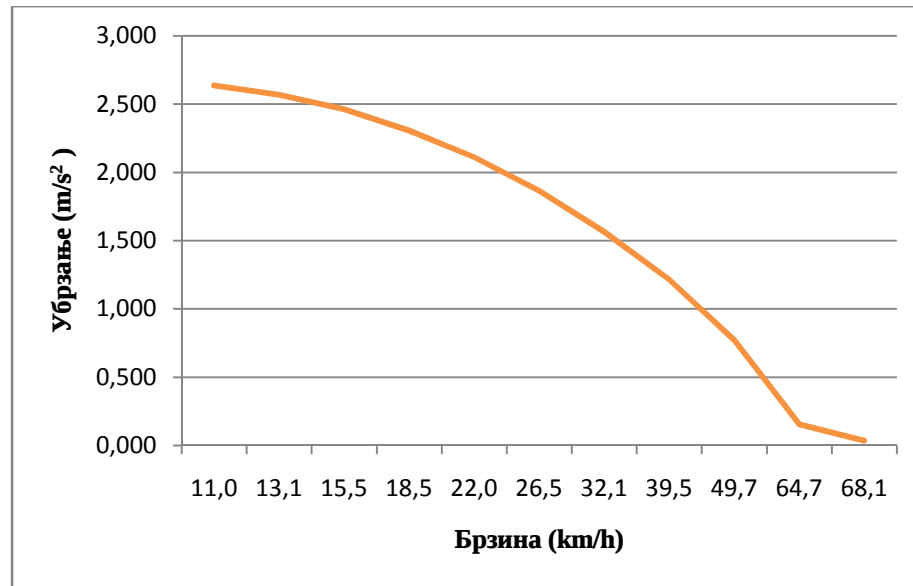
Слика 100. Промена вучне силе у зависности од брзине

На слици 101 је дат приказ промене динамичког фактора у зависности од брзине кретања возила. Са слике је уочљиво да све што је брзина кретања возила већа динамички фактор је мањи. Максимална вредност динамичког фактора износи , 0,382 док минимална вредност износи 0,016.



Слика 101. Промена динамичког фактора у зависности од брзине

Приликом анализе перформанси возила јако је важна и анализа убрзања возила, имајући у виду ту чињеницу на слици 102 је дат дијаграмски приказ промене убрзања у зависности од брзине. Максимално убрзање је $2,635 \text{ m/s}^2$ док је минимално убрзање возила $0,036 \text{ m/s}^2$.

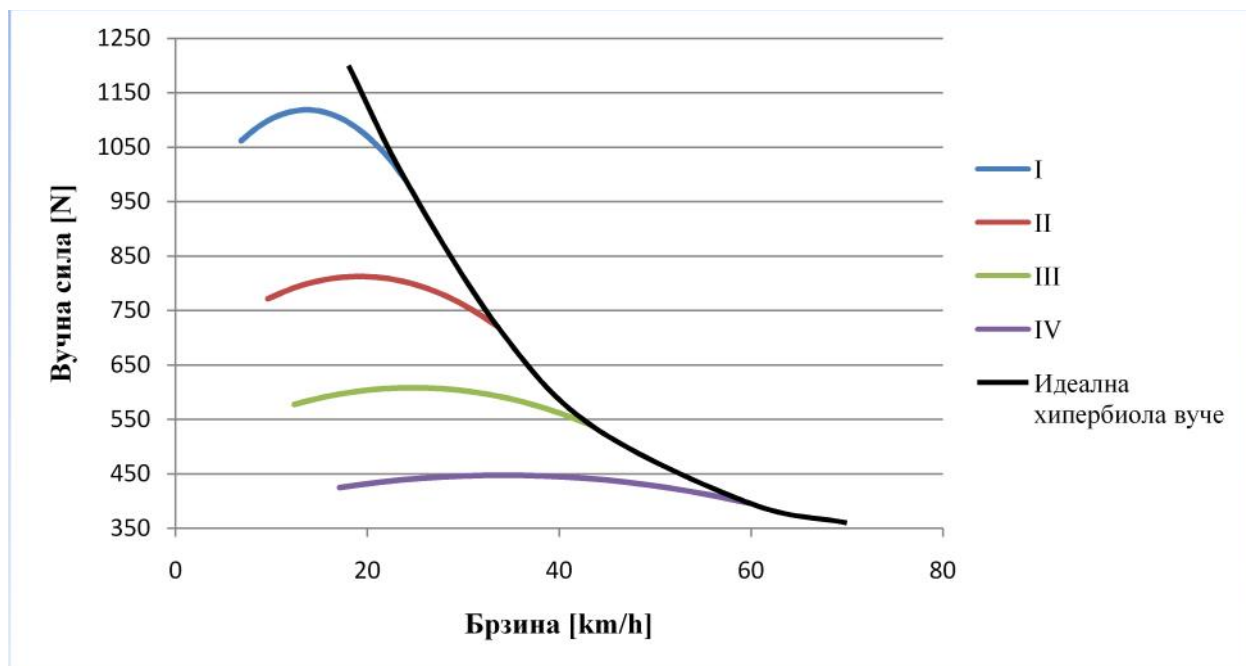


Слика 102. Промена убрзања у зависности од брзине

10.3.2 Прорачун за концепцију возила са мануелним мењачким преносником

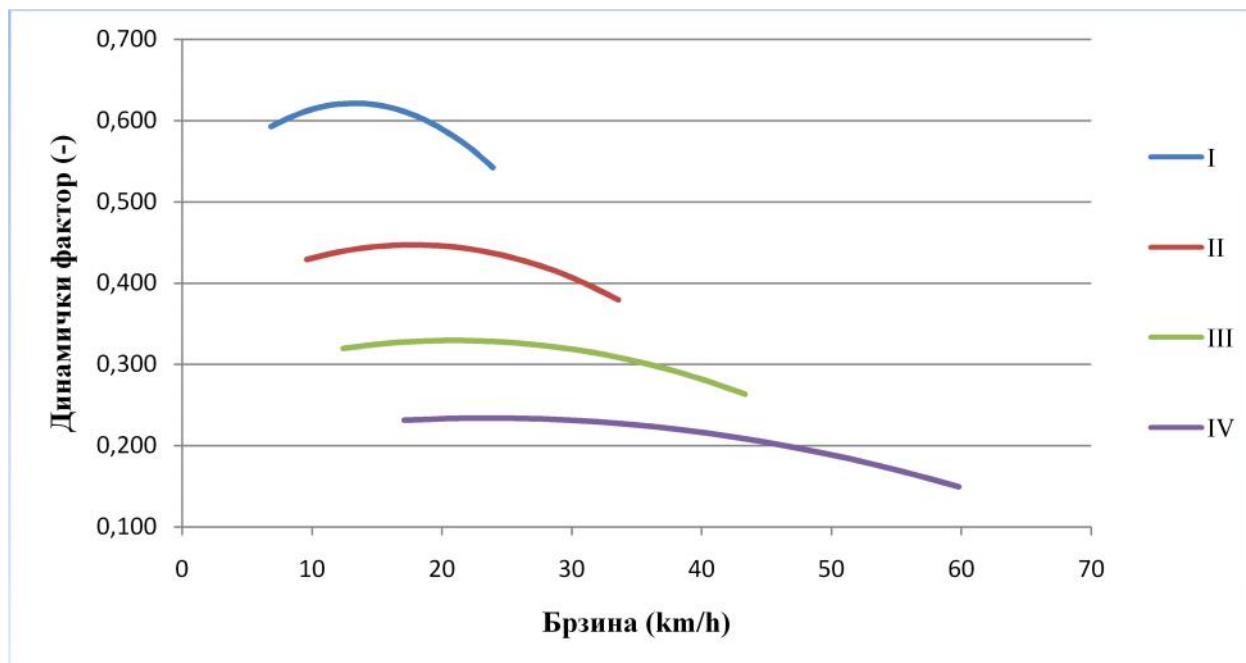
Истим поступком као и за прорачун вучних карактеристика возила са континуалним мењачким преносником, истим поступком се врши прорачун вучних карактеристика возила са мануелним мењачким преносником.

Имајући у виду да у односу на мењачки преносник са континуалном променом степена преноса у овом случају постоје четири степена преноса са различитим преносним односима. На слици 103 је дат приказ дијаграма вучне силе у зависности степена преноса и брзине кретања возила, такође на истој слици је дат приказ идеалне хиперболе вуче. Максимална вучна сила се у овом случају постиже у првом степену преноса и износи $1118,74 \text{ N}$, док минимална вучна сила се постиже у последњем степену преноса (четврти степен преноса) и износи $396,56 \text{ N}$.



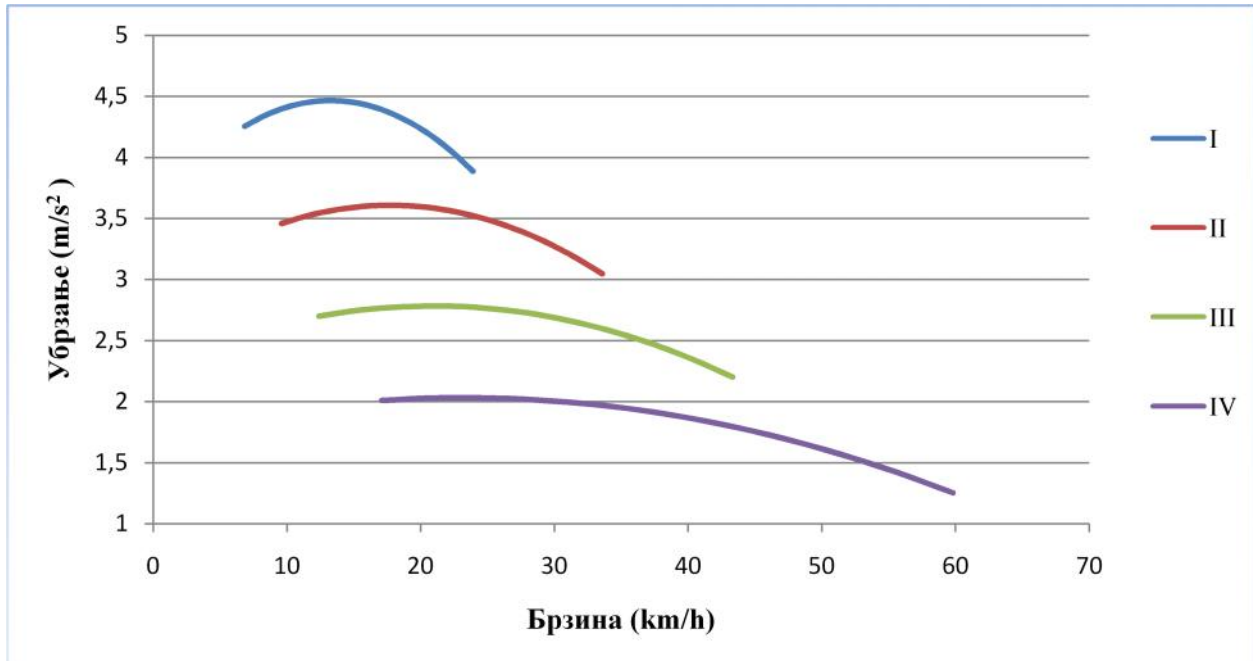
Слика 103. Вучна сила у зависности од брзине кретања и степена преноса

Као и за вучну силу тако и за динамички фактор је на слици 104 дат приказ динамичког фактора у зависности од степена преноса али и од брзине од брзине кретања возила. Максимални динамички фактор је у првом степену преноса и износи 0,621.



Слика 104. Промена динамичког фактора у зависности од степена преноса и брзине кретања

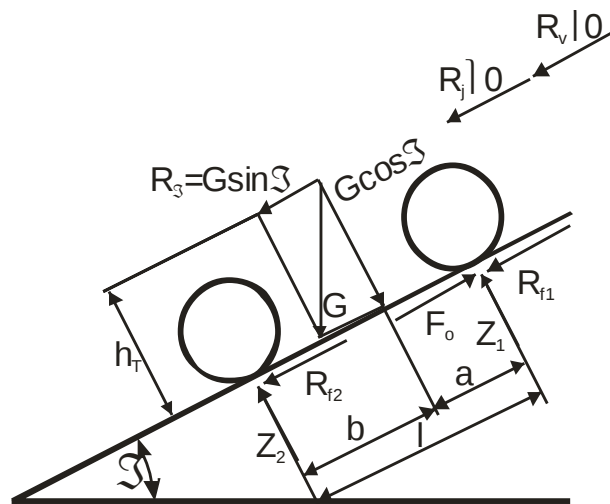
Када је реч о максималном убрзању возила оно се постиже у првом степену преноса и максимално убрзање возила износи $4,67 \text{ m/s}^2$. На слици 105 је дат приказ промене убрзања возила у зависности од степена преноса мењачког преносника али и брзине кретања.



Слика 105. Промена убрзања возила у зависности од брзине кретања

10.4 Одређивање максималног успона које возило може савладати

Максималан успон возило савлађује у првом степену преноса ($i_m=i_1$), малом, константном брзином ($v \approx 0, j \approx 0$), у режиму максималног обртног момента мотора, наравно за решавање овог проблема посматраћемо слику 106.



Слика 106. Карактеристичне величине приликом кретања возила на успону

На основу претходне слике може се добити тригонометријска квадратна једначина која гласи:

$$\begin{aligned}
 f \cos \alpha &= \Gamma \sin \alpha \times \frac{M_{\text{emax}} i_0 h_T}{r_d m g} \times A \\
 f \cos \alpha &= \Gamma \sqrt{1 - Z \cos^2 \alpha} \times A \\
 \sqrt{1 - Z \cos^2 \alpha} &= \frac{A Z f \cos \alpha}{1 - Z \cos^2 \alpha} \times \frac{1}{A Z f \cos \alpha} \\
 &\dots \\
 \sqrt{1 - Z \cos^2 \alpha} &= \frac{A Z f \cos \alpha}{1 - Z \cos^2 \alpha} \times \frac{1}{A Z f \cos \alpha}
 \end{aligned}$$

Решење квадратне једначине према $\cos \alpha$ се може решити према изразу (36), и на крају се усваја реално решење једначине.

$$f \cos \alpha = \frac{A Z f \cos \alpha \pm \sqrt{4 A^2 f^2 Z^2 - 4 A^2 Z^2}}{2 A Z f \cos \alpha} \quad (36)$$

Претходни израз се може написати и у другом облику познавајући законитости граничних услова за савлађивање успона са аспекта погонског агрегата, према томе а на основу израза (36) може се написати и максимални успон израчунати на основу динамичког фактора возила односно у функцији истог израз је дат релацијом (37).

$$\alpha_m = a \sin \left(\frac{D_M - f_M \sqrt{1 - D_M^2 + f_M^2}}{1 + f_M^2} \right) \quad (37)$$

10.4.1 Одређивање максималног успона које може савладати возило са континуалним мењачким преносником

На основу претходног обрасца односно израза (37) и на основу максималног динамичког фактора који у овом случају има вредност од 0,382 максимални успон који возило може да савлада са аспекта погонског агрегата износи:

$$\alpha_m = a \sin \left(\frac{0,382 - 0,01 \sqrt{1 - 0,382^2 + 0,01^2}}{1 + 0,01^2} \right)$$

$$\alpha_m = a \sin(0,3728)$$

$$\alpha_m = 21,89^\circ$$

$$\alpha_m = 40,18 \%$$

10.4.2 Одређивање максималног успона које може савладати возило са мануелним мењачким преносником

На основу претходног обрасца односно израза (37) и на основу максималног динамичког фактора који у првом степену преноса износи 0,621 максимални успон који возило може да савлада са аспекта погонског агрегата износи:

$$\alpha_m = a \sin \left(\frac{0,621 - 0,01 \sqrt{1 - 0,621^2 + 0,01^2}}{1 + 0,01^2} \right)$$

$$\alpha_m = a \sin(0,6131)$$

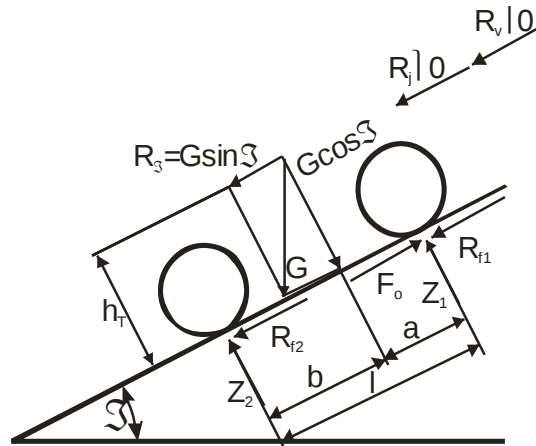
$$\alpha_m = 37,81^\circ$$

$$\alpha_m = 77,61 \%$$

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

10.5.1 Гранични успон

Гранични (максимални) успон савлађује се малом константном брзином ($v \neq 0, j=0$), за решавање овог случаја посматраћемо слику 107.



Слика 107. Карактеристичне величине приликом кретања возила на успону

Према претходној слици услов клизања је дат изразом (38), наравно важи случај да је погон на задњим точковима.

$$F_{o2} X j Z_2 \text{ } ^{\text{TM}} R_f \Gamma R_a \quad (38)$$

Познавајући и изразе дате релацијама (39) и (40) добија се израз којим се израчунава гранични успон и та једначина је дата изразом (41).

$$R_f \times Gf \cos \alpha \quad (39)$$

$$R_a \times G \sin \alpha \quad (40)$$

$$\tan \alpha_k \mid \frac{j}{l} \frac{a Z f_0}{Z j h_T} \quad (41)$$

Са слике 105 такође се може извести израз за граничне вредности успона под којим ће доћи до превртања возила око задње осовине. Према томе превртање око задње осовине настаје када је испуњен услов који је дат изразом (42), док се изразом (43) може дати та гранична вредност угла. Код погона напред, повећање угла успона доводи до бржег испуњења услова клизања, јер величина реакције Z_1 нагло опада – увек ће прво доћи до клизања возила уз успон, без опасности од превртања. Код возила са погоном позади, у неким случајевима може доћи до превртања возила око задње осовине пре него до клизања возила уз успон.

$$Z_1 \times \frac{G b \cos \alpha}{l} \frac{Z G h_T \sin \alpha}{l} \leq 0 \quad (42)$$

$$\tan \alpha_p \mid \frac{b}{h_T} \quad (43)$$

10.5.1.1 Гранични успон у случају возила са континуалним мењачким преносником

На основу израза (41) може се закључити да јако велики значај у коначној вредности приликом посматрања стабилности у смислу граничног успона са аспекта клизања има и коефицијент приањања точкова, у овом случају коефицијент приањања је усвојен самом концепцијом и наменом возила и он износи 0,8. Према изразу (41) гранични успон клизања износи $30,73^\circ$, што значи да ће до клизања возила доћи уколико је угао већи од претходно наведене вредности.

На основу израза (43) се може израчунати гранични успон под којим ће доћи до превртања око задње осовине. На основу познатих вредности висине тежишта као и одступања тежишта од задње осовине може се израчунати гранична вредност успона под којим би дошло до превртања возила, имајући у виду израз (43) гранична вредност овог угла јесте $62,81^\circ$, што значи да ће до превртања возила око задње осовине доћи колико вредност успона буде била већа или једнака $62,81^\circ$.

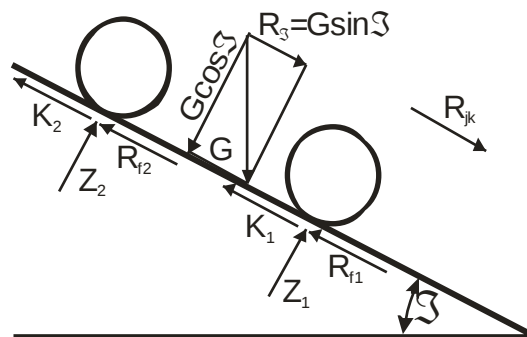
10.5.1.2 Гранични успон у случају возила са мануелним мењачким преносником

На основу израза (41) може се закључити да јако велики значај у коначној вредности приликом посматрања стабилности у смислу граничног успона са аспекта клизања има и коефицијент пријањања точкова, у овом случају коефицијент пријањања је усвојен самом концепцијом и наменом возила и он износи 0,8. Према изразу (41) гранични успон клизања износи $30,64^\circ$, што значи да ће до клизања возила доћи уколико је угао већи од претходно наведене вредности.

На основу израза (43) се може израчунати гранични успон под којим ће доћи до превртања око задње осовине. На основу познатих вредности висине тежишта као и одступања тежишта од задње осовине може се израчунати гранична вредност успона под којим би дошло до превртања возила, имајући у виду израз (43) гранична вредност овог угла јесте $62,28^\circ$, што значи да ће до превртања возила око задње осовине доћи колико вредност успона буде била већа или једнака $62,28^\circ$.

10.5.2 Гранични пад

Гранични пад се одређује при кочењу свим точковима на низбрдици и он се одређује посматрањем слике 108.



Слика 108. Карактеристичне величине приликом кретања возила на путу под падом

Клизање настаје ако је испуњен услов који је дат у следећим изразима.

$$K X K_1 \Gamma K_2 \mid j f Z_1 \Gamma Z_2 A \quad (44)$$

$$K X j \mid G \cos \alpha \quad (45)$$

$$\cos \alpha_k \mid \frac{K}{j G} \quad (46)$$

Поред клизања возила постоји и случај превртање око предње осовине а превртање настаје онда када су нам реакције тла задње осовине једнаке нули. На основу претходног може се извести израз за граничне вредности клизања.

$$Z_2 l \Gamma R_a h_T \Gamma R_{jk} h_T Z G \cos a - a X_0 \quad (47)$$

$$Z_2 X \frac{Z G \sin a - h_T Z R_{jk} h_T \Gamma G \cos a - a}{l} \quad (48)$$

$$G \cos a - a Z G \sin a h_T Z R_{jk} h_T^{TM0} \quad (49)$$

$$G \cos a - a^{TM} h_T \Gamma G \sin a \Gamma R_{jk} A \quad (50)$$

$$G \cos a - a^{TM} h_T K \quad (51)$$

$$\cos a_p^{TM} \frac{h_T}{Ga} K \quad (52)$$

Ако је испуњен услов који је означен као израз (53) онда прво настаје клизање, код уобичајених конструкција возила, однос који је дат у истом изразу је већи од 1, па је услов увек задовољен, што значи да неће доћи до превртања возила.

$$j \Phi \frac{a}{h_T} \quad (53)$$

10.5.2.1 Гранични пад у случају возила са континуалним мењачким преносником

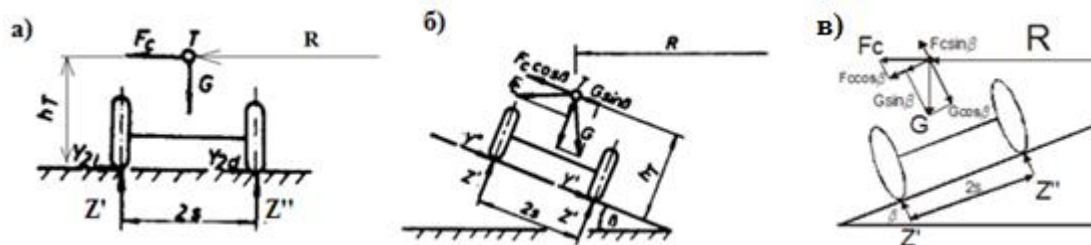
Имајући у виду да је задовољен услов који је дат изразом (53), односно да је a/h_T већи од 1 самим тим у сваком случају је већи од коефицијента приањања пре појаве превртања возила свакако ће доћи до клизања возила, па имајући то у виду потребно је само анализирати у којим случајевима за различите коефицијенте приањања долази до клизања возила.

10.5.2.2 Гранични пад у случају возила са мануелним мењачким преносником

Имајући у виду да је задовољен услов који је дат изразом (53), односно да је a/h_T већи од 1 самим тим у сваком случају је већи од коефицијента приањања пре појаве превртања возила свакако ће доћи до клизања возила, па имајући то у виду потребно је само анализирати у којим случајевима за различите коефицијенте приањања долази до клизања возила.

10.6 Испитивање попречне стабилности картинг возила

Стабилност возила је се може нарушити приликом кретања возила у кривини, стабилност се може нарушити на два начина и то превртањем или клизањем возила. Са аспекта испитиваног пута постоји три типа кривина и то хоризонталан пут (Слика 109 а), пут са позитивним нагибом (Слика 109 б) и са негативним (контра) попречним нагибом (Слика 109 в).



Слика 109. Типови кривина са аспекта попречног нагиба пута [прилагођено, 53]

У сва три типа кривина могуће је одредити граничне брзине превртања али и клизања (заношења). Да би дошли до превртања возила потребно је да брзина кретања возила у кривини буде већа од оне израчунате вредности тако на хоризонталном путу гранична брзина превртања се може израчунати према изразу 54, гранична брзина превртања се може на путу са позитивним нагибом пута се може израчунати према изразу 55 док гранична брзина превртања на путу са контра нагибом се може израчунати према изразу 56.

$$V_{g,p} \leq \sqrt{R \cdot g \cdot \frac{s}{h}} \quad (54)$$

$$V_{g,p} \leq \sqrt{R \cdot g \cdot \frac{s+h \cdot t_i}{h-s \cdot t_i} \cdot \frac{\beta}{\beta}} \quad (55)$$

$$V_{g,p} \leq \sqrt{R \cdot g \cdot \frac{s-h \cdot t_i}{h+s \cdot t_i} \cdot \frac{\beta}{\beta}} \quad (56)$$

Када је реч о граничним вредностима клизања возила граничне вредности се могу израчунати за хоризонталан пут према изразу 57, за пут са позитивним подужним нагибом према изразу 58 као и за пут са контра нагибом према изразу 59. На карају важно је напоменути је углавном брзина клизања увек мања од брзине превртања на основу углавном долази клизања односно заношења возила.

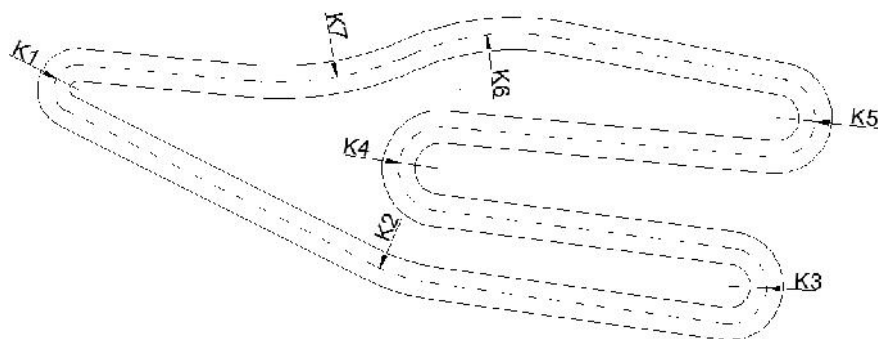
$$V_{g,k} \leq \sqrt{R \cdot g \cdot \varphi} \quad (57)$$

$$V_{g,k} \leq \sqrt{R \cdot g \cdot \frac{t_i}{1-\varphi \cdot t_i} \cdot \frac{\beta+\varphi}{\beta}} \quad (58)$$

$$V_{g,k} \leq \sqrt{R \cdot g \cdot \frac{\varphi-t_i}{1+\varphi \cdot t_i} \cdot \frac{\beta}{\beta}} \quad (59)$$

10.5.1 Модел картинг стазе за који се испитује стабилност возила

У циљу одређивања стабилности возила најбоље је применити такво истраживање реалног модела стазе или неког нацрта стазе која би требала бити изграђена. Тако у овом случају модел картинг стазе (или картодрома) је стаза која је приказана на слици 110. У овом случају испитивање стабилности возила и граничних брзина возила испитивано је у свакој кривини на стази. Предложени модел картодрома има укупно шест кривина са различитим радијусима или различитих попречних нагиба пута. Имајући у виду да је намена овог возила па и усвојени пнеуматици такви да захтевају суво време односно сув коловоз и без било каквих непогода у као претпоставка је усвојено да је коефицијент приањања 0,8. У табели 22 су дате карактеристике сваке од кривине возила, према ознакама сваке од кривина на слици 110.



Слика 110. Картинг стаза на којој се у овом случају испитује стабилност картинг возила

Табела 22. Карактеристика кривина картинг стазе приказане на слици 110

Ознака кривине	Радијус кривине (m)	Попречни нагиб пута (°)	Тип кривине
K1	9	0	Хоризонталан пут
K2	121,68	2	Пут са позитивним нагибом
K3	14,64	3	Пут са позитивним нагибом
K4	14,64	0	Хоризонталан пут
K5	14,64	3	Пут са негативним нагибом (контранагиб)
K6	97,36	0	Хоризонталан пут
K7	73,01	2	Пут са негативним нагибом (контранагиб)

10.5.2 Анализа стабилности возила са континуалним мењачким преносником

На основу података о предложеном моделу стазе и на основу израза који су везани за анализу стабилности (изрази (54) до (59)) могу се израчунати граничне вредности кретања возила у кривини. Према предложеном моделу картинг стазе и карактеристикама исте, које су представљене у поглављу 10.5.1, израчунате граничне вредности су представљене у табели 23 за сваку кривину понаособ. Стабилност возила се у овом случају рачуна само за оптерећено возило имајући у виду да је то стварна ситуација приликом кретања возила на стази.

Табела 23. Граничне брзине клизања и превртања возила са континуалним мењачким преносника за кривину приказаној на слици 110

Ознака кривине	Гранична брзина клизања (km/h)	Гранична брзина превртања (km/h)
K1	30,3	58,8
K2	115,27	229,9
K3	40,7	82,4
K4	38,6	75
K5	36,5	69,1
K6	99,5	193,64
K7	83,1	158,4

10.5.3 Анализа стабилности возила са мануелним мењачким преносником

На основу података о предложеном моделу стазе и на основу израза који су везани за анализу стабилности (изрази (54) до (59)) могу се израчунати граничне вредности кретања возила у кривини. Према предложеном моделу картинг стазе и карактеристикама исте, које су представљене у поглављу 10.5.1, израчунате граничне вредности су представљене у табели 24 за сваку кривину понаособ. Стабилност возила се у овом случају рачуна само за оптерећено возило имајући у виду да је то стварна ситуација приликом кретања возила на стази.

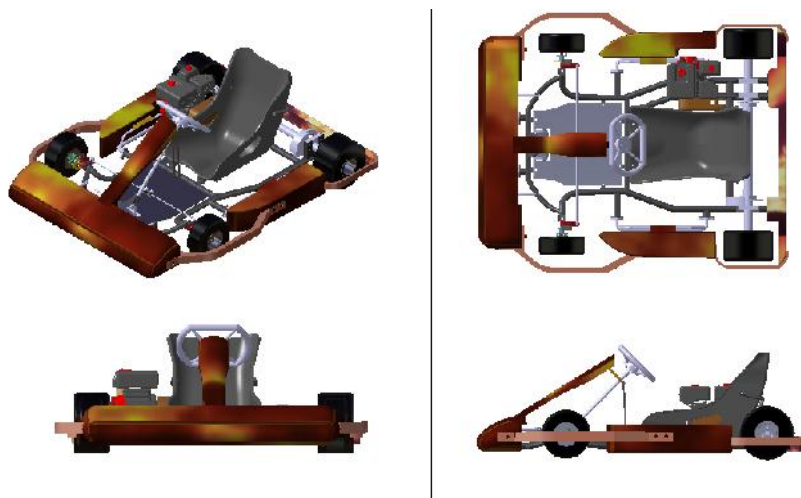
Табела 24. Граничне брзине клизања и превртања возила са мануелним мењачким преносником за стазу приказаној на слици 110

Ознака кривине	Гранична брзина клизања (km/h)	Гранична брзина превртања (km/h)
K1	30,3	57,6
K2	115,27	224,7
K3	40,7	80,5
K4	38,6	73,3
K5	36,5	67,9
K6	99,5	187,4
K7	83,1	151,6

11 ПРИМЕНА САВРЕМЕНИХ CAD/CAE ТЕХНОЛОГИЈА У ЦИЉУ ИСПИТИВАЊА ПРЕДЛОЖЕНОГ МОДЕЛА КАРТИНГ ВОЗИЛА

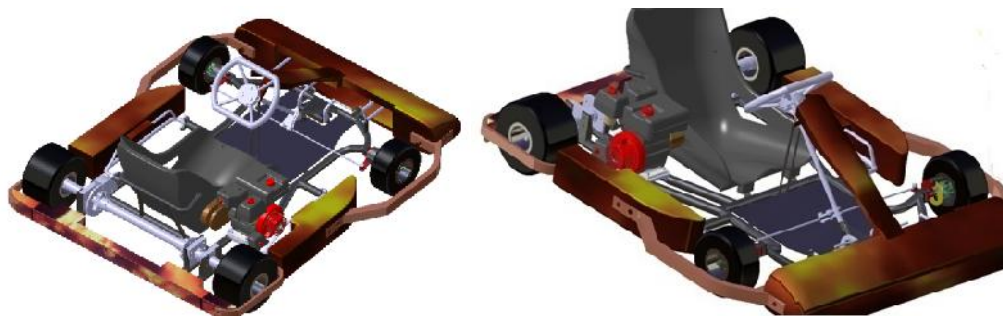
11.1 Предложени модел картинг возила

Да би се испитала ергономска својства возила потребно је све усвојене елементе као и системе објединити у једну целину, па на основу тога одредити ергономске карактеристике предложеног модела возила. На слици 111 је приказан предложени модел возила који је на основу свих усвојених елемената моделиран у софтверском пакету CATIA V5. На слици 111 је предложени модел возила приказан у неколико пројекција с тим да је једна од пројекција дата као приказ возила из неког одређеног угла. Важно је напоменути да је модел приказан на слици модел возила са континуланим мењачким преносником, међутим имајући у виду да се концепције разликују једино према типу погонског агрегата предложени модел одговара карактеристикама обе концепције.



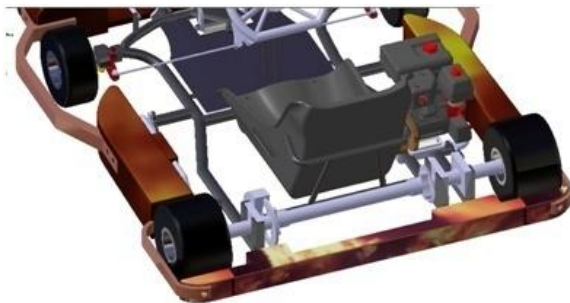
Слика 111. Модел картинг возила на коме су испитане ергономске карактеристике предложеног возила

Предложени модел возила представља скуп свих елемената и усвојених система, тако на слици 112 је дат приказ предњег дела возила а коме је посебно уочљив систем управљања возилом и то онај који је усвојен у претходном делу рада.



Слика 112. Модел картинг возила са освртом на предњи део возила

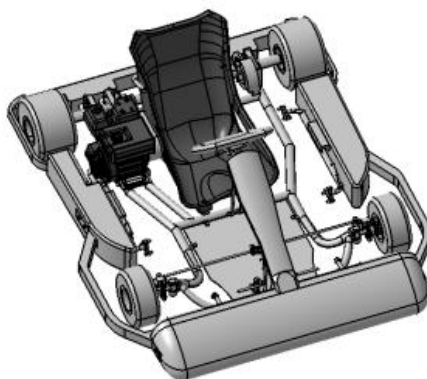
Поред предњег дела возила, такође је и задњи део возила моделиран према свим усвојеним елементима, самим тим на слици 113 је приказан задњи део возила.



Слика 113. Задњи део предложеног модела испитивања картинг возила

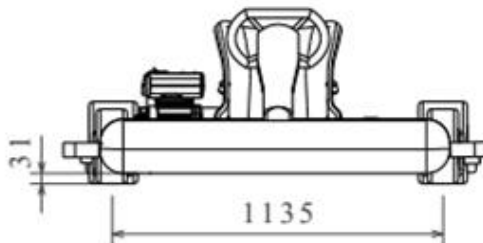
11.2 Технички опис модела возила

Применом савремених инжењерских алата који спадају у CAD технологије могуће је нацртати и техничку документацију али и склопни цртеж предложеног модела који је приказан у потпоглављу 11.1. На слици 114 је дат приказ изометриског изгледа картинг возила. Склопни цртеж модела је детаљно приказан у прилогу 2.



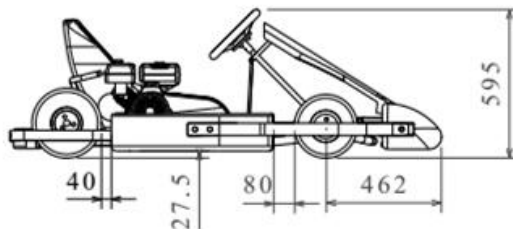
Слика 114. Изометриски изглед картинг возила

На основу димензија које су дате у склопном цртежу могуће је одредити да ли предложени модел по димензијама задовољава димензије које су прописане законском регулативом. На слици 115 је поглед модела са предње стране. На основу анализе димензија цртежа и законски прописаних димензија може се закључити да димензије које су котиране одговарају прописаним димензијама.



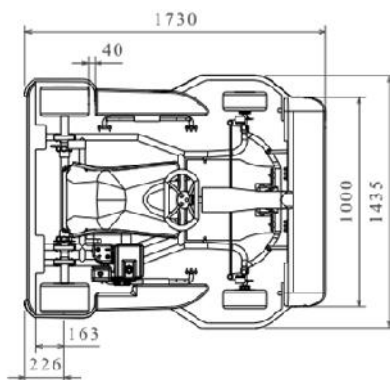
Слика 115. Поглед са предње стране и основне карактеристичне димензије картинг возила

Уколико се посматра поглед са леве стране возила такође се може закључити да све димензије одговарају димензијама које су прописане законском регулативом и техничким правилницима. Приказ ових димензија и поглед са леве стране возила је приказан на слици 116.



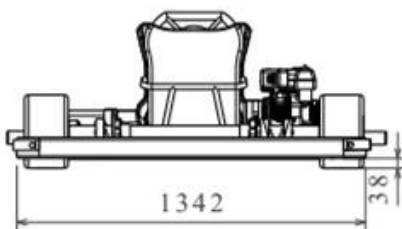
Слика 116. Поглед са леве стране и основне карактеристичне димензије картинг возила

Посматрањем возила са горње стране може се такође закључити да су димензије предложеног модела у складу са законски прописаним димензијама. На слици 117 приказан је поглед возила са горње стране возила.



Слика 117. Поглед са горње стране и основне карактеристичне димензије картинг возила

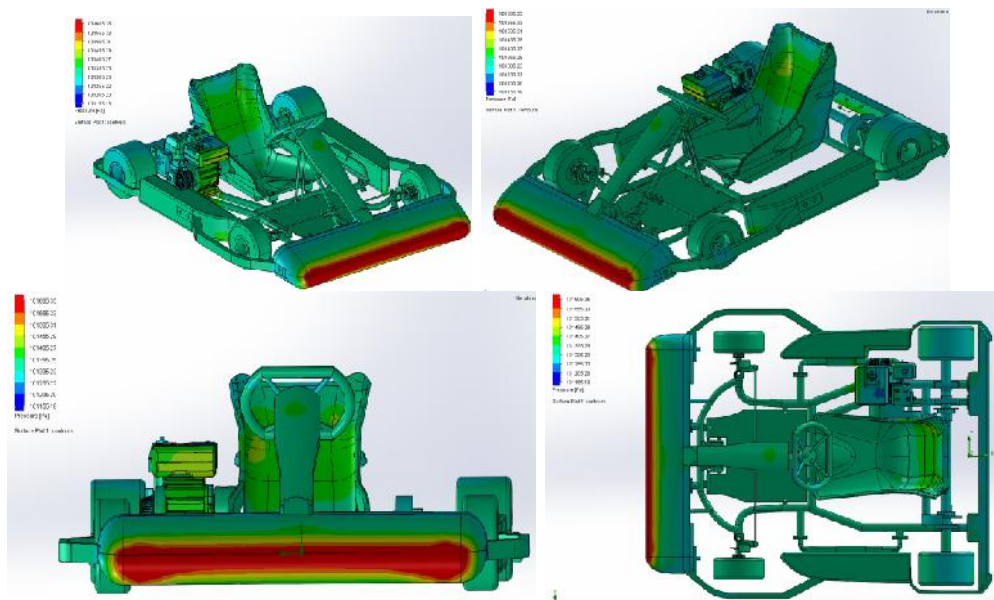
На слици 118 је дат приказ картинг возила са задње стране, на истој слици су приказане и основне значајне димензије.



Слика 118. Поглед са задње стране и основне карактеристичне димензије картинг возила

11.3 Анализа аеродинамичности возила

Аеродинамичност возила представља један од битних фактора који могу утицати на перформансе возила али исто тако и на потрошњу горива. У циљу испитивања аеродинамичности предложеном моделу картинг возила коришћен је софтвер DSS SOLIDWORKS помоћу опције Flow simulator. Услови под којим је урађена анализа за све моделе возила која су обрађена у раду та да је температура у виртуелном простору у коме се анализа обрађује 293,2 K (20,05° C), притисак у виртуелном простору 101325 Pa (1,013bar) као и да је брзина струјања ваздуха по површини возила 18,8 m/s (67,7 km/h). На слици 119 је дат приказ резултата испитивања утицаја ваздуха на елементе возила у смислу деловања притиска ваздуха на одређене зоне возила. Како је уочљиво са слике 119 највећи притисак се остварује на предњем бранику возила самим тим потребно је извршити корекцију предњег дела предњег браника возила (зона означена црвеном бојом). Наравно на слици 119 је дат приказ утицаја ваздуха на возило из више перспектива. Према овом испитивању може се доћи до закључка да је свакако потребно извршити корекције везане за предњи браник возила, имајући у виду да је то део који је највише оптерећен дејством притиска ваздуха на возило.



Слика 119. Утицај ваздуха на каросерију возила у смислу притиска на каросерију

12. ЗАКЉУЧАК

Картинг возила представљају једну специфичну категорију возила која је специична према својим карактеристикама али и према разноврсној намени. Картинг возила су возила која су настала током педесетих година двадесетог века али су се до данас развијала упоредно са другим возилима, како по питању облика тако и по питању самих елемената. Катинг возила су постала јако атрактивна и интересантна возила па су се баш из тог разлога а у циљу повећања безбедности вожње законском регулативом су постављени технички захтеви који су постављени пред произвођачима. Данас постоје различити модели картинг возила али и различити начини изођења сваког од система на возилу.

Израда идејног картинг возила се састоји из низа процеса и радњи. На самом почетку идејног пројекта је потребно анализирати законску регулативу која је везана за картинг возила, имајући у виду да се национална законска регулатива ослања на међународну законску реглативу (односно национална допуњује међународну) потребно је анализирати детаљно сваку анализу. Следећи процес јесте анализа могућих концепција возила и извођења различитих система, наравно потребно је у следећој фази већ испитиати ко су могући кооперанти за сваки од елемената или да ли је могуће тај елемент да буде пројектован од стране онога коме је идејни пројекат намењен. Да би се усвојила концепција возила потребно је пре свега преиспитати тржиште и видети потребе истог. Наравно имајући у виду да је у овом раду идејни пројекат картинг возила унапред отређен за возила чија је намена рекреација и обука, потребно је испитаи тржиште коју би концепцију картинг возила била атрактивнија. После тог процеса усваја се коначна концепција картинг возила са свим елементима и системима али и свим кооперантима. Следећа фаза јесте прорачун масе возила, тежишта возила као и оптерећења свих точкова. После тог прорачуна потребно је израчунати перформансе усвојених концепција возила и оно што би то возило могло дати као излаз из целог система. Наравно поред анализе свих перформанси потребно је извршити и испитивање одређених усвојених усвојених елемената на возилу, као што је каросерија или пак ергономска својства возила. У те сврхе је могуће применити и савремене CAE системе.

Имајући у виду да је потребна опширна и детаљна анализа потреба тржишта везана за концепцију картинг возила, у овом раду је дата могућност каснијом анализом тржишта. На основу претходно реченог у раду су анализиране две концепције картинг возила. Обе концепције су јако сличне стим да је главна разлика само у начину промене степена преноса док су остали системи и делови исти или слични. Прорачуном тежишта обе концепције картинг возила долази се до закључка да висина као и остале координате тежишта употпуности одговарају висини која би требала имати картинг возила, у прилог томе иде и испитивање стабилности возила на замишљеној картинг стази са различитим карактеристикама попречног профила, у коме су добијене граничне вредности које задовољавају оне које вредности које би једно овакво возило требало имати, наравно имајући је порачун вршен за обе концепције вредности варирају али су задовољавајуће имајући да ће у сваком случају су граничне брзине клизања мање од граничних брзина превртања. Такође приликом усвајања концепција су усвојене максималне вредности брзина које би возило могло достићи, са тим у вези приликом испитивања и те перформансе дошло се до закључка да са свим усвојеним елементима возило се налази у

границама које су на почетку постављене. Прочуном осталих перформанси возила може се на крају закључити да и они одговарају свим вредностима које би се задовољила вожња у неким нормалним условима пута. Поред прорачунатих перформанси возила моделирано је картинг возило са свим елементима које ви једно овакво возило требало имати. Применом савремених САЕ софтверских пакета су испитивана аеродинамичност и ергономске карактеристике предложених модела картинг возила. Према испивању аеродинамичности возила картинг возила и дејства ваздуха на возило може се доћи до закључка да је потребно усавршити предложени модел каросерије поготово у предњем делу возила. Испитивањем ергономских карактеристика картинг возила дошло се до закључка да је потребно можда извршити корекцију размештаја педала или одређених елемената на возилу.

Имајући у виду да после идејног пројекта је потребно израдити главни пројекат као једно од закључака потребно је дати и пар мера за даља испитивања овог картинг возила. Као даље мере испитивања возила могу се предложити даљи правци испитивања овог концепта возила а то су детаљније испитивање укупне масе возила као и провера свих елемената и перформанси возила. Потребно је извршити испитивања која су везана и за стабилност и ваљаност предложеног рама возила и испитивање на савијање и увијање возила као и усвајање материјала који би што више олакшало конструкцију возила, потребно је извршити и корекције везане за каросерију у свмислу како и мањења масе тако и аеродинамичности.

13. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Пример картинг возила, <https://bintellikarts.com/product/tag-racing-go-kart/>, посећено: 20.03.2018
- [2] Трка картинг возила, http://www.ffsakarting.org/en/press_releases/le-plaisir-du-kart-et-de-la-comp-tition-quel-que-soit-l-ge?page=20, посећено: 20.03.2018
- [3] Примери примене картинг возила, <https://bintellikarts.com/photo-galleries/>, посећено: 20.03.2018
- [4] Salazar González F., 2011, *ANÁLISIS DE UN KART DE COMPETICIÓN Y DE SUS COMPONENTES*, Universidad de Zaragoza, E. U. de Ingeniería Técnica Industrial de Zaragoza, Zaragoza.
- [5] Картинг возила за рекреацију, <http://www.sodikart.com/en-gb/downloads/k6/0>, посећено: 20.03.2018
- [6] „Спринт“ картинг, <https://www.kartcom.com/en/pressrel/cpr/sodi-official-chassis-of-senior-rotax-max-grand-finals>, посећено: 20.03.2018
- [7] „Спринт“ картинг, <http://www.kartcrg.com/en/photo/>, посећено: 20.03.2018
- [8] Незгоде у којима учествују картинг возила, <http://gokarttoronto.com/about-gpk/>, посећено: 20.03.2018
- [9] Незгоде у којима учествују картинг возила, <http://kartingsingapore.com/wp/?p=1013>., посећено: 20.03.2018
- [10] Возила са мењачким преносником, <http://www.kartcrg.com/en/crg-news?page=14>, посећено: 20.03.2018
- [11] Овална картинг возила, <http://gvkc.org/oval-news-428/>, посећено: 20.03.2018
- [12] Супер картинг возило, <http://www.cikfia.com/media/photos/29-october-2017-bugatti-le-mans-fra-round-3-of-the-european-superkart-championship.html>, посећено: 20.03.2018
- [13] Историјски развој картинг возила, <http://www.cikfia.com/inside-cikfia/history/our-history.html>, посећено: 20.03.2018
- [14] Слике са такмичња, <http://www.cikfia.com/media/photos.html>, посећено: 20.03.2018

- [15] Анекс А, <http://www.sakss.org.rs/moma/Aneks-A-karting2017.pdf>, посећено: 20.03.2018
- [16] Додатак правилника., <http://www.sakss.org.rs/moma/Dodatak-pravilnika-Karting2017.pdf>, посећено: 20.03.2018
- [17] Међународни технички правилник, http://www.cikfia.com/fileadmin/content/REGULATIONS/Technical/Technical%20Regulations/2018/Web_RT2018.pdf, посећено: 20.03.2018
- [18] Елементи рама возила, http://www.cikfia.com/fileadmin/content/REGULATIONS/Technical/Technical%20Drawings/2017/Drawing_1.pdf, посећено: 20.03.2018
- [19] Димензије браника, http://www.cikfia.com/fileadmin/content/REGULATIONS/Technical/Technical%20Drawings/2017/Drawing_2a.pdf, посећено: 20.03.2018
- [20] Делови каросерије, <http://www.sodikart.com/en-gb/downloads/11/0>, посећено: 20.03.2018
- [21] Делови каросерије, http://www.kartcrg.com/CRG_catalogo_183.pdf, посећено: 20.03.2018
- [22] Растојања задњих точкова и браника, http://www.cikfia.com/fileadmin/content/REGULATIONS/Technical/Technical%20Drawings/2017/Drawing_2e.pdf, посећено: 20.03.2018
- [23] Прописане димензије на кратинг возилима, http://www.cikfia.com/fileadmin/content/REGULATIONS/Technical/Technical%20Drawings/2017/Drawing_2b.pdf, посећено: 20.03.2018
- [24] Димензија истура неког елемента из точка управљача, http://www.cikfia.com/fileadmin/content/REGULATIONS/Technical/Technical%20Drawings/2017/Drawing_8.pdf, посећено: 20.03.2018
- [25] Димензије налатака точкова, http://www.cikfia.com/fileadmin/content/REGULATIONS/Technical/Technical%20Drawings/2017/Drawing_4.pdf, посећено: 20.03.2018

- [26] BirelART понуда и технички подаци возила, <http://birelart.com/our-karts/kz/description>, посећено: 20.03.2018
- [27] Praga понуда возила и технички подаци, <https://www.pragaglobal.com/karts/>, посећено: 20.03.2018
- [28] Sodi понуда и технички подаци о возилу, <http://www.sodikart.com/en-gb/karts/rental/>, посећено: 20.03.2018
- [29] CRG понуда и технички подаци возила за рекреацију, <http://www.crgrentalkart.com/en/downloads/>, посећено: 20.03.2018
- [30] Вуловић М., 1986, *КАРТИНГ*, Техничка књига, Београд.
- [31] Листа делова компаније CRG, http://www.kartcrg.com/CRG_catalogo_183.pdf, посећено: 20.03.2018
- [32] Листа делова компаније BirelART, <http://birelart.com/sites/default/files/CatalogoBirelART.pdf>, посећено: 20.03.2018
- [33] Листа делова компаније Sodi, <http://www.sodikart.com/en-gb/downloads/93/0>, посећено: 20.03.2018
- [34] Делови за картинг возила, <http://pmikartparts.com/slack.shtml>, посећено: 20.03.2018
- [35] Системи функционисања система на картинг возилима, <http://www.tecnokart.com/10/index.html>, посећено: 20.03.2018
- [36] Склопови различитих система на картинг возилу, http://www.tecnokart.com/10/files/catalog_no_prezzi_2018.pdf, посећено: 20.03.2018
- [37] Шема управљања, <http://apskarting.com/building-a-go-kart-using-a-riding-lawn-mower.html>, посећено: 20.03.2018
- [38] Елементи картинг возила, <https://www.qrckarts.com/products/>, посећено: 20.03.2018
- [39] Систем управљања, <http://speechfoodie.com/atv-steering-rack/>, посећено: 20.03.2018
- [40] Пнеуматици за картинг возило, <http://www.gopowersports.com/go-kart-parts/go-kart-tires-wheels/>, посећено: 20.03.2018

- [41] Прењи точак, <https://www.paradigmshiftracing.com/driver-coaching.html>, посећено: 20.03.2018
- [42] RicardoKart, <http://www.ricciardokart.com/ok-line/>, посећено: 20.03.2018
- [43] Спојница, <http://www.noramclutch.com/go-kart-clutch/>, посећено: 23.03.2018
- [44] TonyKart, <https://www.tonykart.com/>, посећено: 23.03.2018
- [45] Мехатронички систем промене степена преноса, <http://me-shifter.com/downloads/2013N%20-%20Users%20Manual%20ME-SHIFTER%20F1.pdf>, посећено: 23.03.2018
- [46] MS Kart начини извођења система, <http://www.mskart.cz/new/en/technical-support/technical-support>, 24.03.2018
- [47] Пнеуматици за картинг возило, <http://www.vegatyres.com/en/tyres/rental-endurance>, посећено: 02.03.2018
- [48] Континуирани мењачки преносници, <http://www.hoffcocomet.com/epiphanyweb/flexpage.aspx?ID=75>, посећено: 03.04.2018
- [49] Седишта за картинг возила произвођача Tillett, https://www.tillett.co.uk/shop/documents/downloads/Kart_seat_dimensions_Spring_2015.pdf, посећено: 04.04.2018
- [50] Саси пласт, <http://www.sasiplast.com/>, посећено: 04.04.2018
- [51] Del Bene C., Anello R., 2014, GO-KART AERODYNAMIC OPTIMIZATION BY MEANS OF CFD AND RBF MESH MORPHING, University of Rome Tor Vergata, доступно на: <https://www.slideshare.net/MEB71/gokart-aerodynamic-optimization-by-means-of-cfd-and-rbf-mesh-morphing>, посећено: 25.05.2018
- [52] Карактеристике мотора HONDA GX160, http://engine.honda.ca/gx/horizontal_crankshaft/gx160/specifications, посећено: 26.05.2018.
- [53] Симиић Д., 1977, *МОТОРНА ВОЗИЛА*, Научна књига, Београд.
- [54] Демиић М. et all, 2011, Теорија кретања моторних возила, Машински факултет у Крагујевцу.

ПРИЛОЗИ