



Univerza v Mariboru

Fakulteta za strojništvo

Rok Gaber

VPENJALNA PRIPRAVA ZA VPENJANJE ODKOVKOV OJNIC

Diplomsko delo

visokošolskega strokovnega študijskega programa

1. stopnje Strojništvo

Maribor, junij 2022



Univerza v Mariboru

Fakulteta za strojništvo

VPENJALNA PRIPRAVA ZA VPENJANJE ODKOVKOV OJNIC

Diplomsko delo

Študent: Rok Gaber
Študijski program: visokošolski strokovni študijski program 1. stopnje
Strojništvo
Smer: Proizvodno strojništvo
Mentor:izr. prof. dr. Uroš Župerl

Licenca Creative Commons BY-NC-ND¹

Maribor, junij 2022

¹ V kolikor uveljavljate drugačno obliko licence, vpišite namesto BY-NC-ND drugo kodo licence v skladu s pojasnili v poglavju 3.

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju izr. prof. dr. Urošu Župerlu za pomoč in vodenje pri opravljanju diplomskega dela.

Zahvaljujem se tudi svoji družini, ki me je spodbujala in mi omogočila izobraževanje na univerzi. Zahvala gre tudi vsem ostalim, ki ste mi v času študija kakor koli pomagali.

Vpenjalna priprava za vpenjanje odkovkov ojníc

Ključne besede: vpenjalna priprava, Solidworks, modeliranje, snovanje, ojnica

UDK: 62-229.31(043.2)

Povzetek

V diplomskem delu smo s programom Solidworks zasnovali 3D-vpenjalne priprave za vpenjanje ojníc. Od odkovka ojnice do končnega izdelka smo si zamislili dve vmesni CNC-obdelavi. Za prvo CNC-obdelavo smo izdelali dva različna 3D-modela vpenjalnih priprav in jih med seboj primerjali. Za drugo CNC-obdelavo smo izdelali en 3D-model vpenjalne priprave. Prednostne naloge vpenjalne priprave so bile, da obdelovanec med obdelavo povsem fiksira, cenovna ugodnost, obratovalna zanesljivost, enostavna zamenjava deformiranih oziroma obrabljenih delov. Standardne dele vpenjalnih priprav smo izbrali iz spletnega kataloga Halder.

Clamping jig for clamping of connecting rod forgings

Keywords: clamping jig, Solidworks, modelling, design, connecting rod

UDK: 62-229.31(043.2)

Abstract

For this bachelor's thesis, we used the Solidworks software to design 3D clamping jigs for clamping of connecting rods. From the forging of the connecting rod to the final product, we conceived two intermediate CNC machining procedures. For the first CNC machining, we created two different 3D models of clamping jigs and compared them with each other. For the second CNC machining, we made one 3D model of the clamping jig. The priorities of the clamping jig were to fix the workpiece perfectly during the machining, achieving cost-effectiveness and operational reliability, as well as easy replacement of deformed or damaged parts. The standard parts of the clamping jigs were selected from an online catalogue by Halder.



Fakulteta za strojništvo
(Ime članice UM)

IZJAVA O AVTORSTVU ZAKLJUČNEGA DELA

Ime in priimek študenta/-ke: Rok Gaber

Študijski program: STROJNIŠTVO

Naslov zaključnega dela: Vporna priprava za vpeljavo odkovkov olin

Mentor/-ica: Uroš Župerl


Somentor/-ica: _____

Podpisani/-a študent/-ka Rok Gaber

- izjavljam, da je zaključno delo rezultat mojega samostojnega dela, ki sem ga izdelal/-a ob pomoči mentorja/-ice oz. somentorja/-ice;
- izjavljam, da sem pridobil/-a vsa potrebna soglasja za uporabo podatkov in avtorskih del v zaključnem delu in jih v zaključnem delu jasno in ustrezno označil/-a;
- na Univerzo v Mariboru neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravico shranitve avtorskega dela v elektronski obliki, pravico reproduciranja ter pravico ponuditi zaključno delo javnosti na svetovnem spletu preko DKUM; sem seznanjen/-a, da bodo dela, deponirana/objavljena v DKUM, dostopna široki javnosti pod pogoji licence Creative Commons BY-NC-ND, kar vključuje tudi avtomatizirano indeksiranje preko spleta in obdelavo besedil za potrebe tekstovnega in podatkovnega rudarjenja in ekstrakcije znanja iz vsebin; uporabnikom se dovoli reproduciranje brez predelave avtorskega dela, distribuiranje, dajanje v najem in priobčitev javnosti samega izvirnega avtorskega dela, in sicer pod pogojem, da navedejo avtorja in da ne gre za komercialno uporabo;
- dovoljujem objavo svojih osebnih podatkov, ki so navedeni v zaključnem delu in tej izjavi, skupaj z objavo zaključnega dela.

Uveljavljam permisivnejšo obliko licence Creative Commons: _____
(navedite obliko)

Kraj in datum:
Maribor, 31.08.2022

Podpis študenta/-ke:




Univerza v Mariboru

Fakulteta za strojništvo

Številka: 42-256-419/2022

Kraj in datum: MARIBOR, 03.06.2022

Na osnovi 330. člena Statuta Univerze v Mariboru (Uradni list RS, št. 41/2021-UPB13) izdajam

SKLEP O ZAKLJUČNEM DELU

ROK GABER, študent/-ka študijskega programa 1. stopnje VS STROJNIŠTVO, smer PROIZVODNO STROJNIŠTVO, izpolnjuje predpisane pogoje in se mu/ji dovoljuje izdelati zaključno delo.

Tema zaključnega dela je pretežno s področja katedre/oddelka/inštituta: KATEDRA ZA PROIZVODNO STROJNIŠTVO.

Mentorji:

izr. prof. dr. UROŠ ŽUPERL, univ. dipl. inž. str., mentor/-ica

Naslov zaključnega dela:

Vpenjalna priprava za vpenjanje odkovkov ojníc

Naslov zaključnega dela v angleškem jeziku:

Clamping Device for Clamping Forging Connecting Rod

Rok za izdelavo in oddajo zaključnega dela je 03.06.2023. Zaključno delo je potrebno izdelati skladno z navodili: *Navodila za pripravo zaključnega dela 1. in 2. stopnje FS*, in ga oddati v pristojnem referatu članice. Število izvodov: 1. Hkrati se odda tudi izjava mentorja/-ice (in morebitne/-ga somentorja/-ice) o ustreznosti zaključnega dela.

Pravni pouk: Zoper ta sklep je možna pritožba na Senat članice v roku 10 delovnih dni od dneva prejema sklepa.



red. prof. dr. Bojan Dolšak, dekan

Obvestiti:

- kandidata/-ko,
- mentorja/-ico,
- somentorja/-ico,
- arhiv.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
1.1	Opis problema	1
1.2	Cilji in teze diplomskega dela	1
2	ODKOVEK	2
2.1	Delavniška risba odkovka	3
3	OBDELOVANEC	4
3.1	Ojnica po prvi CNC obdelavi	4
3.1.1	Delavniška risba ojnice po prvi CNC obdelavi	5
	5
3.2	Ojnica po drugi CNC obdelavi	6
4	PODATKI OBDELAVE	7
4.1	Izbira obdelovalnega stroja	7
4.2	Seznam orodja	8
4.3	Delovni potek – prva CNC obdelava	8
4.4	Delovni potek – druga CNC obdelava	9
4.5	Delovna risba - prva CNC obdelava	10
4.6	Delovna risba - druga CNC obdelava	11
5	ANALIZA VPETJA IN PODPIRANJE-PODPORNE IN VPENJALNE TOČKE	12
5.1	Prva vpenjalna priprava - izvedba A	12
5.2	Prva vpenjalna priprava - izvedba B	17
5.3	Druga vpenjalna priprava	22
6	MODEL VPENJALNE PRIPRAVE	25
6.1	Prva vpenjalna priprava – izvedba A	25
6.1.1	Standardni sestavni deli	26

6.2	Prva vpenjalna priprava – izvedba B	30
6.2.1	Standardni sestavni deli	31
6.2.2	Nestandardna sestavna dela	34
6.3	Druga vpenjalna priprava	36
6.3.1	Standardni deli	37
6.3.2	Nestandardni del	40
6.4	Vzdrževanje vpenjalnih priprav	41
7	EKSPLOZIJSKA RISBA VPENJALNE PRIPRAVE	42
7.1	Prva vpenjalna priprava – izvedba A	42
7.2	Prva vpenjalna priprava – izvedba B	43
7.3	Druga vpenjalna priprava	44
8	CENA VPENJALNE PRIPRAVE NA KOS.....	45
8.1	Prva vpenjalna priprava – izvedba A	45
8.2	Prva vpenjalna priprava – izvedba B	47
8.2.1	Standardni deli	47
8.3	Druga vpenjalna priprava	49
8.3.1	Standardni deli	49
9	SKLEP	51
10	LITERATURA	52
11	PRILOGE	56
	Priloga A.....	56
	Priloga B.....	57
	Priloga C.....	58
	Priloga D	59
	Priloga E.....	60

KAZALO SLIK

Slika 2.1: Odkovek v narisu	2
Slika 2.2: Odkovek v stranskem risu	2
Slika 2.3: Odkovek.....	2
Slika 2.4: Delavniška risba odkovka	3
Slika 3.1: Ojnica pred prvo CNC obdelavo	4
Slika 3.2: Ojnica po prvi CNC obdelavi	4
Slika 3.3 Delavniška risba ojnice po prvi CNC obdelavi.....	5
Slika 3.4: Označene površine obdelave	6
Slika 3.5: Ojnica po drugi CNC obdelavi	6
Slika 4.1: Delovna risba - prva CNC obdelava	10
Slika 4.2: Delovna risba - druga CNC obdelava.....	11
Slika 5.1: Prva vpenjalna priprava - izvedba A	12
Slika 5.2: Ojnica leži na podpornih čepah	13
Slika 5.3: Mesto naslona	13
Slika 5.4: Stranska naslonska čepa.....	13
Slika 5.5: Stična površina med ojnico in naslonskima čepoma.....	14
Slika 5.6: Mesto naslona	15
Slika 5.7 Mesta vpetja	15
Slika 5.8: Vpetje ojnice – prva vpenjalna priprava – izvedba A	16
Slika 5.9: Prva vpenjalna priprava - izvedba B	17
Slika 5.10: Ojnica leži na krožnih podporah A in B.....	18
Slika 5.11: Mesto naslona označeno z modro barvo	18
Slika 5.12: Stranska naslonska čepa pozicionirata ojnico	18
Slika 5.13: Stična površina med ojnico in naslonskima čepoma.....	19
Slika 5.14: Prikaz mesto naslona	19
Slika 5.15: Mesta vpetja.....	20
Slika 5.16: Vpetje ojnice – prva vpenjalna priprava – izvedba B	21

Slika 5.17: Druga vpenjalna priprava	22
Slika 5.18: S puščicama sta označena podporna čepa.....	22
Slika 5.19: Stična površina, med ojnico in podpornima čepoma.....	23
Slika 5.20: Ojnica je vpeta in pripravljena na naslednjo CNC obdelavo	23
Slika 5.21: Vpenjalni površini	24
Slika 5.22: Vpetje ojnice - druga vpenjalna priprava	24
Slika 6.1: Prva vpenjalna priprava - izvedba A	25
Slika 6.2: Sistem z luknjami	26
Slika 6.3: Plošča vpenjalna V70, 500 x 500 x 60 z T – utori.....	26
Slika 6.4: Vpenjalni blok V70, 70 x 70 x 70.....	26
Slika 6.5: Utorni kamen V70, 69.....	27
Slika 6.6: Naslonski čep 14 x 50	27
Slika 6.7: Pozicionirni del vpenjalne priprave	27
Slika 6.8: Naslon cilindrični L12.....	27
Slika 6.9: Kaljena podložka DIN 6340, fi 13.....	27
Slika 6.10: Pozicionirni vijak L12, M12 x 65	28
Slika 6.11: Matica za T-utor, dolga izvedba, M12 x 14, kvaliteta 10	28
Slika 6.12: Naslonski čep 25 x M12, z notr. navojem, narebričena izvedba.....	28
Slika 6.13: Šestrobna matica s podložko, DIN 6331, M12, kvaliteta 10	28
Slika 6.14: Stojni vijak, DIN 6379, M12 x 50, kvaliteta 10.9.....	29
Slika 6.15: Precizna podložka fi 13,0.....	29
Slika 6.16: Vertikalno vpenjalo 40 x 70.....	29
Slika 6.17: Pozicionirni obroč 40	29
Slika 6.18: Prva vpenjalna priprava – izvedba B	30
Slika 6.19: Vpenjalna plošča V70, 500 x 500 x 60	31
Slika 6.20: Vpenjalni blok V70, 40 x 70 x 70.....	31
Slika 6.21: Naslonski čep 14 x 50	31
Slika 6.22: Utorni kamen V70, 69.....	32
Slika 6.23: Cilindrični naslon L12.....	32
Slika 6.24: Kaljena podložka DIN 6340, fi 13.....	32

Slika 6.25: Pozicionirni vijak L12, M12 x 65	32
Slika 6.26: Matica za T-utor, dolga izvedba, M12 x 14, kvaliteta 10	33
Slika 6.27: Stojni vijak, DIN 6379, M12 x 50, kvaliteta 10.9.....	33
Slika 6.28: Precizna podložka fi 13,0.....	33
Slika 6.29: Vertikalno vpenjalo 40 x 70.....	33
Slika 6.30: Pozicionirni obroč 40.....	34
Slika 6.31: Krožna podpora A.....	34
Slika 6.32: Krožna podpora B	35
Slika 6.33: Podpori in ojnica.....	35
Slika 6.34: Druga vpenjalna priprava	36
Slika 6.35: Vpenjalna plošča V70, 400 x 400 x 60	37
Slika 6.36: Vpenjalna stročnica - centrirna fi 38,5 - 46,5	37
Slika 6.37: Pomik vpenjalnih kroglic ob zategovanju vijaka.....	37
Slika 6.38: Vpenjalna stročnica - centrirna fi 18,5 x 22,5.....	38
Slika 6.39: Stojni vijak, DIN 6379, M12 x 63.....	38
Slika 6.40: Stojni vijak, DIN 6379, M12 x 50, kvaliteta 10.9.....	38
Slika 6.41: Podporni čep 25 x M12, z notr. navojem, narebričena izvedba	38
Slika 6.42: Matica za T-utor, dolga izvedba, M12 x 14, kvaliteta 10	38
Slika 6.43: Šestrobna matica s podložko, DIN 6331, M12, kvaliteta 10	39
Slika 6.44: Vijak z nizko cilindrično glavo, M8, DIN 6912, nerjavni A2	39
Slika 6.45: Inox vijak s šestrobo glavo, M5, DIN 933, nerjavni A2	39
Slika 6.46: Plošča v tlorisu.....	40
Slika 6.47: Plošča za izdelavo	40
Slika 7.1: Prva vpenjalna priprava – izvedba A	42
Slika 7.2: Prva vpenjalna priprava – izvedba B	43
Slika 7.3: Druga vpenjalna priprava	44

KAZALO TABEL

Tabela 1.....	7
Tabela 2.....	8
Tabela 3.....	8
Tabela 4.....	9
Tabela 5.....	45
Tabela 6.....	47
Tabela 7.....	49

UPORABLJENE KRATICE

CNC – Computer numerical control

3D – tridimenzionalni prostor

DDV – davek na dodano vrednost

CAD – Computer-Aided Design

EUR – evro

1 UVOD

1.1 Opis problema

Pred postopkom CNC-obdelave je treba obdelovanec ustrezno vpeti v vpenjalno pripravo. Vpenjalna priprava močno vpliva na kakovost obdelave. Zanja velja, da mora zagotavljati fiksno vpetje obdelovanca, čim hitrejše vpenjanje in izpenjanje obdelovanca, stabilnost, pri vpetju in med obdelavo ne sme poškodovati obdelovanca. Poznamo univerzalne vpenjalne priprave in namenske vpenjalne priprave. Izdelati je bilo treba 3D-modele namenskih vpenjalnih priprav za CNC-obdelavo ojníc.

1.2 Cilji in teze diplomskega dela

Namen diplomskega dela je izdelava 3D-modelov namenskih vpenjalnih priprav v programu Solidworks za obdelavo ojníc. Obdelava ojníc zajema dve različni CNC-obdelavi. Za vsako obdelavo je bilo treba narediti analizo vpetja in izdelati drugačno vpenjalno pripravo. Prvi vpenjalni pripravi izvedbe A in B omogočata vpetje in obdelavo odkovka ojnice. Druga vpenjalna priprava omogoča vpetje ojnice po prvi obdelavi, tako da jo lahko obdelamo v končni izdelek.

V programu Solidworks smo najprej izdelali naslednje 3D-modele:

1. ojnico kot odkovek (surovec),
2. ojnico po prvi obdelavi,
3. ojnico (končni izdelek).

Na temelju velikosti in oblike ojnice v različnih fazah smo izbrali ustrezne sestavne dele vpenjalne priprave. Standardne dele smo izbrali iz spletnega kataloga Halder. Spletno mesto je omogočilo prenos CAD-modela želenega sestavnega dela. Nestandardne dele smo zasnovali sami. V zavihku assembly smo sestavili vpenjalne priprave. Z animacijo

smo za vsako pripravo prikazali vpenjanje in izpenjanje ojnice. Določili smo tudi ceno na kos vpenjalne priprave.

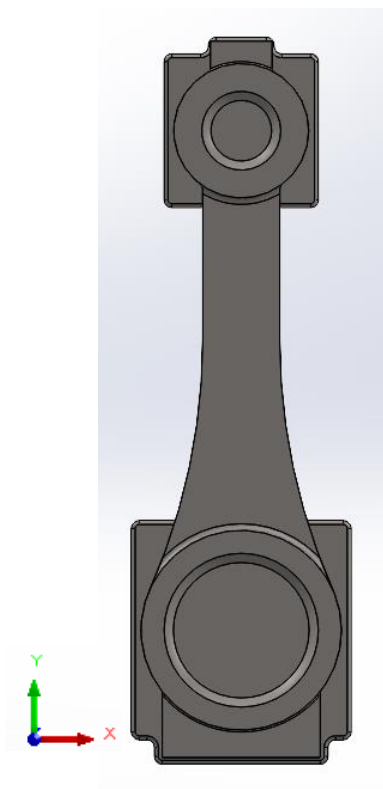
2 ODKOVEK

Na slikah 1, 2 in 3 je prikazana oblika odkovka, za katerega smo izdelali vpenjalne priprave. Ta ojnica (odkovek) je sestavni del enobatnega cilindričnega motorja. Naša naloga je bila, da surovec vpmemo v vpenjalne priprave in s tem omogočimo CNC-obdelavo. Odkovek je izdelan iz materiala DIN Steel (Stainless) 1.4057 (X17CrNi16-2). Njegove zunanje največje mere so:

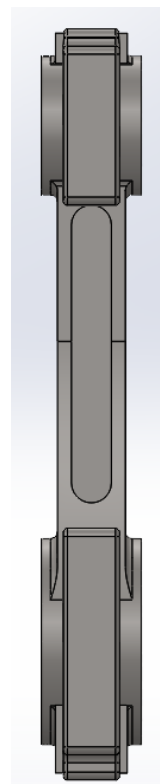
X = 57,00 mm,

Y = 189,17 mm,

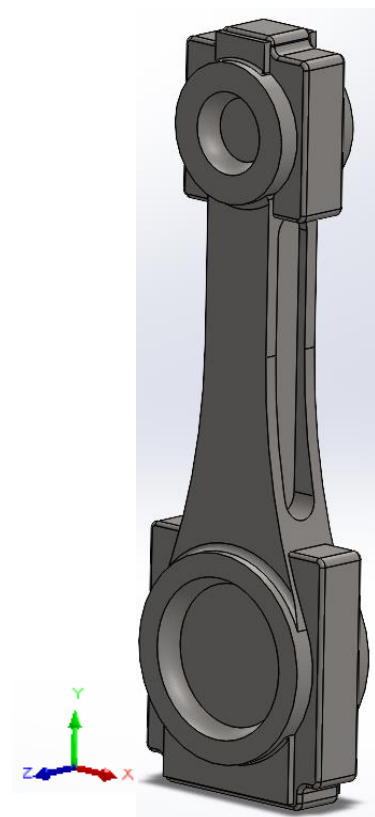
Z = 25,00 mm.



Slika 2.1: Odkovek v narisu

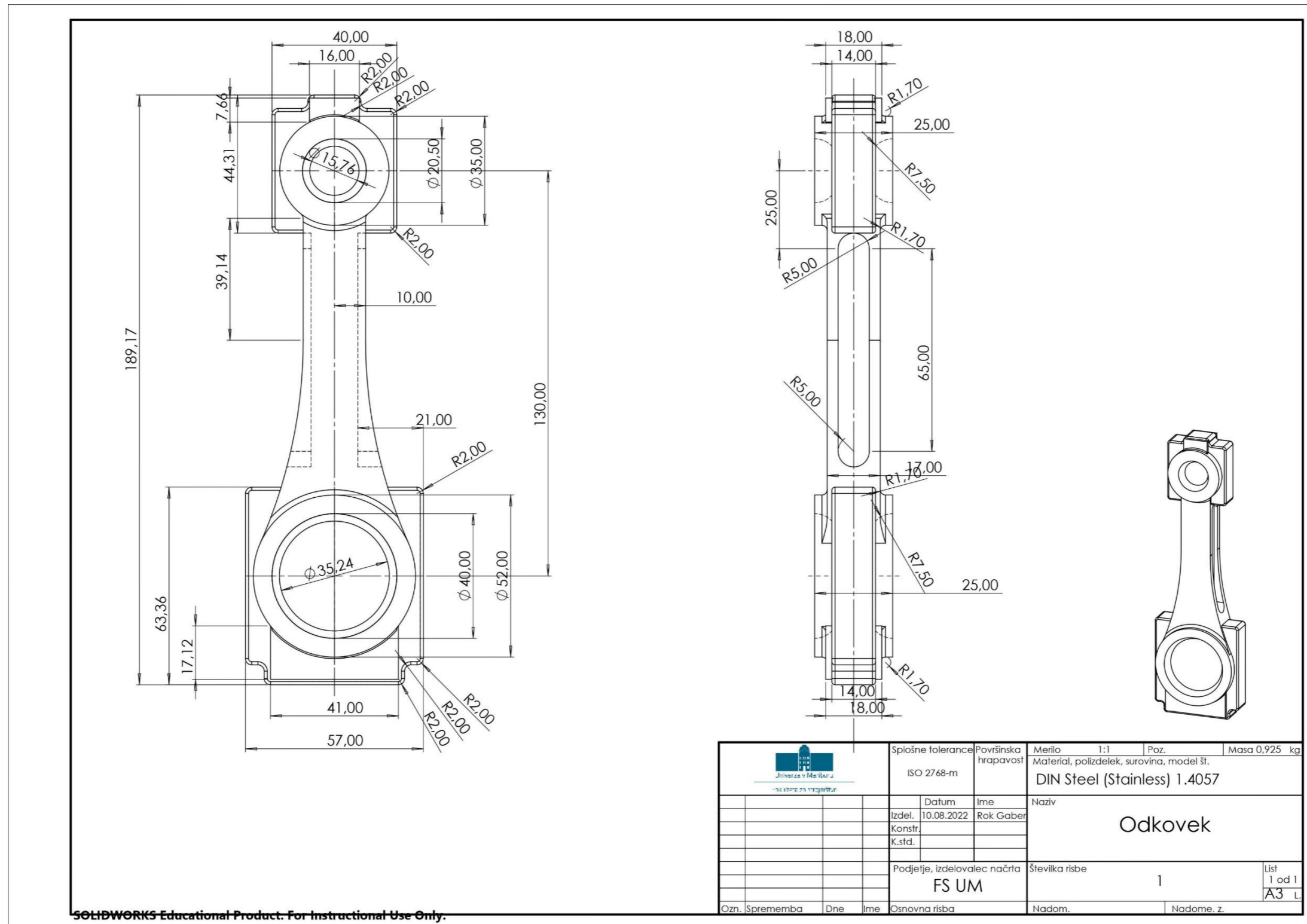


Slika 2.2: Odkovek v stranskem risu



Slika 2.3: Odkovek

2.1 Delavniška risba odkovka



Slika 2.4: Delavniška risba odkovka

3 OBDELOVANEC

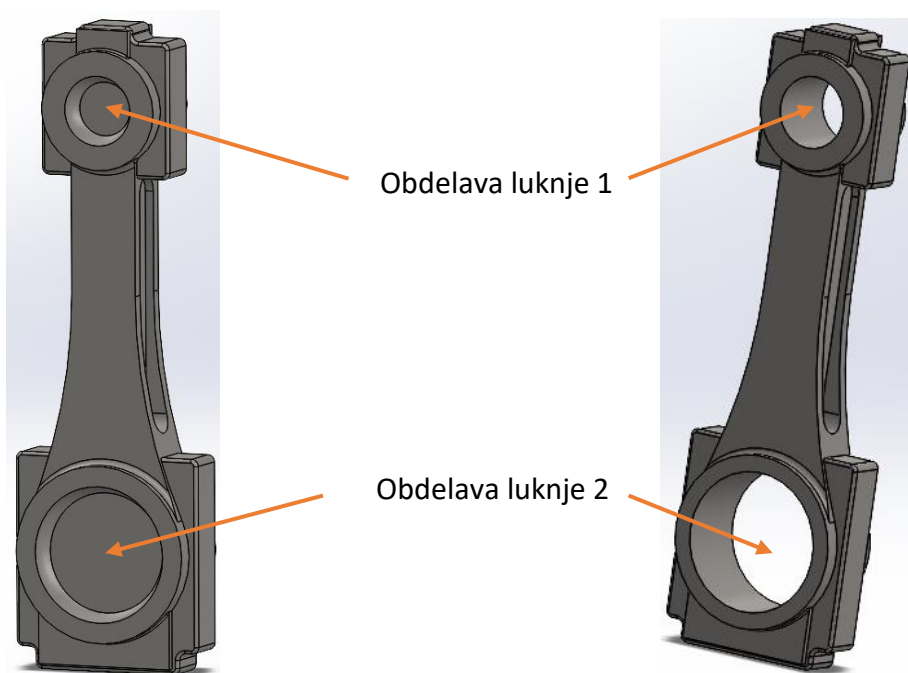
Proces, pri katerem je nastal končni izdelek ojnice, je zajemal dve ločeni CNC-operaciji. Zato smo izdelali dve različni vpenjalni pripravi.

3.1 Ojnica po prvi CNC-obdelavi

S prvo CNC-obdelavo se izdelajo luknje na ojnici na dimenzije končnega izdelka.

Obdelava luknje 1 – Začetni premer je 20,50 mm in globina 5,50 mm. Po obdelavi je luknja premera 21,50 mm izdelana skozi ojnico.

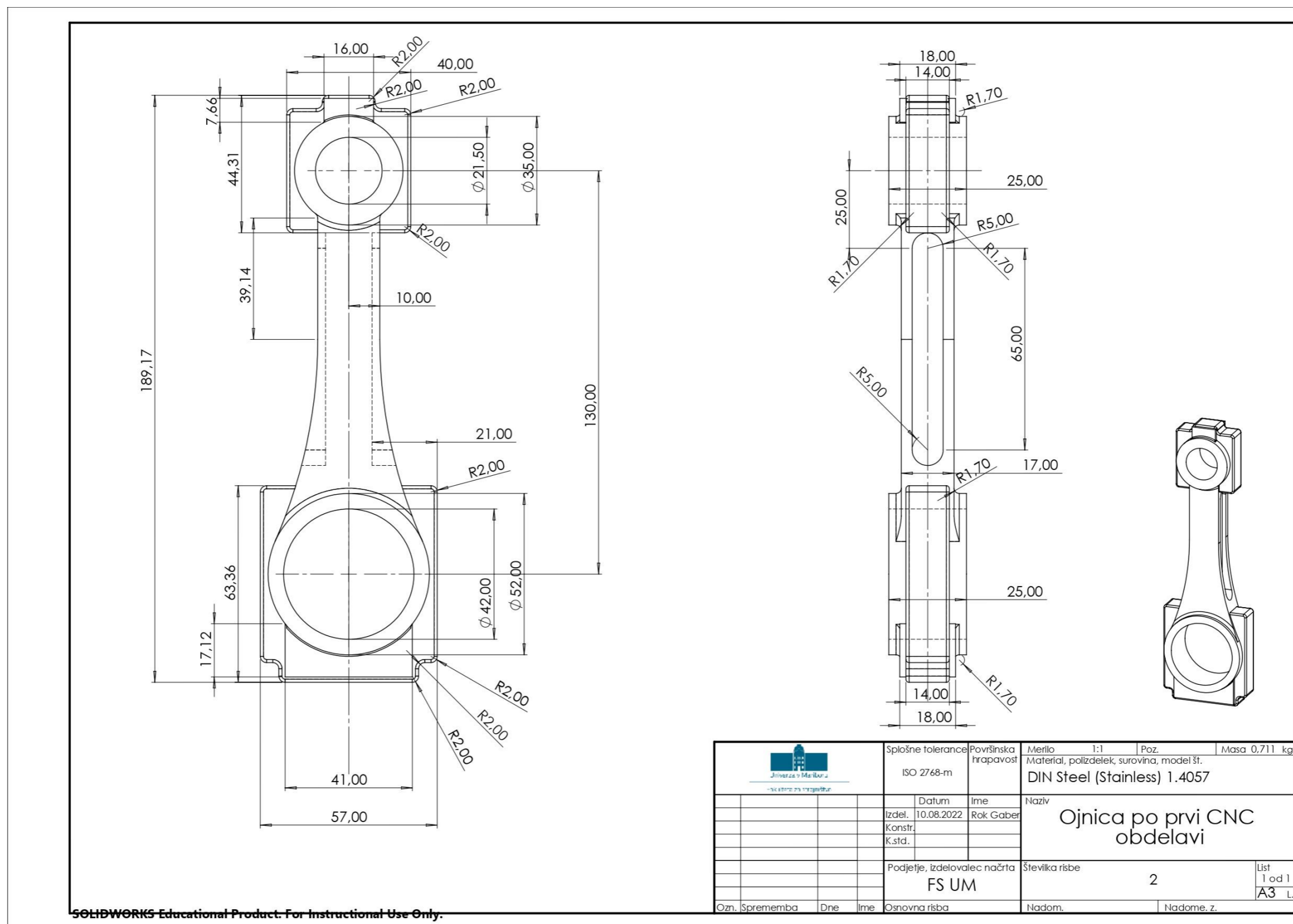
Obdelava luknje 2 – Začetni premer je 40,00 mm in globina 5,50 mm. Po obdelavi je luknja premera 42,00 mm izdelana skozi ojnico.



Slika 3.1: Ojnica pred prvo CNC-obdelavo

Slika 3.2: Ojnica po prvi CNC-obdelavi

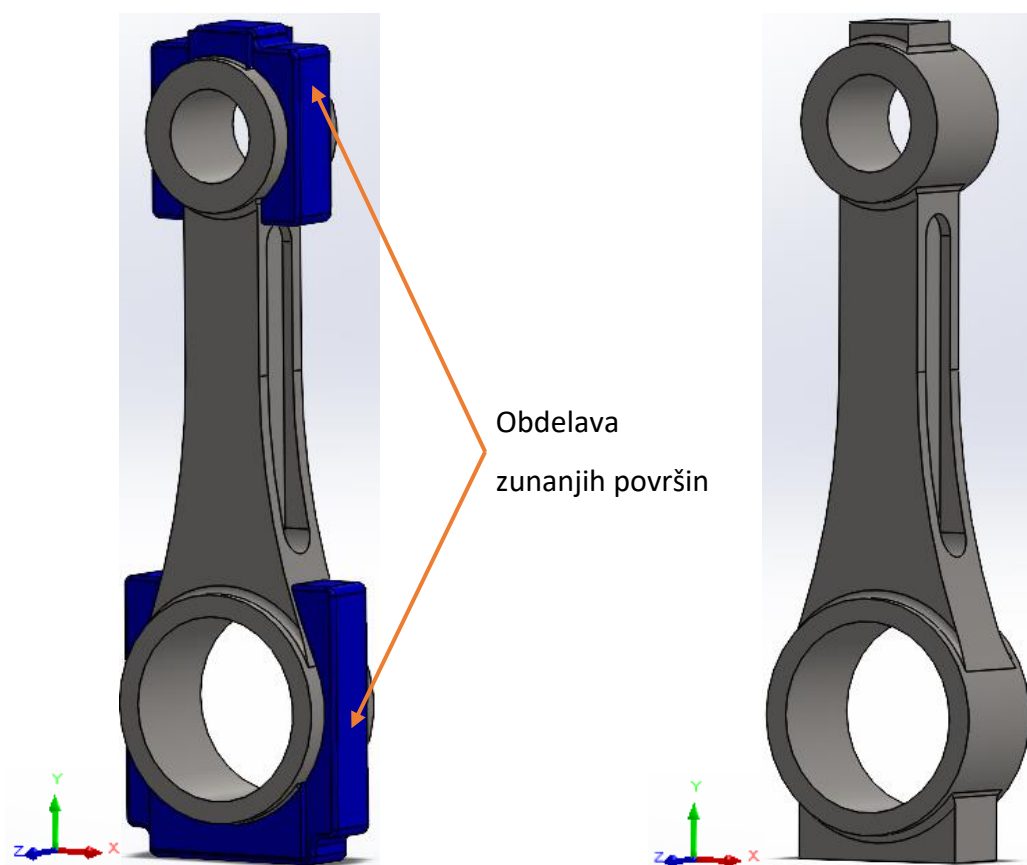
3.1.1 Delavniška risba ojnice po prvi CNC-obdelavi



Slika 3.3 Delavniška risba ojnice po prvi CNC-obdelavi

3.2 Ojnica po drugi CNC-obdelavi

Z drugo CNC-obdelavo se obdelajo zunanje površine ojnice, ki so označene z modro barvo. Nastane končni izdelek, ki je sestavni del enobatnega cilindričnega motorja. Delavniška risba je v [prilogi A](#).



Slika 3.4: Označene površine obdelave

Slika 3.5: Ojnica po drugi CNC-obdelavi

4 PODATKI OBDELAVE

4.1 Izbira obdelovalnega stroja

Obe CNC-obdelavi potekata na enakem CNC-stroju. Izbrali smo CNC-stroj proizvajalca YDPM, tipa EV – 860. Pri izbiri CNC-stroja smo bili pozorni na velikost delovnega področja oziroma velikost delovne mize.

Tabela 4.1: Strojni list

		STROJNI LIST			Tehnolog	Rok Gaber
					Datum	25.08.2022
Naziv (tip)	EV - 860			Mesto namestitve		
Proizvajalec	YDPM			Leto izdelave	2020	
Dobavitelj	WD tehnik			Leto dobave	2020	
Dolžina [mm]	2864 mm	Vrsta el. toka	enosmerni	Glavni pogon [kW]		
Širina [mm]	2521 mm	Napetost [V]	400	Podajalni pogon [kW]		
Višina [mm]	2721 mm	Frekvenca [Hz]	50	Pogon gnanih orodij [kW]		
Masa [kg]	6200 kg	Skupna moč [kW]	15 kW			
Krmilje						
Orodni sistem						
Posebna oprema						
Karakteristike stroja Delovna moč :15 kW X – os: 860 mm Y – os: 600 mm Z – os: 610 mm Maksimalna nosilnost mize: 600 kg Velikost mize: 1000x600 mm Delovno področje: 860x600x610 mm						
Podatki o vrtljajih in pomikih Hitri pomiki po X, Y, Z – osi: 36/36/30 m/min Delovni pomiki po X, Y, Z – osi: 1 – 10000 mm/min Območje vrtljajev: x...8000 obr /min						


4.2 Seznam orodja

Tabela 4.2: Seznam orodja

SEZNAM ORODJA		Številka delavniške risbe 1	Kodna številka izdelka		List				Listov	
 Univerza v Mariboru Fakulteta za strojništvo		Naziv izdelka Ojnica		Število kosov v seriji 1		Tehnolog				Rok Gaber
						Izdelano dne				27.08.2022
						Pregledal				
Številka operacije	Naziv orodja	Številka orodja	Material orodja	Količina za serijo.....	O	P	S	N	Cena orodja	
01	Frezalo fi 12 mm	10072344	Karbidna trdina	1	-	-	-	-	65 EUR	
Legenda: O-obstoječe; P-po naročilo; S-sprememba; N-novo; *-neustrezno prečrtaj										

4.3 Delovni potek – prva CNC-obdelava

Tabela 4.3: Delovni potek – prva CNC-obdelava

 Univerza v Mariboru Fakulteta za strojništvo		DELOVNI POTEK		Tehnolog	Rok Gaber	
				Datum	27.07.2022	
Naziv izdelka		Ojnica		Pregledal		
Oznaka risbe		1		Rok izdelave		/
Material		DIN Steel (Stainless) 1.4057 (X17CrNi16-2)		Kosov v seriji		11
Mere surovca		57,00 mm x 189,17 mm x 25, 00 mm		Obdelovalni stroj		YDPM EV - 860
Predhodna obdelava		/		Masa surovca [kg]		0,925
Toplotna obdelava		/		Masa izdelka [kg]		0,771
Zap. št. oper.	Opis operacije		Orodje – opis			
01	Frezanje lukenj		Frezalo fi 12 mm			

4.4 Delovni potek – druga CNC-obdelava

Tabela 4.4: Delovni potek – druga CNC-obdelava



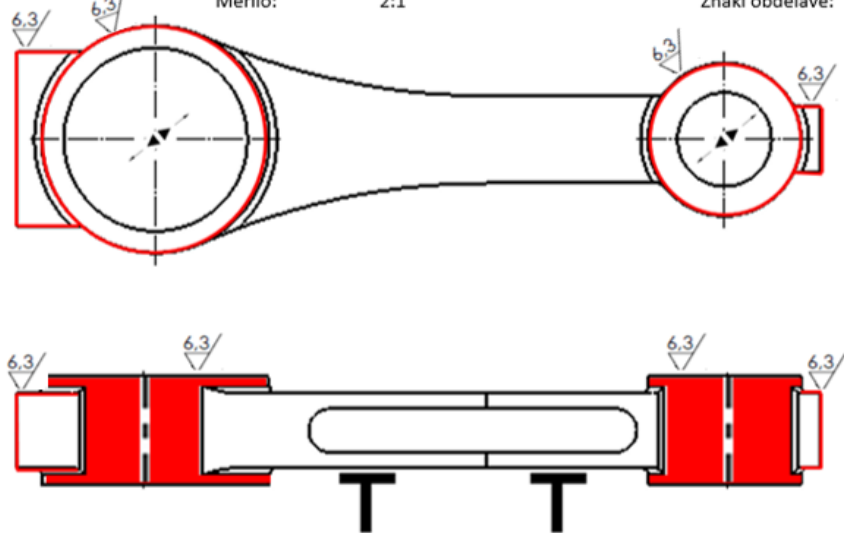









 Univerza v Mariboru Fakulteta za strojništvo	DELOVNI POTEK	Tehnolog	Rok Gaber
		Datum	27.07.2022
Naziv izdelka	Ojnica	Pregledal	
Oznaka risbe	2	Rok izdelave	/
Material	DIN Steel (Stainless) 1.4057 (X17CrNi16-2)	Kosov v seriji	1
Mere surovca	57,00 mm x 189,17 mm x 25, 00 mm	Obdelovalni stroj	YDPM EV - 860
Predhodna obdelava	Frezanje lukenj	Masa surovca [kg]	0,771
Toplotna obdelava	/	Masa izdelka [kg]	0552
Zap. št. oper.	Opis operacije	Orodje – opis	
01	Frezanje zunanjih površin	Frezalo fi 12 mm	

4.5 Delovna risba – prva CNC-obdelava

Univerza v Mariboru Fakulteta za strojništvo		DELOVNA RISBA		Naziv izdelka	Ojnica	Stroj	YDPM - EV - 860	Tehnolog	Rok Gaber					
		Oznaka risbe	1	Material	DIN Steel (Stainless) 1.4057 (X17CrNi16-2)	Datum	27.08.2022							
		Zap. št. operacije	01	Dim. surovca	57,00 mm x 189,17 mm x 25,00 mm	List št.								
Faza	Postopek dela	Rezilno orodje		Pomožno orodje		Rezalni material	v_c	n	f	a				
1	Frezanje	Frezalo fi 12 mm	01	/	/	Karbidna trdina	60	1592	0,04	25				
Merilo: 2:1						Znaki obdelave: —								
						Priprave								
						Naziv				Številka				
						Merila				Naziv	Številka			
						Opombe								
Št.	Znaki	Pomen	Št.	Znaki	Pomen	Št.	Znaki	Pomen	v_c = rezalna hitrost [m/min] n = št. vrtljajev vretena [min ⁻¹] f = podajanje [mm/vrt] a = globina rezanja [mm]					
1	△	smer vpenjanja	4	←→	cent.vpen.znotraj	7	▶◀	centr. od zun.						
2	┌┐	nal.-prilež.ploskev	5	→▶◀←	cent.vpen.zun.	8	□	aretiranje						
3	▽	nal.-prilež.prizma	6	◀▶	centriranje od zno.	9	—	opora, lineta						

Slika 4.1: Delovna risba – prva CNC-obdelava

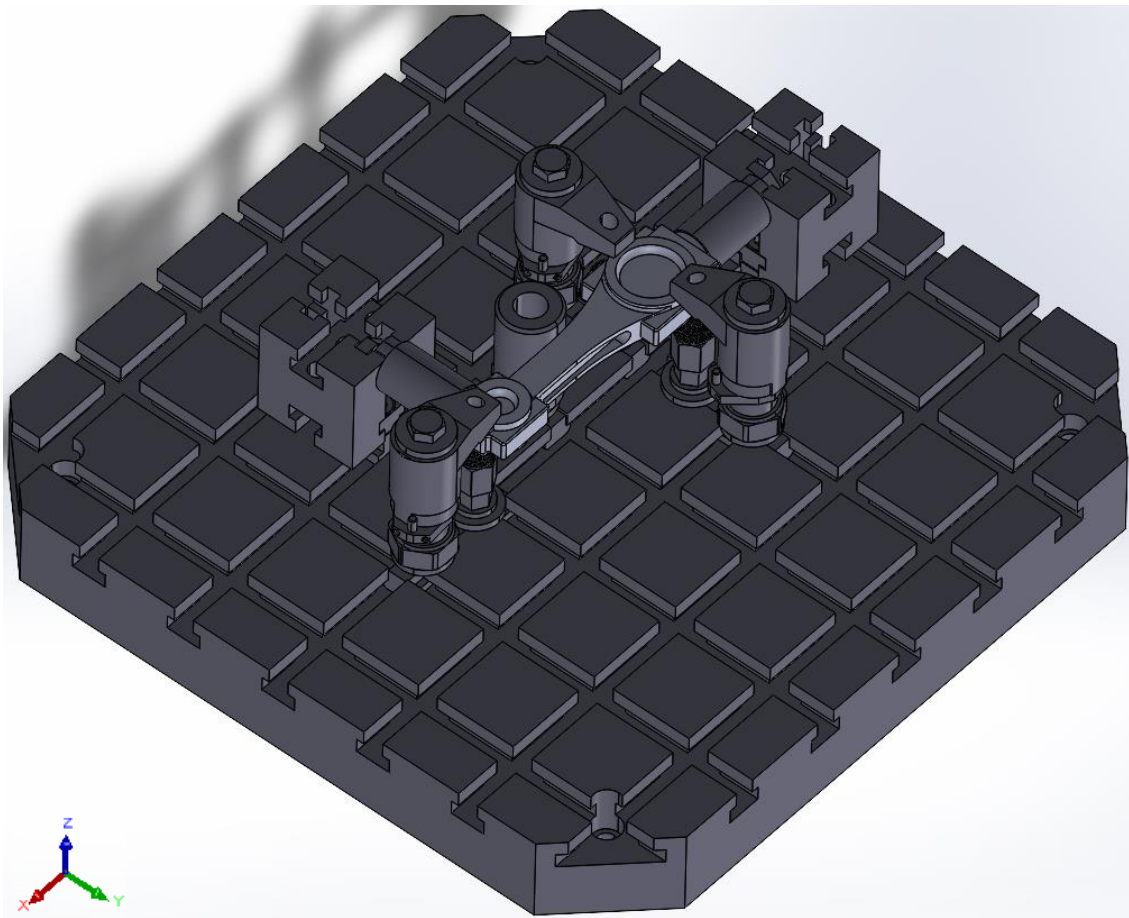
4.6 Delovna risba – druga CNC-obdelava

		DELOVNA RISBA		Naziv izdelka	2	Stroj		Tehnolog	Rok Gaber																	
				Oznaka risbe		Material	DIN Steel (Stainless) 1.4057 (X17CrNi16-2)	Datum	27.08.2022																	
				Zap. št. operacije	01	Dim. surovca	57,00 mm x 189,17 mm x 25,00 mm	List št.																		
Faza	Postopek dela	Rezilno orodje		Pomožno orodje		Rezalni material	v_c	n	f	a																
1	Frezanje	Frezalo fi 12 mm	02	/	/	Karbidna trdina	60	1592	0,04	25																
<p>Merilo: 2:1</p> <p>Znaki obdelave: </p> 						<p>Priprave</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Naziv</th> <th>Številka</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table> <p>Merila</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Naziv</th> <th>Številka</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table> <p>Opombe</p>					Naziv	Številka							Naziv	Številka						
Naziv	Številka																									
Naziv	Številka																									
Št.	Znaki	Pomen	Št.	Znaki	Pomen	Št.	Znaki	Pomen	v_c = rezalna hitrost [m/min] n = št. vrtljajev vretena [min^{-1}] f = podajanje [mm/vrt] a = globina rezanja [mm]																	
1		smer vpenjanja	4		cent.vpen.znotraj	7		centr. od zun.																		
2		nal.-prilež.ploskev	5		cent. vpen. zun.	8		aretiranje																		
3		nal.-prilež.prizma	6		centriranje od zno.	9		opora, lineta																		

Slika 4.2: Delovna risba – druga CNC-obdelava

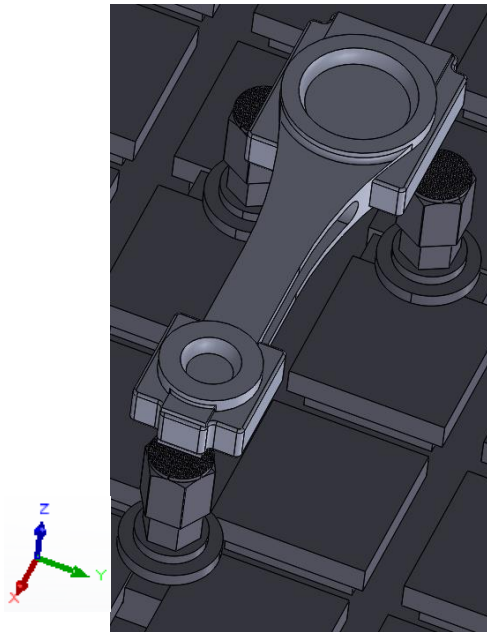
5 ANALIZA VPETJA IN PODPIRANJE PODPORNE IN VPENJALNE TOČKE

5.1 Prva vpenjalna priprava – izvedba A



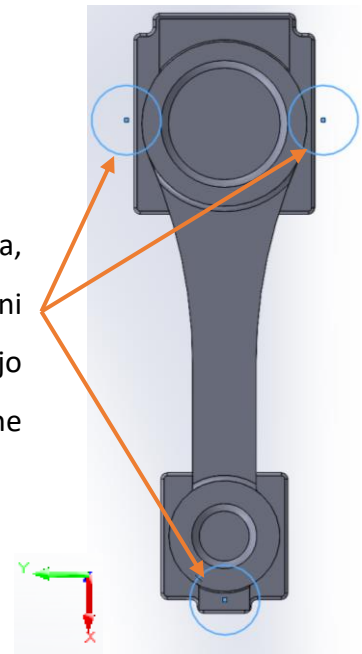
Slika 5.1: Prva vpenjalna priprava – izvedba A

Najprej smo ojnico postavili na tri naslonske čepi, tako smo dosegli omejitev gibanje v Z-smeri in rotacijo okoli X- in Y-osi.



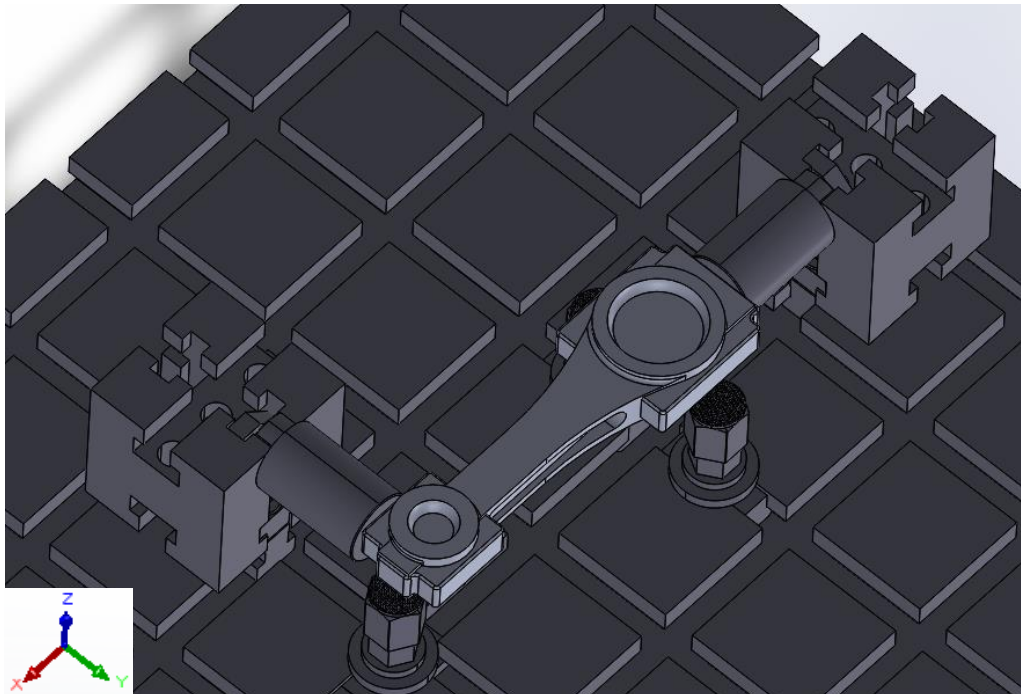
Slika 5.2: Ojnica leži na podpornih čepih

Stična površina,
kjer se podporni
čepi dotikajo
ojnice (podporne
točke)



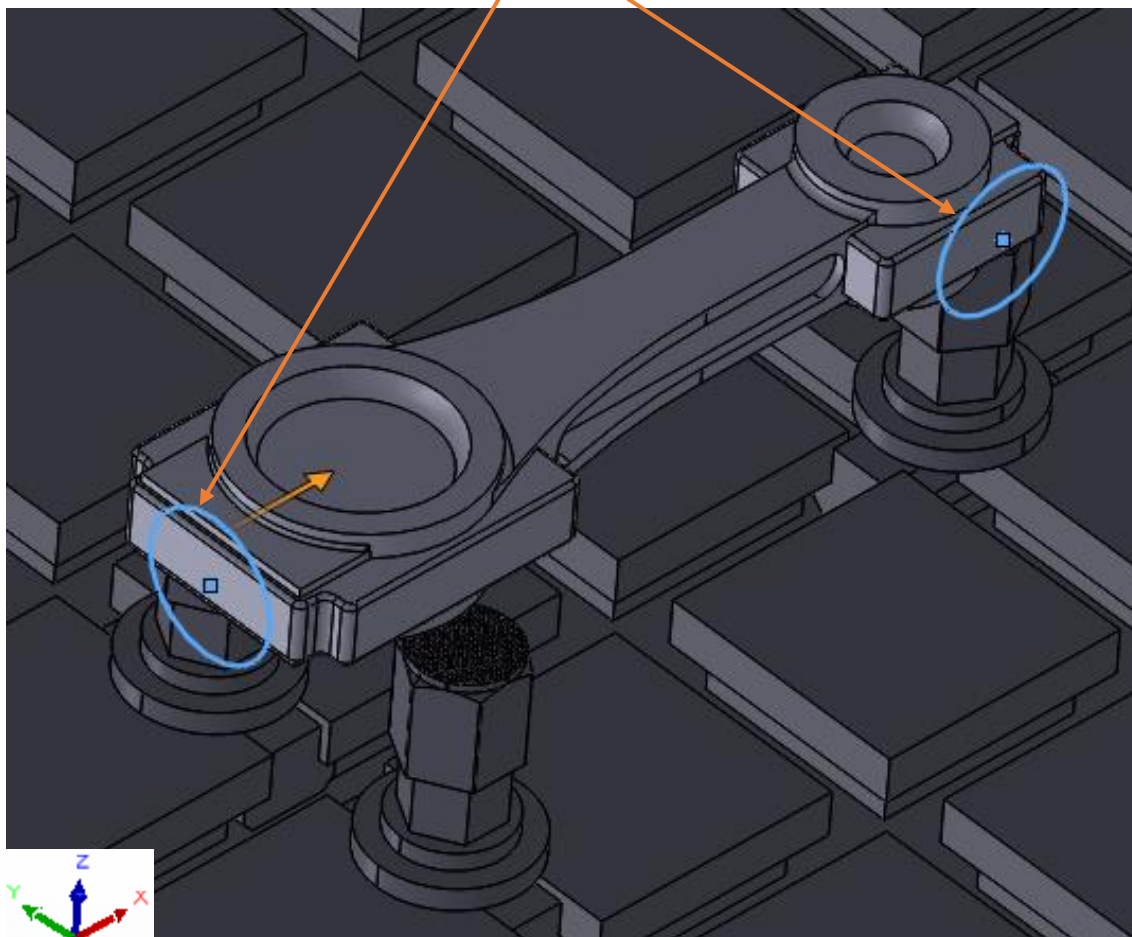
Slika 5.3: Mesto naslona

Naslonska čepa sta omejila gibanje po X- in Y-smeri.



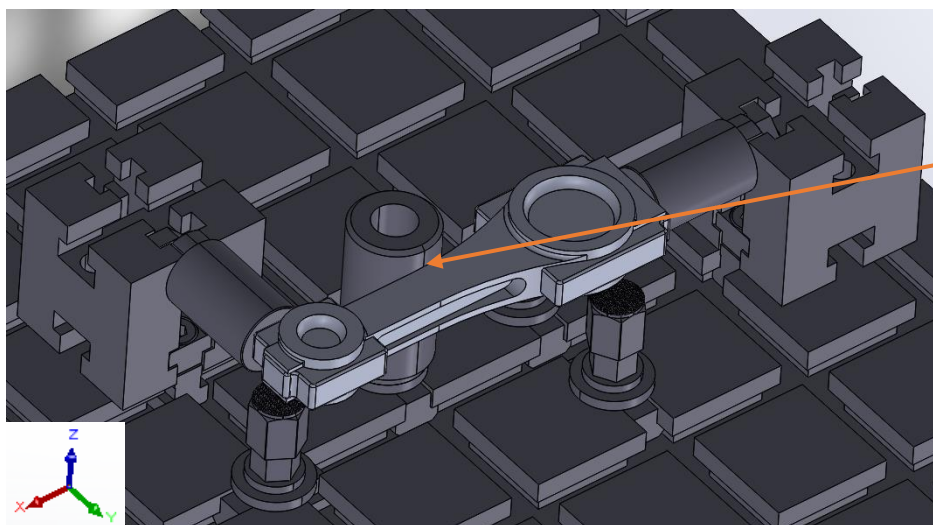
Slika 5.4: Stranska naslonska čepa

Stična površina, kjer se
naslonski čepi dotikajo
ojnice (pozicioniranje)



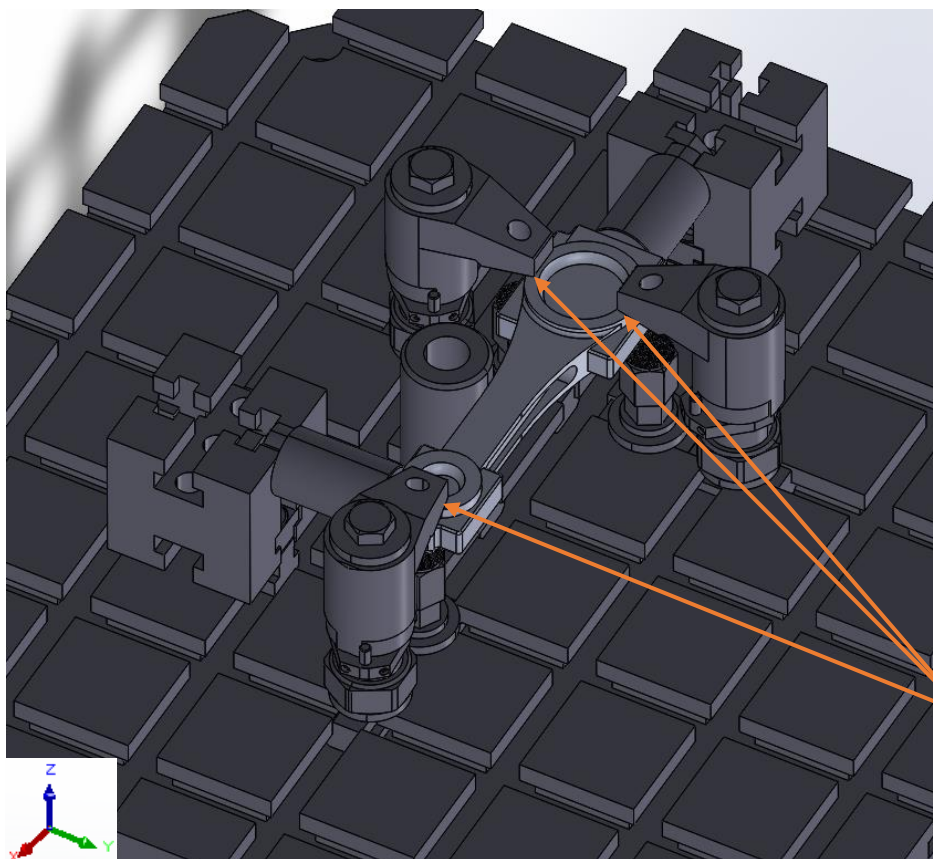
Slika 5.5: Stična površina med ojnico in naslonskima čepoma

Cilindrični naslon dodatno pomaga omejiti gibanje v Y-smeri in rotacijo okrog Z-osi.
Zaradi svoje cilindrične oblike se odlično prilega zunanji obliki ojnice.



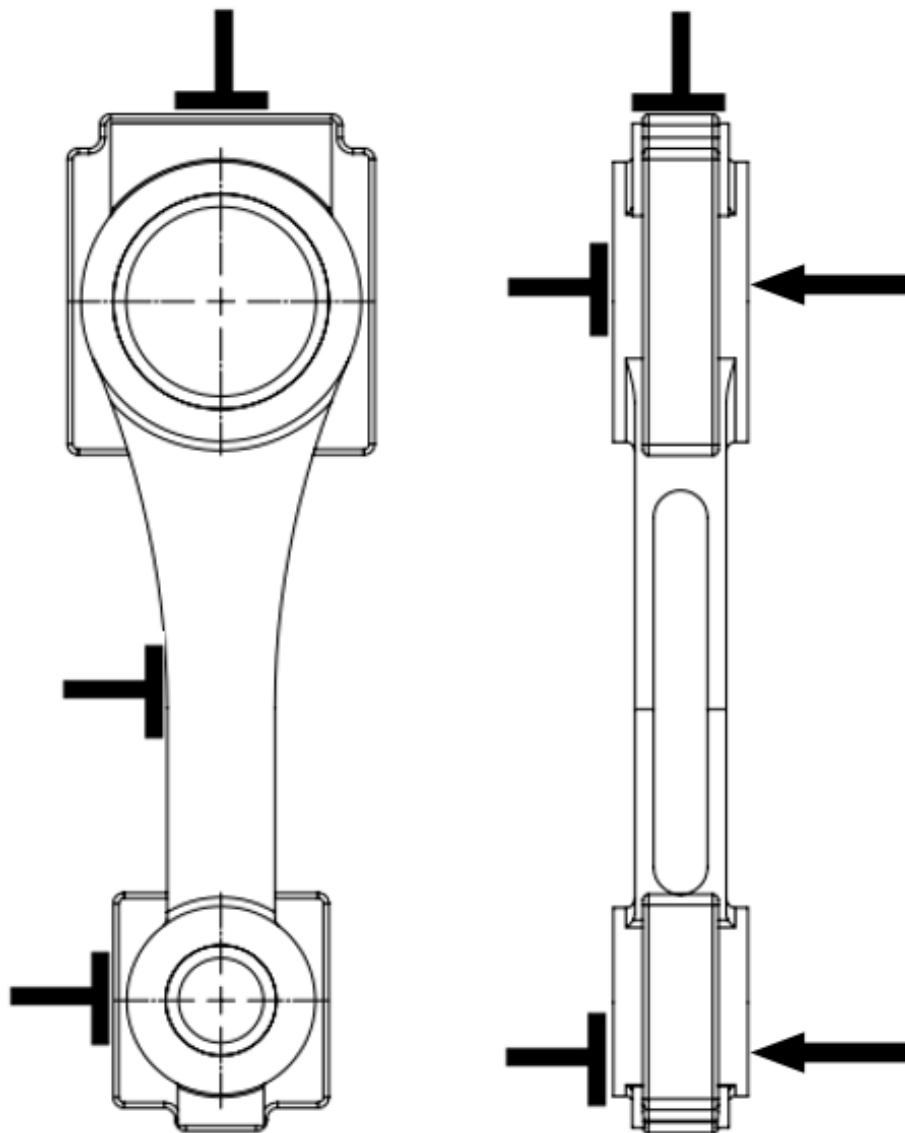
Stična površina
cilindričnega
naslona in
ojnice
(pozicioniranje)

Slika 5.6: Mesto naslona





vpenjalne točke

Slika 5.7 Mesta vpetja

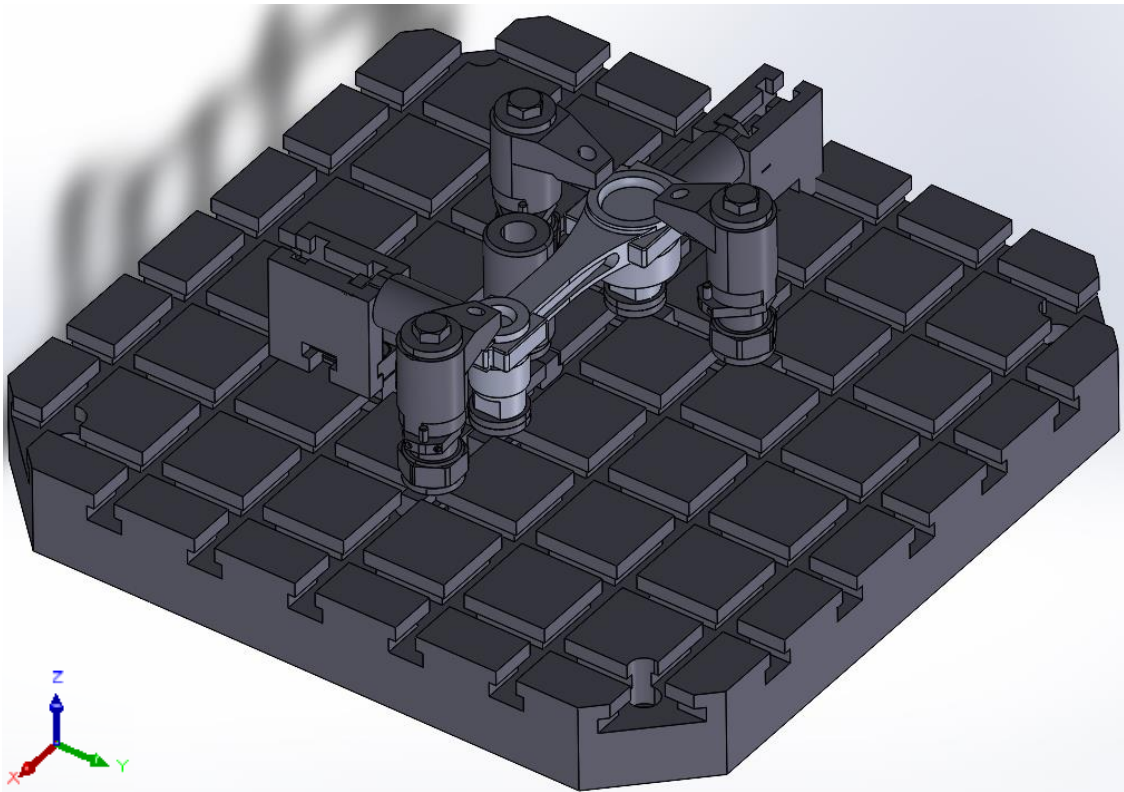


Slika 5.8: Vpetje ojnice – prva vpenjalna priprava – izvedba A

 - simbol za podporo

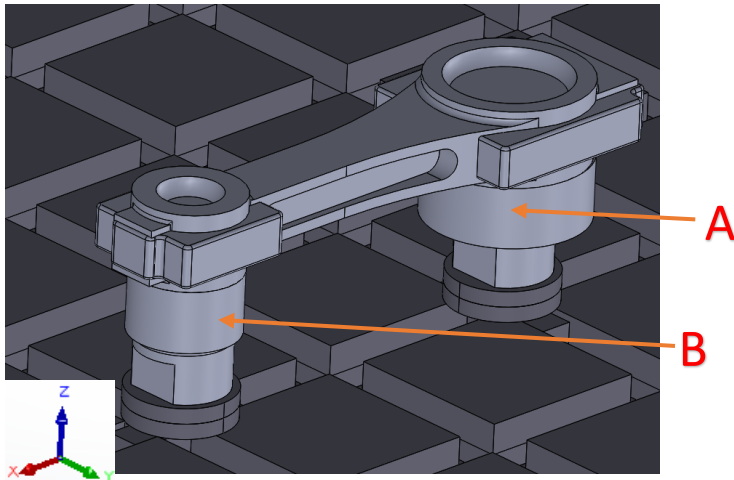
 - simbol za enostransko vpetje

5.2 Prva vpenjalna priprava – izvedba B

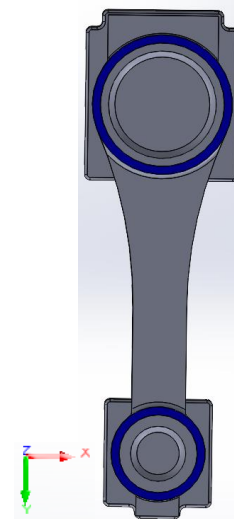


Slika 5.9: Prva vpenjalna priprava – izvedba B

Pri vpenjalni pripravi – izvedbi B smo namesto standardnih naslonskih čepov uporabili posebej izdelani krožni podpori A in B za ojnico. Omejili smo gibanje po Z-osi in rotacijo okrog Y- in X-osi.

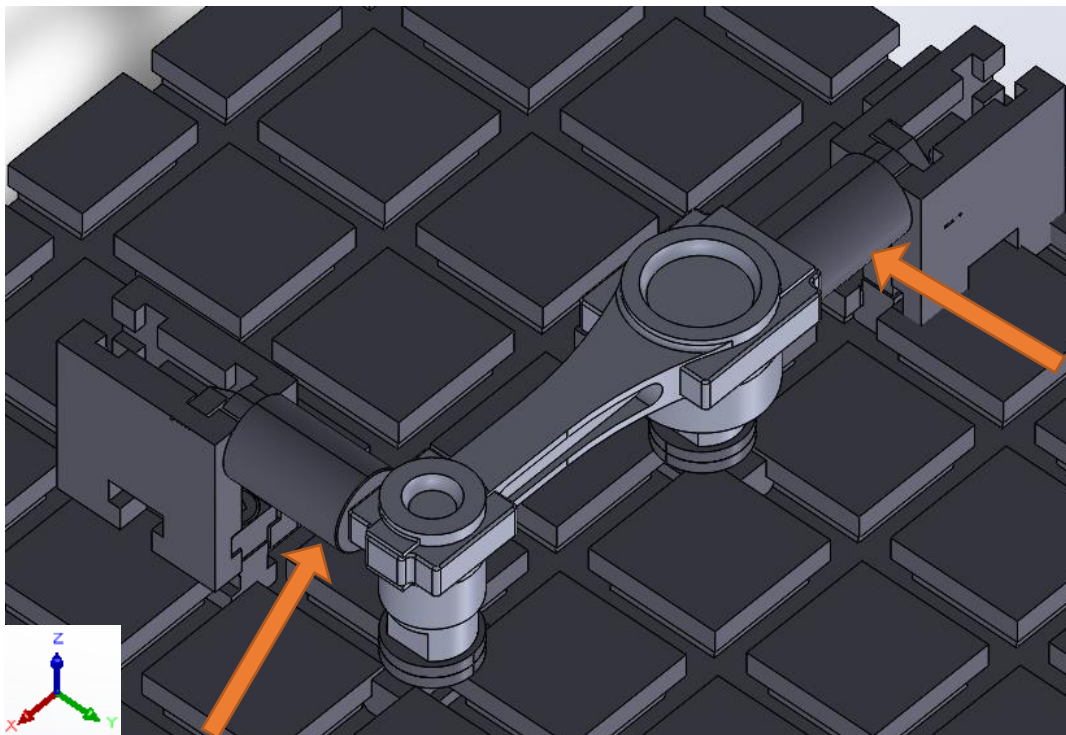


Slika 5.10: Ojnica leži na krožnih podporah A in B

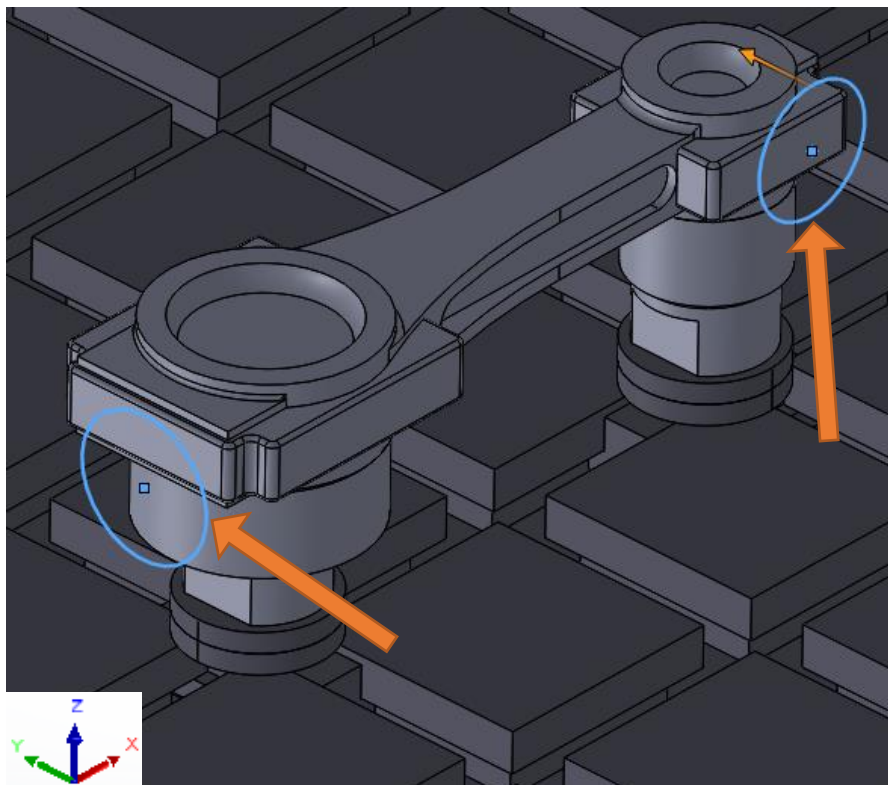


Slika 5.11: Mesto naslona, označeno z modro barvo

Naslonska čepa sta omejila gibanje po X- in Y-smeri.

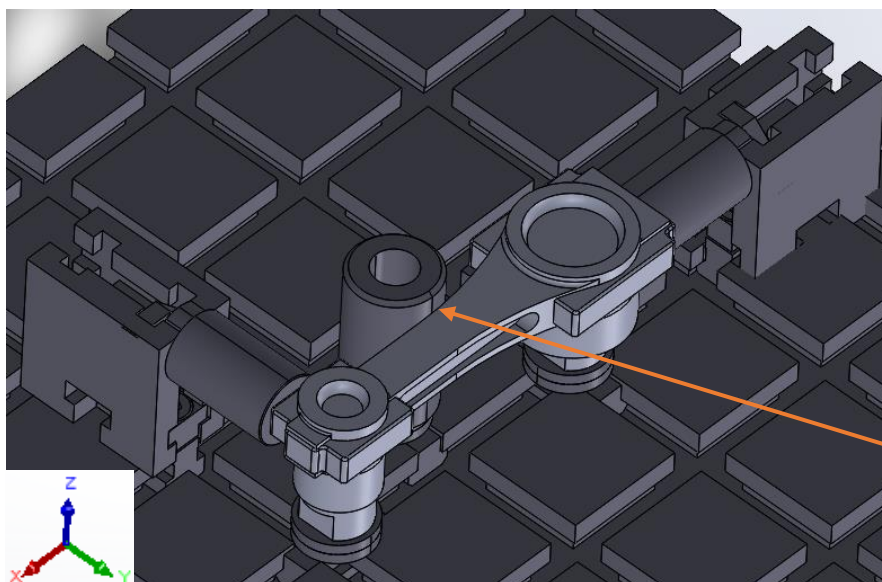


Slika 5.12: Stranska naslonska čepa pozicionirata ojnico



Slika 5.13: Stična površina med ojnico in naslonskima čepoma

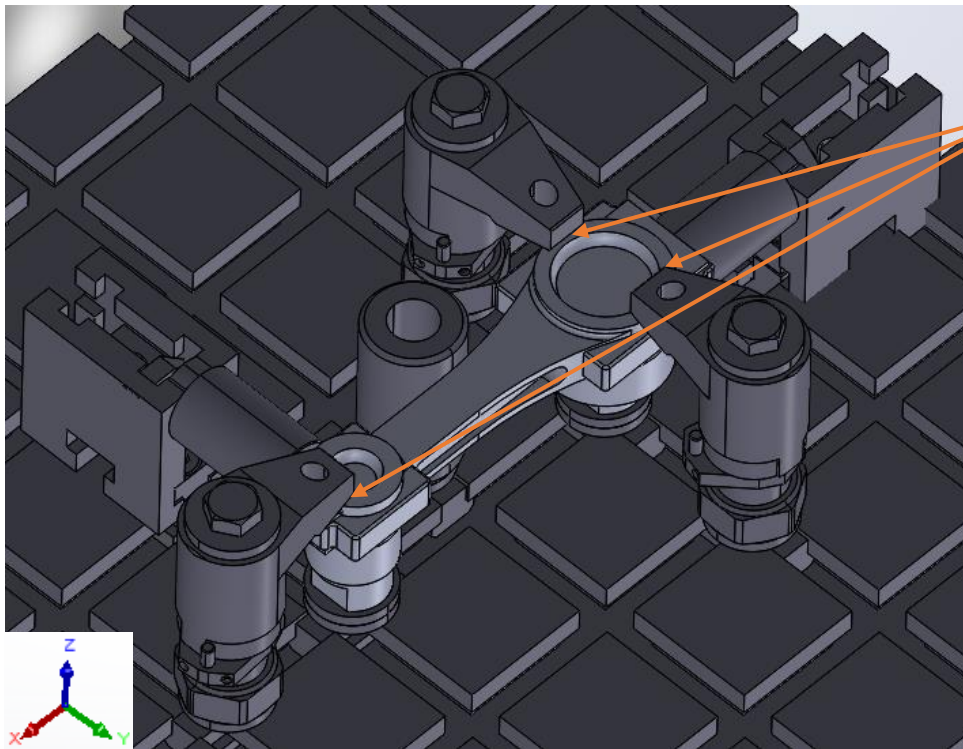
Enako kot v A-izvedbi vpenjalne priprave nam cilindrični naslon še dodatno pomagal omejiti gibanje v Y-smeri in rotacijo okrog Z-osi.



Stična površina
cilindričnega
naslona in ojnice
(pozicioniranje)

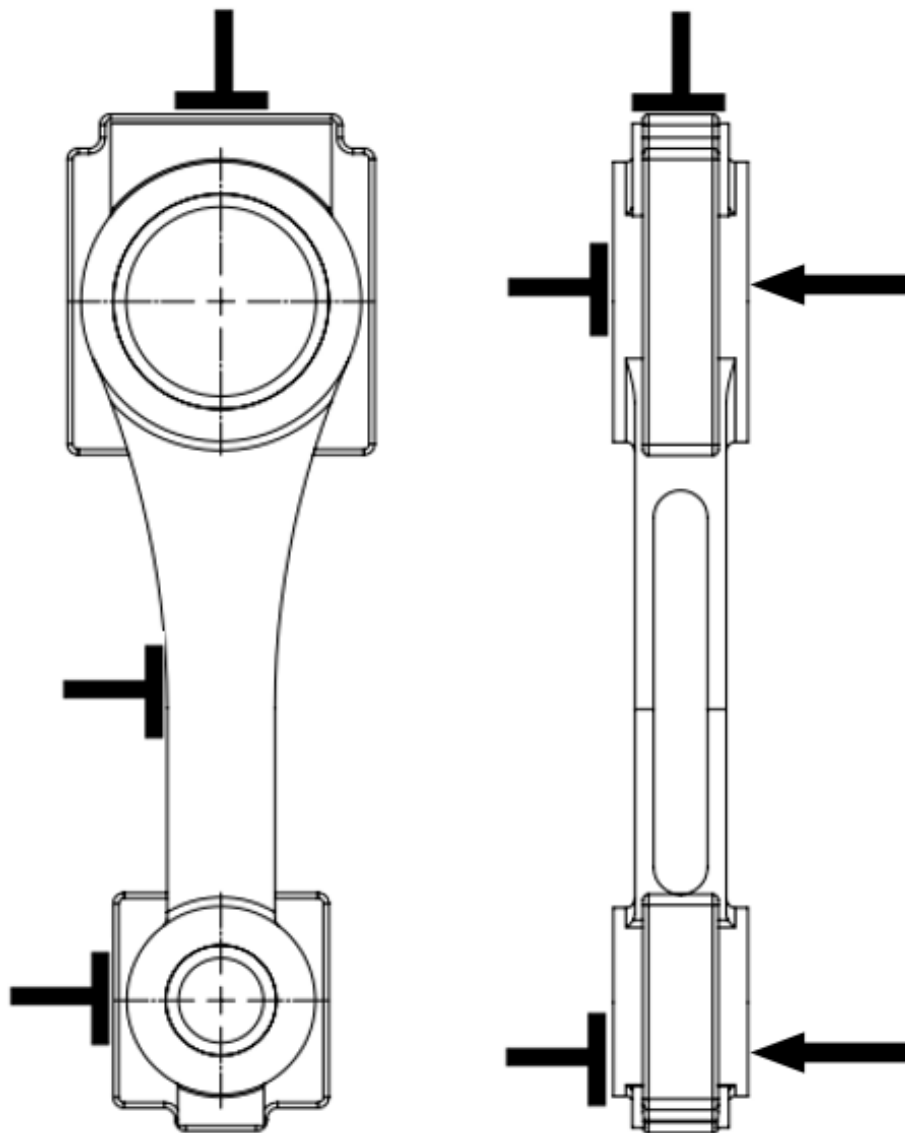
Slika 5.14: Prikaz mesto naslona

Enako kot v A-izvedbi vpenjalne priprave smo z vertikalnimi vpenjali vpeli obdelovanec.



Vpenjalne
točke

Slika 5.15: Mesta vpetja



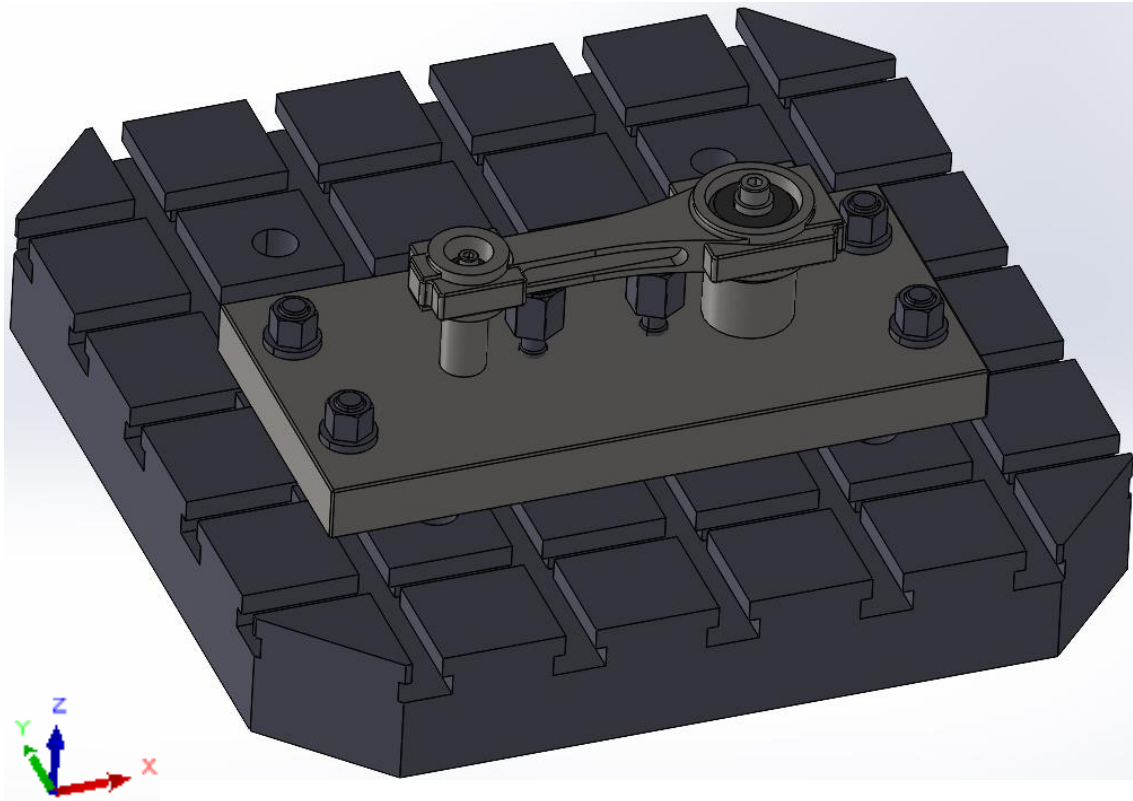
Slika 5.16: Vpetje ojnice – prva vpenjalna priprava – izvedba B

┣ - simbol za podporo

➔ - simbol za enostransko
vpetje

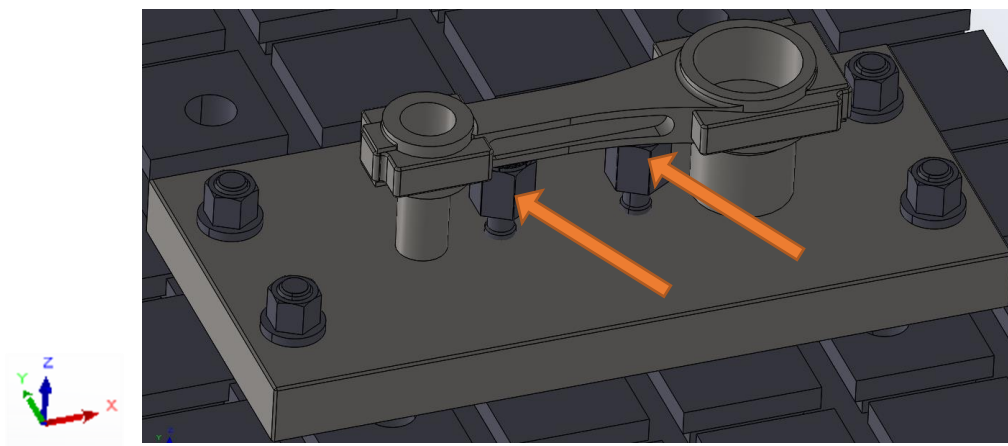
5.3 Druga vpenjalna priprava

Vpenjalna priprava služi za drugo CNCobdelavo, torej za obdelavo zunanjih površin ojníc.

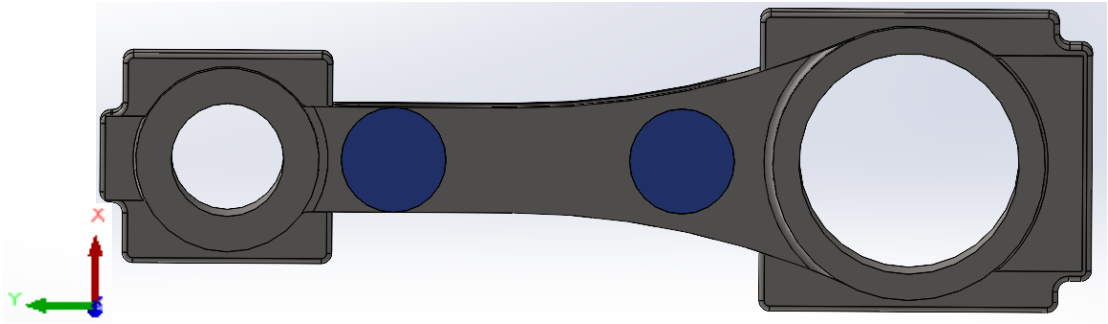


Slika 5.17: Druga vpenjalna priprava

Ojnica ima dve podporni mesti, podpirata jo podporna čepa. S podpornimi mesti smo dosegli omejitve gibanja v Z-smeri in rotacijo okrog Y-osi.

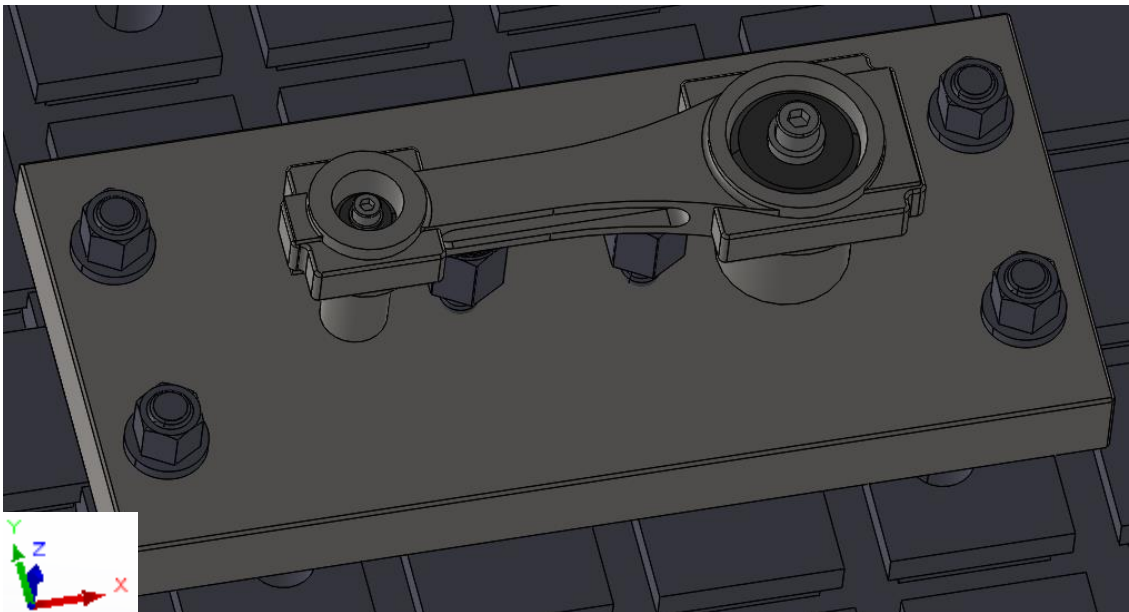


Slika 5.18: S puščicama sta označena podporna čepa

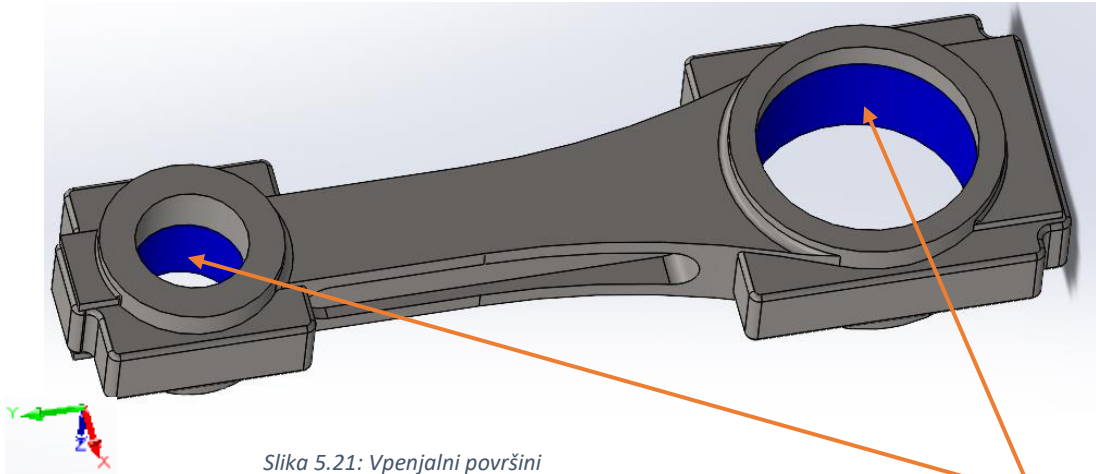


Slika 5.19: Stična površina med ojnico in podpornima čepoma

Ojnico smo pozicionirali in vpeli z vpenjalnima stročnicama. Na sliki 26 je razvidno, da smo ojnico vpeli v izdelane luknje iz prejšnje CNC-obdelave. Slika 27 prikazuje stično površino ojnice in vpenjalne stročnice. Odvzeli smo rotacijo po X-, Y- in Z-osi ter premike po X-, Y- in Z-osi. Ojnica je pripravljena na naslednjo CNC-obdelavo.

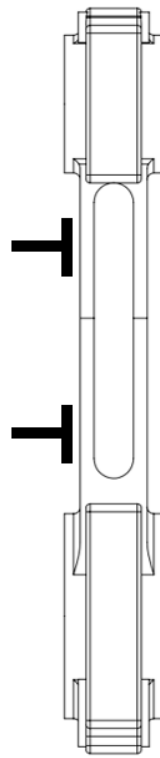
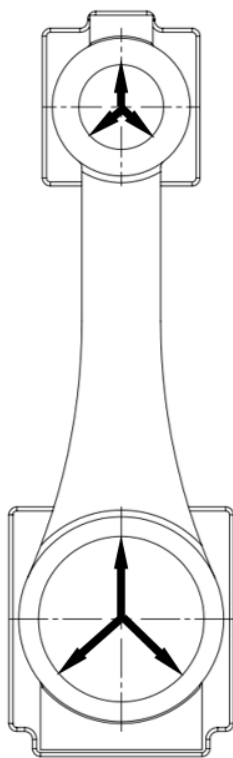


Slika 5.20: Ojnica, vpeta in pripravljena na naslednjo CNC-obdelavo



Slika 5.21: Vpenjalni površini

Stična površina ojnice
in vpenjalne stročnice



┴ - simbol za podporo

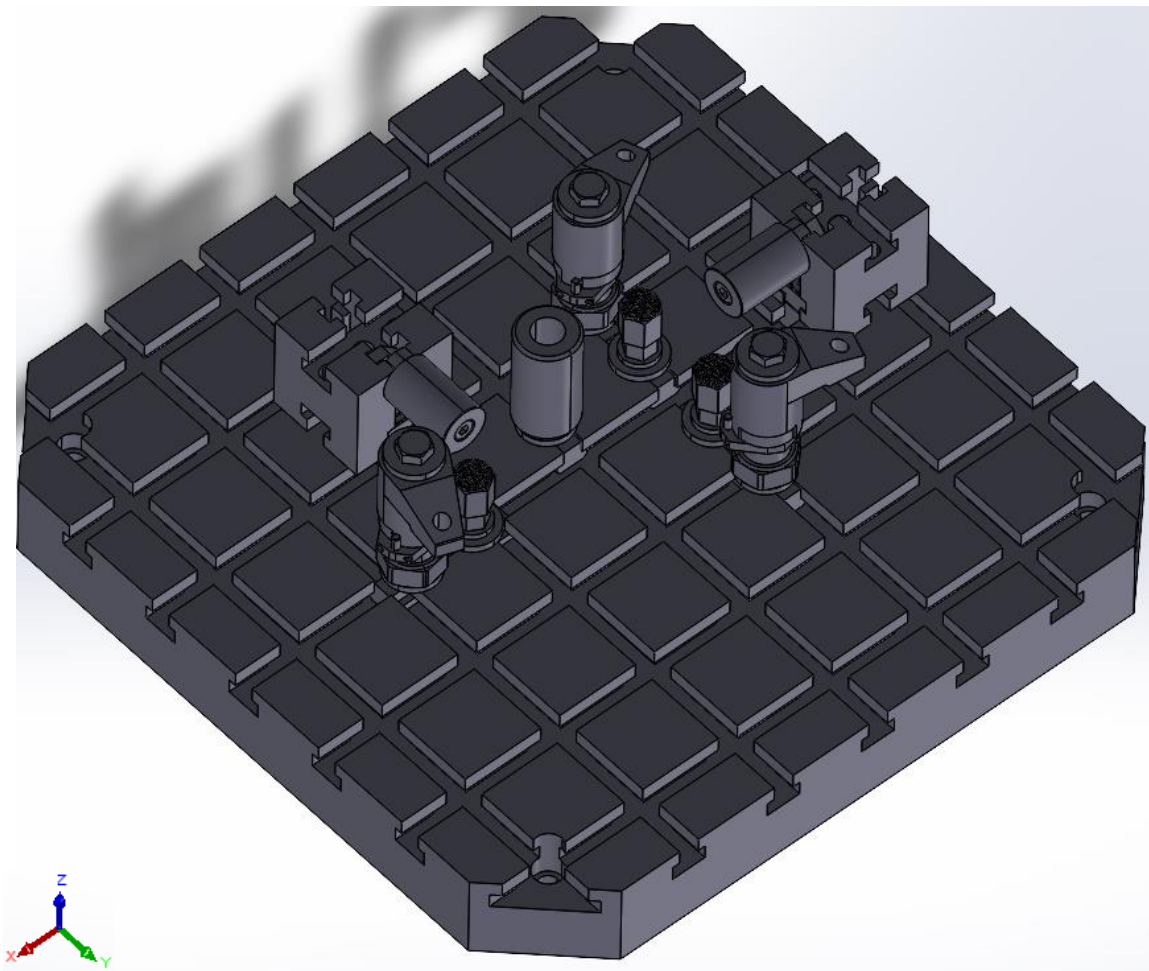
⋈ - simbol za notranje
koncentrično (centralno
simetrično) vpenjanje

Slika 5.22: Vpetje ojnice – druga vpenjalna priprava

6 MODEL VPENJALNE PRIPRAVE

6.1 Prva vpenjalna priprava – izvedba A

Model vpenjalne priprave smo sestavili s pomočjo spletnega kataloga Halder. Za to vpenjalno pripravo smo izbrali vse standardne vpenjalne dele. Prednost vpenjalnih priprav iz standardnih delov je ta, da se sestavni deli v primeru obrabe oziroma poškodbe enostavno zamenjajo. Iz kataloga smo izbrali dele, ki med seboj omogočajo sestavo.



Slika 6.1: Prva vpenjalna priprava – izvedba A

6.1.1 Standardni sestavni deli

Vpenjalna plošča V70, 500 x 500 x 60; 1 kos

Pri izbiri vpenjalne plošče smo imeli na razpolago različne sisteme vpenjanja. Odločali smo se med vpenjalno ploščo s T-utori in vpenjalno ploščo z luknjami. Izbrali smo vpenjalno ploščo V70 500x500x60 s T-utori zaradi večje fleksibilnosti celotnega sistema. Dimenzije vpenjalne plošče smo izbrali na temelju mer ojnice, ki bo vpeta v pripravo.



Slika 6.2: Sistem z luknjami [7]

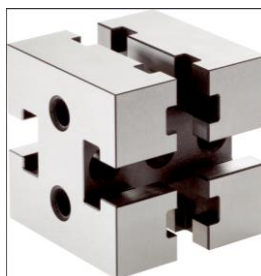


Slika 6.3: Vpenjalna plošča V70, 500 x 500 x 60 s T-utori [8]

Iz spletnega kataloga Halder smo prenesli CAD-model in ga odprli v programu Solidworks. Vse sestavne dele vpenjalne priprave, ki smo jih kasneje prenesli iz spletnega kataloga Halder, smo shranili v skupno mapo. V Solidworksu smo odprli nov zavihek Assembly in tako začeli s sestavljanjem priprave. Vpenjalno ploščo smo fiksirali tako, da smo s funkcijo Coincident združili origin vpenjalne plošče in origin koordinatnega sistema.

Vpenjalni blok V70, 70 x 70 x 70; 2 kosa

Izbrali smo vpenjalni blok, ki ustreza sistemu V70. T-utori vpenjalnega bloka so istih dimenzij kakor T-utori na vpenjalni plošči.



Slika 6.4: Vpenjalni blok V70, 70 x 70 x 70 [9]

Utorni kamen V70, 69; 2 kosa

Vpenjalno ploščo in vpenjalni blok smo združili z utornim kamnom V70.



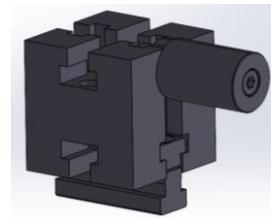
Slika 6.5: Utorni kamen V70, 69 [10]

Naslonski čep 14 x 50; 2 kosa

Izbrali smo naslonski čep takšnih dimenzij, da ga je bilo mogoče fiksirati v utor vpenjalnega bloka. Njegova naloga je, da z naslonom pozicionira ojnico, ki bo vpeta v pripravo.



Mesto naslona ojnice



Slika 6.6: Naslonski čep 14 x 50 [11]

Slika 6.7: Pozicionirni del vpenjalne priprave

Cilindrični naslon L12, 70; 1 kos

Cilindrični naslon pozicionira ojnico z naslonom.



Mesto naslona ojnice

Slika 6.8: Cilindrični naslon L12 [12]

Kaljena podložka DIN 6340, fi 13; 5 kosov

Uporabili smo jih, da smo pridobili ustrezno višino vijačene strukture.



Slika 6.9: Kaljena podložka DIN 6340, fi 13 [13]

Pozicionirni vijak L12, M12 x 65; 1 kos

S pozicionirnim vijakom smo fiksno privijačili cilindrični naslon na vpenjalno ploščo.



Slika 6.10: Pozicionirni vijak L12, M12 x 65 [14]

Matica za T-utor, dolga izvedba, M12 x 14, kakovost 10; 7 kosov

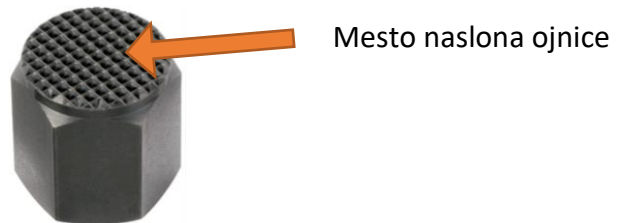
Matica za T-utor je omogočila, da z vijakom fiksiramo elemente na vpenjalno ploščo.



Slika 6.11: Matica za T-utor, dolga izvedba, M12 x 14, kakovost 10 [15]

Podporni čep 25 x M12, z notranjim navojem, narebričena izvedba; 3 kosi

Podporni čep služi kot podpora pri vpetju ojnice.



Slika 6.12: Naslonski čep 25 x M12, z notranjim navojem, narebričena izvedba [16]

Šestrobna matica s podložko, DIN 6331, M12, kakovost 10; 3 kosi



Slika 6.13: Šestrobna matica s podložko, DIN 6331, M12, kakovost 10 [17]

Stojni vijak, DIN 6379, M12 x 50, kakovost 10.9; 6 kosov



Slika 6.14: Stojni vijak, DIN 6379, M12 x 50, kakovost 10.9 [18]

Precizna podložka fi 13,0; 3 kosi

Uporabili smo jih, da smo pridobili ustrezno višino vijačene strukture.



Slika 6.15: Precizna podložka fi 13,0 [19]

Vertikalno vpenjalo 40 x 70; 3 kosi

Z vertikalnim vpenjalom smo ojnico vpeli v pripravo.



Slika 6.16: Vertikalno vpenjalo 40 x 70 [20]

Pozicionirni obroč 40; 3 kosi

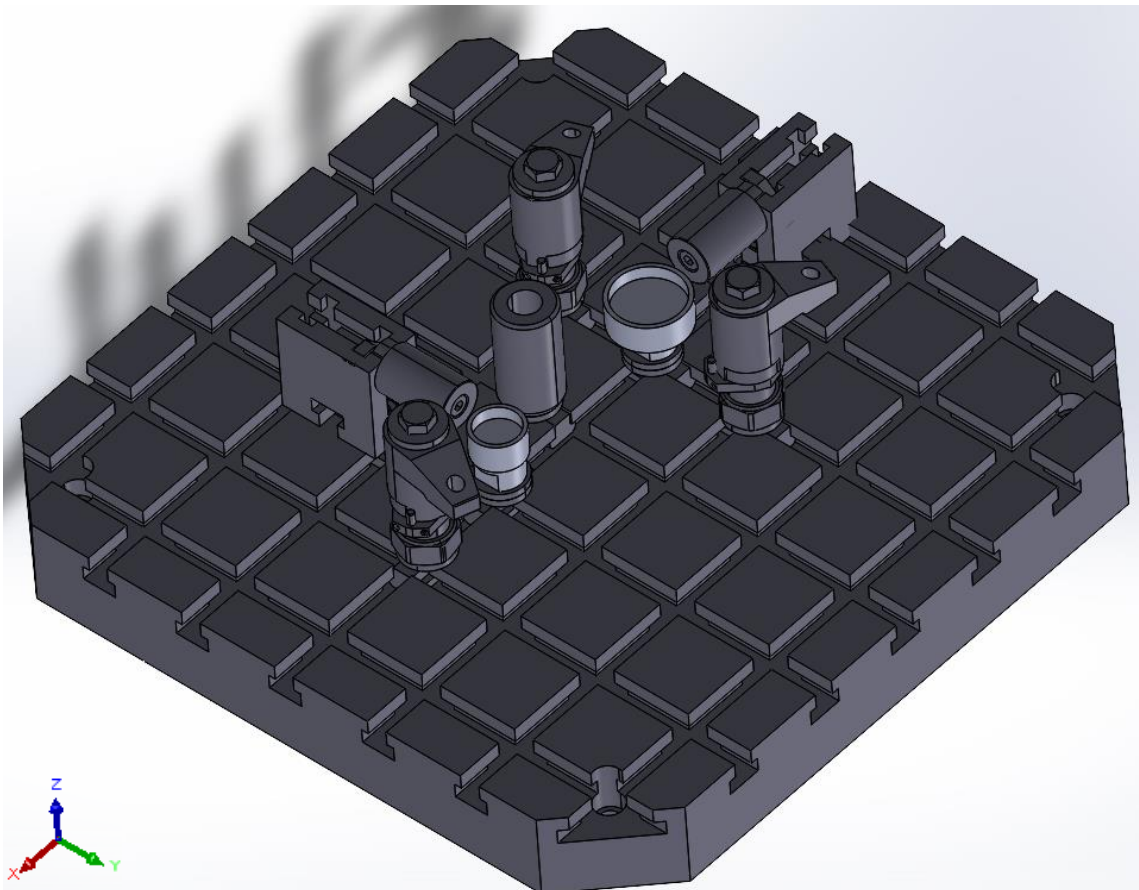
Z montažo pozicionirnega obroča na vertikalno vpenjalo smo njegove rotacije omejili na 110° levo ali desno.



Slika 6.17: Pozicionirni obroč 40 [21]

6.2 Prva vpenjalna priprava – izvedba B

Vpenjalna priprava – izvedbe B ima enak princip vpenjanja kakor izvedba A. Sestavljena je iz nestandardnih in standardnih delov kataloga Halder. Prednost te vpenjalne priprave je manjše število sestavnih delov. Slabost je, da niso vsi deli standardni, kar pomeni, da preprosto ne moremo naročiti obrabljenih in deformiranih delov iz kataloga Halder, ampak jih je treba izdelati. Ker je vpenjalna priprava sestavljena iz standardnih in nestandardnih delov, smo bili pozorni na njihovo združljivost.



Slika 6.18: Prva vpenjalna priprava – izvedba B

6.2.1 Standardni sestavni deli

Vpenjalna plošča V70, 500 x 500 x 60; 1 kos

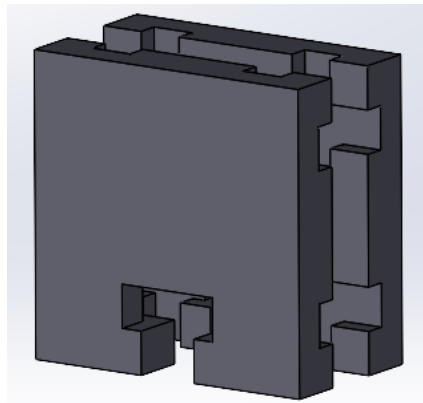
Izbrali smo identično vpenjalno ploščo s T-utori kot pri izvedbi A.



Slika 6.19: Vpenjalna plošča V70, 500 x 500 x 60 [22]

Vpenjalni blok V70, 40 x 70 x 70; 2 kosa

Izbrali smo vpenjalni blok, ki ustreza našemu sistemu V70. T-utori vpenjalnega bloka so istih dimenzij kakor T-utori na vpenjalni plošči.



Slika 6.20: Vpenjalni blok V70, 40 x 70 x 70

Naslonski čep 14 x 50; 2 kosa



Slika 6.21: Naslonski čep 14 x 50 [23]

Utorni kamen V70, 69; 2kosa

Vpenjalno ploščo in vpenjalni blok smo združili z utornim vpenjalom V70.



Slika 6.22: Utorni kamen V70, 69 [24]

Cilindrični naslon L12, 70; 1 kos

Cilindrični naslon pozicionira ojnico z naslonom.



Slika 6.23: Cilindrični naslon L12 [25]

Kaljena podložka DIN 6340, fi 13; 6 kosov

Uporabili smo jih, da smo pridobili ustrezno višino vijačene strukture.



Slika 6.24: Kaljena podložka DIN 6340, fi 13 [26]

Pozicionirni vijak L12, M12 x 65; 1 kos



Slika 6.25: Pozicionirni vijak L12, M12 x 65 [27]

Matica za T-utor, dolga izvedba, M12 x 14, kakovost 10; 6 kosov



Slika 6.26: Matica za T-utor, dolga izvedba, M12 x 14, kakovost 10 [28]

Stojni vijak, DIN 6379, M12 x 50, kakovost 10.9; 5 kosov



Slika 6.27: Stojni vijak, DIN 6379, M12 x 50, kakovost 10.9 [29]

Precizna podložka fi 13,0; 3 kosi

Uporabili smo jih, da smo pridobili ustrezno višino vijačene strukture.



Slika 6.28: Precizna podložka fi 13,0 [30]

Vertikalno vpenjalo 40 x 70; 3 kosi

Z vertikalnim vpenjalom smo ojnico vpeli v pripravo.



Slika 6.29: Vertikalno vpenjalo 40 x 70 [31]

Pozicionirni obroč 40; 3 kosi

Z montažo pozicionirnega obroča na vertikalno vpenjalo smo njegove rotacije omejili na 110° levo ali desno.



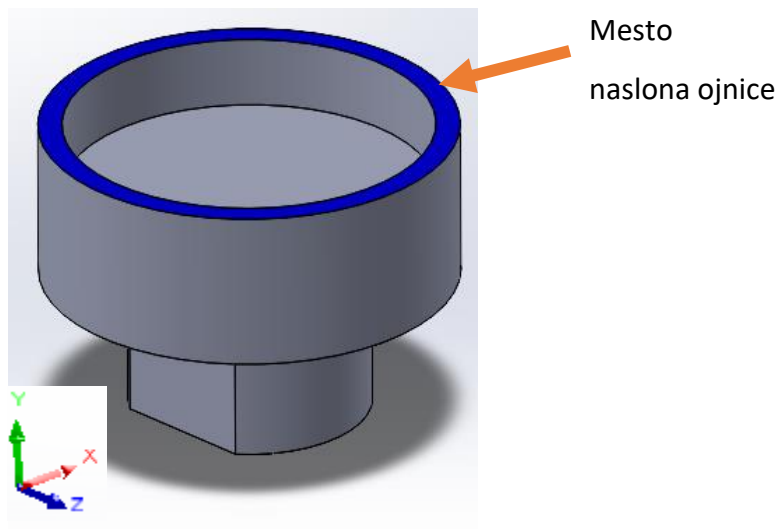
Slika 6.30: Pozicionirni obroč 40 [32]

6.2.2 Nestandardna sestavna dela

Nestandardna sestavna dela smo uporabili, da smo zmanjšali število sestavnih delov vpenjalne priprave. Z njima smo izboljšali vpetje ojnice. Izdelati jih je treba po naročilu.

Krožna podpora A, 1 kos

Podpora se povsem prilega ojnici, tako omogoči odlično vpetje. V izvedbi A smo namesto krožne podpore uporabili naslonske čepe. Delavniška risba je podana v [prilogi B](#).

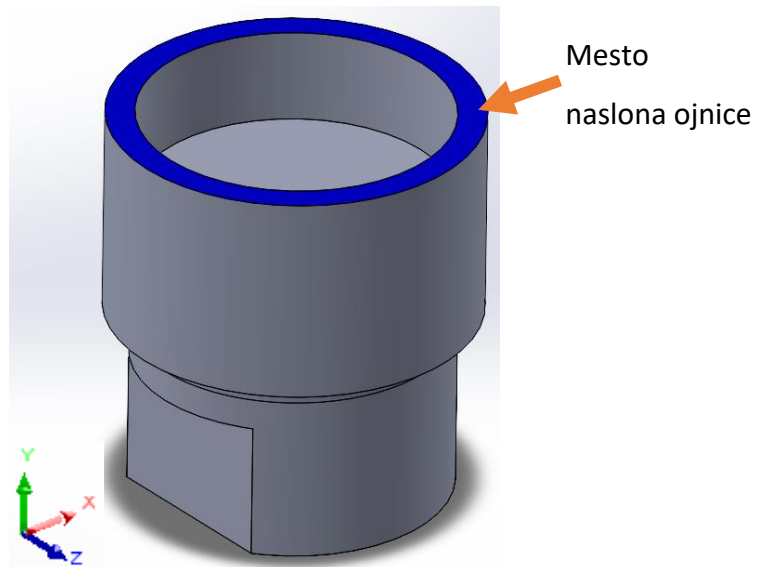


Slika 6.31: Krožna podpora A

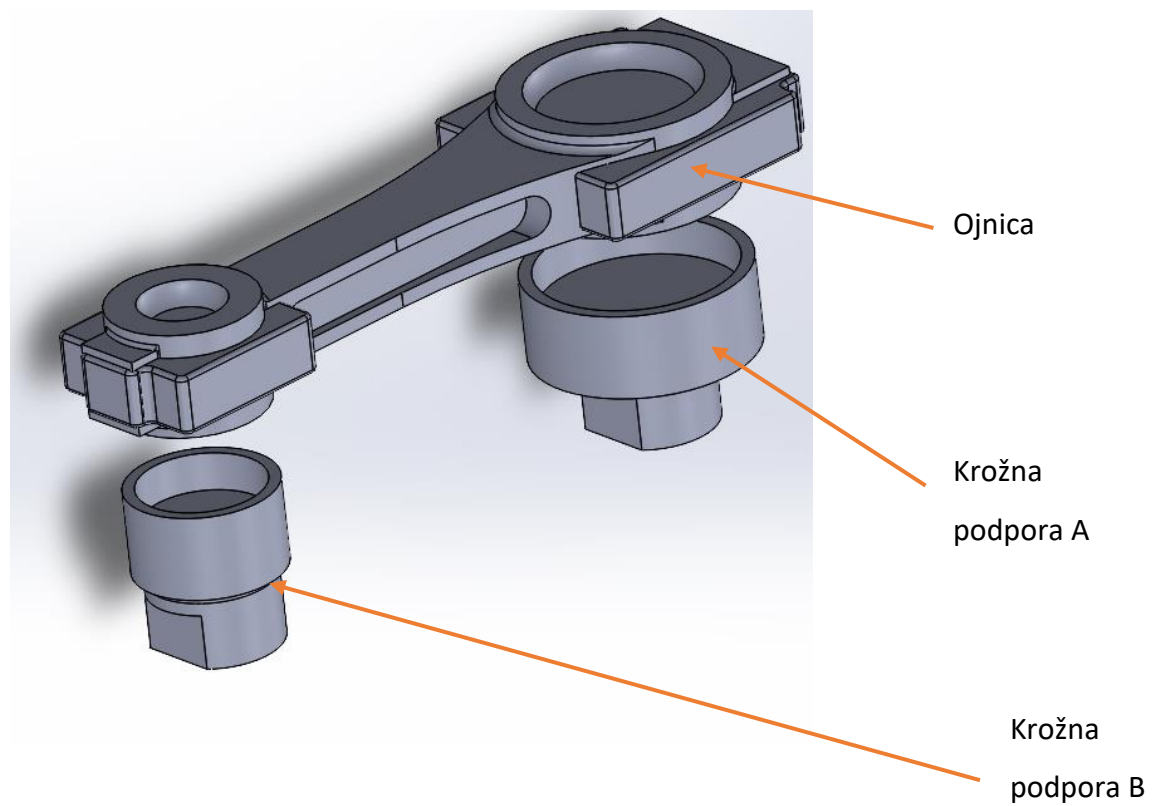
Krožna podpora B, 1 kos

Razlika med krožnima podporama je v velikosti oziroma preseku naslonskega mesta.

Delavniška risba je podana v [prilogi C](#).



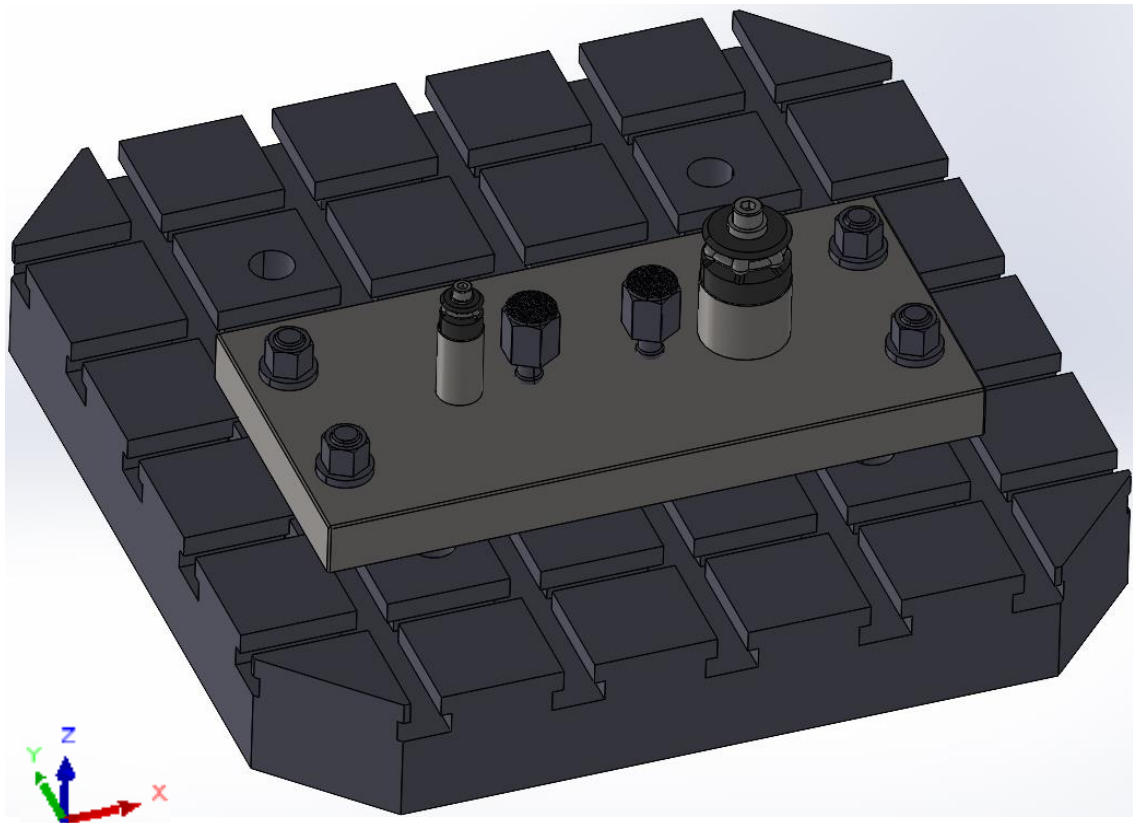
Slika 6.32: Krožna podpora B



Slika 6.33: Podpori in ojnica

6.3 Druga vpenjalna priprava

Druga vpenjalna priprava služi za drugo CNC-obdelavo, torej za obdelavo zunanjih površin ojnice. Sestavljena je iz standardnih in nestandardnega dela. Standardne dele vpenjalne priprave smo poiskali v spletnem katalogu Halder. Nestandardni del smo zasnovali sami.



Slika 6.34: Druga vpenjalna priprava

6.3.1 Standardni deli

Vpenjalna plošča V70, 400 x 400 x 60; 1 kos

Ker je način vpetja drugačen v primerjavi s prvima vpenjalnima pripravama, je zadostovala po dimenzijah manjša vpenjalna plošča V70, 400x400x60 s T-utori.



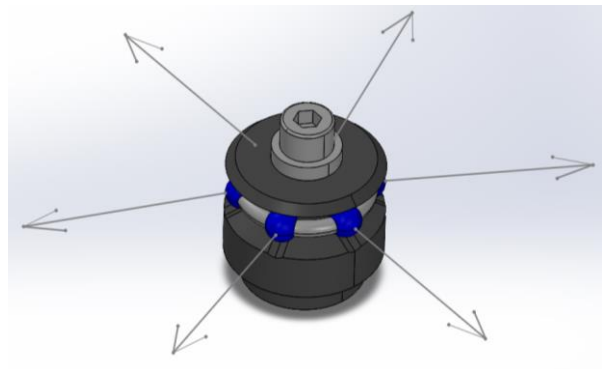
Slika 6.35: Vpenjalna plošča V70, 400 x 400 x 60 [33]

Vpenjalna stročnica – centrirna fi 38,5–46,5; 1 kos

Z vpenjalno stročnico smo vpeli ojnico skozi luknjo, ki je izdelana po prvi CNC-obdelavi. Z orodjem privijamo vijak na vrhu vpenjalne stročnice, da vpenjalne kroglice povsem fiksirajo ojnico. Na sliki 66 je prikazan pomik kroglic pri vijačenju vijaka.



Slika 6.36: Vpenjalna stročnica – centrirna fi 38,5 - 46,5 [34]



Slika 6.37: Pomik vpenjalnih kroglic ob zategovanju vijaka

Vpenjalna stročnica – centrirna fi 18,5 x 22,5; 1 kos



Slika 6.38: Vpenjalna stročnica – centrirna fi 18,5 x 22,5 [35]

Stojni vijak, DIN 6379, M12 x 63, kakovost 10.9; 4 kosi



Slika 6.39: Stojni vijak, DIN 6379, M12 x 63 [36]

Stojni vijak, DIN 6379, M12 x 50, kakovost 10.9; 2 kosa



Slika 6.40: Stojni vijak, DIN 6379, M12 x 50, kakovost 10.9 [37]

Podporni čep 25 x M12, z notranjim navojem, narebričena izvedba; 2 kosa



Slika 6.41: Podporni čep 25 x M12, z notranjim navojem, narebričena izvedba [38]

Matica za T-utor, dolga izvedba, M12 x 14, kakovost 10; 4 kosi



Slika 6.42: Matica za T-utor, dolga izvedba, M12 x 14, kakovost 10 [39]

Šestrobna matica s podložko, DIN 6331, M12, kakovost 10; 4 kosi



Slika 6.43: Šestrobna matica s podložko, DIN 6331, M12, kakovost 10 [40]

Vijak z nizko cilindrično glavo, M8, DIN 6912, nerjavni A2; 1 kos



Slika 6.44: Vijak z nizko cilindrično glavo, M8, DIN 6912, nerjavni A2 [41]

Inox vijak s šestrobo glavo, M5, DIN 933, nerjavni A2; 1 kos

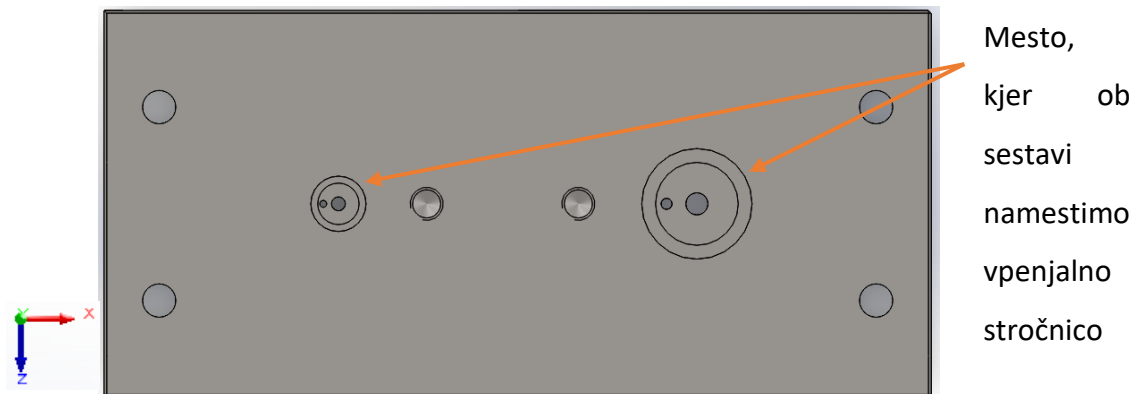


Slika 6.45: Inox vijak s šestrobo glavo, M5, DIN 933, nerjavni A2 [42]

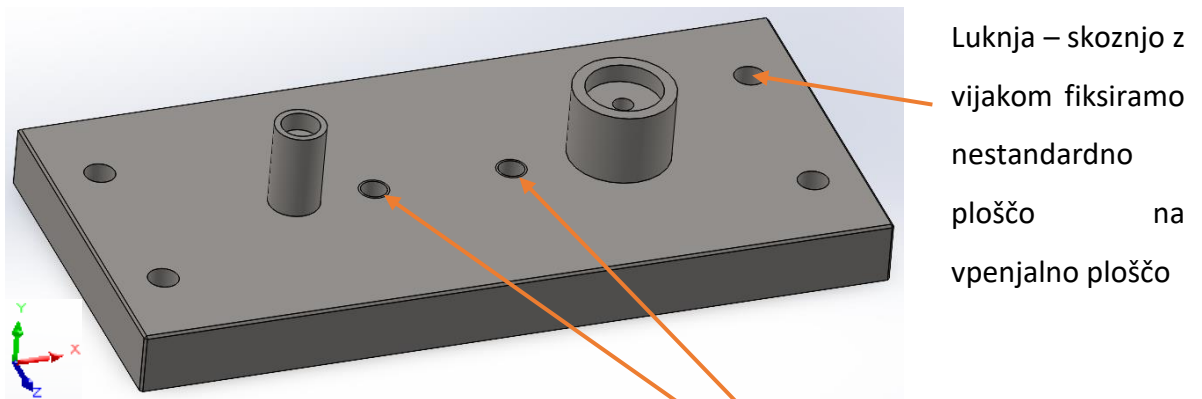
6.3.2 Nestandardni del

Plošča, 1 kos

Nestandardna plošča omogoča montažo vpenjalnih stročnic in podpornih čepov. Ploščo smo zasnovali tako, da je združljiva s standardnimi deli vpenjalne priprave. Delavniška risba je v [prilogi D](#).



Slika 6.46: Plošča v tlorisu



Slika 6.47: Plošča za izdelavo

6.4 Vzdrževanje vpenjalnih priprav

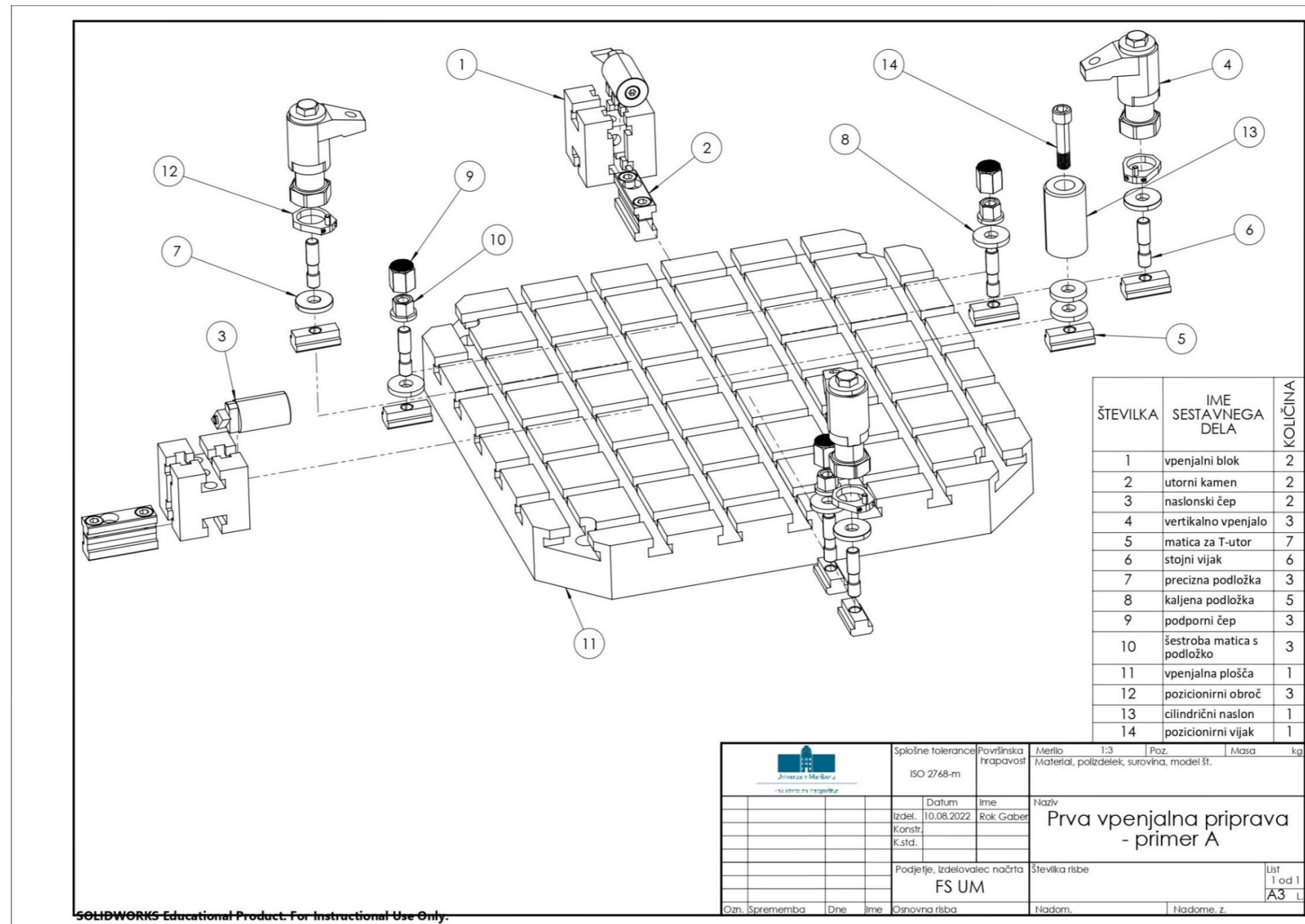
Pred začetkom vsake uporabe moramo preveriti, ali so sestavni deli poškodovani oziroma obrabljeni. Če opazimo kakršne koli nepravilnosti, je treba sestavni deli zamenjati. Vpenjalna priprava mora biti brezhibna in čista. Samo tako bomo dosegli želeno kakovost obdelave.

Po končani uporabi z vpenjalne priprave odstranimo odrezke in ostalo umazanijo s curkom emulzije ali z zrakom pod tlakom. Gibljive dele namastimo z mazivom.

V primeru, da vpenjalne priprave ne bomo uporabljali dlje časa, jo skladiščimo. Pred skladiščenjem jo temeljito očistimo in namastimo gibljive dele. Shranimo jo v čistem in suhem prostoru.

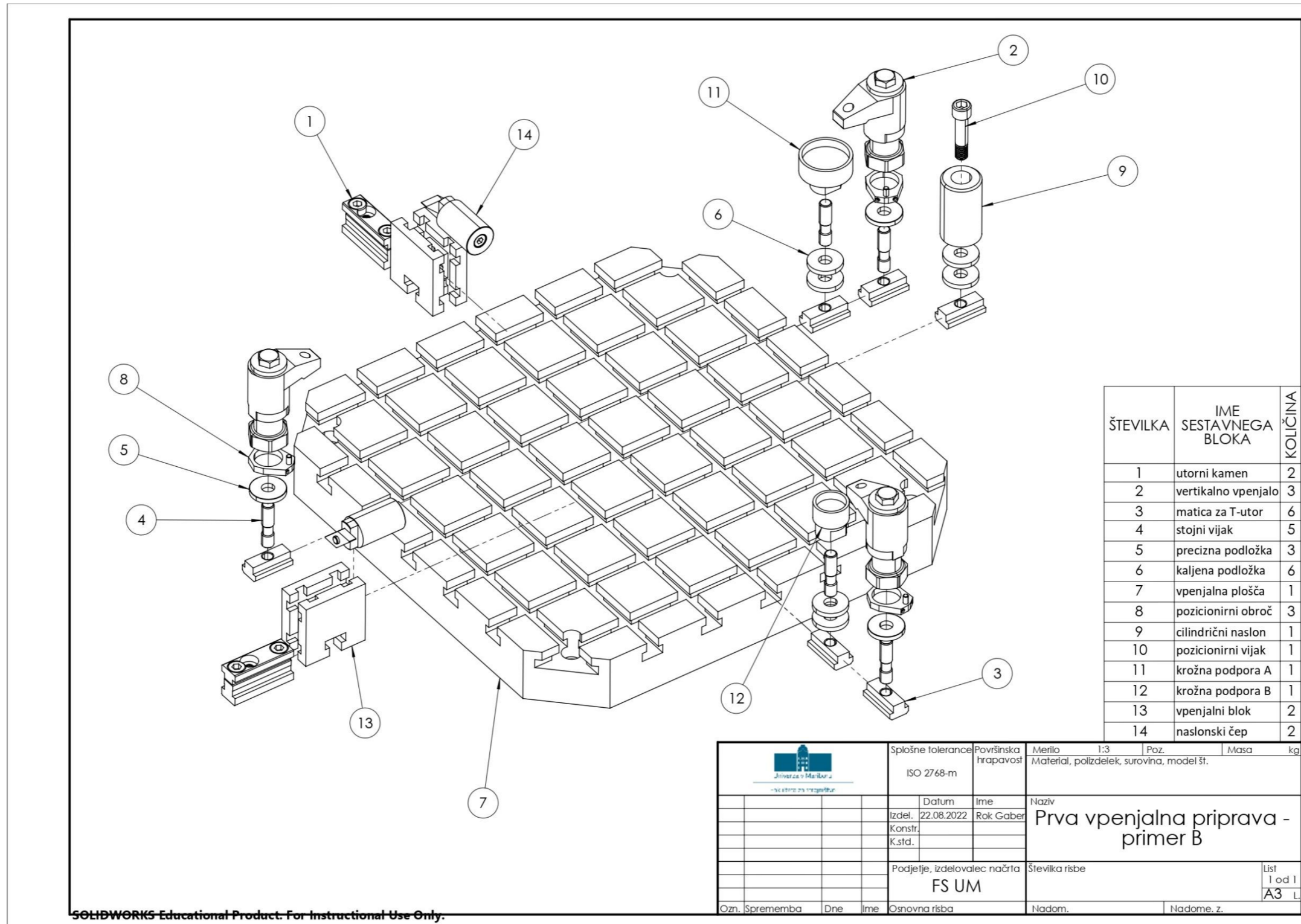
7 EKSPLOZIJSKA RISBA VPENJALNE PRIPRAVE

7.1 Prva vpenjalna priprava – izvedba A



Slika 7.1: Prva vpenjalna priprava – izvedba A

7.2 Prva vpenjalna priprava – izvedba B




SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.

Slika 7.2: Prva vpenjalna priprava – izvedba B

7.3 Druga vpenjalna priprava

ŠTEVILKA	IME SESTAVNEGA DELA	KOLIČINA
1	Vpenjalna plošča	1
2	Plošča	1
3	Vijak M8	1
4	Vijak M5	1
5	Vpenjalna stročnica - centrirna fi 18,5-22,5	1
6	Vpenjalna stročnica - centrirna fi 38,5-46,5	1
7	Matica za T-utor	4
8	Stojni vijak 63 mm	4
9	Šestroba matica s podloško	4
10	Stojni vijak 50 mm	2
11	Naslonski čep	2

		Splošne tolerance		Površinska hrapavost		Merilo 1:3		Poz.		Masa kg	
		ISO 2768-m				Material, polizdelek, surovina, model št.					
		Datum		Ime		Naziv					
		Izdel. 20.08.2022		Rok Gaber		Druga vpenjalna priprava					
		Konstr.									
		K.std.									
		Podjetje, izdelovalec načrta		Številka risbe						List 1 od 1	
		FS UM								A3 L	
Ozn. Sprememba		Dne		Ime		Osnovna risba		Nadom.		Nadome. z.	

SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.

Slika 7.3: Druga vpenjalna priprava

8 CENA VPENJALNE PRIPRAVE NA KOS

8.1 Prva vpenjalna priprava – izvedba A

Prva vpenjalna priprava – izvedba A je sestavljena samo iz standardnih delov podjetja Halder.

Tabela 8.1: Cena prva vpenjalna priprava – izvedba A

Poz.	Artikel	Opis blaga	Količina	Vrednost brez DDV-ja (EUR)	DDV (%)	Vrednost z DDV-jem (EUR)
1	EH 1100.800	Vpenjalna plošča V70, 500 x 500 x 60	1	4.737,67	22	5.779,96
2	EH 23040.0121	Stojni vijak, DIN 6379, M12 x 50, kakovost 10.9	6	8,96	22	10,93
3	EH 23060.0113	Precizna podložka fi 13,0	3	13,76	22	16,79
4	EH 22690.0502	Naslonski čep 25 x M12, z notr. navojem	3	36,26	22	44,24
5	EH 23080.0012	Šestroba matica s podložko, DIN 6331, M12, kakovost 10	3	3,29	22	4,01
6	EH 23060.0012	Kaljena	5	3,44	22	4,20

		podložka, DIN 6340, fi 13				
7	EH 1110.100	Vpenjalni blok V70, 70 x 70 x 70	2	731,32	22	892,21
8	EH 23280.0214	Naslonski čep 14 x 50	2	145,81	22	177,89
9	EH 1131.100	Utorni kamen V70, 69	2	114,77	22	140,02
10	EH 23020.0140	Matica za T-utor, dolga izvedba, M12 x 14	7	27,84	22	33,96
11	EH 23310.0051	Vertikalno vpenjalo 40 x 70	3	677,74	22	826,84
12	EH 23310.0350	Pozicionirni obroč 40	3	141,69	22	172,86
13	EH 1555.500	Pozicionirni vijak L12, M12 x 65	1	11,03	22	13,46
14	EH 1551.700	Cilindrični naslon L12, 70	1	81,55	22	99,49

Cena prve vpenjalne priprave – izvedba A brez DDV-ja znaša **6.735,13 EUR**.

8.2 Prva vpenjalna priprava – izvedba B

8.2.1 Standardni deli

Prva vpenjalna priprava – izvedba B je sestavljena iz standardnih delov podjetja Halder in dveh nestandardnih delov, ki jih je treba izdelati.

Tabela 8.2: Cena standardnih delov – prva vpenjalna priprava – izvedba B

Poz.	Artikel	Opis blaga	Količina	Vrednost brez DDV-ja (EUR)	DDV (%)	Vrednost z DDV-jem (EUR)
1	EH 1100.800	Vpenjalna plošča V70, 500 x 500 x 60	1	4.737,67	22	5.779,96
2	EH 23040.0121	Stojni vijak, DIN 6379, M12 x 50, kakovost 10.9	5	7,47	22	9,11
3	EH 23060.0113	Precizna podložka fi 13,0	3	13,76	22	16,79
4	EH 23060.0012	Kaljena podložka, DIN 6340, fi 13	6	4,13	22	5,04
5	EH 23020.0140	Matica za T-utor, dolga izvedba, M12 x 14, kakovost 10	6	23,86	22	29,11
6	EH 23310.0051	Vertikalno vpenjalo 40 x 70	3	677,74	22	826,84

7	EH 1131.100	Uturni kamen V70, 69	2	114,77	22	140,02
8	EH 23310.0350	Pozicionirni obroč 40	3	141,69	22	172,86
9	EH 1551.700	Cilindrični naslon L12, 70	1	81,55	22	99,49
10	EH 1555.500	Pozicionirni vijak L12, M12 x 65	1	11,03	22	13,46
11	EH 1111.100	Vpenjalni blok V70, 40 x 70 x 70	2	701,66	22	856,03
12	EH 23280.0214	Naslonski čep 14 x 50	2	145,81	22	177,89

Cena standardnih delov brez DDV-ja znaša 6.661,14 EUR. Krožna podpora A brez DDV-ja znaša 55 EUR. Krožna podpora B brez DDV-ja stane 45 EUR. Ko vse cene seštejemo, dobimo, da prva vpenjalna priprava – **izvedba B brez DDV-ja stane 6.761,14 EUR.**

8.3 Druga vpenjalna priprava

8.3.1 Standardni deli

Druga vpenjalna priprava je sestavljena iz standardnih delov Halder, enega nestandardnega dela in dveh standardnih vijakov.

Tabela 8.3: Cena standardnih delov – druga vpenjalna priprava

Poz.	Artikel	Opis blaga	Količina	Vrednost brez DDV-ja (EUR)	DDV (%)	Vrednost z DDV-jem (EUR)
1	EH 1100.700	Vpenjalna plošča V70, 400 x 400 x 60	1	3.732,98	22	4.554,23
2	EH 23340.0238	Vpenjalno-centrirna stročnica fi 38,5–46,5	1	416,80	22	508,50
3	EH 23340.0218	Vpenjalno-centrirna stročnica fi 18,5 x 22,5	1	283,35	22	345,69
4	EH 23040.0122	Stojni vijak, DIN 6379, M12 x 63, kakovost 10.9	4	6,29	22	7,67
5	EH 23020.0140	Matica za T-utor, dolga izvedba, M12x14, kakovost 10	4	15,91	22	19,41
6	EH 23080.0012	Šestroba matica s podložko, DIN 6331, M12, kakovost 10	4	4,38	22	5,34
7	M8, DIN 6912	Vijak M8	1	1,09	22	1,33

8	M5, DIN 933	Vijak M5	1	0,72	22	0,88
9	EH 22690.0502	Naslonski čep 25 x M12, z notranjim. navojem	2	24,17	22	29,49
10	EH 23040.0121	Stojni vijak, DIN 6379, M12 x 50, kakovost 10.9	2	2,99	22	3,65

Cena standardnih delov brez DDV-ja znaša 4.488,68 EUR. Nestandardna plošča brez DDV-ja stane 450 EUR. Ko vse cene seštejemo, dobimo, da **druga vpenjalna priprava brez DDV-ja stane 4.938,68 EUR.**

9 SKLEP

V diplomskem delu smo zasnovali tri različne vpenjalne priprave za vpenjanje ojníc. Dve vpenjalni pripravi smo zasnovali za prvo CNC-obdelavo (izdelavo lukenj na ojníc). Eno vpenjalno pripravo smo zasnovali za drugo CNC-obdelavo (obdelavo zunanjih površin ojníc). Pri snovanju vpenjalnih priprav smo uporabili spletni katalog Halder. Nestandardne dele vpenjalnih priprav smo zmodelirali v programu Solidworks. Preden smo zasnovali ustrezne vpenjalne priprave, smo izdelali številne modele, ki niso izpolnjevali naših zahtev. Z animacijami smo prikazali sestavo vpenjalnih priprav in postopek vpenjanja ojnice. Vsaki vpenjalni pripravi smo določili ceno.

10 LITERATURA

- [1] Proizvajalec modularnih vpenjalnih komponent Halder [splet]. Dosegljivo: <https://www.halder.com/>
- [2] Prodajalci strojev in opreme za obdelavo kovin W.D. Tehnik. [Splet]. Dosegljivo: <https://www.wd-tehnik.si/>
- [3] Proizvajalec rezalnih orodij Seco Tools. [Splet]. Dosegljivo: <https://www.secotools.com/?language=en>
- [4] Magdalena, Ghionea, Rachieru, M.R, G.A, R.N. Research regarding performance evaluation using fem of orientation and clamping devices for machine tools (1/2014). Dosegljivo: [ACADEMY OF ROMANIAN SCIENTISTS \(archive.org\)](https://www.academyofromanianscientists.org/) [Datum dostopa: 28.08.2022].
- [5] Pachbhai, Raut, P.S, R.L. A Review on Design of Fixtures (2/2014). Dosegljivo: [A-Review-on-Design-13.pdf \(managewebsiteportal.com\)](#) [Datum dostopa: 28.08.2022].
- [6] F. Čuš, U. Župerl, Vpenjalna orodja in kombinirani sistemi vpenjanja za procese odrezovanja, Maribor: Fakulteta za strojništvo, 2016
- [7] <https://www.halder.com/gb/PM/Standard-Parts/Hole-and-Dowel-Systems/Base-Elements/Base-Plates#pd-slider-gallery-1>
- [8] <https://www.halder.com/gb/PM/Standard-Parts/T-Slot-Systems/Base-Elements/Base-Plates-suitable-on-pallets-DIN-55-201/1100.800#pd-slider-gallery-1>
- [9] <https://www.halder.com/gb/PM/Standard-Parts/T-Slot-Systems/Mounting-Elements/Mounting-Blocks/1110.100#pd-slider-gallery-1>
- [10] <https://www.halder.com/gb/PM/Standard-Parts/T-Slot-Systems/Mounting-Elements/T-Clamping-Blocks/1131.100#pd-slider-gallery-1>

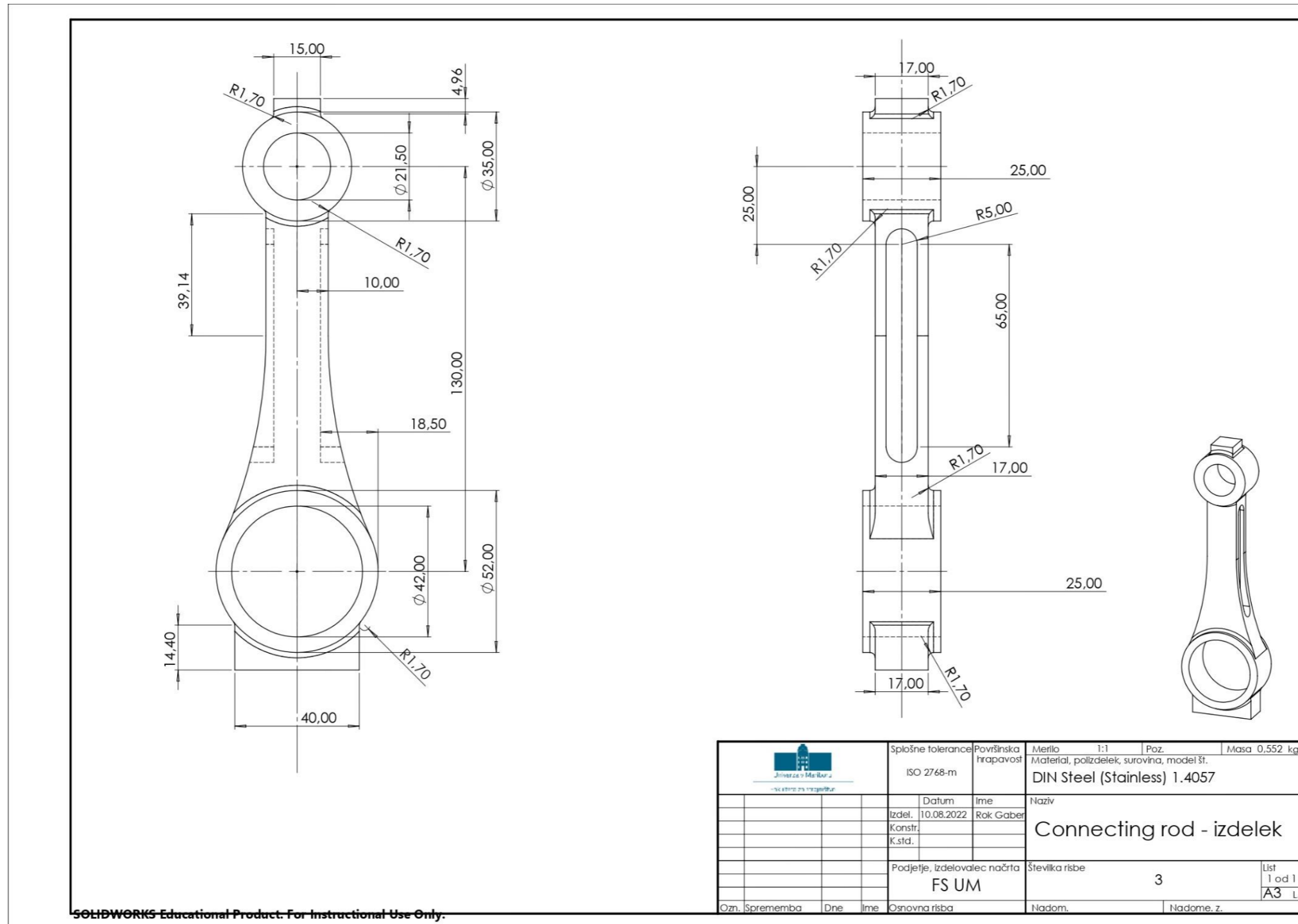
- [11] <https://www.halder.com/gb/PM/Standard-Parts/Clamping-Elements/Horizontal-Clamping-Elements/Stops-cylindrical/23280.0214#pd-slider-gallery-1>
- [12] <https://www.halder.com/gb/PM/Standard-Parts/Hole-and-Dowel-Systems/Mounting-Elements/Stops-cylindrical/1551.700#pd-slider-gallery-1>
- [13] <https://www.halder.com/gb/PM/Standard-Parts/Clamping-Elements/Spherical-Plain-Washers/Shaft-Plain-Washers-DIN-6340-heat-treated/23060.0012?category=cad-tab#pd-slider-gallery-1>
- [14] <https://www.halder.com/gb/PM/Standard-Parts/Hole-and-Dowel-Systems/Mounting-Elements/Position-Screws/1555.500#pd-slider-gallery-1>
- [15] <https://www.halder.com/gb/PM/Standard-Parts/Clamping-Elements/Nuts-for-T-Slots/Nuts-for-T-Slots-extended/23020.0140#pd-slider-gallery-1>
- [16] <https://www.halder.com/gb/PM/Standard-Parts/Standard-Parts-for-Fixture-Systems/Pins/22690.0502#pd-slider-gallery-1>
- [17] <https://www.halder.com/gb/PM/Standard-Parts/Standard-Parts-for-Fixture-Systems/Collar-Nuts-DIN-6331-height-15-d/23080.0012#pd-slider-gallery-1>
- [18] <https://www.halder.com/gb/PM/Standard-Parts/Clamping-Elements/Clamping-Screws/Studs-DIN-6379-for-T-nuts/23040.0121#pd-slider-gallery-1>
- [19] <https://www.halder.com/gb/PM/Standard-Parts/Clamping-Elements/Spherical-Plain-Washers/Washers-high-precision-design/23060.0113#pd-slider-gallery-1>
- [20] <https://www.halder.com/gb/PM/Standard-Parts/Clamping-Elements/Down-Thrust-Clamps/Down-Thrust-Clamps-swivelling-size-40/23310.0051#pd-slider-gallery-1>
- [21] <https://www.halder.com/gb/PM/Standard-Parts/Clamping-Elements/Down-Thrust-Clamps/Positioning-Rings-for-down-thrust-clamp/23310.0350#pd-slider-gallery-1>

- [22] <https://www.halder.com/gb/PM/Standard-Parts/T-Slot-Systems/Base-Elements/Base-Plates-suitable-on-pallets-DIN-55-201/1100.800#pd-slider-gallery-1>
- [23] <https://www.halder.com/gb/PM/Standard-Parts/Clamping-Elements/Horizontal-Clamping-Elements/Stops-cylindrical/23280.0214#pd-slider-gallery-1>
- [24] <https://www.halder.com/gb/PM/Standard-Parts/T-Slot-Systems/Mounting-Elements/T-Clamping-Blocks/1131.100#pd-slider-gallery-1>
- [25] <https://www.halder.com/gb/PM/Standard-Parts/Hole-and-Dowel-Systems/Mounting-Elements/Stops-cylindrical/1551.700#pd-slider-gallery-1>
- [26] <https://www.halder.com/gb/PM/Standard-Parts/Clamping-Elements/Spherical-Plain-Washers/Shaft-Plain-Washers-DIN-6340-heat-treated/23060.0012?category=cad-tab#pd-slider-gallery-1>
- [27] <https://www.halder.com/gb/PM/Standard-Parts/Hole-and-Dowel-Systems/Mounting-Elements/Position-Screws/1555.500#pd-slider-gallery-1>
- [28] <https://www.halder.com/gb/PM/Standard-Parts/Clamping-Elements/Nuts-for-T-Slots/Nuts-for-T-Slots-extended/23020.0140#pd-slider-gallery-1>
- [29] <https://www.halder.com/gb/PM/Standard-Parts/Clamping-Elements/Clamping-Screws/Studs-DIN-6379-for-T-nuts/23040.0121#pd-slider-gallery-1>
- [30] <https://www.halder.com/gb/PM/Standard-Parts/Clamping-Elements/Spherical-Plain-Washers/Washers-high-precision-design/23060.0113#pd-slider-gallery-1>
- [31] <https://www.halder.com/gb/PM/Standard-Parts/Clamping-Elements/Down-Thrust-Clamps/Down-Thrust-Clamps-swivelling-size-40/23310.0051#pd-slider-gallery-1>

- [32] <https://www.halder.com/gb/PM/Standard-Parts/Clamping-Elements/Down-Thrust-Clamps/Positioning-Rings-for-down-thrust-clamp/23310.0350#pd-slider-gallery-1>
- [33] <https://www.halder.com/gb/PM/Standard-Parts/T-Slot-Systems/Base-Elements/Base-Plates-suitable-on-pallets-DIN-55-201/1100.700#pd-slider-gallery-1>
- [34] <https://www.halder.com/gb/PM/Standard-Parts/Clamping-Elements/Centering-Clamping-Elements/Centering-Clamping-Elements-with-clamping-balls/23340.0238#pd-slider-gallery-1>
- [35] <https://www.halder.com/gb/PM/Standard-Parts/Clamping-Elements/Centering-Clamping-Elements/Centering-Clamping-Elements-with-clamping-balls/23340.0218#pd-slider-gallery-1>
- [36] <https://www.halder.com/gb/PM/Standard-Parts/Clamping-Elements/Clamping-Screws/Studs-DIN-6379-for-T-nuts/23040.0122#pd-slider-gallery-1>
- [37] <https://www.halder.com/gb/PM/Standard-Parts/Clamping-Elements/Clamping-Screws/Studs-DIN-6379-for-T-nuts/23040.0121#pd-slider-gallery-1>
- [38] <https://www.halder.com/gb/PM/Standard-Parts/Standard-Parts-for-Fixture-Systems/Pins/22690.0502#pd-slider-gallery-1>
- [39] <https://www.halder.com/gb/PM/Standard-Parts/Clamping-Elements/Nuts-for-T-Slots/Nuts-for-T-Slots-extended/23020.0140#pd-slider-gallery-1>
- [40] <https://www.halder.com/gb/PM/Standard-Parts/Standard-Parts-for-Fixture-Systems/Collar-Nuts-DIN-6331-height-15-d/23080.0012#pd-slider-gallery-1>
- [41] <https://www.vijaki.net/inox/inox-metricni-vijaki/vijak-z-nizko-cilindricno-imbus-glavo-din-6912/vijak-z-nizko-cilindricno-imbus-glavo-m8-din-6912-nerjavni-a2>
- [42] <https://www.vijaki.net/inox/inox-metricni-vijaki/vijak-s-sestrobo-glavo-din-933-polni-navoj/inox-vijak-s-sestrobo-glavo-m5-din-933-nerjavni-a2>

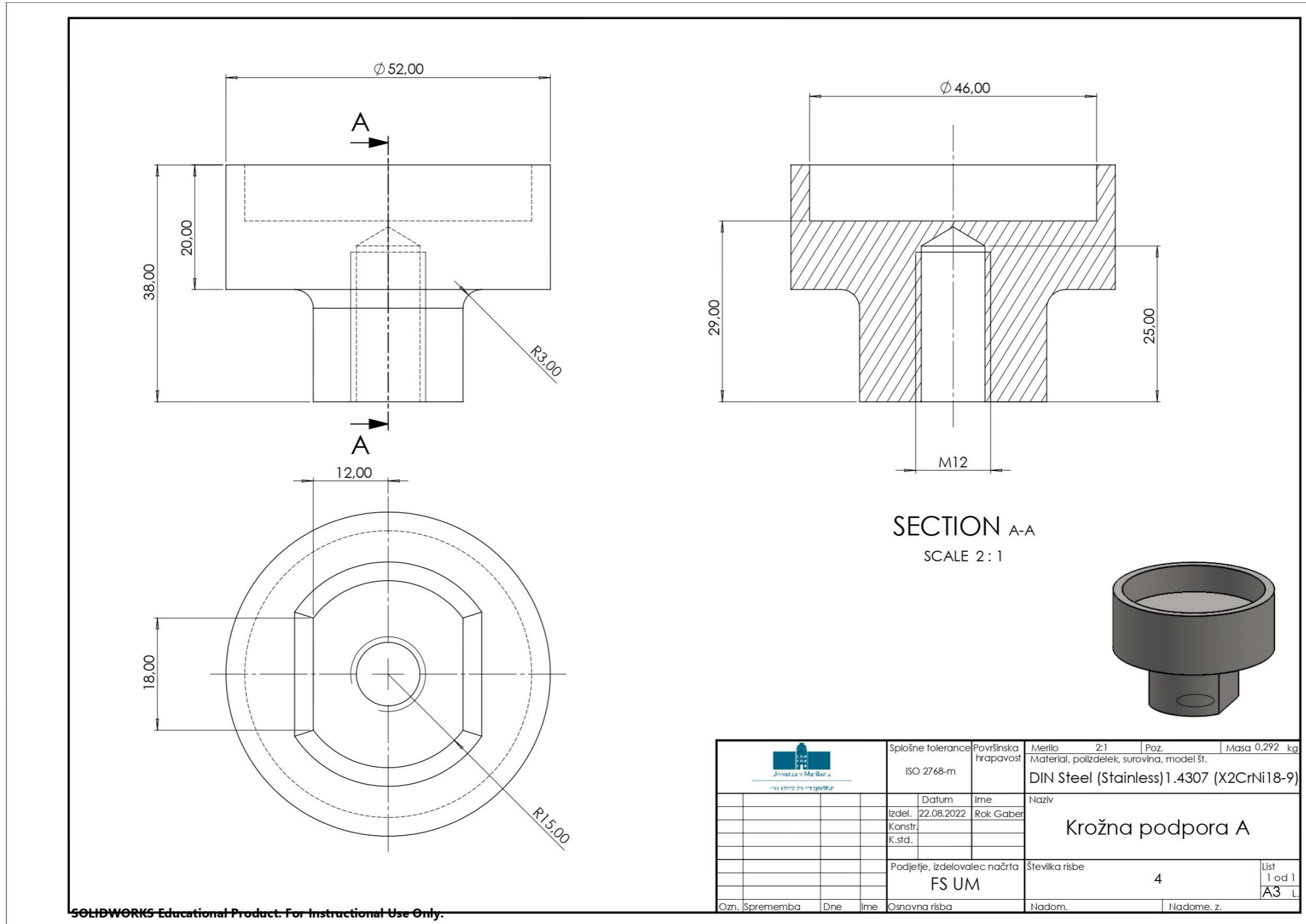
11 PRILOGE

11.1 Priloga A



SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.

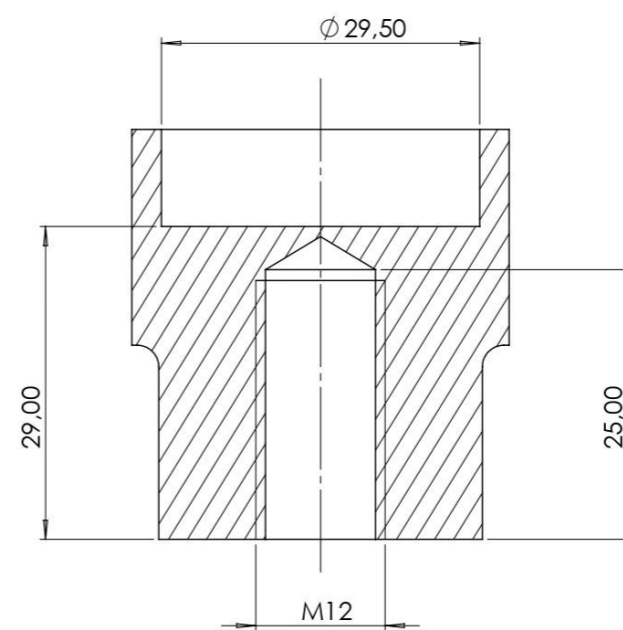
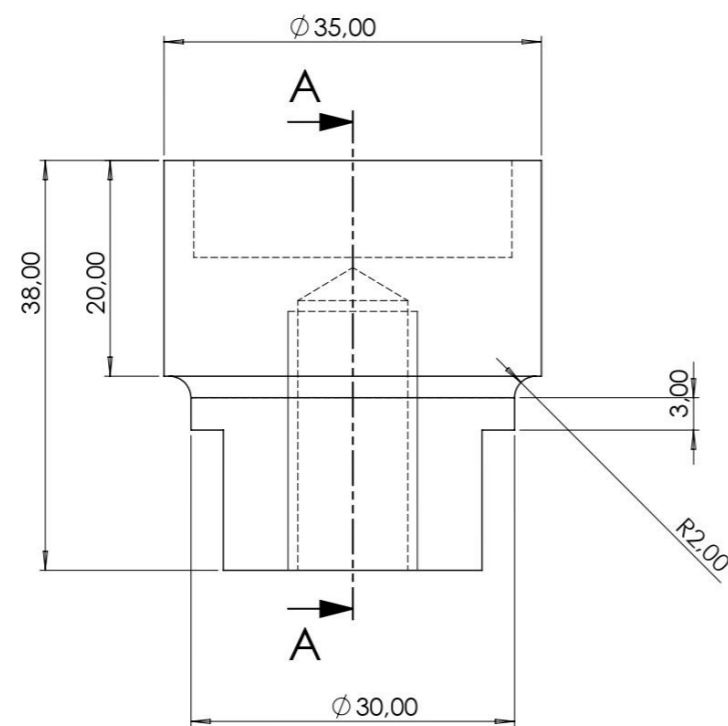
11.2 Priloga B



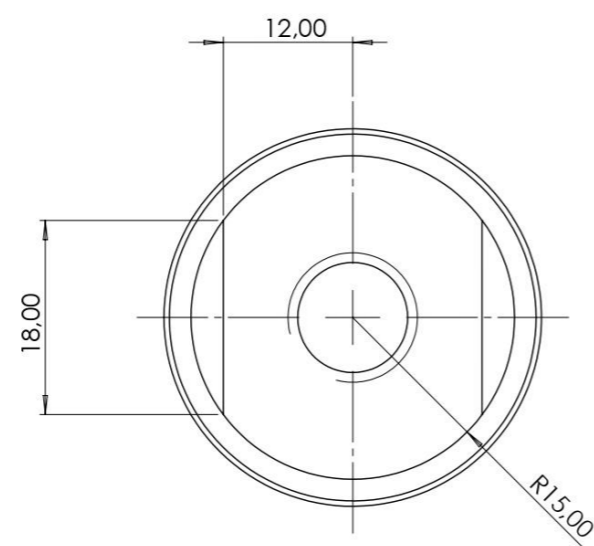
	Splošne tolerance	Površinska hrapavost	Merilo 2:1	Poz.	Masa 0,292 kg
	ISO 2768-m		Material, polizdelek, surovina, model št.		
	Izdel.	Datum	Ime	Naziv	
	Konstr.	22.08.2022	Rok Gaber	Krožna podpora A	
	K.st.			Številka risbe	
	Podjetje, izdelovalec načrta			4	List 1 od 1
	FS UM				A3 L
Ozn.	Sprememba	Dne	Ime	Osnovna risba	Nadom. Nadome. z.

SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.

11.3 Priloga C



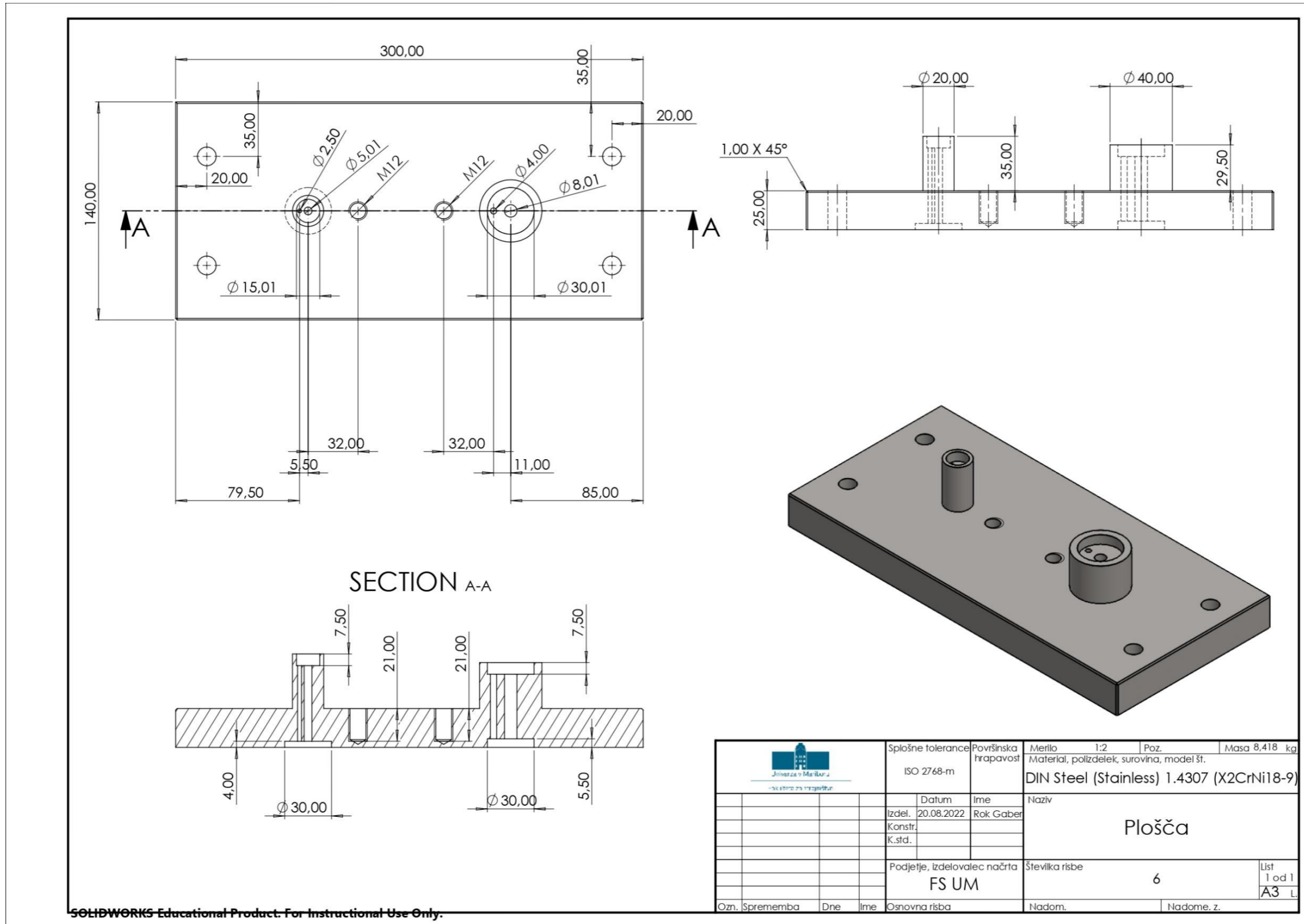
SECTION A-A



	Splošne tolerance	Površinska hrapavost	Merilo 2:1	Poz.	Masa 0,18 kg
	ISO 2768-m		Material, polizdelek, surovina, model št.		
	Datum	Ime	Naziv		
	Izdel. 22.08.2022	Rok Gaber	Krožna podpora B		
	Konstr.				
	K.std.				
	Podjetje, izdelovalec načrta		Številka risbe		List
	FS UM		5		1 od 1
Ozn.	Sprememba	Dne	Ime	Osnovna risba	Nadom.
					Nadome. z.

SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.

11.4 Priloga D



SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.

11.5 Priloga E

- 3D-model ojnice (odkovek, ojnica po prvi obdelavi, ojnica po drugi obdelavi),
- delavniška risba ojnice (odkovek, ojnica po prvi obdelavi, ojnica po drugi obdelavi),
- 3D-modeli vpenjalnih priprav, krožna podpora A, krožna podpora B in plošča,
- sestavne risbe vpenjalnih priprav,
- eksplozijske risbe vpenjalnih priprav,
- videoposnetki sestav vpenjalnih priprav,
- videoposnetki vpenjanja ojnic v vpenjalne priprave.