



ICES
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija

Program: Strojništvo

Modul: Proizvodnja

IZDELAVA ZOBNIŠKEGA POGONA ZA TRAKTOR

Mentor: mag. Slavko Božič, univ. dipl. inž. str.

Kandidat: Janez Javornik

Lektor/ica: Alenka Jeraj, prof. slov. jezika

Ljubljana, september 2018

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju viš. pred. mag. Slavko Božiču, univ.dipl.inž.str za pomoč pri izdelavi diplomske naloge. Hkrati se zahvaljujem tudi podjetju Inženiring in strojna obdelava Perovšek, d. o. o., ki mi je omogočilo praktično izobraževanje v 2. letniku višješolskega izobraževanja, mentorju diplomske naloge v podjetju Jakobu Perovšku ter vsem, ki so mi med izdelavo diplomske naloge pomagali s praktičnim znanjem z obravnavanega področja.

Zahvaljujem se tudi lektorici Alenki Jeraj, ki je mojo diplomsko nalogo jezikovno in slovnično pregledala.

IZJAVA

»Študent/ka Janez Javornik izjavljam, da sem avtor/ica tega diplomskega dela, ki sem ga napisal/a pod mentorstvom viš. pred. mag. Slavko BOŽIČA, univ.dipl.inž.str.«

»Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorski in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.«

Dne _____

Podpis: _____

POVZETEK

Zobniki različnih velikosti se velikokrat uporabljajo v parih za mehansko izrabo, kjer navor pogonskega zobnika poveča navor gnanemu zobniku pri nižji hitrosti ali ga zmanjša pri večji hitrosti. To je načelo prenosa v avtomobilih, ki dopušča izbiro med različnimi prestavnimi razmerji. V pričujoči nalogi pa sem uporabil zobnike za izdelavo pogona za krmilni mehanizem. Za izdelavo sem izbral zobnike z ravnimi zobmi, ker je postopek izdelave enostaven in posledično cenejši. Izdelal sem zobniško dvojico, da se lahko traktor lažje krmili. Prestavno razmerje sem si izbral 2. S tem sem dosegel enkrat manjši moment. Po določitvi prestavnega razmerja sem določil število zobnikov. V osnovi sem si zamislil 3 zobnike. Namreč samo dva zobnika bi bilo premalo, ker bi namreč v tem primeru traktor zavijal v drugo smer, kot bi vrteli volan. Dodal sem še tretji zobnik, da traktor zavija v isto smer, kot vrtimo volan.

Na osnovi pripravljene konstrukcijske dokumentacije sem za izdelavo zobnikov uporabil postopek odrezavanja z orodjem v obliki klina.

Glavno gibanje omogoča nastanek odrezka. Opravlja ga lahko orodje ali obdelovanec in je lahko krožno ali premočrtno. Hitrost glavnega gibanja označujemo kot glavno hitrost rezanja (v_c). Rezalna hitrost je odvisna od materiala, ki ga obdelujemo, obdelovalnega postopka, prereza odrezka, hitrosti podajanja in želene površine (grobe ali fine). Vrednosti rezalne hitrosti najdemo v tabelah, ki so bile narejene na podlagi preizkušanja. Hitrost pomika v_f (mm/min) je gibanje ali pomik orodja (obdelovanca) v rez in je lahko prečno ali vzdolžno. Za grobo površino je to gibanje večje, za fino površino je manjše. Globina rezanja (mm) je premaknitev orodja v obdelovanec ali obratno. Valjasti zobniki z ravnimi robovi so najenostavnejši zobniki. Sestavljeni so iz valja ter t. i. zob, ki so vedno vzporedni z osjo vrtenja zobnika. Združeni so lahko samo, če so njihove osi vrtenja vzporedne in se zobniki med seboj dotikajo. Njihova slabost je, da proizvajajo veliko hrupa. Ker je traktor glasen, je bila ta slabost zanemarljiva. Pri traktorju se ne pojavljajo visoke vrtilne hitrosti, zato je bila ta izbira zobnikov sprejemljiva.

KLJUČNE BESEDE

- zobnik, krmilo, pogon, traktor, rezkanje

ABSTRACT

Gears of different sizes are often used in pairs for mechanical use, where the torque of the drive gear to increase the torque driven gear at a lower speed, or is reduced at a higher speed. This is the principle of the transfer of the cars, which allows a choice between different gear ratios. In the present task, I used the gear to produce the drive for the steering mechanism. I chose to manufacture gears with straight teeth because the manufacturing process simple and consequently cheaper. I have done my gear pair that can be more easily controlled tractor. Gear ratio I chose. With this I reached again less necessary moment, as this was at the beginning. After determining the gear ratio I set number of gears. Basically, I imagined 3 gears. It is only the two gears would be insufficient, whereas in fact in this case the tractor is rolled up in the opposite direction to rotate the steering wheel. I added a third sprocket, the tractor is turning in the same direction as the steering wheel is rotated.

Cylindrical gears with straight edges are the easiest gears. They consist of a cylinder and so-called teeth which are always parallel to the axis of rotation of the sprocket. United may be only as long as their axis of rotation parallel and gears touch one another. Their disadvantage is that they produce a lot of noise. Since the tractor is noisy, this weakness is negligible. Tractor does not appear high rotational speed, so the choice was acceptable gear.

KEYWORDS (ali: SCHLÜSSELWORTE)

- sprocket, rudder, drive, tractor

KAZALO

1	UVOD	7
2	TEORETIČNE OSNOVE	8
2.1	GONILA	8
2.1.1	Lastnosti in razdelitev gonil	8
2.1.2	Najpogostejša delitev mehanskih gonil	9
2.2	ZNAČILNICE GONIL	11
2.1.2	Prestavno razmerje gonila	12
3	KONSTRUIRANJE IN IZDELAVA ZOBNIKOV	13
3.1	ZAČETEK	13
3.2	KONSTRUIRANJE	13
3.3	TEORETIČNI IZRAČUN	2
3.4	IZDELAVA ZOBNIKOV	15
3.5	KOREKCIJA IN NOV IZRAČUN	21
3.5.1	Premik profila osnovne zobnice	22
3.6	izračun čASA IZDELOVANJA ZOBNIKA	25
4	RISANJE CREO PARAMETRIC 2.0	26
4.1	RISANJE ZOBNIKOV	26
3.5.1	Postopek risanja	27
5	ZAKLJUČEK	31
5.1	MOŽNOSTI NADALJNEGA RAZVOJA	32
	LITERATURA IN VIRI	33
	PRILOGE	34
	KAZALO SLIK	6
	KAZALO TABEL	6
	KRATICE IN AKRONIMI	47

KAZALO SLIK

Slika 1: Traktor, za katerega je bilo potrebno izdelati krmilni mehanizem	7
Slika 2: Osnovni deli gonila	8
Slika 3: Gonila z enakomernim prenosom gibanja	9
Slika 4: Gonilo z neenakomernim prenosom gibanja	10
Slika 5: Gonila z vzporednimi gredmi	11
Slika 6: Gonili s sekajočimi se gredmi.....	11
Slika 7: Prestavno razmerje enojnega gonila.....	12
Slika 8: Osnovne veličine ravnozobega valjastega zobnika	2
Slika 9: Shematski prikaz kotalnega zobčanja valjastih zobnikov	16
Slika 10: Utor na zobniku 1	16
Slika 11: Moznik	17
Slika 12: Tabela za izdelavo utora.....	18
Slika 13: Izdelovanje zobnika na stroju.....	19
Slika 14: Izpodrezan zob	20
Slika 15: Izpodrezan zob in kritično mesto.....	20
Slika 16: Teoretično in praktično mejno število zob za standardno evolventno ozobje z vpadnim kotom normalnega profila $\alpha_n=20^\circ$	22
Slika 17: Položaj orodja pri izdelavi zobnika s številom zob $z < z_g$ a) prvotni položaj–izpodrezan zob in b) premaknjen položaj – neizpodrezan zob.....	22
Slika 18: Oblika zob pri zobniku z različnim profilnim premikom	23
Slika 19: Izris evolvente in d_o , d_f in d_k	28
Slika 20: Določitev tretje točke in kota	29
Slika 21: Skica zoba	29
Slika 22: Končna oblika zoba	30
Slika 23: Zobnik.....	30
Slika 24: Končni izdelek	32

KAZALO TABEL

Tabela 1: Podatki za zobnike	2
Tabela 2: Podatki za zobnike z novim številom zob in novim modulom.	24

1 UVOD

V podjetju Inženiring in strojna obdelava Perovšek, d. o. o., kjer je nastalo diplomsko delo, izdelujejo orodja, zobnike, pladnje, kardanske zglobne, osovine itd. Večina izdelkov je namenjenih posameznim kupcem. Izdelki po naročilu so narejeni v manjših serijah in posamično. Kupci zahtevajo kvalitetne in dimenzijsko ponovljive izdelke po specifikiranih zahtevah.

V diplomski nalogi sem si izbral primer, ki se je pojavil v delavnici. Stranka je prišla z željo, da bi krmilo volana pri starejšem traktorju predelali tako, da bi ga bilo lažje vrteti. Hidravlični volan je bil cenovno nesprejemljiv, zato smo se odločili za rešitev z zobniškim prenosom.

Na sliki je prikazan traktor, za katerega je bilo potrebno izdelati krmilni mehanizem. Traktor ima krmilni mehanizem narejen tako, da se na polovici "prepogiba", zato je potreben velik moment, da lahko zavije v levo oz. desno smer.



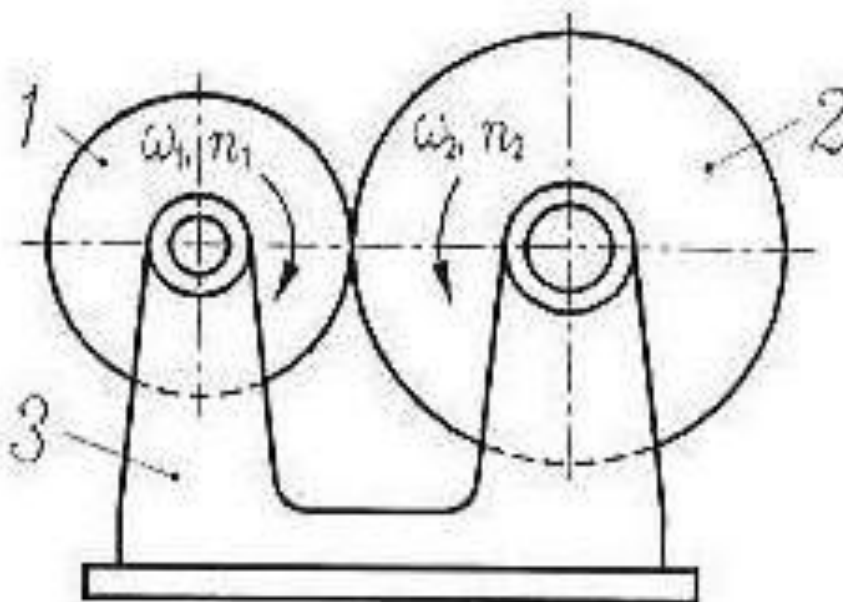
*Slika 1: Traktor, za katerega je bilo potrebno izdelati krmilni mehanizem
(Vir: Lasten)*

2 TEORETIČNE OSNOVE

2.1 GONILA

2.1.1 Lastnosti in razdelitev gonil

Gonilo je vmesni člen med pogonskim in delovnim strojem, ki prenaša moč in prilagaja vrtilni moment ter hitrost zahtevam delovnega stroja. Z gonilom prilagodimo dinamiko pogonskega stroja potrebam delovnega stroja. Vsako gonilo je sestavljeno iz naslednjih osnovnih delov: gonilnega dela (1), gnanega dela (2) in opornega dela ali ohišja (3), ki povezuje gonilni del z gnanim (prikazano na sliki 2).



Slika 2: Osnovni deli gonila
(Vir: Kostanjšek A. (2006, str. 120))

V praksi uporabljamo gonila za:

- delovne stroje, ki zahtevajo konstanten vrtilni moment in konstantno vrtilno frekvenco (kompresorji),
- delovne stroje in naprave, ki potrebujejo majhno vrtilno frekvenco in velik vrtilni moment (transportni stroji, mlini in podobno),
- delovne stroje, ki zahtevajo spreminjajoče se vrtilne frekvence in vrtilne momente (motorna vozila, traktorji in podobno).

Glede na vrsto delovnega procesa uporabljamo gonila s konstantnim ali spreminjajočim se prestavnim razmerjem. Tako ločimo:

- gonila s konstantnim prestavnim razmerjem (reduktorji, multiplikatorji),
- gonila s stopenjskim spreminjanjem prestavnega razmerja (menjalniki),
- gonila z brezstopenjskim spreminjanjem prestavnega razmerja (variatorji).

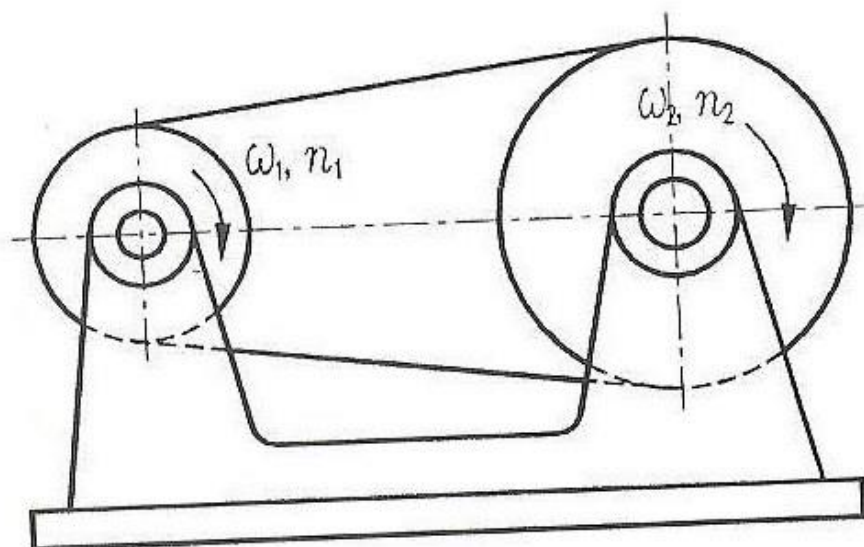
Z gonilom lahko prenašamo različne vrste energij. Mehansko, električno, hidravlično, pnevmatsko ali kombinirano. Za določeno izvedbo gonila se odločimo šele po podrobni analizi konstrukcijskih, tehnoloških in ekonomskih karakteristik stroja, za katerega gonilo načrtujemo.

Ne glede na vrsto pogonskega stroja v praksi največkrat uporabljamo mehanska gonila, ki so sorazmerno enostavna in poceni v primerjavi z drugimi izvedbami gonil.

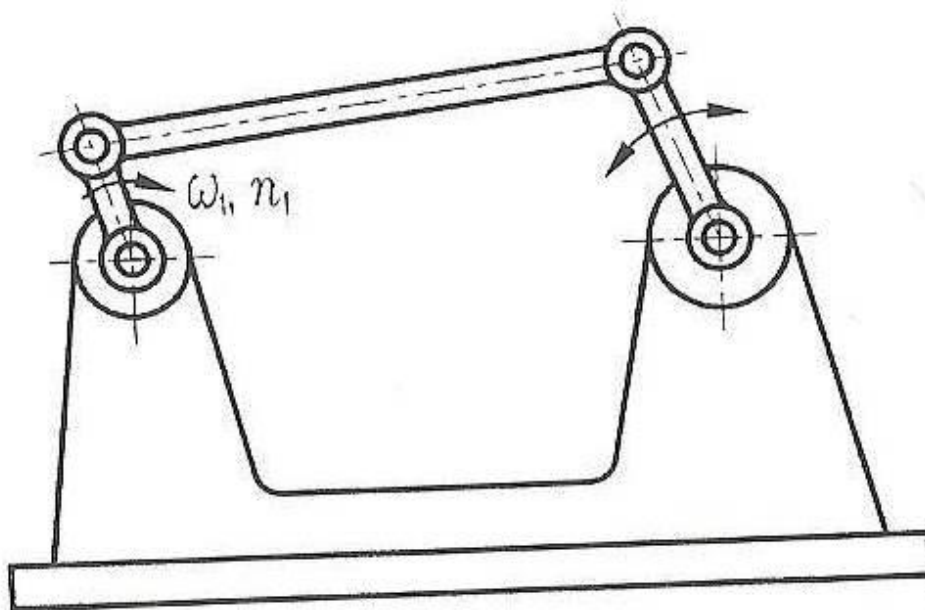
2.1.2 Najpogostejša delitev mehanskih gonil

1. Po načinu prenosa gibanja:

- gonila z enakomernim prenosom gibanja (slika 3) – med obratovanjem ni pospeškov, razen pri zagonu, preklopu ali ustavljanju stroja (zobniška, jermenska, vrvna, verižna in torna gonila),
- gonila z neenakomernim prenosom gibanja (slika 4) – med obratovanjem občasno nastanejo pospeški in pojemki, ker se njihovo gibanje periodično menja in se pojavijo masne sile (ročica, vklopna in zapiralna gonila ali mehanizmi).

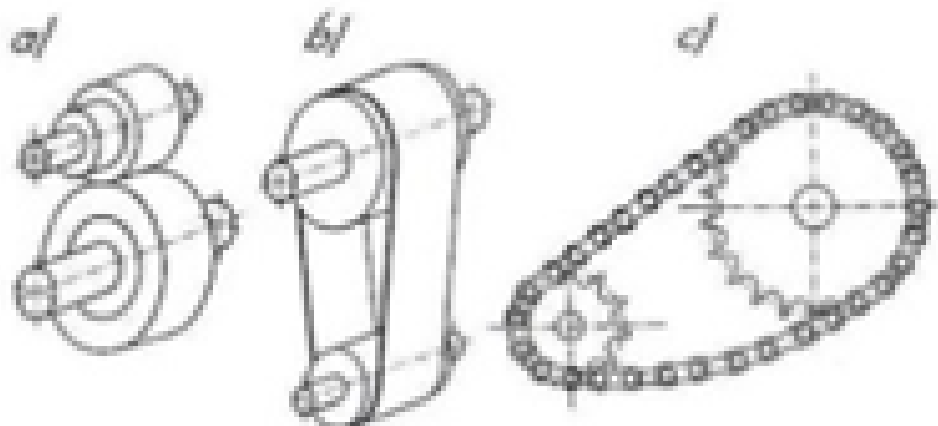


Slika 3: Gonila z enakomernim prenosom gibanja
(Vir: Kostanjšek A. (2006, str. 121))



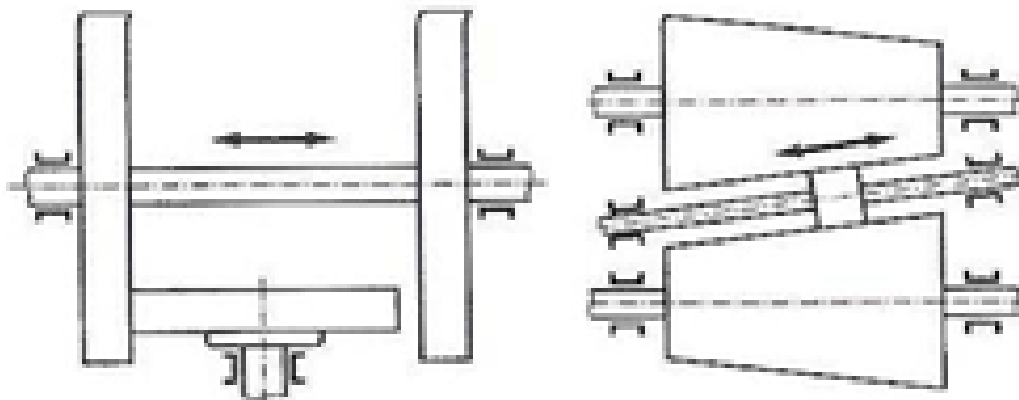
Slika 4: Gonilo z neenakomernim prenosom gibanja
(Vir: Kostanjšek A. (2006, str. 121))

2. Po medsebojni geometrijski legi delov gonila:
 - ravninska gonila (ravninski krivoljni mehanizem, verižno gonilo ...),
 - prostorska gonila (prostorski ročični mehanizem, polževo gonilo ...).
3. Po načinu prenosa moči lahko gonila z enakomernim prenosom gibanja razdelimo:
 - moč se prenaša s trenjem (torna, jermenska gonila ...),
 - moč se prenaša z obliko (zobniška, verižna gonila ...).
4. Gibanje se lahko prenaša:
 - s posrednim mehanskim vlečnim elementom (jermenska, vrvna in verižna gonila),
 - z neposrednim dotikom elementov gonila (torna in zobniška gonila).
5. Po legi gredi razlikujemo:
 - gonila z vzporednimi gredmi (jermenska slika 5b, verižna slika 5c in nekatera zobniška gonila slika 5a),
 - gredi gonila se sekata (gonila s stožčastimi zobniki in gonila s stožčastimi tornimi kolesi),
 - gredi sta soosni (planetna in nekatera zobniška gonila),



Slika 5: Gonila z vzporednimi gredmi
(Vir: Kostanjšek A. (2006, str. 122))

- gredi gonila sta mimobežni (vijačna in polžasta gonila–slika 6).



Slika 6: Gonili s sekajočimi se gredmi
(Vir: Kostanjšek A. (2006, str. 122))

2.2 ZNAČILNICE GONIL

Vsa gonila imajo določene značilnice, ki določajo njihove lastnosti in uporabo. Opisane značilnice imajo:

- prestavno razmerje i ,
- moč, ki se prenaša preko gonila P ,
- vrtilni moment T ,
- kotno hitrost w ,
- vrtilno frekvenco n ,
- hitrost v ,
- lego gredi,

- izkoristek η ,
- medosje a ,
- stopnjevanje v gonilu.

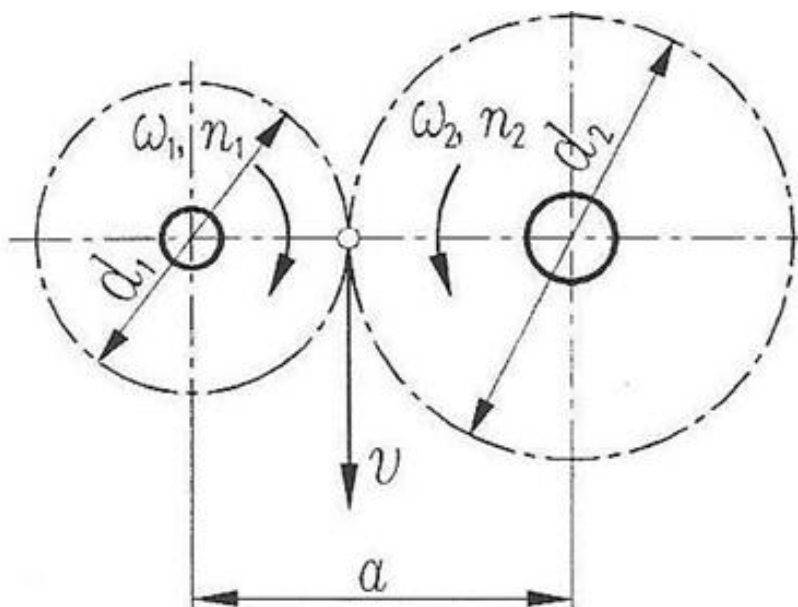
2.1.2 Prestavno razmerje gonila

Prestavno razmerje ali prestava gonila i je razmerje kotnih hitrosti w ali vrtilnih frekvenc n gonilnega ali gnanega dela gonila.

Pri enojnem gonilu z vzporednima gredema lahko izpeljemo enačbo za prestavno razmerje ob upoštevanju zahteve, da mora biti hitrost v dotikalni točki koles konstantna. Le v tem primeru se bo vrtilno gibanje prenašalo z gonilne na gnanu gred brez drsenja. Izpeljavo najlažje prikažemo na primeru enojnega zobniškega gonila (slika7).

Enačba za enakomeren prenos vrtilnega gibanja je:

$$v_1 = v_2 = v = \text{konst} \dots\dots\dots(2.1)$$



Slika 7: Prestavno razmerje enojnega gonila
(Vir: Kostanjšek A. (2006, str. 123))

Po ureditvi enačbe (2.1) in za zapis hitrosti uporabimo naslednji enačbi:

$$v_1 = \omega_1 \cdot r_1 = \pi \cdot d_1 \cdot n_1 \dots\dots\dots(2.2)$$

$$v_2 = \omega_2 \cdot r_2 = \pi \cdot d_2 \cdot n_2 \dots\dots\dots(2.3)$$

Za prestavno razmerje i dobimo enačbo:

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} = i = \text{konst} \dots\dots\dots (2.3)$$

Enačba (2.4) je splošna enačba in velja za vsa gonila. V nalogi bom predstavil osnove in zobnike z ravnimi zobmi.

Pomen posameznih oznak v enačbah (2.1 do 2.4):

- i – prestavno razmerje enojnega gonila,
- v_1 – obodna hitrost gonilnega elementa m/s,
- v_2 – obodna hitrost gnanega elementa m/s,
- ω_1 – kotna hitrost gonilnega elementa s^{-1} ,
- ω_2 – kotna hitrost gnanega elementa s^{-1} ,
- r_1 – polmer gonilnega elementa mm,
- r_2 – polmer gnanega elementa mm,
- d_1 – premer gonilnega elementa mm,
- d_2 – premer gnanega elementa mm,
- n_1 – vrtilna frekvenca gonilnega elementa min^{-1} ,
- n_2 – vrtilna frekvenca gnanega elementa min^{-1} .

3 KONSTRUIRANJE IN IZDELAVA ZOBNIKOV

3.1 ZAČETEK

Pri reševanju problema je bilo glavno vprašanje, kako določiti čim manjši potreben moment, da se kolesa premaknejo. Za to sem izdelal zobniški prenos. Najprej sem določil potrebno prestavno razmerje 2. S tem sem dosegel enkrat manjši potreben moment, kot je bil ta na začetku. Nato sem izmeril vse zunanje dimenzije, ki sem jih potreboval za izdelavo zobniškega prenosa za krmilni mehanizem.

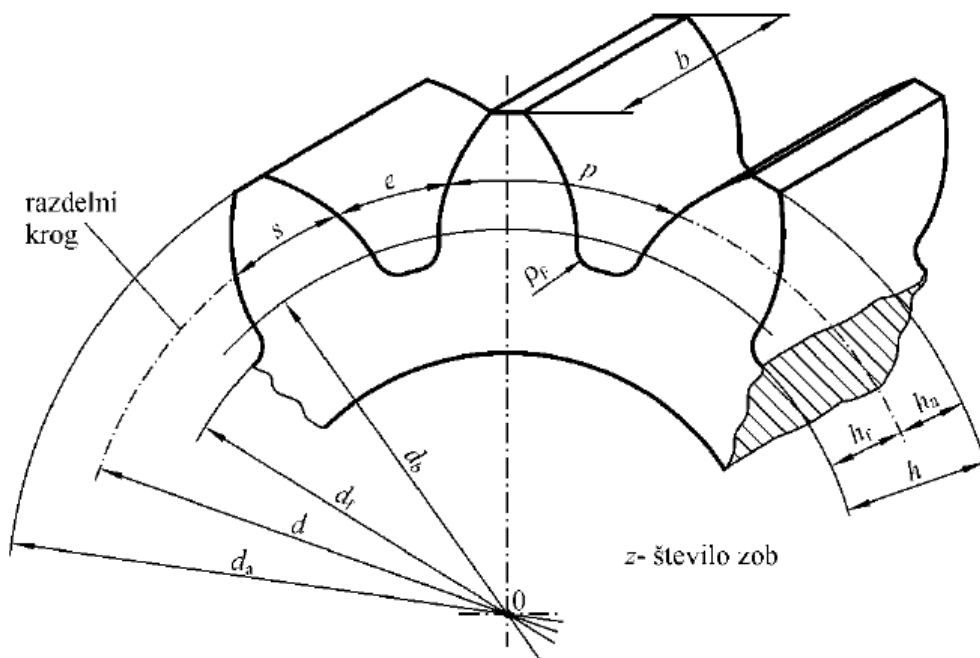
3.2 KONSTRUIRANJE

Konstruirati sem začel tako, da sem na osnovi omejitev, ki sem jih imel, določil potrebno število zobnikov in število zob za posamezen zobnik. Kakor je bilo navedeno, sem najprej določil prestavno razmerje 2. Potrebno je bilo določiti primerno število zob z upoštevanjem formule za izračun prestavnega razmerja (enačba 2.4).

3.3 TEORETIČNI IZRAČUN

Zobnik je strojni element v obliki nazobčanega kolesa, ki prenaša navor drugemu zobniku ali nazobčanemu elementu z ene gredi na drugo. Zobje ob obodu so oblikovani tako, da se zmanjšajo obraba, vibracije ali hrup, in poveča učinkovitost prenosa moči.

Za lažje razumevanje osnovnih veličin, ki so potrebne pri izračunih nam je v pomoč slika 8.



Slika 8: Osnovne veličine ravn zobnega valjastega zobnika

(Vir: Srečko Glodež, Zoran Ren in Jože Flašker.: Strojni elementi – Zobniška gonila (2008, str. 19))

d_b – premer osnovnega kroga mm,

d_f – premer vznožnega kroga mm,

d – premer razdelnega kroga mm,

b – širina zoba mm,

h – višina zoba mm,

h_a – višina zobnega vrha mm,

s – debelina zoba mm,

d_a – premer temenskega kroga mm,

p – razdelek,

h_f – višina zobnega korena mm,

e – širina medzobne vrzeli mm,

ρ_F – zaokroževanje v korenu zoba mm.

Zobnik 1:	Zobnik 2:	Zobnik 3:
$m = 2,5$	$m = 2,5$	$m = 2,5$
$z = 20$	$z = 10$	$z = 10$

Tabela 1: Podatki za zobnike

(Vir: Lasten)

Izračun geometrije zobnika 1:

$$d = m \cdot z = 20 \cdot 2,5 = 50 \text{ mm} \dots\dots\dots(3.1)$$

$$d_a = m \cdot (z + 2) = 2,5 \cdot (20 + 2) = 55 \text{ mm} \dots\dots\dots(3.2)$$

$$d_f = d - (2,2 \cdot m) = 50 - (2,2 \cdot 2,5) = 44,5 \text{ mm} \dots\dots\dots(3.3)$$

Izračun geometrije zobnika 2:

$$d = m \cdot z = 2,5 \cdot 10 = 25 \text{ mm} \dots\dots\dots(3.4)$$

$$d_a = m \cdot (z + 2) = 2,5 \cdot (10 + 2) = 30 \text{ mm} \dots\dots\dots(3.5)$$

$$d_f = d - (2,2 \cdot m) = 25 - (2,2 \cdot 2,5) = 19,5 \text{ mm} \dots\dots\dots(3.6)$$

Izračun geometrije zobnika 3:

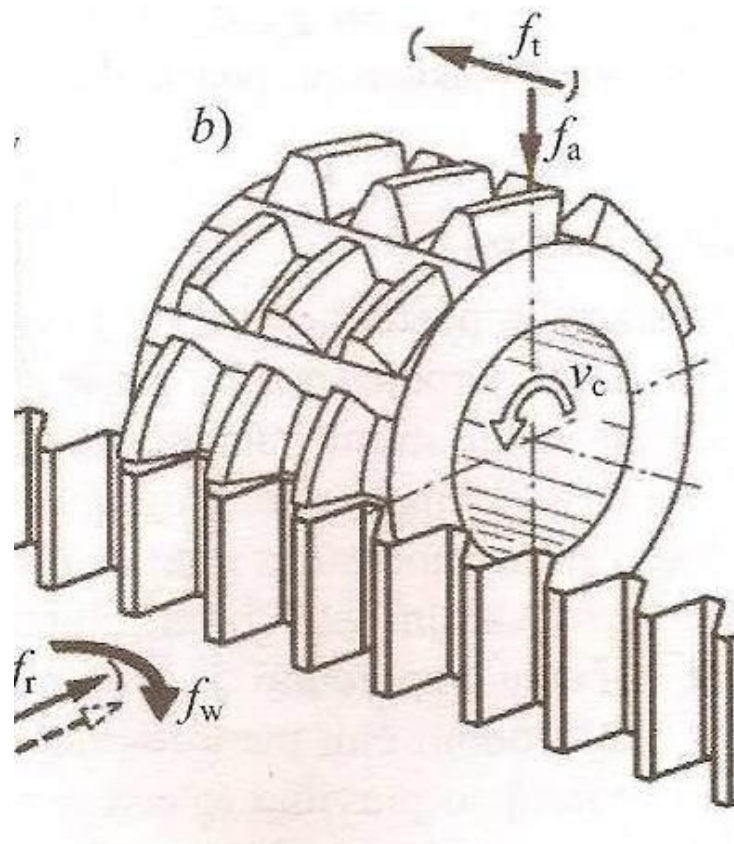
$$d = m \cdot z = 2,5 \cdot 10 = 25 \text{ mm} \dots\dots\dots(3.7)$$

$$d_a = m \cdot (z + 2) = 2,5 \cdot (10 + 2) = 30 \text{ mm} \dots\dots\dots(3.8)$$

$$d_f = d - (2,2 \cdot m) = 25 - (2,2 \cdot 2,5) = 19,5 \text{ mm} \dots\dots\dots(3.9)$$

3.4 IZDELAVA ZOBNIKOV

Po preračunih v točki 3.3 sem se lotil izdelave. Za izdelavo valjastih zobnikov uporabljamo postopke za odrezavanje, ki jih delimo na profilne in kotalne. Zobnike sem izdeloval po kotalnem postopku (slika 8). Pri omenjenem postopku predstavlja orodje skupaj z obdelovancem zobniško dvojico, tako da se kotali po kinematičnem krogu in hkrati opravlja rezilno gibanje.



Slika 9: Shematski prikaz kotalnega zobčanja valjastih zobnikov
(Vir: Srečko Glodež, Zoran Ren in Jože Flašker.: Strojni elementi–Zobniška gonila
(2008, str. 337))

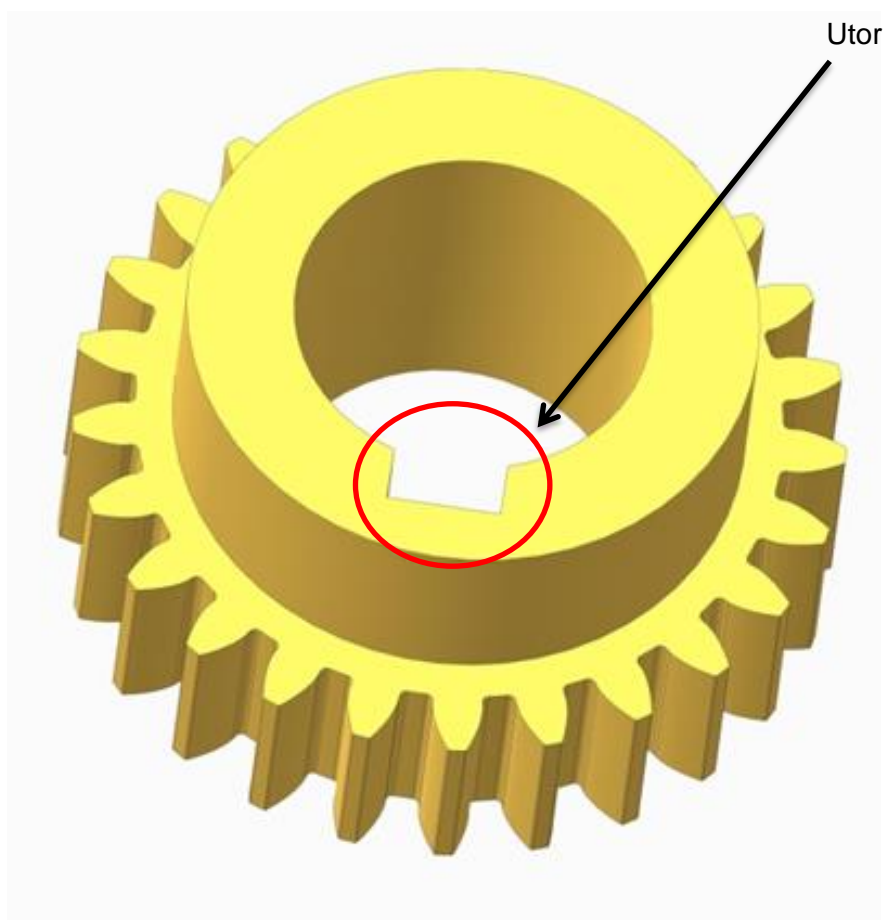
Poimenovanje veličin iz slike 9:

- v_c – rezalna hitrost,
- f_a – aksialni pomik,
- f_r – radialni pomik,
- f_t – tangencialni pomik,
- f_w – kotalni pomik

Bistvena prednost kotalnih postopkov zobčanja zobnikov je, da lahko pri podanem modulu z istim orodjem izdelamo zobnike s poljubnim številom zob in poljubnim profilnim premikom. Najprej sem se lotil izdelave zobnika 2. Delo sem opravil na stroju Phauter 1/2 (stroj je v delavnici nepogrešljiv in še vedno deluje, imajo ga že od leta 1980, ko je imel približno 30 let), orodje je bilo pod kotom 2,5°. Potrebni kot nam definira vijačnica na orodju.

Podatki, ki so bili potrebni za pravilno izbiro orodja:

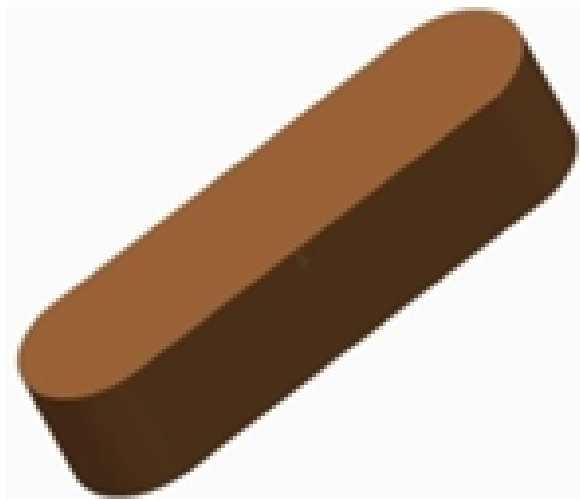
vrste zob – evolventni zobniki z ravnimi zobmi, modul–m in število zob–z. Potrebno hitrost rezkarja sem izbral glede na število zob – z, velikost rezkarja in material. V našem primeru je bila rezalna hitrost (upoštevajoč vse našteje parametre) 30 m/min. Hitrost na rezkarju sem določil s pomočjo nastavitvenih zobnikov na stroju.



Slika 10: Utor na zobniku 1
(Vir: Lasten)

Pri zobniku 1 (slika 10) sem moral izdelati tudi utor za mozniček. Utori za mozničke so standardizirani po standardih: DIN 3885-1:1995-09, SIST ISO 2492-1974. Izdelava utora se razlikuje na gredi in na zobniku. Podatke o dimenzijah utora dobimo npr. v

KSP na strani 623¹. Glede na naš premer gredi (25 mm) sem iz dane tabele na omenjeni strani izbral $d = 22 - 30$ mm, za kar je bila potrebna širina utora $b = 8$ mm. Glede na izbrani d sem odčital še ostale potrebne dimenzije za izdelavo utora, ki sem ga izdelal s pehanjem na stroju za pehanje Maximat V10. Iz podane tabele (slika 10) lahko vidimo, da je bila potrebna globina utora na zobniku 3,3 mm. Odvezmal sem po 0,5 mm naenkrat. Temu je sledila izdelava moznika iz jekla s trdnostjo $R_m > 600$ N/mm², pri čemer je oznaka jekla standardizirana (ISO / TS 4949 : 2003).



Slika 11: Moznik
(Vir: Lasten)

¹ KSP – Krautov strojniški priročnik, štirinajsta slovenska izdaja, 2003.

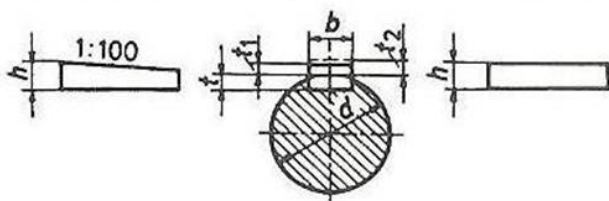
RAZSTAVLJIVE ZVEZE

Zagozdne zveze

Razlikujemo zagozde (z nagibom 1 : 100) in moznike.

Zagozde

Mozniki



d – premer gredi
 b – širina } zagozde
 h – višina } oz. moznika
 globina utora:
 t – na gredi
 t_1 – na pestu za zagozde
 t_2 – na pestu za moznike

Osnovne zagozde in mozniki so:

Zagozde (SIST DIN 6886: 1995-09). – Ploske zagozde (DIN 6883: 1995-09, SIST ISO 2492). Mozniki, visoki (DIN 6885-1: 1995-09, SIST ISO 2492-1974). – Mozniki, nizki (SIST DIN 6885-3: 1995-09).

d mm	b mm	DIN 6886					DIN 6885				
		h mm	t mm	t_1 mm	t mm	t_2 mm	h mm	t mm	t_1 mm	t mm	t_2 mm
6)...8	2	2	1,2	0,5	1,2	1,0	-	-	-	-	-
8)...10	3	3	1,8	0,9	1,8	1,4	-	-	-	-	-
10)...12	4	4	2,5	1,2	2,5	1,8	-	-	-	-	-
12)...17	5	5	3,0	1,7	3,0	2,3	-	-	-	1,9	1,2
17)...22	6	6	3,5	2,2	3,5	2,8	-	-	-	2,5	1,6
22)...30	8	7	4,0	2,4	4,0	3,3	5	1,7	3	3,1	2,0
30)...38	10	8	5,0	2,4	5,0	3,3	6	2,2	3,5	3,7	2,4
38)...44	12	8	5,0	2,4	5,0	3,3	6	2,2	3,5	3,9	2,2
44)...50	14	9	5,5	2,9	5,5	3,8	6	2,2	3,5	4,0	2,1
50)...58	16	10	6,0	3,4	6,0	4,3	7	2,4	4	4,7	2,4
58)...65	18	11	7,0	3,4	7,0	4,4	7	2,4	4	4,8	2,3
65)...75	20	12	7,5	3,9	7,5	4,9	8	2,4	5	5,4	2,7
75)...85	22	14	9,0	4,4	9,0	5,4	9	2,9	5,5	6,0	3,1
85)...95	25	14	9,0	4,4	9,0	5,4	9	2,9	5,5	6,2	2,9
95)...110	28	16	10,0	5,4	10,0	6,4	10	3,4	6	6,9	3,2
110)...130	32	18	11,0	6,4	11,0	7,4	11	3,4	7	7,6	3,5
130)...150	36	20	12,0	7,1	12,0	8,4	12	3,9	7,5	8,3	3,8
150)...170	40	22	13,0	8,1	13,0	9,4	14	4,4	9	-	-
170)...200	45	25	15,0	9,1	15,0	10,4	16	5,4	10	-	-
200)...230	50	28	17,0	10,1	17,0	11,4	18	6,4	11	-	-
230)...260	56	32	20,0	11,1	20,0	12,4	-	-	-	-	-
260)...290	63	32	20,0	11,1	20,0	12,4	-	-	-	-	-
290)...330	70	36	22,0	13,1	22,0	14,4	-	-	-	-	-
330)...380	80	40	25,0	14,1	25,0	15,4	-	-	-	-	-
380)...440	90	45	28,0	16,1	28,0	17,4	-	-	-	-	-
440)...500	100	50	31,0	18,1	31,0	19,5	-	-	-	-	-

Za zagozde in moznike uporabljamo jeklo s trdnostjo $R_m > 600 \text{ N/mm}^2$. Segmentni mozniki DIN 6888.

Slika 12: Tabela za izdelavo utora

(Vir: Jože Puhar, Jože Stropnik.: Krautov strojniški priročnik (2003, str. 623))

Rezkar pod kotom $2,5^\circ$



Zobnik 2

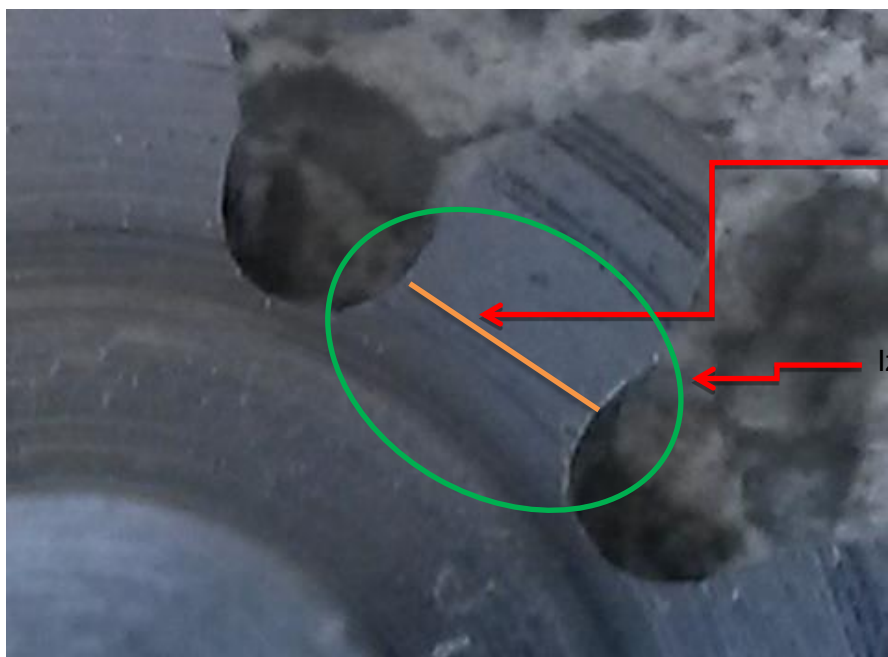
Slika 13: Izdelovanje zobnika na stroju
(Vir: Lasten)

Večji kot je rezkar, manjša mora biti hitrost rezkarja, ker je posledično obodna hitrost večja.

Pri sami izdelavi se je pokazala napaka, na katero pri začetnem izračunu nisem pomislil. Prišlo je namreč do izpodrezanih zob.



Slika 14: Izpodrezan zob
(Vir: Lasten)



Slika 15: Izpodrezan zob in kritično mesto
(Vir: Lasten)

3.5 KOREKCIJA IN NOV IZRAČUN

Korekcija zobnih bokov je namenjen odstop od teoretične oblike zobnega boka z namenom, da bi izboljšali delovanje zobniške dvojice. Ločimo korekcijo bočnice in bočne slednice. Pri hkratnem gibanju orodja v smeri osi zobnika izreže ravni del orodja evolventni zobni bok, zaokroženje vrha orodja pa vznožje zoba. Če je število zob zobnika dovolj veliko, prehaja profil vznožja zoba zvezno v evolventni zobni bok. Pri premajhnem številu zob pa izreže zaokroževanje vrha orodja tudi del evolventnega zobnega boka, tako da nastane izpodrezan zob (slika 14). Določitev mejnega števila zob določimo z enačbo:

$$z_g = \frac{2 \cdot \cos \beta \cdot \cos^2 \beta_b}{\sin^2 \alpha_n} \dots \dots \dots (3.10)$$

Poimenovanje veličin iz enačbe (3.10):

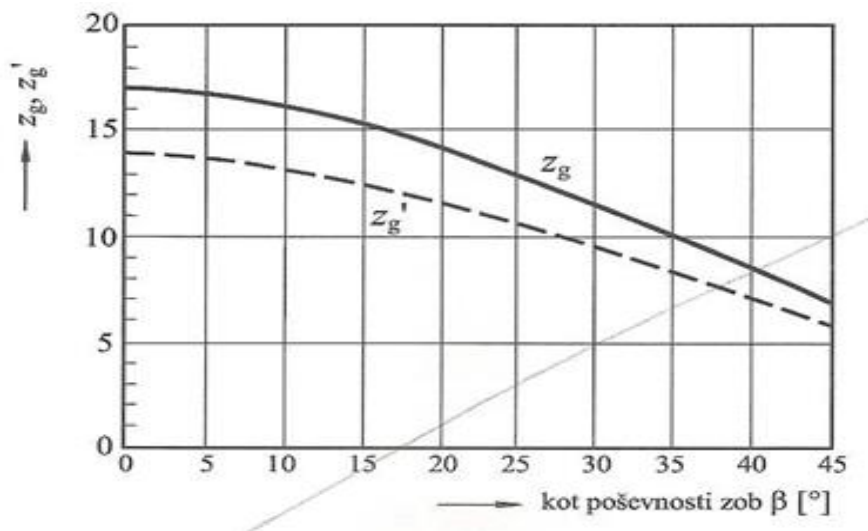
- z_g – teoretično mejno število zob,
- β – kot poševnosti zob °,
- β_b – kot poševnosti zob na osnovnem krogu °,
- α_n – vpadni kot normalnega profila °.

Mejno število zob z_g po enačbi (3.10) je teoretično najmanjše število zob, pri katerem se pri izdelavi zobnika še ne pojavi izpodrez zobnega korena. V praksi pa se je pokazalo, da je lahko praktično število zob še nekoliko manjše od teoretičnega, saj majhen izpodrez zoba bistveno ne poslabša ubirnih razmer in nosilnosti zobnega korena. Iz tega sledi, da za praktično število zob z_g' upoštevamo enačbo (3.11).

$$z_g' = \frac{5}{6} \cdot z_g \dots \dots \dots (3.11)$$

Poimenovanje veličin iz enačbe (3.11):

- z_g' – praktično mejno število zob,
- z_g – teoretično mejno število zob.

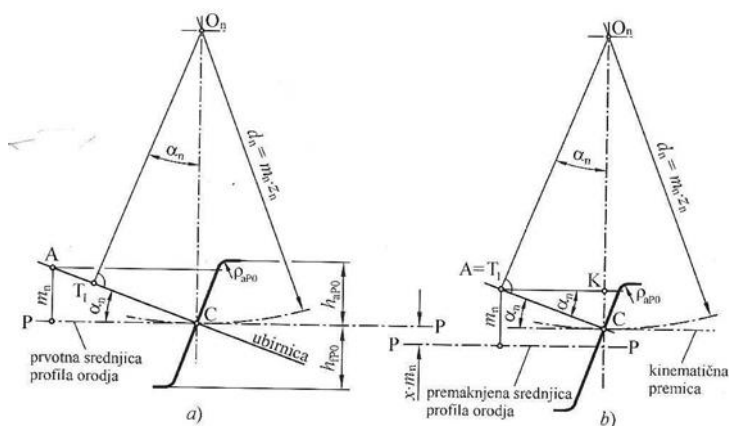


Slika 16: Teoretično in praktično mejno število zob za standardno evolventno ozobje z vpadnim kotom normalnega profila $\alpha_n=20^\circ$
 (Vir: Srečko Glodež, Zoran Ren in Jože Flašker.: Strojni elementi – Zobniška gonila (2008, str. 39))

Za standardne ravnozobe zobnike ($\alpha_n = 20^\circ, \beta = \beta_b = 0^\circ$) je teoretično mejno število zob $z_g = 17,08 \approx 17$ in praktično mejno število zob $z'_g = 14,25 \approx 14$.

3.5.1 Premik profila osnovne zobnice

Pri izdelavi zobnika s številom zob, ki je manjše od mejnega števila zob, lahko preprečimo izpodrez zobnega korena s premikom orodja od središča zobnika navzven. Ta premik izvedemo v delih modula in ga imenujemo *profilni premik*, koeficient x pa *koeficient profilnega premika*.



Slika 17: Položaj orodja pri izdelavi zobnika s številom zob $z < z_g$
 a) prvotni položaj – izpodrezan zob in
 b) premaknjen položaj – neizpodrezan zob

(Vir: Srečko Glodež, Zoran Ren in Jože Flašker.: Strojni elementi – Zobniška gonila (2008, str. 40))

Slika 17 prikazuje določitev potrebnega profilnega premika za preprečitev izpodreza zobnega korena, ko je $z < z_g$. Če premaknemo orodje za razdaljo $x \cdot m_n$ od središča zobnika navzven (slika 17b), tako da točki A in T1² sovpadata, koren zoba ne bo izpodrezan.

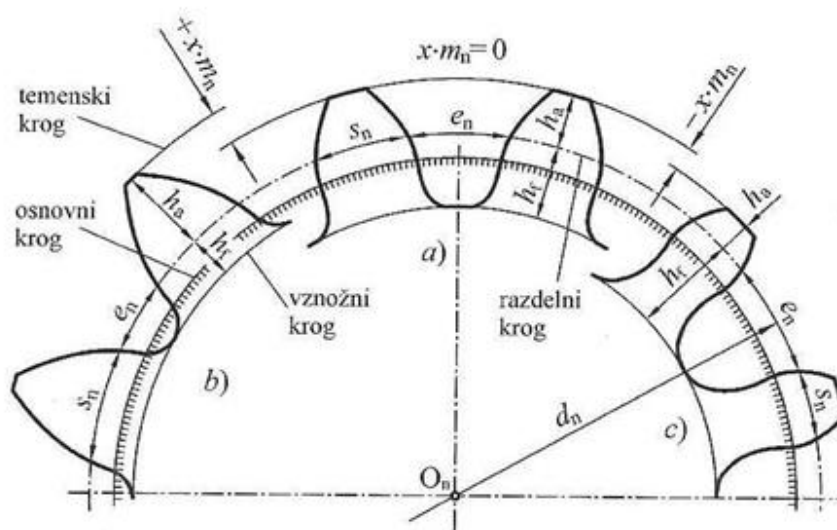
Ker pa imamo mi standardne ravnozobe zobnike ($\alpha_n = 20^\circ$, $\beta = \beta_b = 0^\circ$), lahko zapišemo enačbi za teoretični in praktični koeficient profilnega premika za preprečitev izpodreza zobnega korena:

$$\text{Teoretično: } x_{\min} = \frac{17 - z}{17} \dots \dots \dots (3.12)$$

$$\text{Praktično: } x_{\min}' = \frac{14 - z}{17} \dots \dots \dots (3.13)$$

Izvedli pa smo *pozitivni* in *negativni* profilni premik:

Pozitivni profilni premik ($+x \cdot m_n$) – pomeni, da smo premaknili orodje **od središča** proti **vznožnemu**³ **krogu** in *negativni profilni premik* ($-x \cdot m_n$) – pomeni, da smo premaknili orodje **od središča** proti **središču**⁴ **zobnika**.



Slika 18: Oblika zob pri zobniku z različnim profilnim premikom

(Vir: Srečko Glodež, Zoran Ren in Jože Flašker.: Strojni elementi – Zobniška gonila (2008, str. 42))

Na kritičnem mestu bi pri obratovanju prišlo do loma zob. Do tega pride, ker je kritično število zob $z = 17$. Za odpravo te napake sem moral izvesti korekcijo.

² Glej sliko 16.

³ Glej sliko 7 na strani 15.

⁴ Glej sliko 9 na strani 18.

Določil sem novo število zob in nov modul.

Zobnik 1:	Zobnik 2:	Zobnik 3:
$m = 2$	$m = 2$	$m = 2$
$z = 25$	$z = 12$	$z = 13$

Tabela 2: Podatki za zobnike z novim številom zob in novim modulom.

Izračun geometrije zobnika 1:

$$d = m \cdot z = 25 \cdot 2 = 50 \text{ mm} \dots\dots\dots (3.14)$$

$$d_a = m \cdot (z + 2) = 2 \cdot (25 + 2) = 54 \text{ mm} \dots\dots\dots (3.15)$$

$$d_f = d - (2,2 \cdot m) = 50 - (2,2 \cdot 2) = 45,6 \text{ mm} \dots\dots\dots (3.16)$$

$$x = \frac{d_a - d}{2} = \frac{54 - 50}{2} = 2 \text{ mm} \dots\dots\dots (3.17)$$

In ker mora biti $x \leq 1,5 \cdot m \Rightarrow 2 \leq 3,75$. Vidimo, da ustreza.

Izračun geometrije zobnika 2:

$$d = m \cdot z = 2 \cdot 12 = 24 \text{ mm} \dots\dots\dots (3.18)$$

$$d_a = m \cdot (z + 2) = 2 \cdot (12 + 2) = 28 \text{ mm} \dots\dots\dots (3.19)$$

$$d_f = d - (2,2 \cdot m) = 24 - (2,2 \cdot 2) = 19,6 \text{ mm} \dots\dots\dots (3.20)$$

$$x = \frac{d_a - d}{2} = \frac{28 - 24}{2} = 2 \text{ mm} \dots\dots\dots (3.21)$$

In, ker mora biti $x \leq 1,5 \cdot m \Rightarrow 2 \leq 3$. Vidimo, da ustreza.

Izračun geometrije zobnika 3:

$$d = m \cdot z = 2 \cdot 13 = 26 \text{ mm} \dots\dots\dots (3.22)$$

$$d_a = m \cdot (z + 2) = 2 \cdot (13 + 2) = 30 \text{ mm} \dots\dots\dots (3.23)$$

$$d_f = d - (2,2 \cdot m) = 26 - (2,2 \cdot 2) = 21,6 \text{ mm} \dots\dots\dots (3.24)$$

$$x = \frac{d_a - d}{2} = \frac{30 - 26}{2} = 2 \text{ mm} \dots\dots\dots (3.25)$$

In ker mora biti $x \leq 1,5 \cdot m \Rightarrow 2 \leq 3$. Vidimo, da ustreza.

Pri zobniku 1 sem izvedel negativni profilni premik, za zobnika 2 in 3 pa sem izvedel pozitivno korekcijo.

Tako smo dobili pri zobniku 2 in 3 zobe debelejše, pri zobniku 1 pa tanjše. Spremenili sta se tudi višini zobnega vrha in zobnega korena ter posledično premera temenskega in vznožnega kroga. Premera osnovnega in razdelnega kroga pa sta ostala nespremenjena.

Pred samo izdelavo zobnikov sem skonstruiral in izdelal vse ostale sestavne dele mehanizma (glavni del, pokrov, izvrtine, moznik)⁵, zato sem moral ohraniti premera d_a in d_f takšna, kot sta v izračunu 1⁶.

3.6 IZRAČUN ČASA IZDELOVANJA ZOBNIKA

Po formuli (3.26) (Kostanjšek, A.: *Snovanje in konstruiranje 3*. Tehniška založba Slovenije 2006. Ljubljana) sem izračunal čas izdelovanja zobnika. Tako lahko določimo približno ceno izdelka ob upoštevanju materialnih stroškov. Sam izračun bi lahko naredili za kateri koli stroj (za izdelavo ozobja) ob upoštevanju vseh parametrov, ki jih zanj potrebujemo.

$$\text{Št. minut} = \frac{z \cdot (A + B)}{v \cdot n} \text{ min} \dots\dots\dots (3.26)$$

Poimenovanje veličin iz enačbe (3.26):

z – število zob,

A – polmer rezkarja (orodja),

B – razdalja od središča rezkarja do obdelovanca (slika 9),

v – pomik v mm na obrat (jeklo 0,3 in PVC 0,5),

n – število obratov rezkanja (150 min^{-1} povprečno)

Čas izdelave (ozoblenja), ki smo ga potrebovali za izdelavo naših zobnikov.

⁵ Priloge na strani 34 do 46.

⁶ Poglavlje 3.3 – teoretični izračun na strani 16.

Izračun za zobnik 1:

$$\text{Št. minut} = \frac{z \cdot (A + B)}{v \cdot n} = \frac{25 \cdot (35 + 14)}{0.3 \cdot 300} = 13,6 \text{ min} \approx 14 \text{ min} \dots\dots\dots (3.27)$$

Izračun za zobnik 2:

$$\text{Št. minut} = \frac{z \cdot (A + B)}{v \cdot n} = \frac{12 \cdot (35 + 14)}{0.3 \cdot 300} = 6,53 \text{ min} \approx 7 \text{ min} \dots\dots\dots (3.28)$$

Izračun za zobnik 3:

$$\text{Št. minut} = \frac{z \cdot (A + B)}{v \cdot n} = \frac{13 \cdot (35 + 29)}{0.3 \cdot 300} = 9,24 \text{ min} \approx 10 \text{ min} \dots\dots\dots (3.29)$$

Končni izračun:

$$\text{Št. minut}_{\text{skupaj}} = 14 + 7 + 10 = 31 \text{ min} \dots\dots\dots (3.30)$$

K temu izračunu prištejemo še 30 min za nastavitev stroja. Nova nastavitev stroja je potrebna za vsak zobnik, ki ima drugačen modul in novo število zob. Torej lahko vidimo, da smo samo za ozoblenje porabili 1,5 h časa. Samemu času izdelave pa je potrebno prišteti še struženje, s katerim kos pripravimo za rezkanje zobnikov. V tem izračunu tudi ni upoštevan čas, ki smo ga porabili za izdelavo enega zobnika pred korigiranjem zobnikov.

Celoten proces izdelave v katerem so zajet ves čas od zamisli do vgradnje – končne izvedbe je trajal celoten čas praktičnega izobraževanja (2 meseca).

Do zaključka mojega praktičnega izobraževanja zobnikov nismo toplotno obdelali, ker smo že presegli cenovno sprejemljivo rešitev. V kolikor se je kasneje pokazala potreba po tem pa žal nimam podatka. Vrste materialov so razvidne iz prilog (tehnična dokumentacija).

4 RISANJE CREO PARAMETRIC 2.0

Konstrukcije izdelka sem se lotil s pomočjo 3D modelirnika CREO Parametric 2.0. Program mi je bil v veliko pomoč pri sami zamisli izdelka, saj sem lahko prilagajal dimenzije. S pomočjo naprednih računalniških programov si namreč lažje predstavljamo izdelke. Omenjeni uporabljeni program je zahteven za uporabo. Za risanje enostavnih stvari je priročen, pri risanju zobnikov pa sem imel veliko težav.

4.1 RISANJE ZOBNIKOV

Risanja zobnikov sem se lotil tako, da sem najprej s pomočjo evolvente narisal bok zoba. Evolventni zobniki z ravnimi zobmi imajo bok zoba sestavljen iz evolvente, zato je ta način edini primeren.

3.5.1 Postopek risanja

Konstrukcija krivulje – **Curves from Equation** – z uporabo enačb.

Program CREO Parametric 2.0 omogoča uporabo matematičnih enačb za izdelavo krivulj. V enačbah uporabimo sistemsko spremenljivko »t«, ki se ji vrednost spreminja od 0 do 1. V našem primeru, ko želimo, da se kot spreminja med 0 in 90°, zapišemo enačbo kot:

$$alfa = t \cdot 90^\circ \dots\dots\dots (4.1)$$

Dolžino "s" določimo s spremembo obsega dela kroga (pri 0° je 0, pri 90° pa četrtina obsega kroga) v odvisnosti od spremenljivke "t":

$$s = \left(\pi \cdot \frac{r}{2}\right) \cdot t \dots\dots\dots (4.2)$$

Enačbe, ki pa jih potrebujemo za izris evolvente pa so:

$$r = 24/2 \cdot \cos (20) \dots\dots\dots (4.3)$$

$$alfa = t \cdot 90 \dots\dots\dots (4.4)$$

$$s = (\pi \cdot r \cdot t)/2 \dots\dots\dots (4.5)$$

$$xc = r \cdot \cos (alfa) \dots\dots\dots (4.6)$$

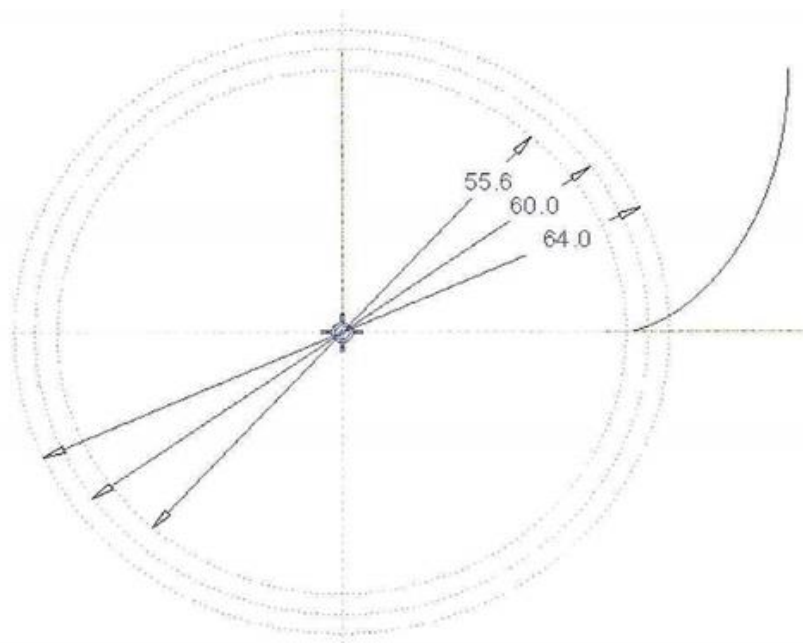
$$yc = r \cdot \sin (alfa) \dots\dots\dots (4.7)$$

$$x = xc + (s \cdot \sin (alfa)) \dots\dots\dots (4.8)$$

$$y = yc - (s \cdot \cos (alfa)) \dots\dots\dots (4.9)$$

$$z = 0$$

To so vse enačbe, ki jih potrebujemo za izris evolvente. Vidimo lahko, da se spreminja samo spremenljivka d_f .



Slika 19: Izris evolvente in d_o , d_f in d_k
 (Vir: CREO Parametric 2.0)


Za risanje novega zobnika moramo v enačbah spremeniti spremenljivko d_f in na novo določiti dimenzije d_k, d_o, d_f ter kot.

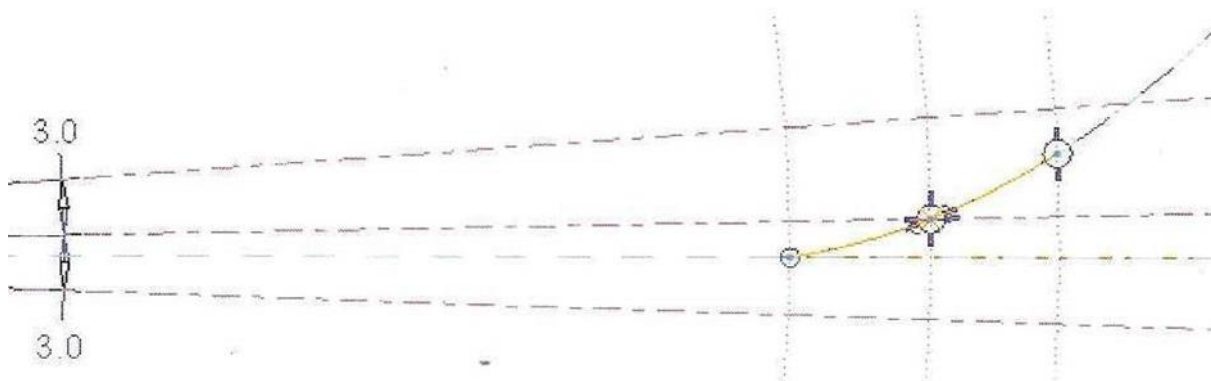
Za izris potrebujemo še enačbo za izračun kota:

$$kot = \frac{360^\circ}{z \cdot 4} \dots\dots\dots (4.10)$$

Poimenovanje veličin iz enačbe (4.10):

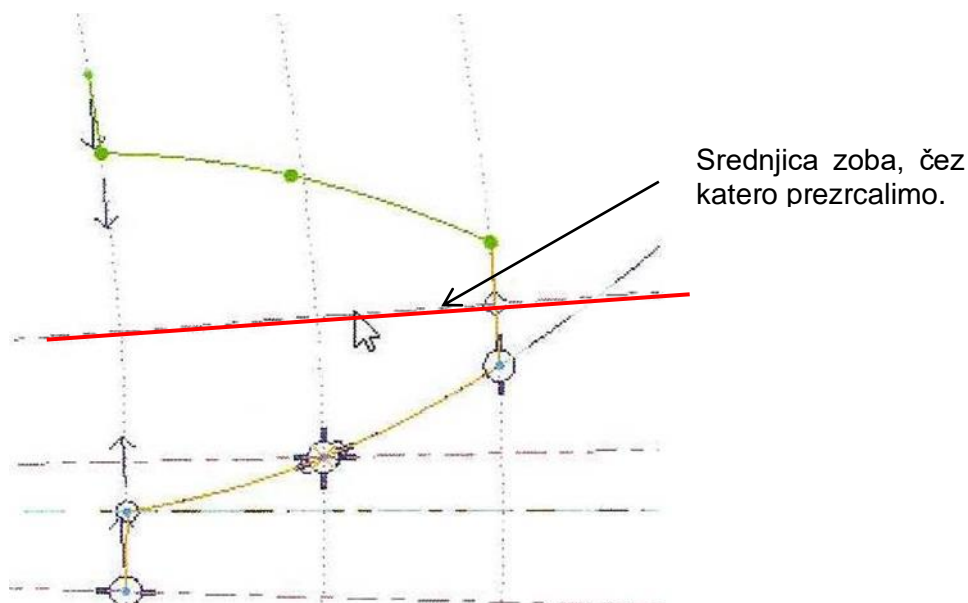
z – število zob.

Izberemo ikono  **Project** in označimo evolvento. To nam omogoča, da dobimo dve točki in lahko odvečni del evolvente odrežemo.




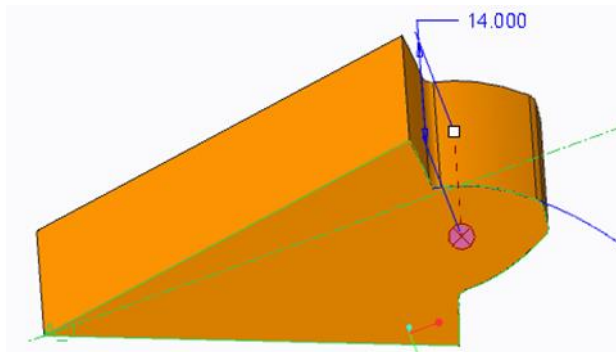
Slika 20: Določitev tretje točke in kota
(Vir: Lasten)

V presečišču delilnega kroga d_k in evolvente določimo tretjo točko. Nato skozi koordinatni sistem in točko na delilnem krogu evolvente narišemo srednjico. Narišemo še dve srednjici levo in desno od srednjice, ki smo jo narisali najprej. Narišemo ju pod kotom, ki smo ga izračunali z enačbo (4.10).




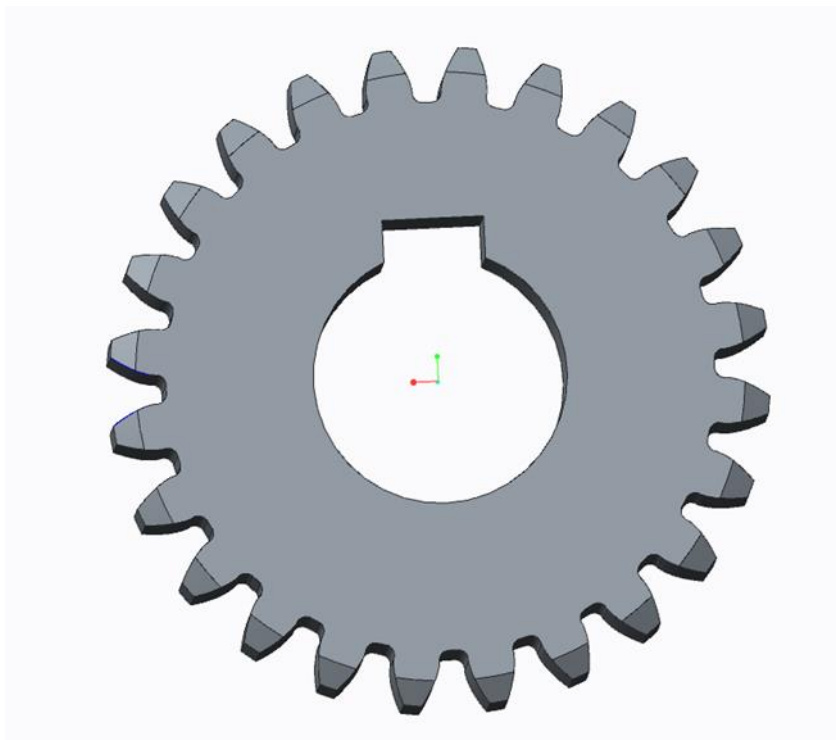
Slika 21: Skica zoba
(Vir: Lasten)

Dobimo tri točke in tri srednjice. Nato z ukazom  in izbrano funkcijo Center and Ends narišemo del loka na vznožnem in zunanem krogu. Zaokrožimo še vznožje zoba z radijem 0,3 mm. Označimo/izberemo celotno skico in prezrcalimo čez srednjico zoba.



Slika 22: Končna oblika zoba za zobnik 1
(Vir: Lasten)

Profil zoba zaključimo z dvema daljicama do koordinatnega središča in nato zaključimo risanje v skicirki oziroma v  Sketch. Zob izvlečemo v prostor in sicer za dimenzijo, ki je podana s črko b , ki predstavlja našo širino zoba. Sedaj imamo končano obliko enega zoba in ga razmnožimo s funkcijo "Pattern" in izbrano možnostjo razmnoži okoli osi \Rightarrow izberemo os z . Pod število "razmnožitve" vpišemo naše število zob in enakomerno razmnoži v radiju 360° . Tako dobimo končno obliko našega zobnika (slika 23).



Slika 23: Zobnik 1
(Vir: Lasten)

Po enakem postopku sem nato izrisal vse zobnike, ki sem jih potreboval za konstrukcijo volanskega mehanizma. Po izrisu vseh treh zobnikov sem nato izrisal še preostali del, ki je bil potreben za delovanje volanskega mehanizma. Izdelal sem še končni sestav "Assembly"⁷. Vsak izrisan kos sem pobarval s svojo barvo, da sem dosegel večjo preglednost in lažje sestavljanje. Za vijake, matice in podložke sem vzel standardne preglednice in jih uvozil iz Audaxove knjižnice.

Izdelal sem tudi vso tehnično dokumentacijo⁸, posnel film z delnim prerezom in "eksplozijsko" animacijo ter napravil simulacijo vrtenja zobnikov.

5 ZAKLJUČEK

Vsakdanji strojniški izzivi nas večkrat peljejo v inovativne rešitve. Zmanjšanje stroškov in predelava obstoječe materije nas sili v iskanje rešitve, ki bo z malo finančnega vložka pomenila bistveno izboljšavo. Tako sem tudi v pričujočem delu predstavil predelavo krmila volana pri starejšem traktorju z željo, da bi ga uporabnik lažje vrtel. Hidravlični volan je bil cenovno nesprejemljiv, zato je bila rešitev z zobniškim prenosom zelo primerna. Za izdelavo pogona za krmilni mehanizem sem izbral zobnike z ravnimi zobmi, ker je postopek izdelave enostavnejši in posledično cenejši. Z izdelavo zobniške dvojice je bilo doseženo lažje krmiljenje traktorja. S prestavnim razmerjem 2 je bil dosežen enkrat manjši moment. S tretjim zobnikom pa je zagotovljeno zavijanje traktorja v isto smer, kot je smer vrtenja volana.

Konstrukcijska dokumentacija predstavlja osnovo za izdelavo zobnikov s postopkom odrezavanja z orodjem v obliki klina.

V nalogi so opisane teoretične osnove gonil, njihove lastnosti, razdelitev, značilnice in prestavna razmerja. V nadaljevanju je predstavljeno konstruiranje zobnikov in njihovi teoretični izračuni. Po izdelavi zobnikov je bilo potrebno izvesti korekcijo in izdelati nov izračun za izboljšanje delovanja zobniške dvojice. Prav tako je v nalogi predstavljen izračun časa izdelovanja zobnikov.

Modeliranje in konstruiranje zobniškega pogona je bilo izvedeno s pomočjo 3D modelirnika in programa CREO Parametric 2.0. Tehnična dokumentacija je izdelana v programu AutoCad, ki je zelo enostaven za uporabo in ga zelo priporočam.

Vesel sem, da je moje avtorsko delo konstruiranja in izdelave zobniškega pogona uspelo. Končna rešitev je bila v zadovoljstvo delodajalca, še posebno pa uporabniku, ki sedaj lažje upravlja stroj. Spoznal sem, da je strojništvo lep poklic, ki lahko pomaga prav vsakemu človeku pri vsakodnevnih opravilih.

⁷ Funkcija za sestavljanje v programu CREO Parametric 2.0.

⁸ Priloge stran 34 – 46.



*Slika 24: Končni izdelek
(Vir: Lasten)*

5.1 MOŽNOSTI NADALJNEGA RAZVOJA

Serijska izdelava opisane materije ni primerna, saj je podobnih modelov traktorjev v uporabi zelo malo. Prav tako ima vsak človek različne občutke za vožnjo tovrstnih strojev in nekaterim ustreza lažje, drugim pa težje vrtenje volana.

Tako o risanju zobnikov kot tudi na splošno o samih zobnikih sem se naučil veliko novega. Izdelava vseh kosov je bila zelo zanimiva. Vse dele sem izdelal na CNC in na klasičnih strojih. Tako sem se lahko prepričal, da so zelo stari stroji še vedno nepogrešljivi v vsaki delavnici.

LITERATURA IN VIRI

Knjige:

Glodež, S., Ren, Z. in Flašker, J. (2010). *Zobniška gonila*. Ljubljana: Založba Pasadena.

Glodež, S., Ren, Z. in Flašker, J. (2008). *Strojni elementi – Zobniška gonila*. Maribor: Fakulteta za strojništvo.

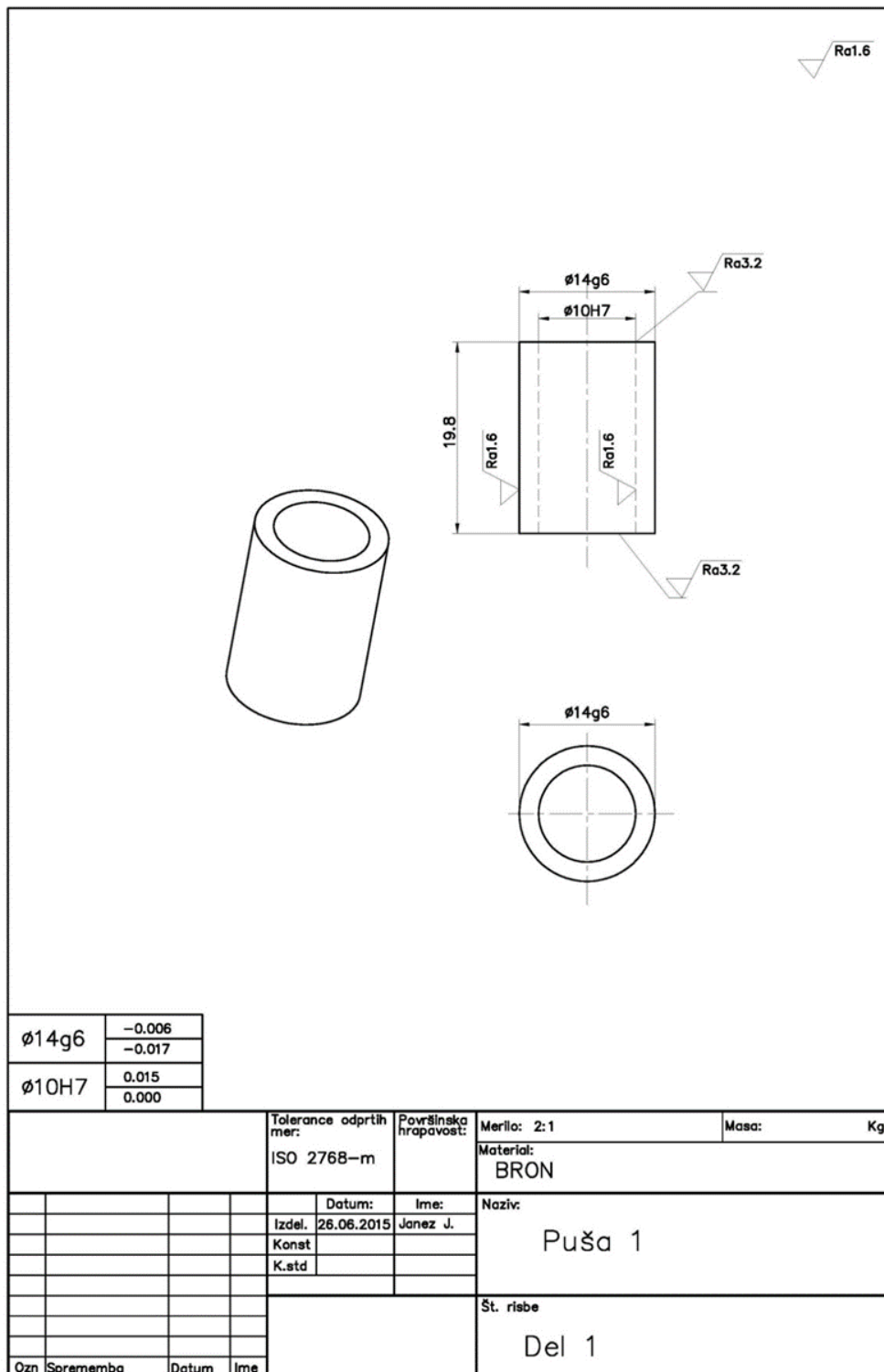
Kostanjšek, A. (2006). *Snovanje in konstruiranje 3*. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.

Puhar, J. in Stropnik, J. (2003). *Krautov strojniški priročnik, 14 slovenska izdaja*. Ljubljana: Littera picta.

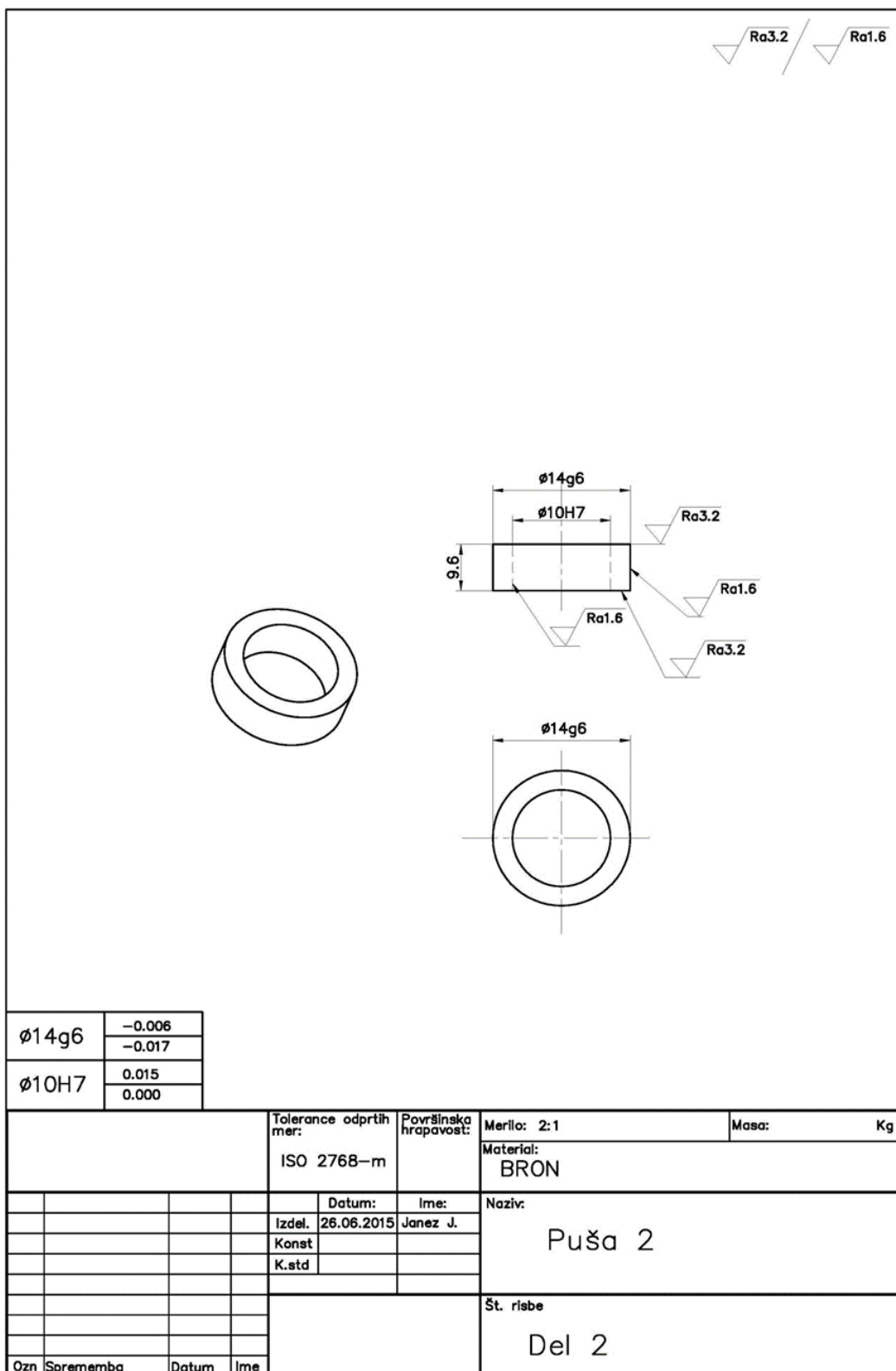
Vižintin, J. (2012). *Gonila in pogonski sklopi*. Ljubljana: Narodna in univerzitetna knjižnica.

PRILOGE

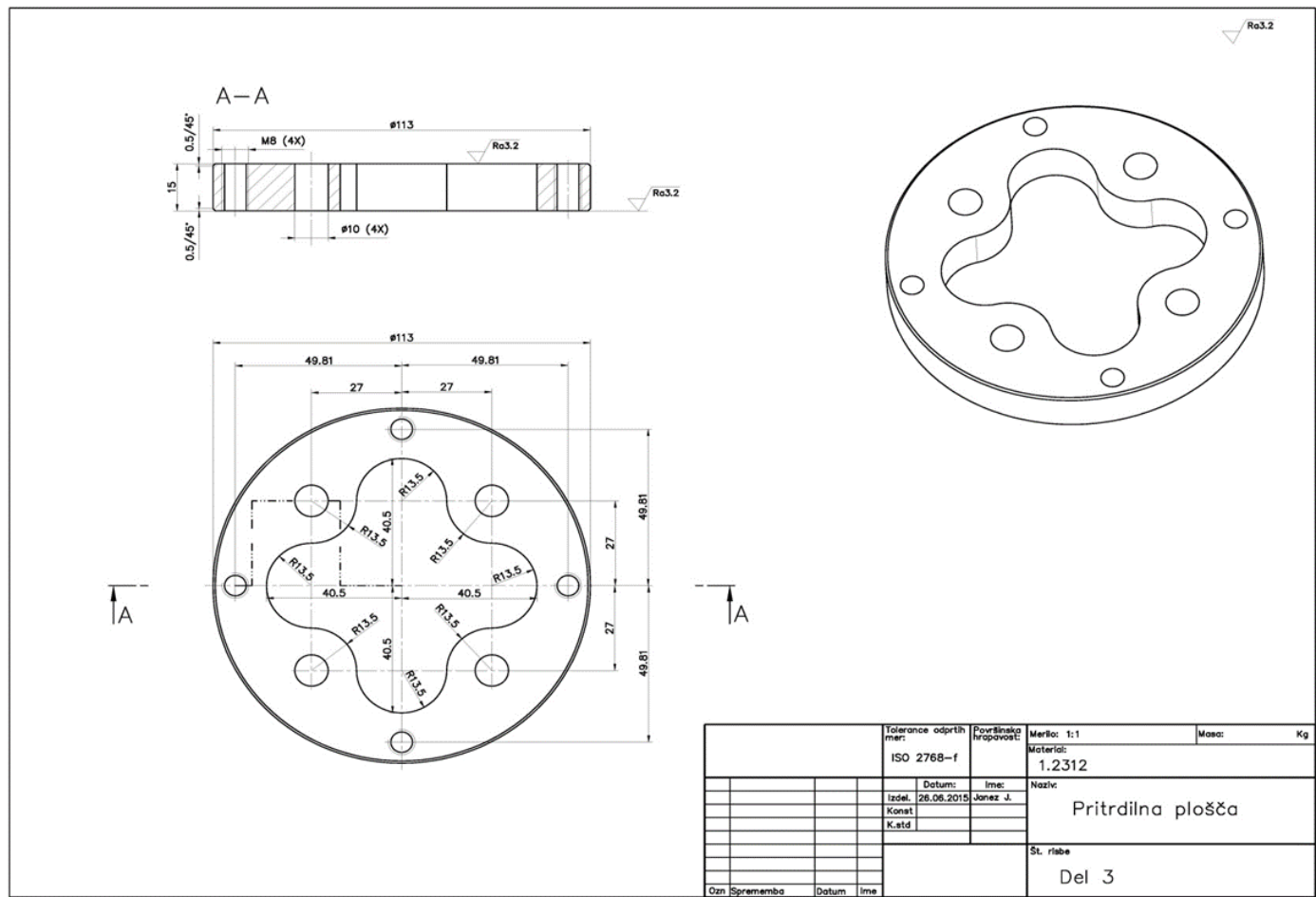
Priloga 1: Delavniška risba puše 1.



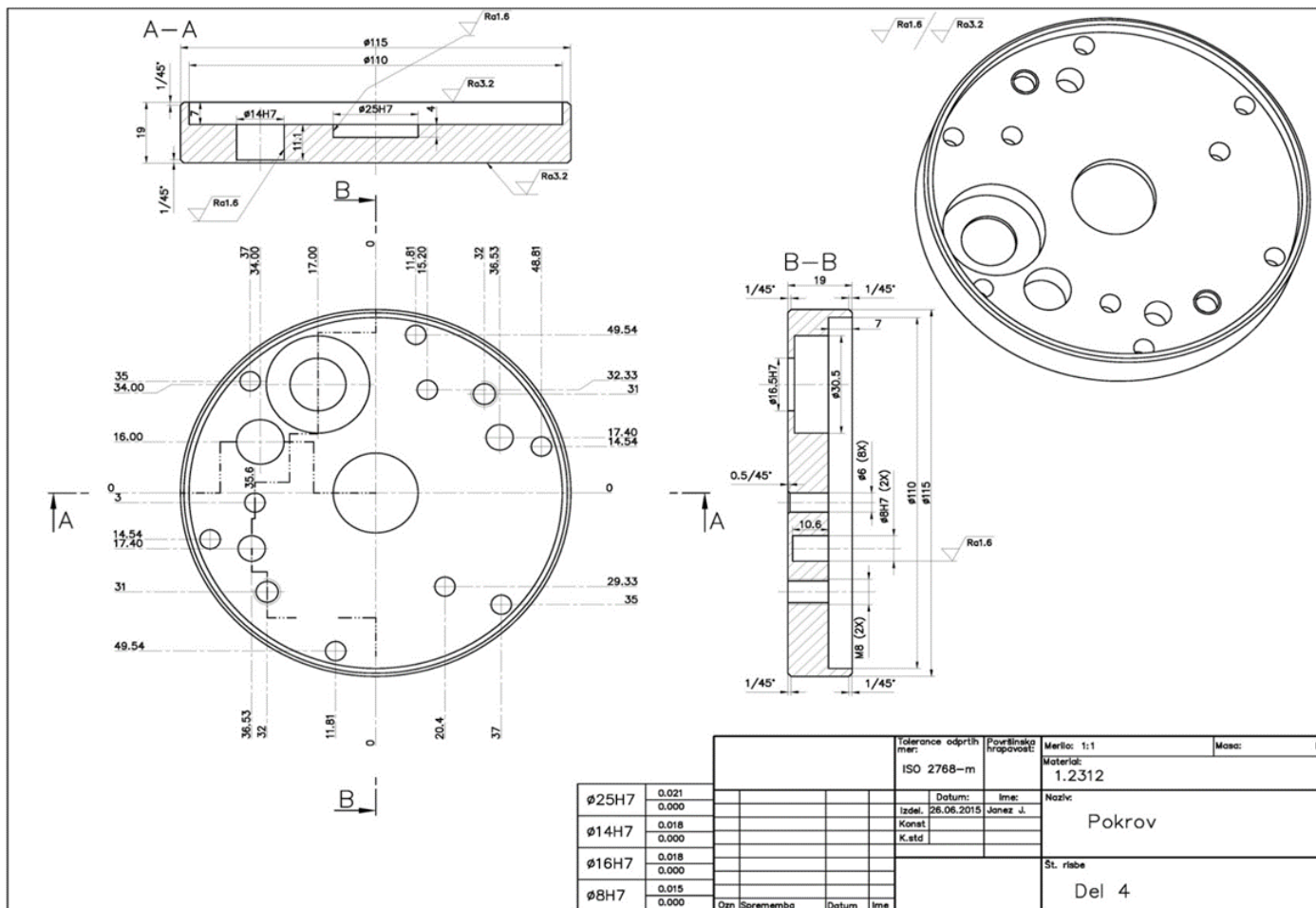
Priloga 2: Delavniška risba puše 2.



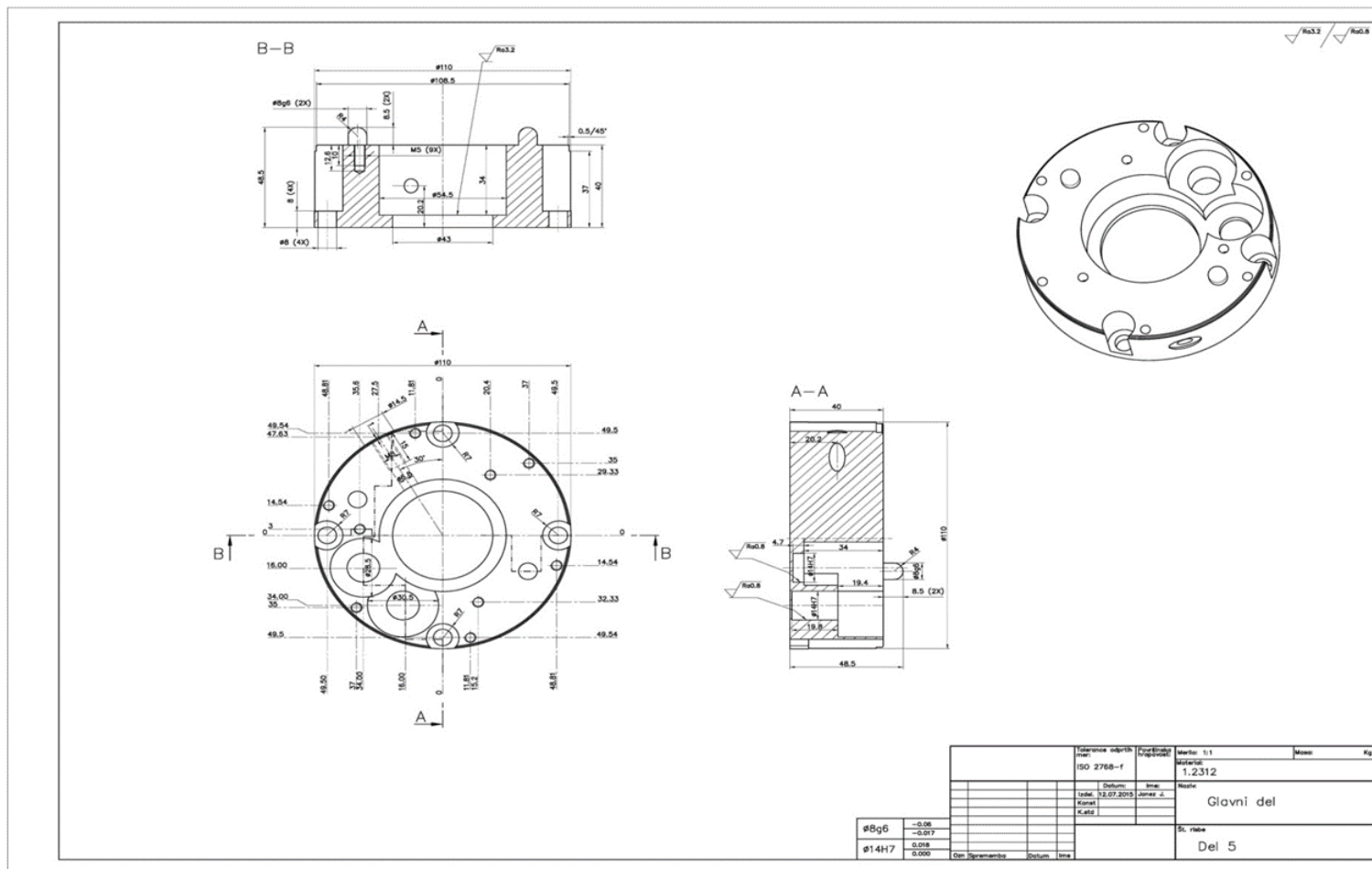
Priloga 3: Delavniška risba pritrdilne plošče.



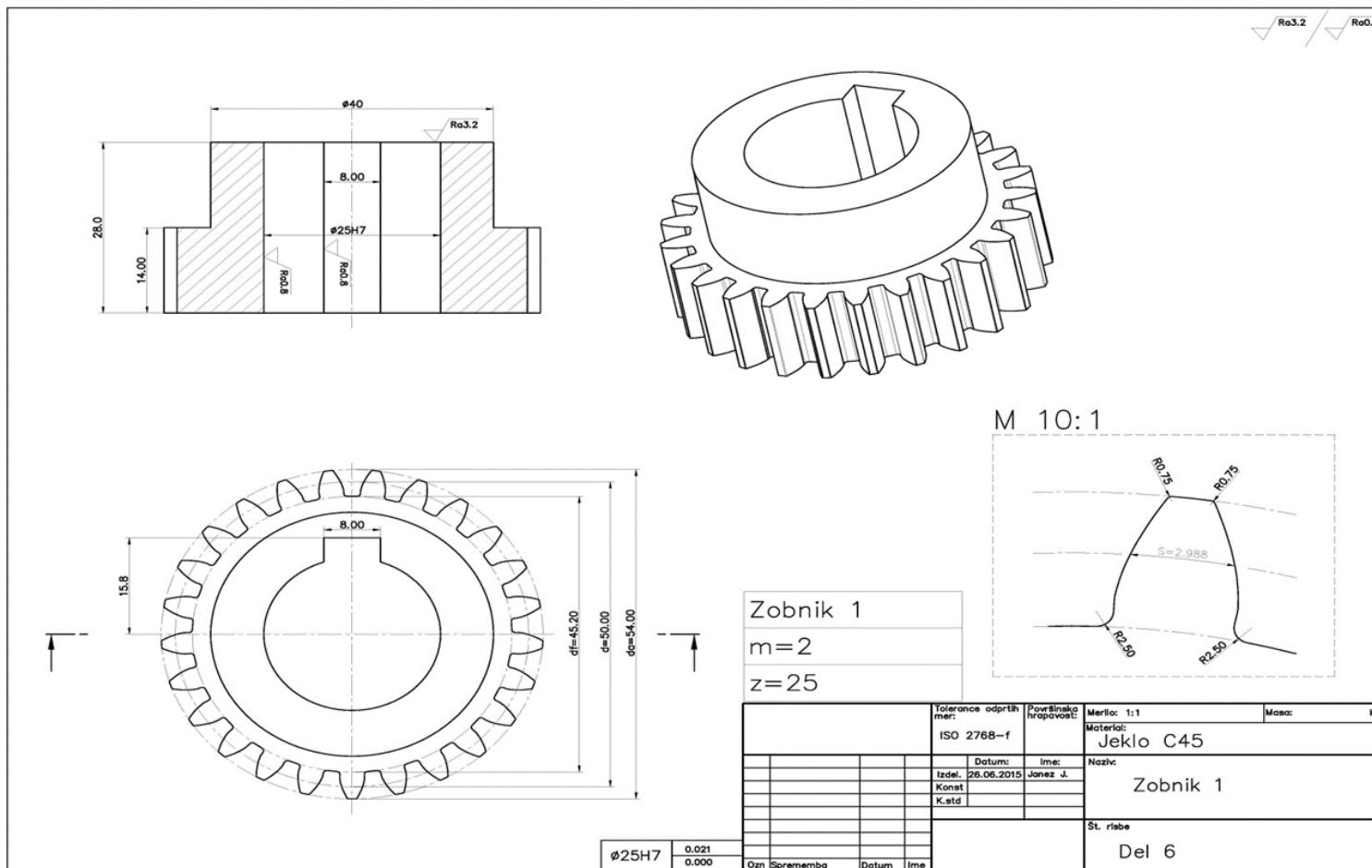
Priloga 4: Delavniška risba pokrova.



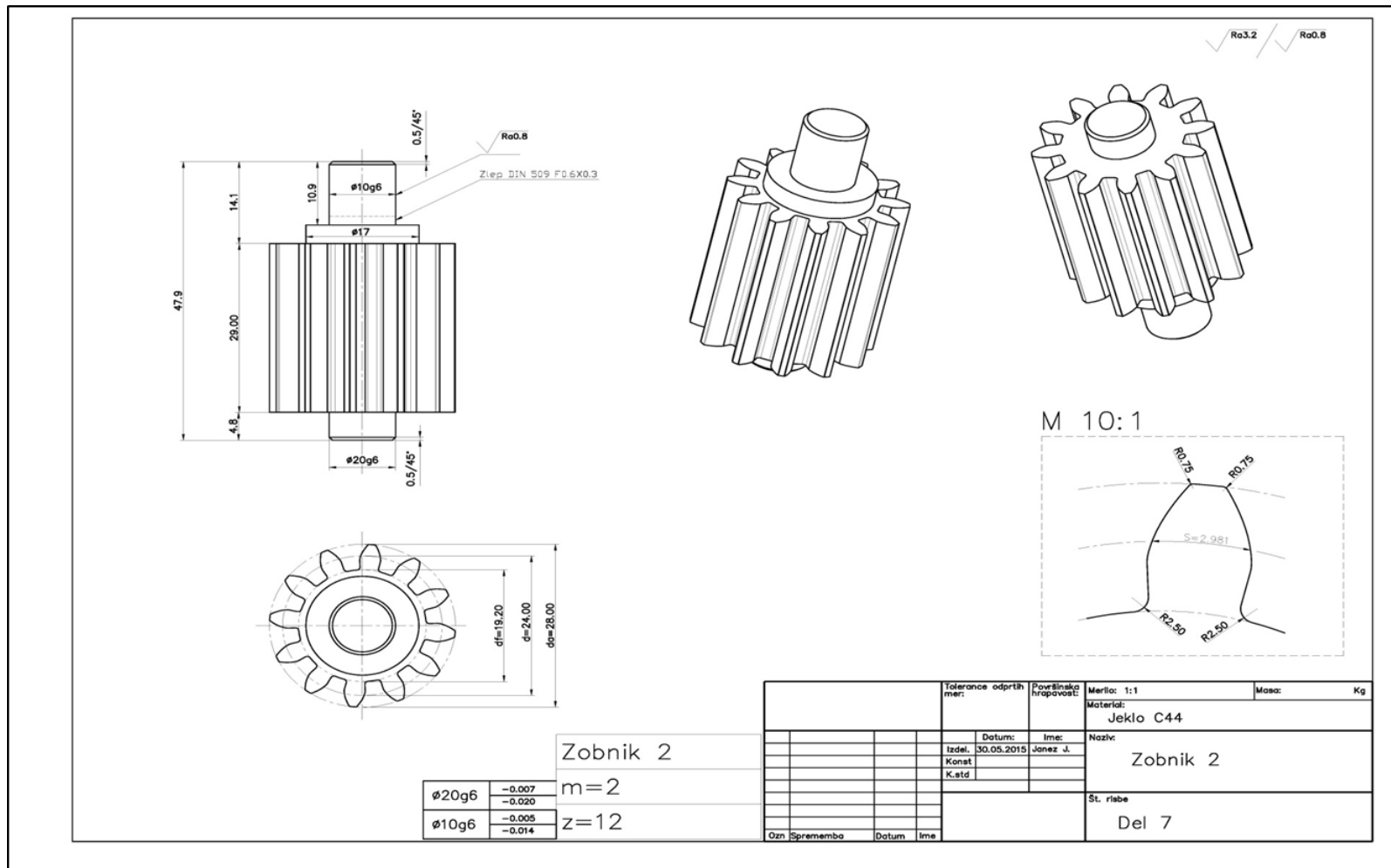
Priloga 5: Delavniška risba glavnega dela.



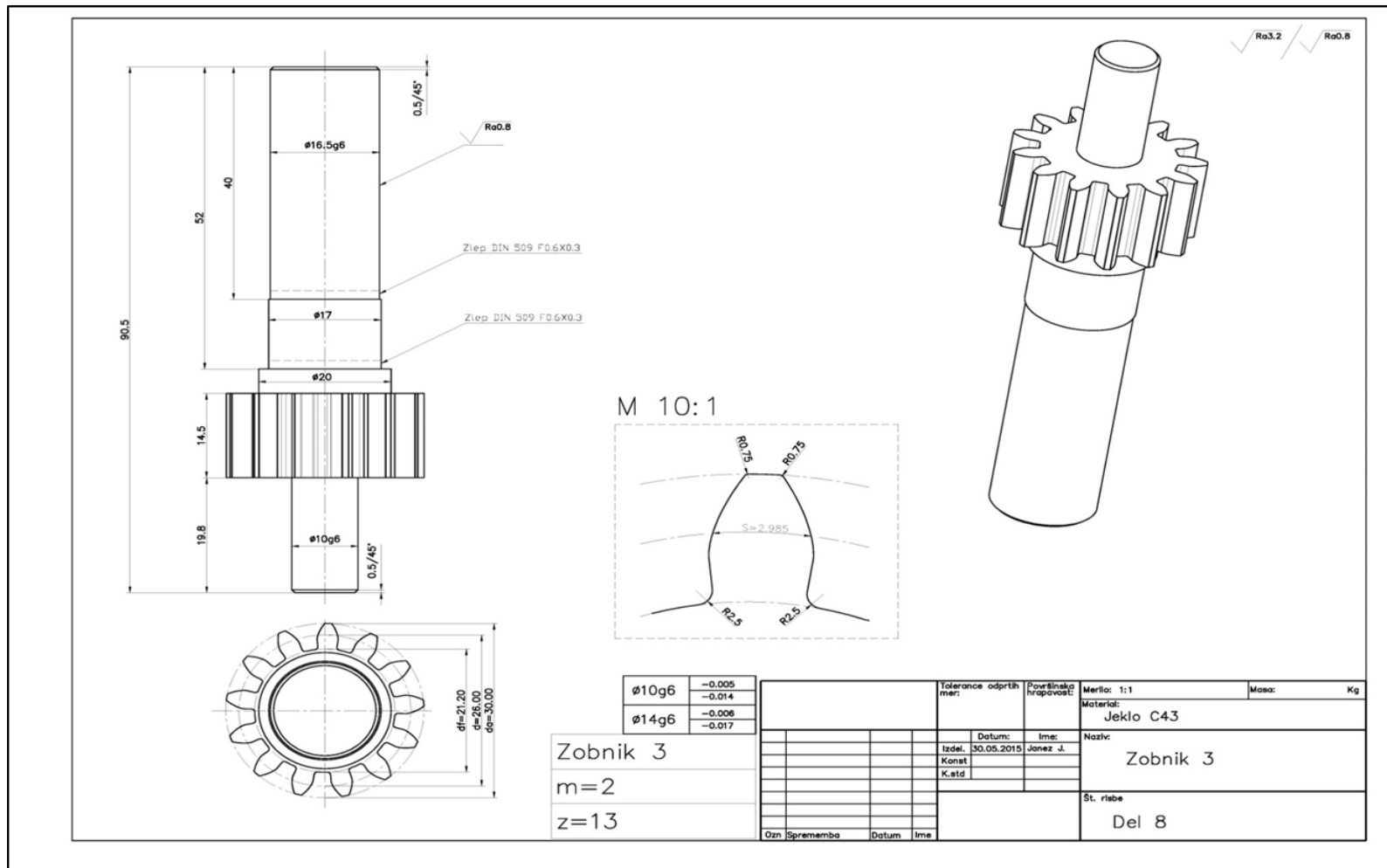
Priloga 6: Delavniška risba zobnika s 25 zobmi (zobnik 1).



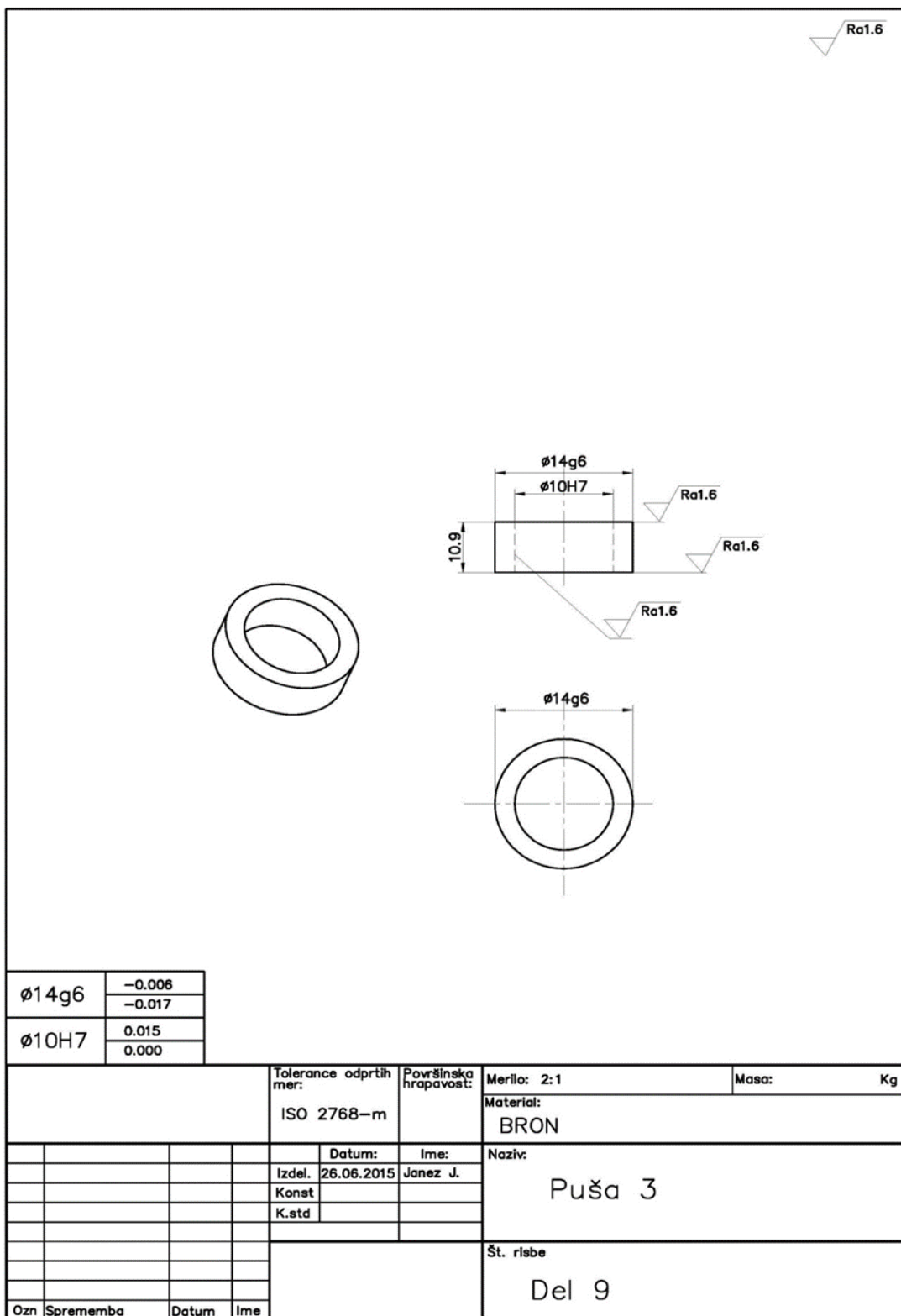
Priloga 7: Delavniška risba zobnika s 12 zobmi (zobnik 2).



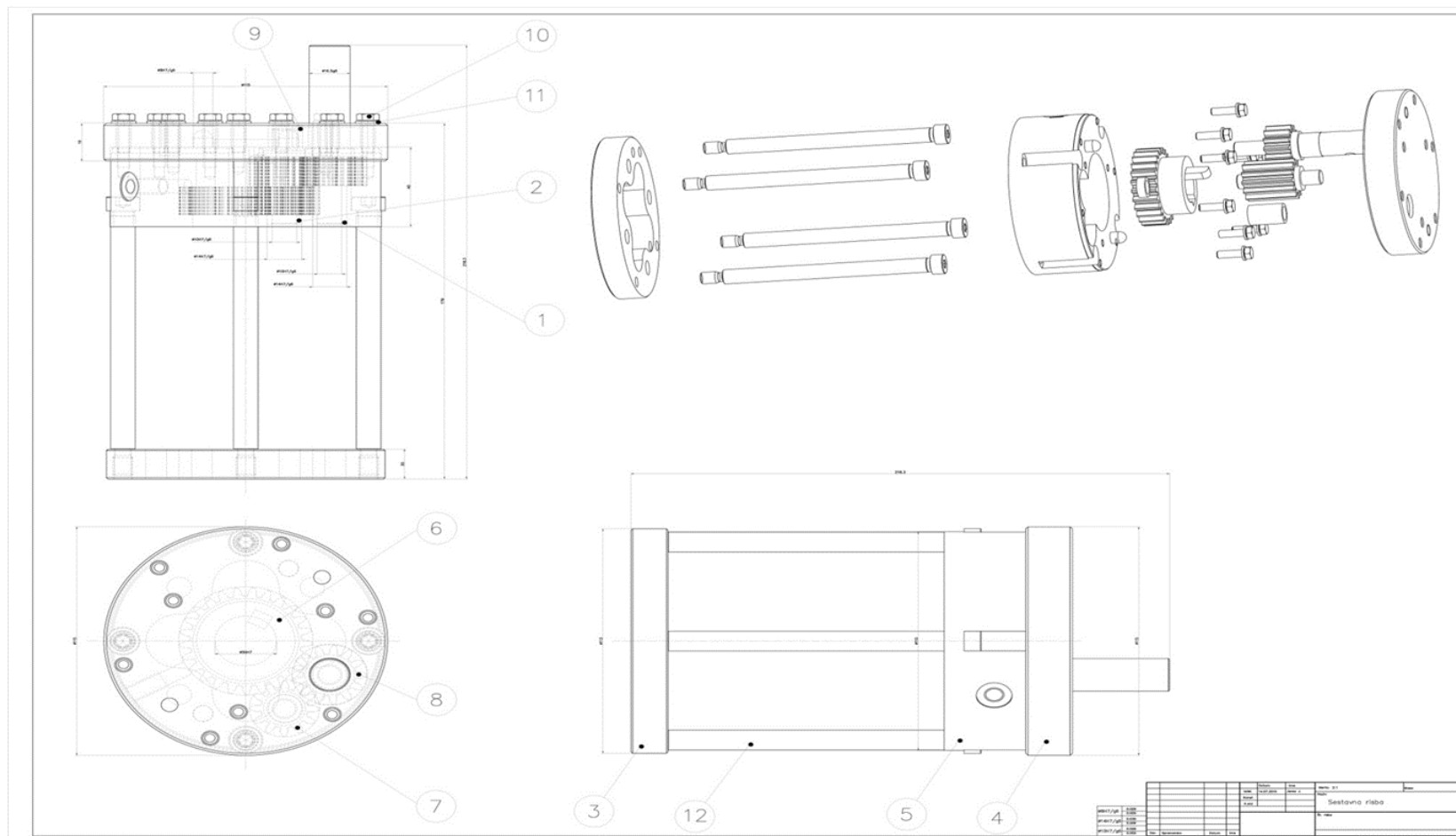
Priloga 8: Delavniška risba zobnika s 13 zobmi (zobnik 3).



Priloga 9: Delavniška risba puše 3.



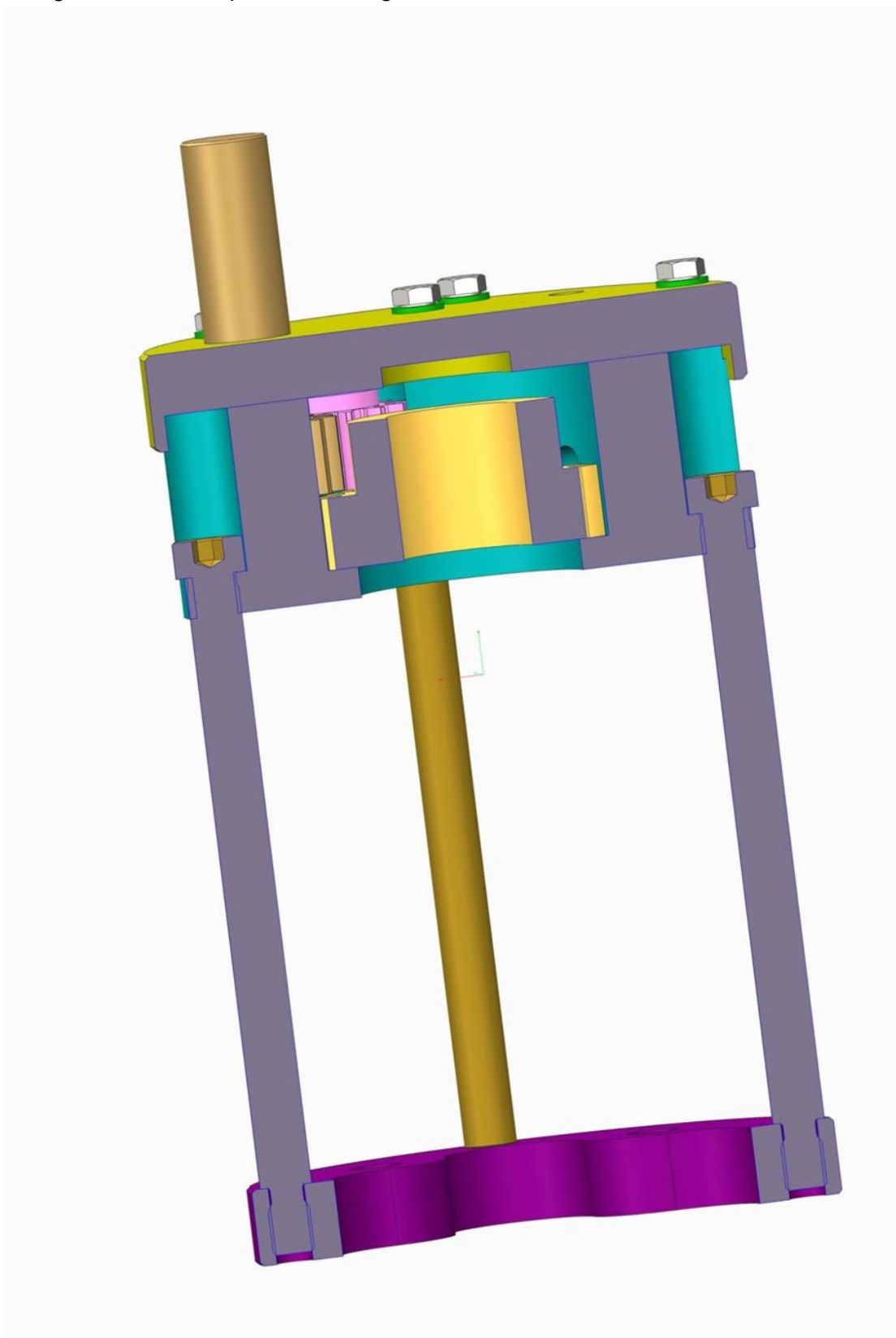
Priloga 10: Sestavna risba krmilnega mehanizma.



Priloga 11: Kosovnica.

Poz	Kos	Naziv in mere	Koda/standard	Opomba	Material
13		MOZNIK 28x8	DIN6885	x	1,2312
12	4	VIJAK M8X120	ISO7379	x	
11	9	PODLOŽKA Ø10x1,1	ISO7089	x	
10	9	VIJAK M5X15	ISO4017	x	
9		PUŠA_3 Ø14x10,9		x	BRON
8		ZOBNIK_Z13		x	JEKLO C43
7		ZOBNIK_Z12		x	JEKLO C44
6		ZOBNIK_Z25		x	JEKLO C45
5		GLAVNI DEL Ø110x40		x	1,2312
4		POKROV Ø115x19		x	1,2312
3		PRITRDILNA PLOŠČA Ø113x15		x	1,2312
2		PUŠA_2 Ø14x9,6		x	BRON
1		PUŠA_1 Ø14x19,8		x	BRON

Priloga 12: Polovični prerez krmilnega mehanizma.



Priloga 13: Končni izgled krmilnega mehanizma.



KRATICE IN AKRONIMI

CAD:	Računalniški program za 3D risanje
KSP:	Krautov strojniški priročnik
CP:	Creo Parametric 2.0
SK:	Snovanje in konstruiranje