

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Производно машинство

Предмет: Савремени обрадни системи

Број индекса: 349/2012

Срђан М. Церовић

**Примена универзалног стезног прибора код
CNC обраде великих делова**

мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

**1. Др Богдан Недић редовни професор -
ментор**

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог мастер рада кандидат треба да изврши анализу CNC технологије обраде, представи основне елементе CNC обрадног система, да опише карактеристике CNC машине намењене за обраду великих делова у предузећу Wacker Neuson у Крагујевцу. За потребе израде елемената руке багера различитих димензија, пројектовати универзални стезни прибор за стезање при обради отвора на описаној машини.

Препоручена литература:

[1] TADIĆ B., VUKELIĆ Đ, Z JURKOVIĆ: Alati i pribori, Fakultet inženjerskih nauka u Kragujevcu, 2008 godina.

[2] KOVAČEVIĆ R., Numerički upravljane mašine alatke i njihovo programiranje, Naučna knjiga, 1987. Beograd.

[3] NEDIĆ B., CNC obradni sistemi, Priručnik za programiranje mašina alatki (u pripremi), Kragujevac, 2008.

Крагујевац, датум

ментор:

Др Богдан Недић редовни професор

Резиме рада:

Циљ овог мастер рада био је приказати анализу CNC технологије и основне елементе CNC обрадног система. Такође, у раду је описана CNC вертикална глодалица и њене карактеристике, описани су и производи који се на њој обрађују у предузећу Wacker Neuson у Крагујевцу.

Анализирано је постојеће стање обраде горње руке багера са аспекта примене стезних прибора. Велики број различитих димензија и облика горње руке багера је захтевао велики број различитих облика прибора.

У оквиру рада извршено је пројектовање универзалног стезног прибора који треба да омогући стезање свих облика и димензија руке багера.

Кључне речи:

CNC глодалица, горња рука багера, стезни прибор, проширивање

Summary of work:

The goal of this master work was to present analysis of CNC technology and basic elements of the CNC machining system. Also, in this work was described CNC vertical milling machine, features and display of the product that are processed in company Wacker Neuson in Kragujevac. The current state of treatment was analysed of excavators from the aspect of clamping tools. A large number different sizes and shapes for the upper arms of excavators require a large number of different types tools.

In framework of the design were made a universal clamping tools which should enable the clamping for all shapes and sizes upper arm excavator.

Keywords:

CNC milling, upper arm excavator, clamping tool, boring

Садржај

1. Увод.....	1
2. Основе CNC технологије.....	2
2.1. Развој CNC машина и карактеристике.....	2
2.2. Програмирање CNC машина.....	5
2.3. Референтне тачке машине.....	6
2.4. Координатни систем.....	7
2.5. Правило десне руке	8
2.6. Програмирање помоћу рачунара	8
3. Карактеристике глодалице CME FS-450.....	11
3.1 Програмирање управљачке јединице TNC i530.....	16
4. Производи који се обрађују на вертикалној глодалици CME FS-450.....	26
5. Анализа постојеће технологије обраде горње руке багера.....	35
6. Предлог новог конструктивног решења за универзални стезни прибор	39
6.1 Пројектовање универзалног стезног прибора.....	39
6.2 Поступак стезања предложеног конструктивног решења	58
6.3 Постављање компоненти система стезања са нултом тачком.....	59
7. Закључак.....	64
8. Литература / Reference	65

1. Увод

Потреба да се неким средством олакша живот довела је до низа фундаменталних открића као нпр точка, косе равни, хидрауличних склопова, електронских компоненти итд, што је омогућило огроман напредак у развоју комплексних машина. Како су се машине развијале, тако се и начин управљања мењао. Израз “машина алатка”, који генерално означава машине које обрађују неки материјал замењујући ручни алат, долази управо из описа намене тих машина. Са почетком употребе уређаја за аутоматско управљање машинама алаткама, многе машине добијају нове могућности, нови изглед и производне особине. Смањује се физичко учешће човека у производњи и негативни утицаји људског фактора на управљање машинама, а повећава производност и економичност. У последњих тридесет година дошло је до значајних промена како у машиноградњи, тако и у управљању машинама. Увођењем рачунара у управљачке процесе добијена је нова врста супер продуктивних машина, тзв. CNC односно машина са компјутерским нумеричким управљањем. CNC машине контролише рачунар, на основу програма који задаје човек одговарајућим програмима или командама. Карактеришу се великом производношћу, прецизним радом и великим бројем радних функција .

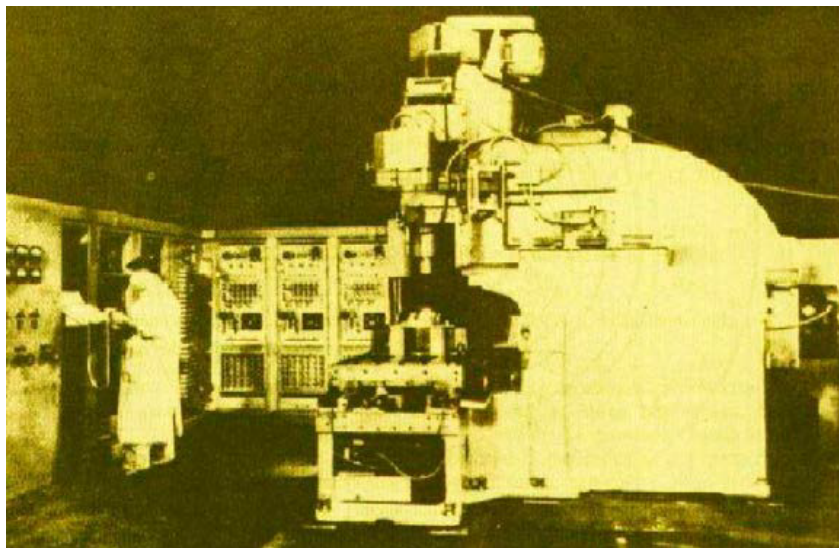
У мастер раду је описан развој и програмирање CNC машина, координатни систем и референтне тачке машине. Такође дате су карактеристике CNC вертикалне глодалице и њене управљачке јединице. Анализирано је постојећа технологија обраде горње руке багера и дат списак производа који се обрађују на описаној CNC глодалици.

Дат је предлог нових конструктивног решења за универзални стезни пробор, који се састоји из три поступка: поступак пројектовања универзалног стезног прибора, поступак стезања универзалног стезног прибора и поступак постављања компоненети система стезања са нултом тачком.

2. Основе CNC технологије

2.1. Развој CNC машина и карактеристике

Прва нумерички управљана алатна машина направљена је у Америци почетком 50-тих година уз помоћ научника МИТ-а (Massatussets Institut of Technology). Новина на машини је било увођење "електронског" управљања помоћу тзв. "УПРАВЉАЧКЕ ЈЕДИНИЦЕ" у коју се програм уносио преко бушене папирне траке. Тадашња управљачка јединица је била већа од саме машине. [1]

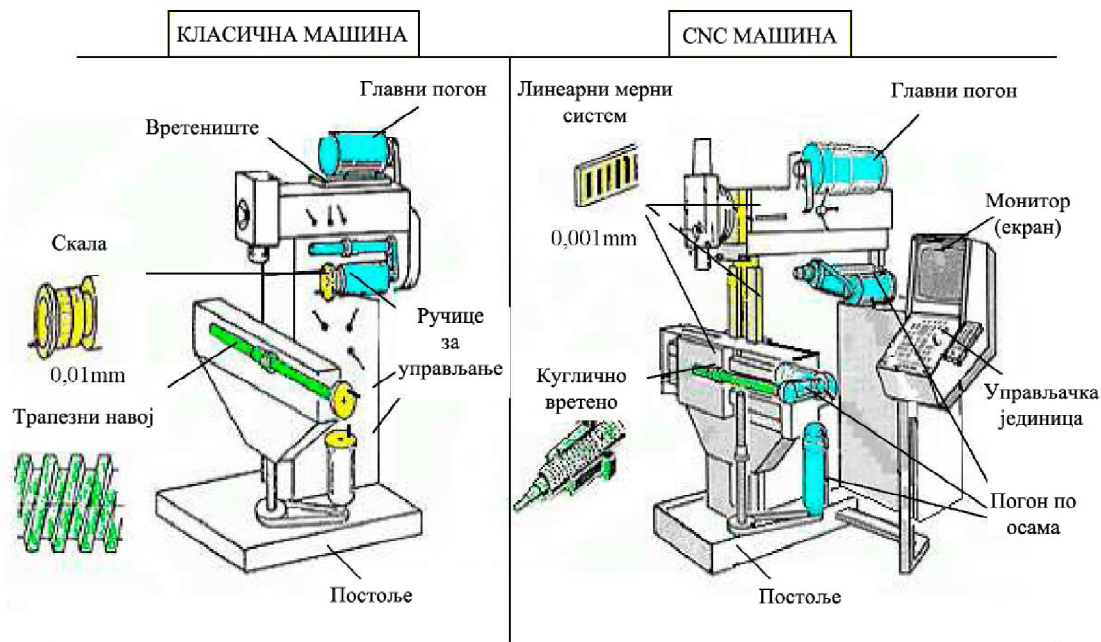


Слика 1. Прва NC машина [1]

Основа нумеричког управљања је управљање машином помоћу унапред дефинисаног програма.

Програм је скуп шифрованих геометријско-технолошко-функционалних наредби којима се путем различитих физичких медија (папирна трака, дискета) дају управљачкој јединици нумерички управљане машине унапред замишљене радње. Прве управљачке јединице биле су без компјутера и носиле су назив NC управљачке јединице (Numerical Control), а будући да се програм састојао од бројева и слова, отуда назив 'нумеричко управљање'.

Данашње управљачке јединице грађене су на принципу коришћења микропроцесора, тј. малог електронског рачунара који се може програмирати и тиме остварити процес нумеричког управљања. Због тога се такве управљачке јединице зову CNC (Computer Numerical Control) управљачке јединице.



Слика 2. Разлике између класичних и CNC машина [2]

Као што се на слици 2. види основне разлике између класичних и CNC машина су следеће:

- **Погон машине** - код класичних машина ради се о заједничком погону тј. један мотор погони и главно вретено и остала кретања радног стола, док код CNC машина постоји један главни мотор за погон главног вретена, а померања по осама остварују посебни мотори.
- **Управљање машином** - изводи се код класичних машина ручно или машински преко ручица за управљање док CNC машине имају управљачку јединицу (тастатура и екран) и раде аутоматски помоћу програма.
- **Мерни систем машине** - састоји се од скале са нонијусом код класичних машина, односно прецизног линеарног система мерења код CNC машина.
- **Помоћно кретање радног стола** - остварује се радијалним или кугличним навојним вретеном (CNC машина).

Нивои управљања:

- управљање по тачки (истовремено кретање само по једној оси - нпр. операција бушења)
- управљање по кривој у равни (истовремено кретање по двема осама)
- управљање по просторној кривој (истовремено кретање по најмање 3 осе - нпр. просторно закривљене плоча - нпр. лопатице турбине)

Карактеристике CNC машина:

1. могућност обраде најсложенијих машинских делова,
2. висока продуктивност,
3. велика брзина рада због повећаних режима рада,

4. робуснија конструкција машине,
5. боље вођење (нпр. куглично навојно вретено), што резултује већом прецизношћу (0.001мм).
6. обилно подмазивање и хлађење алата (до 100 л/мин и више) чиме се продужује век трајања алата
7. коришћење најквалитетнијих алата са резним оштрицама од тврдих метала и керамике. [2]

Најновије машине су тзв. **"обрадни системи"** који обрађују радне предмете веома сложене геометрије са високим степеном тачности. Ове машине омогућавају комплетну обраду радног предмета уз аутоматску измену алата (магацин са механичком руком за измену алата). Радни предмет има могућност закретања и помицања у више смерова. Повезивање више CNC машина чини тзв. **"флексибилни обрадни систем"** - садржи неколико обрадних система повезаних системом транспорта. Најновије достигнуће је повезивање низа флексибилних обрадних система које послужују роботи. То су "фабрике без људи" потпуно аутоматизоване у којима се постиже највећа продуктивност.[3]



Слика 3. Обрадни систем [3]

При самом програмирању претходи одговарајућа припрема која се састоји од израде технолошке документације у техничкој припреми. При томе се морају прикупити подаци о стезним и резним алатима, машини и режимима рада. Програмирање и само писање програма следи након што се изради план резања, који је најважнија технолошка документација. Пре саме израде првог комада на машини, врши се симулација програма. Након што се изради први комад на машини и након евентуалних корекција програма приступа се серијској производњи. Веома важну улогу има служба припреме алата која према технологији поставља одговарајуће алате у магацин алата и врши мерење и подешавање алата.

2.2. Програмирање CNC машина

Процес израде делова на CNC (НУМ - нумерички управљана машина), састоји се од следећих активности:

1. разрада технологије и утврђивање редоследа захвата, алата и режима рада,
2. припрема алата,
3. програмирање,
4. припрема машине,
5. израда првог комада у серији,
6. серијска производња.

Већина набројаних активности постоји и код класичних алатних машина, међутим оно што је својствено CNC машинама, то је **програмирање**.

Програмирање је поступак писања програма према унапред дефинисаној технологији, а може се обавити ручно или помоћу рачунара.

РУЧНО ПРОГРАМИРАЊЕ подразумева писање програма од стране технолога ручно, тј. пише се сваки ред програма према дефинисаној технологији.

ПРОГРАМИРАЊЕ ПОМОЋУ РАЧУНАРА - подразумева аутоматско програмирање самог рачунара на основу изабраних параметара програмера као што су димензије припремка, пут алата, избор алата, режима рада итд. у посебним софтверима као што су CATIA, MASTERCAM, SOLIDCAM и др. Такође је могућа симулација програма и испис самог програма у изабраним управљачким јединицама. Овим се скраћује време и смањују трошкови израде програма, па је бржа израда првог комада на машини. Програмирање подразумева израду следеће документације:

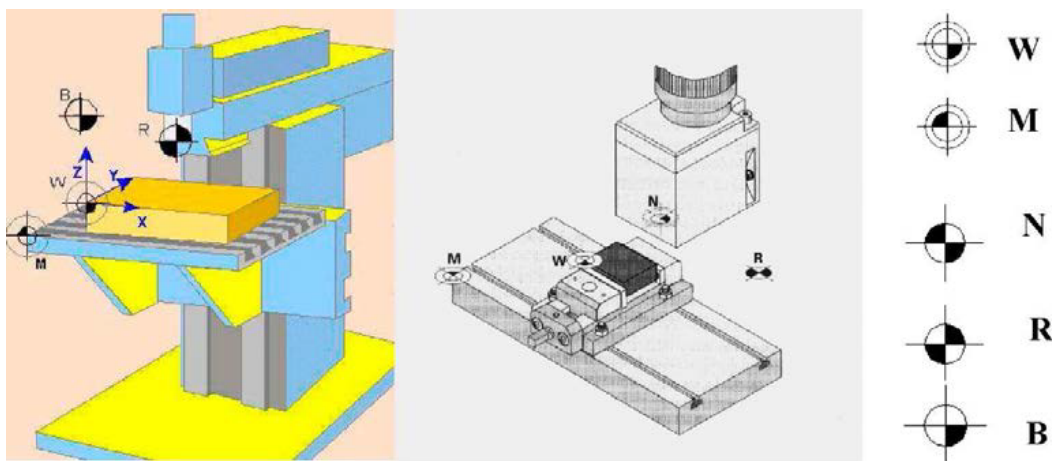
- **операциони лист** - садржи редослед операција радног предмета са потребним режимима рада и временима израде,

- **план алата за радни предмет** - садржи попис свих коришћених алата за обраду према редоследу коришћења, потребне мере, стандарде режиме и корекције,
- **план стезања** - обухвата основне габарите радног простора, положај радног предмета на машини, тачке ослањања предмета и место стезања као и положај нулте тачке,
- **план резања** - је главни документ за испис програма на којем су видљиве путање кретања алата за сваку операцију. Прати се пут кретања врха алата од почетка до краја обраде,
- **писање програма** - или краће ПРОГРАМ је задњи и најважнији документ по којем се уносе наредбе за управљање машином. Разрађени програм уноси се у програмски лист [4].

2.3. Референтне тачке машине

Код програмирања CNC машина потребно је познавати одређене референтне, односно нулте тачке које дефинишу координатни систем и сам алат.

Референтне тачке CNC глодалице



Слика 4. Нулте тачке код глодалице [4]

W - Нулта тачка обрадкa (Workpiece zero point) Тачка везана за предмет. Слободно се мења према потребама конструкције или израде. У овој тачки је почетак координатног система које је пребачено из тачке М и она олакшава програмирање.

М – Нулта тачка машине (Machine zero point) Позиција ове тачке се не може мењати. Одређена је од стране произвођача CNC машине. Она је почетак координатног система и од ње се прорачунавају сви помаци алата.

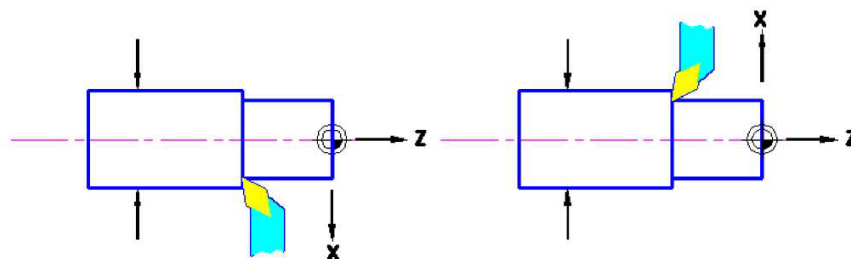
Н - Референтна тачка алата (Tool mount reference point) Почетна тачка од које се мере сви алати. Лежи на оси држача алата. Одређена је од стране произвођача и не може се мењати.

Р- Референтна тачка (Reference point) Тачка у радном подручју машине која је детерминисана са крајњим прекидачима. Служи за калибрисање мерног система и у почетку рада са машином морамо довести алат у тачку Р.

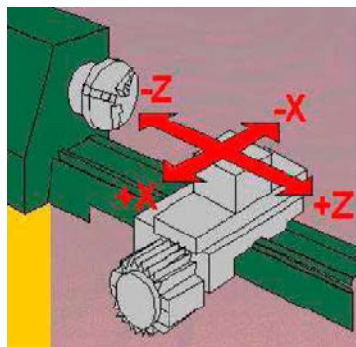
Б - Почетна тачка алата (Begin point) Од ове тачке алат почиње са обрадом и у њој се врши измена алата. Није неопходно да буде дефинисана.

2.4. Координатни систем

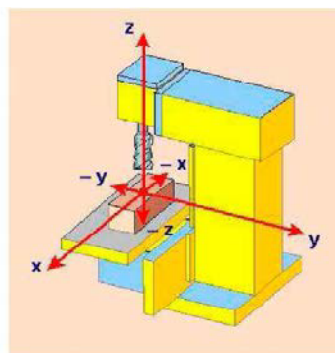
Код CNC струга координатни систем је двоосни, тј. у оси предмета обраде налази се оса Z, а управно на осу обратка оса X. Позитивна оса X може бити постављена у једном или другом смеру што зависи од положаја алата, односно револверске главе у односу на предмет обраде (видети слику 5.). Координате са негативним предзнаком (-x, -y) означају кретање алата према радном предмету, а позитивни предзнак значи одмицање алата од радног предмета. Код CNC глодалица координатни систем је троосни X,Y,Z (видети слику 7.).



Слика 5. Координатни систем CNC струга [4]



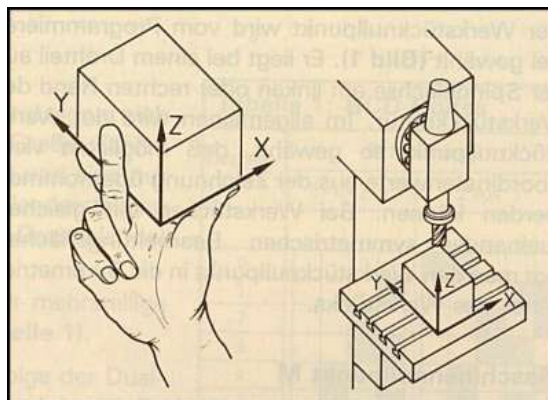
Слика 6. Коорд. систем за ТУРН 55 [4]



Слика 7. Коорд. систем за MILL 55 [4]

2.5. Правило десне руке

Одређивање позитивног смера координатног система одређује положај прстију десне руке, односно палац показује у позитивном смеру осе X, кажипрст у позитивном смеру осе Y, док средњи прст показује позитивни смер осе Z.



Слика 8. Правило десне руке [4]

2.6. Програмирање помоћу рачунара

Основни недостаци ручног програмирања могли би да се искажу следећим констатацијама:

- програмер мора да мења коте са цртежа и да их прилагођава координатном систему машине,
- програмер мора сам да дефинише геометрију дела, тј. да израчунава поједине карактеристичне коте и да до најситнијих детаља дефинише пут алата,
- сваки захват или покрет алата, или клизача, мора се посебно дефинисати и шифрирати сагласно шифрама које "разуме" управљачка јединица машине,

Као последице ових недостатака могу да се наведу следеће констатације:

- ручно програмирање код већег броја машина и компликованијих делова постаје "уско грло",
- потребно је више квалификованих програмера,
- сам технолошки поступак израде делова траје дуже услед спорог програмирања, што поскупљује производ,
- већа је могућност грешака, нарочито код сложенијих делова.

Циљеви аутоматског програмирања НУМА уз помоћ рачунара могу се исказати на следећи начин:

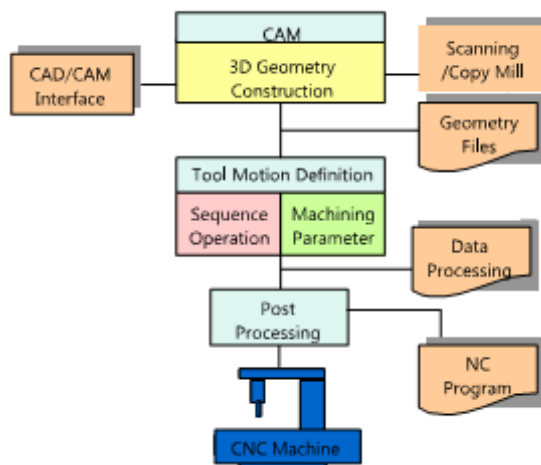
- аутоматски прорачун путање алата на основу што краћег и једноставнијег описа жељене путање алата,
- аутоматско дефинисање захвата обраде и њиховог редоследа у случајевима када је редослед стандардан,
- сам проблем програмирања дефинисати описно коришћењем правила специјално развијеног симболичког језика,
- аутоматизовано одређивање режима обраде,
- аутоматизовани избор резног алата и стезног прибора,
- аутоматско прерачунавање координатног система.

Предности примене аутоматског програмирања НУМА су:

- бржа и јефтинија израда програма,
- програми су краћи и независни од произвођача машине,
- мања је могућност уноса грешака приликом рачунања,
- боље је искоришћење програмера,
- омогућено је управљање и просторним (контурним) системима обраде.

Основне карактеристике система производње помоћу рачунара су :

- a) Геометријско моделирање / CAD интерфејс
- b) Дефиниција покрета алата
- c) Обрада података
- d) Додатна обрада
- e) Пренос података



Слика 10. Дијаграм тока CAM система [5]

3. Карактеристике глодалице CME FS-450

Глодалица се користи за обраду делова горње руке багера разбушивањем и глодањем.

На следећим сликама дат је приказ вертикалне глодалице CME FS-4 450, и управљачке јединице, која се налази у компанији Wacker Neuson у Крагујевцу.



Слика 11. Вертикална глодалица CME FS4 -450



Слика 12. Управљачка јединица HAIDENHAIN TNC-и530M



Слика 13. Управљачка јединица HAIDENHAIN са преносним командном таблом за ручно управљање HAIDENHAIN HR- 410

Опште карактеристике [6]

1. Модел..... FS-4
2. Тип глодалице..... 450
3. Димензије радног стола:..... X= 3000, Y=1200, Z=1000
4. Радни опсег машине X= 3040 ,
 - i. Y= 1240
 - ii. Z=1040
5. Нумерички управљачка јединица HAIDENHAIN TNC- i530M
6. Преносни електрични џојстик..... HAIDENHAIN HR -410
7. Фрескоп.ручни, 4000 обртаја у минути
8. Стандард.ISO-50, DIN-69871
9. Табла.....CE-2
10. Напон..... 400 V
11. Подешена на..... 400 V
12. Фреквенција.....50HZ
13. Снага и тип мотора.....22KW MPH-112B
14. Снага сервомотора (X оса).....38Nm MPH-112C
15. Снага сервомотора (Y оса).....28Nm MPH-112B
16. Снага сервомотора (Z оса).....38Nm MPH-112C
17. Снага хидрауличке пумпе.....1.1 Kw
18. Снага мотора система за подмазивање.....0.43 Kw
19. Укупна маса машине.....21900 кг

Управљачка јединица HAIDENHAIN TNC- i530M је разноврсна управљачка јединица намењена за глодање, бушење и разбушивање, као и обраду на обрадним центрима. Има изузетно широк спектар сложених апликација при којима се користи:

- универзалне машине за глодање,
- високобрзинске машине за глодање,
- пето осно машинирање са обртном главом и ротационим столом,
- пето осно машинирање на веома великим машинама,
- разбушивање,
- обрадни центри и аутоматизовано машинирање (мисли се на палетне системе).

Основне карактеристике TNC i530 је оптимизована серво контрола (енг.Motion Control), кратко време обраде блока инструкција и посебне контролне стратегије. Омогућава да се достигну веома високе брзине обраде и најбоља могућа прецизност контура, нарочито приликом обраде 2-D контуре или 3-D површине, пре свега захваљујући јединственом дигиталном дизајну и интегрисаном дигиталном контролом серво погона, укључујући и претвараче. DCM динамичка контрола колизије на TNC i530 циклично прати радни простор машине за могуће колизије са компонентама машине и опреме за стезање. Захваљујући опцији AFC контроле брзине кретања, TNC i530 регулише брзине кретања аутоматски према снази главног вретена и других параметара обраде. На тај начин је оптимизовано машинско време, омогућено надгледање алата и смањено хабање машине.

Прилично је једноставна за руковање које се заснива на оперативном систему Windows 2000. Процесор који служи за извршавање апликација је Intel Pentium и он нема функцију управљања машином, већ се за то користи посебан процесор. На овај начин омогућена је велика брзина процесирања блокова података.

Табела 1: Карактеристике TNC i530 [7]

Број оса	9 плус вретено
Меморија за програме	Хард диск
Време процесирања блока података	0,5 m/s
Обрада високим брзинама	Веома глатка контрола путање алата
3D обрада	- процесирање 256 блокова података унапред - закретање радне површи - 3D компензација алата - TCP (Tool Center Point) менаџмент - SPLINE интерполација
Интерфејс за пренос података	Fast Etherne 100 Baze T

Додатна опрема за HEIDENHAIN је уређај HEIDENHAIN TS220/TS630, који се монтира на машину попут алата. Овај уређај има интерфејс за прихват у главно вретено и служи за:

- одређивање кординатног система обратка,
- компензација свих неправилности у постављању радног предмета на сто машине,
- контрола димензија радног предмета,
- дигитализација радног предмета.

Други уређај TT130 се поставља на радни сто и служи за:

- мерење дужине алата,
- мерење радијуса алата,
- мониторинг ломова алата,
- ажурирање података о алатима. [7]



Слика 14. HEIDENHAIN TS220/TS630 [8]



Слика 15. HEIDENHAIN TT130 [9]

а) Програмирање управљачке јединице TNC и530

Програмирање управљачких јединица HEIDENHAIN може се извести на два начина: ISO програмирање и програмирање развијеним програмским језиком развијеним од стране произвођача.

1. ISO програмирање

Код ове врсте програмирања поред коришћења стандарних функција карактеристичних код свих произвођача управљачких јединица, користе се и многобројне функције карактеристичне само код HEIDENHAIN-а.

Г код (функција путање алата) користи се за дефинисање кретања алата по правим линијама или кружним луковима.

М функције служе за:

- стартовање и прекид програма,
- машинске функције, као што су укључивање/искључивање главног вретена и средства за хлађење и подмазивање и
- понашање алата при кретању по некој контури.

У овој управљачкој јединици омогућено је програмирање са Q параметрима. При томе се уместо програмирања нумеричких вредности, уносе маркери који се називају Q параметри. Вредности ових параметара се додељују одвојено помоћу Q параметарских функција.

2. Програмом развијеним од стране HEIDENHAIN-а

Овај начин програмирања је олакшан постојањем готових програмских циклуса за бушење, глодање цепова и обраду многих других стандардних форми. [7]

Опис тастера HEIDENHAIN TNC i530

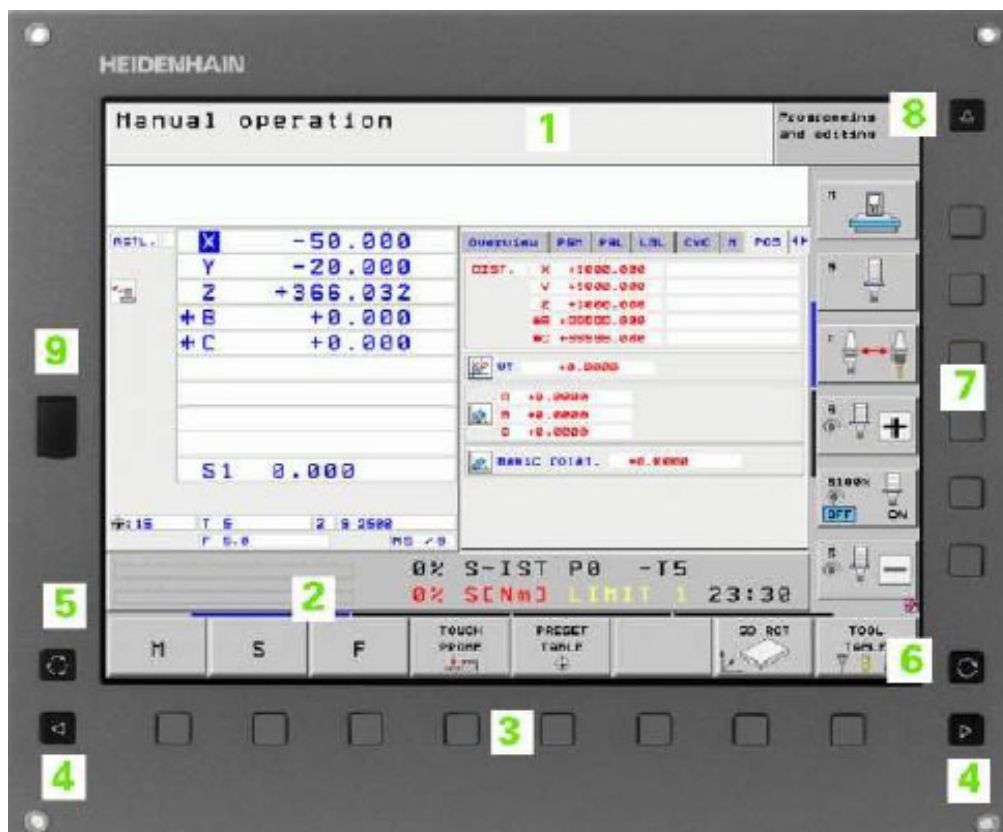
На слици 16 дат је приказ командне табле HEIDENHAIN TNC i530 управљачке јединице, која се састоји из:

- екрана управљачке јединице и његових тастера
- тастатуре управљачке јединице, и
- машинске контролне табле



Слика 16. Командна табла HEIDENHAIN TNC i530 управљачке јединице [7]

- Екран управљачке јединице и њени тастери



Слика 17. Екран управљачке јединице TNC и530 [7]

1. **Заглавље:** Када је управљачка јединица укључена у заглављу екрана је приказан изабрани МОД: Машински МОД је приказан на левој, а МОД за програмирање на десној страни заглавља.
2. **Софтверске картице**
3. **Тастери за селектовање софтверских картица**
4. **Стрелице за померање софтверских картица**
5. **Подешавање изгледа екрана**
6. **Тастер за брзи прелазак из машинског мода у мод за програмирање**
7. **Тастери за селектовање софтверских картица**
8. **Софтверске картице које постављају произвођачи машине**
9. **УСБ прикључак**

- Опис тастатуре

Слика 18. Тастатура управљачке јединице [7]

Тастатура се састоји се следећих компоненти:

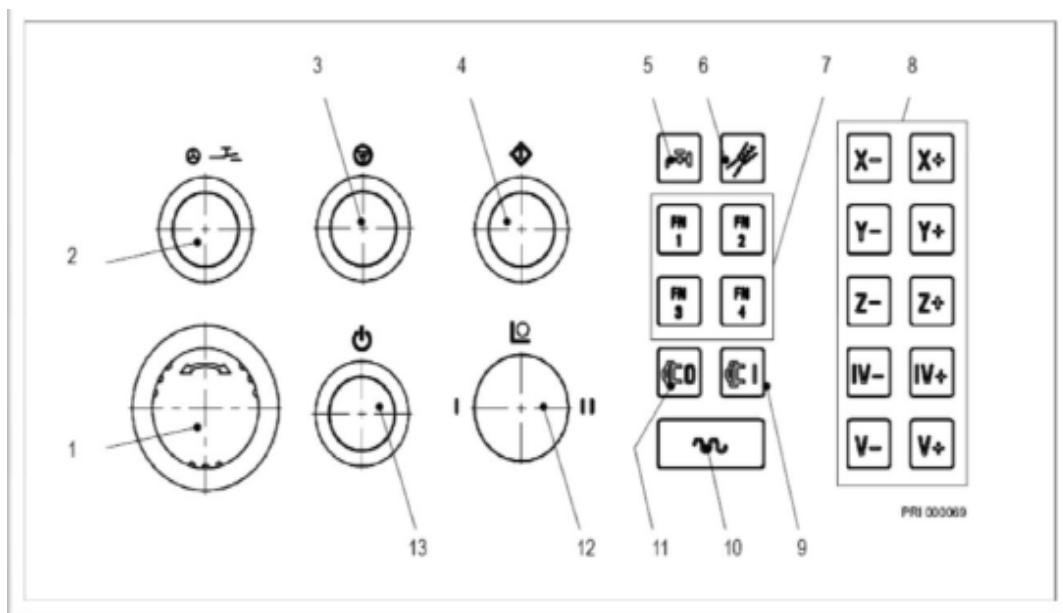
1. **Алфанумеричка тастатура** за унос текста, имена фајлова, и за ISO програмирање
2. **Додатни тастери за windows операције**
 - одабир или брисање програма и датотека (file-ова) трансфер спољњих података
 - дигитрон
 - МОД функције
 - HELP функције
3. **Машински оперативни МОД-ови**
4. **Програмски МОД-ови**
5. **Тастери за програмирање**
6. **SMART NC навигациони тастери**

7. Нумерички унос података и бирање радне осе
8. Стрелице за директно позиционирање на блокове, циклусе и параметарске функције
9. **Touchpad**: (екран осетљив на додир, може се користити као РС миш код лартоп рачунара)

е) Машинска контролна табла

Машинска тастатура представља доњи део контролне табле. Које ће функције бити активне зависи од произвођача машине и опреме. Састоји се од више подгрупа управљачких функција.

1. **EMERGENCY STOP** (тренутно заустављање рада машине)
2. Тастер за ауторизацију
3. **NC-Стоп**
4. **NC-Старт**
5. **Расхладно средство On/Off**
6. **Програмабилна бризгаљка расхладног средства**
7. Тастери за **Ф** функције
8. Тастери за ручно покретање оса
9. **START** вратила
10. **Брзи посмак**
11. **STOP** вратила
12. Тастер прекидача
13. Тастер за искључивање / укључивање



Слика 19. Контролна табла машине [7]

ф) Функцијски тастери

Детаљан опис функцијских тастера који се користе у овој управљачкој јединици при програмирању дат је у следећим табелама. [8]

	Приказ контуре, одмицање од контуре
	Слободно програмирање контуре
	Праволинијско кретање
	Центар кружнице
	Кружница са центром

	Кружница са радијусом
	Кружница са тангенцијалним спојем
	Закошење
	Заобљење

Функционални тастери за ручно (2D) програмирање

Тастери за циклусе и понављање програмске секције

 	Дефинисање и позив циклуса
 	Постављање и позив циклуса и понављање програмске секције
	Унос програмског СТОП у програм
	Унос функције Touch пробе у програм

Функције алата

	Дефинисање дужине алата или радијуса алата
	Позивање алата

Управљање програмом

	Одабир или брисање програма или датотека
	Позивање програма у програму
	Одабир функције МОД
	Приказивање текста помоћи
	Дигитрон
	Приказивање текста о NC грешкама

Одабир програмских радних модова

	Програмирање и исправљање програма
	Симулација програма

Унос и исправљање кордината и бројева

	Одабир радне осе
	Бројеви
	Децимални зарез
	Предзнак
	Улаз у поларне кординате
	Инкрементне димензије
	Q-параметри
	Хватање тренутне позиције алата
	Потврда уноса и наставак дијалога
	Крај блока
	Брисање програмске секције
	Брисање програмске реченице
	Прескакање путање из дијалога и брисање речи

Одабир радних модова машине

	Ручно управљање
	Електронски ручни точкић
	Позиционирање ручним уносом података (МДИ)
	Извршење програма блок по блок
	Пуно извршење програма

**Померање ознака, директно позиционирање на блокове, циклусе и
параметарске функције**

	Померање ознака
	Директно позиционирање на блокове, циклусе и параметарске функције

4. Производи који се обрађују на вертикалној глодалици CME FS-450

На описаној глодалици се обрађују горња рука багера, за више модела произвођача Wacker Neuson.

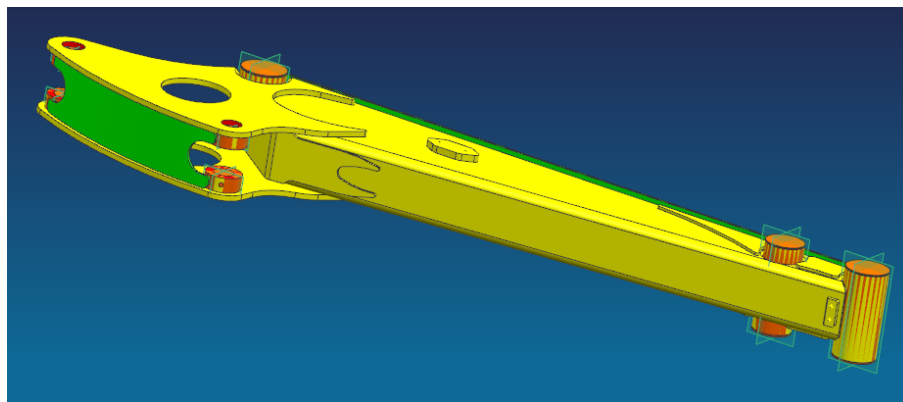
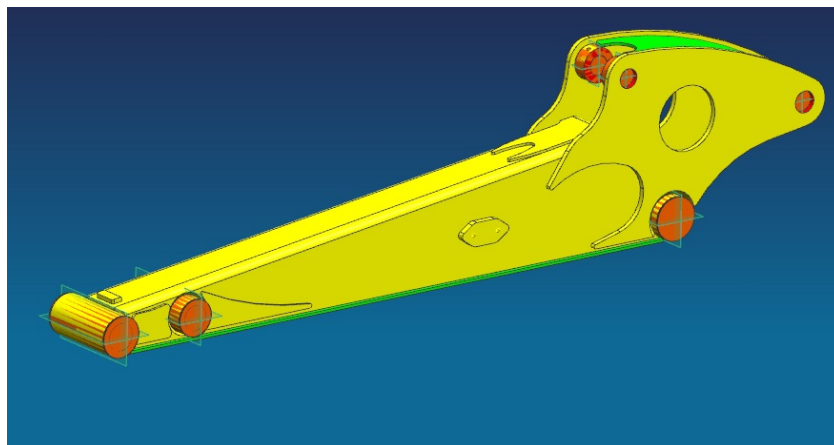
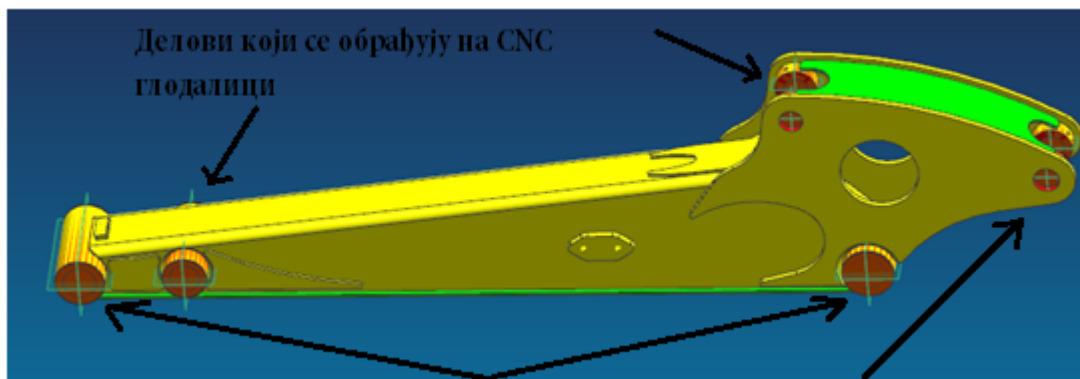


Слика 20. Горња рука за више типова багера произвођача Wacker Neuson [10]

Производи (горња рука багера) који се обрађују на поменутој глодалици су:

1) LOFFESLSTIEL KURZ 50 Z3

"KURZ"- у преводу краћи

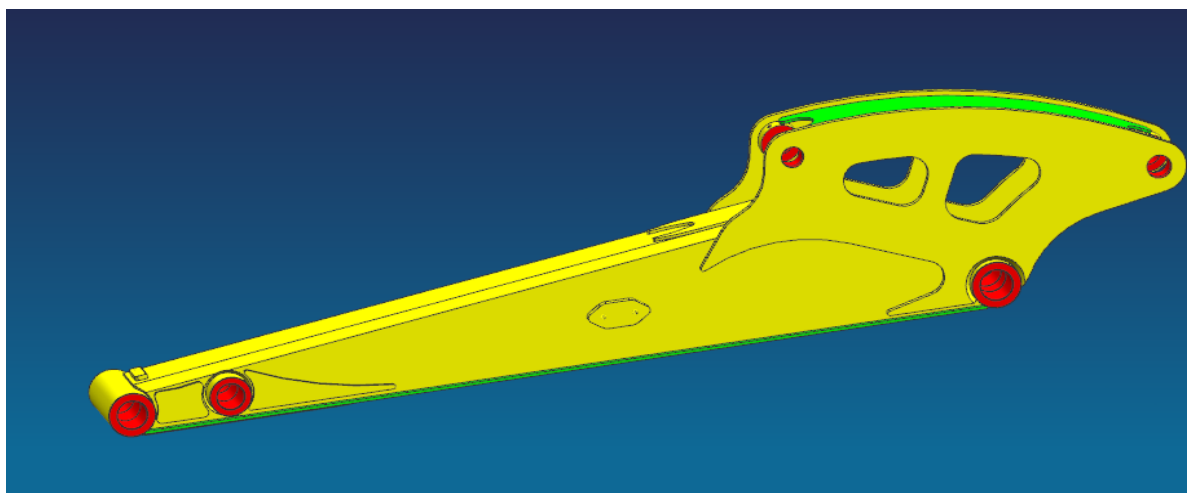
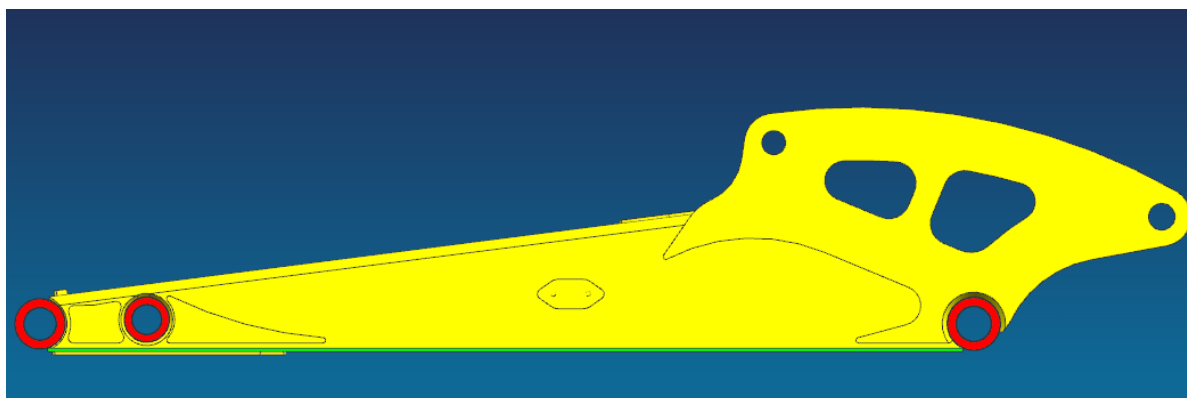
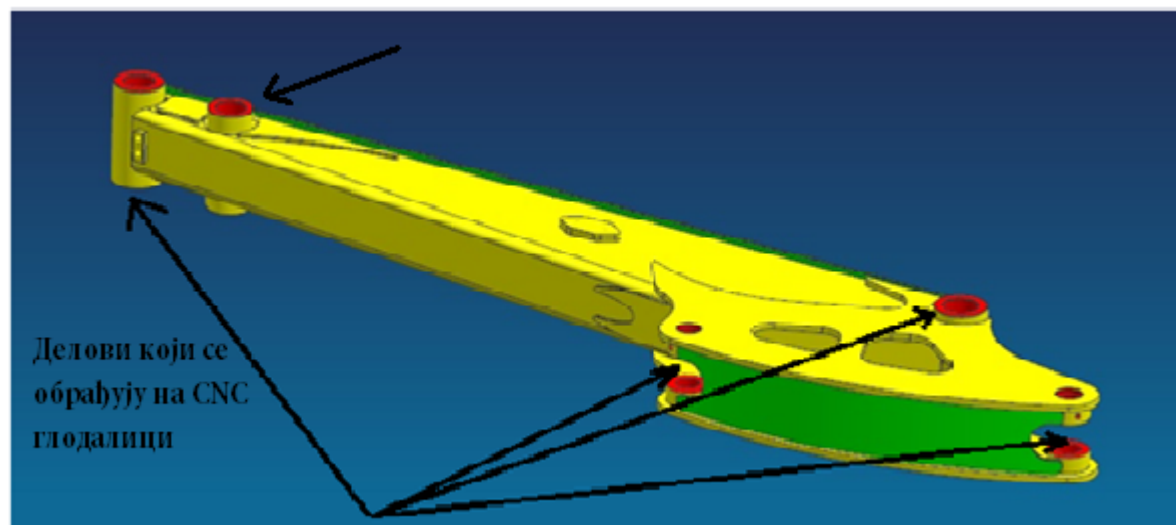


Слика 21. Loffeslsteel 50 z3 краћи

Дужина горње руке багера креће се у опсегу од 1255-1500мм, висина чаура 134-155мм и ширина чаура 262,5-266,5 мм.

2) LOFFESLSTIEL LANG 50 Z3

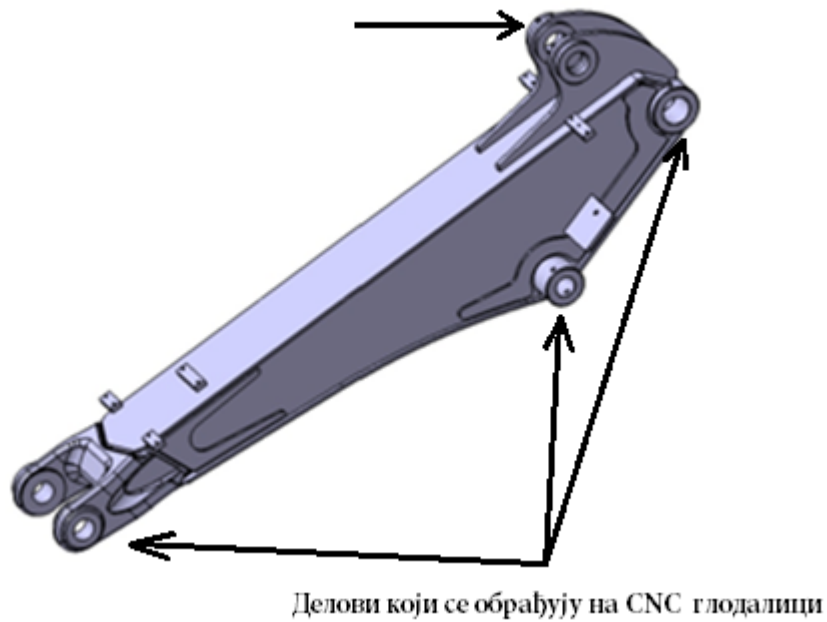
"LANG"- у преводу дужи



Слика 22. Loffeslstiel 50 z3 дужи

3) KNICKARM OBEN 6003

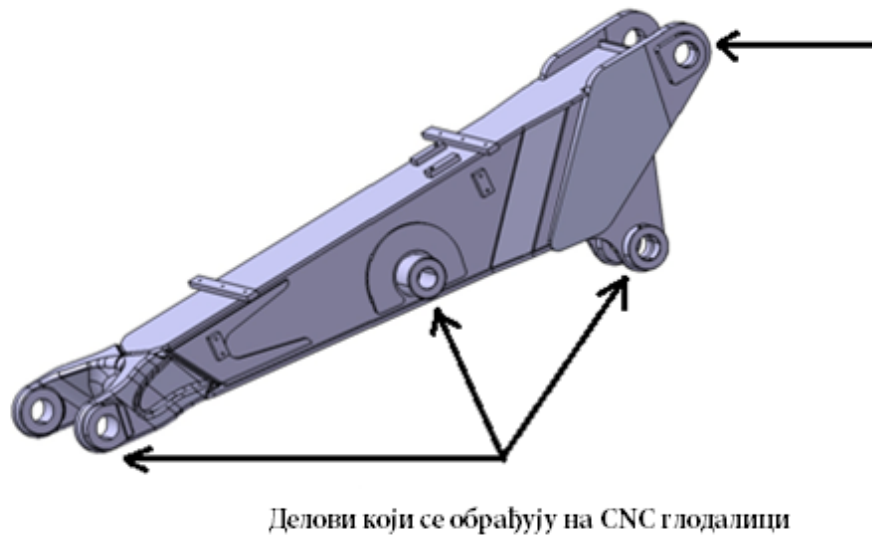
"6003"- означава укупну тежину комада 6 тона



Слика 23. Knickarm oben 6003

4) KNICKARM UNTEN 6003

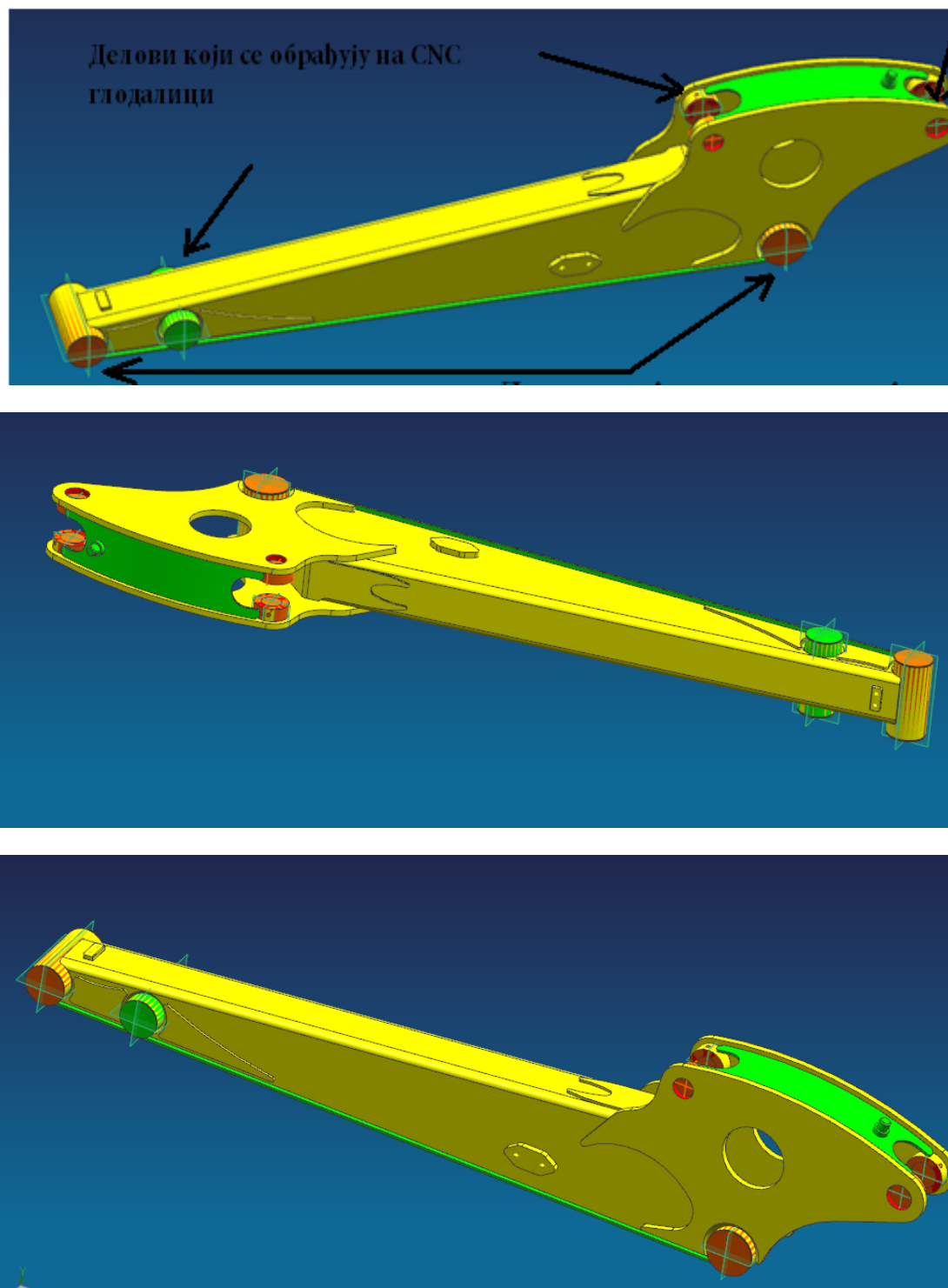
"6003"- означава укупну тежину комада 6 тона



Слика 24. Knickarm unten 6003

5) LOFFELSTIEL 6003 KURZ

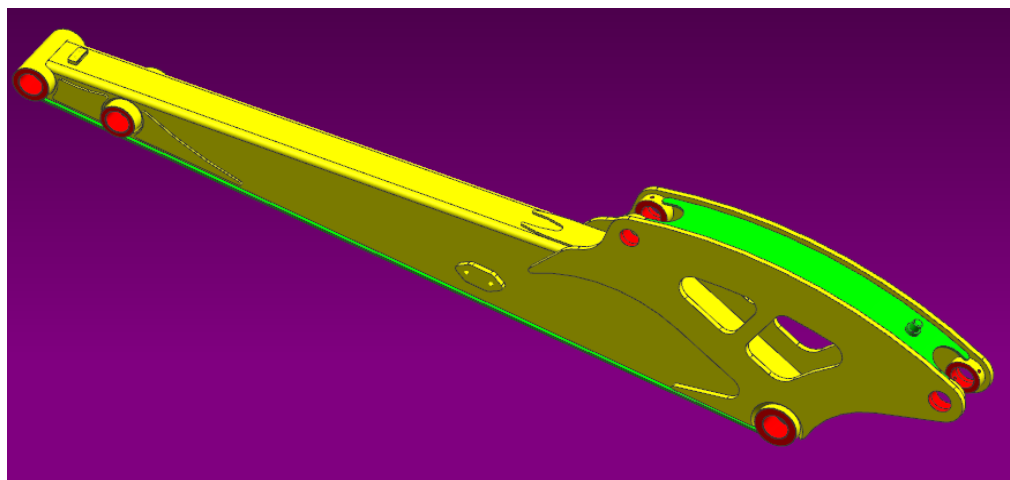
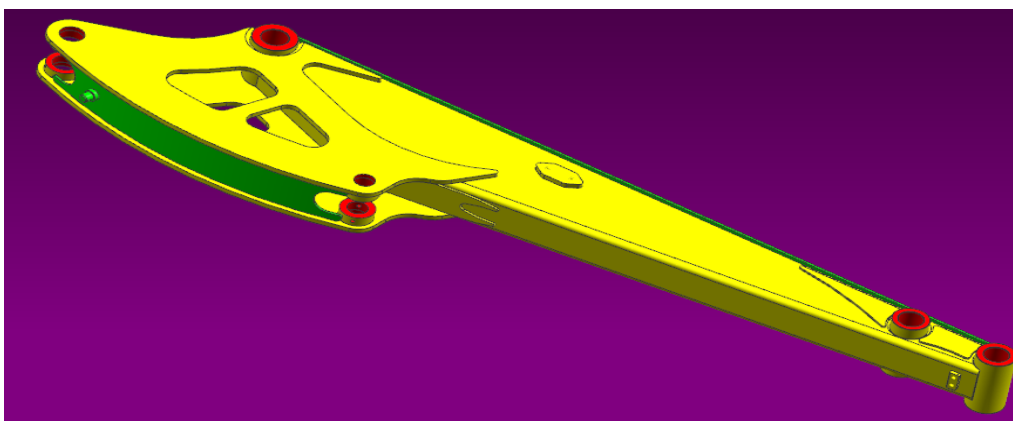
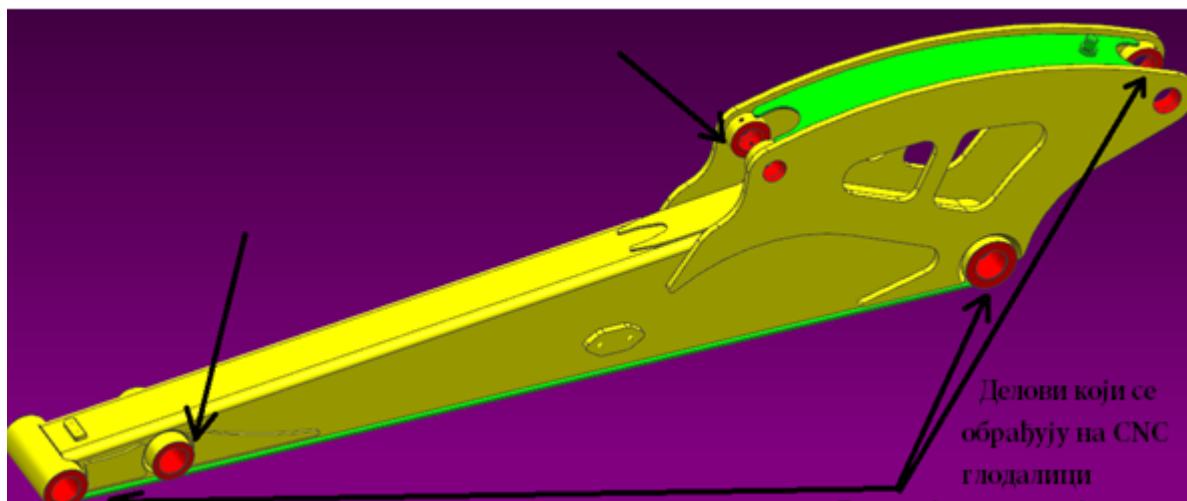
"6003 KURZ"-6 тона краћи



Слика 25. Loffelstiel 6003 краћи

6) LOFFELSTIEL 6003 LANG

"6003 LANG"- 6 тона дужи



Слика 26. Loffelstiel 6003 дужи

У следећој табели су представљени алати који се користе, број обраћа алата и посмак.

Алат	T маг (број алата у магацину)	S (број обраћа вретена)	F посмак (mm/min)
Фрескоп глава Ø100	19	850	1150
Груба глава Ø50-Ø55	22	1000	150-250
Груба глава Ø60-Ø65	23	930	120-150
Груба глава Ø60-Ø70	24	850	100-120
Sandvik бургија Ø58	T12	850	100-120
Sandvik бургија Ø48	T10	1020	160
Диск Sandvik Ø415	T3	225	150-200
Диск Sandvik Ø315	T4	300	150-200
Sandvik бургија (фина) Ø50-Ø55	T16	1900-2000	190
Sandvik бургија (фина) Ø60-Ø70	T17	1900	190
HSS бургија Ø48	T9	120	30
HSS бургија Ø42	T8	120-150	30

Табела 2. Резни алати и њихове карактеристике

Од резних алата најчешће се користе алати произвођача SANDVIK и HSS.

На следећим сликама су приказани резни и мерни алати који се користе за обраду на СМЕ- FS 450.



Слика 27. Резни алати произвођача Sandvik и HSS



Слика 28. Резни алати са Sandvik диском Ø315



Слика 29. Помична кљунаста и дигитална мерила



Слика 30. Прецизни дигитални микрометри

5. Анализа постојеће технологије обраде горње руке багера

Начин стезања и позиционирања предмета обраде

1) Стезање директно на радном столу машине

За стезање и позиционирање предмета обраде који се обрађују на описаној глодалици користе се следећи елементи стезног прибора.

- 2 правоугаона кућишта, која служе да се комад целом површином ослони на површину кућишта.,
- 2 подесиве окретне стеге које служе да комад стегну вертикално на доле и тако онемогући померање комада приликом обраде.,
- 2 подесива бочна граничника која се састоје из три дела: тела, носача завртња и завртња. Граничник се преко тела, са два завртња везује за базни елемент. Помоћу завртња и носача, граничник се прилагођава предмету обраде.,
- 1 подесивог ротирајућег граничника који служи да се доведе до њега комад. Када се се комад доведе и стегне он се ротира, склања из зоне обраде.,
- пар подесивих граничника (слушкиња), који се састоји из два дела: тела и завртња. Завијањем и одвијањем завртња, граничник се прилагођава предмету обраде. Служе за спречавање вибрација, нарочито у задњем делу комада.

На следећим сликама су приказани наведени елементи стезног система:



Слика 31. Кућиште са чврстом окретном стегом, подесивим бочним граничником и подесивим граничником (слушкиња).



Слика 32. Кућиште са подесивом окретном стегом и подесивим бочним граничником



Слика 33. Подесиви окретни граничник



Слика 34. Подесиви граничник (слушкиња)

2) Поступак позиционирања предмета обраде

Комад се поставља алат са непокретним ослонцима (кућишта), који обезбеђују положај приближан положају за обраду. Комад се стеже а затим се врши умеравање комада. На тај начин се установљава грешка у позицији и процес се мора поновити испочетка, с тим што се мора на местима где је потребно подметнути плочице, потребне дебљине, који ће бити довољни да компензују грешку у позиционирању.

Такав процес се понавља, све док се не добије правилна позиција за обраду.



Слика 35. Позиција радног комада на радном столу након стезања

6. Предлог новог конструктивног решења за универзални стезни прибор

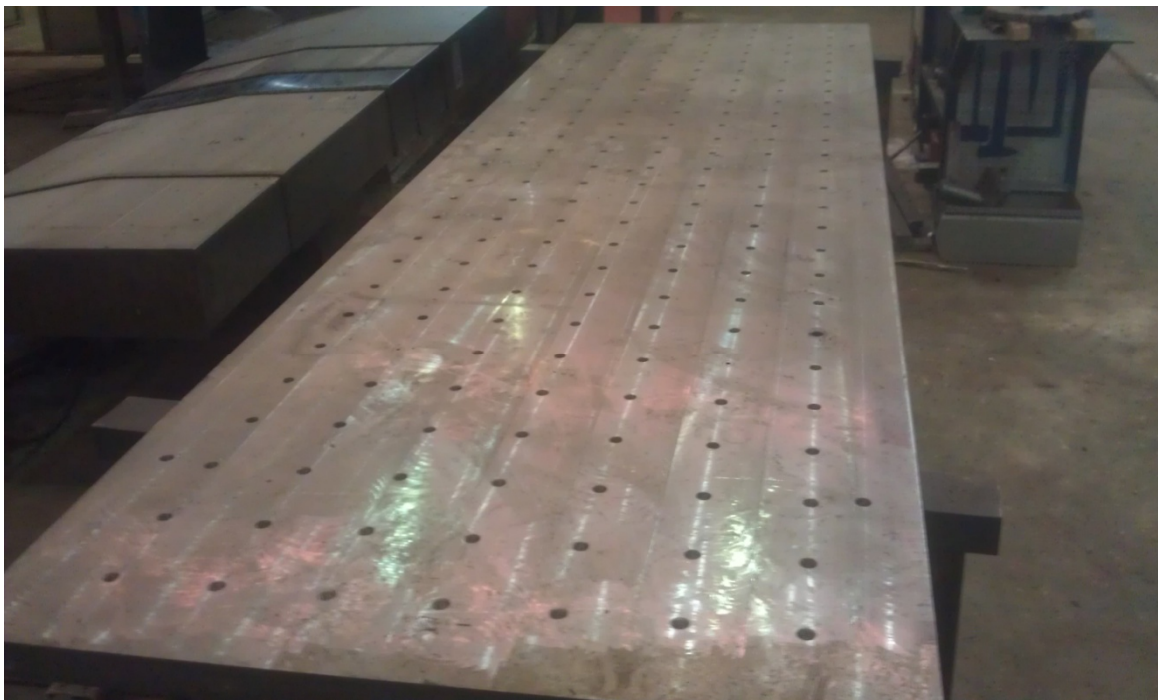
6.1 Пројектовање универзалног стезног прибора

У наредном делу је приказано идејно решење алата за стезање и позиционирање делова који се обрађују на описаној глодалици.

Део је моделиран у програму Siemens Unigraphics NX 8.0. При моделирању коришћен је модул Modeling design и Assembly design, а у оквиру њега радно окружење (workbench) Sketcher.

Плоча на којој су постављени сви алати за стезање и позиционирање је димензија 2800 x 800 дебљине 40 мм.

Горња и доња површина су брушене и израђене са толеранцијом паралелности 0.02 мм.



Слика 36. Изглед постојеће плоче која се користи за стезање алата

Идејно решење је представљено кроз два подсистема:

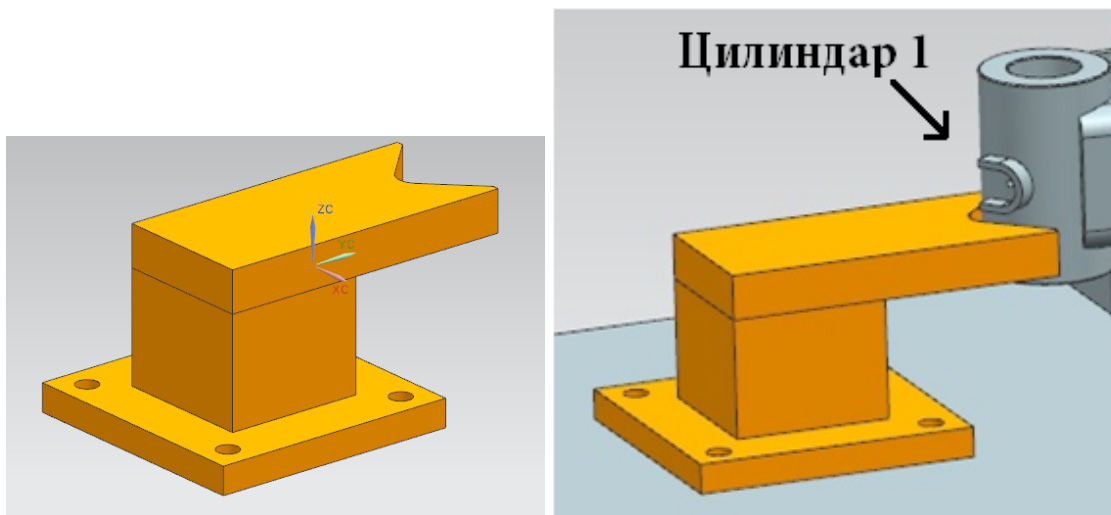
- 1. Подсистем позиционирања предмета обраде и**
- 2. Подсистем стезања предмета обраде.**

1. Подсистем позиционирања и граничења предмета обраде састоји се из следећих компоненти:

- Чврсти граничник 1,
- чврсти граничник 2 и
- три окретна симетризатора (од којих су два покретна).

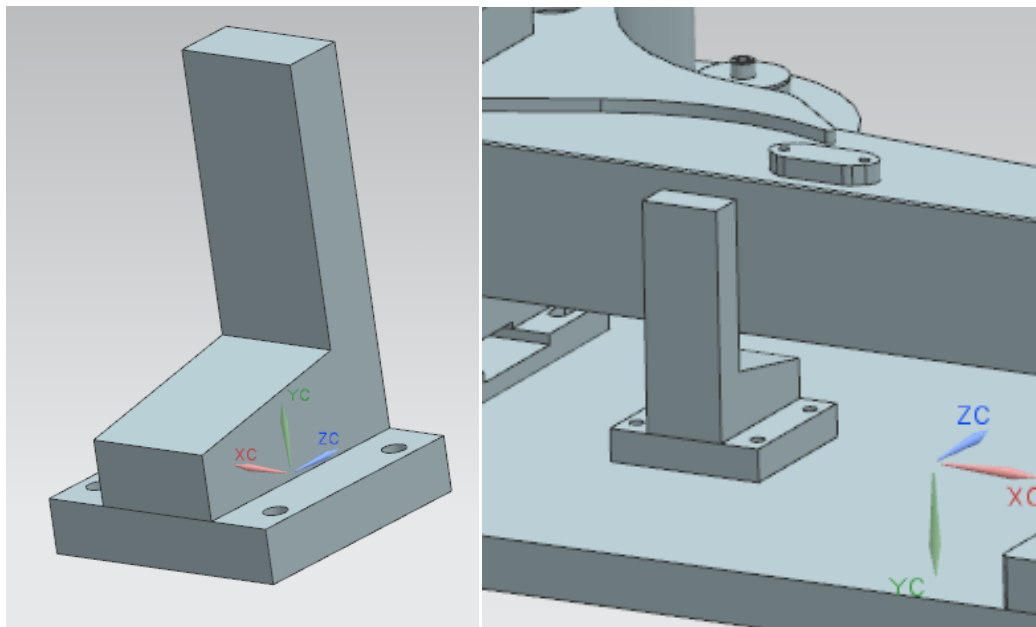
Чврсти граничник 1 у облику призме служи за позиционирање цилиндра 1, и изабран је зато што омогућава додир по две линије (због угла од 90°). Обезбеђује позиционирање по X и Y осима.

Усвојено је да цилиндар 1 буде координатни почетак програма за обраду делова ($X, Y, Z = 0$), онда се мора обезбедити поновљивост позиције цилиндра 1. Зато се користи чврсти граничник 1 - "призма".



Слика 37. Чврсти граничник 1 (призма)

б) Чврсти граничник 2 обезбеђује позиционирање комада по Y осима, и налази се између окретних стега 1 и 2.



Слика 38. Чврсти граничник 2

На тај начин смо омогућили позиционирање комада по X и Y оси, а за позиционирање комада по Z оси користимо симетризаторе.

Симетризатор је уређај који служи за позиционирање референтне тачке радног комада у исту раван. Састоји се из 2 покретна дела који се крећу према центру са леве и десне стране, и самим тим доводне радни комад најприближније средњој линији.

Коришћењем симетризатора обезбеђује се правилно и брзо позиционирање комада у алату, што позитивно утиче на продуктивност.

Битно је напоменути да симетризујемо зону обраде.

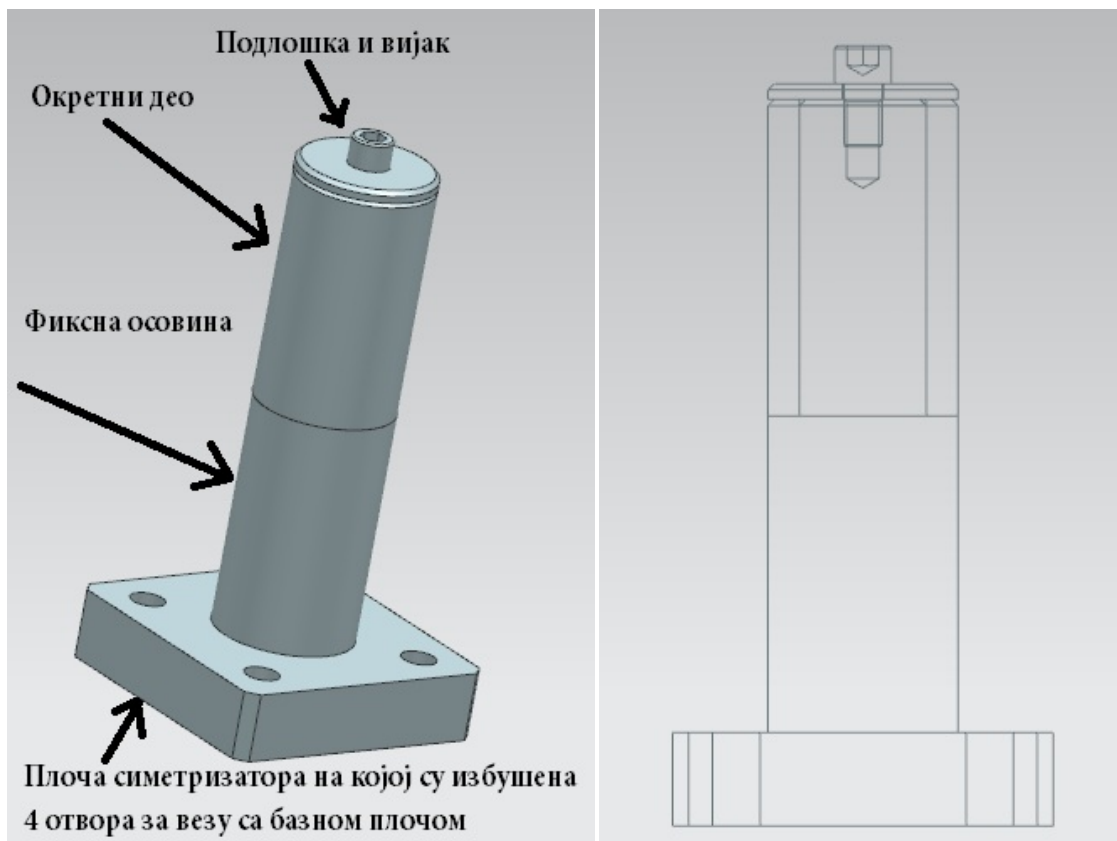
Симетризатор 1 и 2 користимо да симетризујемо спољне површине цилиндра 1 и 2, док симетризатор 3 користимо да симетризујемо унутрашње површине чаура које се налазе на задњем делу комада, тзв "лашама".

ц1) Симетризатор 1

Уређај који служи за позиционирање референтне тачке радног комада у исту раван. Симетризатор 1 се састоји из следећих делова:

1) плоче која служи симетризатору као основа, тј део који држи комплетну конструкцију симетризатора, затим

2) Чврстом осовином која је заварена на плочу симетризатора. На фиксном осовини постављен је окретни део који служи да симетризатор након позиционирања комада уклонимо из зоне обраде, закретањем за 90° . На окретном делу је постављена подлошка која заједно са вијком и навојем израђеним у горњем делу фиксне осовине онемогућава да цео симетризатор заједно са окретним делом не испадне из лежишта.



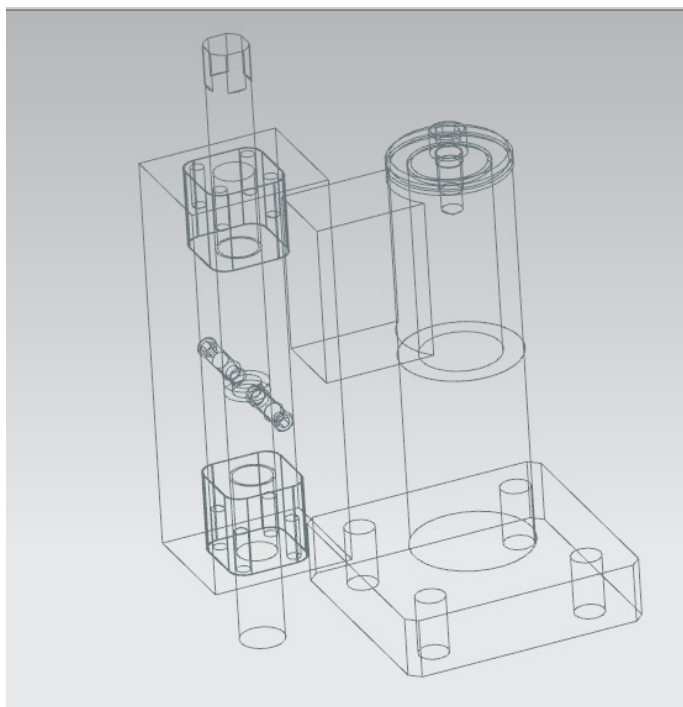
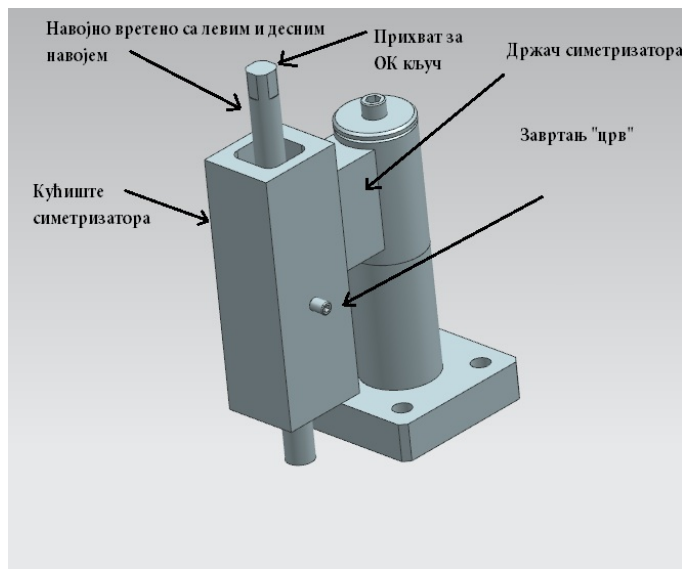
Слика 39. Неки од основних делови симетризатора 1

На горњем окретном делу постављен (заварен) је држач симетризатора, као веза између горњег окретног дела и кућишта симетризатора. Кућиште симетризатора је димензија 200x70x60 мм.

Кроз кућиште је урађен отвор $\varnothing 22$, ради лакшег проласка навојног вретена које ће се у њему налазити, на коме ће бити нарезан леви и десни навој са једне и са друге стране. Да би се омогућило окретање навојног вретена заједно са симетризатором, на вретену је одрађено олакшање, а кроз кућиште са једне и друге стране су урезани навоји за специјални вијак "тзв

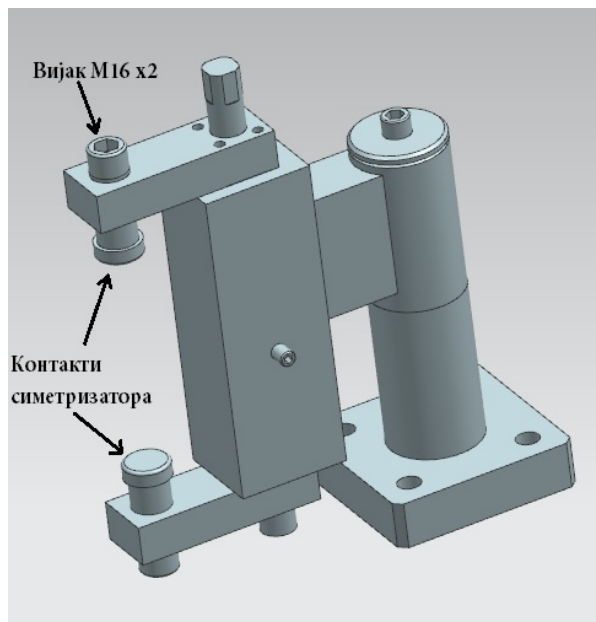
црв" са заобљеном главом (DIN 915). Они ће обезбедити да се навојно вретено може окретати а да притом не може испасти из кућишта.

Са једне и дуге стране биће "укопана" површина у облику коцке, димензије 30x30x30 мм, у коју упада коцка 29x29x29 мм, која ће заједно са навојним вретеном имати кретање по Z оси, а да се притом коцке не могу окретати. На једној коцки ће бити урезан леви, док ће на другој бити урезан десни навој.



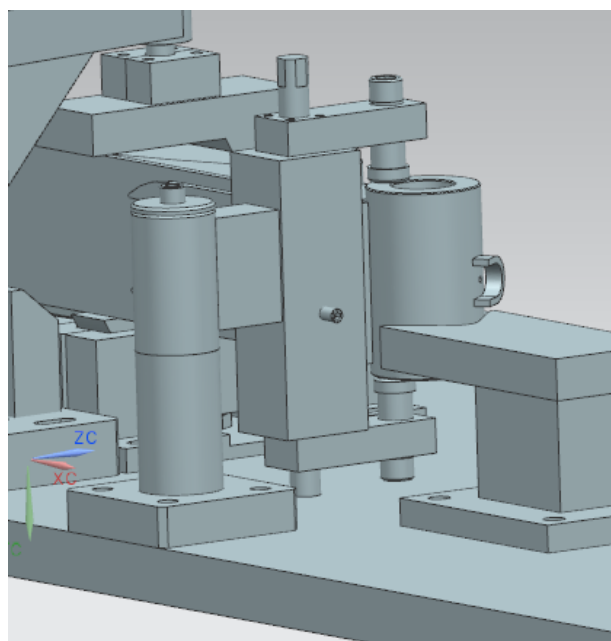
Слика 40. Неки од основних делова симетризатора 1

На коцкама ће бити постављени држачи на којима су постављени контакти симетризатора, повезани вијцима М16.



Слика 41. Симетризатор 1

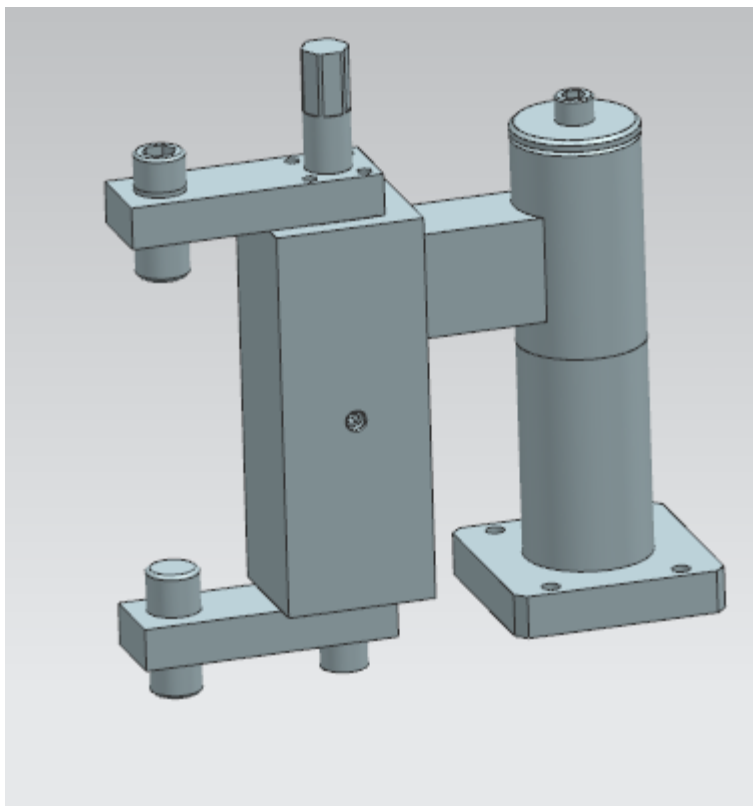
Окретањем навојног вретена обезбеђујемо покретање контакта симетризатора у истом правцу а супротном смеру, и на тај начин обезбеђујемо дефинисану позицију комада у односу на замишљену осу (средња заједничка линија свих симетризатора).



Слика 42. Положај симетризатора 1 на моделу

Ц2) Симетризатор 2

Исти принцип као и симетризатор 1, само је разлика у димензијама и што је он покретан, захваљујући линераном кретању, вођицама и клизачима произвођача SKF.



Слика 43. Симетризатор 2

Симетризатор 2 и 3 морају бити покретни, зато што ће се обрађивати делови сличног облика, различитих димензија.

У разговору унутар предузећа дошло се до најбољег избора модела колица и шина на којима ће бити ослоњени симетризатори 2 и 3

Изабрани модел колица је **LLTHC35ATOP5**, а шина **LLTHR35- P5/E-SKF** дужине 600мм.

SKF систем линеарног кретања обезбеђује брзо прилагођавање делова за стезање и позиционирање за све типове производа предвиђених за обраду на овом стезном алату. Једна од предности овог система је мала цена и јефтино одржавање (потребно је само подмазивање преко мазалице).



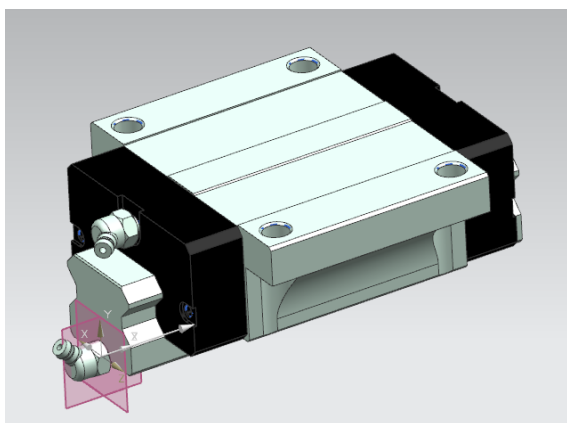
Size ¹⁾	Accuracy class ²⁾	Designation ³⁾ Preload class		
		T0	T1	T2
–	–	–	–	–
15	P5	LLTHC 15 A T0 P5	LLTHC 15 A T1 P5	LLTHC 15 A T2 P5
	P3	LLTHC 15 A T0 P3	LLTHC 15 A T1 P3	LLTHC 15 A T2 P3
	P1	LLTHC 15 A T0 P1	LLTHC 15 A T1 P1	LLTHC 15 A T2 P1
20	P5	LLTHC 20 A T0 P5	LLTHC 20 A T1 P5	LLTHC 20 A T2 P5
	P3	LLTHC 20 A T0 P3	LLTHC 20 A T1 P3	LLTHC 20 A T2 P3
	P1	LLTHC 20 A T0 P1	LLTHC 20 A T1 P1	LLTHC 20 A T2 P1
25	P5	LLTHC 25 A T0 P5	LLTHC 25 A T1 P5	LLTHC 25 A T2 P5
	P3	LLTHC 25 A T0 P3	LLTHC 25 A T1 P3	LLTHC 25 A T2 P3
	P1	LLTHC 25 A T0 P1	LLTHC 25 A T1 P1	LLTHC 25 A T2 P1
30	P5	LLTHC 30 A T0 P5	LLTHC 30 A T1 P5	LLTHC 30 A T2 P5
	P3	LLTHC 30 A T0 P3	LLTHC 30 A T1 P3	LLTHC 30 A T2 P3
	P1	LLTHC 30 A T0 P1	LLTHC 30 A T1 P1	LLTHC 30 A T2 P1
35	P5	LLTHC 35 A T0 P5	LLTHC 35 A T1 P5	LLTHC 35 A T2 P5
	P3	LLTHC 35 A T0 P3	LLTHC 35 A T1 P3	LLTHC 35 A T2 P3
	P1	LLTHC 35 A T0 P1	LLTHC 35 A T1 P1	LLTHC 35 A T2 P1

Табела 3. Изабрани модел колица

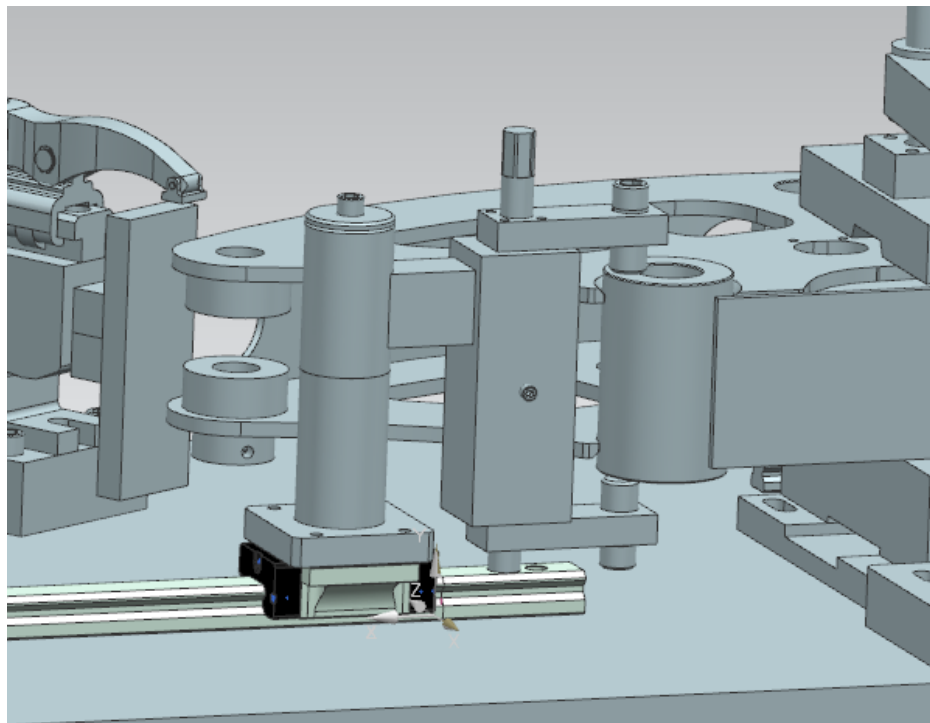


Standard rail size	Accuracy class ¹⁾	Designations ²⁾		Pitch
		One-piece rail	Multi-piece rail	
				F
				mm
15	P5	LLTHR 15 – ... P5	LLTHR 15 – ... P5 A	60
	P3	LLTHR 15 – ... P3	LLTHR 15 – ... P3 A	
	► P1	LLTHR 15 – ... P1	LLTHR 15 – ... P1 A	
20	P5	LLTHR 20 – ... P5	LLTHR 20 – ... P5 A	60
	P3	LLTHR 20 – ... P3	LLTHR 20 – ... P3 A	
	► P1	LLTHR 20 – ... P1	LLTHR 20 – ... P1 A	
25	P5	LLTHR 25 – ... P5	LLTHR 25 – ... P5 A	60
	P3	LLTHR 25 – ... P3	LLTHR 25 – ... P3 A	
	► P1	LLTHR 25 – ... P1	LLTHR 25 – ... P1 A	
30	P5	LLTHR 30 – ... P5	LLTHR 30 – ... P5 A	80
	P3	LLTHR 30 – ... P3	LLTHR 30 – ... P3 A	
	► P1	LLTHR 30 – ... P1	LLTHR 30 – ... P1 A	
35	P5	LLTHR 35 – ... P5	LLTHR 35 – ... P5 A	80
	P3	LLTHR 35 – ... P3	LLTHR 35 – ... P3 A	
	► P1	LLTHR 35 – ... P1	LLTHR 35 – ... P1 A	

Табела 4. Изабрани модел шина

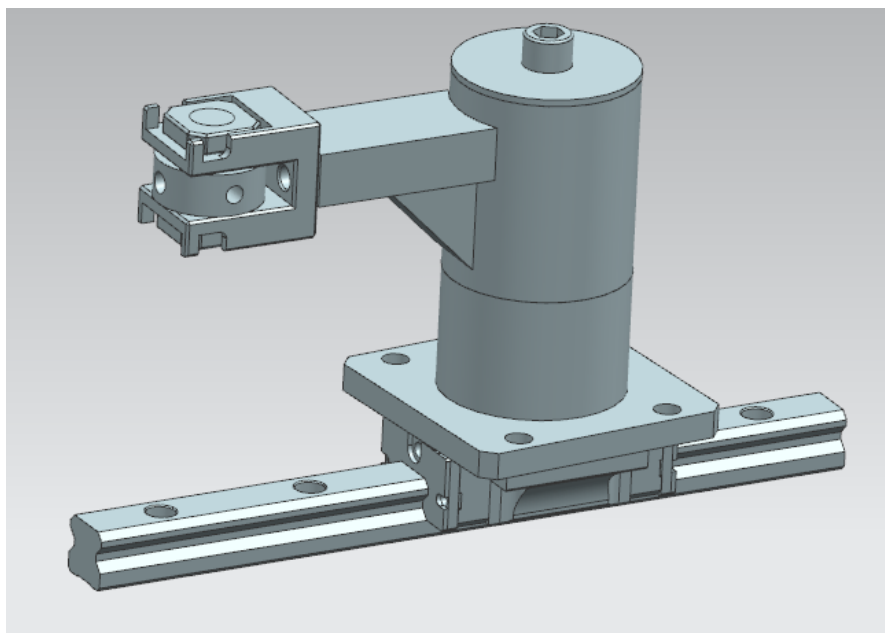


Слика. 51 CAD модел изабраних колица и шина

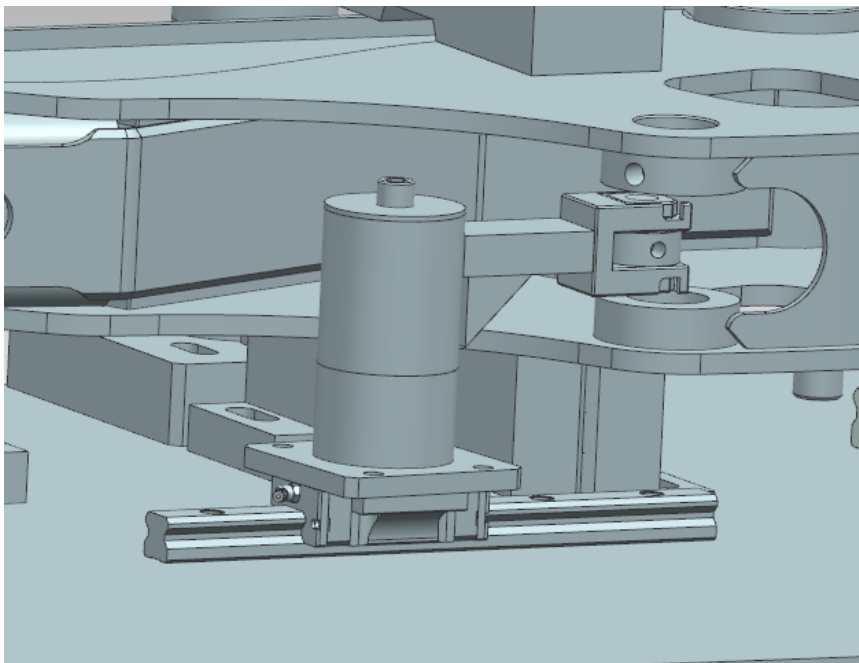


Слика 44. Положај симетризатора 2 на моделу

ц3) Симетризатор 3 користи исти принцип позиционирања са тим што се у овом случају врши позиционирање унутрашњих површина обратка (тзв "лаша").



Слика 45. Симетризатор 3

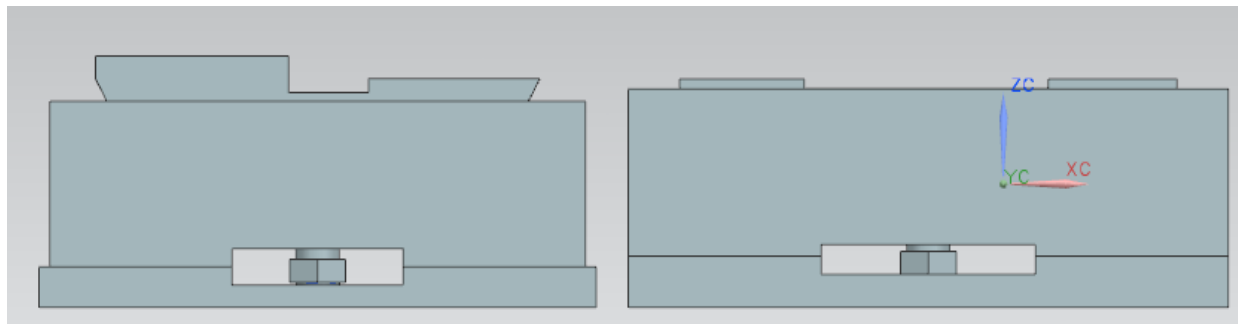


Слика 46. Положај симетризатора 3 на моделу

2) Поступак стезања предмета обраде обезбеђује се помоћу:

- a) прилагодљивих ослонаца А и Б, ("клацкалице")
- b) подесивим граничником 1,
- c) окретним стегама 1 и 2,
- d) универзалним стезним прибором, тачније стегом AMF произвођача.

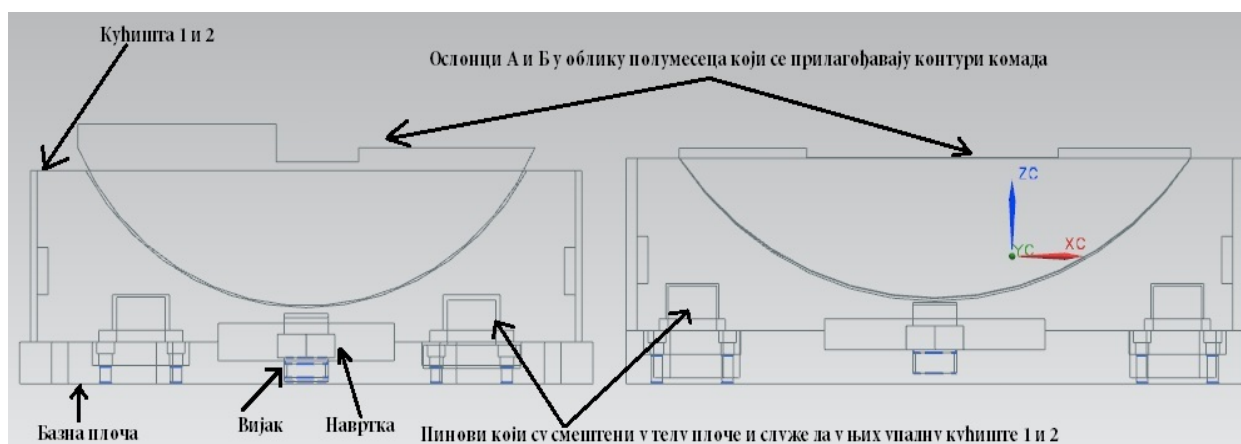
а) Прилагодљиви ослонци А и Б



Слика 47. Прилагодљиви ослонци (клацкалице) А и Б

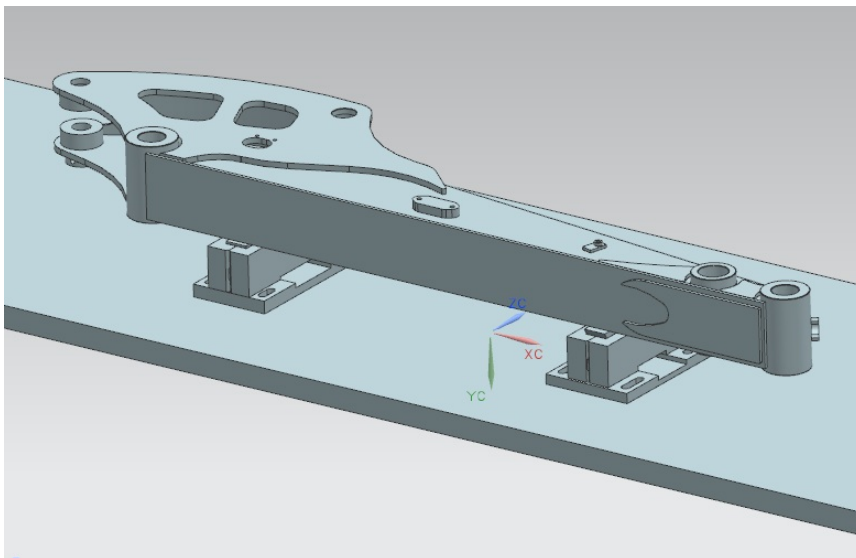
Састоје се из базне плоче и два кућишта, у који је смештен прилагодљив ослонац у облику полумесеца. На тај начин се прилагођава контури комада.

Висина се контролише помоћу вијка и навртке



Слика 48. Компоненте прилагодљивих ослонаца А и Б

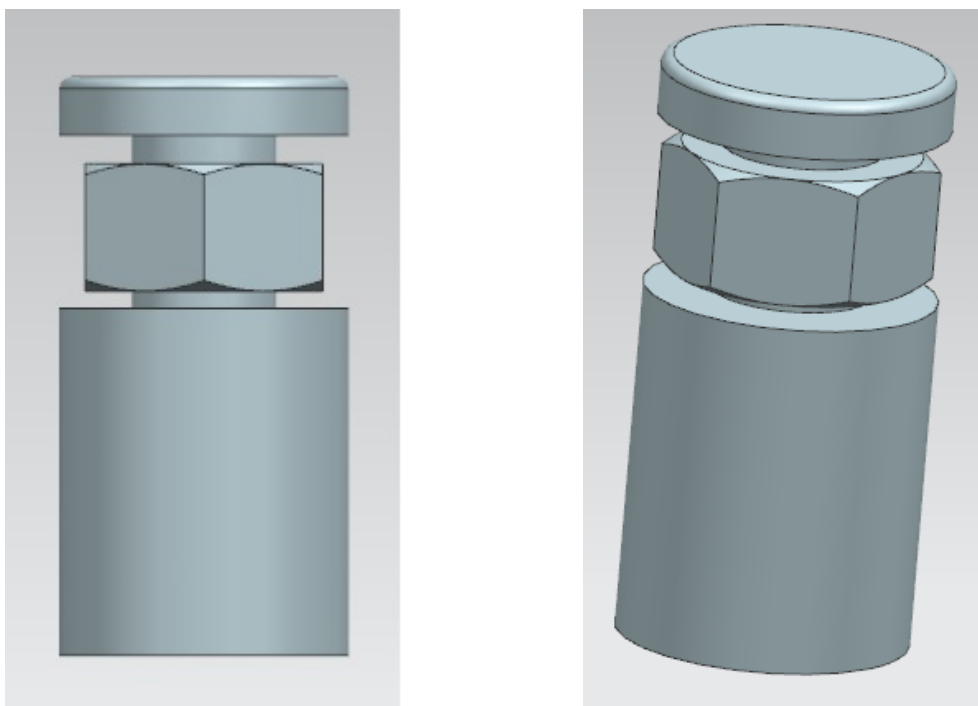
Позиционирање се мора изводити уз подршку прилагодљивих ослонаца А и Б, да не би дошло до преоптерећења симетризатора, односно њиховог оштећења.



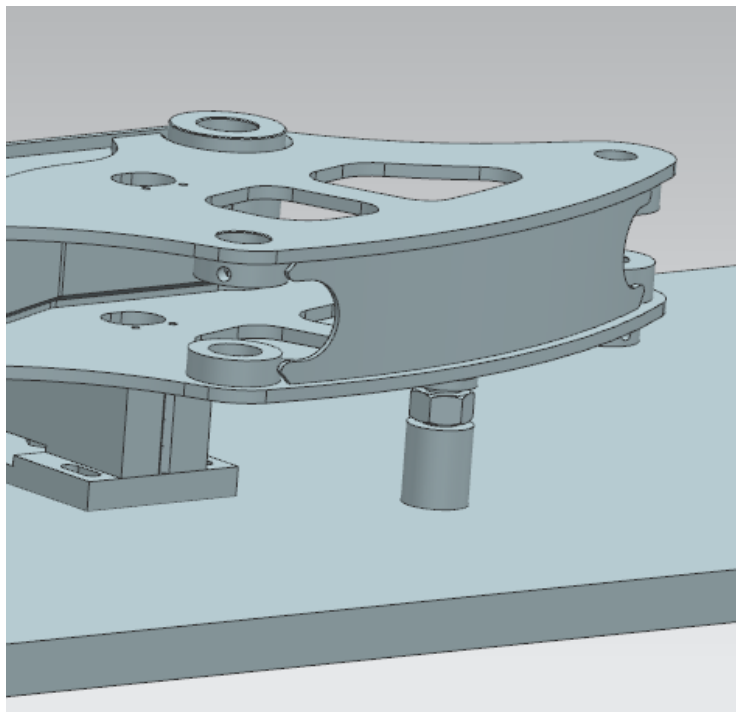
Слика 49. Положај ослонаца А и Б на моделу

б) Подесиви граничник 1 (слушкиња),

Састоји из два дела: тела и завртња. Завијањем и одвијањем завртња, граничник се прилагођава предмету обраде. Служе за спречавање вибрација, нарочито у задњем делу комада.

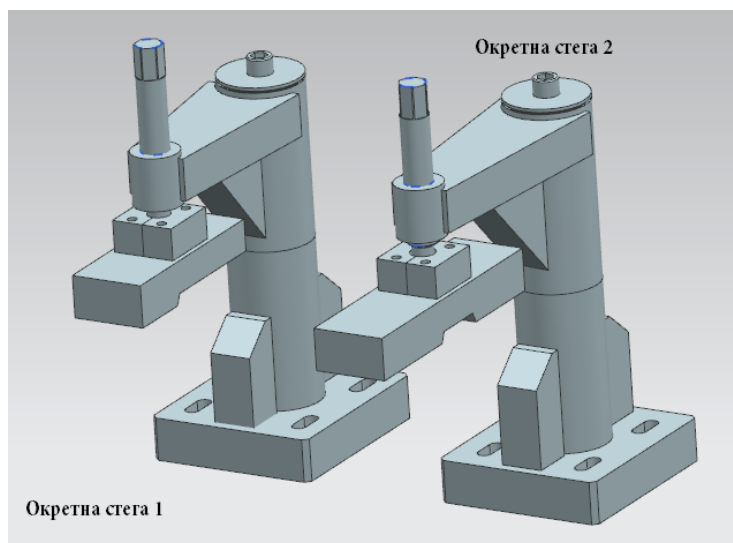


Слика 50. Подесиви граничник 1

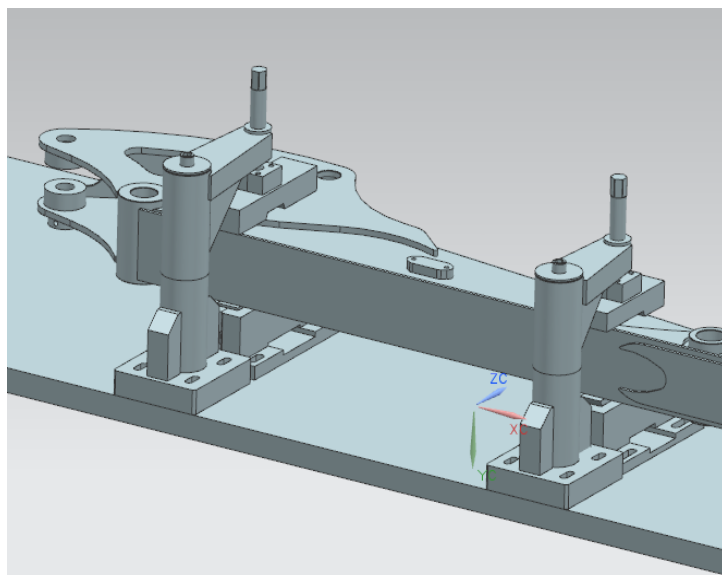
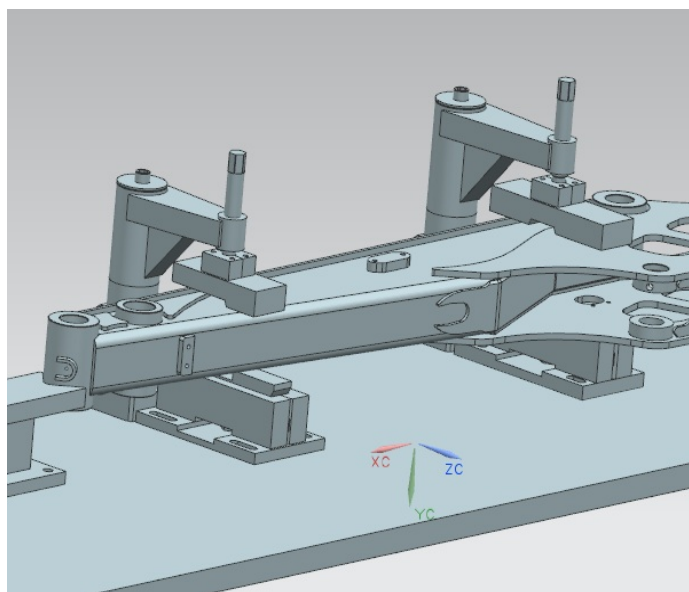


Слика 51. Положај подесивог граничника 1 на моделу

ц) Окретне стеге 1 и 2 служе да комад стегну вертикално на доле и тако онемогуће померање комада приликом обраде.



Слика 52. Окретне стеге 1 и 2

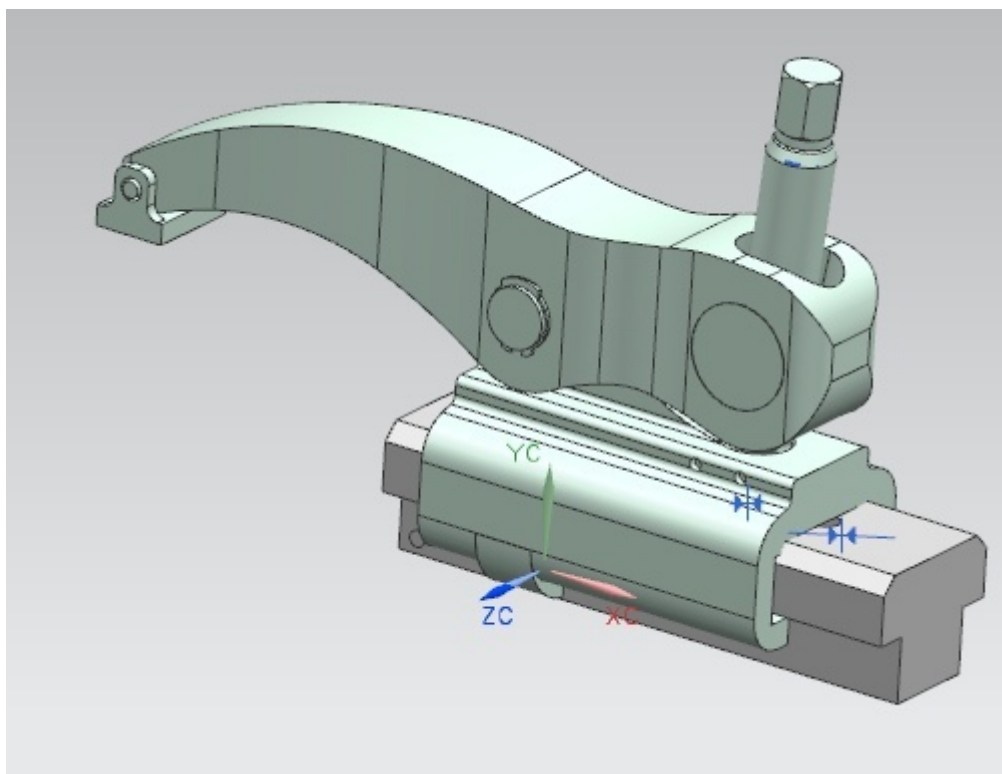


Слика 53. Положај окретних стега 1 и 2 на моделу

д) Стандардним стезним прибором, то јест стегом AMF произвођача (модел AMF76604)

Order no.	Size = clamping force [kN]	Slot	SW outside	SW inside	Weight [g]	SC	CAD
372912	16	14-18	10	-	885		CAD
372920	16	14-18	-	8	868		CAD
74872	25	14-28	13	-	1960		CAD
76604	25	14-28	-	8	1940		CAD

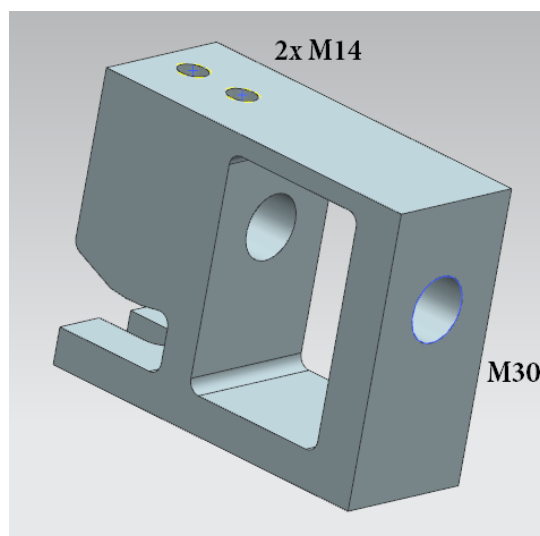
Табела. 5 Изабрани модел AMF стеге [11]



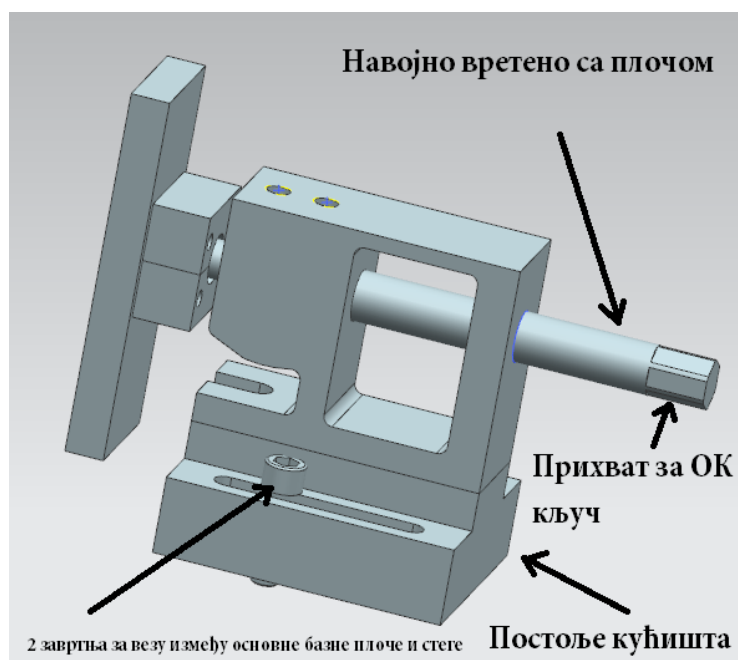
Слика 54. AMF стега са постољем (CAD модел)

Кућиште које је произвођач прописао, због габарита и модификација које смо планирали да урадимо није одговарало, па је одлучено да се направи универзално кућиште.

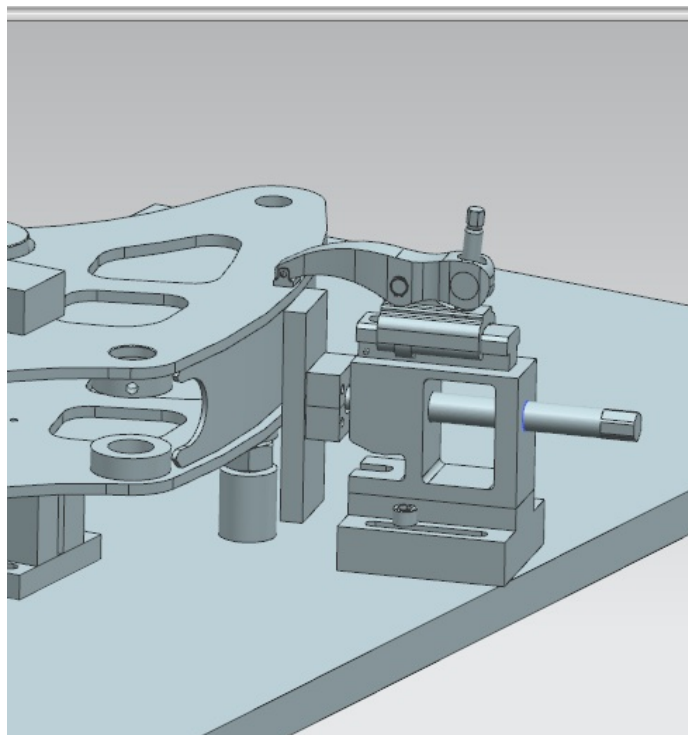
На кућишту је урезан навој M30 целом дужином, зато што ће се ту налазити навојно вретено на којој ће бити постављена плоча помоћу које ће моћи додатно да се предмет привуче до чврстог граничника 1. Кућиште ће бити заварено за постоље. Урезана су и два навоја M14 за везу кућишта са постољем и стегом. На навојном вретену је израђен и прихват за ОК 24 кључ.



Слика 55. Кућиште стеге

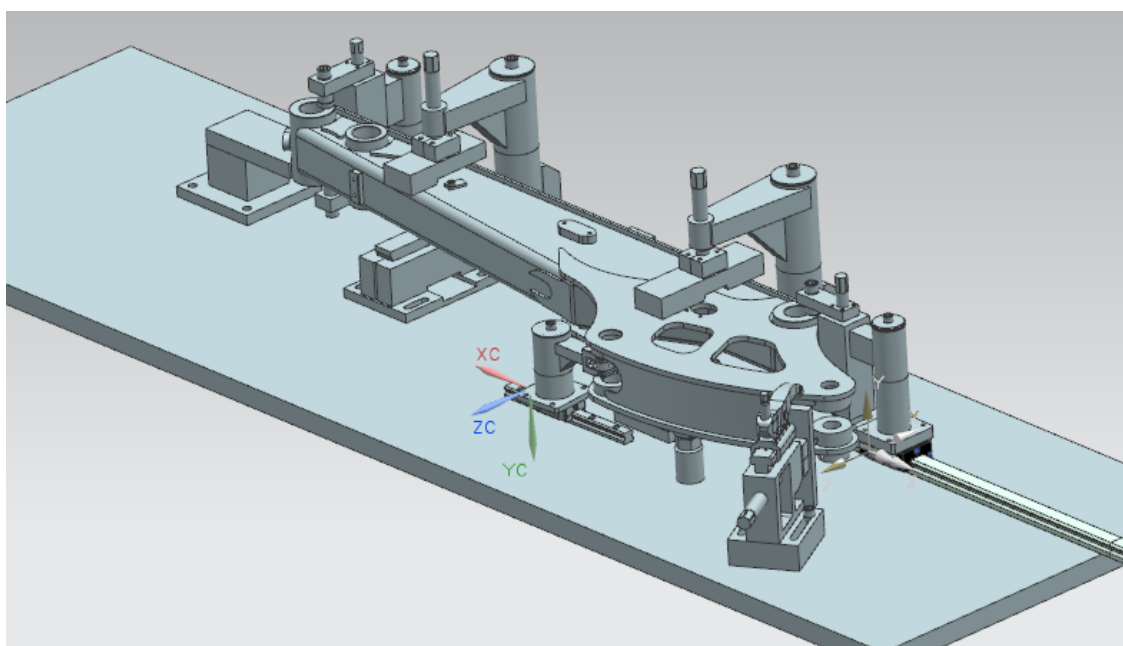


Слика 56. Кућиште стеге са постољем и навојним вретеном

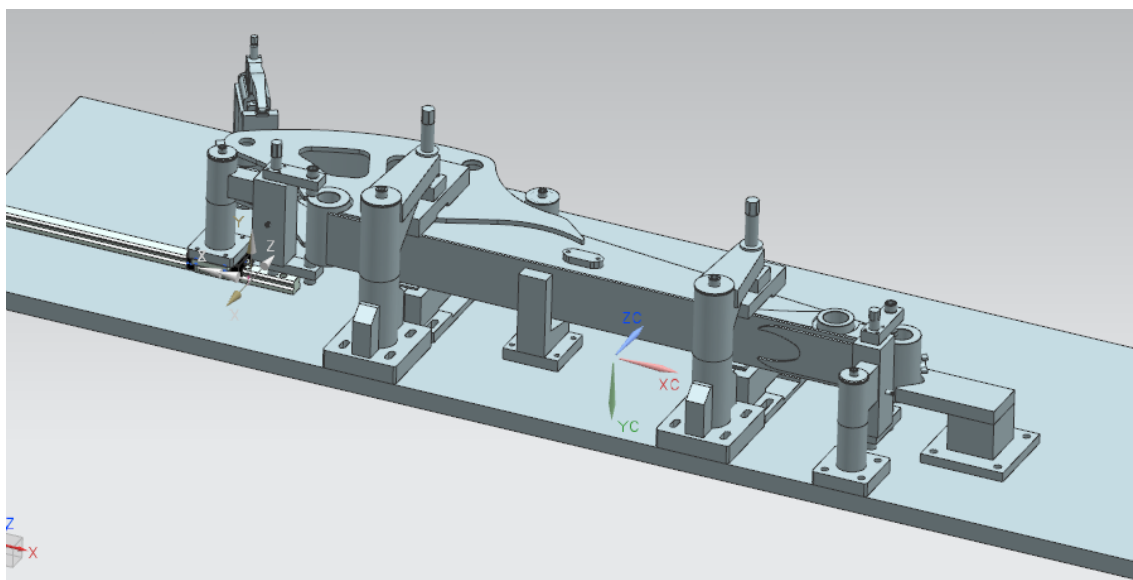


Слика 57. Положај AMF стеге са модификованим кућиштем на моделу

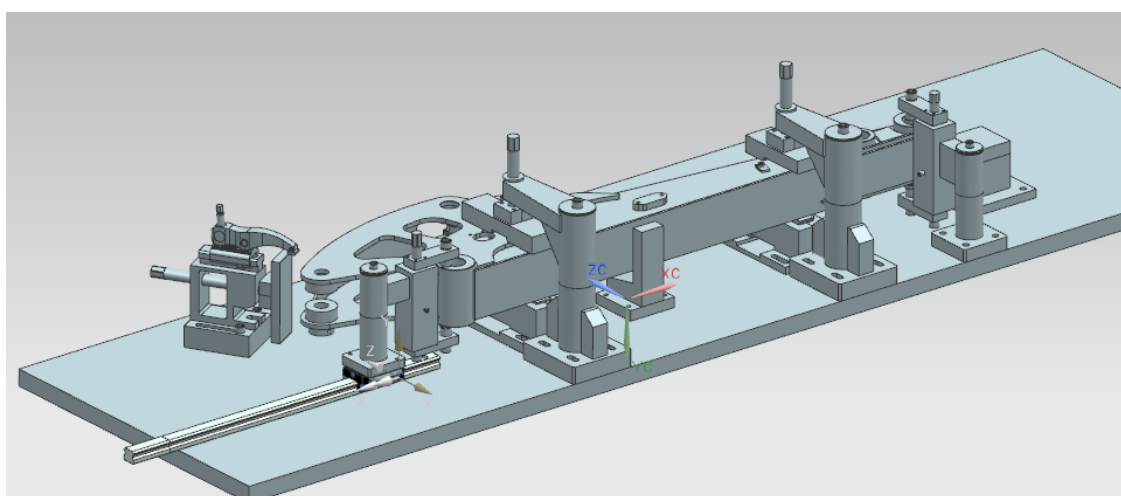
На следећим сликама је приказано комплетно идејно решење алата за стезање и позиционирање предмета.



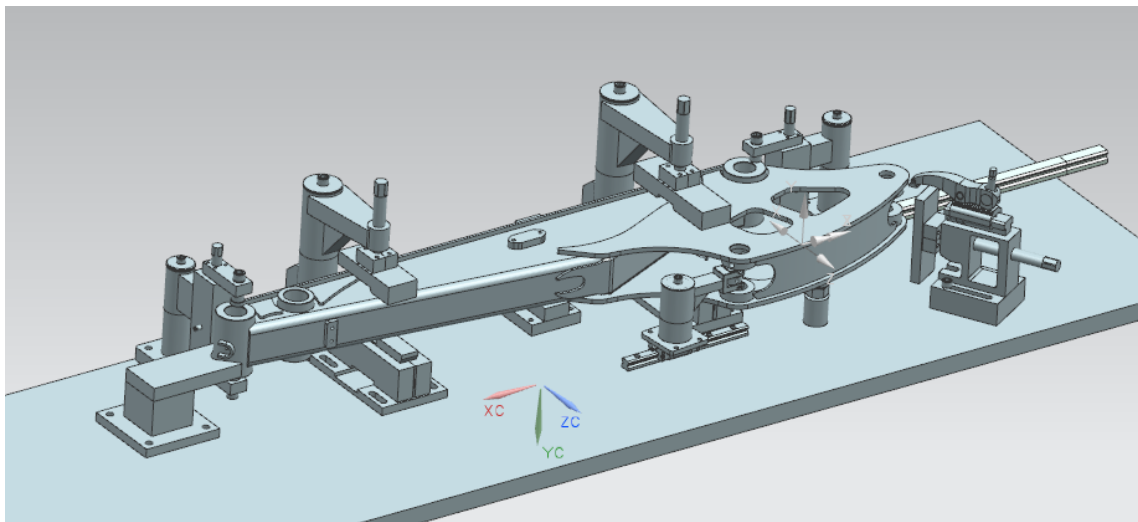
Слика 58. Идејно решење алата - поглед 1



Слика 59. Идејно решење алата - поглед 2



Слика 60. Идејно решење алата - поглед 3



Слика 61. Идејно решење алата - поглед 4

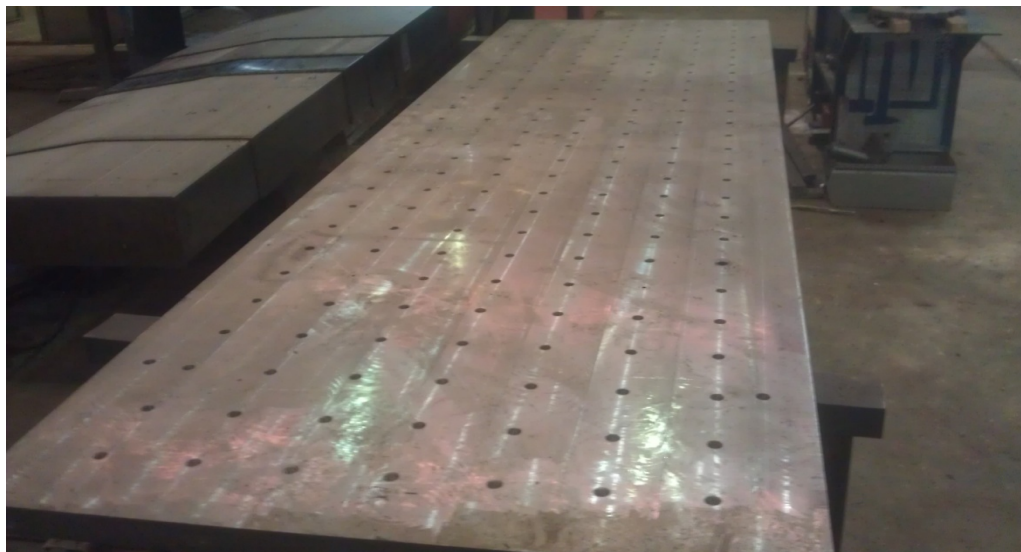
6.2 Поступак стезања предложеног конструктивног решења

1) Стезање ван радног стола

Систем стезања са нултом тачком (ZERO POINT) се користи због својих многобројних предности:

- Веома брза замена предмета обраде или прибора
- Висока прецизност код понављања стезања $< 0,005$ мм
- За све машине заједнички механички интерфејс
- Позиционирање и стезање и фиксирање у једном радном ходу

Стезање се обавља на плочи базној плочи "ZERO POINTA. Базна плоча може бити правоугаоног или кружног облика. За основну плочу се везују сви базни елементи прибора. У ту сврху, на плочи су израђени отвори за центрирање и причвршћивање. Плоча се за радни сто машине причвршћује завртњима и центрира чивијама преко отвора. Горња и доња површина су брушене и израђене са толеранцијом паралелности 0.02 мм.

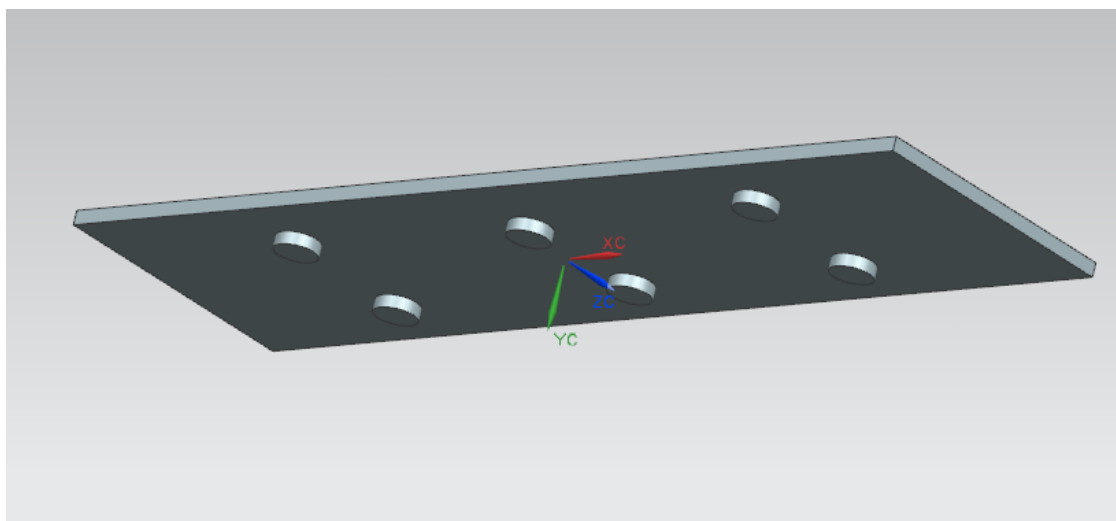


Слика 62. Основна базна плоча

6.3 Постављање компоненти система стезања са нултом тачком

Плоча се састоји од 6 пинова, а на машини се налазе базна кућишта пинова, и када се изврши стезање радног комада, пинови упадну у базно кућиште и онда се врши процес хидрауличког стезања.

На следећим сликама је приказан процес успостављања ZERO POINT-а, на радном столу, тј инсталацију базних кућишта пинова.



Слика 63. Основна базна плоча са пиновима



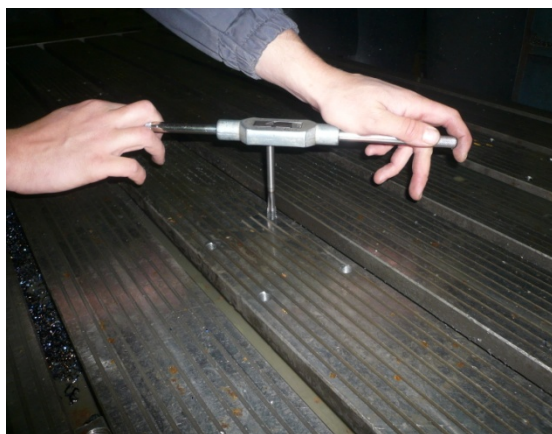
Слика 64. Чишћење основног радног стола



Слика 65. Израда отвора (бушење)



Слика 66. Изглед радног стола након бушења



Слика 67. Урезивање навоја



Слика 68. Постављање базних кућишта пинова



Слика 69. Затежање базних кућишта пинова



Слика 70. Изглед базних кућишта пинова након стезања



Слика 71. Изглед базних кућишта пинова након повезивања хидрауличке инсталације

Разлика између стезања на машини и стезања ван радног стола (Zero Point), се огледа у томе што је за измену комада на Zero Point-у, потребно 3-5 мин, док код стезања комада на машини тај процес траје 20 минута и опет није сигурна позиција за обраду 100 %, па је потребно кориговати процес или почети испочетка.

7. Закључак

Стезни прибори, како је наглашено, јесу обавезни материјални чинилац обрадног система. Њиховом применом, у односу на рад без њих, долази се до побољшања низа техно-економских ефеката.

Ефекти примене стезних прибора огледају се кроз:

- Исправно базирање радног предмета (или алата) на машини у односу на захтеване конструктивне базе, чиме се избегава потреба за појединачним обележавањем предмета обраде, а и знатно скраћује припремно (помоћно) време,
- Смањење грешака тачности димензија при постављању предмета обраде у стезни прибор, независно од вештине радника, што је један од предуслова за могућност спровођења принципа заменљивости готових производа,
- Највеће могућности искоришћења перформанси постојећег машинског парка,
- Повећање продуктивности алатних машина,
- Олакшање рада радника и реалније одређивање норматива рада, и
- Успешније координирање радних времена у функционалној, а посебно у линијски организованој производњи.[12]

При пројектовању универзалних стезних прибора тежи се постизању компромиса између функционалности прибора и могућности његове примене при стезању различитих врста предмета обраде. Стезни прибори представљају неопходан материјални чинилац сваког обрадног процеса односно елемент обрадног система алат -машина-предмет обраде - стезни прибор. При пројектовању стезни прибор треба разматрати, не као статички, већ насупрот томе као елемент сложеног динамичког система. С тим у вези, стезни прибор представља засебну конструкцију која треба да задовољи задате функције циља при дејству сложених динамичких оптерећења и других утицаја [12].

Конструкцијом представљеног универзалног стезног прибора омогућиће се обрада више типова горње руке багера, што ће значити краће припремно време, бржа измена производа, смањење залихе у складишту, смањени трошкови одбачених производа, опадајући губици, JUST-IN-TIME логистика [13].

8. Литература / Reference

- [1] Blažević Zdravko., Programiranje CNC strugova i glodalica, Knjiga, Virovitica, 2004.
- [2] [Uhttp://book.tsp.edu.rs/mod/resource/view.php?id=1235](http://book.tsp.edu.rs/mod/resource/view.php?id=1235), pristupljeno maj 2014
- [3] Gerov S. Zlatica ., Programiranje NU glodalica pomoću programskog paketa Shop Mill, Master rad, Niš, 2011.
- [4] http://prekucavanje.wordpress.com/specijalistick/irad_str9
- [5] Dizajn proizvoda- Rad i programiranje numerički upravljanih mašina, pisana predavanja, Singidunum, 2009.
- [6] <http://www.exapro.com/cme-fs4-cnc-vertical-milling-machine-p31016124/>
- [7] Miodrag T. Manić, Dušan N. Spasić, Numerički upravljane mašine, Niš, 1998.
- [8] <http://www.atechauthority.com/products.asp?id=340> pristupljeno maj 2014.
- [9] <http://www.atechauthority.com/products.asp?id=342> pristupljeno maj 2014.
- [10] <https://products.wackerneuson.com> pristupljeno jun 2014.
- [11] <http://www.amf.de/application/> pristupljeno jun 2014.
- [12] Tadić B., Vukelić Đ, Z Jurković: Alati i pribori, Fakultet inženjerskih nauka u Kragujevcu, 2008 godina.
- [13] Nedić B., CNC obradni sistemi, Priručnik za programiranje mašina alatki (u pripremi), Kragujevac, 2008.