

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Друмски саобраћај

Предмет: Структура и конструкција моторних возила

Број индекса: 361/2012

Ивана З. Илић

Пригушни елементи СЕО

мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Јасна Глишовић, доцент - ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог мастер рада кандидат треба да:

- Опише улогу, тј. задатак пригушних елемената CEO,
- Изврши поделу пригушних елемената,
- Прикаже карактеристику пригушним елемената и анализира утицај конструктивних параметара на карактеристику амортизера,
- Прикаже савремене пригушне елементе (BOSE, електромагнетни итд.),
- Направи CAD модел хидрауличног амортизера са 2 цеви,
- Анализира кинематику амортизера,

Препоручена литература:

- [1] Филиповић, И.: Мотори и моторна возила, Машински факултет, Тузла, 2006.
- [2] Ружић, Д., Познановић, Н., Часњи Ф.: Основи моторних возила, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2010.
- [3] Кнор, П.: Пројектовање и конструкција моторних возила, Машински факултет, Сарајево, 2005/2006.
- [4] Денев, Д.: Конструкција на моторните возила, Машински факултет, Скопје, 2000.

Крагујевац, 2014.

Ментор:

Др Јасна Глишовић, доцент

Резиме

У овом мастер раду објашњен је принцип рада пригушних елемената система еластичног ослањања, извршена је подела пригушних елемената и приказане су неке од њихових карактеристика. Такође, дат је приказ CAD модела хидрауличног амортизера са две цеви и анализирана кинематика амортизера.

Систем за ослањање је део доњег построја који служи за везивање точкова за носећу конструкцију возила, да ублажи ударе и осцилације које настају приликом кретања возила по неравној подлози и да обезбеди добар контакт између пнеуматика и подлоге. Овај систем обухвата механизам за вођење точкова и еластично-пригушне елементе.

Елементи за пригушивање имају основни задатак да пригушују осцилације еластичних ослонаца, односно система ослањања и возила у целини, као и смањивање ударних оптерећења.

Кључне речи: *систем еластичног ослањања, пригушни елемент, кинематика амортизера*

Summary

This paper explains the working principle the principle of damping elements of suspension, the division of damping elements and shows some of their characteristics. It also presents the CAD model of the hydraulic shock absorber with two tubes and analyzed kinematics of the shock absorber.

System for supporting a portion of the lower echelon, which serves to bind the wheels to support construction vehicles, to mitigate the impacts and vibrations that occur during vehicle movement on uneven surfaces and to provide good contact between the tire and the surface. This system includes a mechanism for keeping the wheels and elastic - damping elements.

Elements of damping have the main task to dampen oscillations of elastic supports, or the suspension system and the vehicle as a whole, and to reduce shock loads.

Keywords: *suspension, damping elements, kinematics of the shock absorber*

Садржај

Увод	5
1. Осцилаторни модел система еластичног ослањања моторног возила	8
2. Историја амортизера	9
3. Пригушни елементи - амортизери	12
3.1 Хидраулични амортизер	14
3.1.1 Амортизери са полугом	14
3.1.2 Телескопски амортизер	17
3.1.2.1 Једноцевни телескопски амортизер	18
3.1.2.2 Двоцевни телескопски амортизер	22
3.1.2.3 Модул опружне ноге	36
3.1.2.4 Хидропнеуматска регулација висине	37
3.1.2.5 Варијабилни амортизациони систем	39
3.1.3 Гасно хидраулични амортизери са варијабилним пригушењем	41
3.1.4 Амортизер са подешавањем тврдоће	42
3.2 BOSE ослањање (електромагнетно ослањање)	43
3.3 Magnetic Ride електромагнетни систем осциловања	46
3.4 MAGIC BODY CONTROL систем ослањања	49
4. CAD модел хидрауличног амортизера са 2 цеви	51
4.1 Формирање делова механизма	51
4.1.1 Креирање унутрашњег дела амортизера	51
4.1.2 Креирање спољног дела амортизера	59
4.1.3 Креирање елипсе (путање кретања)	69
4.2 Формирање склопа и потребних ограничења	71
4.3 Креирање спојева у окружењу Digital Mockup	75
4.4 Креирање закона кретања и симулација задате кинематике	80
5. Закључак	84
Литература	86

Увод

Основни задатак система за ослањање је да обезбеди еластичну везу између точка и каросерије, а самим тим и стабилност возила у свим условима вожње. Приликом кретања возила долази до осцилација које битно утичу на основне особине возила као што су вучне карактеристике, стабилност, удобност, управљивост итд. Систем за ослањање служи да би се смањиле осцилације које делују са подлоге на токове и да би добиле жељене карактеристике осциловањима возила. Лако је приметити да је већа улога система за ослањања сразмерна брзини кретања возила, дакле што се већом брзином креће возило, то је важнији систем за ослањање. Основни захтеви који се траже од овог система су: одсуство удара и осцилација, већа стабилност, обезбеђење основних карактеристика пригушења. Овај систем је веома сложен и састоји се од више основних, тј. посебних система. [1]

Под системом ослањања се подразумевају механизми и елементи који имају задатак да све реактивне силе и моменте који се појављују између токова и тла у разним условима кретања пренесу на рам или каросерију уз што је могуће веће ублажавање ударних оптерећења, као и обезбеђење потребне стабилности возила посебно при кретању у кривинама. Систем ослањања у општем случају представља један врло сложен систем који се састоји из четири посебна система или механизма и то:

- механизам за вођење точка (елементи за вођење);
- еластични ослонци (еластични елементи),
- елементи за пригушење осциловања и
- стабилизатори.

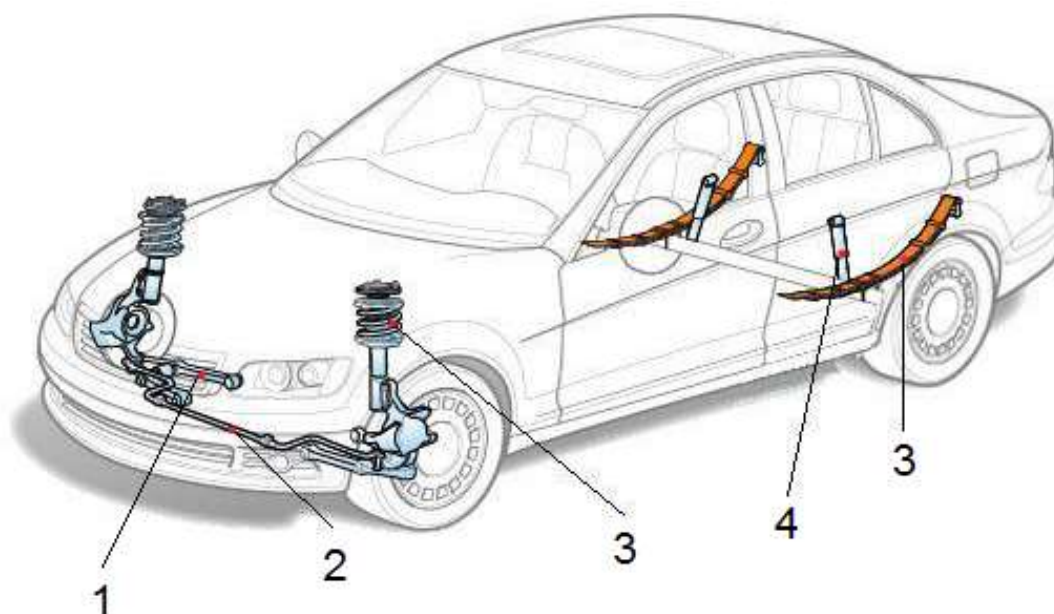
Механизми за вођење точка (елементи за вођење) имају задатак да обезбеде што повољније релативно померање токова у односу на оквир или каросерију возила. Елементи за вођење морају, такође, да обезбеде и преношење хоризонталних реактивних сила и реактивних момената са самог точка на оквир, односно каросерију возила.

Еластични ослонци (еластични елементи) у суштини имају задатак да пренесу на рам или каросерију вертикалне реактивне силе, у ствари, њихов суштински задатак је да при преношењу ових вертикалних сила обезбеде њихово што веће ублажавање, односно да се оствари што веће смањивање величина ударних оптерећења.

Елементи за пригушивање имају основни задатак да пригушују осцилације еластичних ослонаца, односно система ослањања и возила у целини, као и смањивање ударних оптерећења.

Стабилизатори. На друмским превозним средствима, поред претходно дефинисаних механизма и елемената система ослањања, понекад се срећу и неки посебни елементи који имају за циљ обезбеђење што веће стабилности возила, при његовом кретању у кривини.

Систем за ослањање је део доњег построја који служи за везивање точкова за носећу конструкцију возила, да ублажи ударе и осцилације које настају приликом кретања возила по неравној подлози и да обезбеди добар контакт између пнеуматика и подлоге. [2] Овај систем обухвата механизам за вођење точкова и еластично- пригушне елементе што је приказано на *слици 1*.

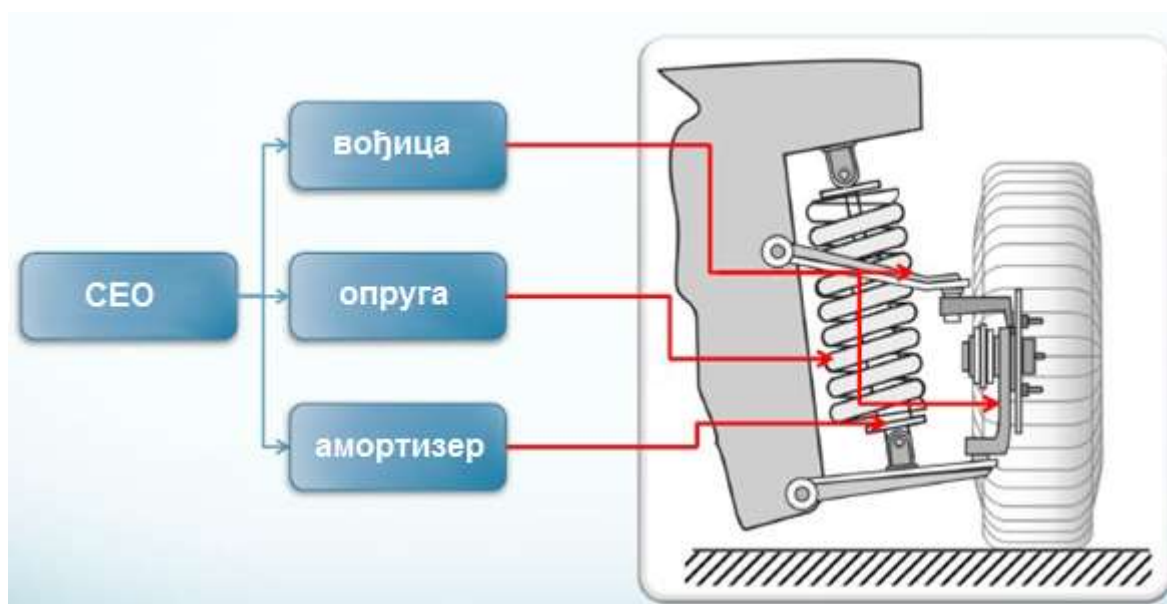


Слика 1 - Основни елементи система за ослањање: 1. Механизам за вођење точка, 2. Стабилизатор (торзиона опруга), 3. Еластични елемент (спирална опруга, гигањ), 4. Пригушни елемент (амортизер) [21]

Код одређеног броја система ослањања један еластични елемент може да испуни функцију и елемента за вођење и елемента за пригушење осциловања. Тако, нпр. код великог броја теретних возила уздужни лиснати гибњеви, поред своје функције еластичног елемента, одређују кинематику точкова, примају све видове оптерећења и пригушују осциловање услед трења између листова гибња.

Код одређеног броја система ослањања сва три подсистема су изведена одвојено: еластични елементи – у виду опруга, елементи за вођење – у виду полуга, ослонаца и зглобова, а елементи за пригушење осциловања – у виду амортизера.

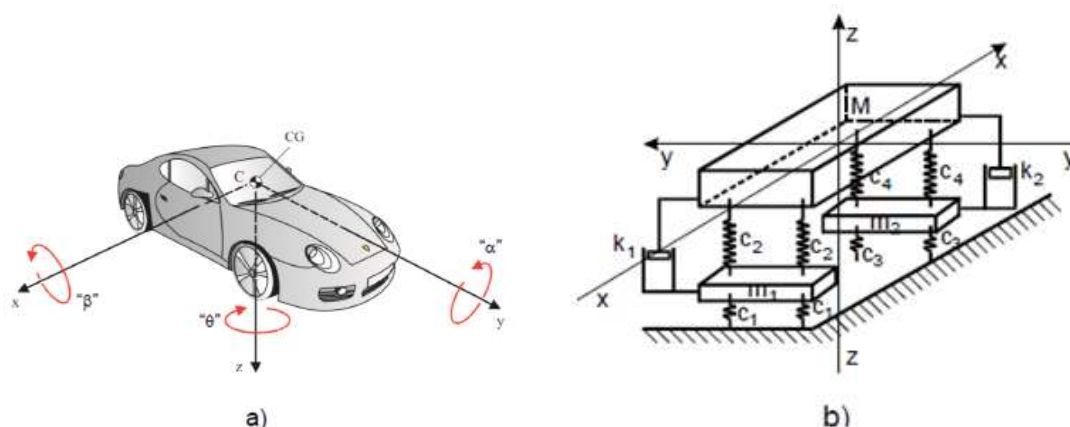
На слици 2 дат је детаљан приказ елемената система ослањања. [3]



Слика 2 - Детаљан приказ елемената система ослањања [3]

1. Осцилаторни модел система еластичног ослањања моторног возила

Због спољних утицаја, услова експлоатације који долазе од карактера подлоге пута и режима вожње моторног возила, долази до појаве спољних поремећаја равномерном кретању основне конструкције. Овај поремећај може утицати на праволинијско и угаоно померање основне конструкције, три translације по x , y , z оси и три ротације око x , y и z осе како је то показано на слици 3. [1]



Слика 3 - Могућности осциловања основне конструкције моторног возила [1]

Наведене осцилације према слици 3 имају и своје стандардне називе: вертикалне осцилације “ z ”, уздужне осцилације “ x ”, попречне осцилације “ y ”, угаоне осцилације око x осе - галопирање “ β ”, угаоне осцилације око y осе - ваљање “ α ”, угаоне осцилације око z осе - пливање “ θ ”.

Када се возило посматра на овај начин, онда оно представља круто тело и има шест степени слободе. Ако се иде на реалније представљање система моторног возила од случаја до случаја, онда се моторно возило представља као врло сложен осцилаторни систем. Тако, нпр. возило на слици 3 а) може се представити преко еквивалентног осцилаторног система са три масе (сл. 3 б). Маса M је маса основне конструкције, а масе m_1 и m_2 су масе предње и задње осовине као неослоњене масе. Крутости еластични елементи су означени са c_1, c_2, c_3, c_4 , а пригушења су изражена преко коефицијента пригушења k_1 и k_2 .

2. Историја амортизера

Тренутну производњу амортизера на светском нивоу је веома тешко са тачношћу проценити, али се претпоставља да је продајна вредност од 50 до 100 милиона јединица на годишњем нивоу у вредности од неколико милијарди долара. Типична европска земља има потребу за више од 5 милиона јединца за нове аутомобиле и преко 1 милион јединица за замену, док су у Америци те вредности неколико пута веће. Ако све функционише у реду, амортизер ће радити тихо и без проблема, што сваки возач или путник и жели. Насупрот томе, за дизајнера амортизера увек постоје нови изазови. За инжењера који креира систем ослањања постоји задовољство у креирању доброг, новог амортизера за тркачка кола или рели аутомобиле. Мање узбудљиво, али економски важније јесте задовољство видети да свакодневно путници у аутомобили путују безбедно и удобно без обзира на брзину кретања аутомобила. Чак и у најбољим условима кретања, по добром и равном путу, кретање аутомобила би било немогуће без ефикасног система за ослањање.

Потреба за амортизерима је настала због лоших услова кретања возила, односно неравнинама на путевима. Средином 19. века квалитет путева је било углавном веома лош. У периоду када су се за превоз и транспорт користила запрежна возила, у употреби је био "мек" систем за ослањање, који се постигао помоћу дуге савијене опруге у полу елипсасти облик или чак помоћу неколико таквих закривљених лиснатих опруга, које би биле постављене насупрот једна другој и формирале пун елипсасти облик. Није било посебних уређаја који би били у улози амортизера. Овакав начин ослањања био је добар само када се возило кретало умереном брзином, док би се са повећањем брзине, услед недостатка контроле пригушења, вожња сматрала веома неудобном, па чак и опасном. [4]

Са доласком, тзв. беззапрежног превоза, односно возила која су као погон користила мотор са унутрашњим сагоревањем, на крају 19. века, почиње подстицај за развојем система за ослањање који траје до данас. Мотор са унутрашњим сагоревањем дао је могућност да се возило креће већом брзином. Ова нова техничка способност возила, довела је и до других иновација.

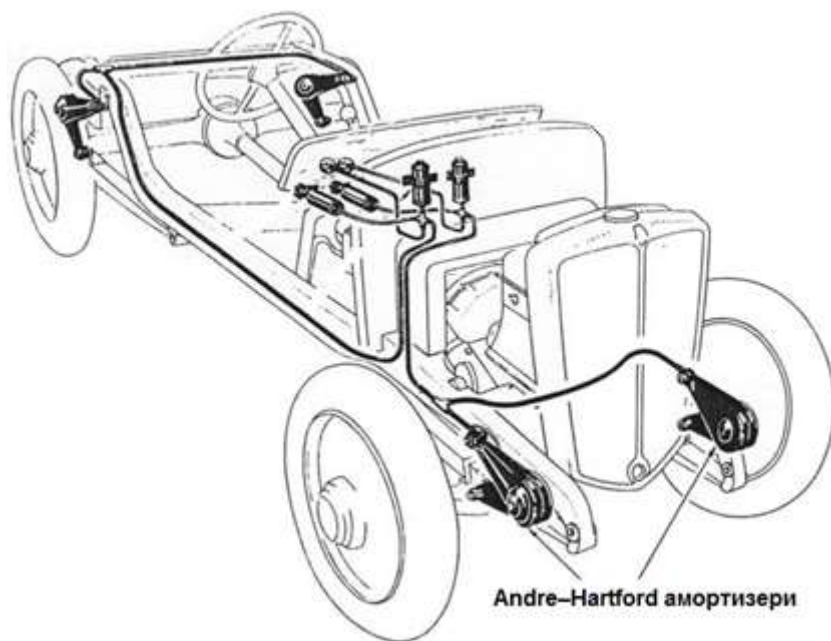
Уградња уређаја за пригушење система за ослањање возила следила је одмах након проналаска мотора. Од тих раних дана, амортизери су прошли кроз цео један век еволуције, а као основне фазе у еволуцији се могу сматрати:

- 1) суво трење,
- 2) blow-off хидраулика,
- 3) прогресивна хидраулика,
- 4) мануално ослањање,
- 5) аутоматско ослањање,

- 6) полуактивно ослањање,
- 7) електромагнетно ослањање. [4]

Историјски гледано, концепција амортизера се значајно променила током година, у отприлике следећим периодима:

- До 1910. амортизери се готово нису ни користили. Године 1913. Ролс Ројс уводи задње амортизере на Силвер Госту (енг. *Silver Ghos*), илуструјући колико је другачија ситуација била у раним годинама.
- Од 1910. до 1925. коришћени су углавном суви пригушивачи. Труфаут је изумео фрикциони диск са активним маказама пре 1900., где је употребио бронзане дискове између којих је стављао кожу са уљем и тако их заједно пресовао са конусним диск опругом и управљао помоћу две ручице, са плутајућим телом. Величина трења може се контролисати помоћу ручног шрафа варирајући нормалну силу на приближно константан коефицијент трења. Између 1900. и 1903. Труфаут је наставио да развија верзију за аутомобиле. Популаран Андре- Хартфорд (енг. *Andre- Hartford*) амортизер (слика 5) користи равне дискове од челика који су поређани у облику сендвича и фрикциони материјал, а цео систем је затегнут опругом. Две полуге у облику латиничног слова V су зглобно везани за осовину и оквира шасије, и оне производе релативно угаоно кретање између челичних дискова и фрикционих дискова, чиме се обезбеђује пригушење. На слици 4 приказан је Андре- Хартфорд амортизер монтиран на возилу. [5]



Слика 4 - *Andre- Hartford* амортизер монтиран на возилу [5]



Слика 5 - Andre- Hartford амортизер [5]

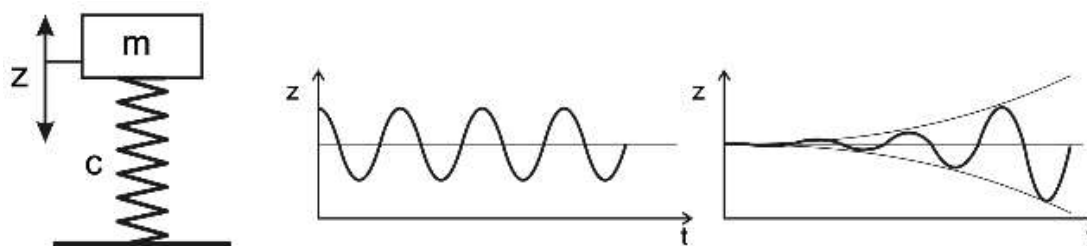
- Од 1925. до 1980. је био дуг период доминације хидраулике, у почетку једноставне *blow-off* хидраулике, а затим преко прогресивне хидраулике, што је довело до модерног производа.
- Од 1980. до 1985. владало је велико узбуђење око могућности производње активног система ослањања, што је могло да елиминише из употребе обичан амортизер, али се веома мало примењивао у пракси због великих трошкова.
- Од 1985. је постало очигледно да би постајала корист када би се активно ослањање могло користити на брзим ауто-подесивим амортизерима и тако су амортизери поново постали занимљиве компоненте за развој.
- Од 2000. године на возилима са високом ценом користе се амортизери који раде на принципу електромагнета.

Развој амортизера је дошао брзо. Иако ће и даље бити разлике између амортизера, ови системи су сада ефикасни и могу се сматрати зрелим производима. Потпуно активно ослањање нуди неке предности у погледу перформанси, али није баш исплативо за путничке аутомобиле. Може се очекивати да ће даљи развој да буде ограничен на прилично спором усавршавању дизајна детаља, контроли стратегије и трошкова производње. Брза активна контрола захтеваће додатне сензоре и контроле, што ће повећавати цену, тако да ће једноставни фиксни амортизери наставити бројчано да доминирају на тржишту у будућности.

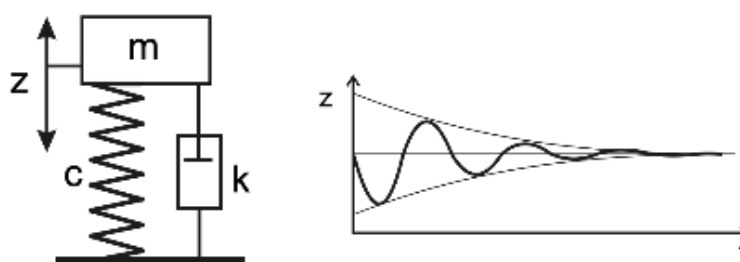
Основни систем за ослањање који користи једноставну опругу и амортизер није идеалан, али је довољно добар за своју сврху. За аутомобиле са ниском ценом то је најисплативији систем. С тога акценат ће остати на побољшању оперативног живота, побољшање и производњу јефтиних система, него на усавршавање насталог техничког развоја. Променљиви амортизери у више облика, сада су пронашли широку примену код аутомобила са средњом и високом ценом. На скупљим возилима и спортским аутомобилима сада су магнетни амортизери популарна опрема.

3. Пригушни елементи - амортизери

Еластично ослоњена маса теоријски тежи да осцилује неограничено дуго (слика 6). Ако се фреквенција периодичне побуде поклопи са сопственом фреквенцијом система, амплитуда би могла достићи веома велике вредности. Пригушење у систему еластично ослоњене масе енергију осциловања претвара у топлоту, при чему се амплитуда осциловања смањује (слика 7).



Слика 6 - Осциловање еластично неослоњене масе [2]



Слика 7 - Пригушење еластично ослоњене масе [2]

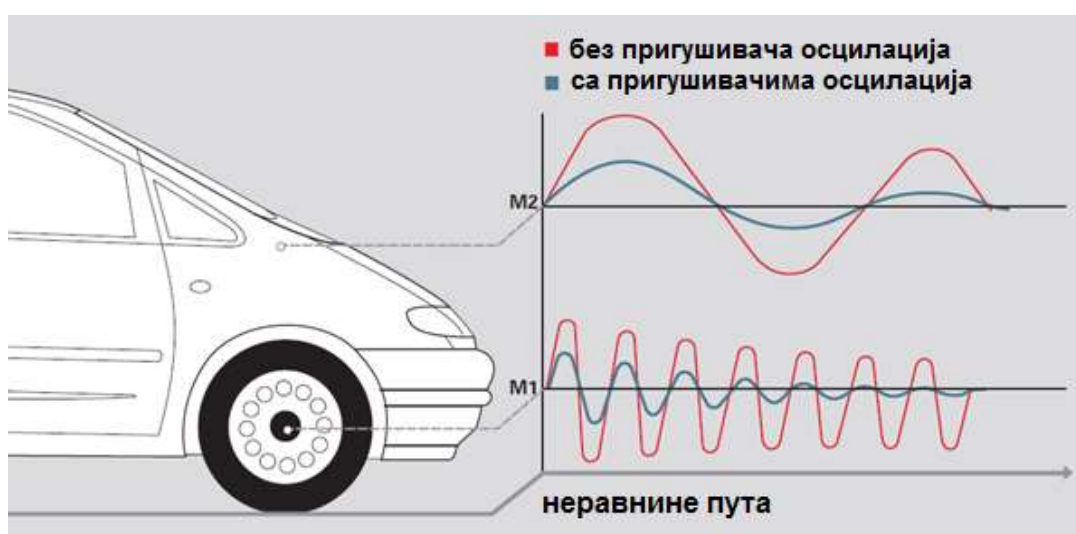
Због постојања еластичних елемената у систему ослањања се јављају осцилације чак и приликом кретања по најквалитетнијим путевима. Како су појаве осциловања непријатне за возача и путнике, а такође лоше утичу и на стабилност терета мора се вршити њихово брзо пригушење не само из горе наведених разлога него и због спречавања појаве резонанције. Ово пригушење врше елементи за пригушење или амортизери.

Постојање еластичних елемената у системима еластичног ослањања дозвољава осциловање маса возила. Да би се избегле осцилације које могу да угрозе стабилност возила и буду врло непријатне за возача и путнике потребно је да систем ослањања располаже својством да пригушује ове осцилације. У ту сврху се у правилу у систему еластичног ослањања примењују посебни елементи за пригушивање - амортизери. Потребно је напоменути да сви елементи система еластичног ослањања имају и пригушна својства која ипак нису довољна за потребно пригушивање осцилација. [6]

Карактеристике амортизера:

- Сигурност: боље лежање возила по путу захваљујући сталном одржавању додира точка са тлом:
 - боље пријањање возила уз тло у кривинама,
 - боље управљање, усмеравање возила,
 - боље кочење.
- Удобност: ублажава ударце које узрокују неправилности на путу:
 - смањују помицање каросерије,
 - спречавају болове у леђима и мучнину,
 - ублажавају снажне ударце које узрокују рупе или избочине на путу итд.
- Трајност: спречавају прерано хабање бројних делова:
 - елемената предњег моста,
 - пнеуматика,
 - лежајева итд.

При преласку преко неравнине опруге апсорбирају ударац. Оне спречавају да амортизоване компоненте $M2$ = каросерија возила + терет дођу у додир са неамортизованим компонентама $M1$ = осовине и точкови (слика 8). Након сабијања опруге настоје да одвоје амортизоване компоненте од неамортизованих. Пригушивачи осцилација смирују тако настале осцилације осовине.



Слика 8 - Начин деловања пригушивача осцилација [7]

3.1 Хидраулични амортизер

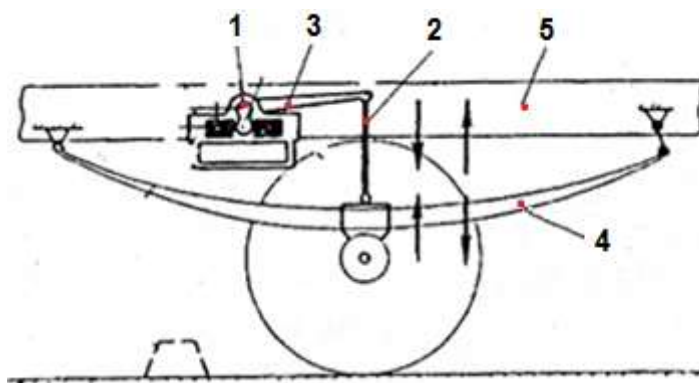
Принцип рада хидрауличних амортизера је у претварању кинетичке енергије у топлотну. Овај процес реализован је протоком уља кроз калибриране отворе који се налазе на клипу или у неком другом елементу амортизера. Амортизери који делују у једном правцу називају се једносмерни, они који делују у оба правца су двосмерни. За примену у возилима обично се користе амортизери двосмерног дејства.[6] Према конструкционом извођењу амортизери се деле на:

- **амортизере са полугом** који се примењују на возилима мањих брзина,
- **телескопске** који се даље изводе као једноцевни или као двоцевни.

3.1.1 Амортизери са полугом

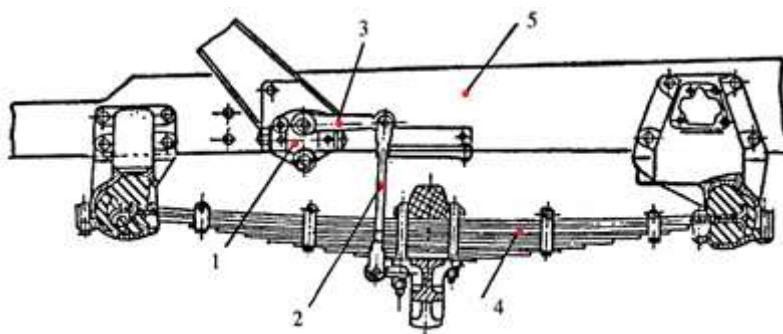
Ови амортизери раде на тај начин да се приликом наилаaska точка на неравнину промени узајамни однос између рама на коме је причвршћен амортизер и осовине за коју је везана полуга (слике 9 и 10). При померању полуге хидраулично уље у амортизеру прелази из једног простора у други. Повратком полуге надоле, уље се потискује назад, али сада кроз пригушни вентил и на тај начин ствара силу која се супротставља даљем осциловању. Полужни амортизери се раде као једносмерни (пригушење само у једном ходу) и двосмерни (пригушење се остварује у ходу на горе и на доле).

Амортизери са полугом се постављају на рам (5) возила, а његови листови су повезани са мостом возила. На овај начин, померање моста преко полуга (2) и (3) се преноси на амортизер (4) у којој се врши пригушење. [8]



Слика 9 - Амортизер са полугом:

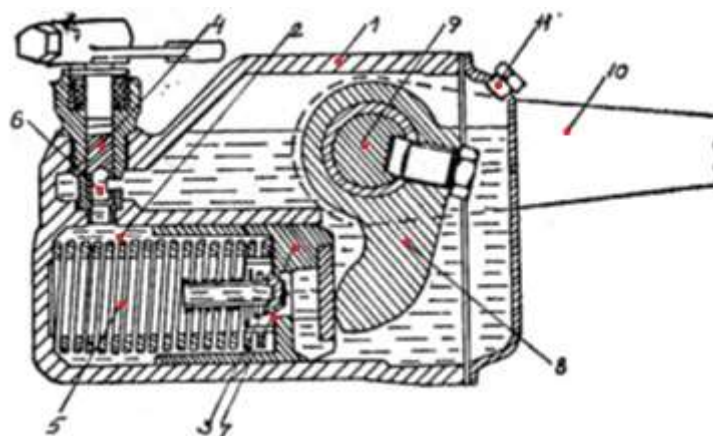
1 - амортизер; 2,3 - полуге; 4 - лисната опруга; 5 - рам возила [8]



Слика 10 - Амортизер са полугом (детаљан приказ) [8]

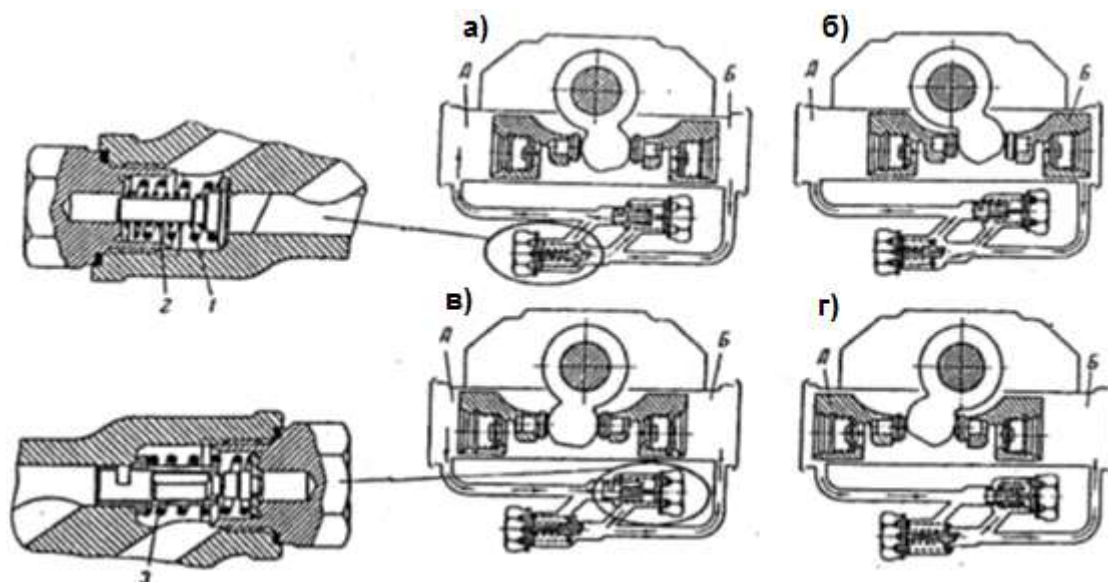
Код једносмерних амортизера, полука пружа пригушивање осцилација само у једном смеру, што значи дагибањ може брзо да потисне амортизер, а амортизер спречава да сегибањ брзо врати назад. Амортизер (слика 11) се састоји од тела (1) у коме је смештен цилиндар (2). У цилиндру је постављен клип (3) који је стално притиснут са горње стране преко опруге (5). Простор у цилиндру је испуњен течношћу (хидраулично уље) коју добија преко резервоара низ отворе (6) и (7). Са горње стране клипове притиска палац (8), који је преко осовине (9) везан на полуку (10), који је даље у зглобној вези спојен са мостом возила. Течност у амортизеру излази на отвор (11), а регулисање дејства амортизера се врши преко вентила (4).

Када точак удари у неравнину, опруга се сабија и помера полуке од амортизера нагоре, при чему палац ослобађа клип (3), који се, под дејством опруге (5), помера и простор се испуњава течношћу. Са враћањем опруге на доле, помера се полука (10), која помера осовину (9) и тако палац нагло притиска клип. Услед притиска течност великом брзином напушта цилиндар кроз мале отворе (6) и (7), при чему се ствара отпор. Овај отпор спречава да се клип брзо врати у цилиндар, а преко полуке (10) не дозвољава опрузи да се брзо врати назад, односно тај отпор пригушује осцилације.



Слика 11 - Изглед амортизера [8]

Двосмерни амортизери са полугом обезбеђују пригушење осцилација возила у два смера, што значи да се брзина осциловања на опрузи ограничава са два смера. Двосмерни амортизери (слика 12), заправо представља комбинацију од два једносмерна амортизера. Када се палац покрене налево, то притиска клип левог цилиндра, а када се палац покрене десно, тада притиска клип на десном цилиндру, при чему се јавља отпор течности, која пригушује кретање опруге возила у два смера.



Слика 12 - Различите врсте рада двосмерног амортизера [8]

На слици се види редослед функција овог вида двосмерног амортизера са полугом:

- позиција "а" приказује рад амортизера при нормалним осцилацијама возила са притиском на опрузи од амортизера,
- позиција "б" је рад при ударном оптерећењу, са притиском,
- позиција "в" је нормалан рад амортизера у процесу истезања опруге,
- позиција "г" приказује рад амортизера при нагом заустављању опруге.

Опруге 1, 2 и 3 регулишу вентиле, а самим тим и отпор у амортизеру. [8]

3.1.2 Телескопски амортизер

Телескопски амортизери су лакши од амортизера са полугом (скоро два пута), једноставније су конструкције и имају дуг век трајања. Код телескопских амортизера цилиндар и клип су непосредно везани за ослоњене и неослоњене масе (рам и мост). Телескопски амортизери раде са притисцима уља од 60- 80 bar, док се код амортизера са полугом ти притисци крећу од 250- 400 bar.

Да се каросерија не би неконтролисано кретала, постављају се телескопски амортизери. Њихова улога је у томе да пригуше вибрације до којих долази приликом вожње преко неравнина. Ипак, познати компромис опет се јавља. Наиме, пригушивање вибрација и удара каросерије се темељи на намерном успоравању кретања система за ослањање. То за последицу има преношење удараца са подлоге на каросерију. Што се јачи (тврђи) амортизери поставе на аутомобил, каросерија ће се брже умиривати након што се заљуља од неравнина на подлози. Али, са друге стране, тврђи амортизери јаче преносе ударце на каросерију, што вожњу можда учини и неудобном од оне при којој се аутомобил стално љуља.

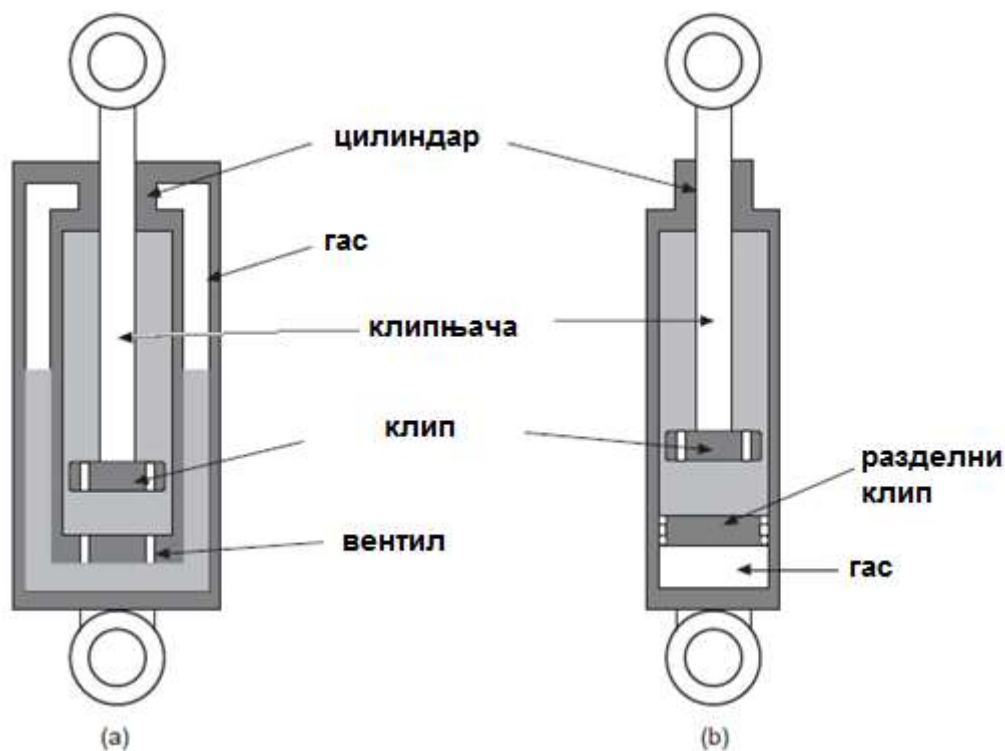
Насупрот многобројним деловима који се у њих уграђују, амортизери су у ствари веома једноставне направе. Једноставно је, барем, начело на којему они раде. Они су телескопски, јер се мења размак њихових крајњих тачака (продужавају се и скраћују) тако да један дио амортизера улази у други. Но, уједно су и хидраулички, јер се у њима налази хидраулично уље чије струјање даје амортизеру потребна својства.

Као и свугде, и у причи о амортизерима постоје неколико варијација на ту тему. Међу најважније свакако спадају разлика између једноцевних и двоцевних амортизера (*слика 13*). Иако је принцип рада у оба случаја исти, дакле, хидраулично уље струју кроз вентиле, разлике су у унутрашњој конструкцији ових амортизера.

Двоцевни амортизер користи спољашњу цев (смештену око цеви са уљем и клипом за затварање) као посуду за сувишно уље. Наиме када се амортизер сабија, тј. када точак налети на повишење те се приближи каросерији, код двоцевних амортизера се уље потискује (уз помоћ клипа) из унутрашње у спољашњу цев. Тзв. "подни вентил" који се налази на улазу у спољну цев задужен је код двоцевног амортизера за контролу брзине протока уља, тј. тврдоће амортизера.

Код једноцевног амортизера се користи једна цев, а уље пролази кроз вентил смештен на самом клипу, те стално остаје у једној те истој цеви. Сада је потребно нагласити да се код свих израда амортизера вентили по правилу једносмерни. Другим речима, један вентил контролише струјање уља приликом

стискања, а други приликом истезања амортизера. Код већине аутомобила ова два вентила нису једнако подешена (на исту пропусност), што је и логично ако се узме у обзир да су силе које точак гура према горе приликом налета на неко повишење далеко веће од оних које потом растежу амортизер, тек под тежином самог. [9]



Слика 13 - Двоцевни и једноцевни телескопски амортизер [3]

3.1.2.1 Једноцевни телескопски амортизер

➤ Конструкција

Код једноцевних гасних амортизера радни цилиндар је напуњен уљем и гасом под притиском од око 25 до 30 bar.

Уље и гас се одвајају покретним клипом за одвајање.

Пригушни вентили за процес извлачења и процес потискивања се налазе на клипу. Пригушне силе за процес извлачења и процес потискивања су независно једна од друге одређене опружним плочицама и пригушним рупама на клипу. Клипњача, вођица и заптивка су високопрецизни уградни елементи, који сигурно заптивају радни цилиндар од високог притиска уља како при мировању, тако и при кретању клипњаче. Клипњача је захваљујући тзв.

"superfinish" поступку површинске обраде један од најфиније обрађених делова у возилу (слика 14). [7]

Заптивка ниског трења належе на клипњачу механичким преднапрезањем и унутрашњим притиском.

Заштитна цев спречава оштећења клипњаче услед удараца камења, нечисте воде и соли за посипање.

Карактеристике силе пригушења се бира за сваки тип возила посебно, што значи да се одређују према тежини возила, конструкцији осовина и опругама система ослањања.

➤ **Функција**

Пригушни вентили који делују у смеру потискивања и извлачења реагују на брзину којом се амортизер потискује односно извлачи. Са порастом брзине повећава се и сила пригушења.

Гасна комора која је од уља одвојена раздвојним клипом такође изједначава запремину увлачења и извлачења клипњаче. При томе се раздвојни клип помера у одговарајућем смеру на доле, односно на горе.

Неопходан је висок ниво притиска од 25 до 30 bar како би се подржале силе пригушења притиска.

Надпритисак делује корисно кроз :

- тачну реакцију вентила и при најмањем ходу клипа,
- свођење шума на минимум, будући да се и при најбржим кретањима клипа спречава стварање мехурића (кавитација),
- побољшање својстава котрљања пнеуматика захваљујући трајном контакту са подлогом.

Један део енергије осцилација се у уљу претвара у топлоту. У току вожње се амортизери загревају у зависности од оптерећења.



Слика 14 - Телескопски једноцевни хидраулични амортизер [7]



Слика 15 а) - Процес потискивања [7] **Слика 15 б) - Процес извлачења [7]**

➤ **Процес потискивања**

Амортизер се сабија (слика 15 а)) услед осциловања возила. Вентил клипа се супротставља овом кретању уља на горе, одређеним отпором. Кретање на доле се пригушује. Запремина гаса под притиском се смањује сразмерно повећању запремине уља услед хода клипњаче.

➤ **Процес извлачења**

Амортизер се извлачи (слика 15 б)) услед осциловања возила. Вентил клипа се супротставља овом кретању уља на доле, одређеним отпором. Кретање на горе се пригушује. Запремина гаса под притиском се повећава сразмерно смањењу запремине уља услед хода клипњаче. [7]

Предности једноцевног амортизера:

- добре могућности подешавања,
- довољно простора за вентиле и канале,
- одвођење топлоте је директно преко спољашње цеви,
- уградња је могућа у разним положајима.

Недостаци једноцевног амортизера:

- велика уградбена дужина,
- спољна цев као водилца клипа је осетљива на деформације (удар камена),
- заптивач на клипњачи је изложен притиску у амортизеру,
- отежан рад у тесним просторима. [6]

3.1.2.2 Двоцевни телескопски амортизер

➤ **Конструкција**

Двоцевни амортизери имају два простора испуњена уљем: радни простор, у којем се крећу клип и клипњача и резервоар. Резервоар се налази између радног цилиндра и цевастог простора и испуњен је $2/3$ уљем, а $1/3$ ваздухом или гасом. Из тог разлога двоцевни амортизери имају предност краће дужине уградње наспрам једноцевних гасних амортизера.

Двоцевни амортизери (слика 16) могу исто тако да буду израђени у виду гасних амортизера, с тим да код њих унутрашњи притисак износи 6 до 8 bar. Тиме се добијају сличне предности као и код једноцевних амортизера.

Пригушни вентили – подни и клипни – састоје се од система опружних прстенова и вентила са пригушним рупама.

Клипњача, водилица и заптивка су, као и код једноцевних амортизера, уградни елементи високе прецизности.

Карактеристике силе пригушења се бирају за сваки тип возила посебно, што значи да се одређују према тежини возила, конструкцији осовина и опругама система ослањања.

➤ **Функција**

Пригушни вентили су тако израђени да се сила пригушења аутоматски прилагођава брзини клипа. То значи, што се клип брже креће то се ствара већа сила пригушења.

Варијабилно пригушење зависно од оптерећења и хода

Варио-технологија се примењује у возилима када се рачуна са различитим оптерећењима, па је тешко наћи оптималну подешеност у подручју удобности. Ово двостепено пригушење остварује се уз помоћ једног регулационог жлеба у радном цилиндру амортизера. Регулациони жлеб се механички израђује у радном цилиндру. У зависности од положаја и хода клипног вентила један део уља струји кроз жлеб (хидраулички премосник). Тиме се сила пригушења смањује. [7]



Слика 16 - Двоцевни хидраулични телескопски амортизери [7]



Слика 17 а) - Процес извлачења [7]



Слика 17 б) - Процес потискивања [7]

➤ **Процес потискивања**

Амортизер се сабија услед осциловања возила (слика 17 а)). При томе подни вентил одређује степен пригушења. Подни вентил се одређеним отпором супротставља овом кретању клипњаче за запремину уља која се под притиском истискује у резервоар. Кретање на доле се пригушује. Вентил клипа је отворен. У овом стању он ради као повратни вентил.

➤ **Процес извлачења**

Амортизер се извлачи (слика 17 б)) услед осциловања возила. Овде вентил клипа одређује степен пригушења. Вентил клипа се супротставља овом кретању одређеним отпором за запремину уља које се на доле истискује из резервоара изнад клипа. Кретање на горе се пригушује. Кроз отворен повратни вентил у подном вентилу потребно уље опет може несметано да се истискује из резервоара у радни простор. [7]

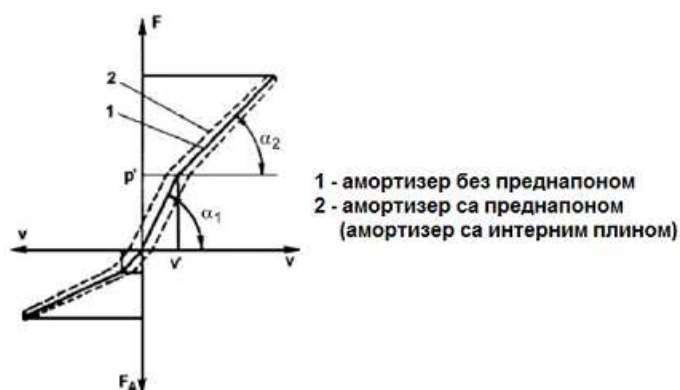
Предности двоцевног амортизера:

- спољна цев није осетљива на деформације (удар камена),
- мала уградбена дужина,
- могућност рада и у тесним просторима.

Недостаци двоцевног амортизера:

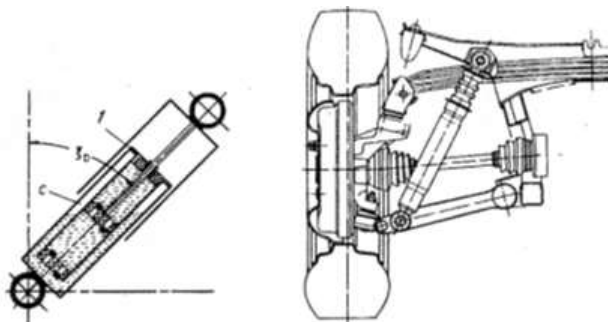
- амортизер се може у раду преоптеретити – последица губитак пригушног дејства,
- уградња могућа само у задатој дужини,
- одвођење топлоте сложеније. [6]

Карактеристика двоцевног пригушивача (амортизера) дата је на *слици 18* где силе пригушења (F) зависе о брзинигибања клипа (v) у цилиндру. За амортизер су још значајне максималне силе пригушења при сабијању и растезању, капацитивност и умањење капацитивности при повећању температуре. Мање силе пригушења дају се амортизеру при сабијању зато да се при кретању возила велике силе не предају на каросерију. У сваком случају карактеристика на *слици 18* је нелинеарна, њен облик зависи од карактеристике амортизера (димензије отвора, врсте флуида итд.), односно крутост амортизера је променљива величина. [1]



Слика 18 - Карактеристика пригушивача (амортизера) [1]

У циљу да се потпуно искористи пригушна карактеристика амортизера, у зависности од рада и од других конструктивних потреби, често се амортизер поставља под неким углом, а за двоцевни амортизер је ограничен са углом од 45° (*слика 19*). [8]



Слика 19 - Постављање амортизера [1]

Карактеристика пригушивача даје зависност силе пригушења од брзине клипа и зависи од конструкције пригушивача, вентила, облика и броја калибрисаних отвора, вентила за растерећење итд. На *слици 20* приказана је крива амортизера, која може да буде прогресивна (растућа), линеарна и дегресивна (опадајућа). Облик криве и облик дијаграма су директно повезани. Најмања површина, а самим тим и најмања пригушења, јесу у дијаграму прогресивне криве, док највећу површину има дијаграм са опадајућом кривом пригушења. Облик криве пригушења може се изразити у једначини преко експонента n . За прорачунска разматрања, када је потребно узети у обзир брзину кретања покретног дела амортизера, важи следећа релација:

$$F = k \cdot v^n \quad (1.1)$$

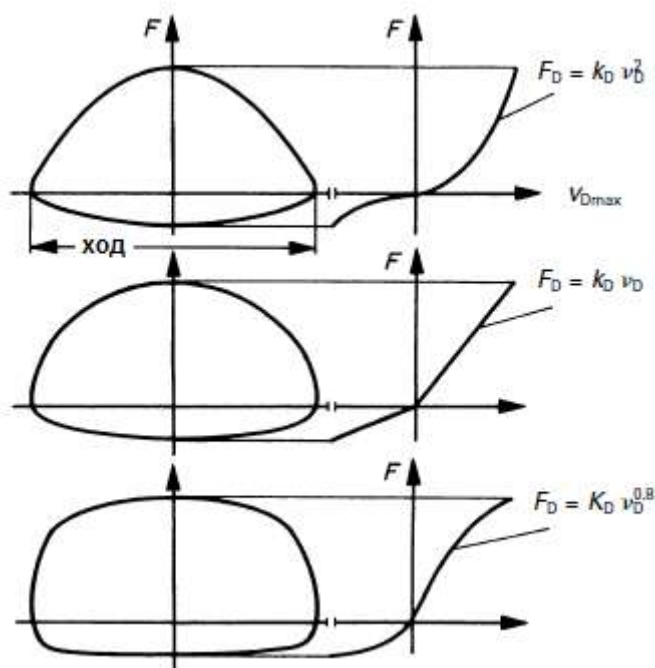
где су:

F - сила пригушивања,

k - константа пригушивања,

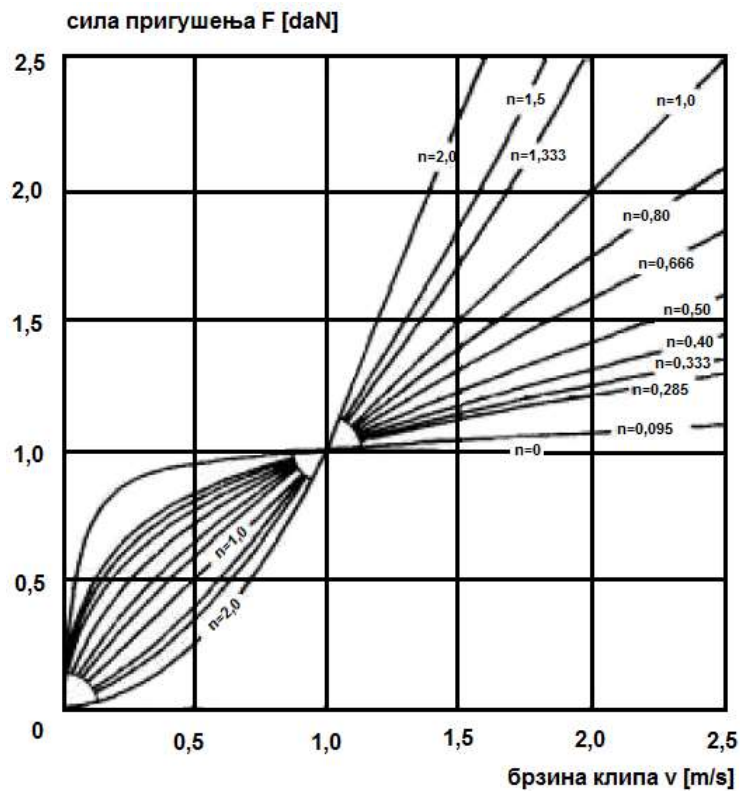
v - брзина кретања пригушивача,

n - експонент пригушења.



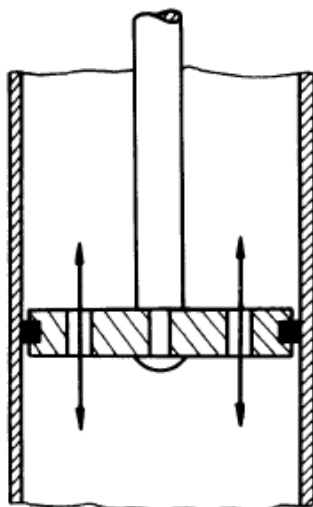
Слици 20 - Криве пригушења [10]

Већина корисне информације у вези са динамичким својствима разматраних амортизера може стећи из *слике 21*, која показује однос између силе и релативне брзине клипа. [6]



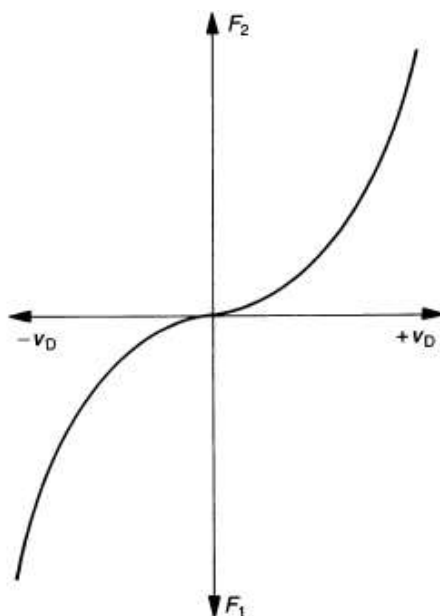
Слика 21 - Карактеристика амортизера: Зависност силе пригушења од брзине клипа са експонентом n као параметром [6]

Незаштићени отвори у вентилу који имају константан проток уља, познатији су под називом бај пас (слика 22). Они код једноцевних амортизера дају веома прогресивну криву пригушења која је приказана на слици 23. Компресија и пораст силе имају исте величине.



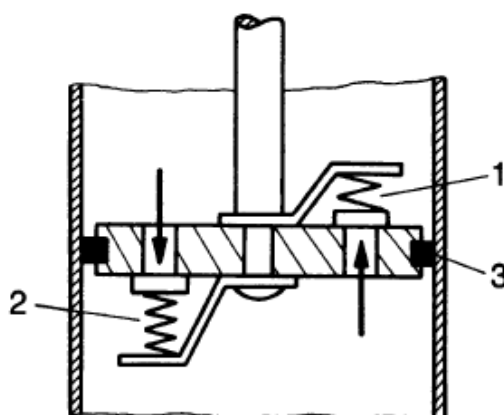
Слика 22 - Вентил са незаштићеним отворима [10]

У свим једноцевним амортизерима, карактеристика криве пригушења искључиво се одређује у зависности од величине вентила на клипу и отвора. Ако они имају константне и једнаке отворе (слика 22), крива пригушења је растућа и има високе вредности за силу (слика 23 и 20). Ово такође важи и када је бај-пас између клипа и цилиндра цеви, односно ако нема клипних прстенова, или као што је случај у неколико променљивих амортизера, ако је бај-пас постављен на цев цилиндра. [10]



Слика 23 - Прогресивна крива [10]

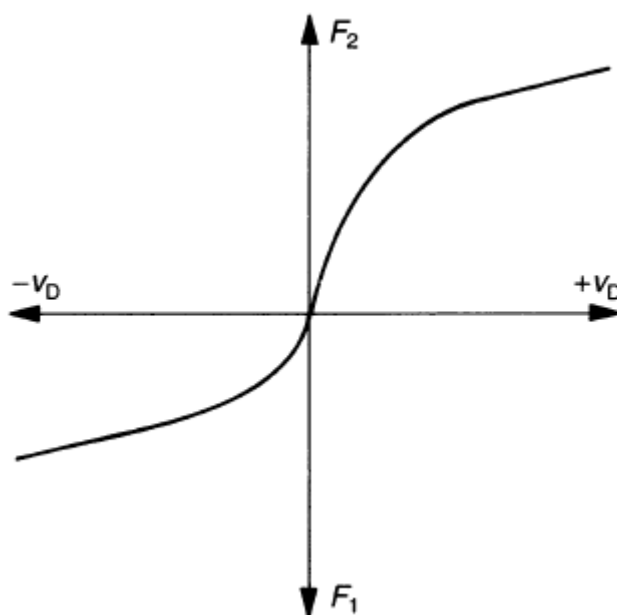
Опружни вентили преко великих отвора дају дегресивну криву пригушења (слика 24). Сила у компресији и одскачна страна могу бити постављени на различитим нивоима. Клипни прстен 3 онемогућава додатни бај пас.



Слика 24 - Вентили са опругом: 1,2 - опруге, 3 - клипни прстен [10]

Претходно напрегнут вентил плоче преко великих рупа (слика 24) проузрокује да крива има опадајући облик, али има предност у томе што је могуће подесити различите силе са стране где се налази опруга (слика 25). Линеарна крива приказана на слици 20 се постиже или преко претходно затегнуте плоче вентила или тако што се користи комбинација сталних отвора и вентили са опругом.

На слици 25 приказана је опадајућа крива са различитим величинама сила које се постижу помоћу вентила са опругом.

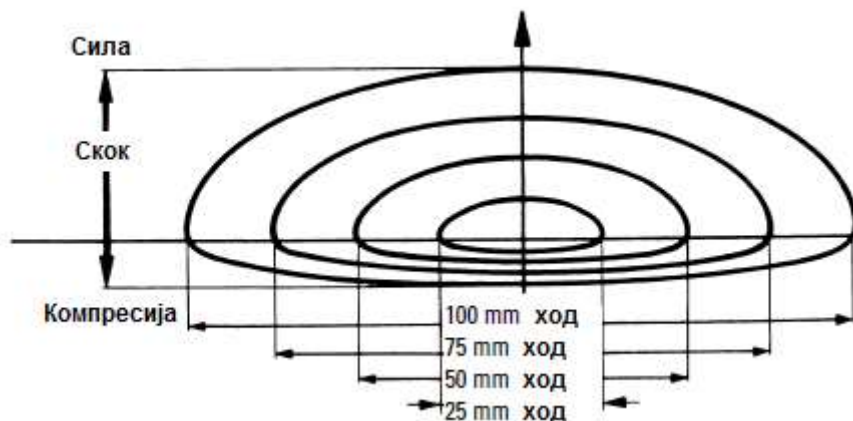


Слика 25 - Дегресивна крива [10]

Слика 26 приказује дијаграме забележене на стандардној тест опреми. При константној пуној брзини замах се мења постепено, корак по корак, али је такође могуће држати замах константним и мењати мотор, а због тога и брзину тест опреме (слика 27). Како би се снимила крива амортизације, у оба случаја узете су максималне силе оба замаха и, као што је приказано на слици 27, унете уз и низ у-осу као функције максималне брзине клипа. Једначина за израчунавање појединачних вредности је:

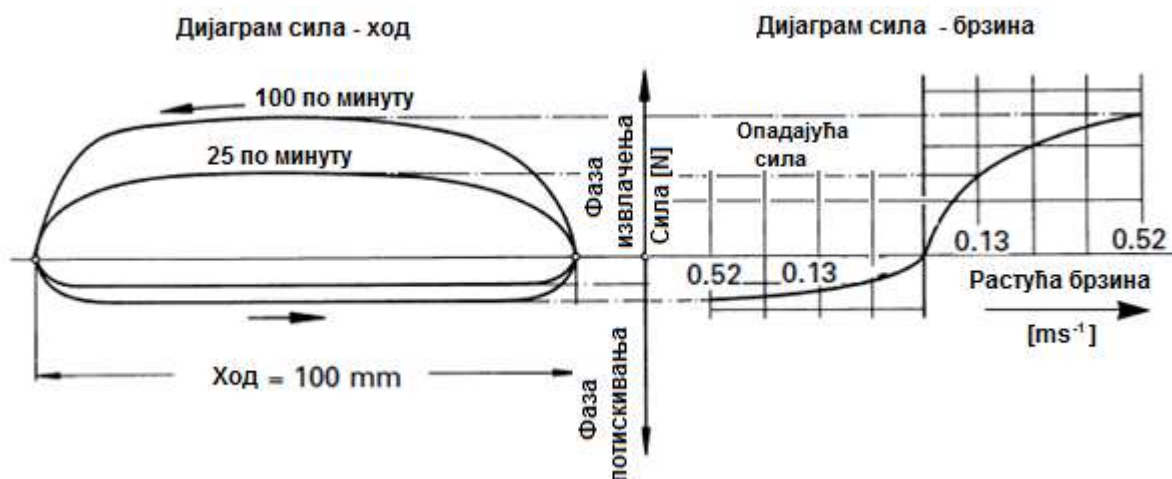
$$v_{D,max} = \frac{\pi s_D n_D}{60} [ms^{-1}] \quad (1.2)$$

Силе амортизације на тесту производа могу да се мере са $n=100 \text{ min}^{-1}$ са различитим ударима како би се одредила крива, као што је приказано на слици 26.



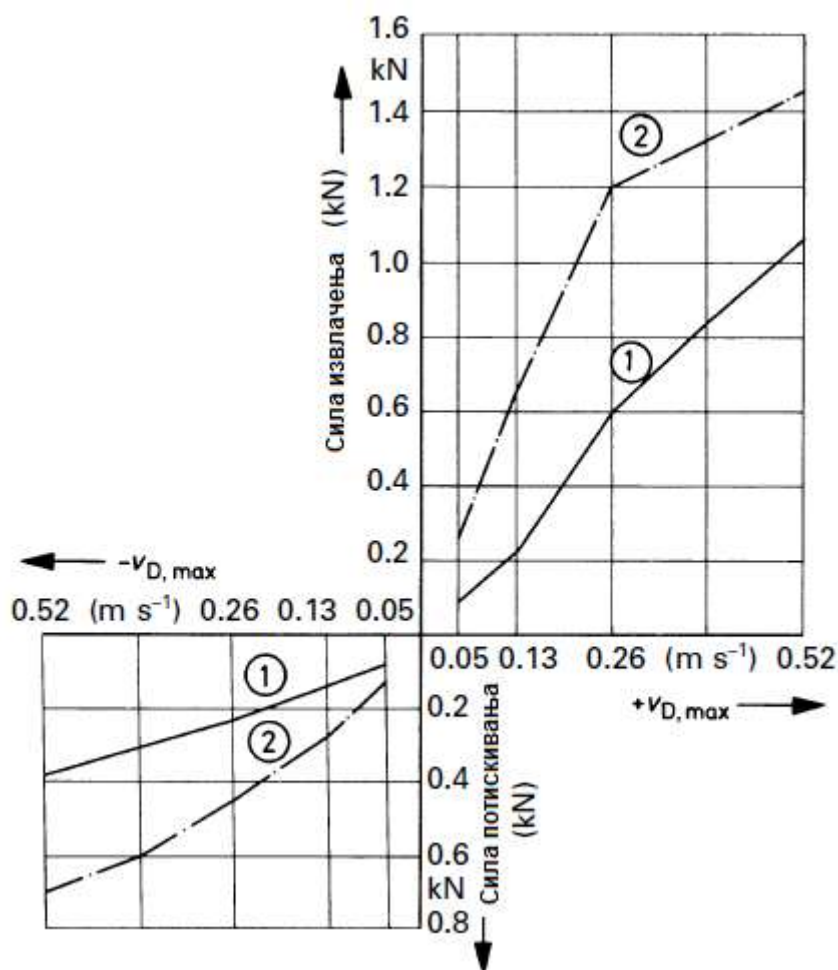
Слика 26 - Силе амортизације [10]

Максималне силе сабијања и силе развлачења узете су са индивидуалних дијаграма криве амортизације, познате као крива сила-брзина (слика 27).



Слика 27 - Максималне силе сабијања и силе одбијања [10]

Слика 28 приказује криву амортизације задње осовине возила са воланом на предњој страни. Крива амортизације и дијаграм линија су уско повезани. Растућа крива (слика 20 на врху и слика 23) има дијаграм заобљеног облика са релативно малим површинама, што значи да је права битна амортизација, која је битна за изворно понашање, мала. Опадајуће криве приказане на слици 20 на дну, слици 25 и слици 29 имају заобљени облик и због тога и амортизацију високог значаја. Слика 28 приказује амортизациону криву задње осовине, где је у делу 1 стандардно подешавање, док је у делу 2 подешена верзија за тешке услове рада. [10]



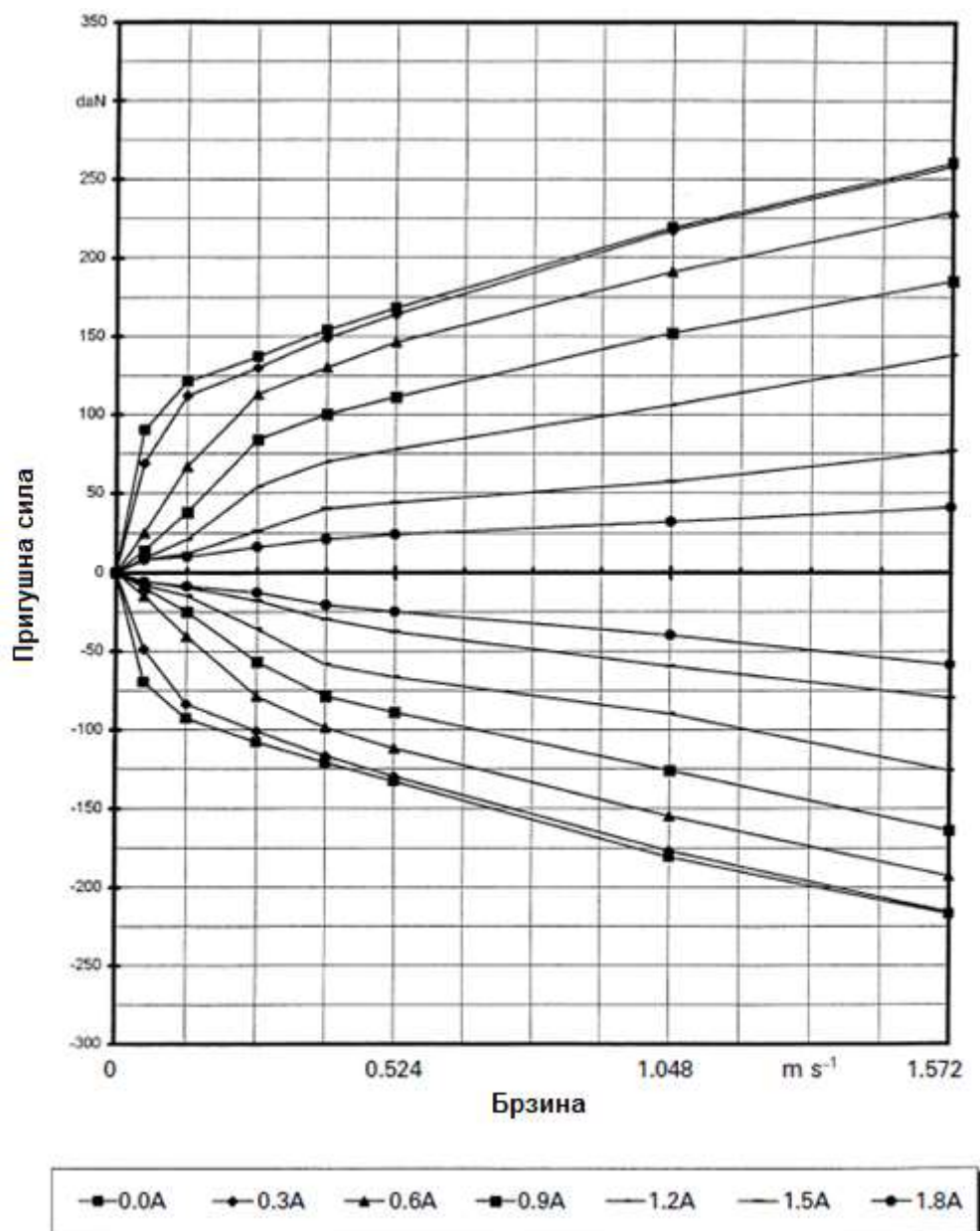
Слика 28 - Крива амортизације задње осовине возила [10]

Максимална брзина клипа $v_{D,max}$ и највећа сила F_2 у повратном ударцу и F_1 у смеру сабијања су укључене у једноставној форми у зависности од отпора возила и обе силе се могу лако измерити. Прави облик дијаграма, у овом примеру опадајуће амортизације је занемарен.



Слика 29 - Опадајућа крива са заобљеним обликом [10]

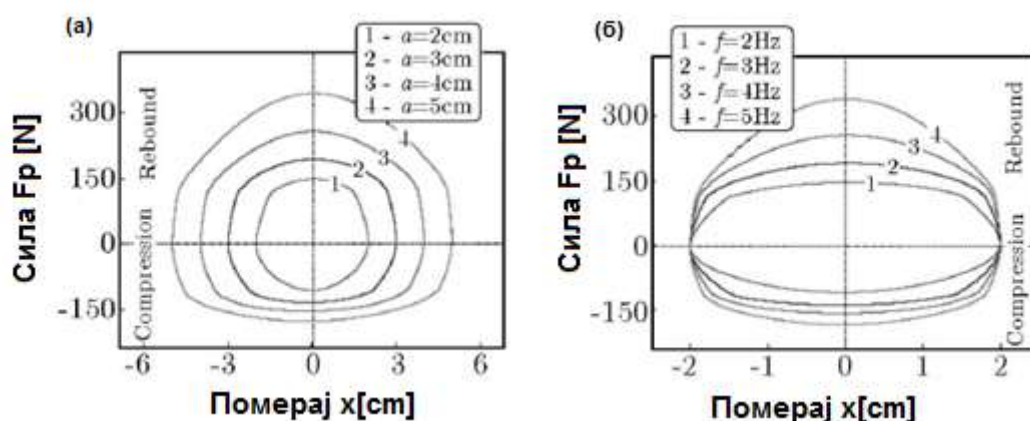
На *слици 30* приказане су амортизационе карактеристике трајно прилагодљивог амортизера. У делу ниске брзине амортизера, благо растуће карактеристике могу да буду подешене, ако је ниска амортизација захтевана из разлога удобности. Ако је висока амортизациона сила захтевана из разлога безбедности у вожњи могу да буду изабране много стрмије карактеристике. Карактеристике и висина могу да се мењају, тј. да варирају у широком распону услед захтева удобности или безбедности у вожњи.



Слика 30 - Амортизационе карактеристике прилагодљивог амортизера [10]

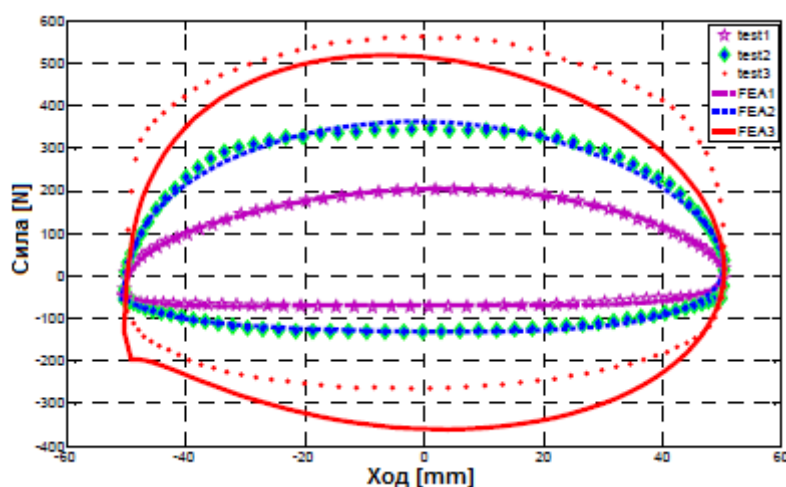
Карактеристика пригушења амортизера има важан утицај на укупне перформансе система возила. Прво су уведене структурне карактеристике и принцип рада хидрауличних амортизера, а затим је предложена детаљна шема

тестирања амортизера. Анализирају се подаци са различитим побудним фреквенцијама и амплитудама. Резултати теста показују да амортизер има типичне карактеристике нелинеарности, несиметрије и хистерезиса. Дакле, да би се добила нелинеарна карактеристика амортизера, потребно је урадити тестове са различитим фреквенцијама и амплитудама. *Слика 31* илуструје однос између силе пригушења и релативног померања за различите вредности амплитуде (*слика 31 а*) за $f = 2\text{Hz}$ и фреквенције (*слика 31 б*) за $a = 2\text{ cm}$ од побуде. Екстремне вредности силе су постигнуте за екстремно велике брзине (блиске почетном положају клипа). Однос између максималне и минималне силе првенствено зависи подручја одговорних за проток уља током компресије.



Слика 31 - Дијаграм сила- померај ($p_k=2\text{ bar}$): (а) утицај амплитуде ($a=2\text{ cm}$), (б) утицај фреквенције ($f=2\text{ Hz}$) [11]

Слика 32 приказује разлику између резултата симулације и резултата тестирања. Симулациони модел и експериментални резултати готово су једногласни, када је амортизер подвргнут нижој побудној фреквенцији. Повећањем побудне фреквенције појавила се мала разлика, међутим, одступање је толико мало да се може занемарити. На слици, прецизност је изнад 90%. [12]



Слика 32 - Разлика између резултата симулације и резултата тестова [12]

Пригушне компоненте које се користе код амортизера су: пригушни вентили, заптивке, граничници и зглобови, о којима ће у даљем тексту и бити речи.

➤ **Пригушни вентили**

Конструкција и комбинација делова вентила (слика 33) омогућавају мноштво варијанти, тако да се за сваку конкретну потребу постиже оптимална карактеристика пригушења (дегресивна, прогресивна, линеарне карактеристике). Сила пригушења се у складу са датим законитостима повећава са порастом брзине клипа. Уобичајене оријентационе вредности за максималне силе пригушења:

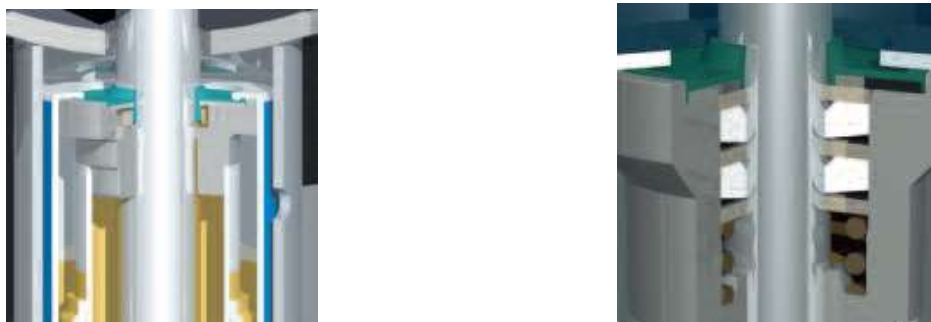
- Путничка возила: сила извлачења око 4500 N / сила потискивања око 2200 N,
- Привредна возила: сила извлачења око 20000 N / сила потискивања око 6000 N.



Слика 33 - Вентил клипа и подни вентил [7]

➤ **Заптивке**

Ефикасност и радни век амортизера у одлучујућој мери одређује заптивка заједно са вођицом и површином клипњаче. Пербунан заптивке су предвиђене за температуре до 100°C (краткотрајно 120°C), а Витон заптивке до 160°C (краткотрајно 200°C). У зависности од захтева и оптерећења примењују се једноструке или двоструке заптивке (слика 34).



Слика 34 - Једнострука и двострука заптивка [7]

➤ **Граничници**

Граничници (слика 35) се користе за ограничење хода клипњаче, а тиме и хода опруга возила. Граничници потискивања се налазе изнад поклопца клипњаче или на неком другом месту на возилу. Вучно оптерећење унутар амортизера ограничава се механичким, механичко-еластичним и хидрауличним граничницима. При пропињању граничници извлачења држе такође и осовину возила.



Слика 35 - Механичко-еластични и хидраулички граничник извлачења [7]

➤ **Зглобови**

Зглобови (слика 36) су еластични, звучно-изолирајући спојеви амортизера између шасије и осовине. Осим вучних и потисних сила, они такође морају преузимати и угаона кретања. Прстенасти зглобови се примењују за веће угаоне помаке, а вијачни зглобови за мање и у свим смеровима готово једнаке помаке. [7]



Слика 36 - Прстенасти и вијачни зглоб [7]

3.1.2.3 Модул опружне ноге

Опружна нога (слика 37) својом конструкцијом одговара двоцевном амортизеру. У пракси се примењују и гасни модели. Уз функцију пригушења, опружна нога додатно испуњава и друге задатке:

- вођење точкова заједно са попречном вођицом,
- преузимање опружне силе возила преко тањирастог лежишта опруге,
- као ослонац за моменте кочења и убрзања,
- преношење управљачких покрета и сила.

Клипњаче су посебно снажно димензиониране. Ради оптимизирања тежине користе се шупље клипњаче. Стабилно изведене водеће и заптивне јединице сигурно преузимају обртна оптерећења. Навојни зглоб зглобови се налазе у посебно израђеним лежајевима опружне ноге. На цеви посуде су смештени носачи за причвршћење на делове осовине као и кочна црева и сензори. Опружне ноге се примењују првенствено код путничких возила, а такође све више и код транспортера. [7]



Слика 37 - Модул опружне ноге [7]

3.1.2.4 Хидропнеуматска регулација висине

➤ Опружни цилиндар

Ова потпуно носећа конструкција по концепту одговара једноцевном амортизеру. Каросерија возила се преко клипњаче подиже или спушта услед дотока или повратног тока уља. Потребан притисак уља се успоставља уз помоћ централне хидраулике возила. Висину каросерије возила одређује посебан регулатор. Горњи и доњи спојеви су изведени као посебно снажни лежајеви за ослањање односно носачи, будући да опружни цилиндар мора да прихвати укупан статички и динамички терет каросерије возила (слика 38).

Посебне карактеристике су: заптивна и водећа јединица предвиђена за високе притиске до 90 бара, посебно снажна клипњача, она мора да носи тежину каросерије возила, амортизацију возила преузима гасни резервоар унутар опружног акумулатора, који је премештен напоље, он се налази директно на цеви посуде или је повезан преко цевовода под притиском и смештен на неком другом месту возила. [7]



Слика 38 - Опружни цилиндар [7]

➤ **Нивомат**

Нивомат (слика 39) потпуно аутоматски поставља оптималну висину возила при свим стањима оптерећености. У компактној јединици су уједињени амортизери заједно са свим елементима за регулацију висине као што су пумпа, резервоар за уље, резервоар компримованог гаса и регулатор висине. Енергија за подешавање оптималне висине возила добија се из релативног кретања између осовине и каросерије возила. Са порастом оптерећења појачава се рад пумпе, што додатно делује као растућа сила пригушења.

Предности: удобност у вожњи и безбедност при сваком оптерећењу, нивомат преузима функције амортизера и опруге осетљиве на оптерећење, у зависности од стања возне подлоге потпуно натоварено возило већ након неколико стотина метара пређеног пута достиже своју нормалну висину, нема хидрауличких или електричних водова, пун ход опруга, висина возила остаје иста, константан размак од тла. [7]



Слика 39 - Нивомат [7]

3.1.2.5 Варијабилни амортизациони систем (*Continuous Damping Control*)

Варијабилни амортизациони системи (слика 41) побољшавају управљивост возила, повећавају спортску динамичност и вожњу чине удобнијом и опуштенијом уз истовремену бескомпромисну безбедност.

Систем *Continuous Damping Control* (слика 40) (стално променљива контрола пригушења) поседује електронски регулисан пропорционални пригушни вентил. Већ према положају вентила довод уља се проширује (меко) или сужава (тврдо). Сензори надгледају све утицаје попут стања пута, оптерећења, кретања возила при убрзању, кочењу или вожњи по кривинама као и понашања возача.

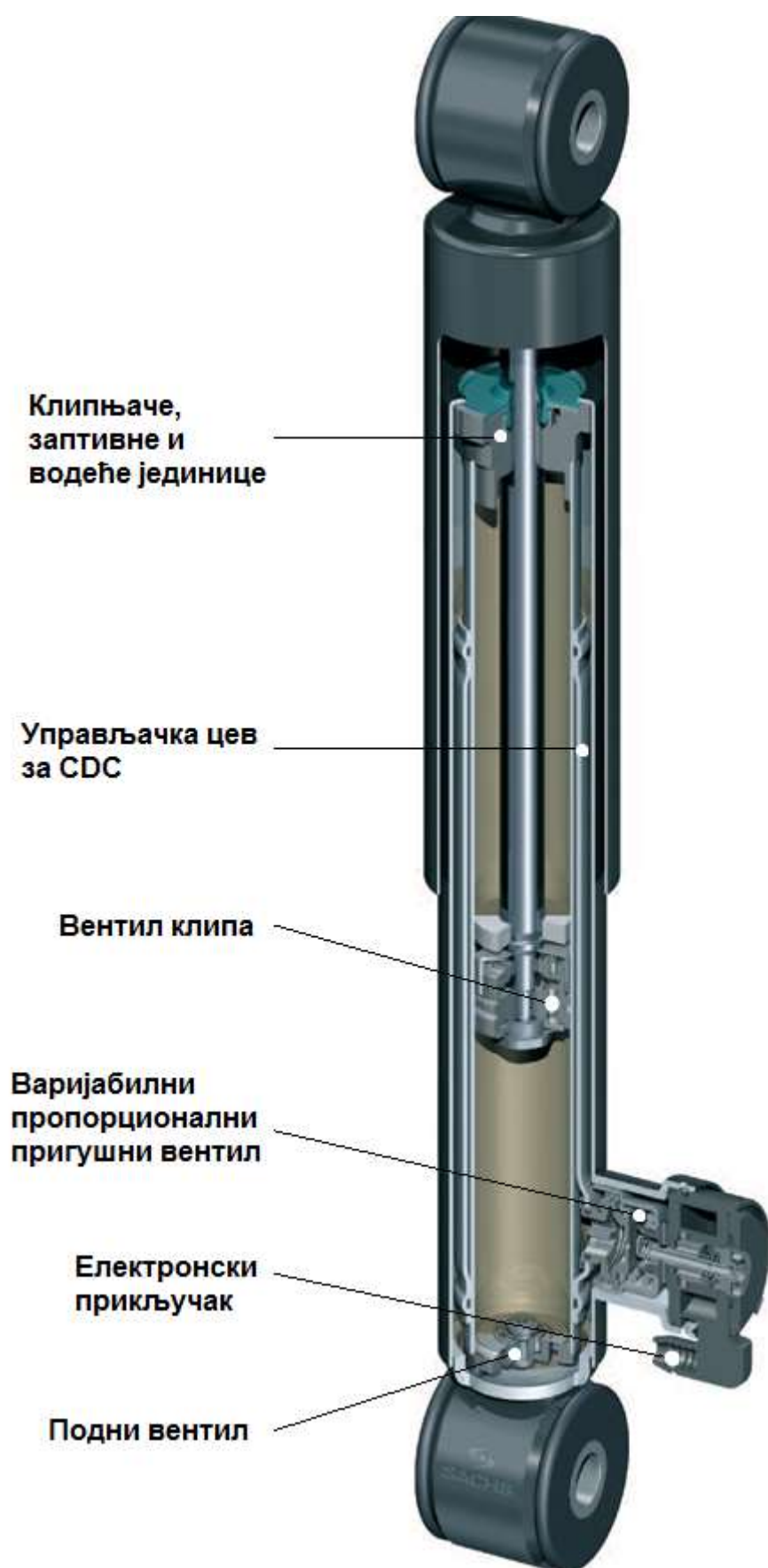
Сигнали сензора се обрађују у управљачком уређају. Он сваке две милисекунде рачуна потребне пригушне силе и шаље податке пропорционалном пригушном вентилу. Преко тог вентила се тада пригушне силе континуирано и аутоматски прилагођавају дотичној ситуацији у вожњи и стању пута.

У тешким ситуацијама у вожњи пригушење аутоматски постаје тврђе. Овако оптимизованим пригушењем возач је активно потпомогнут са више безбедности и удобнијом управљивошћу возила.

Предности: пораст безбедности захваљујући оптимизовању пригушења, смањење нагињања, климања и вертикалних кретања, краћи зауставни пут захваљујући повећаном пријањању на тло, брже реаговање управљача, боља контрола при престројавању.



Слика 40 - Дизајн CDC система [13]

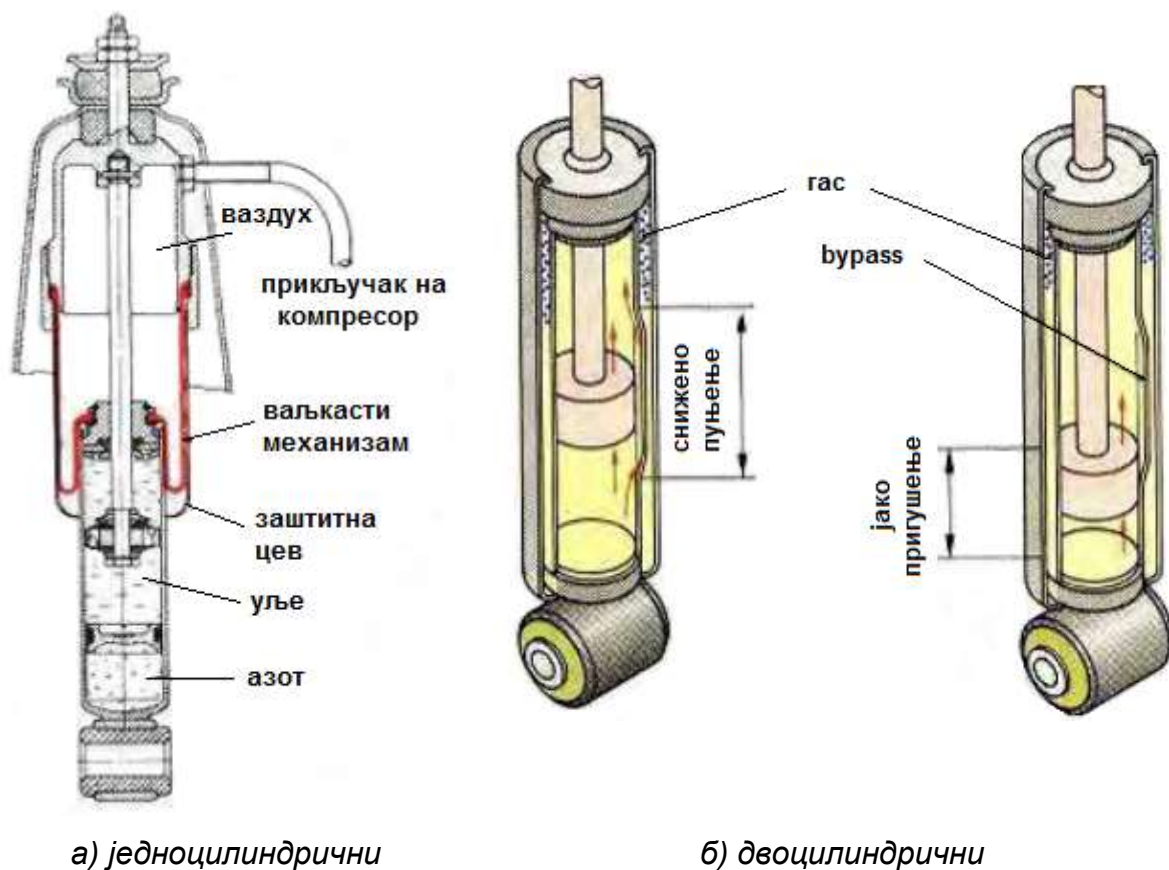


Слика 41 - Варијабилни амортизациони систем [7]

3.1.3 Гасно хидраулични амортизери са варијабилним пригушењем

Гасно хидраулични амортизери са варијабилним пригушењем (слика 42) представљају „надградњу“ двоцилиндрично гасно-хидрауличног амортизера тиме што поред „гасног јастука“ са азотом, као описани, простор између два цилиндра је раздвојен гуеном мембраном, а простор изнад мембране се пуни ваздухом доведеним директно из ваздушне инсталације возила.

Предност овог типа амортизера је у томе што представља комбинацију амортизера и гасне опруге, те као такав служи за комплетно ослањање возила. Поред наведеног овај тип амортизера има још јаче изражену пригушну моћ од раније наведених, а уз то може да служи и као регулатор нивоа возила на начин који је већ описан код гасних опруга. [14]

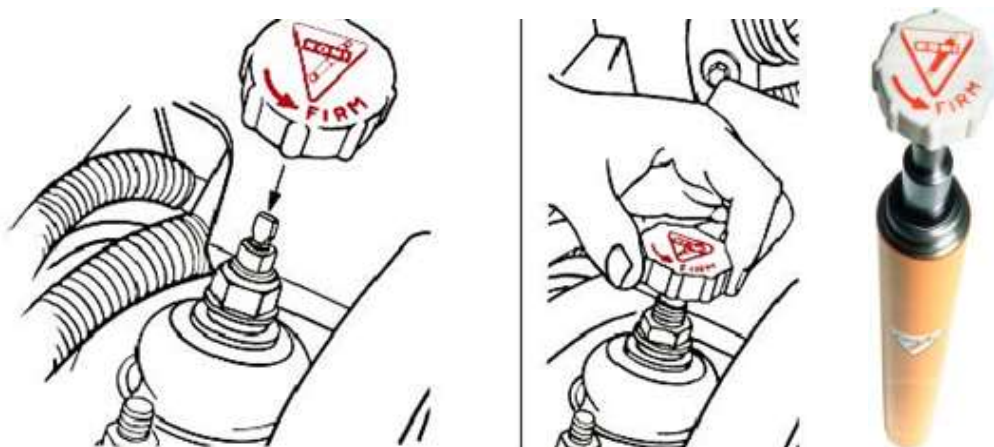


Слика 42 - Гасно хидраулични амортизери са варијабилним пригушењем [14]

3.1.4 Амортизер са подешавањем тврдоће

Амортизери са подешавањем тврдоће имају на свом врху точкић, чијим се заокретањем подешава рад вентила за пропуштање хидрауличног уља унутар амортизера. Већином, амортизери имају једноструко или "једносмерно" подешавање. То значи да је код њих могуће подешавати проток уља у једном смеругибања, утичући на тек један једносмерни вентил. Код таквих амортизера се по правилу ради о вентилу који контролише повратак точкића, тј. растезање амортизера. Ипак, у међувремену, конструктори су осмислили и амортизере са потпуним подешавањем код којих је могуће мењати својства у оба смера, тј. утицати на проток уља за оба вентила. Такође, постоје и они амортизери са регулацијом помоћу прекидача на плочи с инструментима.

На *слици 43* приказан је изглед Кони фирм (енг. *Koni firm*) амортизер и начин монтирања точкића, док је на *слици 44* приказан Шмидман (енг. *Schmiedmann*) амортизер са подешавањем тврдоће. [15]



Слика 43 - *Koni firm* амортизер са подешавањем тврдоће [15]



Слика 44 - *Schmiedmann* амортизер са подешавањем тврдоће

3.2 BOSE ослањање (електромагнетно ослањање)

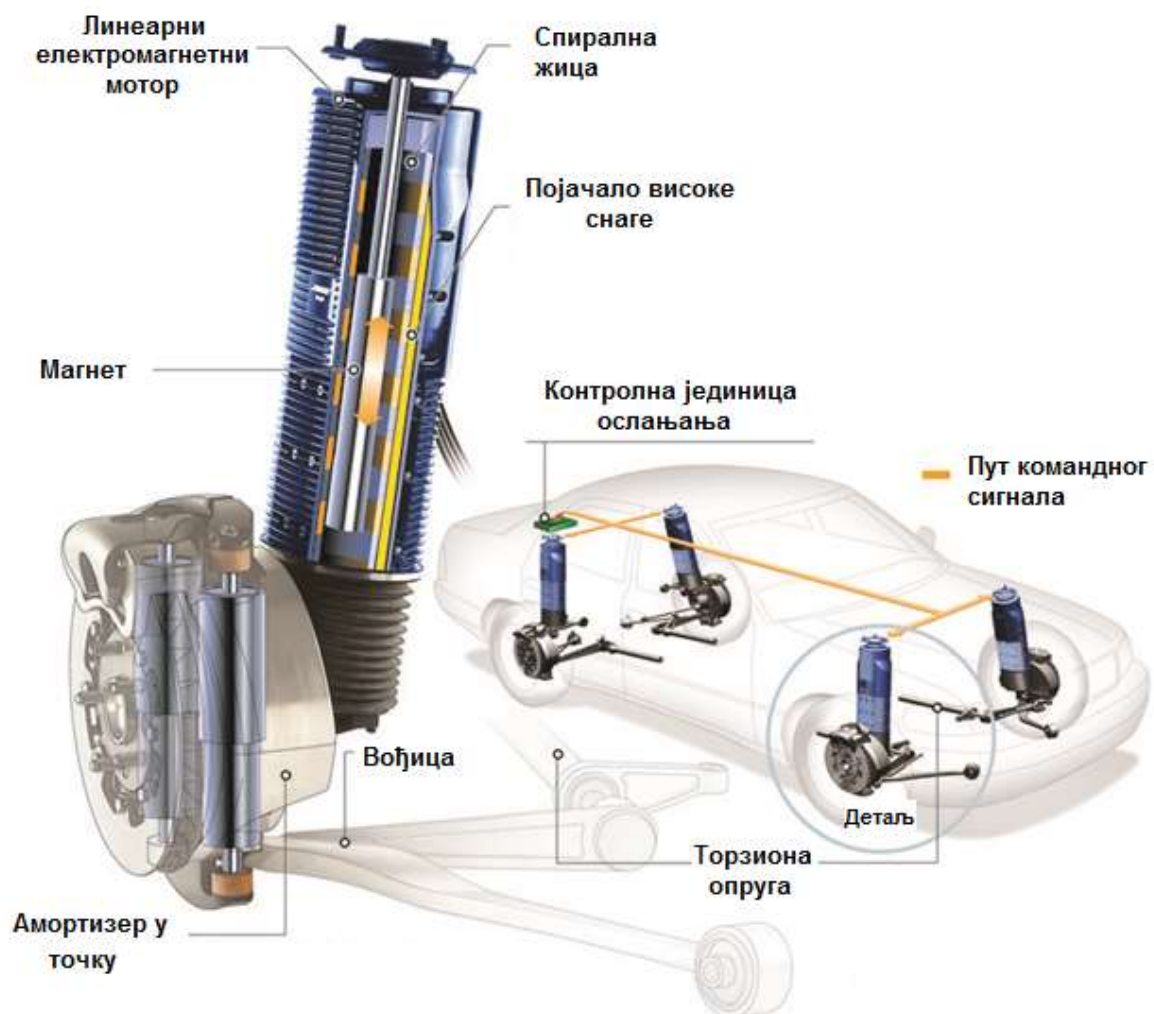
Уместо опруга и амортизера на сваком крају аутомобила, код *BOSE* електромагнетског ослањања користе се линеарни електромагнетски мотори и појачала снаге, као и сет контролних алгоритама. Када појачало снаге напаја намотаје мотора, мотор подиже и спушта ослањање и на тај начин управља кретањем између точка и тела возила. Линеарни електромагнетни мотор реагује веома брзо на побуду и обавља задатке који су раније били резервисани за амортизер. Овај систем има добру комбинацију хардвера ослањања и софтвера, који по први пут омогућава комбинацију врхунску удобност и супериорну контролу у возилу.

Линеарни електромагнетни мотор (*слика 45*) инсталиран је на сваком точку возила на коме се користи *BOSE* ослањање (*слика 46*). Унутар линеарног електромагнетног мотора су магнети и намотаји жице. Када се електрична снага примењује на калемове, мотор увлачи и проширује, стварајући кретање између волана и ауто тела. Једна кључна предност електромагнетног приступа је брзина. Мотор је дизајниран тако да садржи максималну снагу у малом паковању, тако да има довољно снаге да спречи возило проклиза током агресивне вожње. [16]

Регулациони појачавачи снаге дозвољавају да снага тече у линеарни електромагнетни мотор и дозвољава да се врати снага из мотора. На пример, када *BOSE* ослањање наиђе на рупу, енергија се користи за проширење мотора и тако се изолују путници у возилу од поремећаја. На другој страни рупе, мотор ради као генератор и враћа снагу назад кроз појачала.



Слика 45 - *BOSE* линеарни електромагнетни мотор [16]



Слика 46 - Босе линеарни електромагнетни мотор постављен на све точкове [16]



Слика 47 - Босе ослањање на предњој осовини [16]

Bose ослањање на предњој осовини приказано је на слици 47, док је на слици 48 дат приказ *Bose* ослањање на аутомобилу *Lexus LS400*. Слика 49 представља тестирање аутомобила са стандардним системом ослањања са амортизерима и са *Bose* ослањањем. [17]



Слика 48 - *Bose* ослањање на *Lexus LS400* [16]



а) сатандардан систем ослањања са амортизерима

б) *BOSE* ослањање

Слика 49 - Тестирање аутомобила [17]

3.3 Magnetic Ride електромагнетни систем осциловања

Премијерно примењен на *Chevrolet Corvette* 2003. године, полуактивни систем ослањања *MagneRide* америчке компаније *Delphi*, омогућио је по први пут остваривање врхунских динамичких перформанси возила, а да истовремено ни удобност приликом вожње није доведена у питање.

Као први полуактивни систем ослањања без електро- механичких вентила и покретних делова, *MagneRide* се састоји од четири једноцевна амортизера посебне конструкције, система сензора и електронске контролне јединице. Сами амортизери јесу оно што је и најзанимљивије у целокупном *MagneRide*- у.

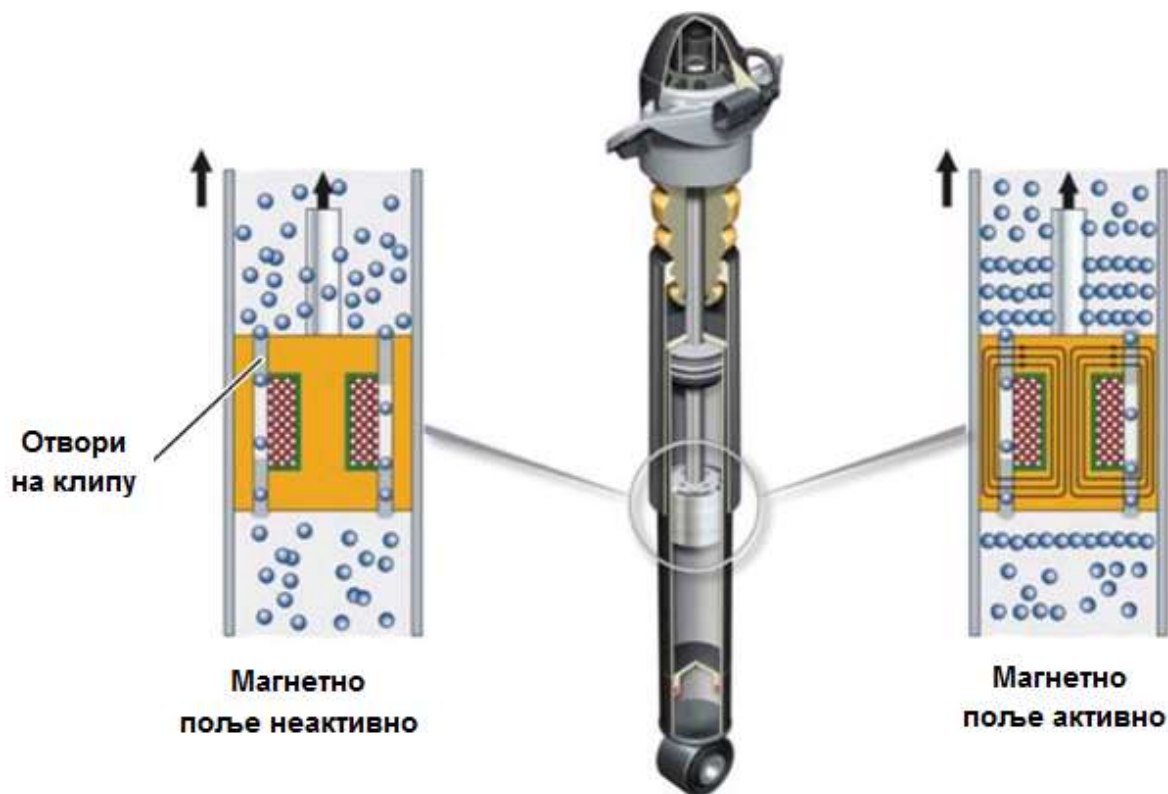
Испуњени су посебном хидрауличном течношћу промењиве вискозности (*Magneto-Rheological fluid*) која заправо представља синтетички хидрокарбонски флуид унутар којег се налазе металне микрочестице (пречника 3-5 микрометара) (слика 50). Унутар клипова амортизера налазе се електромагнетни намотаји, који путем централне управљачке јединице, а на основу података добијених од сензора, примају емисије електричних импулса, те се у каналима у којима струји МР флуид, ствара магнетно поље. Тада се, услед дејства поља, мења вискозност МР флуида, тачније, металне микрочестице формирају ланце у смеру деловања магнетог флукса, попречно у односу на струјање самог флуида, док је јачина њихове међусобне везе директно сразмерна јачини магнетног поља (слика 51). [18]



Слика 50 - Амортизер испуњен хидрауличном течношћу [18]

Резултат тога јесте промењива отпорност на струјање флуида унутар клипа, односно промена саме „тврдоће” амортизера. Другим речима, како амортизер покушава да истисне уље горе или доле кроз проточне канале, формирање ланаца микрочестица попречно унутар амортизера чини флуид „крућим”, чиме му је ограничена и брзина струјања. У случају искључивања система, односно престанка дејства магнетног поља, долази до насумичног кретања микрочестица, када њихов распоред више не утиче на вискозност течности, односно, када се флуид понаша као конвенционално уље у амортизерима.

Како амортизер покушава да истисне уље горе или доле кроз проточне канале, формирање ланаца микрочестица попречно унутар амортизера чини флуид „крућим”, чиме му је ограничена и брзина струјања.

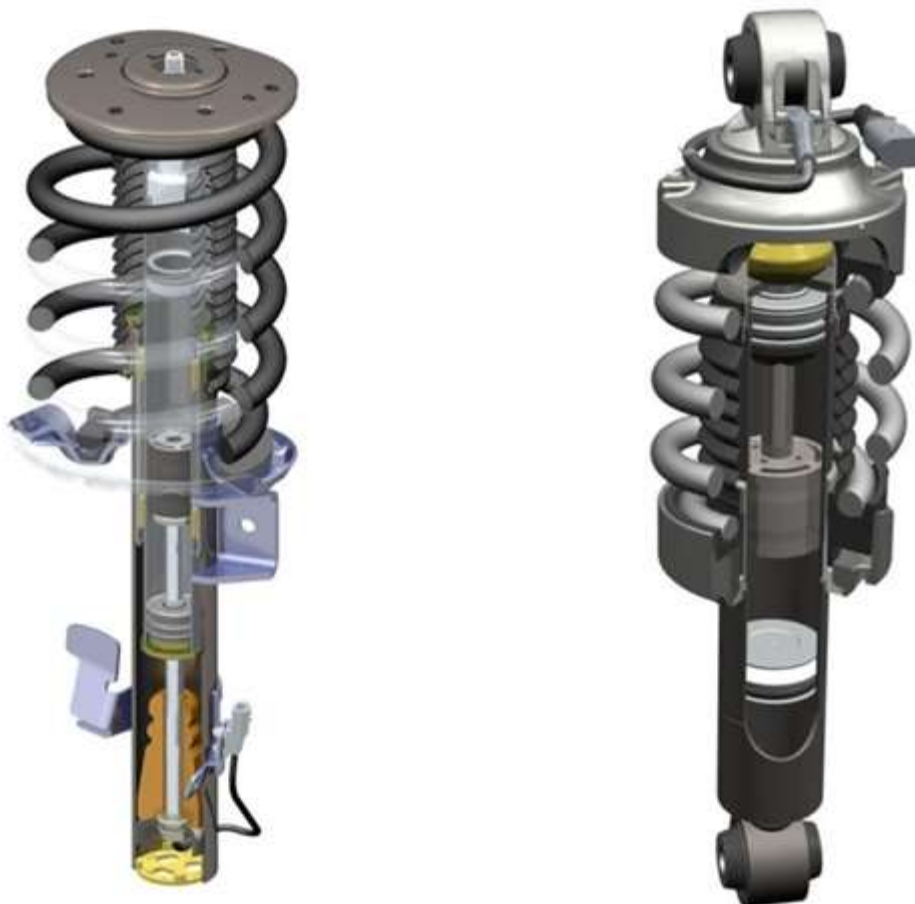


Слика 51 - Металне микрочестице формирају ланце у смеру деловања магнетог флукса [18]

Како при овом принципу рада не долази до било каквих кретања механичких делова, време реаговања је сведено на минимум, а број циклуса који је систем способан да обави износи чак 1000 у секунди.

Возач има већи осећај сигурности, тенденција нагињања каросерије у кривинама је значајно смањена, а да удобност при томе није нарушена, док је управљање прецизније и боље, нарочито приликом наглих маневара при

великим брзинама. На неравној или подлози са малим коефицијентом трења, *MagneRide* може бити интегрисан и са системом контроле пријањања, у циљу повећања стабилности возила. Такође, приликом кочења, ради и у спреси са ABS-ом, не би ли одржао аутомобил уравнотежен и усмерен у циљу остваривања оптималних зауставних способности.



Слика 52 - Две врсте *Magnetic Ride* амортизера компаније *Delphi* [18]

Осим великих предности у самом понашању возила опремљених *MagneRide* системом, битно је нагласити и да *Delphi*-ев систем нема неких посебних захтева по питању примене и монтаже у односу на конвенционалне амортизере, те је компатибилан и са системима подешавања висине огибљења возила. Поузданост је на високом нивоу, док су елементи способни за рад на температурама и од -40°C , чак до $+85^{\circ}\text{C}$ ($+110^{\circ}\text{C}$ за саме амортизере). По потреби, *Delphi* чак обезбеђује и комплетан полуактивни систем са амортизерима, опружним ногама, сензорима и централном управљачком јединицом. На слици 52 приказане су две врсте *Magnetic Ride* амортизера компаније *Delphi*. [18]

3.4 MAGIC BODY CONTROL систем ослањања

Мерцедес S класе опремљен је побољшаним *Magic Body Control* (слика 53) системом ослањања, које се аутоматски прилагођава условима пута. Основна идеја је да се путницима пружи максимална могућа удобност у вожњи, без обзира колико је подлога по којој се аутомобил креће неравна. Систем функционише уз помоћ специјалне камере инсталиране иза ветробранског стакла (слика 54) која снима конфигурацију пута испред возила. На основу прикупљених података, систем врши анализу пута и у делићу секунде аутоматски подешава ослањање аутомобила и прилагођава га путу по којем се возило креће. *Magic Body Control* може да повећа удаљеност од тла за 4 cm.

MAGIC BODY CONTROL



Слика 53 - MAGIC BODY CONTROL систем ослањања [19]

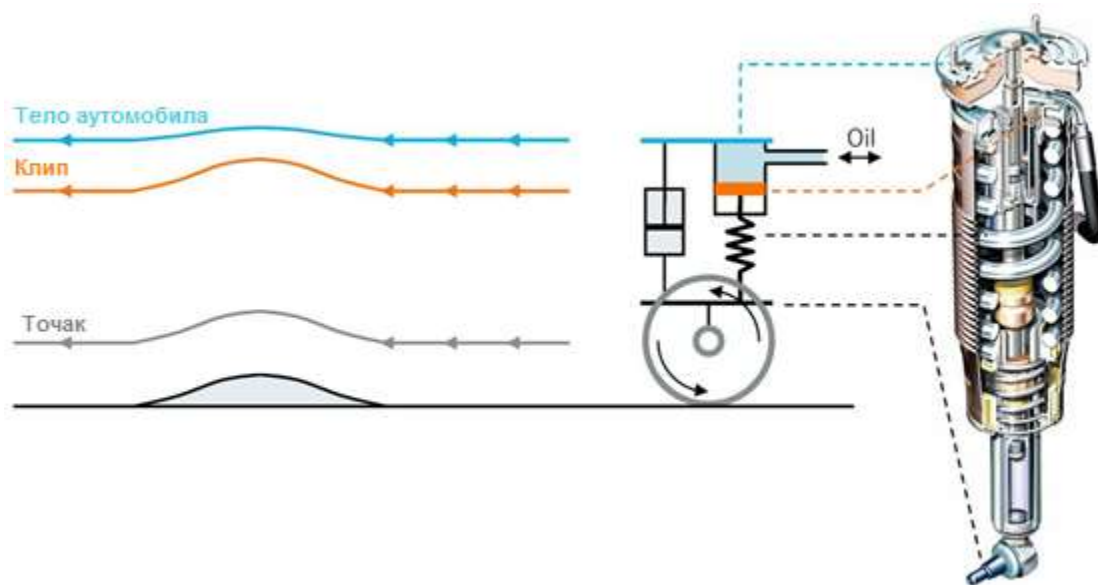


Слика 54 - Снимање конфигурације пута испред возила [19]

Код купеа, систем је додатно унапређен и омогућава благо нагињање аутомобила у кривинама, како би слично возачу мотоцикла или скијашу који скреће, на путнике деловала мања бочна сила.

Систем функционише при брзинама од 30 до 180 km/h.

Magic Body Control контролише проток уља у опругама на сваком точку посебно. Померањем компонената актуатора узроковане неравнинама пута знатно смањују кретање тела возила (слика 55). На слици 56 приказан је *Magic Body Control* постављен на возилу.



Слика 55 - *Magic Body Control* контролише проток уља [20]



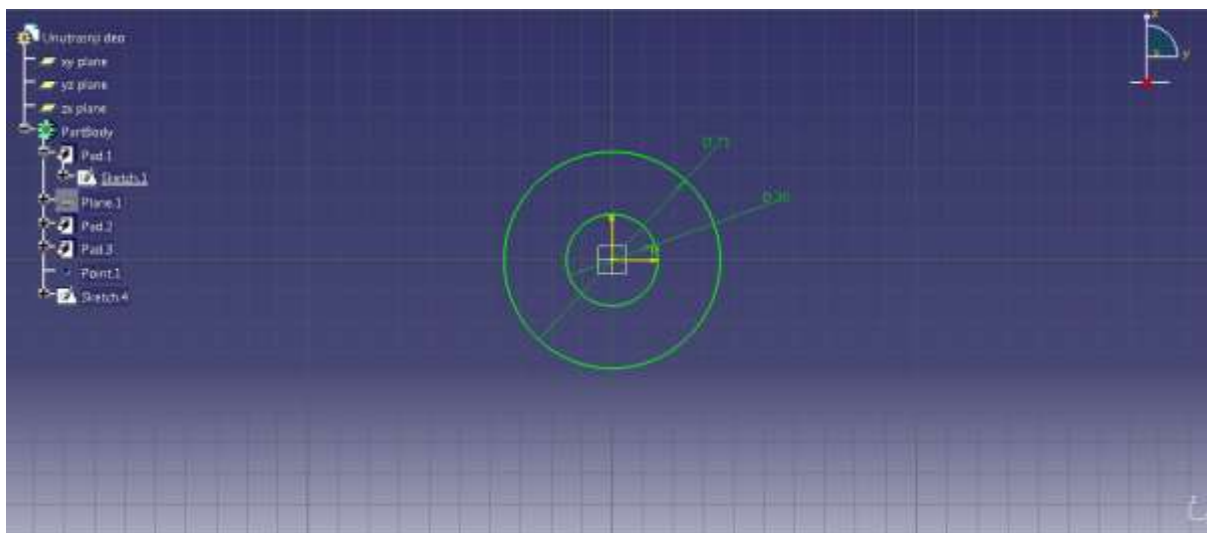
Слика 56 - *Magic Body Control* постављен на возилу уља [20]

4. CAD модел хидрауличног амортизера са 2 цеви

4.1 Формирање делова механизма

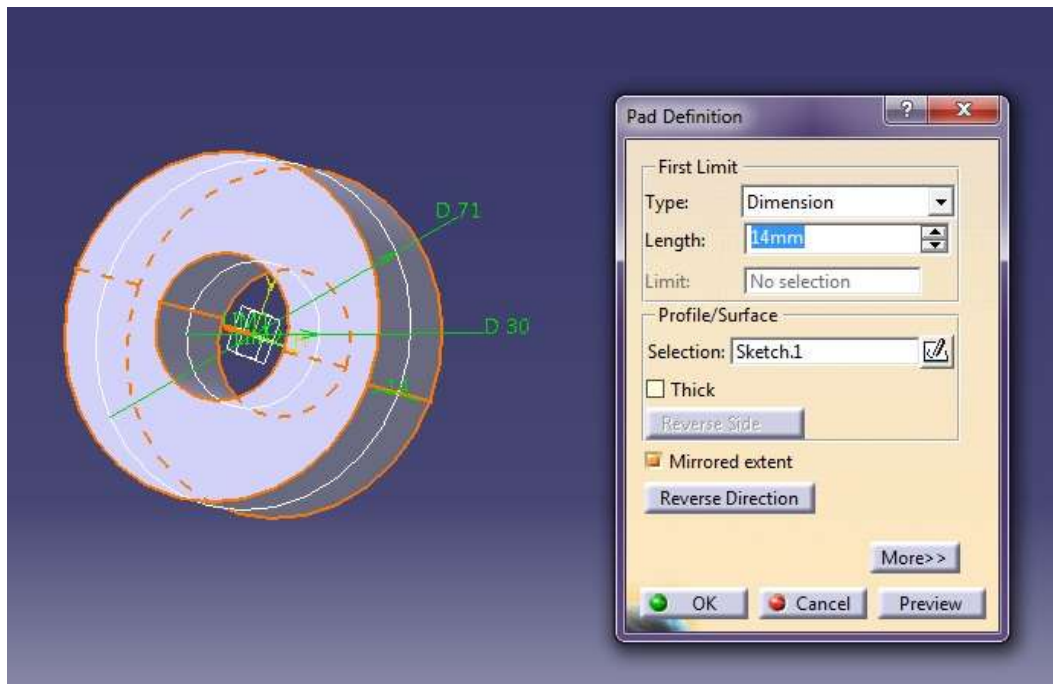
4.1.1 Креирање унутрашњег дела амортизера

У модулу **Part Design** потребно је изабрати раван **YZ** и прећи у **Sketcher** радно окружење и у изабраној равни креирати профил 1 приказан на слици 57.



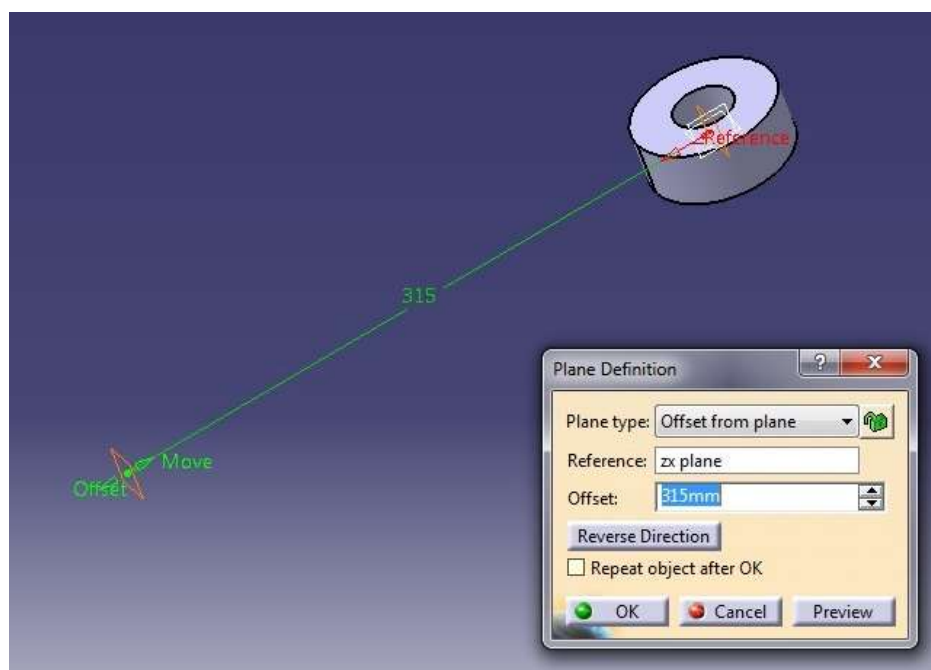
Слика 57 - Профил 1

Кликом на икону  прелази се у **Part Design** радно окружење, а затим се активирањем команде **Pad**  екструдује профил 1 за 14 mm (слика 58).



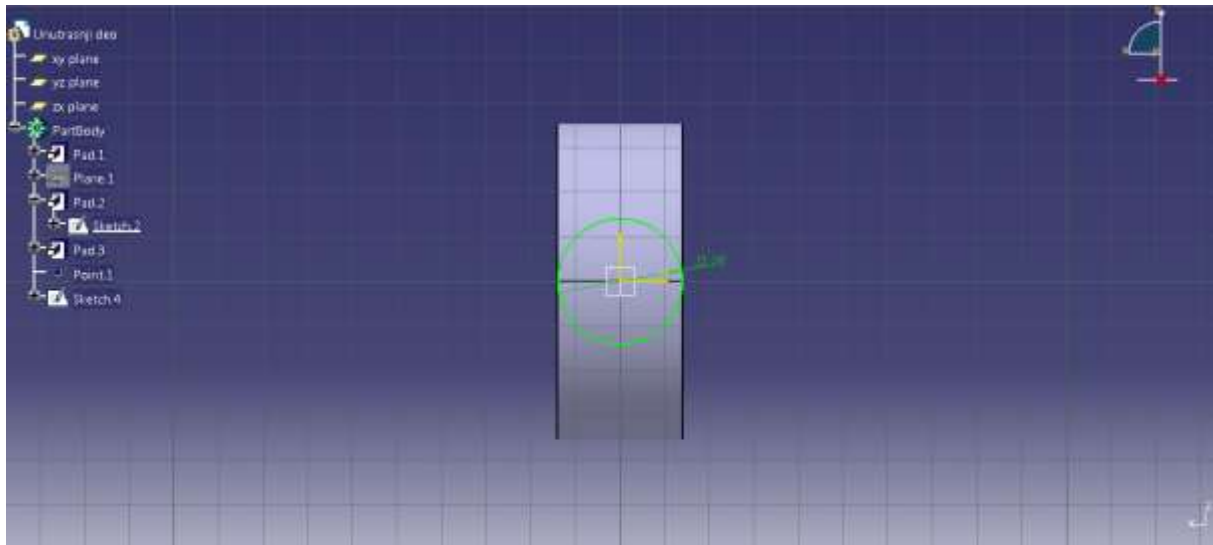
Слика 58 - Екструдовање 1

Након тога врши се измештање равни (слика 59), кликом на икону **Plane** . У дијалогу који ће се отворити потребно је попунити поље **Plane type** избором ставке **Offset from plane**. За поље **Reference** селектовати **ZX** раван. Вредност **Offset** подесити на 315 mm.



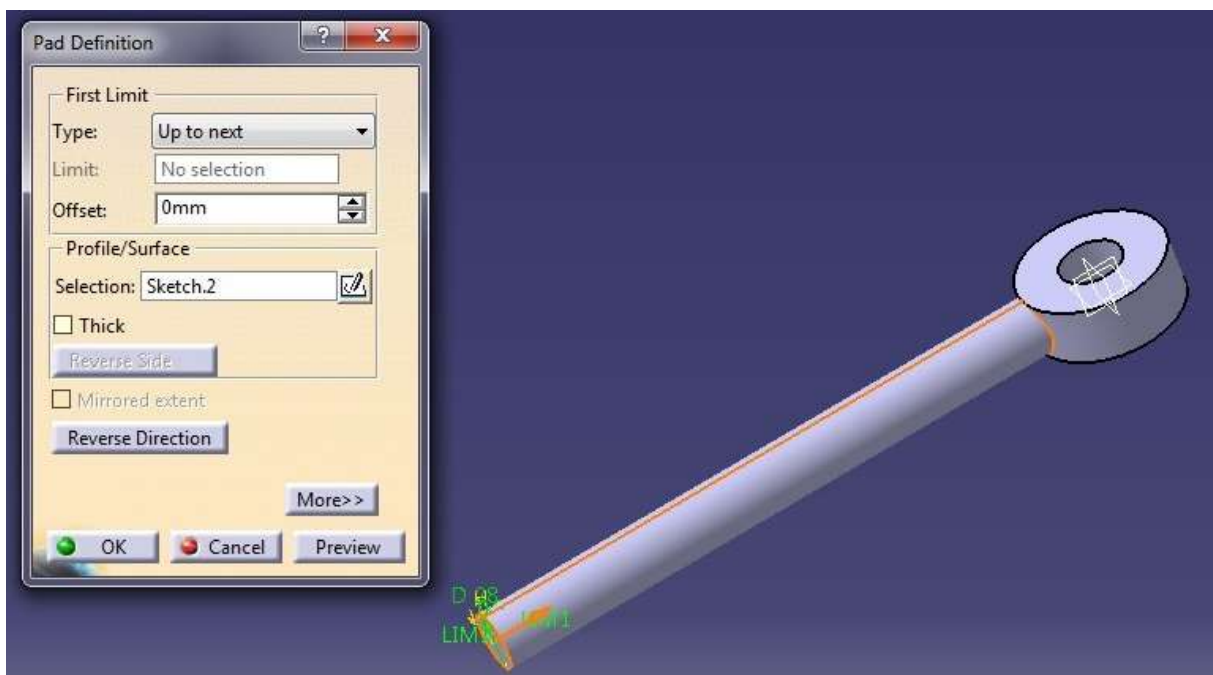
Слика 59 - Измештање равни 1

Селектовати претходно направљену раван, прећи у **Sketcher** и у њему нацртати профил 2 као на *слици 60*.



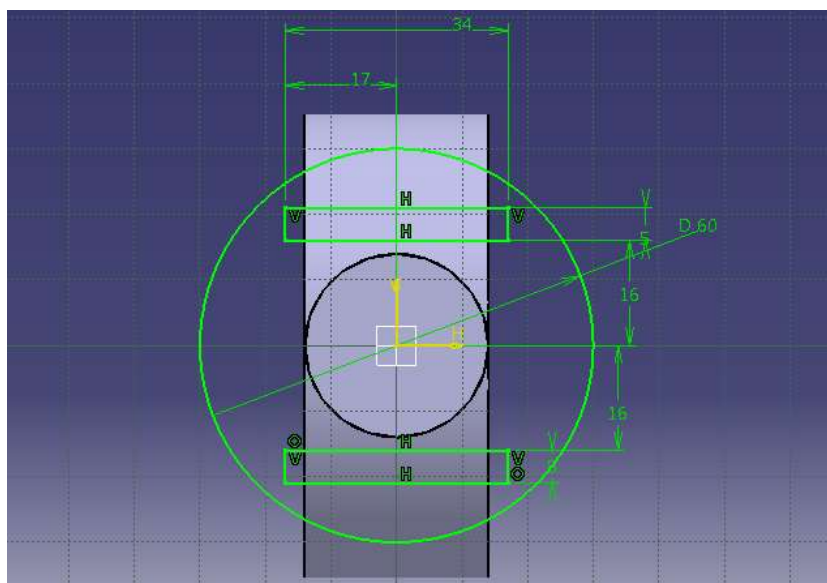
Слика 60 - Профил 2

Кликом на икону  прелази се у **Part Design** радно окружење, а затим активирањем команде **Pad**  екструдовати профил 2 (*слика 61*). Поље **Type** попунити избором ставке **Up to next**.



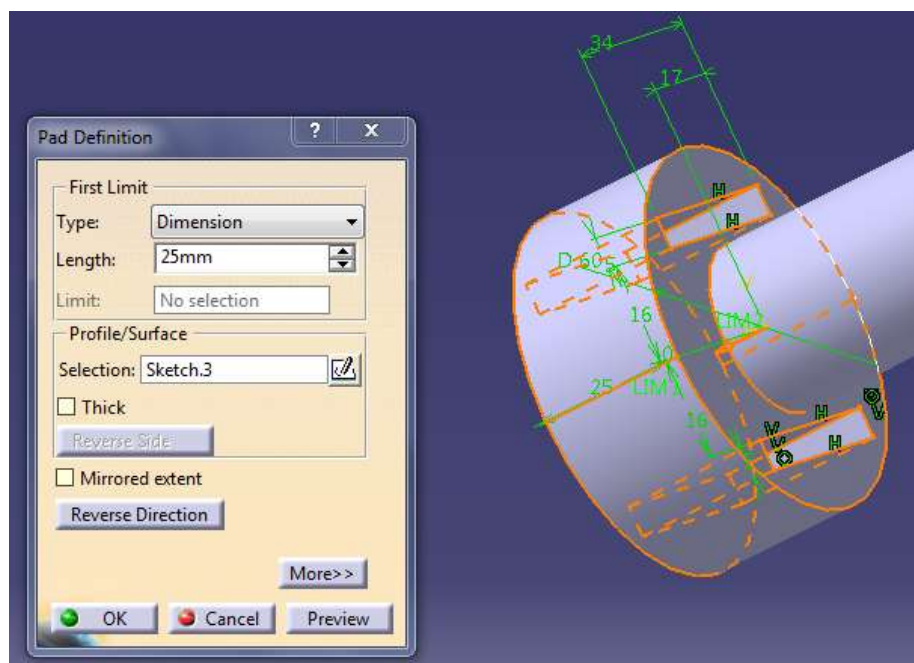
Слика 61 - Екструдовање 2

Селектовати крајњу раван претходно креираног профила и на њој уласком у **Sketcher** нацртати профил 3 као на *слици 62*.



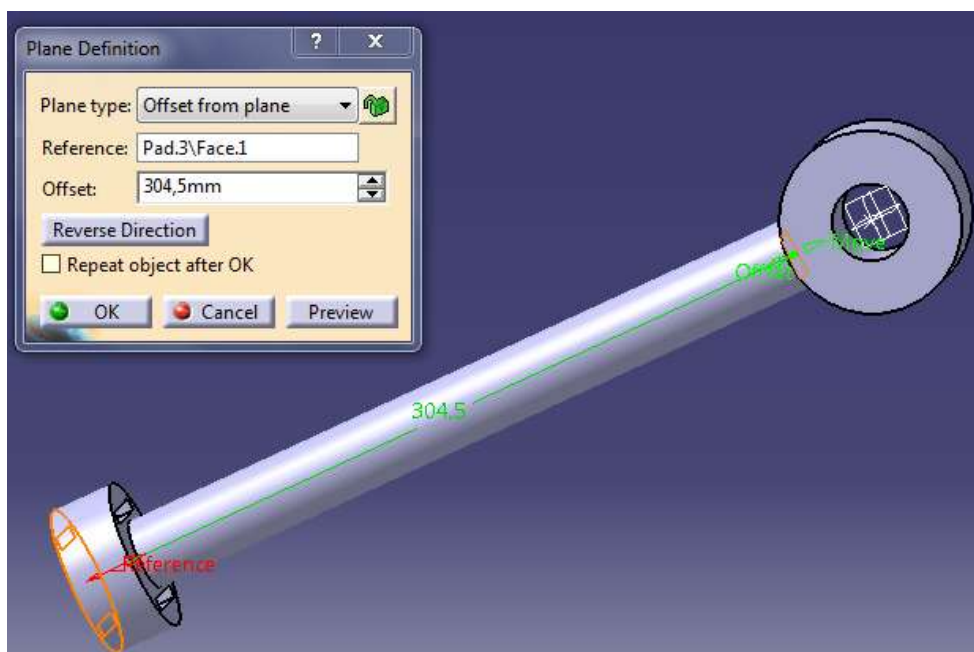
Слика 62 - Профил 3

Кликом на икону  прелази се у **Part Design** радно окружење, где је потребно екструдовати профил 3, где је у поље **Length** потребно унети 25 mm као што је приказано на *слици 63*.



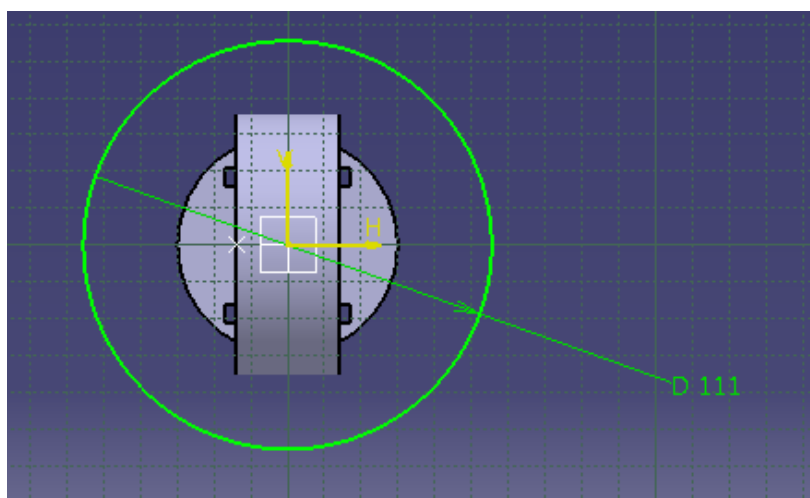
Слика 63 - Екструдовање 3

Затим је потребно још једно измештање равни (слика 64), кликом на икону **Plane** . У дијалогу који ће се отворити потребно је попунити поље **Plane type** избором ставке **Offset from plane**. За поље **Reference** селектовати **ZX** раван. Вредност **Offset** подесити на 304,5 mm.

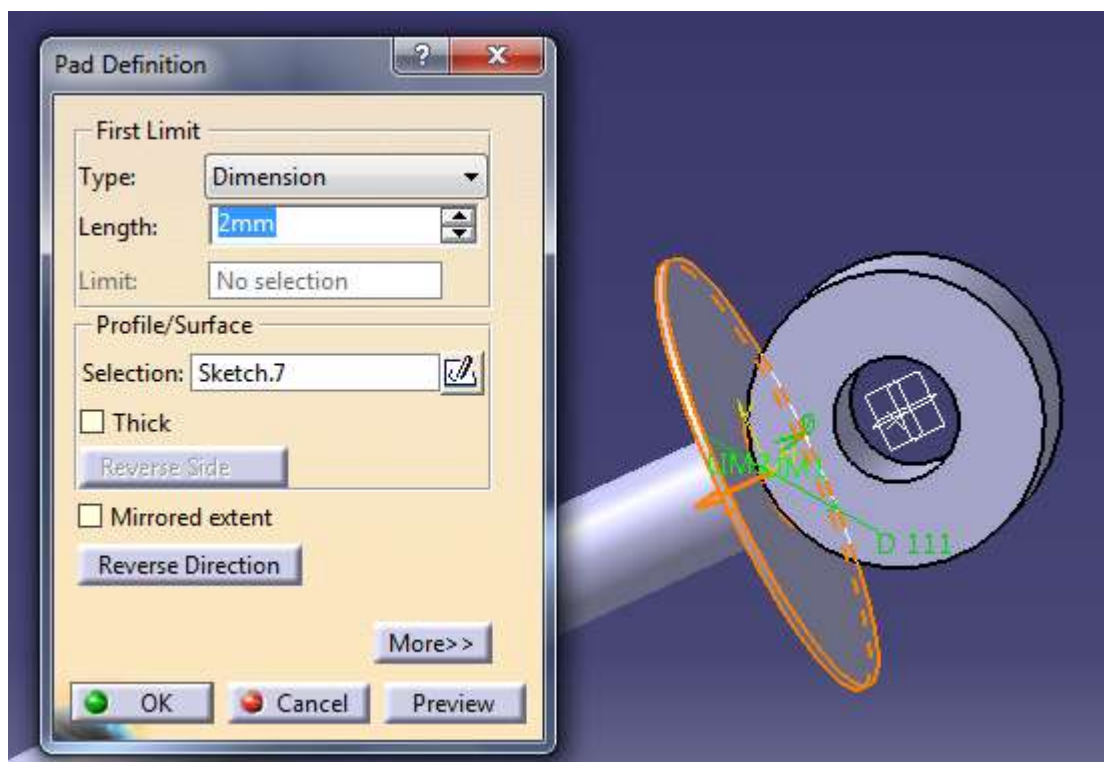


Слика 64 - Измештање равни 2

Селектовати претходно направљену раван, прећи у **Sketcher** и у њему нацртати профил 2 као на слици 65, а затим тај профил екструдирати за 2 mm као на слици слици 66.

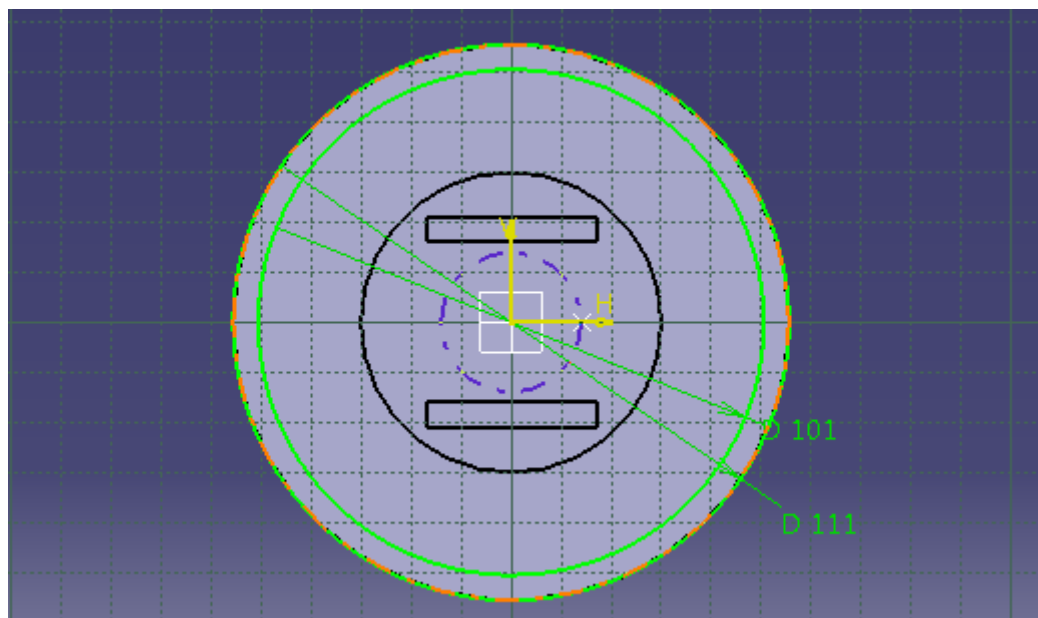


Слика 65 - Профил 4

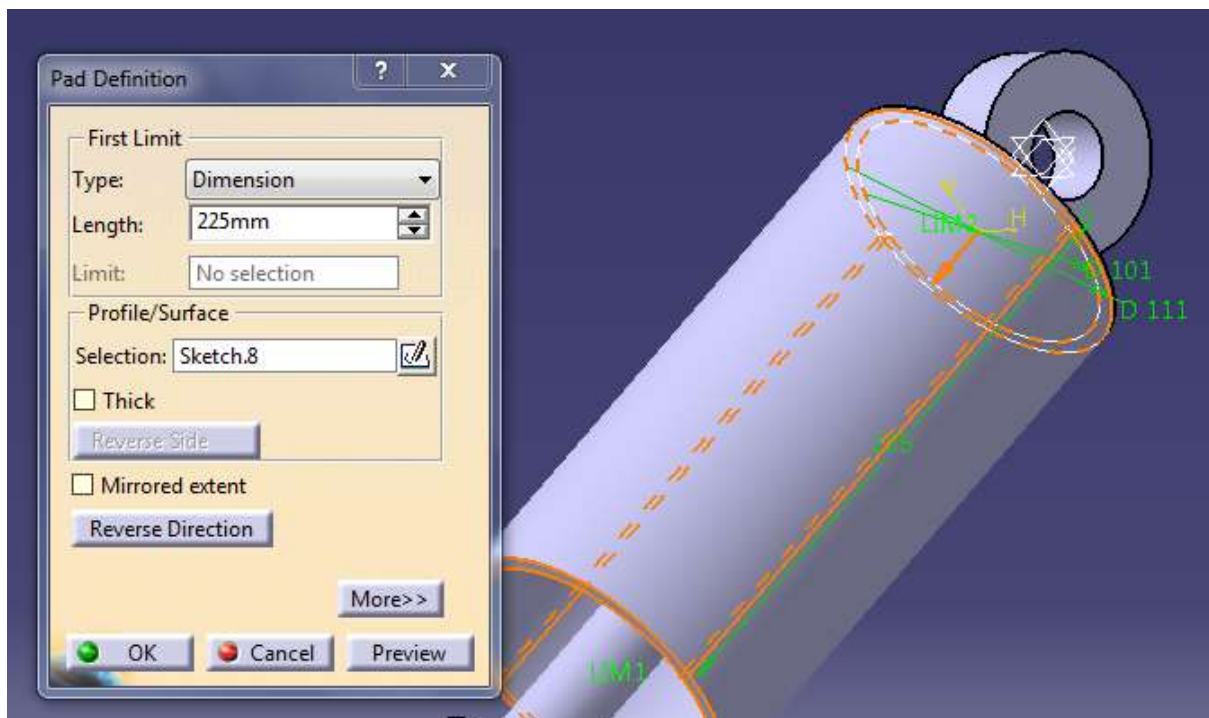


Слика 66 - Екструдовање 4

На делу који је претходно екструдиран потребно је нацртати профил као на слици 67. Након тога овај профил треба екструдовати за 225 mm (слика 68).

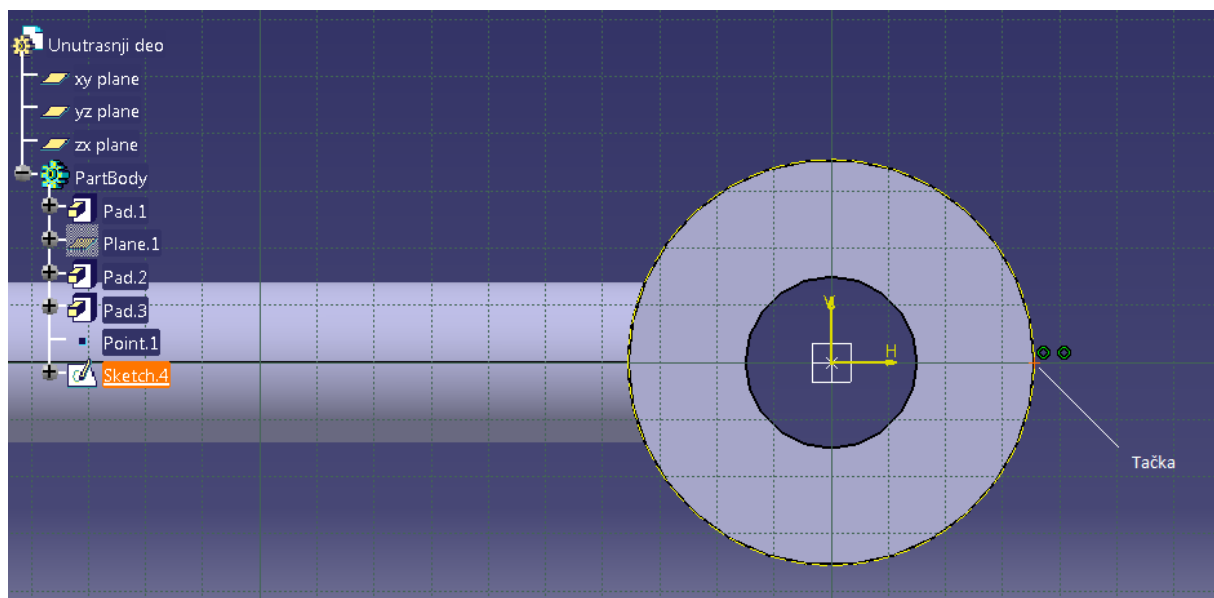


Слика 67 - Профил 5



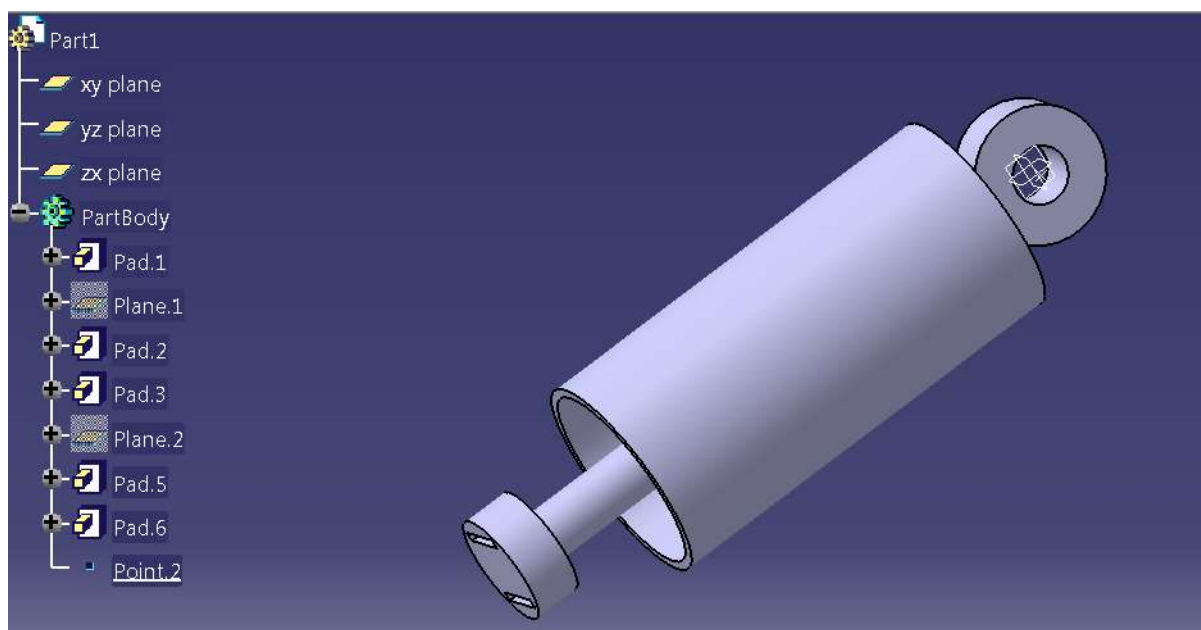
Слика 68 - Екструдовање 5

Такође, потребно је на врху унутрашњег дела креирати тачку која ће касније служити као тачка која ће се кретати по елипси (слика 69).



Слика 69 - Креирање тачке 1

Конечан изглед унутрашњег дела амортизера приказан је на *слици 70*.

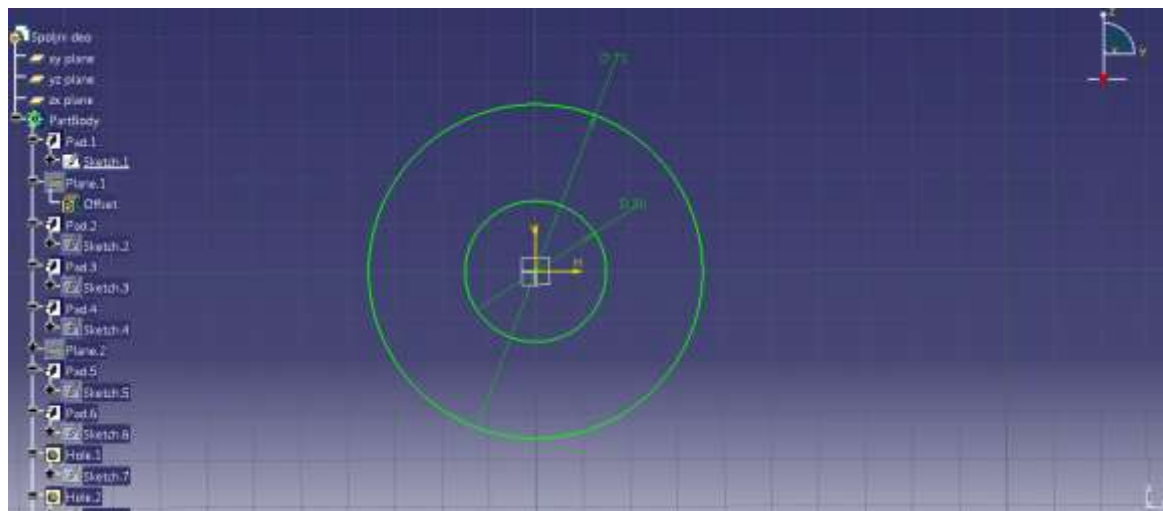


Слика 70 - Конечан изглед унутрашњег дела амортизера

4.1.2 Креирање спољног дела амортизера

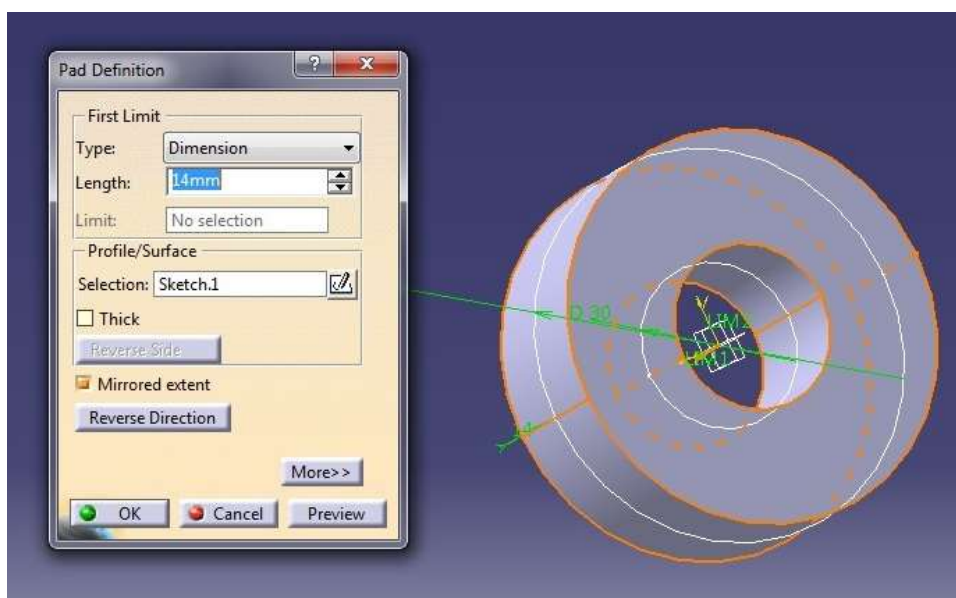
У модулу **Part Design** потребно је изабрати раван **YZ** и прећи у **Sketcher**

 радно окружење и у изабраној равни креирати профил 4 приказан на слици 71.



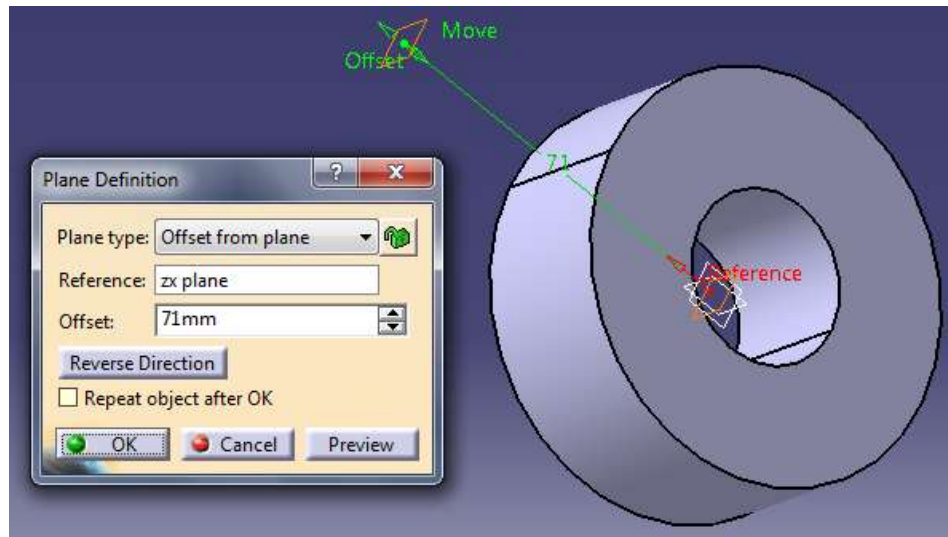
Слика 71 - Профил 6

Кликом на икону  прелази се у **Part Design** радно окружење, а затим активирањем команде **Pad**  екструдовати профил 4 за 14 mm (слика 72).



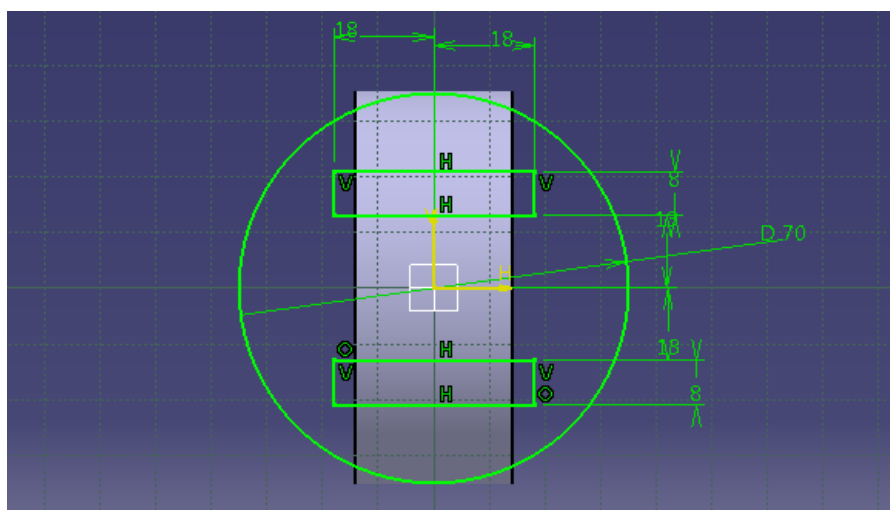
Слика 72 - Екструдовање 6

Након тога врши се измештање равни (слика 73), кликом на икону **Plane** . У дијалогу који ће се појавити потребно је попунити поље **Plane type** избором ставке **Offset from plane**. За поље **Reference** селектовати **ZX** раван. Вредност **Offset** подесити на 71 mm.



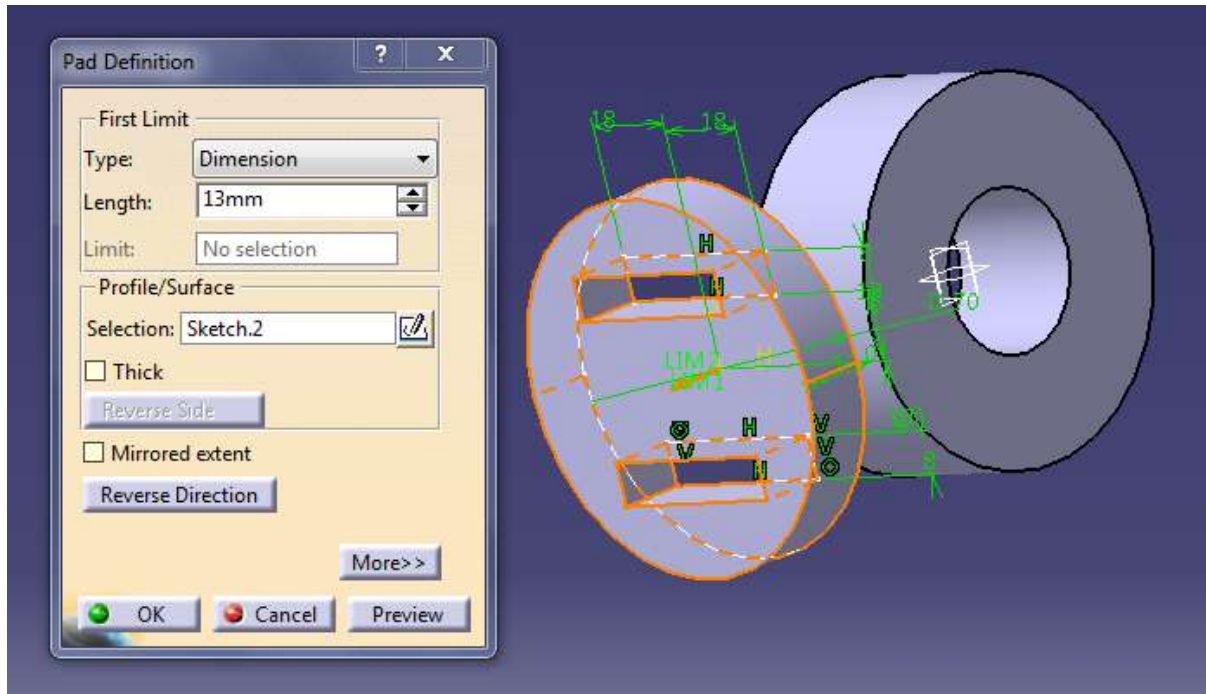
Слика 73 - Измештање равни 3

Селектовати претходно креирану раван и кликнути на икону **Sketcher** . Нацртати профил 5 као на слици 74.



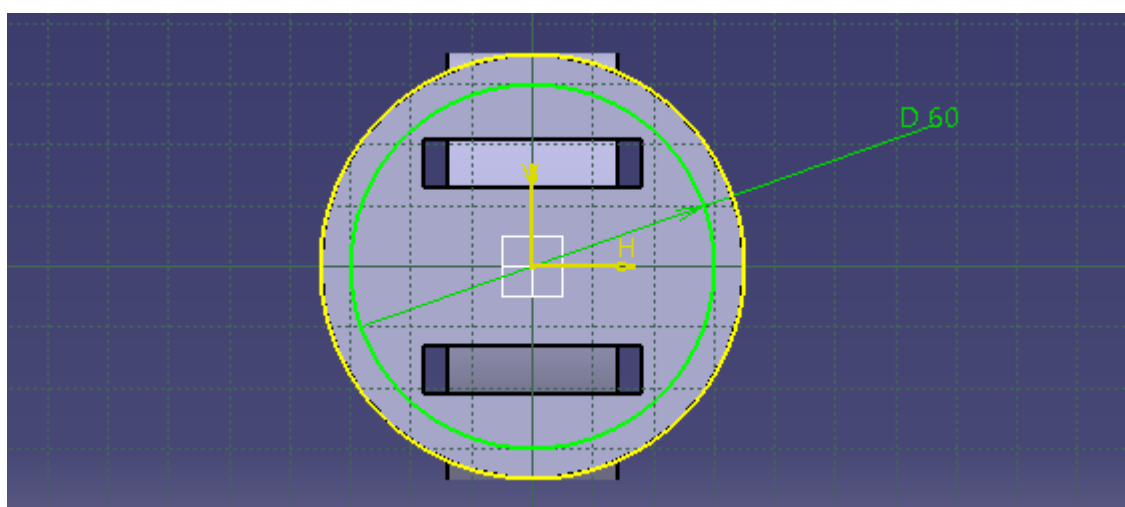
Слика 74 - Профил 7

Кликом на икону  прелази се у **Part Design** радно окружење, а затим активирањем команде **Pad**  екструдовати профил 5 за 2 mm (слика 75).

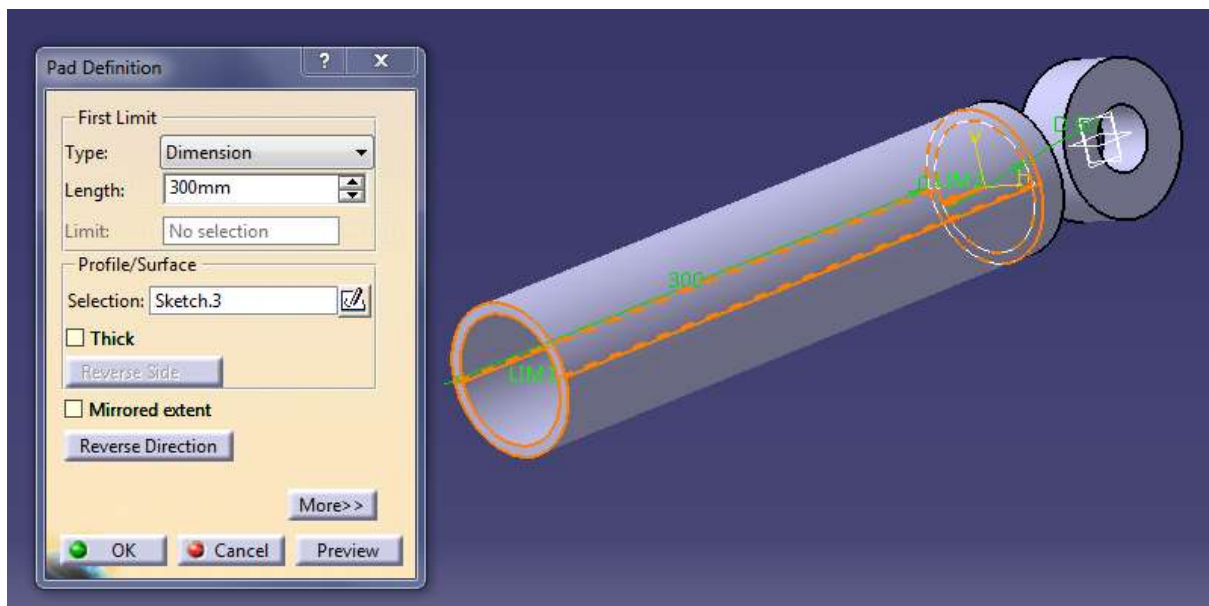


Слика 75 - Екструдовање 7

Профил 6 приказан на слици 76 екструдовати за 300 mm, што је приказано на слици 77.

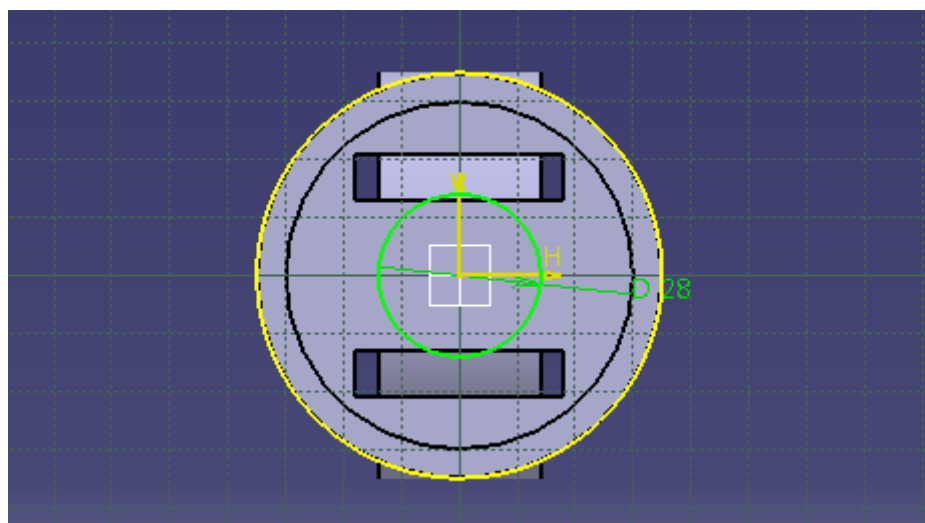


Слика 76 - Профил 8

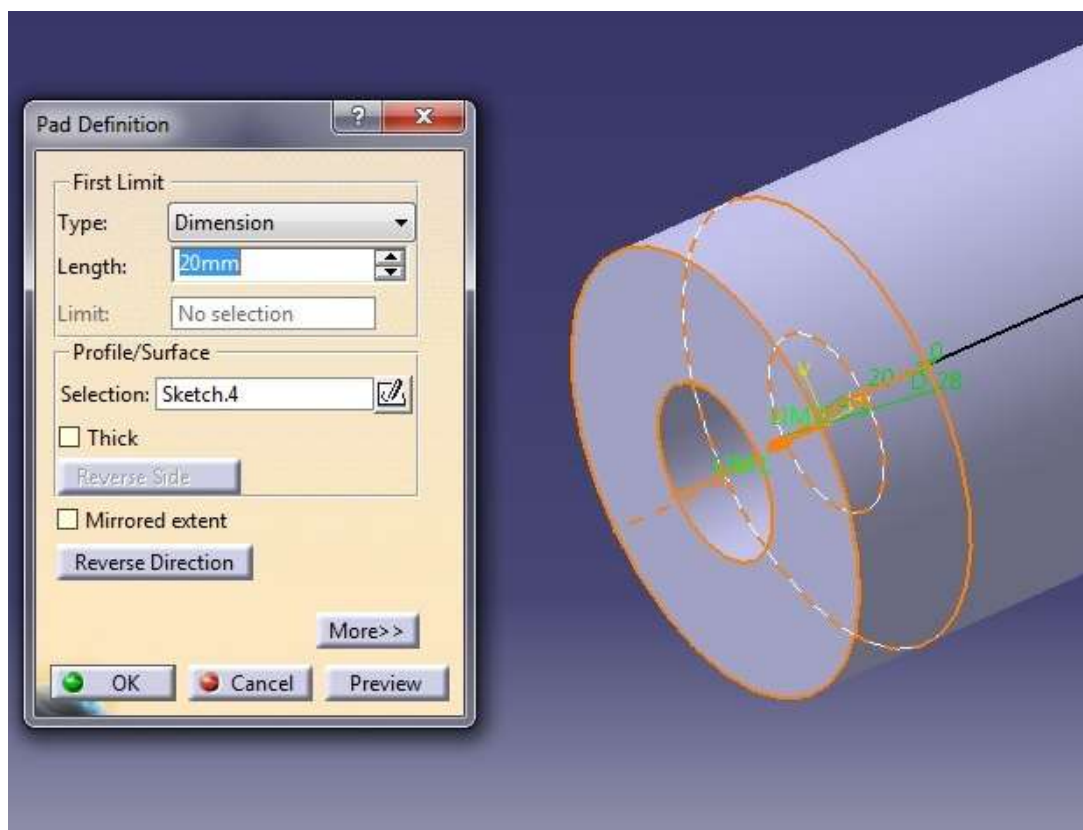


Слика 77 - Екструдовање 8

Исту процедуру потребно је поновити са профилем 7 (слика 78), где је потребно екструдовати за 20 mm (слика 79).



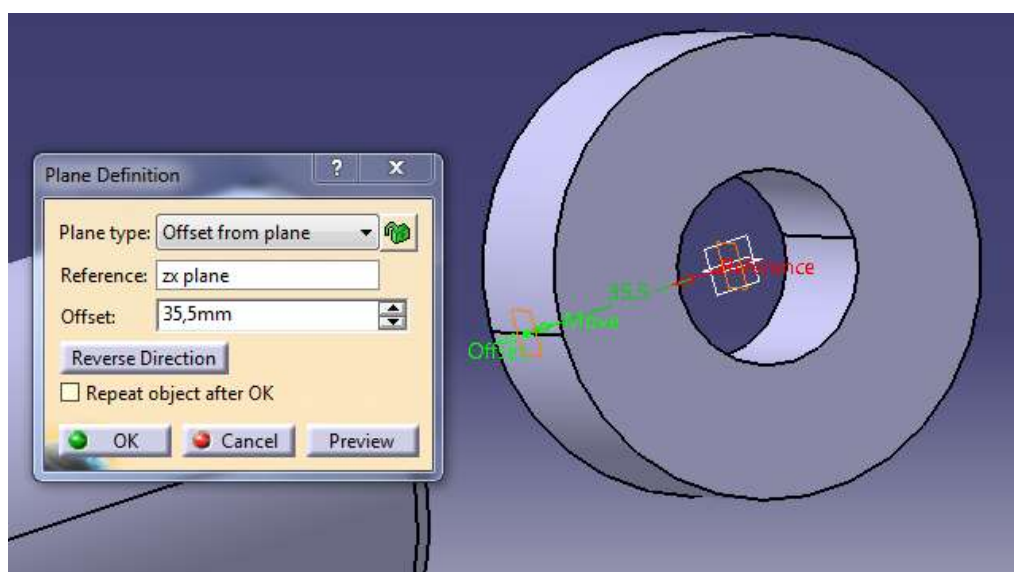
Слика 78 - Профил 9



Слика 79 - Екструдовање 9

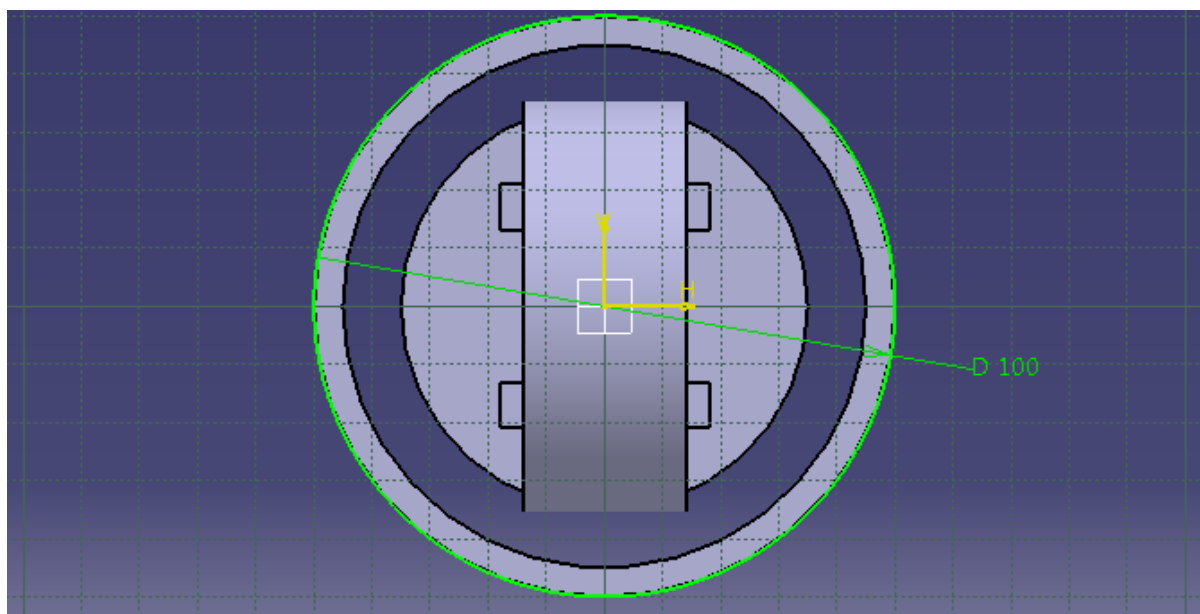
Након тога врши се измештање равни (слика 80), кликом на икону **Plane**

 . Вредност **Offset** подесити на 35,5 mm.

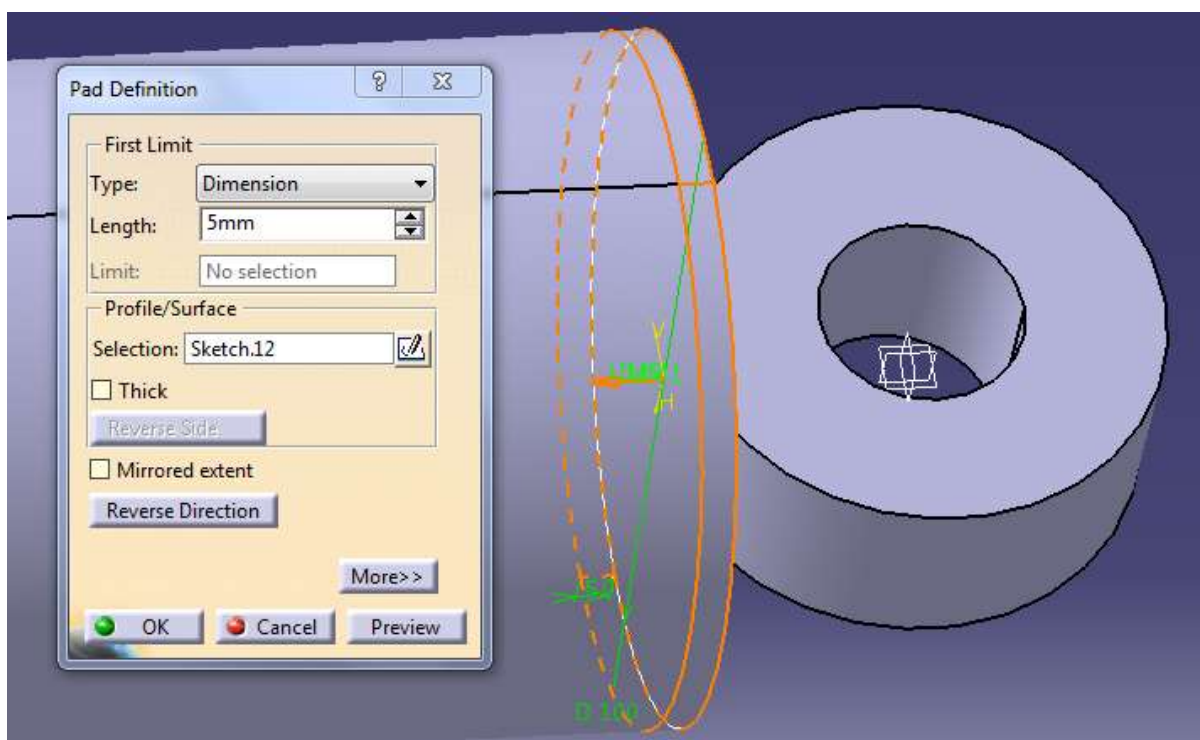


Слика 80 - Измештање равни 4

Профил 8 приказан на *слици 81* екструдовати за 5 mm, што је приказано на *слици 82*.

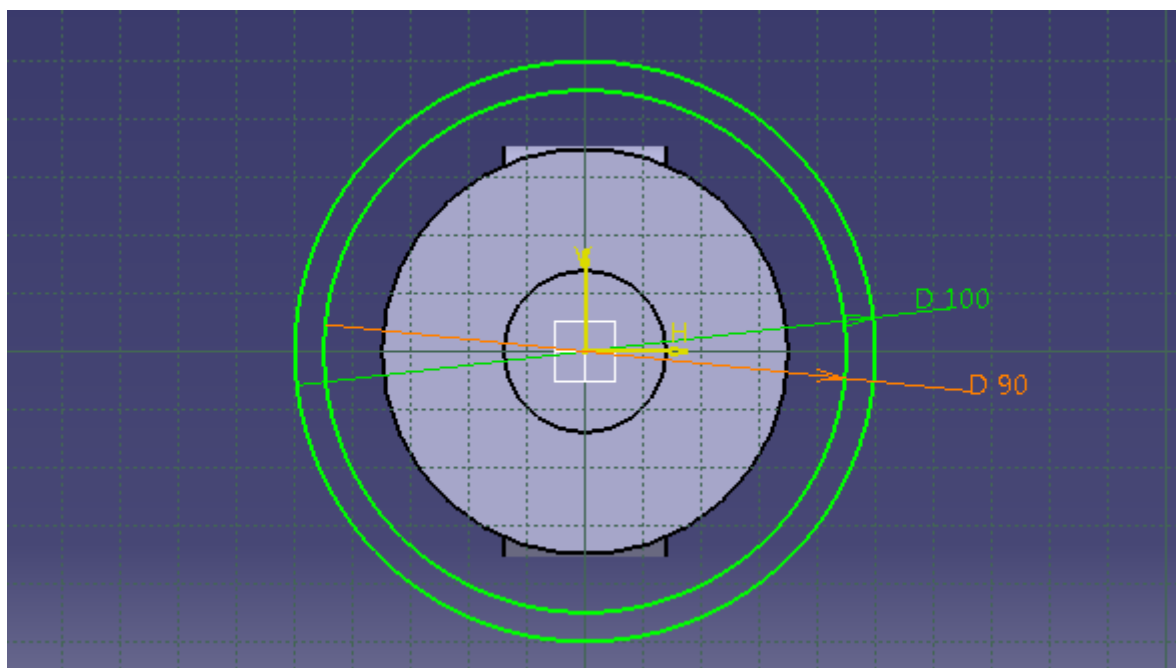


Слика 81 - Профил 10

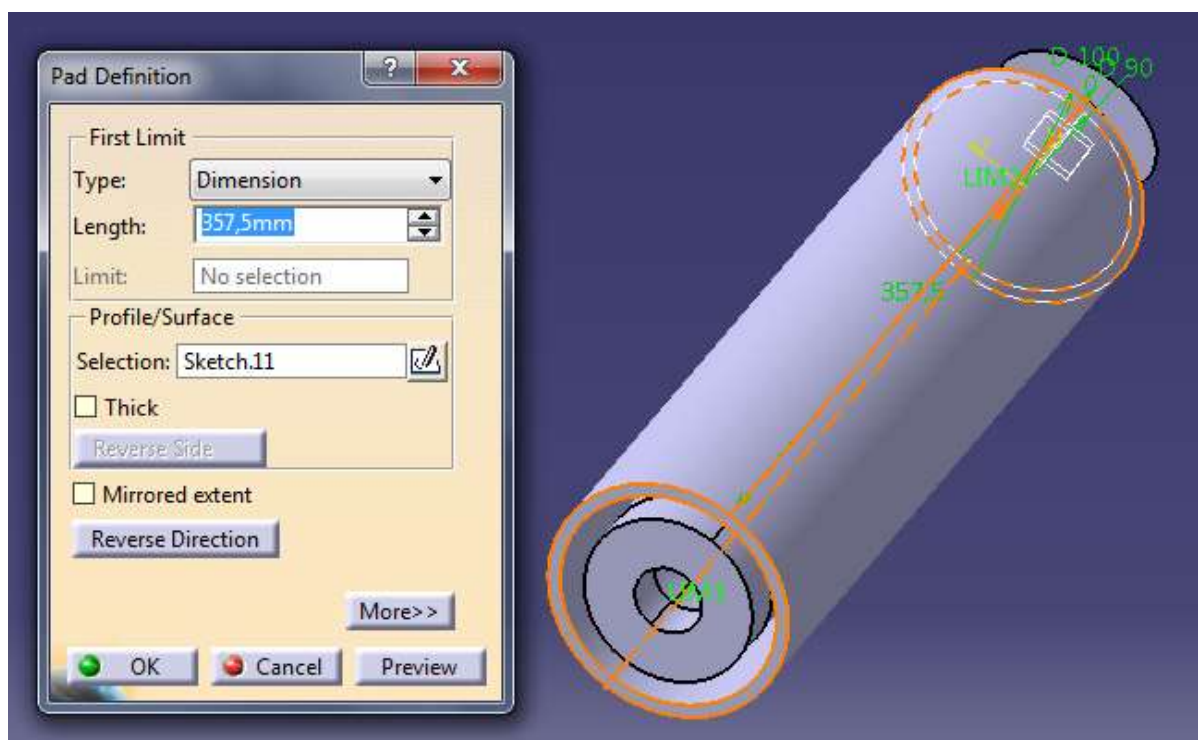


Слика 82 - Екструдовање 10

Профил 9 приказан на слици 83 екструдовати за 375,5 mm, што је приказано на слици 84.

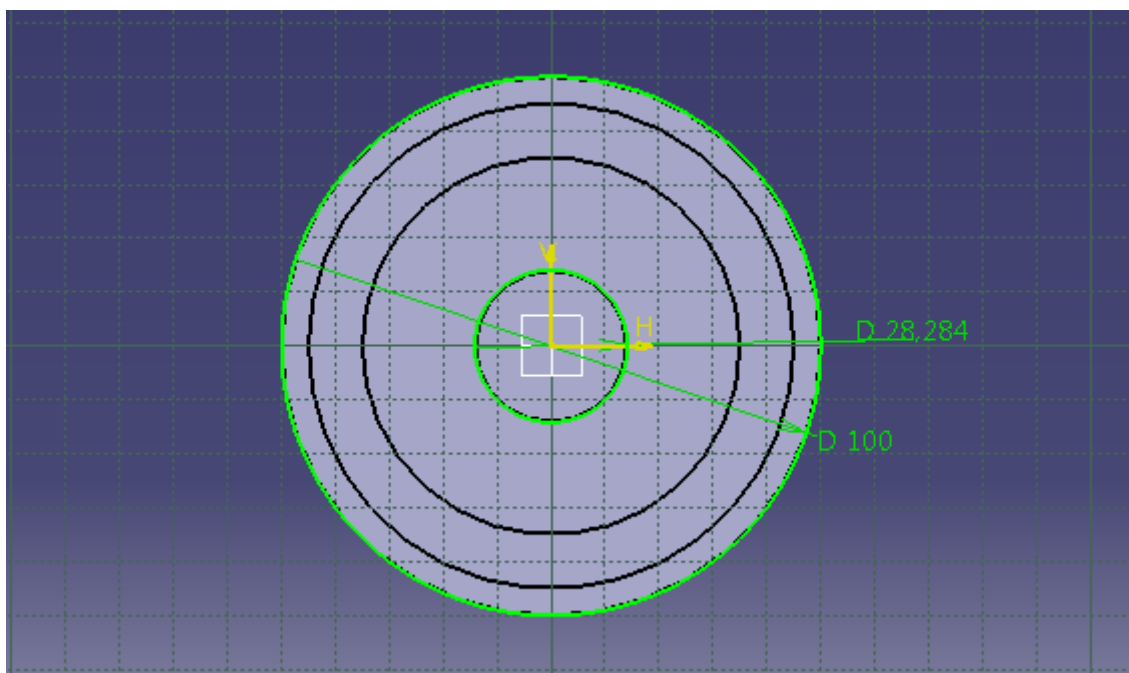


Слика 83 - Профил 11

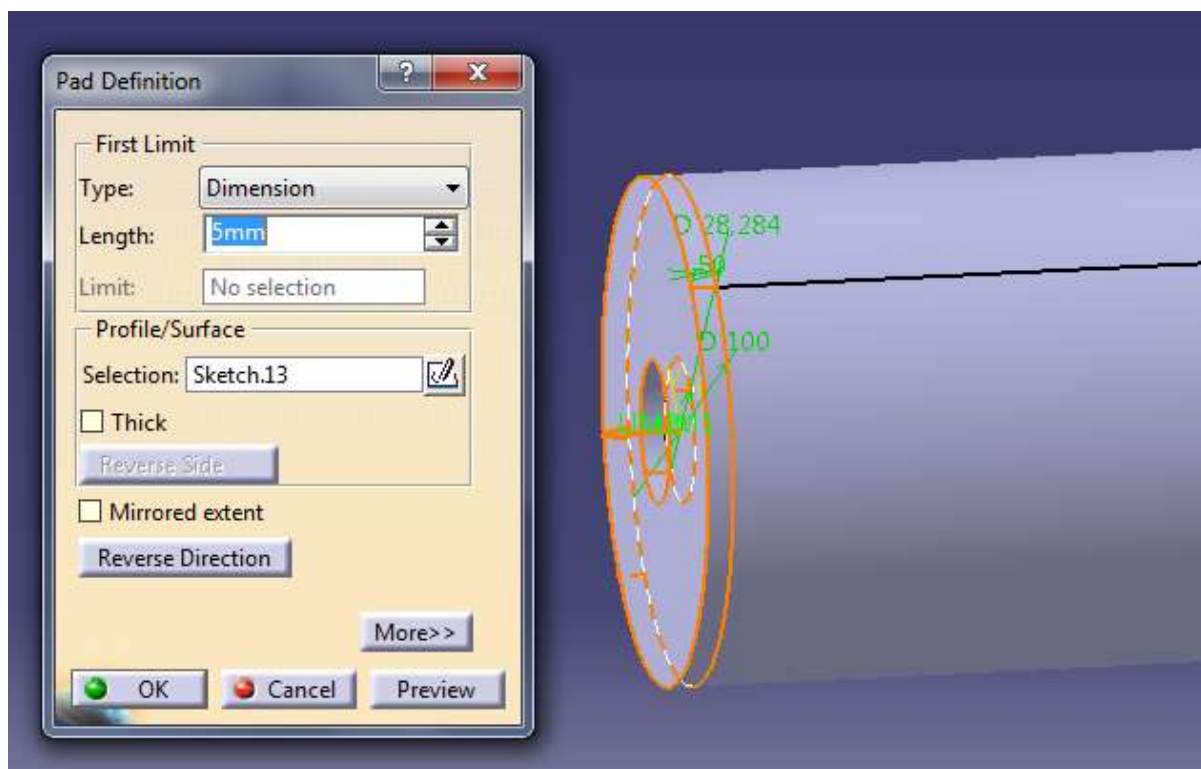


Слика 84 - Екструдовање 11

Профил 10 приказан на *слици 85* екструдовати за 5 mm, што је приказано на *слици 86*.

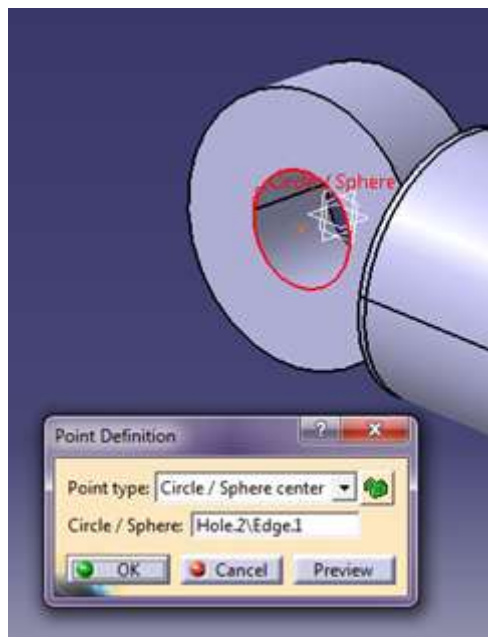


Слика 85 - Профил 12



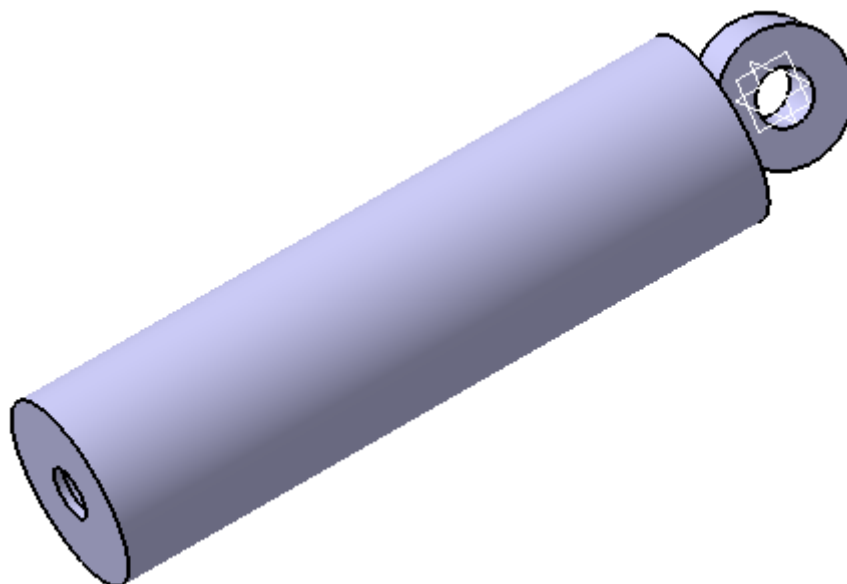
Слика 86 - Екструдовање 12

Такође, потребно је на врху спољног дела амортизера креирати тачку која ће касније служити као тачка за фиксирање (слика 87).



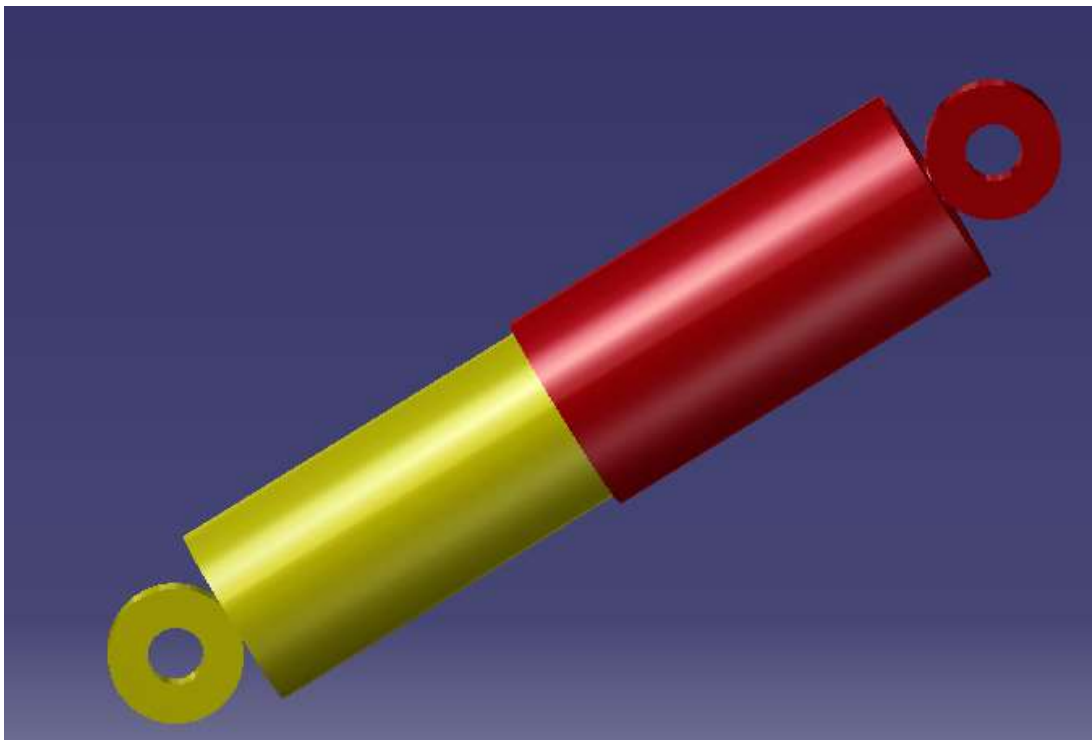
Слика 87 - Креирање тачке 2

Коначан изглед спољног дела двоцевног амортизера приказан је на слици 88.

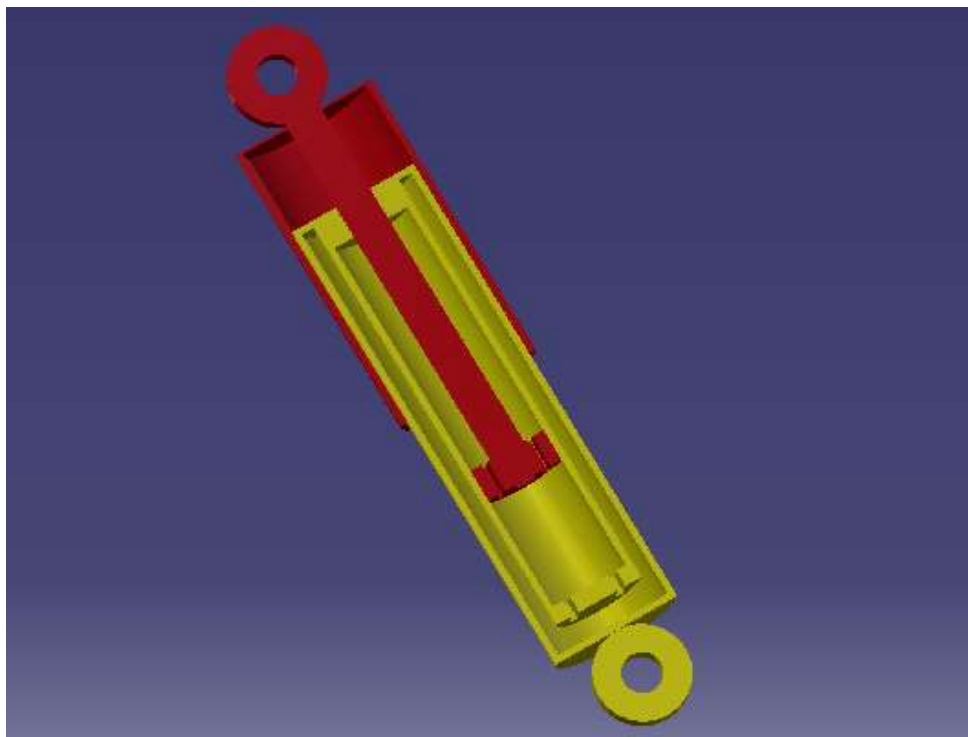


Слика 88 - Коначан изглед спољњег дела

Коначни изглед амортизера, тј склоп унутрашњег и спољног дела, приказан је на *слици 89*, док је пресек амортизера приказан на *слици 90*.



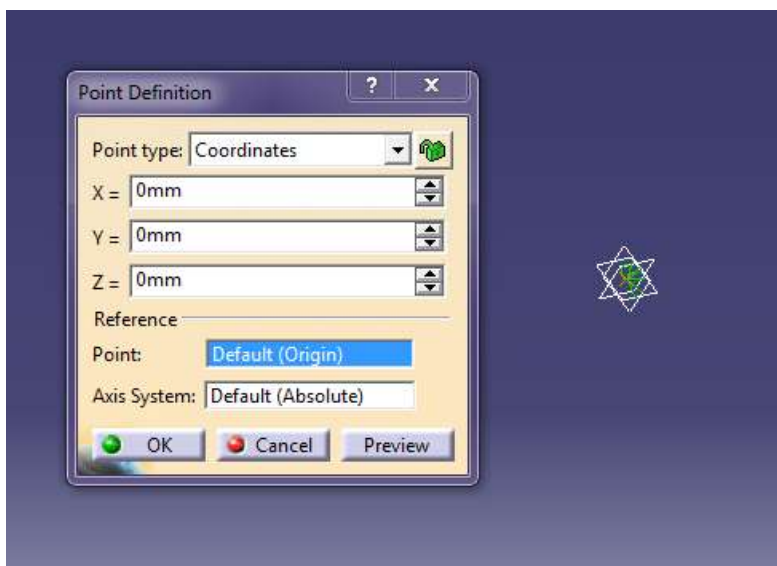
Слика 89 - Коначан изглед амортизера



Слика 90 - Пресек склопа амортизера

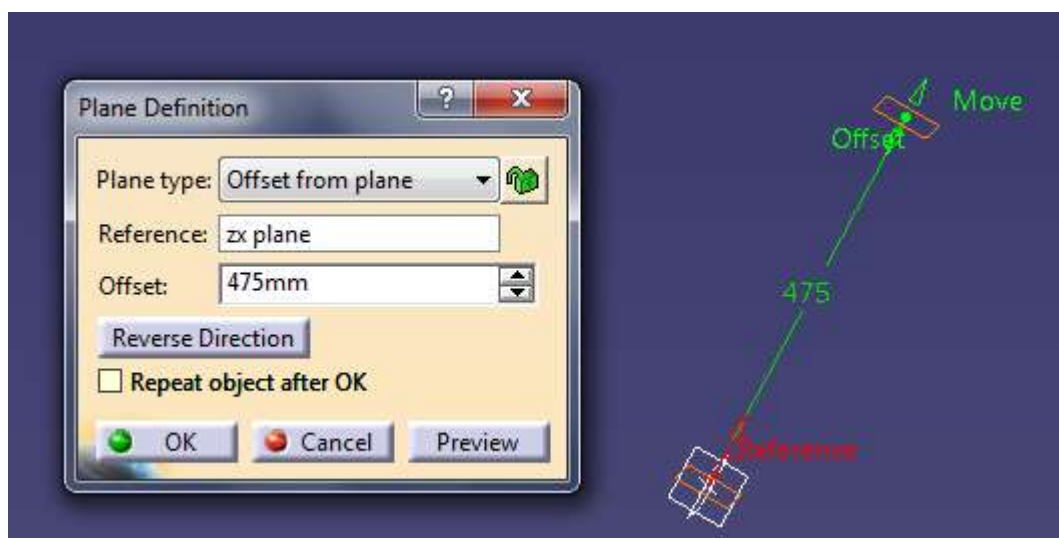
4.1.3 Креирање елипсе (путање кретања)

Потребно је кликнути на икону **Point** и креирати тачку са координатама (0,0,0) тако што се прихвате понуђене вредности у дијалогу (слика 91).



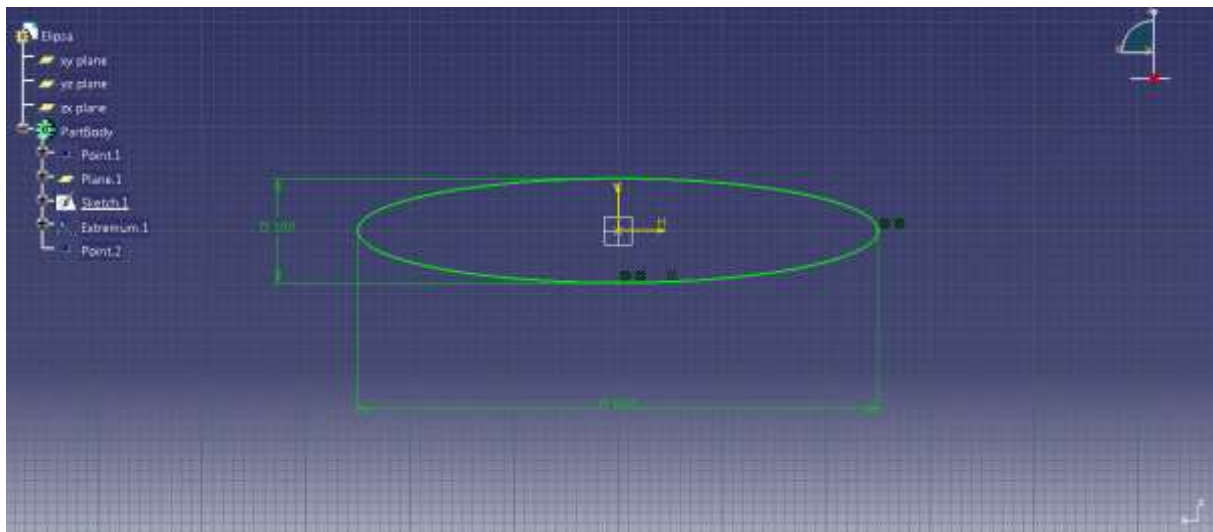
Слика 91 - Креирање тачке 3

У наставку је потребно креирати раван на којој ће се налазити кривина путање. Кликнути на икону **Plane** . У дијалогу који ће се отворити потребно је попунити поље **Plane type** избором ставке **Offset from plane**. Вредност **Offset** подесити на 475 mm (слика 92).



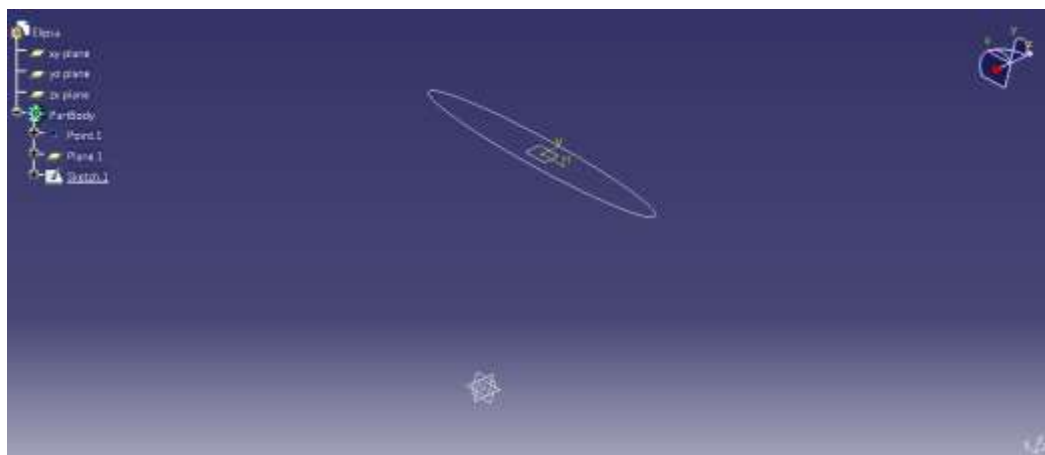
Слика 92 - Измештање равни 5

Помоћу курсора селектовати претходно креирану равани кликнути на икону **Sketcher** . Затим кликнути на икону елипсе. Нацртати елипсу са центром у координатном почетку модула за скицирање и поравнати је са хоризонталним и вертикалним смером, као што је приказано на *слици 93*. Као путању кретања тачке на врху амортизера могуће је изабрати и неки други жељени произвољни облик или снимљени реални облик путање ове тачке везе амортизера са каросеријом возила.



Слика 93 - Скицирање елипсе

Напустути модул **Sketcher** . Коначан изглед кривине кретања приказан је на *слици 94*.



Слика 94 - Коначан изглед елипсе

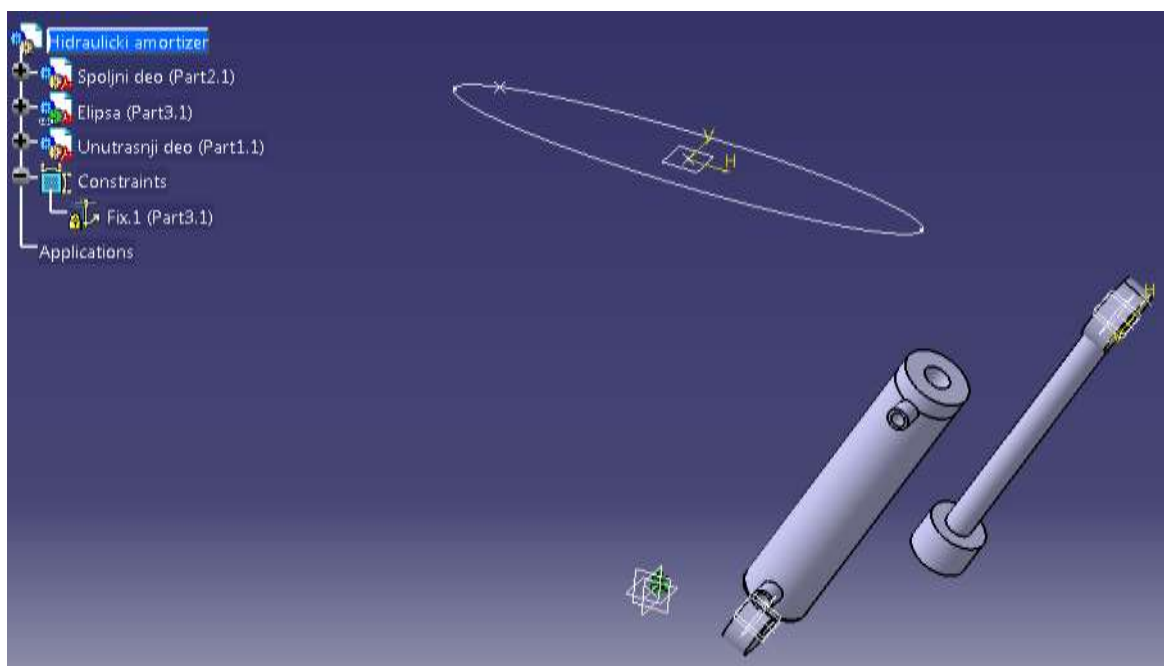
4.2 Формирање склопа и потребних ограничења

Потребно је прећи на окружење **Start > Mechanical Design > Assembly Design** . Из стандардне Windows палете селектовати **Insert > Existing Components**. У дијалогу **File Selection** селектовати делове: спољни део, унутрашњи део и елипса (слика 95).



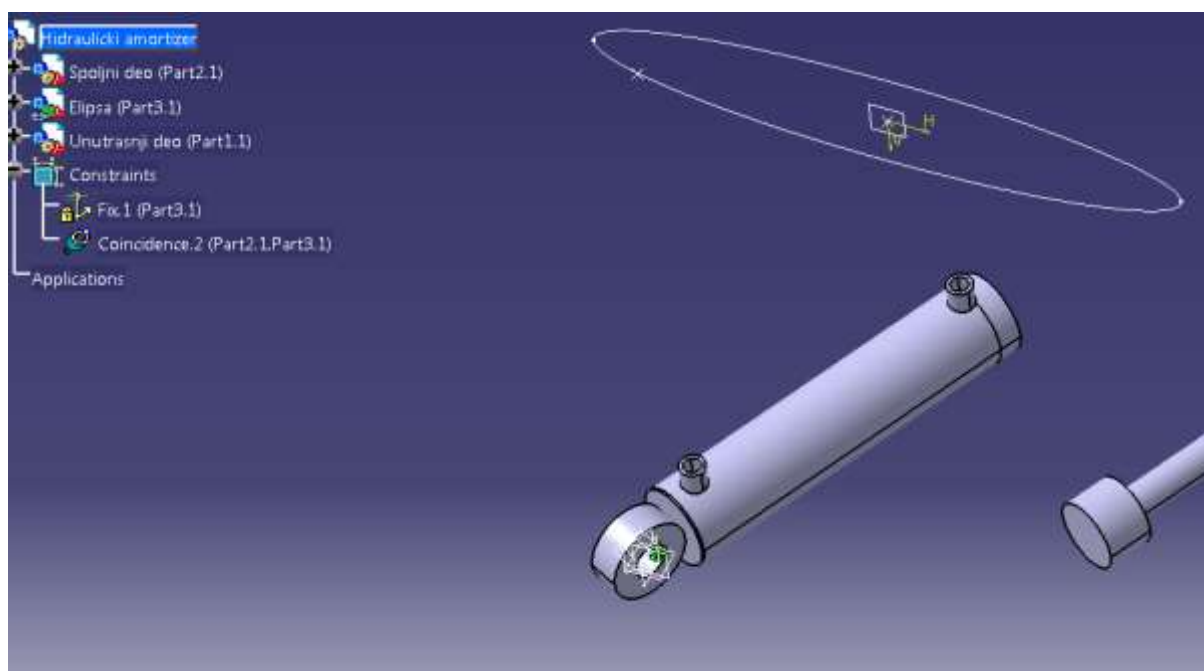
Слика 95 - Селектовање делова

Прво ограничење које је потребно задати врши се кликом на икону **Anchor**  и потребно је селектовати део **елипса** (у стаблу или на екрану) (слика 96).



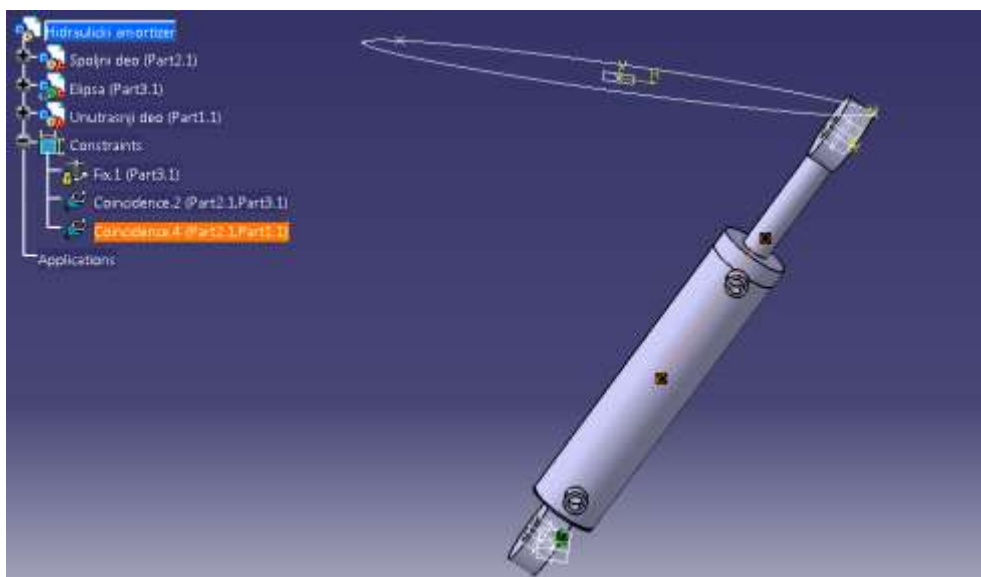
Слика 96 - Селектовање елипсе

У наставку треба поклопити тачку **Point.1** на делу елипса и тачку на дну спољашњег дела (слика 97). Да би то урадили, треба кликнути на икону **Coincidence** . Ово ограничење уклања све транслаторне степене слободе у тачки на делу елипса.



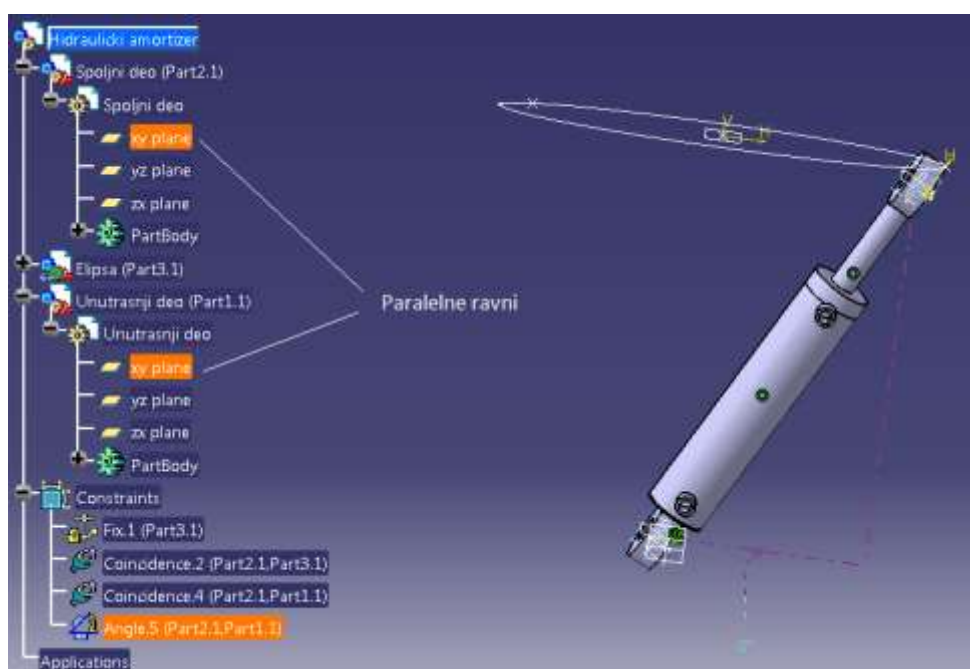
Слика 97 - Поклапање тачке

Следи креирање ограничења која су неопходна за формирање призматичног споја између спољњег и унутрашњег дела. Потребно је кликнути на икону **Coincidence**  и селектовати осе делова, као што је приказано на слици 98.



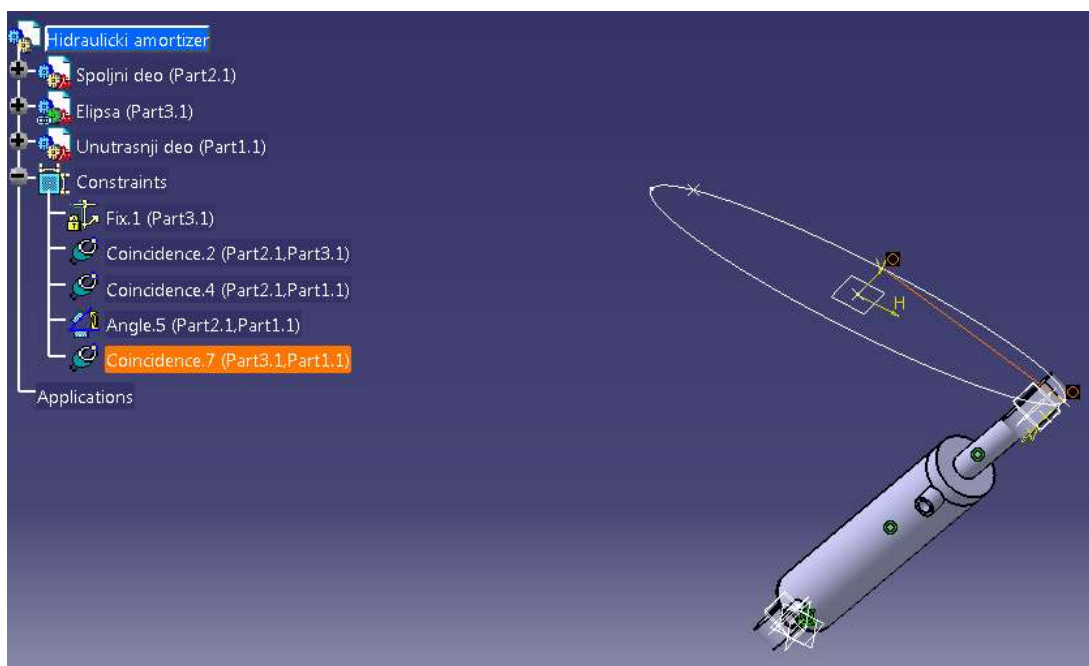
Слика 98 - Селектовање осе

Кликнути на икону **Angle constraint**  и прихватити понуђен угао од нула степени (услов је изабрати две равни које су међусобно паралелне) (слика 99).



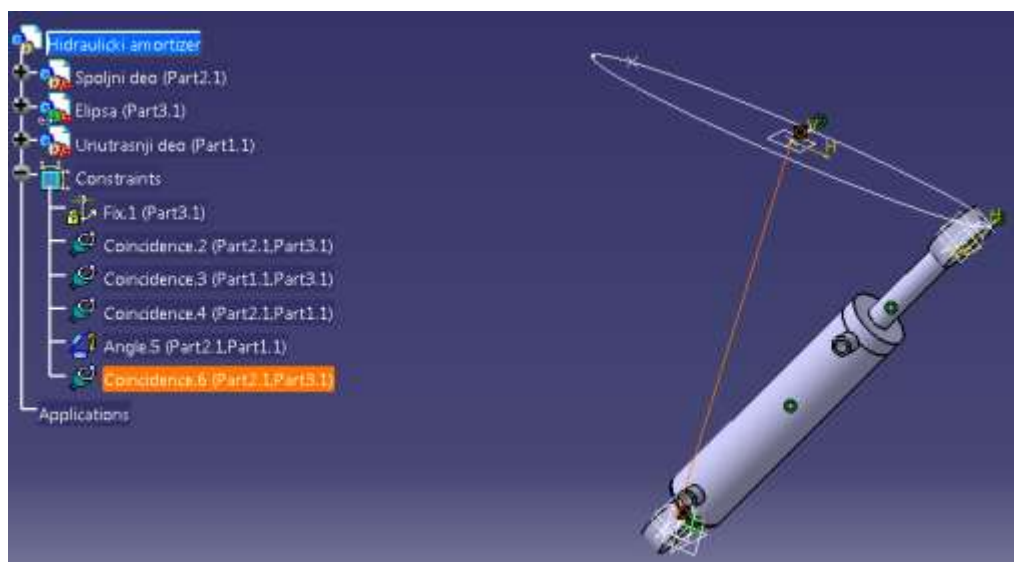
Слика 99 - Одабир угла

Након тога кликнути на икону **Coincidence**  и селектовати тачку на врху унутрашњег дела, а затим и елипсу, што је приказано на *слици 100*.



Слика 100 - Селектовање тачке и елипсе

Потребно је кликнути на икону **Coincidence**  и из стабла селектовати ***XY ravan*** из спољњег дела и ***Point.2*** креирану у центру елипсе (*слика 101*).



Слика 101 - Селектовање равни и тачке

Затим кликнути на икону **Update**  како би се сва постављена ограничења активирала.

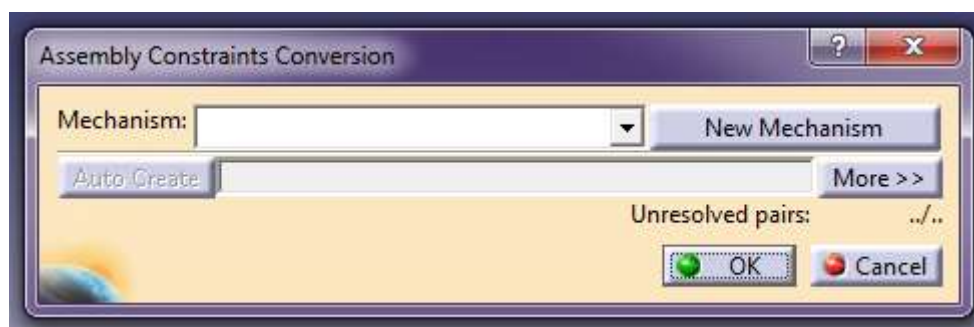
4.3 Креирање спојева у окружењу Digital Mockup

Овај модул може се активирати преко стандардне Windows палете: **Start > Digital Mockup > DMU Kinematics**.

На почетку потребно је извршити конверзију склоповних ограничења ради креирања сферичног споја између унутрашњег и спољњег дела у координатном почетку дела елипса. Пошто је вршна тачка унутрашњег дела постављена на елипсу, ту се добија и један нежељени спој, који се мора избрисати.

Кликнути на икону **Assembly Constrains Conversion** . Ова команда омогућава аутоматско креирање најчешћих спојева на основу постојећих склоповских ограничења.

На екрану ће се појавити дијалог приказан на *слици 102*.



Слика 102 - *Assembly Constrains Conversion* дијалог

Кликнути на дугме **New Mechanism**. На тај начин се прелази у други дијалог у коме се може одредити назив механизма. Потврдити назив кликом на ОК (*слика 103*).

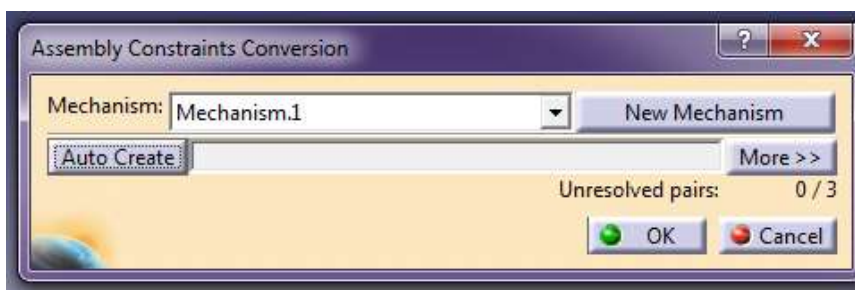


Слика 103 - Одређивања назива механизма

У дијалогу се може уочити натпис **Unresolved pairs 3/3** (слика 104). Кликнути на дугме **Auto Create**, након чека ће вредност параметара **Unsolved pairs** добити вредност **0/3** (слика 105), што је знак да се ствари одвијају у правим смеру.

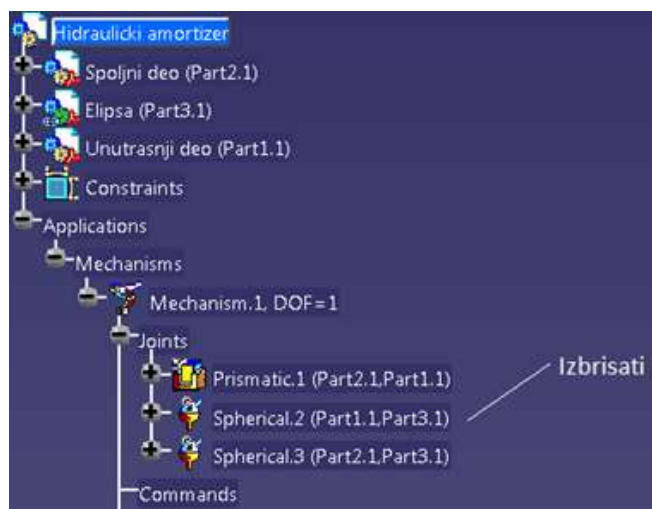


Слика 104 - *Unresolved pairs 3/3*



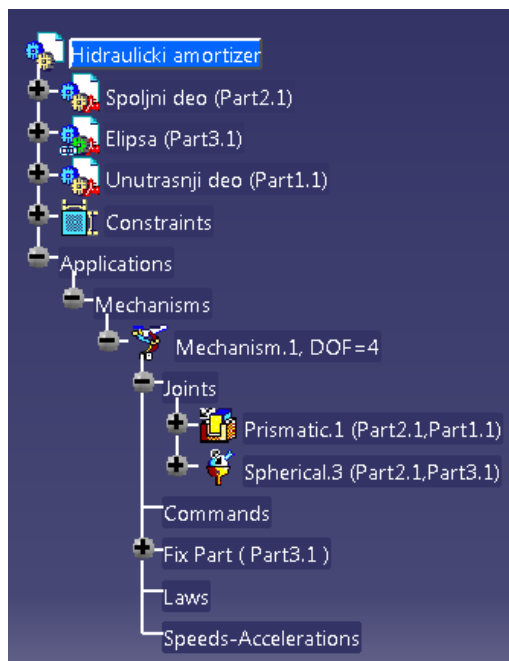
Слика 105 - *Одређивање вредности параметара*

Сферични спој између унутрашњег дела и елипсе потребно је избрисати (слика 106); у супротном унутрашњи део ће бити чврсто повезан са елипсом, тако да неће моћи да се креће.



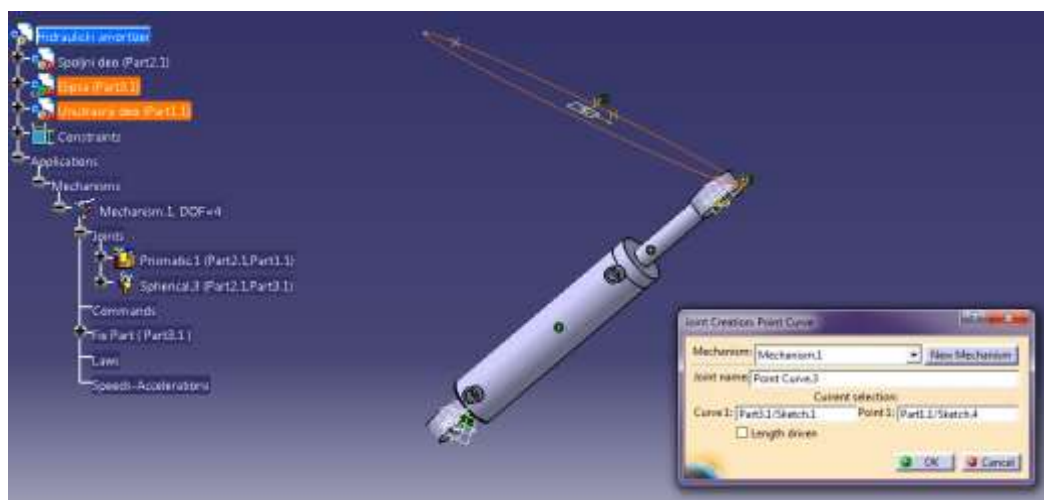
Слика 106 - *Селектовање делова за брисање*

Након брисања овог споја, број степени слободе износи 4, $DOF = 4$ (слика 107).



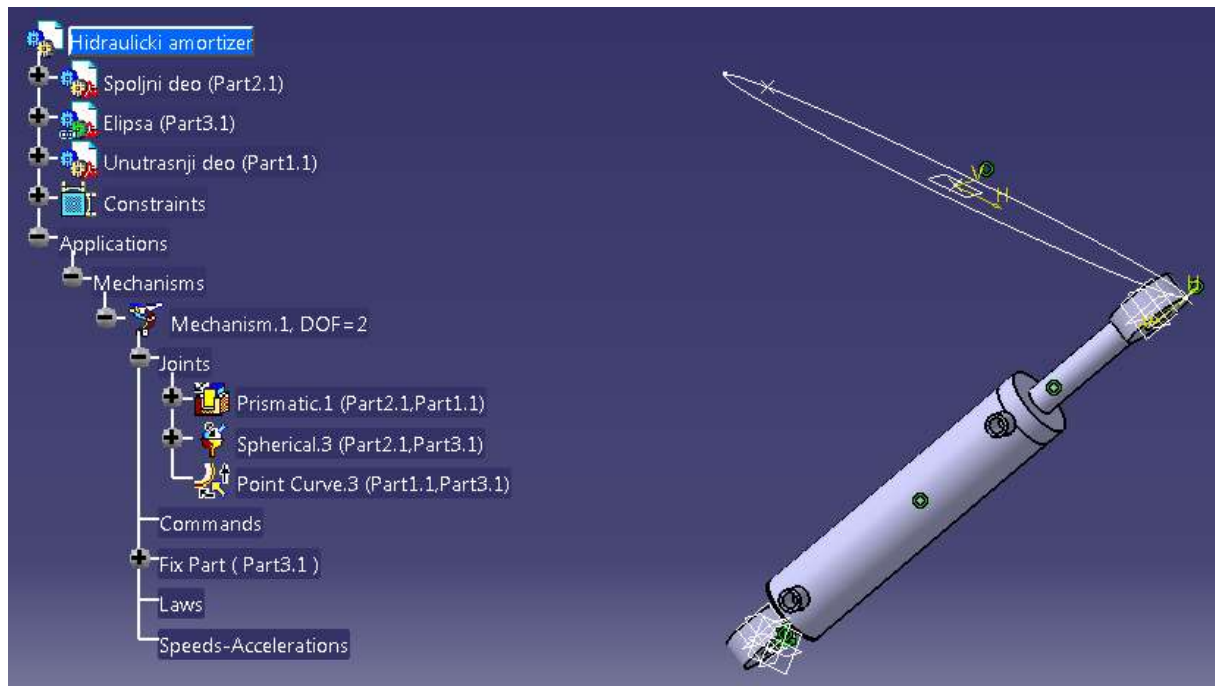
Слика 107 - Приказ броја степена слободе

Сада се може креирати спој тачка – крива која ће везати тачку са унутрашњег дела за елипсу. То се постиже кликом на икону **Point Curve Joint** . У новоотвореном дијалогу селекују се елементи приказани на слици. За **Point 1** селекувати тачку на врху унутрашњег дела, а за **Curve 1** селекувати елипсу (слика 108).



Слика 108 - Point Curve дијалог

Затварањем овог дијалога број степена слободе смањује се на 2, $DOF = 2$ (слика 109).



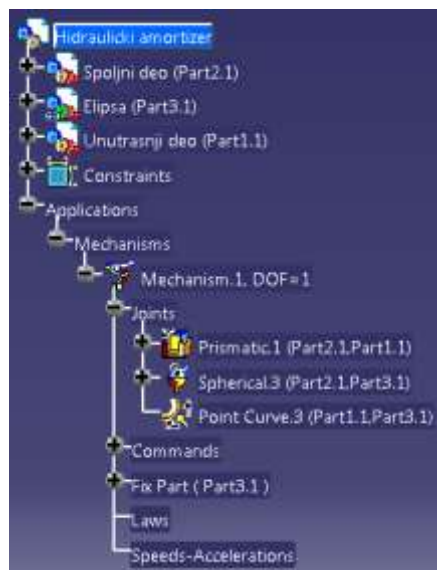
Слика 109 - Приказ броја степена слободе

У наставку је потребно креирати спој **Point Curve.3**, којим ће се управљати помоћу дужине. Кликнути два пута мишем на грану **Point Curve.3** у стаблу и изабрати опцију **Length driven** (слика 110).



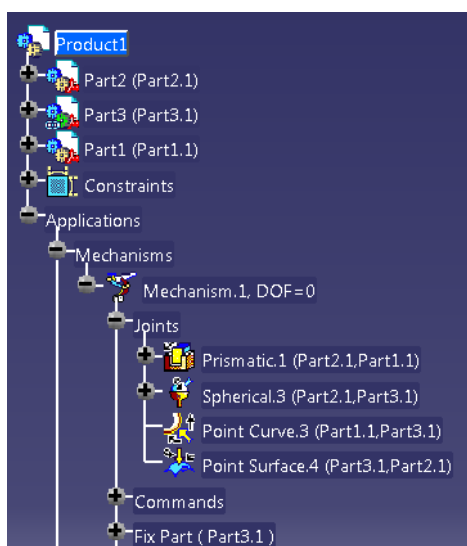
Слика 110 - Point Curve.3

Након затварања дијалога број степена слободе ће бити смањен на 1, $DOF = 1$ (слика 111). То значи да механизам још увек не може да се симулира.



Слика 111 - Приказ броја степена слободе

За уклањање и последњег степена слободе потребно је кликнути на икону **Point Surface Joint** . За **Surface 1** селектовати *XY ravan* дела елипсе, а за **Point 1** селектовати тачку у центру дела елипса. Тиме се креира спој **Pont Surface 4**, који ће бити постављен у стабло (слика 112).

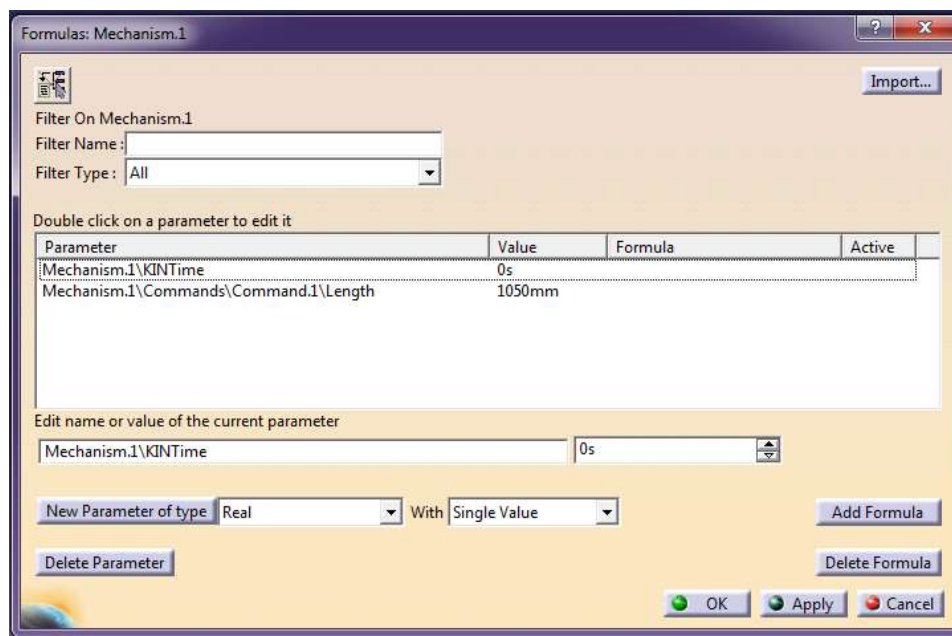


Слика 112 - *Point Surface.4*

Након затварања дијалога на екрану ће се појавити порука да механизам може да се симулира.

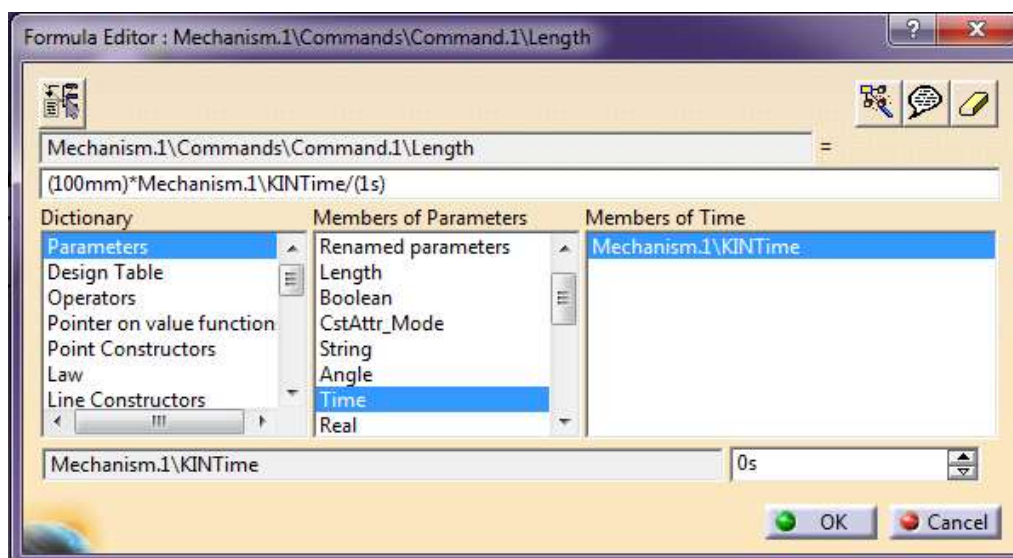
4.4 Креирање закона кретања и симулација задате кинематике

Кликнути на икону **Formula** , чиме се отвара дијалог приказан на слици 113.



Слика 113 - Формула $f_{(x)}$ дијалог

Након тога потребно је селектовати **Mechanism.1\Commands****Command.1\Length** и кликнути на дугме **Add Formula**, што доводи до дијалога **Formula Editor** (слика 114).

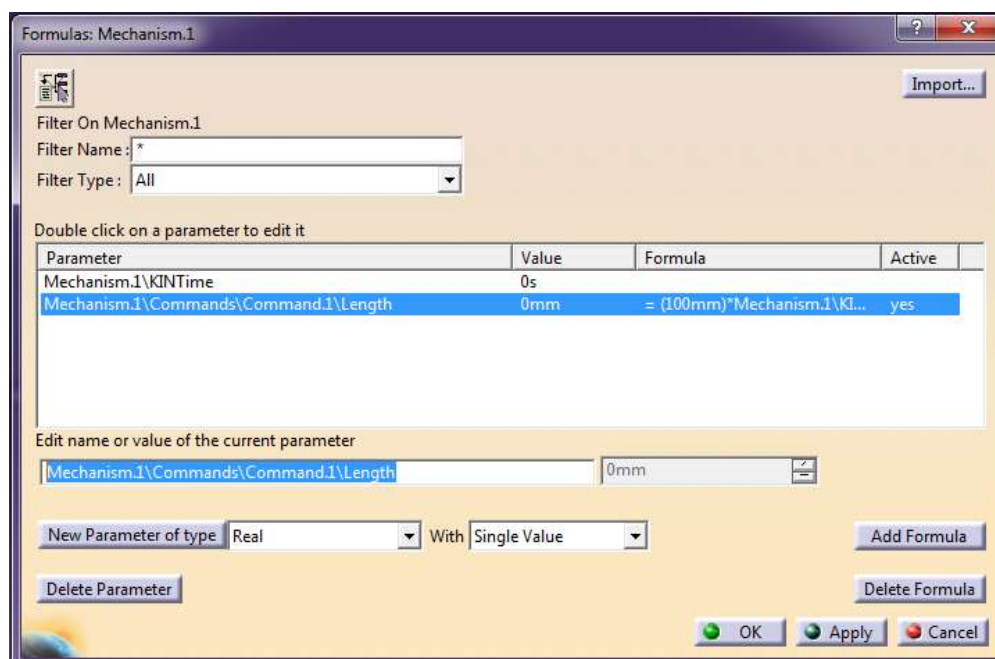


Слика 114 - Формула едитор

Из средње колоне (***Members of Parametars***) кликнути на ставку **Time**. Десна страна једнакости мора бити таква да читава једначина добије следећи изглед:

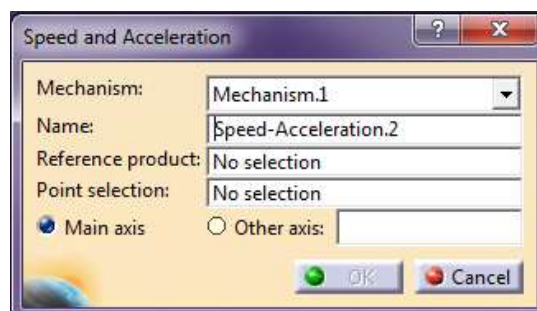
Mechanism.1\Commands\Command.1\Length = (100mm)*Mechanism.1\KINTime/(1s)

Попуњен дијалог **Formula Editor** приказан је на слици 114. Када се кликне на ОК једначина ће бити записана у дијалогу **Formulas**, као што је приказано на слици 115.



Слика 115 - Дијалог Formulas

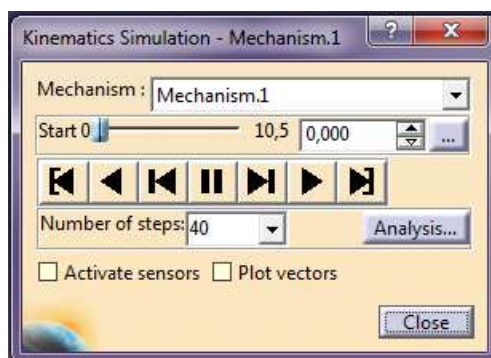
Потребно је креирати дијаграм брзине и убрзања врха хидрауличног амортизера током кретања по путањи, због чега се морају дефинисати сензори брзине и убрзања. То се постиже кликом на икону **Speed and Acceleration**. На екрану ће се појавити дијалог као на слици 116.



Слика 116 - Speed and Acceleration

За **Reference Product** селектовати део елипса, а за Point selection селектовати тачку на врху унутрашњег дела, која се већ налази на путањи.

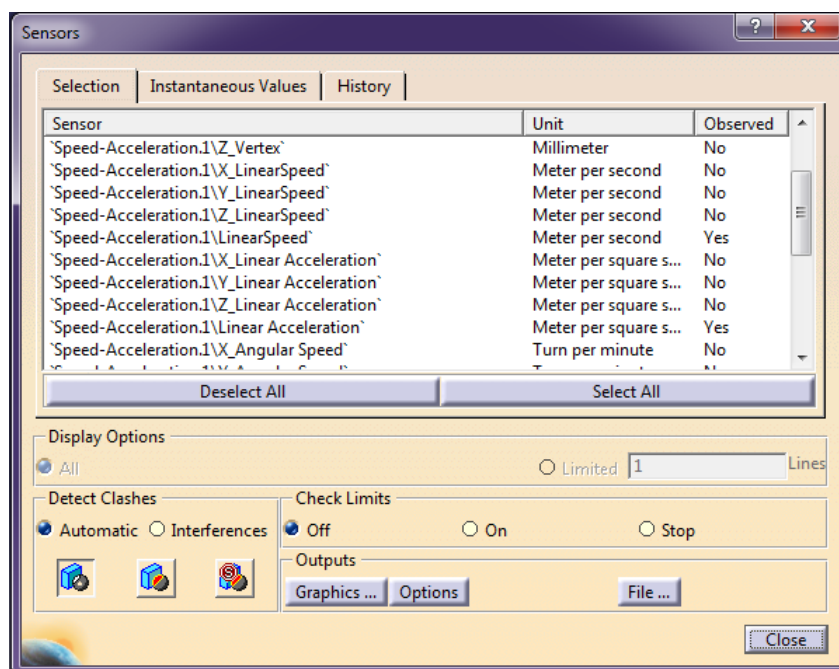
Кликнути на икону **Simulation with Laws** и на екрану ће се појавити дијалог **Kinematics Simulation** (слика 117).



Слика 117 - Kinematics Simulation

Оверити поље **Activate sensors** у доњем левом углу. У наставку, потребно је селектовати одређене елементе из дијалога **Sensors**, чиме ће се одабрати и кинетички параметри чије је вредности потребно израчунати.

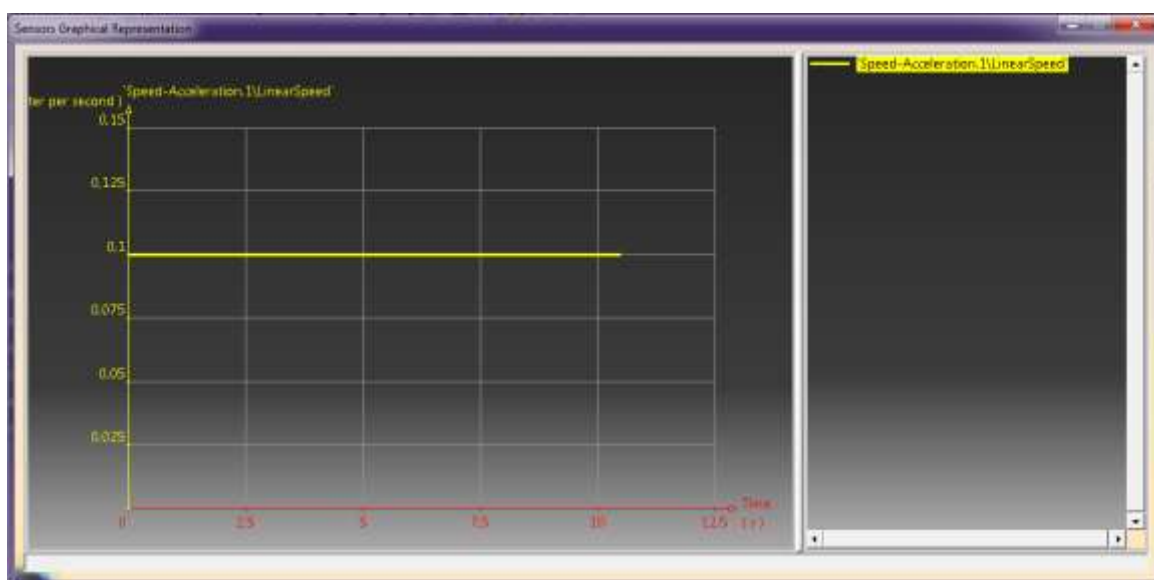
Кликнути на следеће елементе: **Speed-Acceleration.1\LinearSpeed** и **SpeedAcceleration.1\ LinearAcceleration** (слика 118).



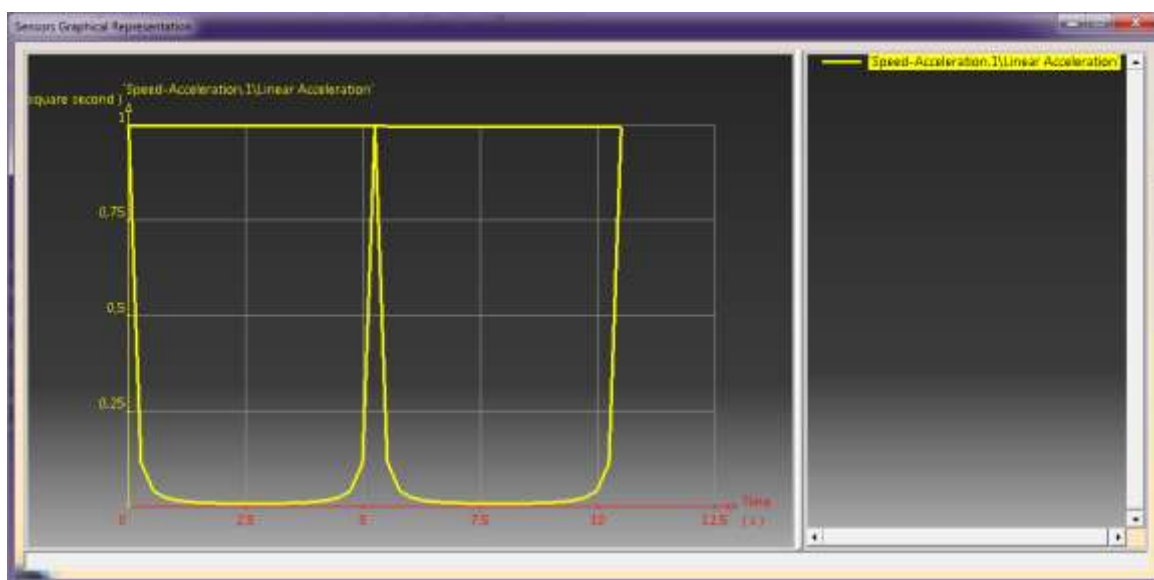
Слика 118 - Дијалог Sensors

Са померањем клизача почиње и кретање амортизера дуж путање. Када клизач дође у крајњи десни положај амортизер ће направити један пуни обрт и вратити се на почетну позицију. То одговара времену од 10,5 секунди.

Када амортизер заврши пут, кликнути на дугме **Graphic**. На екрану ће се појавити дијаграми за брзину и убрзање, као што је приказано на *сликама 119 и 120*. *Слика 119* показује константну брзину од 0,1 m/s, док *слика 120* приказује да убрзање достиже максимум у деловима у којима крива путање има највећи полупречник, док најнижу вредност достиже у деловима где елипса има минимални полупречник.



Слика 119 - Дијаграм за приказ константне брзине



Слика 120 - Дијаграм за приказивање убрзања

5.Закључак

Моторна возила се данас веома широко примењују као друмска превозна средства, па је масовност примене неминовно утицала и на конструкцију моторних возила.

Код већине аутомобила, већи део путника и пртљага оптерећује задњу осовину. Због тога је правилно усклађивање опруга и амортизера осетљив конструкцијски проблем.

Тренутну производњу амортизера на светском нивоу је веома тешко са тачношћу проценити, али се претпоставља да се продајна вредност процењује на 50 до 100 милиона јединица на годишњем нивоу у вредности од неколико милијарди долара. Потреба за амортизерима је настала због лоших услова кретања возила, односно неравнина на путевима.

Принцип рада хидрауличних амортизера је у претварању кинетичке енергије у топлотну. Овај процес реализован је протоком уља кроз калибриране отворе који се налазе на клипу или у неком другом елементу амортизера. Амортизери који делују у једном правцу називају се једносмерни, они који делују у оба правца су двосмерни. Према конструкционом извођењу амортизери се деле на: амортизере са полугом који се примењују на возилима мањих брзина, телескопске који се даље изводе као већ приказани једноцевни или као двоцевни.

Амортизери са полугом раде на тај начин да се приликом наиласка точка на неравнину примени узајамни однос између рама на коме је причвршћен амортизер и осовине за коју је везана полуга.

Насупрот многобројним деловима који се у њих уграђују, амортизери су у ствари веома једноставне направе. Улога амортизера у ослањању аутомобила јесте пригушивање вибрација. Аутомобил без амортизера би се стално љуљао. Да би се у овакво понашање увело мало реда, постављају се телескопски амортизери. Њихова улога је у томе да пригуше вибрације до којих долази приликом вожње преко неравнина. Двоцевни амортизер користи спољашњу цев (смештену око цеви са уљем и клипом за затварање) као посуду за сувишно уље. Код једноцевног амортизера се користи једна цев, а уље пролази кроз вентил смештен на самом клипу, те стално остаје у једној те истој цеви.

Произвођачи компоненти система ослањања измислили су амортизере чија се тврдоћа може регулисати. Ради се, једноставно говорећи, о точкићу на врху амортизера чијим се закретањем подешава рад вентила за пропуштање хидрауличног уља унутар амортизера.

Неки од савремених система ослањања јесу: *BOSE* ослањање (електромагнетно ослањање), *Magnetic Ride* електромагнетни систем осциловања, *Magic Body Control* систем ослањања итд.

Уместо опруга и амортизера на сваком крају аутомобила, код *BOSE* електромагнетског ослањања користе се линеарни електромагнетски мотори и појачала снаге, као и сет контролних алгоритама.

Као први полуактивни систем ослањања без електро- механичких вентила и покретних делова, *MagneRide* се састоји од четири једноцевна амортизера посебне конструкције, система сензора и електронске контролне јединице. Сами амортизери јесу оно што је и најзанимљивије у целокупном *MagneRide*-у.

Мерцедес S класе опремљен је побољшаним *Magic Body Control* системом ослањања, које се аутоматски прилагођава условима пута. Основна идеја је да се путницима пружи максимална могућа удобност у возњи, без обзира колико је подлога по којој се аутомобил креће неравна. Систем функционише уз помоћ специјалне камере инсталиране иза ветробранског стакла која снима конфигурацију пута испред возила. На основу прикупљених података, систем врши анализу пута и у делићу секунде аутоматски подешава ослањање аутомобила и прилагођава га путу по којем се возило креће.

У овом мастер раду дат је приказ карактеристике амортизера: једна је зависност силе од хода (затворен дијаграм), док је друга зависност силе од брзине (отворен дијаграм). Карактеристика пригушивача даје зависност силе пригушења од брзине клипа и зависи од конструкције пригушивача, вентила, облика и броја калибрисаних отвора, вентила за растерећење итд. Крива амортизера може да буде прогресивна (растућа), линеарна и дегресивна (оппадајућа). Облик криве и облик дијаграма су директно повезани. Најмања површина, а самим тим и најмања пригушења, јесу у дијаграму прогресивне криве, док највећу површину има дијаграм са опадајућом кривом пригушења.

Литература

- [1] Филиповић, И.: Мотори и моторна возила, Машински факултет, Тузла, 2006.
- [2] Ружић, Д., Познановић, Н., Часњи Ф.: Основи моторних возила, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2010.
- [3] Dr. Aisopoulos, P.: Suspension System, Institute of Thessaloniki, Greece, 2011.: http://www.ip-zev.gr/files/teaching/T3-5_Suspension_system.pdf, приступљено 12.03.2014. год.
- [4] Dixon, J.: The Shock Absorber Handbook, 2007.: http://media.wiley.com/product_data/excerpt/0X/04705102/047051020X.pdf, приступљено 12.03.2014. год.
- [5] Woodhead, J.: Hydro- telecontrol, Fitting & maintenance instruction, Leeds, England, http://www.narrywoolan.com.au/home/Aprilia_Publications_files/Andre%20Telecontrol.pdf, приступљено 12.03.2014. год.
- [6] Кнор, П.: Пројектовање и конструкција моторних возила, Машински факултет, Сарајево, 2005/2006.
- [7] Компоненте система ослањања возила, Задатак, функција и могуће штете, Original SACHS Service, Germany: http://krisitom.com.mk/download/amortizeri_eksploatacija%20i%20greski.pdf, приступљено 12.03.2014. год.
- [8] Денев, Д.: Конструкција на моторните возила, Машински факултет, Скопје, 2000.
- [9] Глишовић, Ј.: Предавања и вежбе из предмета Структура и конструкција моторних возила, Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, 2013.
- [10] Reimpell, J., Stoll, H., Betzler, J.: The Automotive Chassis, <http://users.telenet.be/AudiR8/Mechanical%20Engineering%20-%20SAE%20-%20The%20Automotive%20Chassis%20OCR.pdf>, приступљено 15.03.2014. год.

- [11] Lu, Y., Li, S., Chen, N.: Research on Damping Characteristics of Shock Absorber for Heavy Vehicle, Institute of Mechanical Engineering, Shijiazhuang Tiedao University, Shijiazhuang, 2013. : <http://maxwellsci.com/print/rjaset/v5-842-847.pdf>, приступљено 15.03.2014. год.
- [12] Liang, L., Xiaohong, Z., Manlong, P., Gang, Q.: Non-linear Characteristic Simulation of Hydraulic Shock Absorbers Considering the Contact of Valves, Paris, France, 2012.:
https://www.google.rs/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCEQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.atlantis-press.com%2Fphp%2Fdownload_paper.php%3Fid%3D2752&ei=lhmYU425LKvY0QXBkoG4BA&usq=AFQjCNFMWnkPam7IPG1mzWcG0y3GY5O47g&sig2=7lIPtin94gCfJXA0MAO3xw&bvm=bv.68693194,d.d2k&cad=rja, приступљено 15.03.2014. год.
- [13] <http://www.autopartes.pt/pt/item/12-noticias/55-sachs-lider-em-equipamento-original-oe>, приступљено 15.03.2014. год.
- [14] Стефановић, А.: Друмска возила, Машински факултет, Ниш, 2010.
- [15] <http://www.koni.com/car-racing/products/performance/>, приступљено 15.03.2014. год.
- [16] <http://auto.howstuffworks.com/car-suspension9.htm>, приступљено 15.03.2014. год.
- [17] http://www.bose.com/controller?url=/automotive/bose_suspension/index.jsp, приступљено 15.03.2014. год.
- [18] <http://www.overdrive.rs/magneride-bez-kompromisa/>, приступљено 15.03.2014. год.
- [19] <http://www5.mercedes-benz.com/en/innovation/magic-body-control-s-class-suspension/>, приступљено 15.03.2014. год.
- [20] <http://laminovski92.wordpress.com/2013/06/08/mercedes-benz-classe-s/>, приступљено 15.03.2014. год.
- [21] <http://www.scribd.com/doc/101525509/Otkazi-na-vozilima-koji-uzrokuju-saobracajne-nezgode>, приступљено 15.03.2014. год.