

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Машинске конструкције и механизација

Предмет: Машински елементи

Број индекса: 9/2018

Стефан Д. Ђорђевић

Прорачун и конструкција каишног преносника завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Зорица Ђорђевић, ред.проф. - ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да прикаже преглед врста, особина и материјала каиша и каишника као и да опише различите конструкционе облике каишника. Такође, кроз пример, треба да прикаже начин прорачуна конкретног каишног преносника и уради модел и радионичке цртеже погонског и гоњеног каишника.

Препоручена литература:

[1] Николић Вера: Машински елементи-теорија, прорачун, примери, Крагујевац, 2004. год.

[2] Стојановић Блажа, Благојевић Мирко: Механички преносници, Крагујевац, 2015. год.

[3] Радојка Глигорић: Машински елементи, Нови Сад, 2015. год.

Крагујевац, Јун, 2021.год.

Ментор:
др Зорица Ђорђевић, ред.проф.

САДРЖАЈ

Резиме.....	4
1. Увод.....	5
1.1 Историјски развој.....	6
2. Врсте каишних преносника.....	7
2.1 Особине каишних преносника.....	9
2.2 Облици и материјали каишних преносника.....	9
2.3 Мере каишних преносника.....	11
3. Карактеристике каиша и каишника од композитних материјала.....	12
4. Конструкциони облици каишника.....	15
4.1 Ободни прстен.....	16
5. Прорачун и израда радионичких цртежа каишника.....	18
6. Теоријске основе софтвера “SolidWorks”	28
6.1 Моделирање, техничка документација и симулација рада каишника.....	34
7. Закључак.....	35
8. Литература.....	36

Резиме

Циљ овог рада је да представи основне карактеристике, типове, материјале и примену каиша и каишника. У раду је дат историјски развој каиша и каишника, начин израде и њихов напредак кроз историју. Приказане су опште карактеристике каишева, подела, мере, прорачун као и радионички цртежи. Кроз рад је приказан комплетан поступак моделирања погонског и гоњеног каишника у софтверском пакету „Solidworks“. Посебан акценат дат је на конструкционе облике каишника, предности каишника, мане као и на карактеристике каиша и каишника израђених од композитних материјала.

Кључне речи: каиш, каишник, моделирање, конструкциони облици

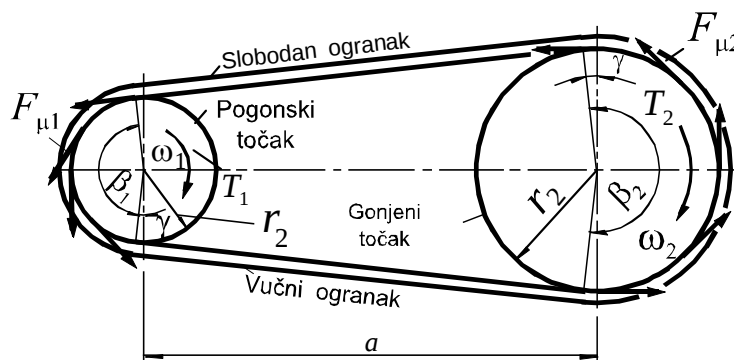
Abstract

The aim of this paper is to present the basic characteristics, types, materials and applications of belts and laces. The paper presents the date of the historical development of belts and laces, the way they were made and their progress through history. Other characteristics of belts, works, measures, calculations as well as workshop drawings are presented. The paper presents the complete process of modeling the operating and annual delay in the software package "Solidworks". Special emphasis is given to the constructional shapes of belts, the advantages of belts, disadvantages, as well as the characteristics of belts and belts made of composite materials.

Keywords: belt, pulley, modeling, constructional forms

1. Увод

Каишни (ремени) преносници, као и сви механички преносници, преносе снагу, обртни момент и угаону брзину од погонске до радне машине. Ова врста преносника убраја се у групу еластичних преносника, где се пренос поменутих величина врши уз помоћ еластичног обвојног елемента – каиша и точкова – каишника. Основни елементи каишног преносника су точкови – каишници и каиш, који се око њих обавија и спаја их у једну целину. Погонски каишник покреће гоњени каишник помоћу вучног огранка, док је други огранак слободан. Део обима точкова погонског и гоњеног каишника, који је у контакту са каишем, дефинисан је обвојним углом β_1 , односно β_2 [1].



Слика 1: Шематски приказ каишног пара [1]

Каишни преносници су једноставни преносници, погодни су за пренос снаге код удаљених вратила. Каишни преносници су састављени од два озубљена или глатка точка преко којих се врши пренос снаге и кретања уз помоћ еластичног преносника – каиша [2]. Каиш је затегнут одређеном силом. Ова врста преносника обично ради помоћу трења. Такође постоје и озубљени каишни преносници код којих се пренос остварује контактом зубаца каиша и каишника.

Принцип рада каишних преносника заснован је на оствареној сили притиска између додирних површина посредника и точка, а која је последица затезања посредника. Када је реч о озубљеним каишним преносницима, они су релативно нови, данас прихваћени у свим областима индустрије. Представљају комбинацију ланчаног и зупчастог преноса а притом задржавају својства каишних преносника. Каишни преносници се примењују такође и код вратила која се налазе на већем међуосном растојању. Рад каишних преносника је тих због самих материјала од којих су израђени каишеви (гума, кожа), помоћу којих се пригушују удари и вибрације. Каишни преносници се претежно користе као редуктори.

Каишни преносници доводе до великих оптерећења лежаја због силе затезања у каишу, која се обезбеђује помоћу одговарајућег механизма за затезање. Преносни однос каишника код којих се обртни момент преноси трењем (глатки точак), није тачан и у некој мери је нестабилан због проклизавања каиша. У том случају приликом прорачуна узима се у обзир фактор проклизавања који се креће од (0,98 - 0,995) [4]. Користе се за пренос снаге до 100KW, али постоје и специјалне конструкције код којих вредност снаге достиже и до преко 1MW. Обимне брзине којима се окрећу каишници крећу се и до изнад 30 m/s. За каишеве од специјалних материјала ова вредност иде и до преко 90 m/s.

1.1 Историјски развој

Развој каиша и каишника текао је упоредо са развојем машинства и индустрије. Први елементи каишних преносника пронађени су у Индији, Египту, Кини. Били су направљени од коже. Почетком 19-ог века каиш и каишник пронашли су примену на машини за шивење [2]. То је био гумени каиш. До тада су се користили каишеви са металним прстеновима (Слика 1.1). Увођењем гумених каиша знатно је смањена бука, а повећан је радни век и сама поузданост каиша. Поред гумених, користио се и материјал хлоропрен каучук.



Слика 1.1: Машина за шивење и каиш са металним прстеновима [2]

Убрзо, каишеви почињу да се користе све више и у другим гранама индустрије. Почетком педесетих година 20-ог века каишеви почињу да се производе и у Европи. Први зупчasti каиш произведен 1961. године уграђен је у аутомобил Глас 1004 који је приказан први пут на сајму у Франкфурту (Слика 1.2). Интересантно је то да се зупчasti каишеви данас не избацују из употреба, већ напротив све више и више се користе. Механизам овог аутомобила је био веома једноставан, а зупчasti каиш је био без затезача [2].



Слика 1.2: Аутомобил "Глас 1004" из 1962. године и мотор [2]

Масовна производња и коришћење зупчastих каишева почиње крајем педесетих година у возилима "Фиат 125" и "Фиат 128" и почетком седамдесетих применом у првом Фолцфагеновом моделу "Голф 1". Убрзо су сви произвођачи мотора путничких аутомобила почели да примењују каише. Када се говори о зупчastим каишним преносницима, најчешће се везује за аутомобиле, иако је само 2% производње намењено аутомобилима. Поред зупчastих каишева са трапезним профилем зубаца, седамдесетих година почиње производња каишева са криволинијским профилем, познатијих као ХТД каишеви (High Trpque Drives).

2. Врсте каиша и каишника

Када је реч о преносу снаге, код каишних преносника постоји могућност преношења снаге између вратила чије се осе секу, мимоилазе или су под неким углом. Такође веома важна карактеристика је та да се може преносити снага и између већег броја вратила, од којих је углавном једно погонско, а остала гоњена.

Подела каишних преносника може се сврстати у неколико група, и то према :

- Попречном пресеку каиша,
- Према положају оса вратила и смеру обртања.

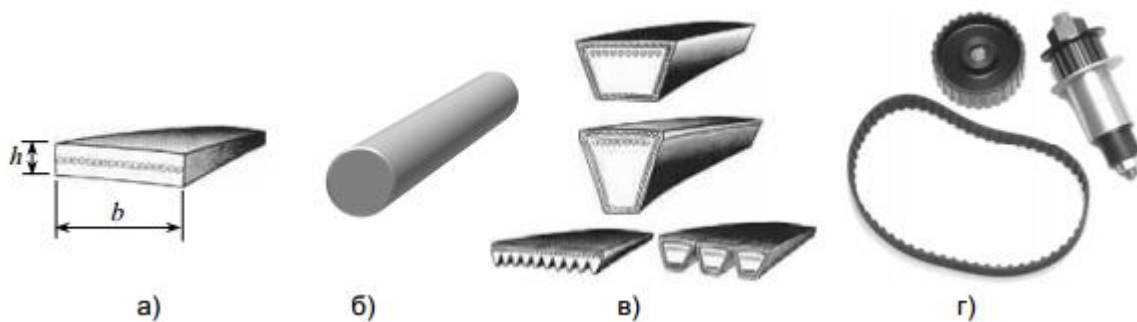
Основне врсте каишних преносника према пресеку каиша су (Слика 2.1) :

а) Каишни преносници са пљоснатим каишем (пренос снаге се врши посредством силе трења). Ова врста каишних преносника омогућује погон са већим бројем вратила, рад са већим обимним брзинама, пренос снаге између мимоилазних и укрштених вратила и пренос снаге између вратила са већим осним растојањем.

б) Каишни преносници са округлим каишем (пренос снаге се врши посредством силе трења), раде на сличном принципу као пљоснати каишни преносници.

в) Каишни преносници са трапезним каишем (пренос снаге се врше посредством силе трења) – ременом, који се називају и ремени преносници. Ремени преносници преносе снагу између погонског и гоњеног каишника који су на мањим осним растојањима, дозвољавају већи преносни однос и преносне средње снаге.

г) Зупчасти каишни преносници (пренос снаге се врши посредством зубаца – обликом), за разлику од ремених и каишних преносника спадају у преноснике које обезбеђују константан преносни однос (синхрони преносници).



Слика 2.1: Подела каишева: а) пљоснати, б) округли, в) трапезни, г) зупчасти[10]

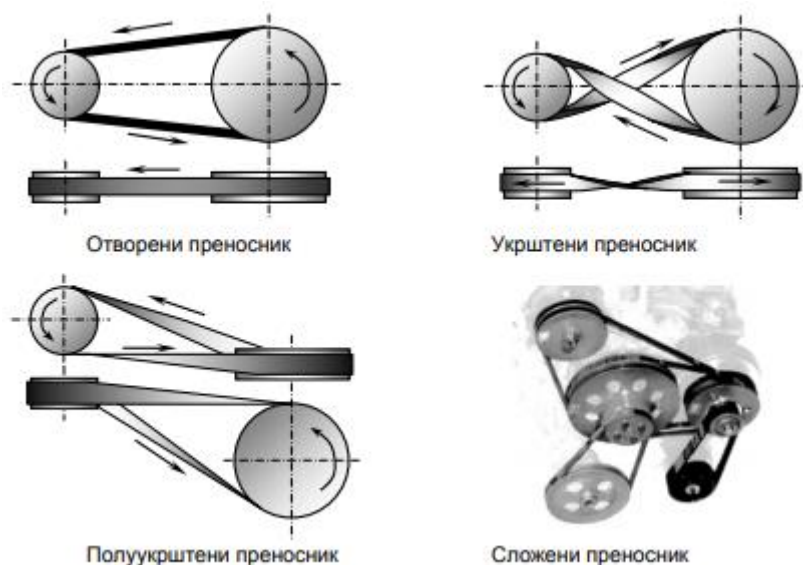
- Према положају оса вратила и смеру обртања (Слика 2.2) каишни преносници могу бити [4]:
 - Отворени,
 - Укрштени,

- Полуукрштени,
- Сложени.

Укрштени преносници се примењују за вратила чије су осе паралелне, док је смер обртања погонског точка у односу на гоњени супротан.

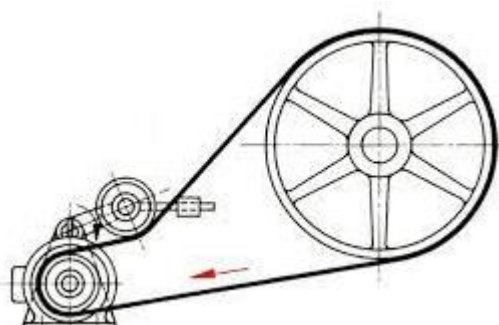
Отворени преносници се примењују за вратила чије су осе паралелне, а смер обртања оба точка (погонски и гоњени) је исти.

Полуукрштени преносници се примењују за вратила чије се осе мимоилазе.



Слика 2.2: Подела каишних преносника према положају оса вратила и смеру обртања [4]

Битна ставка, како код ланчаних, тако и код каишних преносника је та што је неопходно затезање каиша. Затезање каиша је могуће остварити сопственом тежином (могуће је само код великих међуосних растојања $a \geq 5m$), помоћу котура затезача (Слика 2.3) еластичним издужењем каиша, зглобним ослањањем мотора [7]. Затезањем каиша обезбеђује се сила притиска на додиру каиша и каишника, а самим тим и потребна вредност силе трења за пренос снаге што је заправо главни циљ.



Слика 2.3: Затезање каиша помоћу котура затезача [7]

Затезање каиша помоћу котура затезача - код ове врсте затезања котур се поставља са спољашње стране каиша и затеже га. Ова врста затезања је честа, а сила притиска се остварује помоћу опруге, тега, итд [7].

Затезање каиша зглобним ослањањем мотора, на чијем се вратилу налази мали каишник, затезање се врши обртним моментом. Стога, сила затезања би била пропорционална обртном моменту [10].

2.1 Особине каишних преносника:

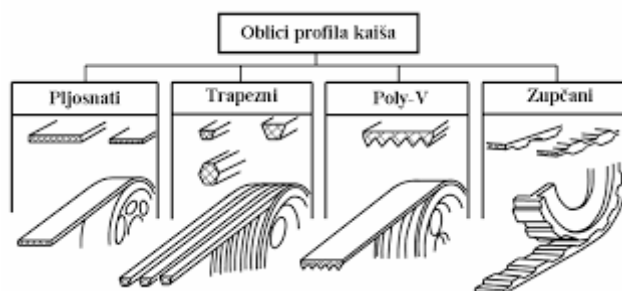
Особине каишних преносника [1]:

- Преносници су једноставног облика и не захтевају тачно осно растојање и положај.
- Обезбеђују пренос снаге између веома удаљених вратила и истовремени пренос на више вратила.
- У моменту преоптерећења каиша долази до проклизавања. Тиме се машина штити од евентуалних негативних дејства услед пораста оптерећења.
- Обезбеђују рад при великим брзинама.
- Преносе велику специфичну снагу у односу на њихову тежину.
- Великих су габарита у односу на друге механичке преноснике, јер је потребно остварити велике силе у каишевима ради постизања потребних отпора клизању.
- Ограничена је радна температура (од -20°C до $+60^{\circ}\text{C}$).
- Преносни однос није константан јер у току рада долази до издужења каиша (изузетак су зупчасти каишни преносници).
- Захтевају посебан механизам за остваривање силе притезања.
- Захваљујући еластичности каиша као и материјала од кога су израђени, пригушују се сви удари и вибрације, што директно утиче на мирнији рад у односу на друге механичке преноснике.
- Могућа појава статичког електрицитета.
- Једноставно конструкционо извођење, без захтева за високом тачношћу израде (ниска цена израде).
- Еластично клизање до 2%.
- Велико оптерећење вратила и лежаја (радијална сила је већа у односу на обимну за 1,2 пута - код зупчастих, за 1,7 пута - код трапезних, за 2,5 пута – код плоснатих каишних преносника.)

2.2 Облици и материјали каишних преносника

Према попречном пресеку каишеви могу бити (Слика 2.4):

- а) Пљоснати (правоуганог пресека),
- б) Клинасти (трапезног пресека),
- ц) PolyV,
- д) Зупчасти.



Слика 2.4: Различити облици каишева: а)пљоснати, б)клинасти, ц)polyV, д)Зупчасти [5]

Пљоснати каишеви имају малу дебљину у односу на ширину, чиме се смањују напони услед савијања каиша. Димензије каишева су стандардизоване.

Код каишника се поставља додатни обод који пружа заштиту од спадања каиша у току рада (Слика 2.5) [8]. Неопходно је да се у каишни преносник угради бар један каишник са ободом. Углавном се узима мањи каишник ради смањења трошкова. Такође је могућа и уградња оба каишника са ободом или каишнике од којих сваки има обод само са једне стране.



Слика 2.5: Изглед каишника са карактеристичним димензијама, d_a mm – спољашњи пречник каишника, d_w mm- подеони пречник каишника, S_b mm – дебљина обода каишника [8]

У случају преносника са осним растојањем $a > 8 \cdot d_{wk}$, где је d_{wk} подеони пречник малог каишника, неопходна је уградња оба каишника са ободом. Висина обода на каишницима треба да је једнака најмање дебљини каиша који се по њима креће. Дебљина обода зависи од пречника каишника [8].

Каишници и ременице израђују се најчешће од челичног лива GS 200 (ČL0300), GS 240 (ČL0400), GS 280 (ČL0500), челика, сивог лива EN-GJL-150 (SL150), EN-GJL-200 (SL200), EN-GJL-250 (SL250) и других лаких метала. [1]

Материјали за израду каиша треба да има велики коефицијент трења, да има добру динамичку чврстоћу, велику отпорност на хабање, велику еластичност на савијање, отпорност на атмосферске и хемијске утицаје, динамичку издржљивост на савијање.

Велики проблем јесте што се сви ови захтеви никако не могу остварити одабиром само једног материјала, већ се у последње време каиши израђују као вишеслојни.

Пљоснати каиши израђују се најчешће од коже (стандардна, савитљива, врло савитљива), али и од памучног и гумираног текстила, полиамида, полиестера, балата масе армиране тканином, гуме и др. Кожа има велику вредност коефицијента трења.

На пример нов кожни каиш од стандардне коже има јачину кидања 25-30МПа, а модул еластичности 250-350МПа.

- Стандардна кожа примењује се за мале брзине и миран рад.
- Савитљива кожа примењује се за нормални погон и укрштене каишеве.
- Врло савитљива кожа се примењује за мала осна растојања, мале обвојне углове, за велике обимне брзине и мале пречнике (примена код полуукрштених каишева и код конструкционих извођења са котуром затезачем).

Каиш од тканина има равномерну структуру и израђује се изједна као затворен. Ови каишеви имају мирнији рад у односу на кожни каиш. Тканина је синтетичког или органског састава. Ивице каиша се лако хабају и разарају што јесте мана ових каиша.

Пластични каишеви (полиестер, полиамид, перлон) имају велику чврстоћу, ниску вредност коефицијента трења, малу еластичност, па се веома ретко примењују [1].

Средњи (вучни слој) чине једна или више трака или пак плетеница (већи број ужади) велике чврстоће од поламида или полиестера (Слика 2.6).

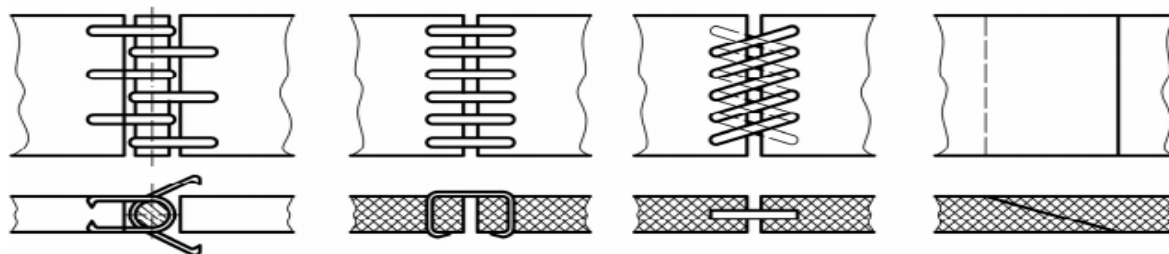
Унутрашњи (додирни слој), који се додирује са каишником, израђује се од материјала отпорног на клизање. Материјал спољног, заштитног слоја мора бити отпоран на дејства околне средине (уље, прашина, влага). У савременој производњи пљоснати каишеви се израђују лепљењем више слојева.



Слика 2.6: Делови каиша [12]

2.3 Мере каишних преносника

Израда каишева може бити из једног дела (затворени) или из траке која се различитим поступцима (проширењем, лепљењем, завртњима, специјалним спојницама) спаја у затворени каиш (Слика 2.7) [1].



Слика 2.7: Начин спајања пљоснатих каишева [1]

Пљоснати каишеви се купују на дужни метар, а спајају се на различите начине, помоћу копчи, ушивањем траком или лепљењем. Носивост каишева који се спајају неким од претходно поменутих начина је мања од 40-60%. Дужине пљоснатих каишева (Табела 1), као и ширине b и дебљине h (Табела 2), су дефинисане стандардом [3].

Табела 1: Стандардне дужине пљоснатих каишева L (mm) [3]

250	265	280	300	315	335	355	375	400	425	450	475	500	530	560
600	630	670	710	750	800	850	900	950	1000	1060	1120	1180	1250	1320
1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2120	2240	2360	2500	2650	2800	3000	3150
3350	3550	3750	4000	4250	4500	4750	5000	5300	5600	6000	6300	6700	7100	7500
8000	8500	9000	9500	10000										

Табела 2: Стандардне ширине b и дебљине h пљоснатих каишева [3]

Ширина	20	25	30	35	40	45	50	60	70	75	80	85	90
Дебљина	3				3,5				4			5,5	
Ширина	95	100	115	125	150	175	200	225	250	275	300	/	/
Дебљина	4,5				5				5,5 (9)				/

Вредности у заградама за ширину b , mm, ако је могуће, избегавати.

3. Карактеристике каиша и каишника од композитних материјала

Каишни, као и остали механички преносници, имају веома важне и одговорне делове.

Од правилне конструкције, квалитета израде каишника, правилног избора, умногоме зависи уравнотежен рад, синхронос преноса и ниво експлоатационих карактеристика. Каишници могу бити једноделни или дводелни (са или без главчине).

Композитни каишници, као и зупчаници често се праве као дводелни. Код њих је уметнута метална главчина, чиме се постиже лако спајање са вратилом (Слика 3.1).



Слика 3.1: Дводелни композитни каишник са уметнутом металном главчином

Каишници који су израђени од композитних материјала имају боље карактеристике у односу на стандардне каишнике. Неке од карактеристика су:

- мањи ниво буке при раду,
- мања маса,
- не рђају,
- не захтевају фарбање,
- нижи коефицијент трења,
- прецизнија израда делова, итд.

У данашње време за израду каишника се све више примењују пластичне масе: ацетал, најлон, поликарбонат, лексан 500, фиберглас (ојачан), дерлин..

Израда каишника од пластичних маса и других лаких легура врши се ливењем (под притиском), док се код зупчастих каишника, зупци нарезују профилисаним глодалом.

Сви материјали који се користе за израду каишева и ремена су такви да, и поред правилног одржавања, израде и контроле, мењају током времена своје механичке карактеристике.

Каишеви су сами по себи композитни материјали. У данашње доба, савремена решења су прилагођена захтевима пораста носивости, смањења шума и продужења радног века. Такође, поред већ поменутих особина треба да стварају што мању буку и пре свега, да што мање загађују животну средину.

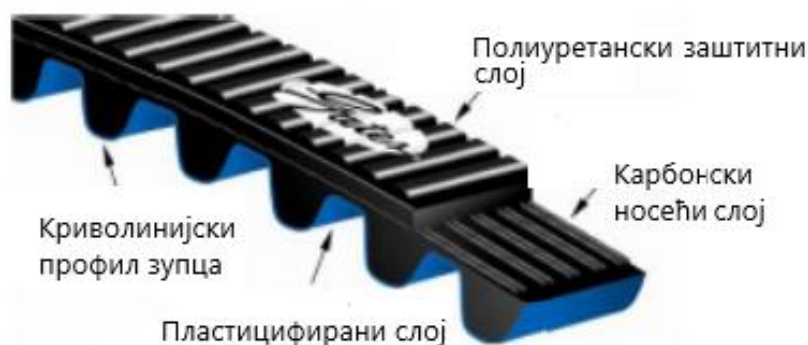
Један такав материјал су карбонска влакна (Слика 3.2). Карбонска влакна су композитни материјали (што би значило да се састоји од две или више компоненти које су спојене у једну целину), конкретно реч је о угљеничним влакнима (везиво), која су произведена од органске материје и којима се додају пунила (одговарајућа појачања, као што су: епокси смоле, полимери...).

Механичке особине оваквих материјала су далеко боље од механичких особина метала. Затезна чврстоћа оваквог преносника је далеко већа од затезне чврстоће елемента од челика. Сходно томе, баш као такав може да замени ланчани преносник, па чак и да пренесе већу снагу.



Слика 3.2: Каиш од карбонских влакана [2]

Карбонски каиш отпоран је на абразију, хемикалије и влагу, једноставан је за одржавање. Карбонски каиш има до 6% већу ефикасност у преносу снаге. Структура карбонских каиша приказана је на Слици 3.3 [3].



Слика 3.3: Структура каиша од карбонских влакана [3]

4. Конструкциони облици каишника

По својим конструкционим карактеристикама каишници се разликују међу собом као и каишеви. Каишници се израђују у више конструкционих облика. Састоје се из:

- главчине,
- венца,
- паока или плоче (улога им је да споје венац са главчином),
- ободног прстена.

Венац се спаја са главчином уз помоћ плоче која може бити исте дебљине као и венац код најмањих каишника (пречници до 100 mm). Код већих каишника (Слика 4.1) плоча је тања од венца и израђује се са симетрично избушеним рупама из два разлога:

- ради смањења масе,
- лакшег прихватања каишника при његовој обради.

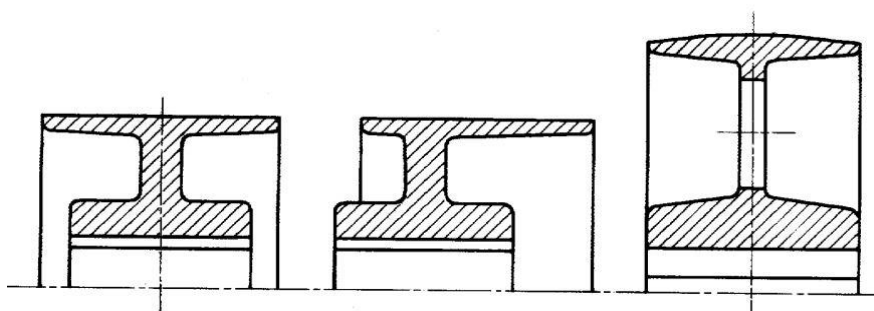
Везивање паоцима (Слика 4.2) препоручљиво је код већих пречника (пречници преко 300 mm).

Каишници се израђују као,

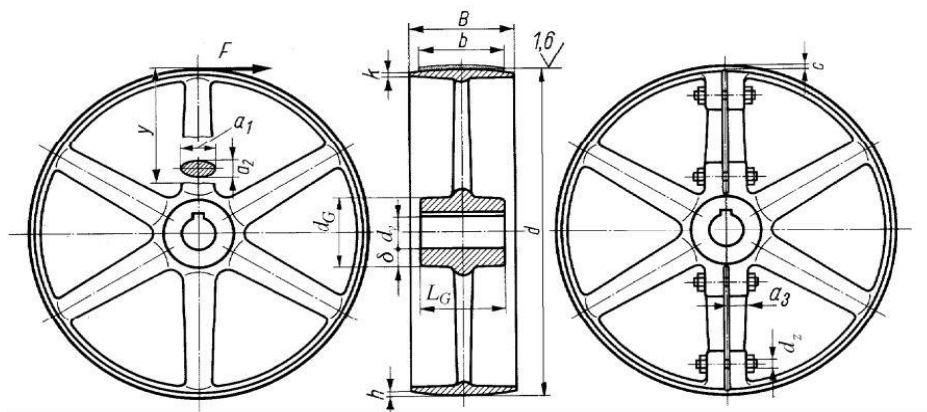
- једноделни каишници и
- дводелни каишници (каишници са уметнутом главчином).

Каишници већег пречника се израђују као дводелни, док се каишници мањег пречника израђују као једноделни.

Праве се са симетричном или асиметричном главчином, као и са или без ободних прстенова [2].

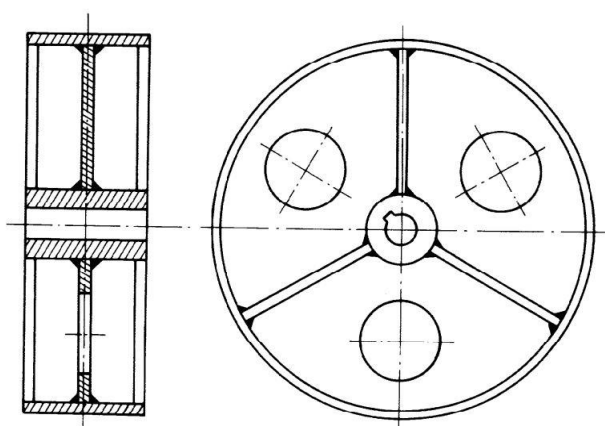


Слика 4.1 Конструкциони облици каишника са различитим положајем главчине (симетричном, асиметричном главчином и са олакшањима) [11]



Слика 4.2: Конструкциони облици каишника великих пречника са паоцима причвршћеним помоћу завртњева[11]

Каишници великог пречника могу да се раде и заваривањем (Слика 4.3).



Слика 4.3: Конструкциони облици каишника са завареном плочом и са олакшањима[11]

4.1 Ободни прстен

Да би се спречило спадање каиша са каишника, каишници се израђују са ободним прстеновима (Слика 4.4).

Препорука је да се погонски каишник израђује увек са ободом. Постављање ободног прстена врши се:

- једнострано или
- обострано.

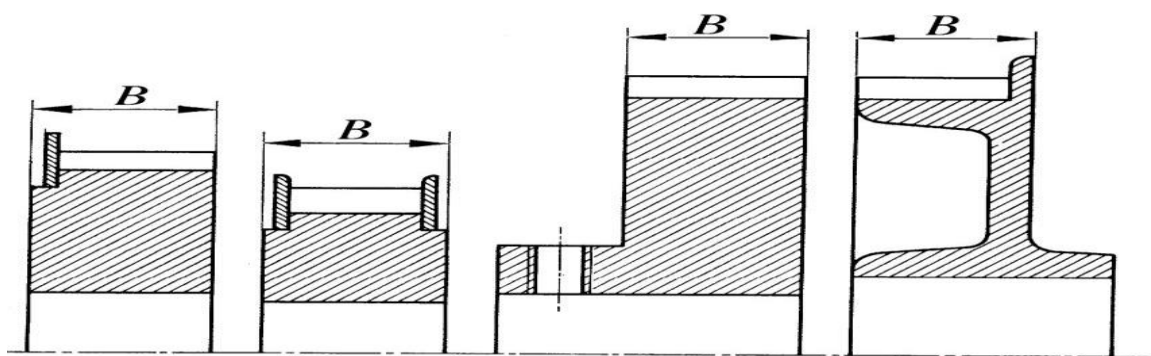
Када је осно растојање (растојање између оса ротације кашника) веће од осам пречника погонског каишника ($a > 8 \cdot d_{wk}$) или када положај каишника није хоризонталан, препоручује се конструкција оба каишника са ободом.

Ободни прстенови се могу правити као:

- једноделни (израђују се изједна са каишником) и
- накнадно уграђени (посебни делови који се накнадно уграђују).

Метални пресовани ободни прстенови се могу причвршћивати закивцима или завртњима са обе стране каишника или на супротним странама каишника. У неким случајевима ободни прстенови се постављају са зазором.

У случају да се користи затезни каишник онда се на њему постављају два ободна прстена. Бочна површина ободних прстенова, која је у контакту са каишем, је коничног облика и поставља се под углом од $16 \pm 8^\circ$ [2].



Слика 4.4 Конструкциона решења постављања ободних прстенова на каишник, B - ширина каишника, mm [11]

Каишници великог пречника, као и каишници са ободним прстеновима су најчешће скупии. Економичнији каишници су они код којих се ободни прстенови израђују изједна са каишником. Међутим, у том случају димензије радног комада за израду каишника одређују пречник ободних прстенова.

Код зупчастих каишника и каишева, после глодања зубаца спољашњи пречник се обрађује стругањем до коначне мере, која зависи од ширине каиша. Подизање зубаца са обе стране каишника обезбеђује правилно спрезање и спречава спадање каиша. Осим тога, у том случају при померању каиша великом брзином, ваздух лакше излази из међузубља у односу на каишнике са целим ободним прстеновима. На тај начин каишници без ободних прстенова обезбеђују тачније балансирање и бољу уједначеност рада [2].

У конструкцијама код којих се ободни прстен прави изједна са каишником, спољашњи, као и унутрашњи пречник ободног прстена може се израчунати по формули:

$$d_s = d_a + (5 \div 9), \text{ mm}$$

$$d_u = d_a - (5 \div 9), \text{ mm}$$

где је: d_s -спољашњи пречник ободног прстена, d_u -унутрашњи пречник ободног прстена, d_a -темени пречник каишника.

Ободни прстенови се најчешће израђују од угљеничног челика и алуминијума.

5. Прорачун и израда радионичких цртежа каишника

Пример:

Прорачунати и конструисати отворени каишни преносник уколико су познати следећи подаци:

- Снага на погонском вратилу $P = 9 \text{ kW}$,
- Број обртаја погонског вратила $n_1 = 1650 \text{ min}^{-1}$,
- Број обртаја гоњеног вратила $n_2 = 550 \text{ min}^{-1}$,
- Угао нагиба преносника 90° ,
- Погонска машина: електромотор са лаким погоном
- Радна машина: дизалица

Нацртати модел, радионичке цртеже као и симулацију преноса снаге каишника.

Полазни подаци:

$$P = 9kW$$

$$n_1 = 1650 \text{ min}^{-1}$$

$$n_2 = 550 \text{ min}^{-1}$$

Угао нагиба преносника: 90°

Погонска машина: електромотор са лаким погоном

Радна машина: дизалица

1. Усваја се каиш од тканине од поламида (најлон перлон), бр.9 [1].

Карактеристике каиша:

$$\text{Затезна чврстоћа } R_m : (100 \div 200) = 150 N / mm^2$$

$$\text{Модул еластичности на савијање } E_s : (40 \div 50) = 45 MPa$$

$$\text{Модул еластичности на затезање } E_z : (550 \div 1400) = 1000 MPa$$

$$\text{Температура: } t = (+60^\circ C \div -5^\circ C)$$

$$\text{Дебљина материјала за каиш: } h = (0,5 \div 12) = 7 mm$$

$$\text{Дозвољени напон } \sigma_{doz} = 9 MPa$$

$$\text{Густина } \rho = (1000 \div 1150) = 1075 kg / m^3$$

$$\text{Коефицијент отпора клизања } \mu = 0,3$$

$$\text{Однос пречника и ширине каиша } \frac{d}{h} = 20$$

$$f_{\max} = 80 s^{-1}$$

$$v_{\max} = 65 m / s$$

2.1 Избор пречника каиша:

$$\text{Преносни однос: } u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1650}{550} = 3$$

Пречник каишника 1:

$$d_1 = 20 \cdot h$$

$$d_1 = 20 \cdot 7 = 140mm, \quad \text{усваја се } d_1 = 160mm$$

Пречник каишника 2:

$$d_2 = u \cdot d_1 \cdot \xi_k = 3 \cdot 160 \cdot 0,985 = 472,8mm, \quad \text{усваја се } d_2 = 500mm$$

где је коефицијент клизања каиша $\xi_k = 0,985$

2.2 Избор осног растојања:

$$a = (0,7 \div 2) \cdot (d_1 + d_2) = 1,3 \cdot (160 + 500) = 858mm$$

2.3 Обвојни углови:

$$\text{Обвојни угао на каишнику 1: } \beta_1 = 180^\circ - 2\gamma$$

$$\text{Обвојни угао на каишнику 2: } \beta_2 = 180^\circ + 2\gamma$$

$$\sin \gamma = \frac{d_2 - d_1}{2a} \quad \gamma = \arcsin\left(\frac{d_2 - d_1}{2a}\right) = 11,43^\circ$$

$$\beta_1 = 180^\circ - 2 \cdot 11,43^\circ = 157,14^\circ$$

$$\beta_2 = 180^\circ + 2 \cdot 11,43^\circ = 202,86^\circ$$

2.4 Претходна дужина каиша:

$$Lp = \frac{d_1 + d_2}{2} \cdot \pi + 2 \cdot a \cdot \cos \gamma + \frac{d_2 - d_1}{2} \cdot \frac{\pi \cdot \gamma}{90^\circ}$$

$$Lp = \frac{160 + 500}{2} \cdot \pi + 2 \cdot 858 \cdot \cos 11,43^\circ + \frac{500 - 160}{2} \cdot \frac{\pi \cdot 11,43^\circ}{90^\circ}$$

$$Lp = 1036,72 + 1681,96 + 67,82 = 2786,5mm$$

На основу прорачунате вредности усваја се $Lp = 2800mm$, према литератури [1]

2.5 Обимна брзина каиша:

$$v = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{60 \cdot 1000}$$

$$v = \frac{\pi \cdot 160 \cdot 1650}{60 \cdot 1000} = 13,82m/s$$

2.6 Ознака каиша:

SRPS M.C1 231 (241,242)

2.7 Стварно осно растојање:

$$a_{stv} = \frac{1}{4} \cdot \left[Lp - \pi \cdot \left(\frac{d_1}{2} + \frac{d_2}{2} \right) + \sqrt{\left[Lp - \pi \cdot \left(\frac{d_1}{2} + \frac{d_2}{2} \right) \right]^2 - 8 \cdot \left(\frac{d_2}{2} - \frac{d_1}{2} \right)^2} \right]$$

$$a_{stv} = \frac{1}{4} \cdot \left[2800 - \pi \cdot 330 + \sqrt{[2800 - \pi \cdot 330]^2 - 8 \cdot 170^2} \right]$$

$$a_{stv} = \frac{1}{4} \cdot \left[1763,8 + \sqrt{1763,8^2 - 8 \cdot 28900} \right]$$

$$a_{stv} = \frac{1}{4} \cdot \left[1763,8 + \sqrt{3109226,9 - 231200} \right]$$

$$a_{stv} = 865,2mm$$

3 Силе у каишу:

Угаона брзина на каишнику 1:

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_1}{60} = 172,7s^{-1}$$

Обртни момент на каишнику 1:

$$T_1 = \frac{P_1}{\omega_1} = 52,11Nm$$

Обимна сила на каишнику 1:

$$F_t = \frac{2 \cdot T_1}{d_1}$$

$$F_t = \frac{2 \cdot 52,11 \cdot 1000}{160}$$

$$F_t = 651,375N$$

3.1 Потребна сила притезања каиша:

$$F_p = S_\mu \cdot C_A \cdot \frac{F_t}{2} \cdot \frac{e^{\mu\beta} + 1}{e^{\mu\beta} - 1} + A\rho v^2$$

где је : $S_\mu = 1,1 \dots 1,2$ – степен сигурности против проклизавања,

C_A – фактор удара [1],

$A = bh, m^2$ – површина попречног пресека каиша,

$\rho, kg/m^3$ – густина [1],

μ – коефицијен отпора клизању [1].

$$A = b \cdot h$$

$$A = 0,112 \cdot 0,007 = 7,84 \cdot 10^{-4} m^2$$

$$F_p = 1,15 \cdot 1,2 \cdot \frac{651,37}{2} \cdot \frac{e^{0,82} + 1}{e^{0,82} - 1} + 7,84 \cdot 10^{-4} \cdot 1075 \cdot 13,82$$

$$F_p = 449,44 \cdot 2,58 + 160,96$$

$$F_p = 1320,5N$$

3.2 Сила у вучном и слободном огранку:

Сила у вучном огранку:

$$F_1 = S_\mu \cdot C_A \cdot F_t \cdot \frac{e^{\mu\beta}}{e^{\mu\beta} - 1} + A\rho v^2$$

$$F_1 = 1,15 \cdot 1,2 \cdot 651,37 \cdot \frac{e^{0,82}}{e^{0,82} - 1} + 7,48 \cdot 10^{-4} \cdot 1075 \cdot 13,82^2$$

$$F_1 = 898,9 \cdot 1,79 + 160,96$$

$$F_1 = 1770,5N$$

Сила у слободном огранку:

$$F_2 = S_\mu \cdot C_A \cdot F_t \cdot \frac{1}{e^{\mu\beta} - 1} + A\rho v^2$$

$$F_2 = 1,15 \cdot 1,2 \cdot 651,37 \cdot \frac{1}{e^{0,82} - 1} + 7,48 \cdot 10^{-4} \cdot 1075 \cdot 13,82^2$$

$$F_2 = 871,09N$$

4. Напон у каишу:

Напон услед силе претходног затезања:

$$\sigma_p = \frac{F_p}{A}$$

$$\sigma_p = \frac{1320,5}{784} = 1,68MPa$$

$A = bh, m^2$ – површина попречног пресека каиша

Напон услед затезања каиша:

$$\sigma_1 = \frac{F_1}{A}$$

$$\sigma_1 = \frac{1770,5}{784} = 2,25MPa$$

$$\sigma_2 = \frac{F_2}{A}$$

$$\sigma_2 = \frac{871,09}{784} = 1,11MPa$$

4.2 Напон услед савијања каиша:

$$\sigma_{s1} = \frac{E_s \cdot h}{d_1}$$

$$\sigma_{s1} = \frac{45 \cdot 7}{160} = 1,96MPa$$

$$\sigma_{s2} = \frac{E_s \cdot h}{d_2}$$

$$\sigma_{s2} = \frac{45 \cdot 7}{500} = 0,63MPa$$

4.3 Напон услед центрифугалне силе:

$$\sigma_c = \rho v^2 \cdot 10^{-5}$$

$$\sigma_c = 1075 \cdot 13,82^2 \cdot 10^{-5}$$

$$\sigma_c = 2,05 \text{ MPa}$$

4.4 Укупни напони у каишу:

$$\sigma_{\max} = \sigma_1 + \sigma_c + \sigma_{s1} \leq \sigma_{N0}$$

$$\sigma_{\max} = 2,25 + 2,05 + 1,96 \leq 30$$

$$\sigma_{\max} = 6,26 \text{ MPa} \leq 30 \text{ MPa}$$

σ_{N0} – Динамичка издржљивост каиша.

$$\sigma_{N0} = 30 \text{ MPa} [1]$$

Збир напона (услед затезања каиша, услед центрифугалне силе и услед савијања) је мањи од динамичке издржљивости каиша, па је самим тим услов задовољен.

5.1 Критични напон:

$$[\sigma_k] = |A - B| \frac{h}{d_1}$$

Параметри А и В, N / mm^2 – [1]

$$A = 5,3 N / mm^2$$

$$B = 53 N / mm^2$$

$$[\sigma_k] = |5,3 - 53| \frac{7}{160}$$

$$[\sigma_k] = 2,09 \text{ MPa}$$

5.2 Носивост за оптималне услове:

$$[F_t] = [\sigma_k] A$$

$$[F_t] = 2,09 \cdot 784 = 1638,5 N$$

5.2 Носивост за радне услове:

$$[F_t]_M = [F_t] c_\beta c_v c_o c_\mu c_{R\sigma}$$

c_β - фактор обвојног угла се може усвојити и према препорукама датим у табели - [1]
или на основу израза:

$$c_\beta = 1 - k_\beta (180^\circ - \beta^\circ)$$

$$c_\beta = 1 - 0,0025 (180^\circ - 157,14^\circ)$$

$$c_\beta = 0,94$$

$$k_\beta = 0,002 \dots 0,0033$$

c_v – фактор обимне брзине

- за кожане каише до $v \leq 30 \text{ m/s}$

$$c_v = 1,04 - 0,0004 v^2$$

- за гумене армиране каише до $v \leq 40 \text{ m/s}$

$$c_v = 1,03 - 0,0003 v^2$$

- за памучне и синтетичке каише до $v \leq 50 \text{ m/s}$

$$c_v = 1,02 - 0,0002v^2$$

$$c_v = 1,02 - 0,0002v^2$$

$$c_v = 1,02 - 0,0002 \cdot 13,52^2$$

$$c_v = 0,98$$

c_o - фактор утицаја положаја преносника -[1]

$$c_o = 0,8 \text{ -[1]}$$

c_μ - фактор утицаја околине

- за сув ваздух и нормалну температуру $c_\mu = 1$

- за околину са пуно влаге и прашине $c_\mu = 0,9$

- за околину са уљним капима $c_\mu = 0,8$

$c_\mu = 1$ - за сув ваздух и нормалну температуру

$c_{R\sigma}$ - фактор утицаја промене обртног момента

- за велико учешће великих момената у радном веку:

$$c_{R\sigma} = 1,1 \dots 1,1$$

- за средње учешће великих момената у радном веку :

$$c_{R\sigma} = 1,1 \dots 1,25$$

- за мало учешће великих момената у радном веку:

$$c_{R\sigma} = 1,25 \dots 1,4$$

$c_{R\sigma} = 1,3$ за мало учешће великих момената у радном веку

$$[F_t]_M = [F_t] c_\beta c_v c_o c_\mu c_{R\sigma}$$

$$[F_t]_M = 1638,5 \cdot 0,94 \cdot 0,98 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1,3 = 1569,7 N$$

5.4 Провера носивости каиша:

$$C_A F_t \leq [F_t]_M$$

$$1,2 \cdot 651,37 \leq 1569,7$$

$$781,6 N < 1569,7 N$$

Стварна радна обимна сила мора бити мања или једнака граничној вредности обимне силе у стварним радним условима. Услов је задовољен.

6. Прорачун пречника вратила:

Материјал вратила:

Усваја се челик E295 (Č0545) -[1]

$$\tau_{D(0)} = (170 \div 240) MPa$$

$$\tau_{D(0)} = 200 MPa$$

6.1 Дозвољени напон:

$$\tau_{\text{doz}} = \frac{\tau_{D(o)}}{K \cdot S}$$

$$\tau_{\text{doz}} = \frac{200}{9} = 22,22 \text{ МПа}$$

$$K \cdot S = 8 \div 9$$

$$K \cdot S = 9$$

6.2 Идеални пречник вратила:

$$d_{i1} = \sqrt[3]{\frac{5T_{t1}}{\tau_{\text{doz}}}}$$

$$d_{i1} = \sqrt[3]{\frac{5 \cdot 52,11 \cdot 1000}{22,22}}$$

$$d_{i1} = 22,71 \text{ mm}$$

$$d_{i2} = \sqrt[3]{\frac{5T_{t2}}{\tau_{\text{doz}}}}$$

$$d_{i2} = \sqrt[3]{\frac{5 \cdot 156,27 \cdot 1000}{22,22}}$$

$$d_{i2} = 32,76 \text{ mm}$$

$$\omega_2 = \frac{\pi \cdot n_2}{30}$$

$$\omega_2 = 57,59$$

$$T_{t2} = \frac{P}{\omega_2}$$

$$T_{t2} = \frac{9 \cdot 1000}{57,59}$$

$$T_{t2} = 156,27 \text{ Nm}$$

n_2 – број обртаја гоњеног вратила

ω_2 – угаона брзина гоњеног вратила

T_{t2} – обртни момент гоњеног вратила

6.3 Избор клина:

Дубина жлеба за клин:

$$t_1 = 4,1 \text{ mm}$$

$$t_2 = 4,7 \text{ mm}$$

$$t_1, t_2 - [1]$$

6.4 Стандардни пречници вратила:

$$d_{vr1} = d_{i1} + t_1$$

$$d_{vr1} = 22,71 + 4,1$$

$$d_{vr1} = 26,81 \text{ mm}$$

$$d_{vr1} = 28 \text{ mm} - [1]$$

$$d_{vr2} = d_{i2} + t_2$$

$$d_{vr2} = 32,76 + 4,7$$

$$d_{vr2} = 37,46mm$$

$$d_{vr1} = 38mm - [1]$$

7. Димензије главчине:

$$d_{gl} = (1,6 \div 1,8) d_v$$

$$l_{gl} = (1,1 \div 2) d_v$$

$$d_{gl1} = 1,7 \cdot d_{v1}$$

$$d_{gl1} = 1,7 \cdot 28$$

$$d_{gl1} = 50mm$$

$$d_{gl2} = 1,7 \cdot d_{v2}$$

$$d_{gl2} = 1,7 \cdot 38$$

$$d_{gl2} = 65mm$$

$$l_{gl1} = 1,5 \cdot d_{v1}$$

$$l_{gl1} = 1,5 \cdot 28$$

$$l_{gl1} = 42mm$$

$$l_{gl2} = 1,5 \cdot d_{v2}$$

$$l_{gl2} = 1,5 \cdot 38$$

$$l_{gl2} = 57mm$$

8. Прорачун и провера паока:

Због великих димензија гоњени каишник је потребно урадити са паоцима.

Потребан број паока

$$N = 3 \div 4 \quad \text{за} \quad d = 300 \div 500mm$$

$$N = 4$$

8.1 Момент савијања паока:

$$M_2 = \frac{F_{t2} \cdot \xi_r \cdot y_2}{N}$$

$$M_2 = \frac{625,08 \cdot 2,5 \cdot 217,5}{4}$$

$$M_2 = 84,971Nm$$

Фактор неравномерности

$$\xi_r = (2 \div 3) = 2,5$$

Крак дејства оптерећења

$$y_2 = \frac{d_2 - d_{gl2}}{2}$$

$$y_2 = \frac{500 - 65}{2}$$

$$y_2 = 217,5mm$$

Обимна сила на каишнику 2:

$$F_{t2} = \frac{2 \cdot T_2}{d_2}$$

$$F_{t2} = \frac{2 \cdot 156,27 \cdot 1000}{500}$$

$$F_{t2} = 625,08 N$$

8.2 Димензије паока:

$$a : b = 2 : 2,5 : 1$$

$$\sigma_{dop} = 20 : 40 \text{ N/mm}^2$$

$$a = \sqrt[3]{\frac{8M}{\pi \cdot \sigma_{dop}}}$$

$$a = \sqrt[3]{\frac{8 \cdot 84,971 \cdot 1000}{\pi \cdot 30}}$$

$$a = 19,32 \text{ mm}$$

усваја се, $a = 20 \text{ mm}$

$$b = \frac{a}{2} = 10 \text{ mm}$$

8.3 Отпорни момент паока:

$$W = \frac{\pi}{4} a^2 b$$

$$W = 3141,6 \text{ mm}^3$$

8.4 Напон услед савијања паока:

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq \sigma_{dop}$$

$$\sigma = \frac{85,049}{3141,6} \leq 30$$

$$\sigma = 27,07 \text{ MPa} \leq 30 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{dop} = 30 \text{ MPa}$$

Услов је задовољен.

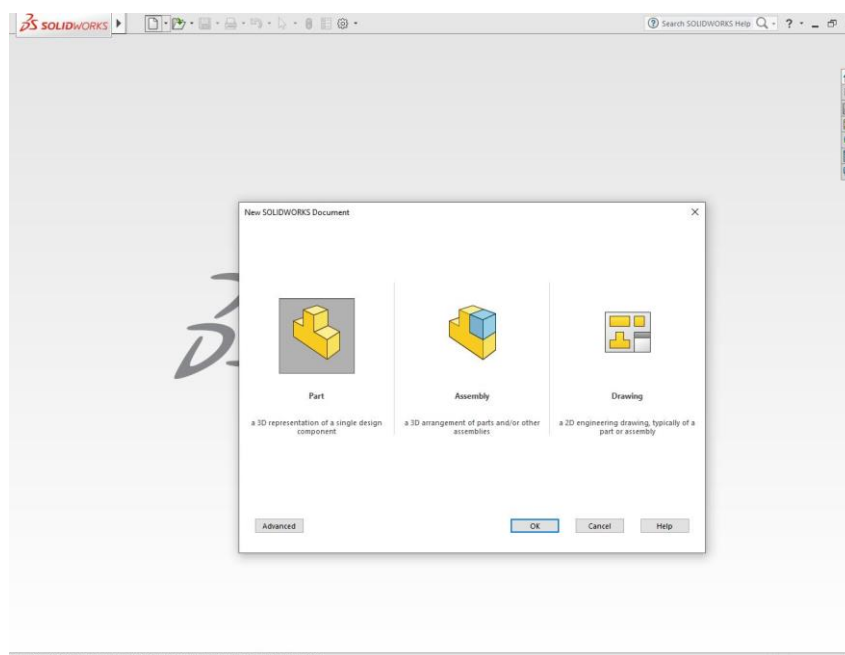
6. Теоријске основе софтвера “SolidWorks”

Софтвер „SolidWorks“ [13] је алат за параметарско моделирање произведен од компаније „Dassault Systems“. Ради по принципу конверзије 2-D скица у 3-D моделе.

Рад у „SolidWorks-у“ се углавном врши у једном од три режима рада, а то су режим за моделирање делова, склопова и цртежа, односно:

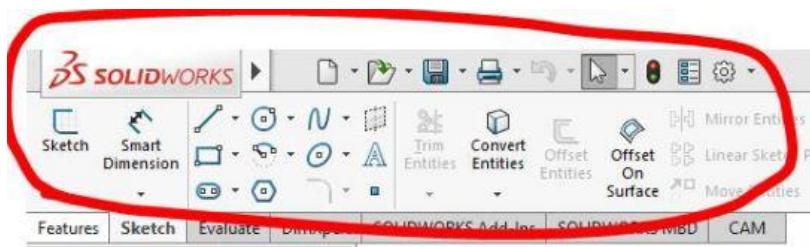
- Part,
- Assembly,
- Drawing.

Делови „Parts“ се могу сматрати основним режимом рада, јер се из једног дела могу правити склопови, цртежи као и техничка документација (Слика 6). Приликом покретања програма програм аутоматски нуди поменута три радна окружења.



Слика 6: Режији рада Solidworks-а

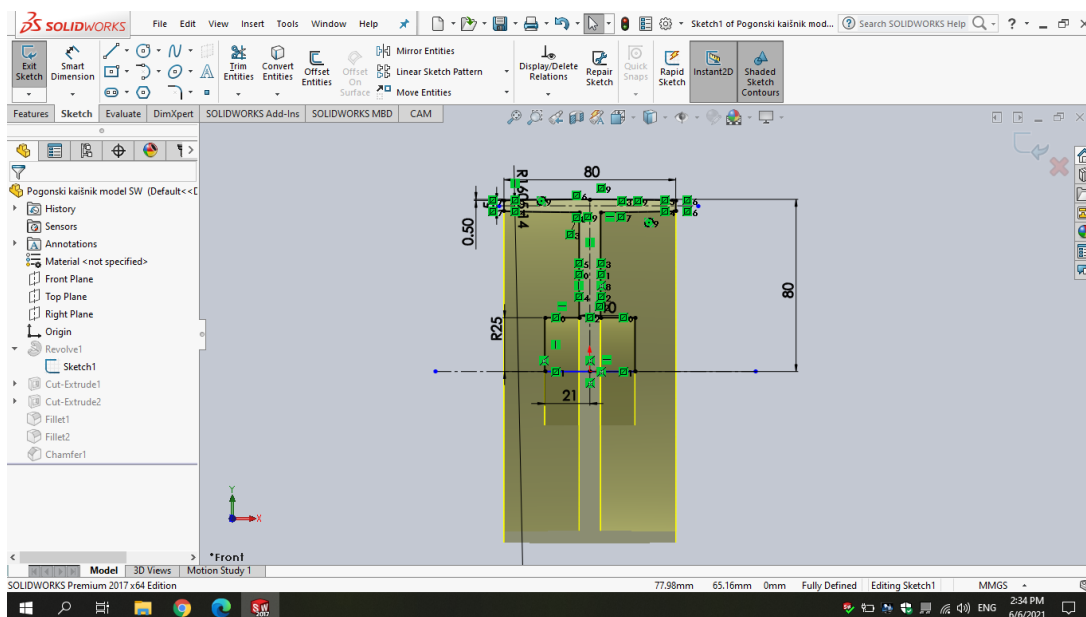
Одабиром окружења „Parts“, отвара се нова картица која нуди различите начине креирања скица (Слика 6.1), самим тим и модела који се могу формирати.



Слика 6.1: Картица за израду скица

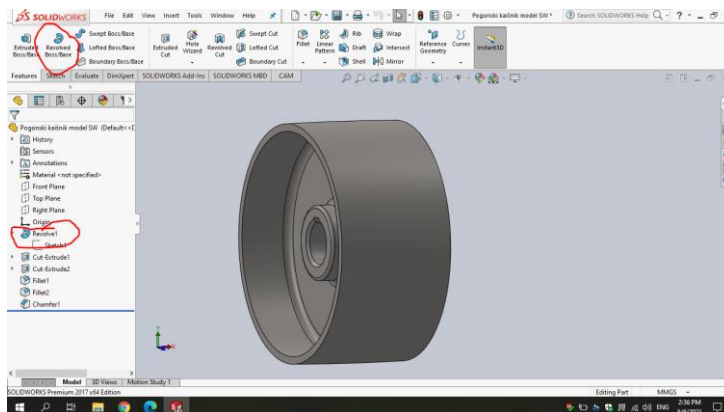
Израда скица се врши одабиром команде „Sketch“ и одабира равни цртања. У зависности од потребе изгледа саме скице, бирају се антитети за цртање, попут: Line, CenterpointArc, TangentArc, 3 PointArc, Circle, Point и многи други. Приликом израде скице неопходно је да цртеж буде потпуно дефинисан (Fully Defined), односно да су све димензије и релације дефинисане (Слика 6.2), првенствено из разлога ради

потенцијално каснијег кориговања мера на цртежу, што повећава опасност да може доћи до реметења осталих димензија на моделу (или склопу).



Слика 6.2: Пример потпуно дефинисаног цртежа - скице (погонског каишника)

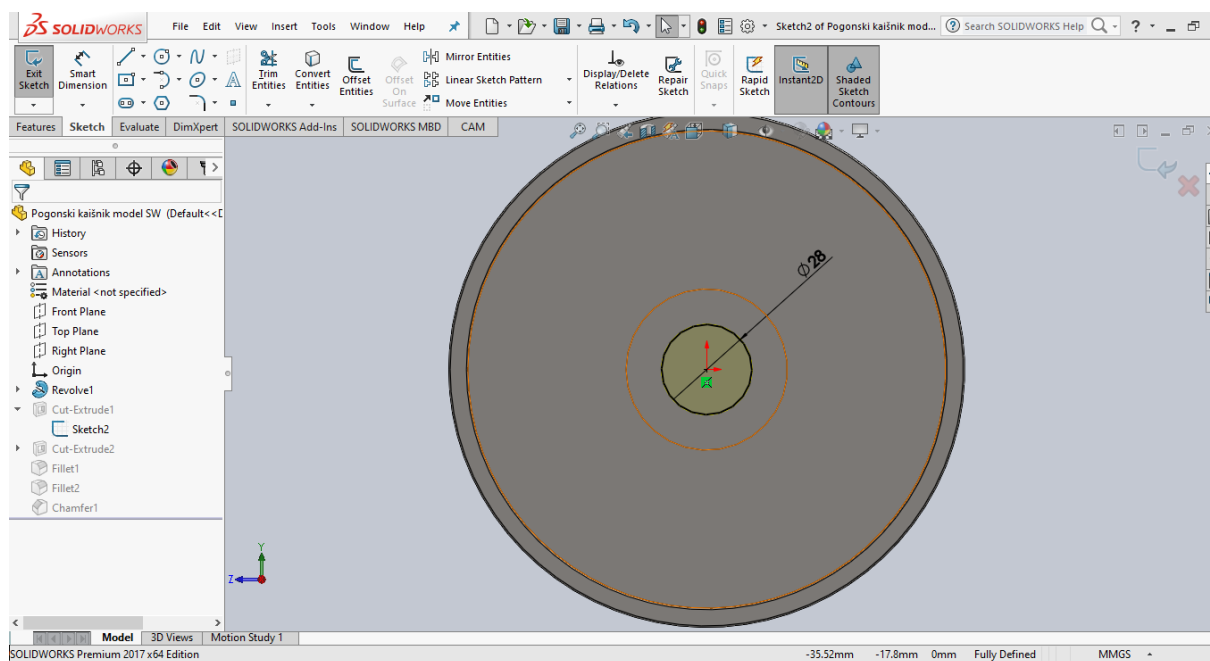
Из прорачуна се користе прорачунате мере за израду каишника (пречник главчине, дужина главчине, пречник каишника, ширина каишника...). Неопходно је да скица каишника буде потпуно дефинисана (Fully Defined). Након успешно креиране скице неопходно је моделирање жељеног дела. Опције за моделирање делова – (Features) омогућавају моделирање блокова, помоћу којих се долази до коначног дела – (Parta). Постоје две врсте Features-а, то су „Sketched Features“ (представљају особине и опције које су базирани на направљеној скици, односно дводимензионалном профилу који се мора претходно нацртати) и „Applied Features“ (то су особине и опције које се могу применити директно на неки део). Када се израђује скица, користе се алати са што једноставнијим линијама, квадратима и круговима. Ове облике је неопходно детаљно димензионисати, као и прецизно одредити помоћу геометријских релација. Приликом израде скице у оба случаја, одлучено је да се црта половина каишника, а даље помоћу опције „Revolve“, ротира се скица за 360° и настаје модел у овом случају погонског каишника (Слика 6.3).



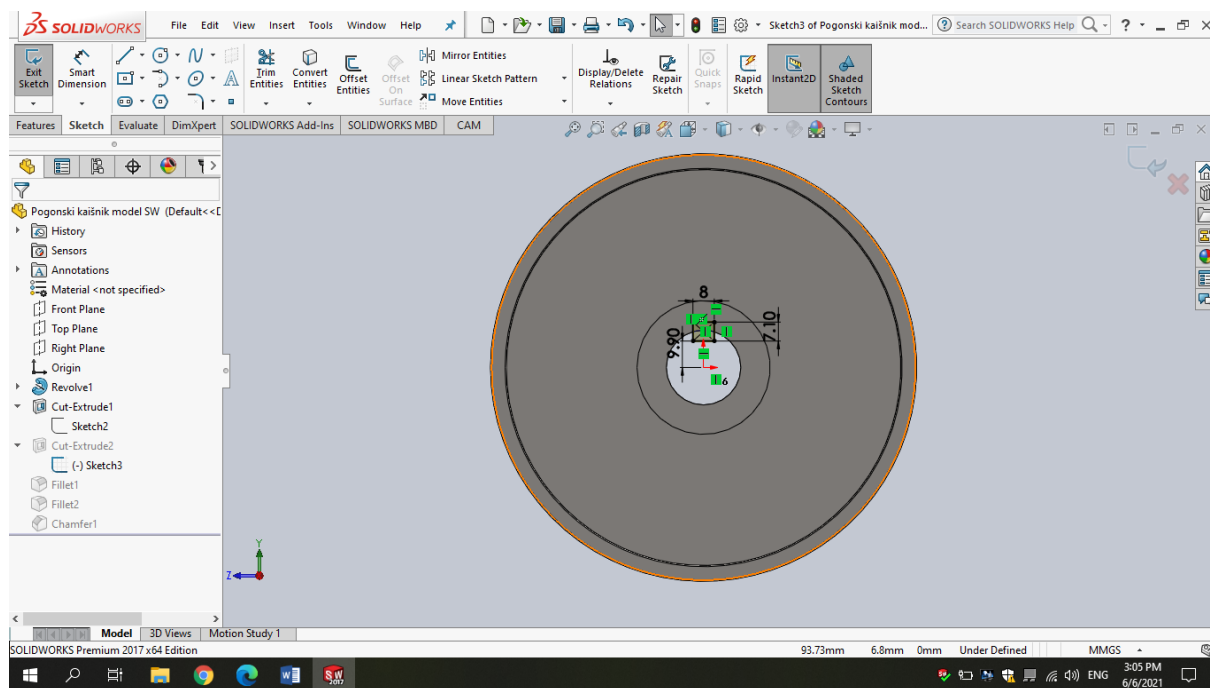
Слика 6.3: Моделирање погонског каишника

Након израђеног 3-D модела, неопходно је изградити отвор за вратило и отвор за клин, који служи за везу каишника и вратила.

Отвор за вратило (Слика 6.4) и клин (Слика 6.5) се израђује у Sketch-и, у одговарајућој равни (раван у којој се налази главчина), цртањем круга одређеног пречника (први већи стандардни пречник вратила који је усвојен у прорачуну каишника – 28mm за погонски каишник) и правоугаоника димензија које одговарају жлебу за клин.



Слика 6.4: Скица израде пречника вратила погонског каишника



Слика 6.5: Скица израде жлеба за клин погонског каишника

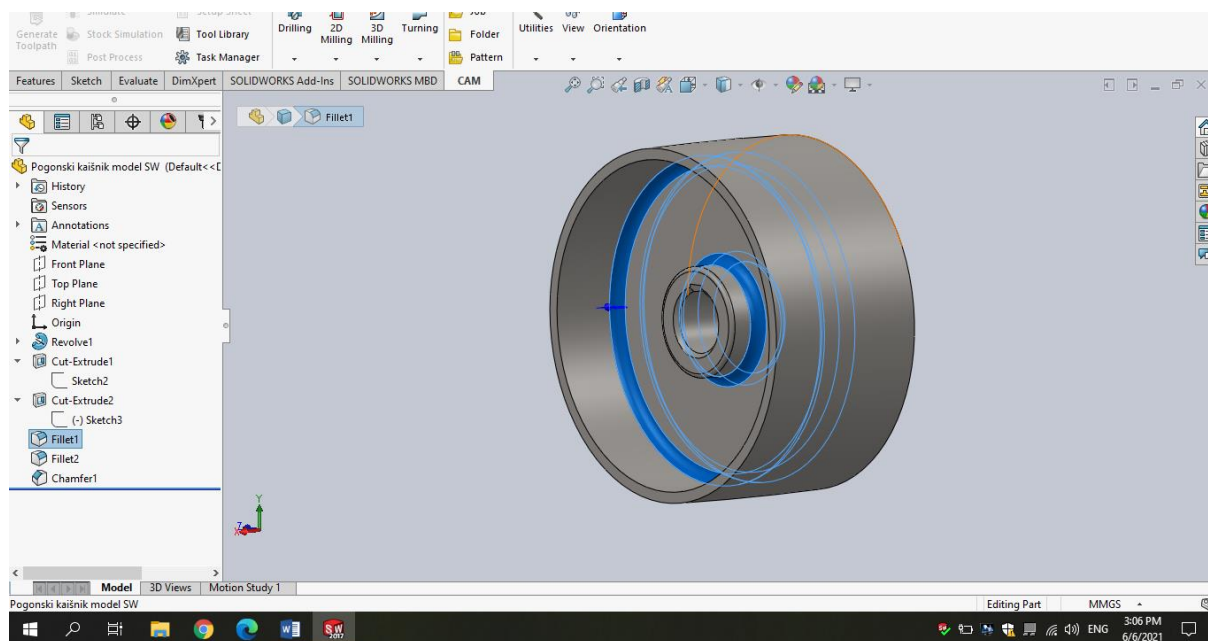
Након креирање скице отвора за вратило и клин, коришћењем опције „Extrude Cut“, одстрањен је пун материјал на каишнику, при чему настаје шупљина.

По завршетку креирања отвора за вратило и клин, неопходно је оборити и заоблити одређене ивице каишника.

Заобљење, односно закошење ивица врши се првенствено из безбедносних разлога (како не би дошло до повређивања у раду), као и ради лакшег монтирања каишника на вратило.

Величина обарања ивица зависи од саме величине дела и она се усваја конструктивно, од 0,5 до 10mm.

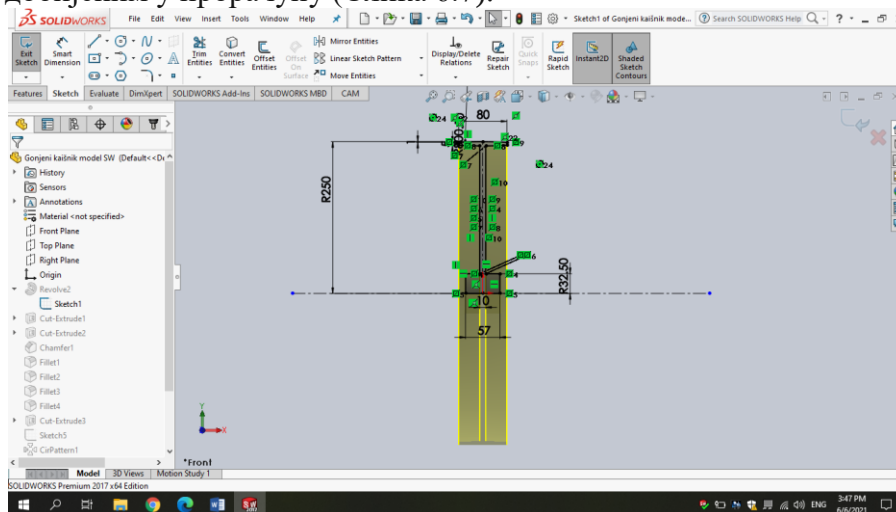
Практично, обарање, односно заобљење ивица се врши избором жељене ивице, и одабиром команде „Fillet“ (за заобљене ивице), односно „Chamfer“ (за закошене ивице) (Слика 6.6).



Слика 6.6: Заобљене и оборене ивице погонског каишника

Израда модела гоњеног каишника врши се на врло сличан начин.

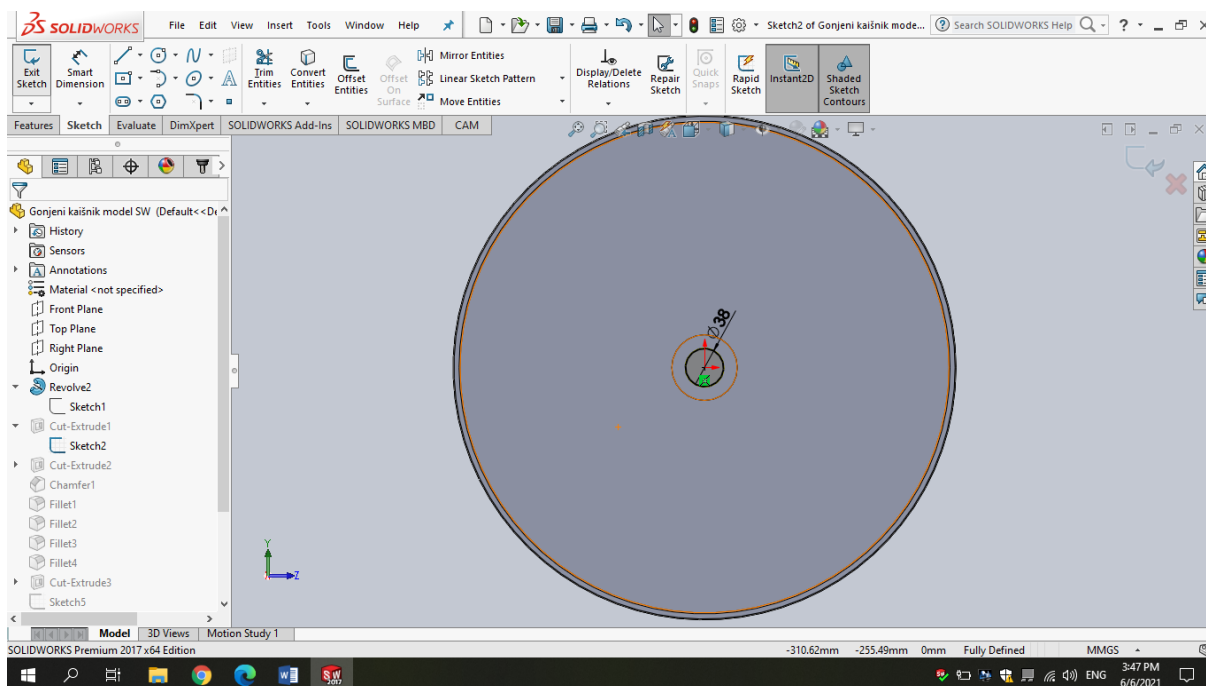
Неопходно је у Sketch-у нацртати половину каишника, са мерама гоњеног каишника, добијеним у прорачуну (Слика 6.7).



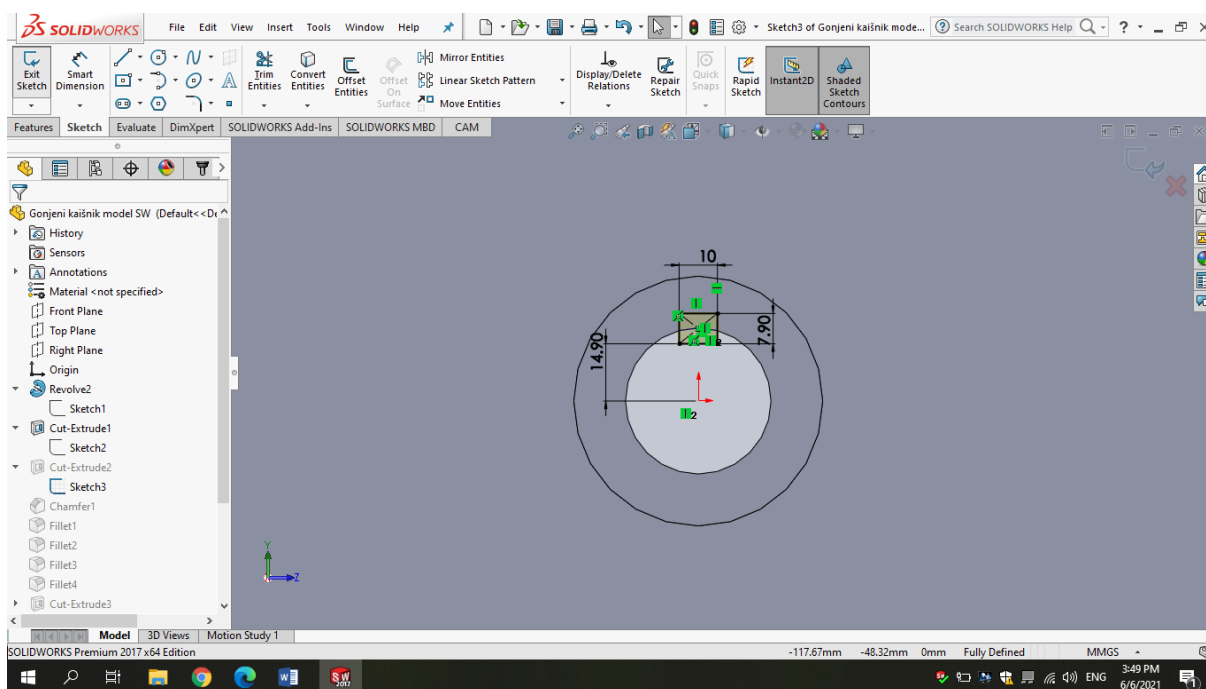
Слика 6.7: Скица гоњеног каишника

Изласком из скице, и одабиром команде „Revolve“ ротира се скица за 360°. Након тога добија се 3-D модел гоњеног каишника.

Израда отвора за вратило (Слика 6.8) и клин (Слика 6.9), како би се остварила веза између каишника и вратила, врши се одабиром равни у којој се налази главчина и израдом скице отвора (први већи стандардни пречник вратила који је усвојен у прорачуну каишника – 38mm за гоњени каишник), као и правоугаоник димензија које одговарају жлебу за клин. Након израде скица, помоћу команде „Extrude Cut“, одстрањује се пун материјал и добија неопходна шупљина.

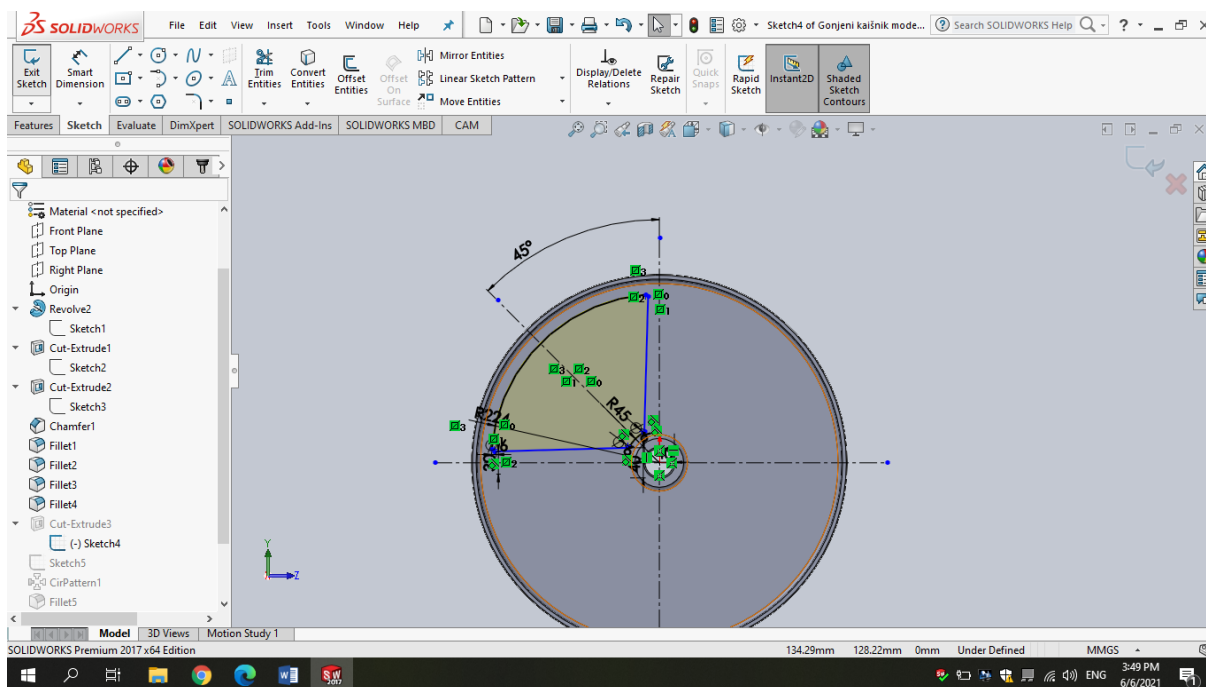


Слика 6.8: Скица израде отвора за вратило гоњеног каишника



Слика 6.9: Скица израде жлеба за клин гоњеног каишника

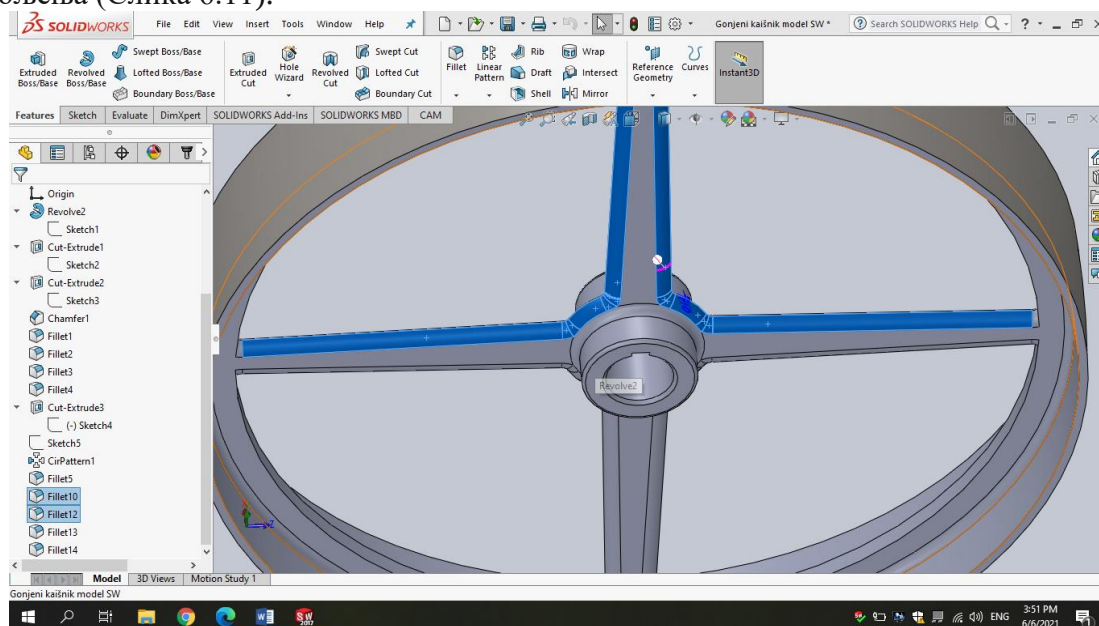
Приликом прорачуна гоњеног каишника, због његових великих димензија, закључено је да га је неопходно урадити и са паоцима. Потребан број паока $N=4$, димензија $a=20\text{mm}$ и $b=10\text{mm}$. Израда се врши у Sketch-у, у равни у којој се налази ребро гоњеног каишника (Слика 6.10).



Слика 6.10: Скица израде паока гоњеног каишника

Након израде једне четвртине скице, обзиром да се ради о осносиметричном делу, није потребно понављати поступак цртања скице, већ помоћу опције „Extrude Cut“ уклања се материјал, као код претходног каишника, а затим помоћу опције „Circular Pattern“, копира се „шупљина“ за 360° и настају паоци.

Обзиром да паоци имају елипсасти облик, неопходно је изградити њихово заобљење, што се врши опцијом „Fillet“, одабиром површина и задавањем величине заобљења (Слика 6.11).



Слика 6.11: Заобљење ивице паока

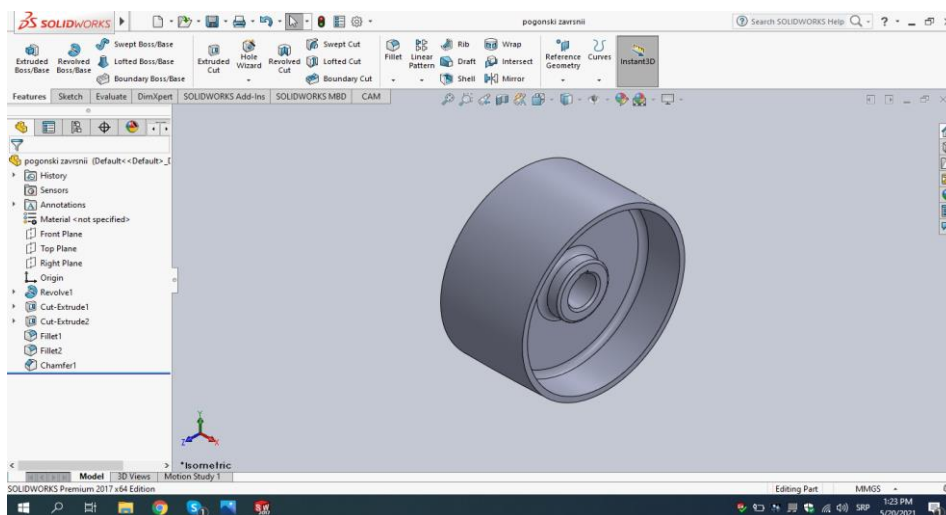
6.1 Моделирање, техничка документација и симулација рада каишника

Израда модела погонског (Слика 6.12) и гоњеног (Слика 6.13) каишника се врши на основу неопходних димензија добијених у прорачуну датог каишног преносника као и конструктивном усвајању непознатих мера (мере које нису добијене у прорачуну каишника), применом поступака који је описан у претходном поглављу.

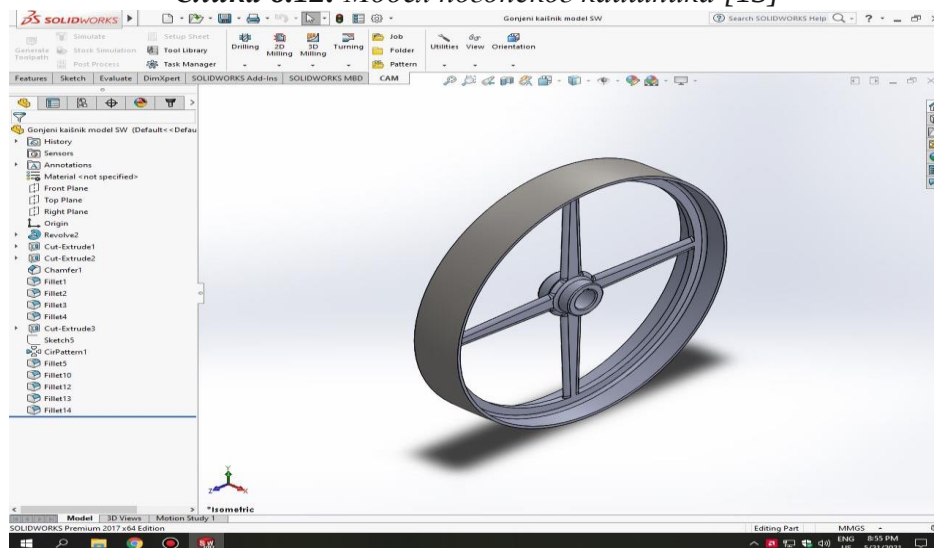
Основне димензије за израду скице, односно модела каишника су:

- пречник каишника – d ,
- заобљење венца каишника – h_1 ,
- пречник главчине каишника – d_g ,
- дужина главчине каишника – l_g ,
- пречник вратила – d_{vr} ,
- мере клина – t , t_1 , b ,
- број паока – N .

Након израде скице каишника, креира се модел каишника.



Слика 6.12: Модел погонског каишника [13]



Слика 6.13: Модел гоњеног каишника [13]

Технички цртежи погонског и гоњеног каишника као и комплетна техничка документација дати су у Прилогу рада.

7. Закључак

Основна намена каишних преносника је да пренесу снагу и кретање од погонске до радне машине. Каишни преносници су у употреби у разним сферама индустрије. Поред машинства, налазе намену и у пољопривреди, рударству, грађевинарству, шумарству и сл. Постоји много произвођача и дистрибутера на свету који се баве производњом и дистрибуцијом ових преносника, а неки од њих су: „ContiTech“, „INA“ и „Dayco“.

Каишни преносници имају веома значајну улогу у машинској индустрији. Захваљујући веома обимним истраживањима и искуствима, данас је могуће извршити оптимални избор каишног преносника.

Поступак избора одговарајућег каишног преносника није ни мало једноставан задатак и највише зависи од постављених захтева, као и самих услова преноса.

Ако су захтеви мале димензије, константан преносни однос, висок степен искоришћења, велика издржљивост и трајност у раду, низак ниво буке и вибрација, онда су каишни преносници свакако у предности у односу на остале типове преносника и прилично су заступљени у пракси, поготово у аутомобилским, текстилним и пољопривредним машинама.

У раду је најпре указано на улогу каишних преносника, дате су карактеристике, врсте, особине каиша и каишника од композитних материјала као и конструкциони облици, што би могло да буде од помоћи онима који желе нешто више да сазнају о овим преносницима.

Потом је дат конкретан пример прорачуна каишних преносника, где је у примеру на основу познатих вредности снага, бројева обртаја погонске и радне машине, као и угла нагиба преносника извршено димензионисање каишног преносника, а затим и провера напона и носивости каиша.

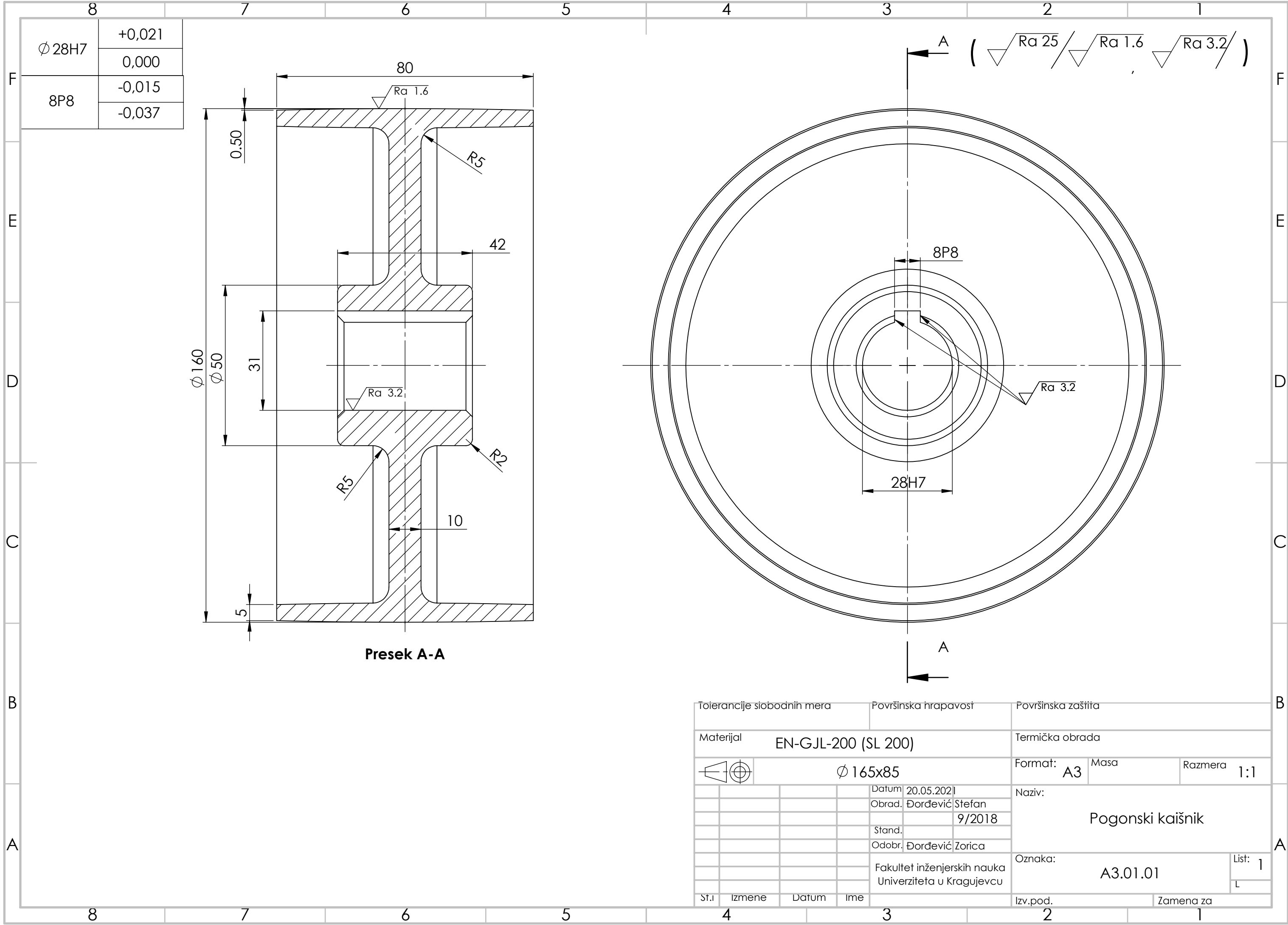
На крају је поступно објашњен поступак израде модела погонског и гоњеног каишника у софтверском пакету „Solidworks“, израда анимације преноса снаге и кретања каишника, као и израда техничке документације у поменутом софтверу.

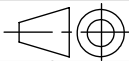
8. Литература

- [1] Николић Вера: Машински елементи-теорија, прорачун, примери, Крагујевац, 2004. год.
- [2] Стојановић Блажа, Благојевић Мирко: Механички преносници, Крагујевац, 2015. год.
- [3] Радојка Глигорић: Машински елементи, Нови Сад, 2015. год.
- [4] http://www.masinac.org/downloads/masinski%20elementi%202/prof.%20radivoje%20mitrovic/predavanja/me2_p8_remeni_prenosnici.pdf, приступљено 25.03.2021.
- [5] http://www2.masfak.ni.ac.rs/uploads/articles/www2_kaini_prenosnici.pdf, приступљено 26.03.2021.
- [6] [untitled \(bg.ac.rs\)](http://untitled.bg.ac.rs), приступљено 25.03.2021.
- [7] [Kaišni Prenosnici \(scribd.com\)](http://Kaišni.Prenosnici.scribd.com), приступљено 26.03.2021.
- [8] <http://cent.mas.bg.ac.rs/nastava/statut99/ma/tehnedusis/radstud/kaisniparovi.pdf>, приступљено 28.03.2021.
- [9] https://www.google.com/search?q=%D0%BA%D0%B0%D0%B8%D1%88%D0%BD%D0%B8+%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%B8%D1%86%D0%B8&sxsrf=ALeKk01JgLPJwPFeJOquLQpq_jdXkbF6yQ:1617104793953&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwj97rm-NfvAhUGLewKHbImBUwQ_AUoAnoECAEQBA&biw=1280&bih=881, приступљено 28.03.2021.
- [10] <http://cent.mas.bg.ac.rs/nastava/statut99/ma/tehnedusis/radstud/kaisniparovi.pdf>, приступљено 25.03.2021.
- [11] Милтеновић Војислав: Машински елементи – облици, прорачун, примена, Ниш, 2009. год.
- [12] http://jurprom.com/upload/tbl_clanci/riemen_komponenten_hr_152648.pdf, приступљено 05.04.2021.
- [13] Софтвер „Solidworks 2017“, приступљено 29.05.2021

ПРИЛОГ

Радионички цртежи погонског и гоњеног каишника



Tolerancije slobodnih mera				Površinska hrapavost				Površinska zaštita					
Materijal				EN-GJL-200 (SL 200)				Termička obrada					
				Ø 165x85				Format: A3		Masa		Razmera 1:1	
				Datum 20.05.2021				Naziv: Pogonski kaišnik					
				Obrad. Đorđević Stefan									
				9/2018									
				Stand.									
				Odobr. Đorđević Zorica									
				Fakultet inženjerskih nauka Univerziteta u Kragujevcu				Oznaka: A3.01.01		List: 1			
										L			
St.1		Izmene		Datum		Ime		Izv.pod.			Zamena za		

