

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Машинске конструкције и механизација

Предмет: Примена рачунара у развоју производа

Број индекса: 325/2015

Немања Д. Тројановић

Конструкција уређаја за праћење сунчевих зрака

Мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. др Ненад Марјановић - ментор
2. _____
3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да:

1. постави пројектни задатак,
2. конципира задатак,
3. разради конструкцију,
4. моделира делове и склоп,
5. изради техничку документацију.

Препоручена литература:

[1] Лукић Н., Бабић М.: *Соларна енергија*, Машински факултет у Крагујевцу, 2008.

Садржај

УВОД.....	11
1. КЛАСИФИКАЦИЈА ПРИМАРНИХ ОБЛИКА ЕНЕРГИЈЕ.....	11
1.1 Необновљиви извори енергије.....	11
1.2 Обновљиви извори енергије.....	12
1.2.1 Соларна енергија.....	14
1.2.2 Енергија ветра.....	15
1.2.3 Хидроенергија.....	16
1.2.4 Енергија биомасе.....	17
2. СОЛАРНА ЕНЕРГИЈА.....	18
2.1 Сунце.....	18
2.2 Фотонапонска конверзија сунчеве енергије.....	18
2.3 Соларне електране.....	19
3. СОЛАРНИ ПАНЕЛИ.....	20
3.1 Фасадни и кровни фотонапонски системи.....	20
3.2. Фотонапонске плоче.....	21
3.3 Фотонапонске ћелије.....	22
3.3.1 Историја фотонапонских ћелија.....	23
3.3.2 Примена фотонапонских ћелија.....	24
3.3.3 Технологија фотонапонске ћелије.....	25
3.3.4 Материјали.....	25
4. СОЛАРНИ ТРАКЕРИ.....	26
4.1 Једноосни тракери.....	26

4.1.1	Хоризонтални једноосни тракери.....	27
4.1.2	Хоризонтални једноосни тракери са косим модулима.....	27
4.1.3	Вертикални једноосни тракери.....	28
4.1.4	Нагнути једноосни тракери.....	28
4.2	Двоосни тракери.....	29
4.2.1	Нагнути двоосни тракери.....	29
4.2.2	Азимут – двоосни тракери.....	30
4.3	Избор типа тракера.....	31
5.	ПРОЈЕКТОВАЊЕ И КОНСТРУИСАЊЕ МОДЕЛА ДВООСНОГ ТРАКЕРА.....	31
5.1	Развој идеје.....	31
5.2	Конструкција двоосног тракера.....	33
5.3	Постоље тракера.....	34
5.4	Носач рама.....	35
5.5	Редуктор.....	37
5.5.1	Прорачун пужног преносника.....	39
5.6	Носећи рам са осовином.....	43
5.7	Соларни панел.....	44
5.8	Електромотор.....	45
5.9	Систем за закретање.....	46
5.10	Окретач.....	50
5.11	Дводелни преносник.....	51

6. МОНТАЖА.....	52
6.1 Монтажа постоља тракера.....	53
6.2 Монтажа носача рама.....	53
6.3 Монтажа редуктора.....	53
6.4 Монтажа носећег рама са осовином.....	53
6.5 Монтажа система за закретање.....	54
6.6 Монтажа окретача.....	54
6.7 Монтажа дводелног преносника.....	54
ЗАКЉУЧАК.....	55
ЛИТЕРАТУРА.....	56
Прилог: Техничка документација.....	57

Конструкција уређаја за праћење сунчевих зрака

Construction device to tail the sun rays

Тројановић Д. Немања

Факултет инжењерских наука Крагујевац, Сестре Јањић 6, Крагујевац

Резиме: Овај рад је базиран на моделирању тракера - носача соларног панела. Помоћу фотонапонског ефекта соларни панел директно сунчеву енергију претвара у електричну. Циљ ове конструкције је да он током дана, године, буде у најповољнијем положају који обезбеђује да сунчеви зраци под правим углом падају на површину панела. Конструкција мора бити поуздана, функционална и економски оправдана како би се скратио период повраћаја уложених финансијских средстава.

Кључне речи: тракер, соларни панел, фотонапонски ефекат, сунчева енергија.

Abstract: This work is based on modeling of solar panel guide mechanism. With help of photo-voltage effect the solar panel converts the sun energy directly into electric power. The purpose of this constructed device is to be optimally positioned during a day, year, in order to allow for direct sun rays reaching the panel surface. Constructed device must be reliable, functional, and economically justifiable in order to shorten the return time of invested finances.

Key words: guide mechanism, solar panel, photo-voltage effect, sun energy

ЛИСТА ТАБЕЛА

Табела 1. Основне карактеристике зупчастог пар

Табела 2. Основни параметри пужа и пужног зупчаника

Табела 3. Оптерећења пужа и пужног зупчаника

Табела 4. Карактеристике материјала

Табела 5. Фактори оптерећења

Табела 6. Резултати прорачуна чврстоће

Табела 7. Карактеристике соларног панела 200W

Табела 8. Карактеристике електромотора EMMS-ST-87-L-S-G2

ЛИСТА СЛИКА

Слика 1. Соларна термална електрана

Слика 2. Фотонапонска плоча

Слика 3. Фотонапонска ћелија

Слика 4. Принцип израде фотонапонских ћелија

Слика 5. Хоризонтални једноосни тракер

Слика 6. Хоризонтални једноосни тракер са косим модулима

Слика 7. Нагнути једноосни тракер

Слика 8. Нагнути двоосни тракер

Слика 9. Азимут - двоосни тракер

Слика 10. Приказ повезивања соларног панела

Слика 11. Соларни тракер

Слика 12. Поље соларних тракера

Слика 13. Постоље тракера

Слика 14. Носач рама: а) са вратима, б) без врата

Слика 15. Део носача рама

Слика 16. Редуктор

Слика 17. Редуктор на носачу

Слика 18. Мере пужа и пужног зупчаника

Слика 19. Носећи рам са осовином: а) рам са панелима, б) детаљ везивања

Слика 20. Димензије соларног панела

Слика 21. Електромотор

Слика 22. Димензије електромотора

Слика 23. Систем за закретање

Слика 24. Детаља са буренцетом

Слика 25. Положаји тракера при вертикалном закретању

Слика 26. Промена положаја чепа у окретању

Слика 27. Дводелни преносник: а) склоп, б) прстенови и пипци

Слика 28. Дводелни преносник у склопу

УВОД

Сведоци смо, кроз неколико задњих година, брзог развоја и напретка људске цивилизације. Користећи разне ресурсе и откривајући богатства која природа нуди, човек кроз историју има тежњу да олакша живот себи и другима. Истраживањима је дошао до сазнања о новим облицима енергије које су допринеле убрзаном развоју цивилизације. Без електричне енергије је данас тешко замислити живот. Ипак, на свету још увек постоји много места која немају могућност трошења електричне енергије. Многа подручја у свету су удаљена од цивилизације а и сиромаштво појединих земаља је разлог за такву ситуацију.

Фосилна горива, која су данас најчешћи извор енергије, осим што загађују околину, имају велики недостатак а то је што су потрошна. Обновљиви извори не, па имају велику перспективу. Из тих разлога, све више земаља улаже у истраживања и примену ових извора. Програми штедње енергије и прелазак на обновљиве изворе су већ у пројектима, а и примени у многим земљама. Међутим, количина енергије добијена на тај начин је још увек занемарљива према енергији добијеној од фосилних горива и нуклеарних електрана. Дугорочно гледано, нешто се мора променити.

1. КЛАСИФИКАЦИЈА ПРИМАРНИХ ОБЛИКА ЕНЕРГИЈЕ

1.1 Необновљиви извори енергије

Под појмом необновљивих извора енергије се подразумевају сви потенцијални носиоци неког вида енергије који су једном створени али се за сада не могу обновити.

Проблеми са необновљивим изворима енергије су прво у њиховој количини и распрострањености. Залихе фосилних горива су ограничене и брзо нестају, а услед концентрације енергетских ресурса у свега неколико области у свету, коришћење необновљивих горива створило је систем међузависности, тако да се државе које зависе од увоза фосилних горива налазе у подређеним положајима. Други проблем је загађење човекове околине. Сагоревање фосилних горива, нарочито оних базираних на нафти и угљу, представља највероватнији узрок глобалног загревања, дакле стварању тазваног ефекта стаклене баште услед емисије угљен-диоксида, сумпорних и азотних једињења. Промена климатских услова представља једну од најозбиљнијих опасности за Земљин еколошки систем због могућег утицаја на производњу хране. Са друге стране, примена нуклеарне енергије, представља условно чисту технологију, али у случају катастрофа може доћи до изузетно великих загађења са огромним последицама на човека и животну околину. Такође, велики проблем представља и проблем одлагања радиоактивног отпада, [1].

1.2 Обновљиви извори енергије

Обновљиви извори енергије су извори енергије који се добијају из природе те се могу обнављати. Данас се све више користе због своје нешкодљивости према околини. Најчешће се користе енергије ветра, сунца и воде. Обновљиве изворе енергије можемо поделити у две главне категорије: - традиционалне обновљиве изворе енергије попут биомасе и великих хидроелектрана, те на такозване - "нове обновљиве изворе енергије" попут енергије Сунца, енергије ветра, геотермалне енергије итд. Из обновљивих извора енергије добија се 18% укупне светске енергије (2006), али је већина од тога енергија добијена традиционалним искоришћавањем биомасе за кување и грејање - 13 од 18%. Од великих хидроелектрана добија се додатних три посто енергије. Према томе, кад изузмемо традиционалне обновљиве изворе енергије једноставно је урачунати да такозвани "нови извори енергије" производе само 2,4% укупне светске енергије. 1,3% отпада на инсталације за грејање воде, 0,8% на производњу електричне енергије и 0,3% на биогорива. Тај удео у будућности треба знатно повећати јер необновљивих извора енергије има све мање, а и њихов штетни утицај све је израженији у задњих неколико година. Сунце испоручује Земљи 15 хиљада пута више енергије него што човечанство у садашњој фази успева потрошити, али успркос томе неки људи на Земљи се смрзавају. Из тога се види да се обновљиви извори могу и морају почети боље искоришћавати и да не требамо бринути за енергију након фосилних горива. Развој обновљивих извора енергије (нарочито од ветра, воде, сунца и биомасе) важан је због неколико разлога:

- обновљиви извори енергије имају врло важну улогу у смањењу емисије угљендиоксида (CO₂) у атмосферу. Смањење емисије CO₂ у атмосферу је политика Европске уније, па се може очекивати да ће све више земаља Европе морати прихватити ту политику.
- повећање удела обновљивих извора енергије повећава енергетску одрживост система. Такође помаже у побољшању сигурности доставе енергије на начин да смањује зависност о увозу енергетских сировина и електричне енергије.
- очекује се да ће обновљиви извори енергије постати економски конкурентни конвенционалним изворима енергије у средњем до дугом раздобљу.



Неколико технологија, нарочито енергија ветра, мале хидроцентрале, енергија из биомасе и сунчева енергија, су економски конкурентне. Остале технологије су зависне о потражњи на тржишту да би постале економски исплативе у односу на класичне изворе енергије. Процес прихватања нових технологија врло је спор и увек изгледа као да нам измиче за само мало. Главни проблем за инсталацију нових постројења је почетна цена. То диже цену добијене енергије у првих неколико година на праг потпуне неисплативости у односу на остале комерцијално доступне изворе енергије. Велики удео у производњи енергије из обновљивих извора резултат је еколошке свести становништва, које успркос почетној економској неисплативости инсталира постројења за производњу "чисте" енергије. Употреба обновљивих извора енергије води ка популаризацији истих и проширењу њихове употребе широм света. Овај развој даје важан допринос заштити климе и побољшању квалитета живота у читавом свету. Можда чак може придонети и одржању глобалног мира.

Прелазак са конвенционалних извора енергије на изворе енергије будућности неће се догодити преко ноћи. Управо зато треба непрекидно радити на стварању чистог, сигурног и неисцрпног начина производње струје. Ветар је природни извор енергије који ће увек бити расположив, као и соларна енергија, снага воде и биомасе, [4].

1.2.1 Соларна енергија

Соларна енергија је енергија сунчевог зрачења коју примећујемо у облику светла и топлоте којом нас наша звезда свакодневно обасипа. Сунце је највећи извор енергије на Земљи. Сем непосредног зрачења које греје Земљину површину и ствара климатске услове у свим појасевима, ово зрачење је одговорно и за стално обнављање енергије ветра, морских струја, таласа, водних токова и термалног градијента у океанима. Поступком фотосинтезе се сунчева енергија претвара у биљну масу која на тај начин постаје претворена енергија у целулозу или други облик угљених хидрата. Енергија која потиче из посредног и непосредног сунчевог зрачења се сматра обновљивим извором енергије јер се њеним коришћењем не ремети значајно равнотежа тока материје и енергије у природи.

Сва конвенционална, фосилна, горива су такође један облик енергије сунчевог зрачења. Међутим, ова енергија је акумулирана и у дугим процесима геолошких и хемијских трансформација заробљена под површином Земље у облику нафте, гаса или угља.

Ова енергија се може искористити на разне начине и употребити као топлотна, електрична, хемијска или механичка енергија.



Најједноставнији начин је сакупљање топлотне енергије, помоћу соларних колектора који дају топлу воду или топао ваздух који се могу користити за грејање топле воде за домаћинство, базене, радијаторе или подно грејање. Још у време античких Грка је писац Ксенофонт описао како се паметним грађењем може искористити сунчева енергија за грејање кућа зими. Данас се у зградама топлотна енергија Сунца користи пасивним и активним захватом коришћењем архитектонских и грађевинских техника.

Напредни начин је непосредна производња електричне енергије фотонапонским ћелијама. Овај начин подразумева да се постављањем панела полупроводничких особина и излагањем сунчевом зрачењу непосредно добија електрични напон односно електрична енергија.

Соларна енергија је у последње време стекла велику популарност као обновљиви извор енергије који са собом не доноси загађење повезано с фосилним горивима, [5].

1.2.2 Енергија ветра

Ветар је хоризонтално струјање ваздушних маса настало услед разлике температуре, односно просторне разлике у ваздушном притиску. Ветар је последица Сунчевог зрачења, тј. енергија ветра је трансформисани облик сунчеве енергије, а на његове карактеристике у великој мери утичу и географски чиниоци.

Сва обновљива енергија долази од Сунца. Сунце према Земљи зрачи 1015 kWh по квадратном метру. Око 1 до 2 посто енергије која долази од Сунца претвара се у енергију ветра.

Постоје делови Земље на којима дувају такозвани стални (планетарни) ветрови и на тим подручјима је искоришћавање енергије ветра најисплативије. Добре позиције су обале океана и пучина мора. Пучина се истиче као најбоља позиција због сталности ветрова, али цене инсталације и транспорта енергије коче такву експлоатацију. Код претварања кинетичке енергије ветра у механичку енергију (окретање осовине генератора) искоришћава се само разлика брзине ветра на улазу и на излазу.



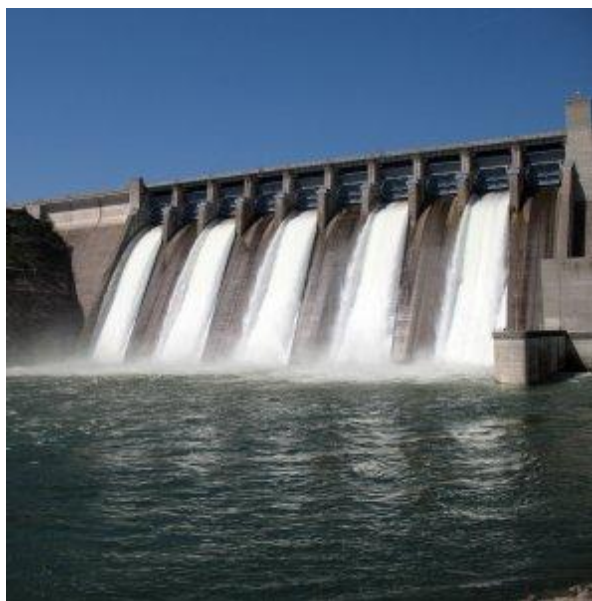
Као добре стране искоришћавања енергије ветра истичу се висока поузданост рада постројења, нема трошкова за гориво и нема загађивања околине. Лоше стране су високи трошкови изградње и промењивост брзине ветра (не може се гарантовати испоручивање енергије). Велике ветрењаче често се инсталирају у парк ветрењача и преко трансформатора спајају се на електричну мрежу, [6].

1.2.3 Хидроенергија

Хидроенергија је енергија која потиче од снаге воде (*hydro*), па отуда и њен назив. Представља конвенционалан обновљиви извор енергије, који се вековима користи за добијање механичке, а већ дуже од сто година и електричне енергије.

Ради проучавања хидроенергетике потребно је познавати неколико карактеристика овог потенцијала.

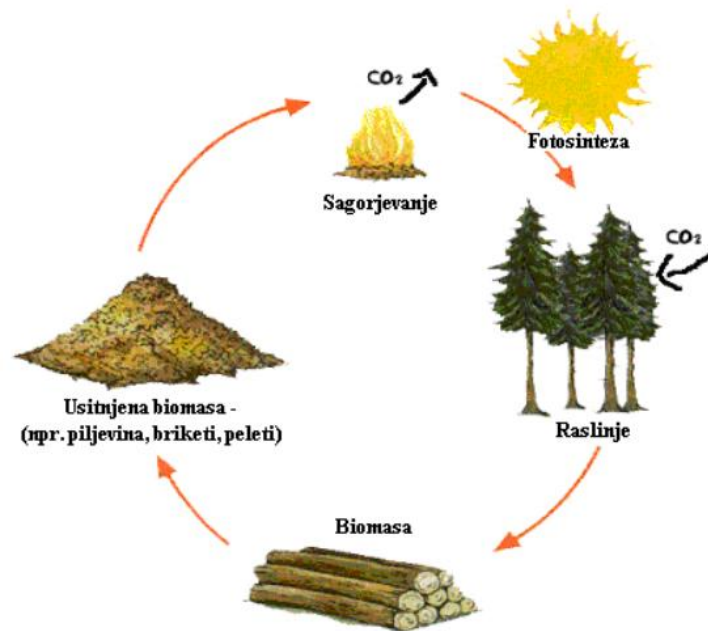
- Теоријски потенцијал водних снага је теоретски могућа снага коју водоток може дати без обзира на техничку и економску страну остварљивости постројења. За рачун овог показатеља је потребно познавати висинске разлике за дата јединична одстојања, тј. подужни профил река и потока, трајање и учестаност снага, распоређеност снага дуж тока, расподела снага у функцији времена, просечне и максималне протоке.
- Технички искористив водни потенцијал се одређује на основу разраде неког техничког решења када се утврди реално остварив потенцијал годишње производње енергије.
- Економски искористив водни потенцијал је онај део технички искористивог потенцијала чија се експлоатација економски исплати.



Хидроенергија пружа велике могућности за даљи развој. Иако су веће реке углавном искоришћене, мање реке и потоци пружају могућности за даљу градњу, поготово хидроелектрана проточног типа или са малим бранама. Када се говори о хидроенергији онда се ту првенствено подразумева енергија водотокова (тј. енергија река). Енергија глечера и енергија морских струја су у овом тренутку неисплативе и технички захтевне за коришћење, те се не користе или је њихово коришћење у експерименталној фази (енергија морских струја). Енергија плиме и осеке своје постојање дугује гравитационом дејству Месеца. Енергија таласа је дериват енергије ветра, те се некад наводи одвојено од хидроенергије. Енергија таласа, енергија плиме и осеке и енергија морских струја уопштено се сврставају у енергију мора, [7].

1.2.4 Енергија биомасе

Под енергијом биомасе подразумева се енергија која се у правилу ослобађа оксидацијом (горење) разних органских материјала. Најуобичајенији и најтрадиционалнији начин коришћења ове енергије је класична ватра. Сматра се да је откриће ватре, заправо њено контролисано коришћење, покренуло развој и „напредак“ људске врсте, односно цивилизације. Изгледа да је цивилизација сада затворила пун круг - након што је модерно друштво готово заборавило дрво и сличне материјале као гориво, а уљуљано у благодети модерне, помодне и јефтине нафте, сада се појављују разне директиве које траже да се толико и толико фосилних горива замени горивима из обновљивих органских извора, [8].



Биолошка енергија је енергија која се добија из материје биолошког порекла (биомасе).

У биомасу спадају:

- дрво
- пиљевина и дрвени отпаци
- слама
- стајско ђубриво
- шећерна трска
- алге
- друге врсте биљака, често кукуруз, соја итд.

Биомаса је обновљиви извор енергије. Најчешћи начин коришћења биолошке енергије је спаљивањем, где произведена топлота може директно да се искористи за грејање. Други начин је издвајање алкохола као код биогорива.

2. СОЛАРНА ЕНЕРГИЈА

2.1 Сунце

Сунце је Земљи најближа звезда и захваљујући његовој гравитацији, наша планета по елиптичној путањи кружи око њега. Наша звезда се око своје осе окрене за 25 дана (екватор), односно за 33 дана на половима, што указује на њено флуидно стање (заправо стање плазме). Сунце је ужарена лопта, масе од $1,99 \cdot 10^{30}$ kg, средње густине од 1410 kg/m^3 и пречника 1 391 980 km (фотосфера), која у спољашњем слоју садржи око 75% водоника, који се у унутрашњости, под високим притиском и температуром која достиже десетине милиона Келвина (процена је 13 600 000 K), у току процеса термонуклеарне фузије претвара у хелијум. Та термонуклеарна фузија производи огромну количину енергије која се изручује у Космос. Сунчева луминисценција (исијавање) износи $3,83 \cdot 10^{33} \text{ erg/sek}$ или $3,83 \cdot 10^{20} \text{ MW}$. Средња температура површине Сунца (далеко од “термонуклеарног реактора” у унутрашњости) износи 5800 K. После брзином светлости пређеног пута од 149 597 892 km (средње удаљење Земље од Сунца), Сунчево зрачење стиже до Земље. Од укупне Сунчеве енергије, на горњу границу Земљине атмосфере стигне $174,3 \cdot 10^9 \text{ MW}$, што представља њен $4,55 \cdot 10^{-10}$ део, [3].

2.2 Фотонапонска конверзија сунчеве енергије

Сваког дана сунчева енергија, која нам бесплатно стиже на Земљу, може слободно да се користити захваљујући технологији фотонапонске конверзије сунчеве енергије у електричну. Директна конверзија сунчеве енергије у електричну, тзв. фотонапонски ефекат, први је пре скоро два века уочио француски научник Едмонд Бекерел (Edmond Becquerel). Међутим тек је развојем квантне теорије почетком 20-ог века овај ефекат објашњен, чиме је омогућена израда фотонапонских уређаја. Прва соларна ћелија израђена је у Бел лабораторијама (Bell Laboratories) 1954. године. Фотонапонске ћелије израђене од полупроводног силицијума убрзо су, са развојем истраживања свемира, постале основни извори електричне енергије на сателитима примарно због своје поузданости, док је цена била од мањег значаја. Значај њихове земаљске употребе постао је актуелан у току светске енергетске кризе раних 70-их година, када се почело размишљати о побољшању њихових радних карактеристика, повећању ефикасности, већој поузданости и нижој производној цени. Данас фотонапонска конверзија подразумева високу технологију производње електричне енергије из сунчеве енергије. Концептуално, фотонапонски уређај у свом најједноставнијем облику представља потрошач искључиво сунчеве енергије, који нема покретних делова, чији рад задовољава највише еколошке стандарде и уколико је добро заштићен од утицаја околине нема делова који могу да се похабају. Фотонапонски системи су модуларни тако да се њихова снага може пројектовати за практично било коју примену. Штавише, додатни делови којима се повећава излазна снага лако се прилагођавају постојећим фотонапонским системима, што није случај са конвенционалним изворима електричне енергије, као што су термоелектране и нуклеарне електране, чија економска исплативост и изводљивост захтева мулти-мегаватне инсталације, [9].

2.3 Соларне електране

Соларне термалне електране (слика 1) су извори електричне струје добијене претварањем Сунчеве енергије у топлотну. С обзиром да немају штетних продуката приликом производње електричне енергије, а имају сразмерно добру ефикасност (20 - 40%), представљају значајан потенцијал за будућност. Како је количина енергија која пада на површину изузетно велика, изградњом таквих електрана на сунчаним подручјима (нпр. Сахара) могао би се енергијом снабевати велики број корисника.



Слика 1. Соларна термална електрана

Због потребе за високим температурама, готово сви облици соларних термалних електрана морају користити некакав облик концентровања Сунчевих зрака с великог простора на малу површину. Како се током дана положај Сунца на небу мења, тако се стално мења и најповољнији угао под којим падају Сунчеви зраци на огледала. Зато је потребно уградити механизам који ће стално прилагођавати њихов положај. Ти механизми су неопходни како би се добила што већа ефикасност, мада значајно утичу на повећање ионако високих цена соларних термалних електрана.

Смањења у цени су могућа складиштењем топлоте, а не струје, будући да је таква технологија данас јефтинија, а производња топлоте је ионако неопходна за функционисање оваквог типа електрана. Тиме је могуће добијати електричну енергију и онда када то иначе не би било могуће (за време смањене инсулације - мера енергије соларне радијације примљене или предане од стране одређене површине у одређеном времену).

Ефикасност ових електрана се повећава уградњом погона за складиштење енергије, чиме се добија и на поузданости. Ти се погони базирају на складиштењу топлотне енергије у материјал велике енергетске густине. Тренутно се као такав материјал користи растопљена со, чији је саставни елемент натријум - метал велике енергетске густине, [10].

3. СОЛАРНИ ПАНЕЛИ

3.1 Фасадни и кровни фотонапонски системи

Као и сви добри производи, и електрична енергија не само да треба да задовољи потребе потрошача, већ треба да буде од користи природној средини у којој се производ користи. Соларна електрична енергија може да допринесе енергетској понуди уз истовремену помоћ у спречавању глобалне промене климатских услова. Приближно 75% енергије која се користи у развијеном свету троши се у градовима, од чега се око 40% троши у зградама. Фотонапонски системи могу да се уграде у скоро сваку грађевинску структуру, од аутобуских станица до великих пословних зграда, па чак и у баште, паркове итд. Иако тачна прогноза фотонапонског учинка у зградама захтева пажљиву анализу фактора као што су количина сунчевог зрачења које пада на зграду, електричне стабилности електро-дистрибутивне мреже итд., лако је схватити да оваква технологија има велике могућности. Чак и у климатским условима који се карактеришу осредњом соларном озраченошћу, кров зграде једног домаћинства довољан је за постављање фотонапонског система који објекту може обезбедити довољно електричне енергије у току целе године. Фотонапонски модули и генератори традиционално се постављају на специјалне потпорне структуре, али могу се поставити и на грађевине, или могу да постану интегрални делови зграда образујући природан локални спој понуде и потражње електричне енергије. Употреба фотонапонских система може значајно да смањи потрошњу електричне енергије из електрана. Зграде могу чак да се претворе у мале произвођаче и дистрибутере електричне енергије, што може да буде од опште користи. Са архитектонског, техничког и финансијског аспекта, фотонапонски системи интегрисани у грађевинске елементе имају следеће карактеристике:

- не захтевају додатно земљиште и могу се користити у густо насељеним урбаним срединама,
- не захтевају додатне инфраструктурне инсталације,
- обезбеђују електричну енергију у току највеће потражње (пикови) и на тај начин смањују оптерећење електричне мреже,
- могу да смање губитке током преноса и дистрибуције електричне енергије,
- могу у потпуности или делимично да обезбеде електричну енергију за одговарајућу зграду,
- могу да замене конвенционалне грађевинске материјале и на тај начин обезбеде двоструку улогу која може вишеструко да се исплати,
- пружају нове естетске могућности на иновативан начин,
- могу се повезати са одржавањем, контролом и функционисањем других инсталација и система у згради,

- могу да обезбеде смањење планираних трошкова. Пошто фасадни фотонапонски модули могу да замењују класичне грађевинске материјале, разлика у цени између соларних елемената по јединици површине и материјала које могу да замене, је од посебног значаја. Тако је цена по јединици површине фасадног фотонапонског система, повезаног на дистрибутивну мрежу, скоро иста као и цена најквалитетнијих фасадних материјала као што су мермер или украсни камен, тако да су практично додатне користи од производње струје оваквих фотонапонских система бесплатна корист, [9].

3.2. Фотонапонске плоче

Фотонапонска плоча (слика 2) или соларни панел се састоји од групе сунчевих ћелија (фотонапонска ћелија), којих је најчешће око 36, серијски повезаних, стварајући модуле номиналног напона од 12 V. Сваки поједини фотоелектрични чланак има максимални излазни напон од 600 до 700 mV, па се фотоелектрични чланци серијски повезују стварајући модуле номиналног напона од 12 V. Снага коју производи један фотонапонски чланак је релативно мали, па се у пракси више чланака повезују у групу чиме се формира фотонапонска ћелија, а више фотонапонских ћелија чини један фотонапонски модул или соларни панел или фотонапонску плочу. Када се повеже више сунчевих панела добије се поље фотонапонских плоча, који је део соларне фотонапонске електране, [11].



Слика 2. Фотонапонска плоча

Сунчани колектори могу се поделити на две главне групе по типу флуида који преноси сунчеву енергију. То су колектори са течним флуидом и са ваздухом. Свака од ових група дели се на три подгрупе одређене по температурном опсегу рада.

- Равни нискотемпературни
- Средње температурни - са концентрисањем сунчевог зрачења
- Високо температурни - са концентрисањем сунчевог зрачења

Равни нискотемпературни пријемници су технички најједноставнији са аспекта израде, а у њима се остварују радне температуре до 100°C (у празном ходу и до 180°C). Апсорбер топлоте је метални или пластични. Топлота се одводи ваздухом, водом или неком другом течношћу на бази „антифриза“ и предаје потрошачу директно или преко размењивача топлоте и грејних тела. Колектори се најчешће монтирају на крову куће и цевима су спојени са воденим резервоаром. Ради бољег преноса топлоте користи се пумпа за покретање флуида. Соларни колектори базирани на овом принципу користе се највише за припрему топле санитарне или технолошке воде, у процесима сушења разних пољопривредних производа, за грејање простора и у другим топлотним процесима у којима се радне температуре крећу до 100°C .

3.3 Фотонапонске ћелије

Соларна ћелија (фотонапонска ћелија) (слика 3) је полупроводички уређај који претвара сунчеву енергију директно у електричну помоћу фотоелектричног ефекта. Групе ћелија формирају соларне модуле, познате и као соларни панели или фотонапонска плоча. Енергија произведена соларним модулима је пример соларне енергије.

Ћелије се означавају као фотонапонске ћелије када извор светлости није нужно сунчева светлост. Оне се користе за детекцију светлости или других облика електромагнетског зрачења близу видљивог спектра, на пример детектори инфрацрвеног светла, или мерење интензитета светлости.



Слика 3. Фотонапонска ћелија

Фотонапонске ћелије могу се користити као самостални извори енергије или као додатни извор енергије. Као самостални извор енергије користи се нпр. на сателитима, знаковима на путу, калкулаторима и удаљеним објектима који захтевају дуготрајни извор енергије. У свемиру је и снага сунчевог зрачења пуно већа, јер Земљина атмосфера апсорбује велики део зрачења, па је и добијена енергија већа. Као додатни извори енергије, фотонапонске ћелије могу се прикључити на електричну мрежу, али за сада је то неисплативо, [12].

3.3.1 Историја фотонапонских ћелија

Појам „фотонапонско“ долази од грч. $\phi\omega\varsigma$ - $\pi\eta\delta$ са значењем светлост. Појам "фотонапонско" је у енглеском језику у употреби од 1849.

Фотоелектрични ефект је 1839. открио француски физичар А. Е. Бекуерел, али је тек 1883. израђена прва соларна ћелија. Израдио ју је Чарлс Фритс, тако што је прекрио полупроводник селен изразито танким слојем злата да створи спојеве. Ефикасност уређаја била је само око 1%. 1888. руски физичар Александар Столетов израдио је прву фотоелектричну ћелију утемељену на вањском фотоелектричном ефекту који је открио Хајнрих Херц 1887., Алберт Ајнштајн је 1905. објаснио фотоелектрични ефект због чега је добио и Нобелову награду за физику 1921. године. Расел Охл је 1946. патентирао модерну полупроводничку соларну ћелију, која је откривена током рада на унапређењима у изради транзистора.

Прва модерна фотонапонска ћелија произведена је 1954. од стране компаније Бел лабораторије (енгл. Bell Laboratories). Високоучинску соларну ћелију први су произвели Дарил Чапин, Калвин Сатер Фулер и Џералд Пеарсон 1954. користећи дифузни силицијумски р-п спој. Ћелије су испрва рађене за играчке и остале ситне потребе, јер је цена струје коју су производиле била врло висока – у релативним појмовима, ћелија која је производила 1 W електричне снаге по јаком сунцу коштала је \$250, у поређењу са \$2-\$3 та струју из електране на угаљ.

Соларне ћелије су спашене од заборавља предлогом да се уграде у сателит Вангуард 1. Према оригиналним плановима, сателит би се напајао само батеријама и трајао кратко време док се не истроше. Додавши ћелије извана на труп, време мисије се могло продужити без већих измена на свемирској летејници или њеним електричним водовима. Испрва је постојао скептицизам, али соларне ћелије су се у пракси показале великим успехом, и убрзо су додате на многе нове сателите, посебно Белов властити Телстар.

У идуће две деценије напредак је био спор, једина раширена употреба била је у свемирским применама, где је њихов однос снаге према маси био већи од било које конкурентске технологије. Међутим тај успех је уједно био и разлог спором напретку. „Свемирски“ корисници су били спремни да плате било коју цену за најбоље могуће ћелије, тако да није било разлога за инвестирање у јефтинија решења. Уместо тога, цена ћелија била је одређена углавном од стране индустрије полупроводника. Прелазак на интегририсана кола у 1960-има довео је до доступности већих комада кристала по

релативно нижим ценама. Како је њихова цена падала, тако је падала и цена ћелија. Ипак, ти ефекти су били ограничени све до 1971. године, кад су трошкови ћелија процењени на око \$100 по вату.

Како је индустрија полупроводника ишла на све веће и веће комаде кристала, старија опрема је постала доступна по распродајним ценама. Ћелије су доступношћу те опреме такође расле у величини. ARCO Соларови оригинални панели су користили ћелије од 2 до 4 инча у пречнику. Панели у 1990.-има и раним 2000.-има углавном користили 5 инчне ћелије, а од 2008. готово сви нови панели користе 6 инчне ћелије. Још једна велика промена био је прелазак на поликристални силицијум. Тај материјал има мањи учинак, али је јефтинији за масовну производњу. Свеобухватно увођење телевизора с равним екраном у касним 1990.-има и раним 2000.-има довело је до широке доступности великих плоча висококвалитетног стакла, коришћених на предњој страни панела. Друге технологије су такође дошле на тржиште. Компанија Први солар (енгл. First Solar) је нарастао у највећег произвођача панела у погледу годишње произведене снаге, коришћењем ћелије од танког филма између два слоја стакла. То је био први производ који је срушио трошкове производње испод \$1/ват. Отада је изобиље поликристалног силицијума потиснуло цене конвенционалних панела на исту сразмеру.

3.3.2 Примена фотонапонских ћелија

Соларне ћелије се често електрично спајају и затварају у модуле. Фотонапонски модули углавном имају стаклену плочу спреда (према Сунцу), пропуштајући светло и у исто време штитећи полупроводник од огреботина и утицаја ветром ношених честица, кише, града, итд. Соларне ћелије су такође често серијски спојене у модуле, стварајући збирни напон. Ако се споје паралелно, то формира већу струју. Модули се затим међусобно спајају, серијски или паралелно, или на оба начина, да би се створило поље са жељеним вршним вредностима истосмерног напона и струје.

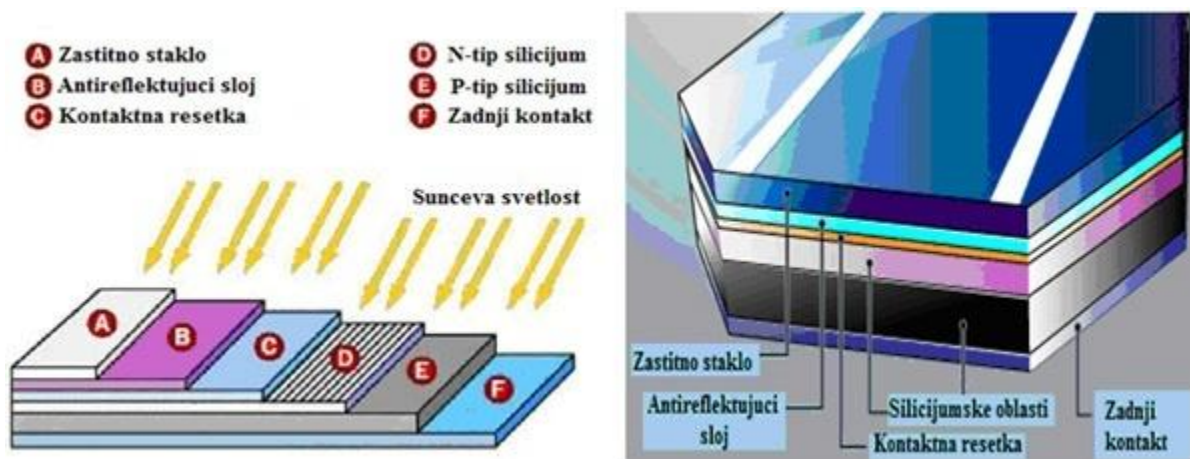
Како би се практично искористила енергија добијена од Сунца, електрицитет се најчешће предаје у електричну мрежу употребом инвертора, па је то фотонапонски систем спојен на мрежу. У самосталним системима за чување енергије која тренутно није потребна користе се батерије. Соларни панели се могу користити за погон или пуњење преносивих уређаја.

Рад соларне ћелије одвија се у три корака:

- Фотони из сунчеве светлости ударају у соларни панел и полупроводнички материјали попут силицијума их апсорбирају.
- Електрони се потискују из атома и постају слободни, те могу да слободно теку материјалом, чиме се формира струја. Због посебне грађе соларних ћелија, електрони се могу кретати само у једном смеру
- Поље соларних ћелија претвара енергију Сунца у употребљиву количину једносмерне струје (DC).

3.3.3 Технологија фотонапонске ћелије

Фотонапонска ћелија се састоји од материјала полупроводника као што је силицијум, који се допуњује фосфором у првом N-силицијум слоју за негативно наелектрисање и бором P-силицијум у другом за позитивно наелектрисање. Силицијум се користи јер је најобилнији елемент нађен у природи (у песку) и има специјалне хемијске карактеристике, где атом силицијума садржи 14 електрона који су подељени у три прстена. Унутрашња два прстена су потпуно пуна, а трећи прстен је полу пун и садржи 4 електрона од могућих 8. Када се два атома силицијума споје, креира се чврста веза и нема слободних електрона који могу да преносе електрични ток. На слици 4 је приказан принцип израде фотонапонских ћелија.



Слика 4. Принцип израде фотонапонских ћелија

Због ових чврстих веза се у силицијум додају "нечистоће", као што су фосфор и бор. Атом фосфора има 5 електрона у спољашњем прстену, а веза између силицијума и фосфора оставља један слободан електрон. Када Сунце реагује на ове атоме, уз мало енергије се пети, слободни електрон фосфора, ослобађа. Ови електрони слободно путују кроз кристалну мрежу, тражећи слободно место да се повежу и тако се ствара струјни ток.

Други део је допуњен бором, који има сам три електрона у свом спољашњем прстену и назива се Р-типом силицијума, због позитивног наелектрисања. Оваква структура нема слободне електроне, али има једно празно место које може да прихвати слободан електрон који "шета" по структури и тако ствара електрични ток, односно струју.

3.3.4 Материјали

Различити материјали имају различиту ефикасност и цену. Материјали за ефикасне соларне ћелије морају имати карактеристике које се слажу са спектром доступног светла. Неке ћелије су направљене тако да ефикасно претварају таласне дужине сунчевог светла које допире до Земљине површине. Постоје и ћелије које су оптимизоване за апсорпцију светла изван атмосфере. Материјали који апсорбирају светлост често се могу користити у "вишеструким физичким конфигурацијама", како би се искористили различити механизми апсорпције светла и раздвајања набоја.

Материјали тренутно кориштени за фотонапонске соларне ћелије укључују монокристални силицијум, поликристални силицијум, аморфни силицијум, кадмијум телурид и бакар индијум селенид/сулфид.

Многе тренутно доступне соларне ћелије израђене су од комада материјала резаног у плочице (вафера). Њихова дебљина је између 180 до 240 микрометара. Оне се обрађују попут осталих полупроводника.

Други материјали су направљени као слојеви танког филма, органских пигмента или органских полимера који се депонују на потпорне супstrate. Трећа група је направљена од нанокристала и кориштена као квантне тачке (ноночестице са ограниченим електронима). Силицијум је и даље једини материјал који је добро истражен у облику "комада" и у облику "танког филма", [12].

4. СОЛАРНИ ТРАКЕРИ

Данас је познато више различитих система за конверзију сунчеве енергије у електричну и/или топлотну енергију, али већина тих система је фиксирана и непокретна, што доводи до тога да је степен њиховог искоришћења мали. Искоришћеност је мала из једног основног разлога, а то је да је систем за конверзију сунчеве енергије током дана веома кратко у оптималној позицији према Сунцу, јер није у могућности да прати кретање Сунца, нити да му се прилагођава, тј. не обезбеђује да Сунчеви зраци увек падају под правим углом на предњу плочу колектора или конвертора. Због промене положаја Сунца мења се и вредност енергије зрачења која доспева на површину пријемника. За остваривање максималног енергетског учинка сунчевог зрачења, неопходно је омогућити оптималан нагиб и оријентацију површине пријемника сунчевог зрачења применом ротирајућих система за праћење позиције Сунца. Због тога је од пресудног значаја познавање привидног кретања Сунца на небу, у било ком тренутку током дана или године. Положај Сунца може се дефинисати помоћу углова његовог положаја (углова азимута и елевације). Применом пријемника сунчевог зрачења у комбинацији са ротирајућим системима за праћење позиције Сунца, знатно се повећава њихова ефикасност (нпр. и до 20% код система са фотонапонским модулима). Развијен је веома велики број различитих ротирајућих система за праћење позиције Сунца, и то како са једном, тако и са две осе ротације.

4.1 Једноосни тракери

Једноосни тракери (енг. сингле axis трацкерс-SAT) имају један степен слободе кретања који се понаша као оса ротације. Оса ротације једноосног тракера је обично усклађена дуж правца северног меридијана. Могуће ју је ускладити у било којем смеру користећи напредне алгоритме за праћење.

Постоји неколико уобичајених имплементација једноосног тракера. То су хоризонтални једноосни тракер (HSAT), хоризонтални једноосни тракер с косим модулима (HTSAT), вертикални једноосни тракер (VCAT), и нагнути једноосни тракер (TSAT), [13].

4.1.1 Хоризонтални једноосни тракери

Оса ротације хоризонталног једноосног тракера (слика 5) је хоризонтална. Тракери могу имати заједничку хоризонталну осу како би се смањили трошкови инсталације. Постављање тракера је једноставно, само се треба обезбедити паралелност свих хоризонталних оса ротације.

Одговарајуће растојање може повећати однос произведене енергије и трошкова. То зависи од врсте терена на којем су тракери постављени и доба дана. Хоризонтални тракери обично имају лице модула паралелно са хоризонталном осом ротације.

Код хоризонталног једноосног тракера, дуга хоризонтална осовина подржана је на лежајевима који су монтирани на стубове или рамове. Осовина је постављена правцем север - југ. Панели су монтирани по осовини, а она ће се окретати око своје осе како би могла пратити видљиво кретање Сунца током дана.



Слика 5. Хоризонтални једноосни тракер

4.1.2 Хоризонтални једноосни тракери са косим модулима

Код хоризонталног једноосног тракера модули су монтирани под углом од 0° , а код хоризонталног једноосног тракера са косим модулима (слика 6), како му и само име говори, модули су нагнути под неким углом већим од 0° . Принцип рада је исти као и код хоризонталног једноосног тракера. Осовина је постављена хоризонтално правцем север - југ, а соларни модули се ротирају од истока према западу током дана. Ови тракери су обично погодни у великом распону географске ширине, али не заузимају толико простора колико заузимају вертикални једноосни тракери. Коришћењем хоризонталних тракера смањују се укупни трошкови соларног пројекта, [13].



Слика 6. Хоризонтални једноосни тракер са косим модулима

4.1.3 Вертикални једноосни тракери

Оса ротације вертикалног једноосног тракера вертикална је у односу на тло. Ови тракери ротирају се смером исток - запад током дана. Вертикални једноосни тракери су продуктивнији од хоризонталних код великих географских ширина. Код распореда панела у обзир се мора узети сенка како би се спречили непотребни губици енергије и како би се постигло оптимално коришћење земљишта. Исто тако је и оптимизација густог постављања ограничена због природе сенке током године. Вертикални једноосни тракери обично имају лице модула нагнуто под неким углом у односу на осу ротације.

4.1.4 Нагнути једноосни тракери

Сви тракери којима је оса ротације између хоризонталног и вертикалног положаја су нагнути једноосни тракери (слика 7). При распореду панела треба узети у обзир сенку да би се избегли непотребни губици енергије те да би се постигло оптимално коришћење земљишта. Нагнути једноосни тракери обично имају лице модула постављено паралелно с осом ротације.



Слика 7. Нагнути једноосни тракер

4.2 Двоосни тракери

Двоосни тракери имају два степена слободе - две осе ротације. Те осе су обично нормалне једна на другу. Оса која је фиксирана у односу на тло може се звати примарна оса, а оса која је у односу с примарном назива се секундарна. Постоји неколико уобичајених примена двоосног тракера. Они су класификовани на темељу постављања примарне осе у односу на тло. Две уобичајене примене су нагнути двоосни тракер (енг. tip-tilt dual axis tracker) и азимут - двоосни тракер (енг. azimuth-altitude dual axis tracker).

Положај модула у односу на осу тракера је важан код моделирања. Обично су модули паралелни са секундарном осом ротације. Двоосни тракери омогућавају оптималне соларне енергетске нивое, због њихове способности да прате положај Сунца у хоризонталном и вертикалном смеру. Без обзира на то где се Сунце налази двоосни тракери се накрећу тако да дођу у директан контакт са сунчевим зрацима.

4.2.1 Нагнути двоосни тракери

Код нагнутог двоосног тракера (слика 8) ред панела монтиран је на врху стуба. Кретање у смеру исток - запад постиже се ротацијом реда панела око врха стуба. На врху ротирајућег лежаја је механизам у облику слова Т или Х који омогућава вертикалну ротацију панела.

Остали такви тракери имају хоризонталну примарну осу и зависну вертикалну осу. Вертикална азимутална оса је фиксна. Земљишни распоред са нагнутим двоосним тракерима врло је флексибилан. Једноставна геометрија значи да једино што је потребно за добро позиционирање тракера једног према другом је то да су им осе ротације међусобно паралелне. Тракери морају бити ретко постављени, како би се избегло да један тракер баца сенку на други када је Сунце ниско на небу.

С обзиром на јединствене могућности нагнутих тракера, заједно с припадајућим контролером, могуће је користити аутоматско праћење на преносним платформама. Оријентација тракера није битна, али се може подесити уколико је потребна, [13].



Слика 8. Нагнути двоосни тракер

4.2.2 Азимут – двоосни тракери

Азимут - двоосни тракер (слика 9) има примарну осу (азимутална оса) вертикално на тло. Секундарна оса (елевацијска оса) обично је нормална на примарну осу. Тај тракер функционише слично као и нагнути тракер, али се разликује по окретању реда панела код свакодневног праћења. Уместо ротације реда панела око врха стуба, овај систем може користити велики прстен монтиран на тлу с редом панела монтираних на низ ваљака.



Слика 9. Азимут - двоосни тракер

Главна предност овакве конструкције је што је тежина реда панела распоређена дуж дела прстена, за разлику од нагнутог двоосног тракера где је оптерећење у једној тачки стуба. Тиме је омогућено да азимут - двоосни тракер може носити више редова панела. За разлику од нагнутог двоосног тракера овај систем не може бити постављен на удаљености мањој од пречника прстена, чиме се смањује густина система што је позитивно с обзиром на међусобно стварање сенки, [13].

4.3 Избор типа тракера

Који ће се од тракера одабрати зависи од пуно фактора укључујући величину инсталације, електричне стопе, ограничења земљишта, географску ширину и локалне временске услове.

Хоризонтални једноосни тракери обично се користе за велике дистрибутивне производне пројекте. Комбинација енергетских побољшања и нижих цена производа, смањене сложености инсталација доприноси конкурентном економијом и великим развојем. Уз то, појачана после подневна потрошња посебно је пожељна за велике фотонапонске системе повезане на мрежу како би производња одговарала повишеној потражњи енергије. Хоризонтални једноосни тракери такође дају значајну количину продуктивности током пролећног и летњег раздобља, када је Сунце високо на небу. Посебна робусност њихове носеће конструкције и једноставност механизма доприноси високој поузданости и ниским трошковима одржавања. С обзиром на то да су панели хоризонтални, они могу бити компактно постављени на осовину, без опасности од сопственог сенчења и такође су лако доступни за чишћење.

Вертикални осни тракер закреће се само око вертикалне осе с панелима или вертикално, фиксно, подесиво или тако да прате угао елевације. Такви тракери с фиксним или сезонски подесивим угловима погодни су за велике географске ширине.

Двоосни тракери обично се користе у мањим стамбеним инсталацијама и местима где су финансијски подстицаји врло велики, [13].

5. ПРОЈЕКТОВАЊЕ И КОНСТРУИСАЊЕ МОДЕЛА ДВООСНОГ ТРАКЕРА

5.1 Развој идеје

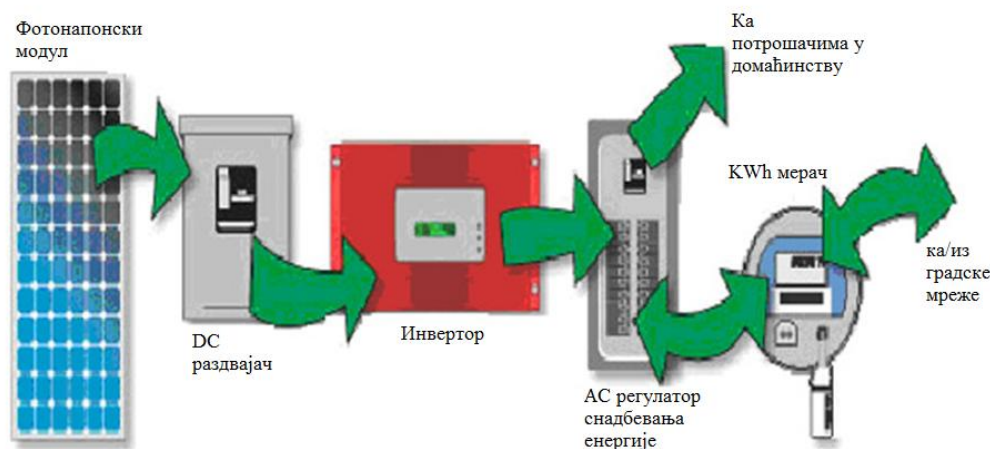
Избор конструктивних идеја је веома велики у овој области. Циљ сваке идеје је да на што економичнији начин конструкција задовољи два основна кретања: дневну ротацију око хоризонталне осе и полугодишње закретање од краткодневнице до дугодневнице око вертикалне осе. Овим кретањима је циљ да сунчеви зраци под правим углом падају на соларне панеле. Као што је већ поменуто, анализе су показале да закретање тракера око вертикалне осе доноси 5-7% већу производњу енергије. Тај проценат може лако да буде „поједен“ скупим конструктивним решењем.

Зато је овим радом покушано да се једноставним, јефтиним и поузданим начином обезбеди, осим окретања панела око хоризонталне, и закретање тракера око вертикалне осе. У већини прегледаних и разматраних решења ова два кретања су поседовала посебне погоне- моторе. Осим финансијских, увећавали су се и трошкови потрошње енергије за погон, па се смањивала оправданост закретања око друге осе.

У циљу смањења потрошње енергије за покретање тракера, овим решењем је покушано да се отпори закретања минимализују. Тежња је била да се систем добро уравнотежи, и да при том погонски елементи- мотор и редуктор, буду заштићени од временских утицаја.

Соларни панели би на својим носачима вршили окретање за 360° и, са сваким пуним кругом, једноставним системом закретали цео тракер око вертикалне осе. Проблем каблова са соларних панела је решен преносником који елиминише могућност њиховог упредања.

Избор овог рада је да конструкција има стално напајање струјом, а да се вишак створене енергије „улива“ у дистрибутивну мрежу. То је тзв. „On-grid“ систем. То је фотонапонски систем повезан на дистрибутивну мрежу од које се допуњује до потребне снаге или се шаље вишак произведене снаге (нпр. принцип негативног бројила: када се шаље, бројило одузима потрошену енергију и тако смањује рачун), слика 10. Овај систем обезбеђује нормално снабдевање електричне енергије независно од доба дана, годишњег доба и климатских услова. Овакав систем захтева додатне уговоре са агенцијом за дистрибуцију електричне енергије, и може у мноме убрзати период отплате целог фотонапонског система, [14].

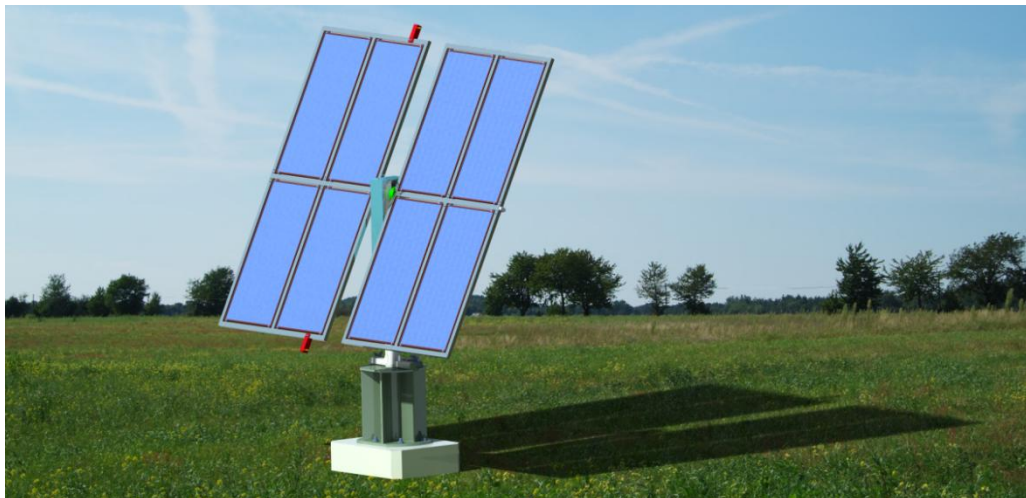


Слика 10. Приказ повезивања соларног панела

Претварач напона (инвертор) је уређај који 12V једносмерног напона претвара у 220V наизменичног.

5.2 Конструкција двоосног тракера

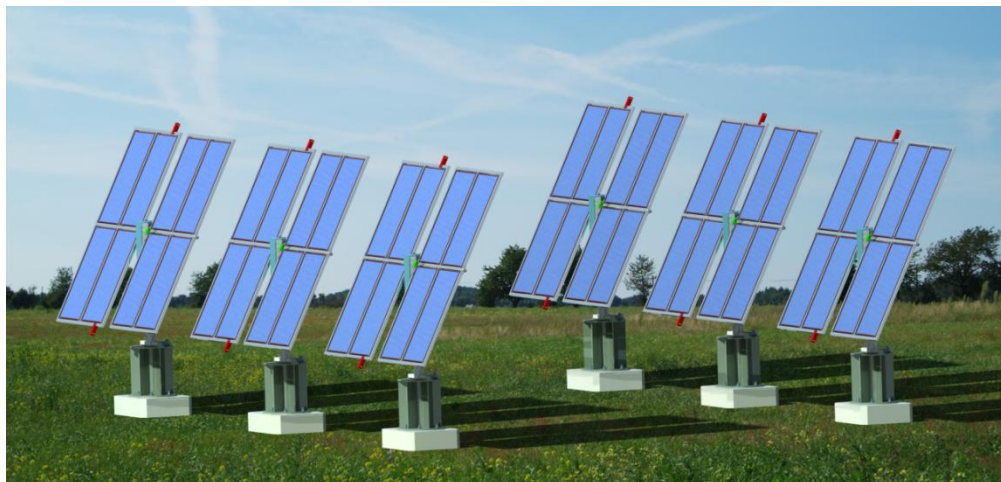
Габарити конструкције су $\sim 4320 \times 3950 \times 620$ mm. При дизајнирању се водило рачуна о естетском изледу и уклапању конструкције са околином. За постављање тракера (слика 11) је неопходно припремити армирану бетонску основу габарита 1200×900 mm, а висину постоља прилагодити терену.



Слика 11. Соларни тракер

Пожељан простор за постављање тракера би био равничарски предео са много сунчаних дана. Сваки нагиб терена би при постављању више тракера (слика 12) стварао потребу за увећавањем њихових растојања због „бацања“ сенке.

Сама конструкција не угрожава покривени терен, осим у пределу бетонске основе. Истина, стална сенка у зони конструкције би угрожавала гајене културе које захтевају много Сунца.



Слика 12. Поље соларних тракера

При формирању бетонских основа треба оставити црева за провлачење струјне инсталације.

Склоп конструкције чине подсклопови:

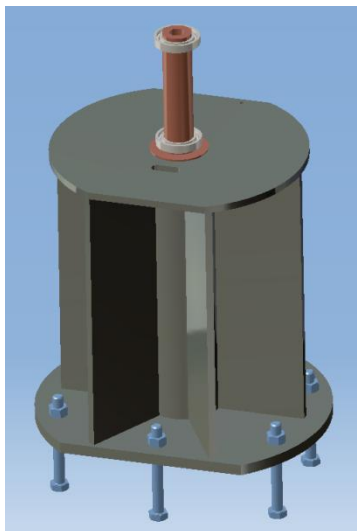
- 1) Постоље тракера
- 2) Носач рама
- 3) Редуктор
- 4) Носећи рам са осовином
- 5) Соларни панел
- 6) Мотор
- 7) Систем за закретање
- 8) Окретач
- 9) Дводелни преносник

5.3 Постоље тракера

Постоље тракера као подсклоп чине:

- Постоље
- Носач лежаја
- Лежај
- Ускочник
- Вијак
- Навртка

Постоље је носећа конструкција. Њу чини заварени склоп плоча и централног носача пречника Ø200. Унутрашњи пречник централног носача Ø125 Н8 је у захтеваној толеранцији на дужину приближно 160 mm. Тај пречник „прихвата“ носач лежаја и преко њега целу конструкцију. Ребра која ојачавају постоље су истовремено и носачи горње плоче по којој се креће (котрља) носач рама. За горњу плочу се везује и непокретни део система за кретање. У плочи је урађен отвор за пролаз неопходних каблова за пренос струје. Доња плоча се наврткама везује за 6 вијака уливених у бетонску основу. Висина носача панела може бити променљива зависно од припремљене бетонске основе и места предвиђеног за постављање тракера.



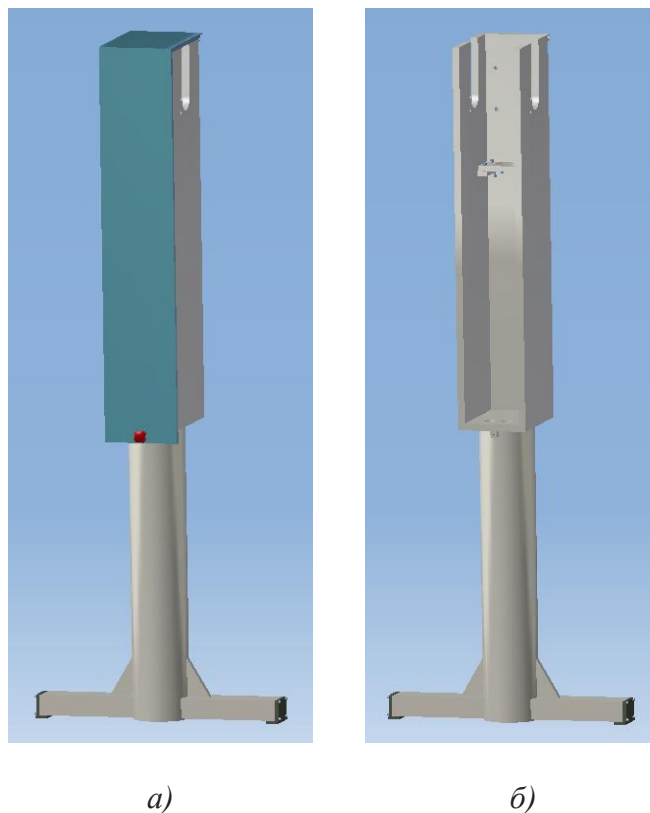
Слика 13. Постоље тракера

Носач лежаја је „веза“ постоља и покретног дела тракера. Својим доњим делом улази у цев постоља (обрађени пречник $\varnothing 125$ Н8), а венац му недозвољава пропадање. Он „не трпи“ тежину покретних делова тракера, већ само омогућава њихово окретање око вертикалне осе. Два лежаја постављена на њему обезбеђују минималне отпоре при окретању.

5.4 Носач рама

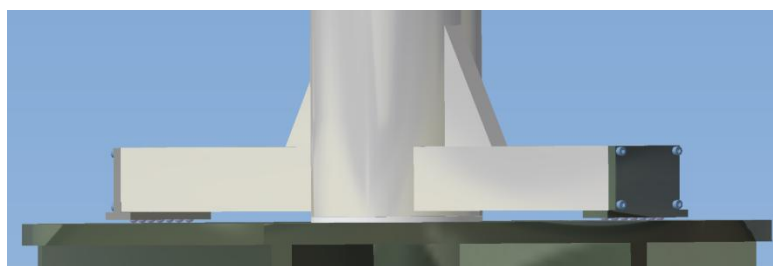
Носач рама (слика 14) као подсклоп чине:

- Носач
- Поклопац
- Куглица
- Носач мотора
- Врата
- Вијак врата
- Осовина врата
- Вијци



Слика 14. Носач рама: а) са вратима, б) без врата

Носач је заварена конструкција плоча и цеви која је веза између носача рама и постоља. Цев се навлачи на већ припремљене лежаје на постољу тракера. У дну цеви су наварени носачи од правоугаоног профила на чијим крајевима су причвршћени поклопци који у својој конструкцији садрже куглице, које се котрљају по горњој плочи постоља тракера. Веза правоугаоних профила је ојачана угаонцима (слика 15).



Слика 15. Део носача рама

Са горње стране цеви је наварена сандучаста конструкција која носи мотор, редуктор и два дводелна преносника. На доњој плочи сандука је наварен додаток за вијак врата. Рупе у доњој плочи обезбеђују пролаз каблова.

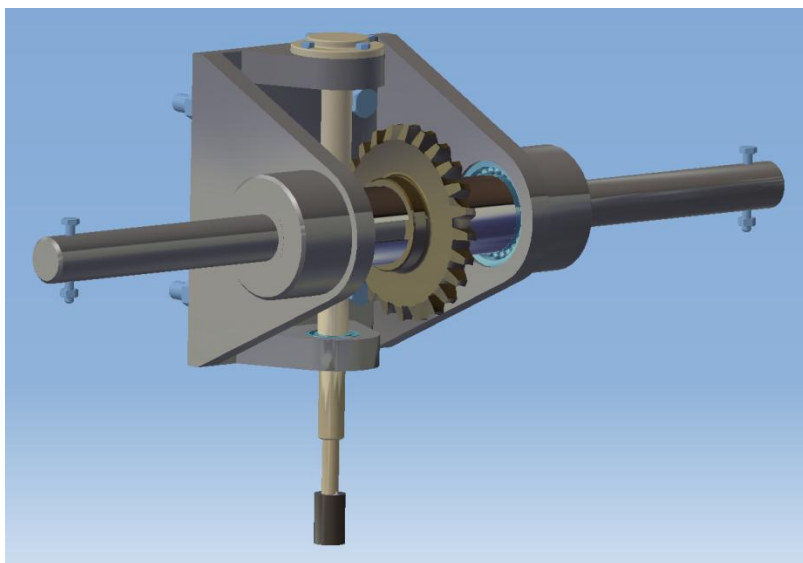
Прорези у горњем делу сандука су намењени „ношењу“, а рупе у чеоном зиду везивању редуктора. Везивање врата је преко осовине.

Мотор се вијцима везује за плочицу носача мотора, а она, по остваривању коаксијалности вратила мотора и погонског вратила пужног преносника, се везује вијцима за наварене плочице на бочним странама сандука.

5.5 Редуктор

Редуктор (слика 16) као подсклоп чине:

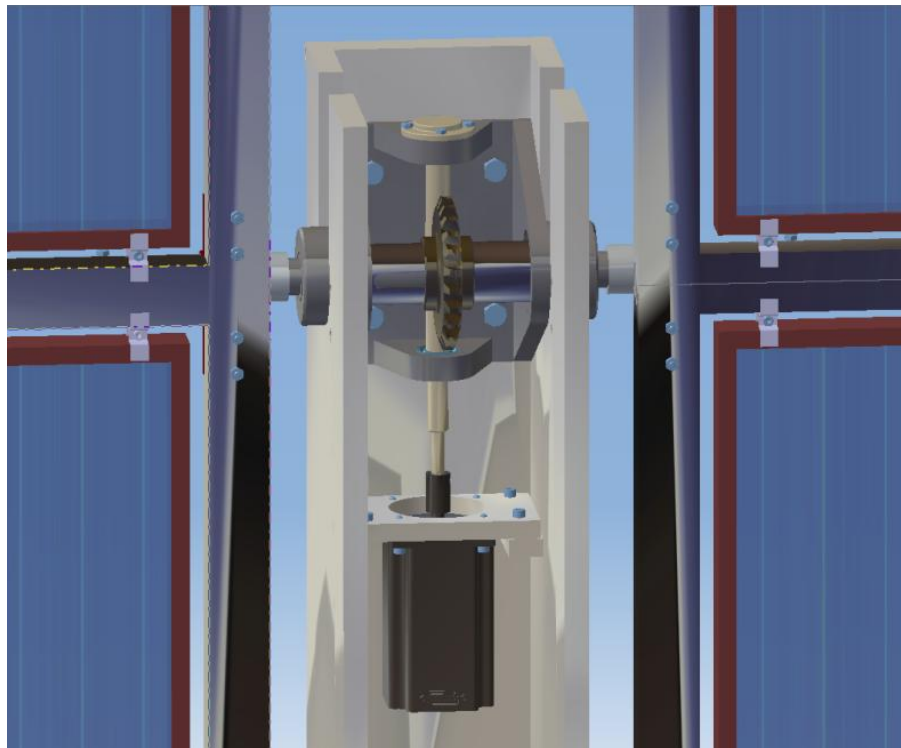
- Кућиште
- Вратило зупчаника
- Пуж
- Зупчаник
- Поклопац редуктора
- Дистантне чауре
- Спојница
- Стандардни елементи (лежајеви, вијци...)



Слика 16. Редуктор

Кућиште редуктора обезбеђује добро постављен пужни преносник у вези са мотором и осовином рама. Степ мотор даје обртно кретање пужу. Преносни однос зупчастог пара је 24. Са једним окретом пужа, зупчаник се окрене за 15° . За један пун дан зупчаник се окрене за 360° . Вратило зупчаника преноси окретање на осовину рама. Постављање и везивање редуктора на носач рама је веома једноставно.

Главчине на кућишту се „набацују“ на прорезе носача рама (слика 17) и вијцима и наврткама везују за чеони зид носача. Подмазивање редуктора овако спорог хода не захтева резервоар са уљем, већ је довољно нанети неку маст за подмазивање директно на зупце зупчаника.



Слика 17. Редуктор на носачу

Вратило зупчаника по оптерећењу је греда са два симетрична препуста. Ослонци су на месту лежаја. Соларни панели, носећи рам и осовина рама се могу, по оптерећењу, приказати као континуално оптерећење које на осовини даје момент савијања.

5.5.1 Прорачун пужног преносника

Редуктор се састоји од једног пара пужа и пужног зупчаника. У табели 1., дате су основне карактеристике овог зупчастог пара као што су: модул, преносни однос, угао нагиба алата, ...

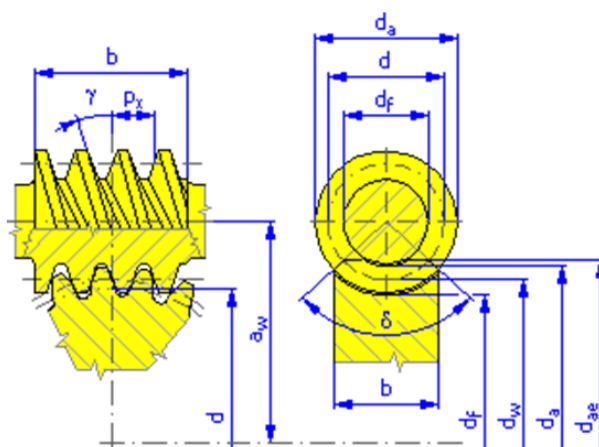
Табела 1. Основне карактеристике зупчастог пар

Gear Ratio	i	24,0000 ul
Module	m	4,456 mm
Axial Module	m_x	4,500 mm
Helix Angle	γ	8,0171 deg
Pressure Angle	α	19,8198 deg
Worm Diameter Factor	q	7,1000 ul
Center Distance	a_w	72,505 mm
Axis Circular Pitch	p_x	14,1372 mm
Circular Pitch	p_n	13,9990 mm
Base Circular Pitch	p_b	13,285 mm
Lead	p_z	14,137 mm
Worm Length	b_1	50,000 mm
Worm gear Width	b_2	15,000 mm
Axial Pressure Angle	α_x	20,0000 deg
Base Helix Angle	β_b	7,5393 deg
Contact Ratio	ϵ	2,3020 ul
Transverse Contact Ratio	ϵ_α	2,1526 ul
Overlap Ratio	ϵ_β	0,1494 ul
Limit Deviation of Shaft Angle	F_β	0,0090 mm
Guaranteed Backlash	j	0,046 mm
Limit Deviation of Center Distance	f_a	0,028 mm

У табели 2., приказани су основни параметри зупчаника редуктора, као што су: број зуба зупчаника, ширина зупчаника, пречници темених и подножних кругова, ...

Табела 2. Основни параметри пужа и пужног зупчаника

		Worm	Worm gear
Type of model		Componen	Component
Number of Threads	z	1	
Number of Teeth	z		24 ul
Unit Correction	x	0,0000 ul	0,5622 ul
Pitch Diameter	d	31,950	108,000 mm
Outside Diameter	d_a	40,950	122,060 mm
Root Diameter	d_f	21,150	102,260 mm
Outside Diameter	d_a		126,560 mm
Base Circle Diameter	d_b	30,023	101,487 mm
Work Pitch Diameter	d	37,010	108,000 mm
Worm gear Chamfer Angle	δ		21,49 deg
Addendum	a^*	1,0000 ul	1,0000 ul
Clearance	c^*	0,2000 ul	0,2000 ul
Root Fillet	r_f	0,3000 ul	0,3000 ul
Tooth Thickness	s	6,999	8,823 mm
Axial Tooth Thickness	s_x	7,069	8,910 mm
Limit Circumferential	F_r	0,0130	0,0280 mm
Limit Deviation of Axial	f_p	0,0090	0,0130 mm
Limit Deviation of Basic	f_p	0,0085	0,0120 mm
Virtual Number of Teeth	z_v		24,718 ul
Min. Recommended	x		-0,876 ul



Слика 18. Мере пужа и пужног зупчаника

У табели 3., су приказане врсте и вредности оптерећења којима су напрегнути ови зупчаници, као и снага, обртни момент, број обртаја.

Табела 3. Оптерећења пужа и пужног зупчаника

		Worm	Worm gear
Power	P	0,100	0,073 kW
Speed	n	1000,00	41,67 rpm
Torque	T	0,955 N	16,795 N m
Efficiency	η	0,733 ul	
Radial Force	F	98,417 N	
Tangential Force	F	51,604	311,014 N
Axial Force	F	311,014	51,604 N
Normal Force	F	329,895 N	
Circumferential Speed	v	1,67 mps	0,236 mps
Slide Speed	v	1,689 mps	

За материјал пужа одабран је челик за побољшање Č1730, док је за материјал пужног зупчаника одабрана калајна бронза. У табели 4., су приказане карактеристике.

Табела 4. Карактеристике материјала

		Worm	Worm gear
		User	User material
Ultimate Tensile Strength	S_u		500 MPa
Yield Strength	S_y		180 MPa
Modulus of Elasticity	E	206700	206000 MPa
Poisson's Ratio	μ	0,270 ul	0,300 ul
Bending Fatigue Strength	S_n		165,0 MPa
Contact Fatigue Strength	K		0,6 MPa
Bending Fatigue Limit	σ_{Fl}		170,0 MPa
Contact Fatigue Limit	σ_H		200,0 MPa
Hardness in Tooth Side	V_H		110 ul
Base Number of Load Cycles in	N_F		250000000 ul
Base Number of Load Cycles in	N_H		250000000 ul
Wöhler Curve Exponent for	q_F		9,000 ul
Wöhler Curve Exponent for Contact	q_H		8,000 ul
Max. Slide Speed	v		12,000 mps

У табели 5., су приказане вредности фактора оптерећења, као што су фактор преоптерећења, динамички фактор, ...

Табела 5. Фактори оптерећења

Overload Factor	K_O	1,200 ul
Dynamic Factor	K_V	1,012 ul
Lewis Form	y	0,125 ul

У табели 6., су приказане вредности резултата чврстоће.

Табела 6. Резултати прорачуна чврстоће

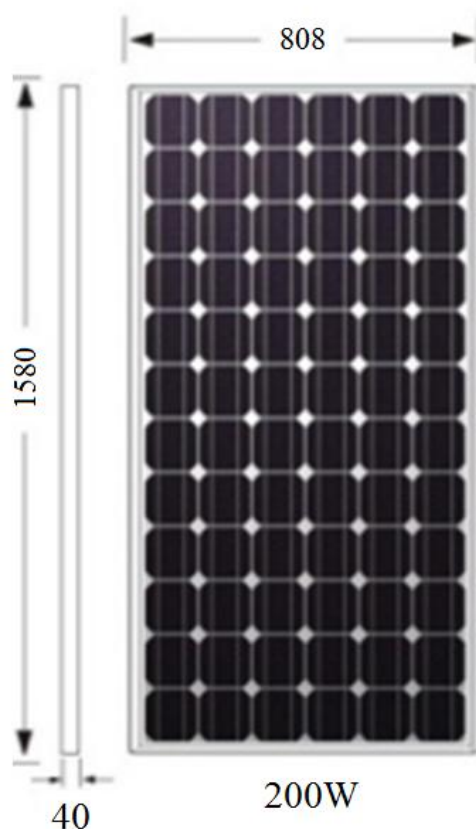
Dynamic Load	F_d	377,614 N
Surface-fatigue Limiting	F_w	1001,066 N
Bending-fatigue Limiting	F_s	4373,686 N
Lost Power	P_z	0,030 kW
Max. Dissipated Heat	Q	0,269 kW
Check Calculation	Positive	

5.7 Соларни панел

Изабрани соларни панел (слика 20) је Eurener 200W, [15]. У табели 7., су приказане основне карактеристике изабраног соларног панела, као што су максимална снага, број ћелија, тежина, ...

Табела 7. Карактеристике соларног панела 200W

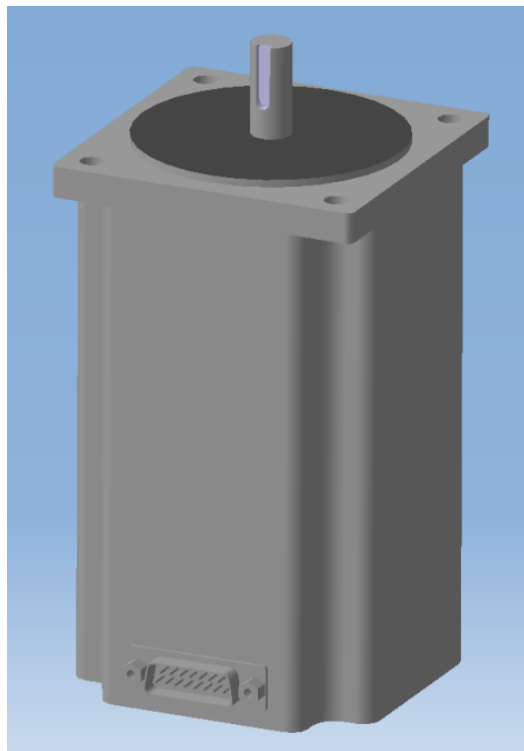
Електричне карактеристике соларног панела 200W	
Максимална снага	200 W
Максимална волтажа	37,2 V
Максимални проток струје	5,38 A
Ефикасност ћелија у %	18%
Број ћелија	72 (6x12)
Димензије ћелија	125x125 mm
Димензије	1580x808x40 mm
Тежина	15,5 kg
Тип соларних ћелија	Монокристалне



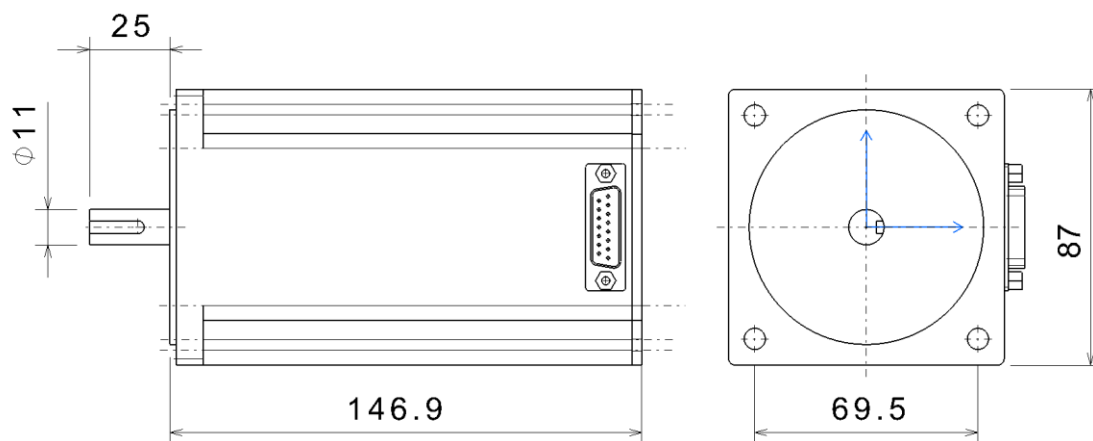
Слика 20. Димензије соларног панела

5.8 Електромотор

Изабрани електромотор EMMS-ST-87-L-S-G2 је дат на слици 21, [16]. Основне димензије електромотора су приказане на слици 22.



Слика 21. Електромотор



Слика 22. Димензије електромотора

У табели 8, приказане су основне карактеристике електромотора, као што су номинални напон, аксијална и радијална оптерећења, ...

Табела 8. Карактеристике електромотора EMMS-ST-87-L-S-G2

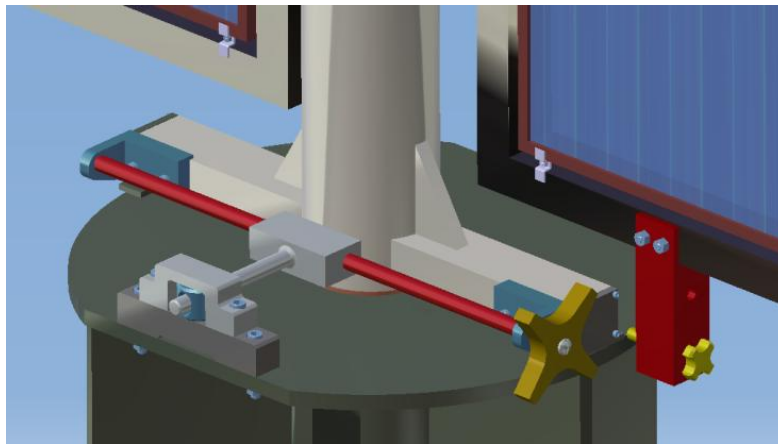
Карактеристике електромотора	
Nominal voltage	48 [V DC]
Nominal current	9.5 [A]
Max. rotational speed	430 [rpm]
Holding torque	9,3 [Nm]
Stepper angle	1.8 ±5% [°]
Winding resistance	0.23 ±10% [Ω]
Winding inductance	2.7 [mH]
Output mass moment of inertia	3/3.07 [kgcm ²]
Radial load on shaft	200 [N]
Axial load on shaft	65 [N]
Mass moment of inertia of rotor	3 [kgcm ²]

5.9 Систем за закретање

Систем за закретање као подсклоп чине:

- Навојно вретено
- Леви носач вретена
- Десни носач вретена
- Звезда
- Навртка са полугом
- Буренце закретања
- Носачи буренцета- горњи и доњи
- Стандардни елементи (вијци, навртке)

Претходним елементима конструкције, обезбеђени су повољни услови са минималним отпорима за закретање тракера око вертикалне осе. Усвојеном конструкцијом носећи рам са соларним панелима се окреће за 360° током једног дана. То значи да два пута дневно заузима вертикални положај, рам се налази најближе постољу тракера. Тај положај је искоришћен за бројање окретаја рама са соларним панелима, тј. за бројање дана. Конструктивним решењем је предвиђено да носећи рам са соларним панелима при свом окретању око хоризонталне осе, два пута дневно „удари“ у један крак четворокраке звезде која је чврсто везана са навојним вретеном M20x2,5. Навојном вретену је омогућено само окретање, а носачима навојног вретена - десним и левим, је везана за заварене правоугаоне профиле носача рама (слика 23).

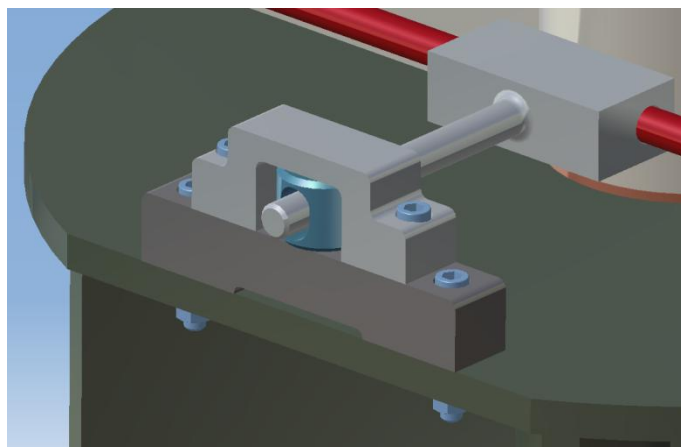


Слика 23. Систем за закретање

Досадашњи закључак је: навојно вретено може да се okreће само око своје осе, али може и да се, заједно са носачем рама за које је везано, okreће и око вертикалне осе целе конструкције.

Окретање навојног вретена око своје осе, без неке навртке, не доводи ни до каквих промена статуса окретања. Окретање „ухапшеног“ навојног вретена долази до кретања навртке са полугом, којој је, њеном конструкцијом спречено окретање, а омогућено само праволинијско кретање дуж навојног вретена. Ни ово кретање навртке дуж навојног вретена не доводи до промена статуса окретања тракера око вертикалне осе.

На горњој плочи постоља су чврсто везани горњи и доњи носач буренцета, а између њих је смештено буренце закретања са само једним степеном слободе - окретањем око сопствене осе. Управно на осу урађен је отвор на буренцу облика нута, ширине која омогућава клизни спој са полугом навртке (слика 24). Нут, а не рупа, је из разлога лакше израде и монтаже целог склопа. Он „прогута“ све висинске неисправности.



Слика 24. Детаља са буренцетом

Полуга, заварена управно на навртку, је „ухапшена“ по оси тако што је „уведена“ у буренце закретања. Она може да се креће кроз буренце и мења угао свог положаја у хоризонталној равни.

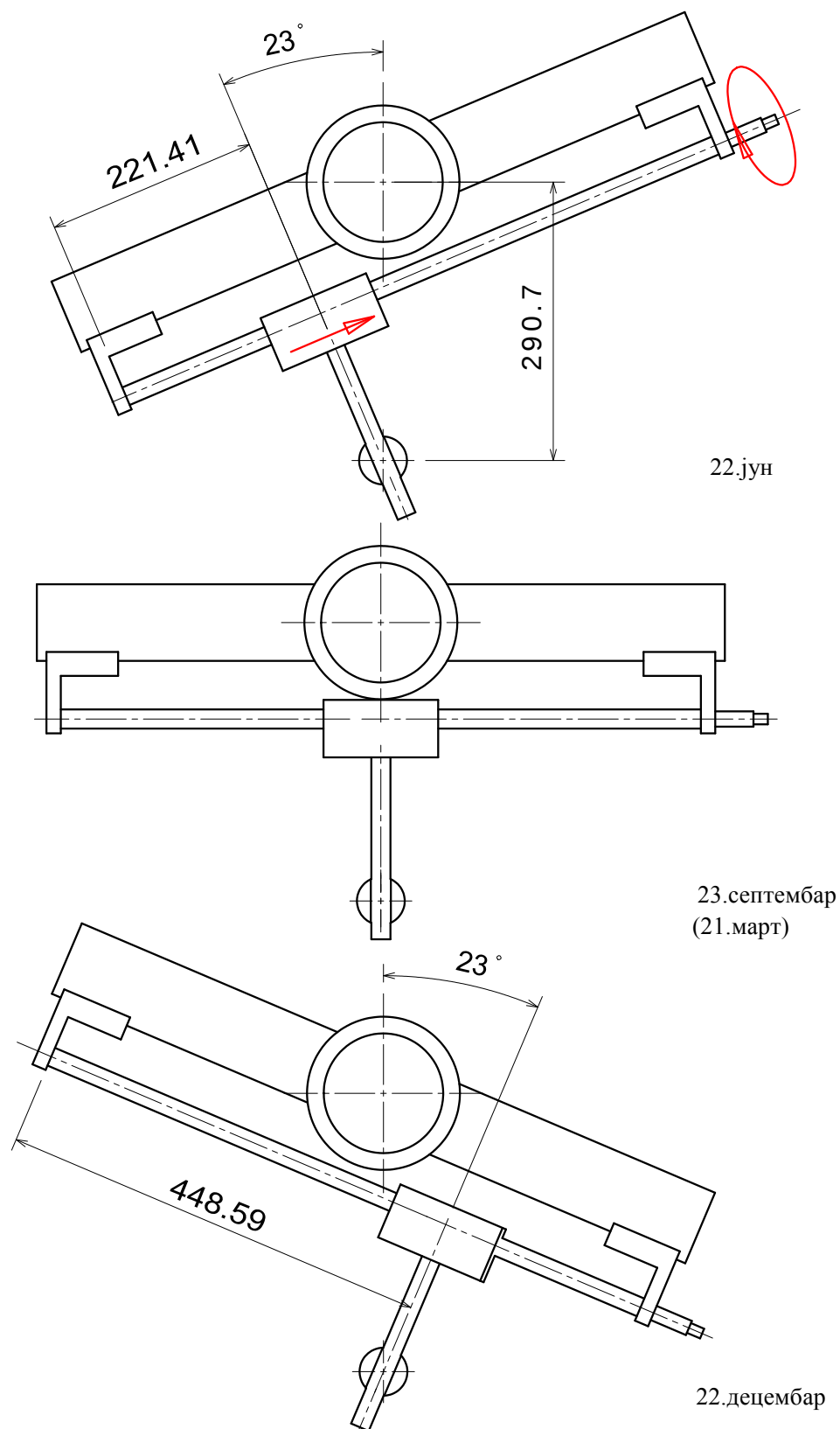
Цела конструкција је стабилна- нема могућности окретања око вертикалне осе. Сва могућа кретања елемената система за закретање, сада су:

- Навојно вретено може да изводи два кретања: релативно- окретање око своје осе и апсолутно- закретање у хоризонталној равни око вертикалне осе (заједно са носачем рама)
- Навртка са полугом може да изводи релативно кретање- кретање дуж навојног вретена и апсолутно- закретање заједно са навојним вretenом у хоризонталној равни око вертикалне осе.

Коначни закључак разматрања свих ових кретања би био да кретање навртке дуж навојног вретена са полугом у буренцету закретања, мења угао целог носача рама (а тиме и целе конструкције), у односу на стабилно постоље (постављено у правцу север-југ).

Сви елементи система за закретање су од нерђајућег челика Č4170.

При конструисању се морало поћи од стандардне вредности корака навојног вретена M20x2,5. Моделирање је дало следеће очекиване положаје тракера (слика 25).



Слика 25. Положаји тракера при вертикалном закретању

При окретању навојног вретена (у десно) долази до кретања навртке са полугом. Долази и до закретања полуге, а тим и тракера, од -23° до $+23^\circ$. Њен ход, од првог положаја (22.јун) до трећег (22.децембар) износи:

$$448,59 - 221,41 = 227,18 \text{ mm}$$

Конструктивним решењем је предвиђено да се навојно вретено закрене за половину круга за један дан. Значи да пун круг окрене за два дана. Тракер своје закретање око вертикалне осе врши 182.5 дана (половину године) а затим се "враћа" назад (окретање навојног вретена у лево). Потребан број обртаја навојног вретена за половину године би био:

$$182,5 : 2 = 91,25$$

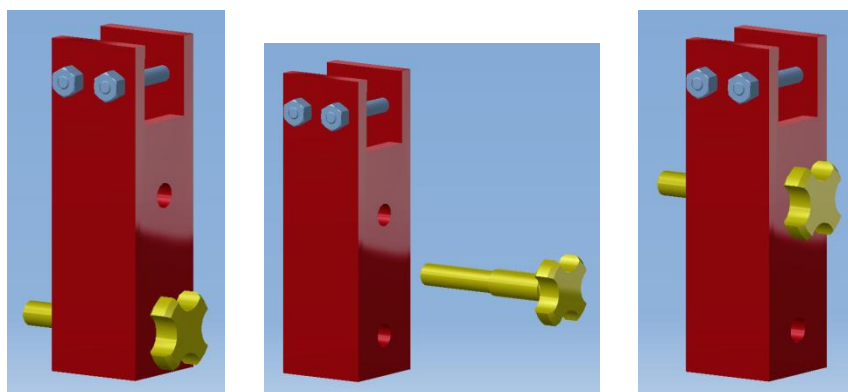
Навојно вретено је корака 2,5mm, па је неопходно кретање навртке за остваривање овог хода:

$$91,25 \times 2,5 = 228,125 \text{ mm}$$

Ову вредност (са занемарљивим одступањем) је дало и конструктивно решење.

5.10 Окретач

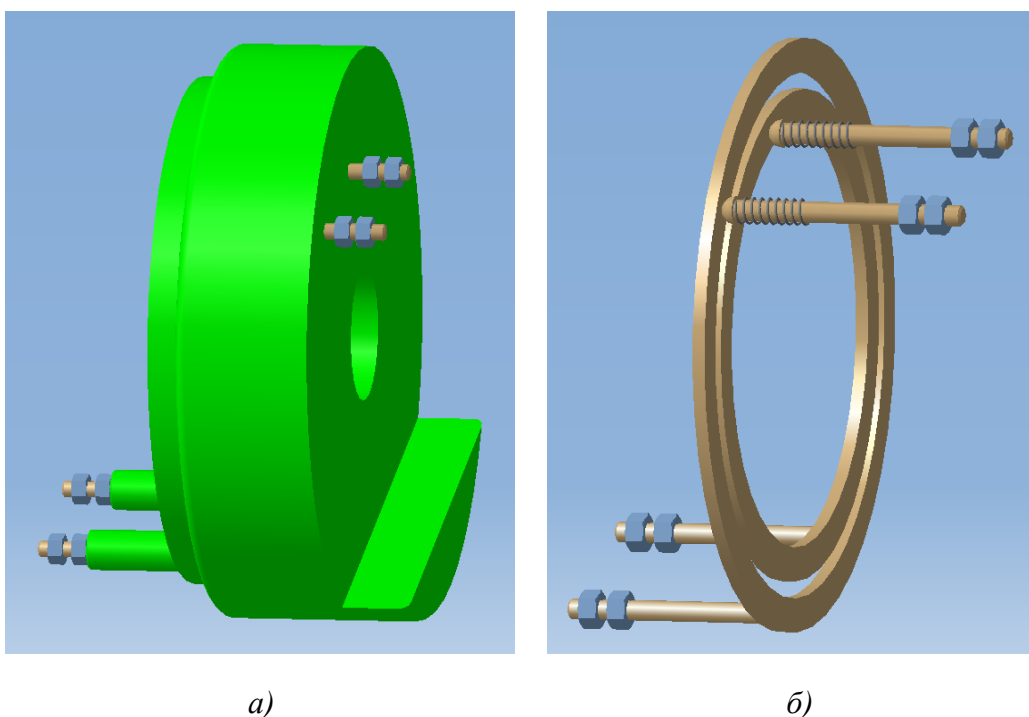
У опису функционисања система за закретање је речено да рам са соларним панелима „удари“ у звезду, окрене неавојно вретено за 90° , помери навртку дуж навојног вретена и цео тракер закрене око вертикалне осе. „Ударање“ у звезду се врши преко додатка на носећем раму- окретача (слика 26). Јасно је да се навојно вретено током пола године окреће у једном смеру. Када навртка дође у крајњи очекивани положај, потребно је променити смер обртања навојног вретена. То се постиже једноставном променом позиције чепа окретача (на оба окретача). Он у звезду сада „удара“ са друге стране осе и врши обртање завојног вретена у супротном смеру, а самим тим и навртка се дуж навојног вретена креће у супротном смеру и тиме закреће цео тракер у супротном смеру.



Слика 26. Промена положаја чепа у окретачу

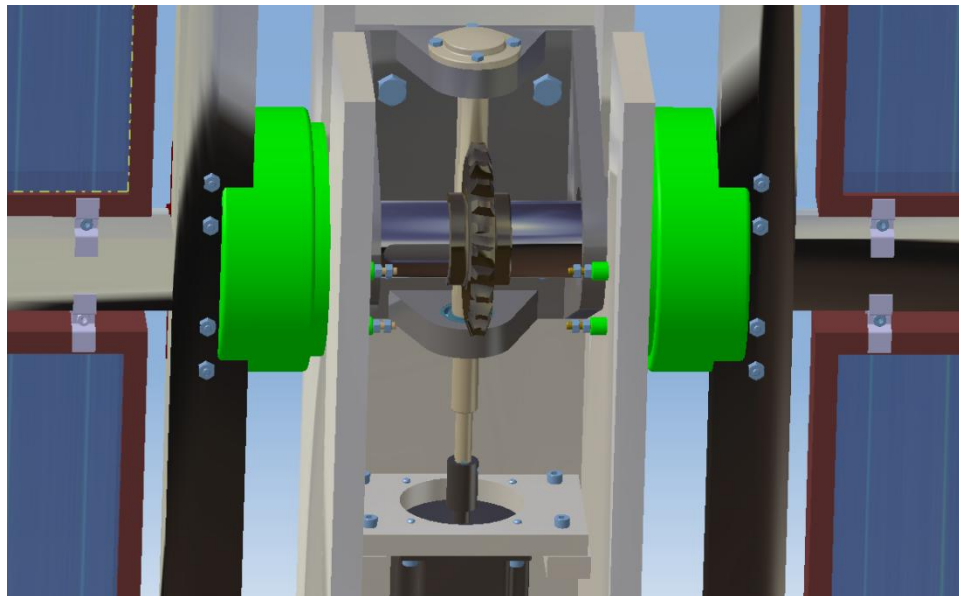
5.11 Дводелни преносник

Окретање рама са соларним панелима стално у истом смеру има предност у односу на свакодневно окретање панела напред-назад. Конструкција је једноставнија, а и соларни панел током ноћи није изложен таложењу прашине по његовој охлађеној, влажној површини. Једини проблем који се јавља при непрекидном окретању у истом смеру, јесте упредање преносних каблова са соларних панела. Овим дводелним преносником (слика 27а) се тај проблем елиминише на једноставан начин: све истополне жице са соларног панела се везују за један, а жице другог пола за други пипак од месинга дводелног преносника (слика 27б). То је „улаз“ у дводелни преносник. Излаз се налази у унутрашњости сандучастог дела носача рама.



Слика 27. Дводелни преносник: а) склоп, б) прстенови и пипци

Једна изолациона позиција дводелног преносника (мања) носи прстенове од месинга који на својој другој страни имају заварене осовинице са навојима на крајевима (слика 24). Ова позиција је навучена на осовину рама са соларним панелима и извученим профилима у конструкцији (кроз које пролазе осовинице месинганих прстенова), је убачена у рупе бочног зида сандучастог дела носача рама (слика 28). Ова позиција је непокретна.



Слика 28. Дводелни преносник у склопу

Друга изолациона позиција дводелног преносника (већа), је унутрашњим пречником навучена на прву позицију (мању) и својим обликом ослоњена о носећи рам соларних панела. Она се тако окреће заједно са носећим рамом. У њој су смештени пипци који на свом једном крају имају функцију вијка и навртке (за везивање каблова са соларних панела) а другим крајем (заобљени крај) клизају по месинганим прстеновима смештеним у непокретној (мањој) позицији. Стални додир заобљених врхова пипака и месинганих прстенова се обезбеђује опругама. На тај начин долази до преноса струје.

6. МОНТАЖА

Склоп конструкције чине подсклопови:

- 1) Постоље тракера
- 2) Носач рама
- 3) Редуктор
- 4) Носећи рам са осовином
- 5) Соларни панел
- 6) Мотор
- 7) Систем за закретање
- 8) Окретач
- 9) Дводелни преносник

6.1 Монтажа постоља тракера

Постоље се поставља правцем север-југ. Предуслов за монтирање постоља тракера је израда армиране бетонске основе са уливеним вијцима на одговарајућим местима. Површина бетонске основе мора бити равна да би се задовољила управност целог тракера. На бетонску основу се поставља постоље и причвршћује одговарајућим наврткама.

У постоље се убацује носач лежаја. На носач лежаја се затим постављају лежајеви и ускочник.

6.2 Монтажа носача рама

Пожељно је да се, пре монтирања било које позиције, на носач рама постави редуктор у одговарајуће жљебове и веже вијцима и наврткама. Електромотор везати вијцима на свој носач, спојницу са редуктором везати за погонско вратило мотора, а затим носач мотора вијцима причврстити за заварене плочице на бочним странама носача рама. Спојницу обезбедити бочним вијком.

На чела заварених правоугаоних профила у дну носача рама се вијцима везују поклопци са смештеним куглицама у жљебовима. Врата се осовином везују за носач. На врата се поставља вијак. Тако припремљен носач рама се навлачи на већ припремљене лежаје на носачу лежајева.

6.3 Монтажа редуктора

Лежаје за вратило зупчаника и пужа поставити у кућиште редуктора. Дистантне чауре и зупчаник поставити између страница, а затим кроз све позиције провући вратило зупчаника. При провлачењу вратила, поклопити прорез на дистантној чаури са нутом на вратилу, убацити клин, па онда вратило са клином провући кроз зупчаник. Закренути дистантну чауру тако да се прорез на њој више не поклапа са положајем клина. Пуж са горње стране убацити у лежај у доњем делу редуктора (пуж завијати дуж зупчаника). У поклопац редуктора убацити лежај. Поклопац са лежајем поставити на пужно вратило и вијцима везати за кућиште редуктора.

6.4 Монтажа носећег рама са осовином

На рам поставити соларне панеле, причврстити их притезачима, вијком и навртком. На рам са соларним панелима поставити осовину и причврстити је притежућим плочицама. Важно је да раван чела рама буде паралелна оси рупа предвиђених за повезивање осовине са вратилом редуктора. Пре повезивања поставити дводелни преносник на осовину носача рама.

6.5 Монтажа система за закретање

На навојно вретено поставити навртку са полугом. На његове крајеве поставити бочне носаче, па их вијцима везати за заварене правоугаоне профиле носача рама.

Поставити буренце закретања између горњег и доњег носача буренцета. Горњу позицију вијцима причврстити за доњу. Провући полугу навртке кроз буренце, па онда доњи носач вијцима и наврткама везати за горњу плочу постоља. На квадратни профил навојног вретена, поставити звезду и осигурати је вијком.

6.6 Монтажа окретача

Окретач вијцима и наврткама причврстити за носећи рам соларних панела на одговарајуће место.

6.7 Монтажа дводелног преносника

Дводелни преносник навући на осовину носећег рама. Носећи рам са осовином навући на вратило зупчаника, пазећи да чепови са преносника уђу у рупе на бочним странама носећег рама. Тада вијком и навртком обезбедити везивање осовине носача рама и вратила зупчаника.

ЗАКЉУЧАК

Смањење загађености човекове средине је постало императив свих пројеката, а нарочито оних којим се добија енергија. Алтернативни извори енергије: Сунце, ветар и вода својим потенцијалима обезбеђују скупљу, али дугорочно посматрано, исплативију енергију којом се штити будућност Земље. Соларни панели и ветрогенератори као новији, и хидроцентрале као давно примењени системи добијања енергије су тема сваког озбиљног светског скупа који се бави опстанком Земље.

Развој науке, техничко-технолошких процеса, приступачност материјалима који дају посебан квалитет машинских елемената и склопова, олакшавају процесе моделирања. Пре почетка конструкцијског рада, неопходно је анализирање тржишта, финансија, купаца, конкурентности на тржишту, потребно је упознати се са сродним пројектима како би се дошло до добрих идеја. Фазно је текао процес осмишљавања и разраде конструкције. Доста времена је утрошено на различите идеје и конструктивна решења, до коначно усвојеног.

Изабрана тема овог рада, двоосни тракер, је веома инспиративна за конструкције различитих нивоа сложености. Примарна идеја је била да се што једноставнијим конструкцијским решењем обезбеди систем који ће функционисати без обавезног дневног ангажовања човека. Реализација двоосног кретања је, за разлику од уобичајених постојећих, решена једним погоном који поуздано обезбеђује зависност закретања две осе. Конструкција је израђена тако да избалансира улагања и ефекте, да осим функционалности и економичности, и естетика буде задовољена.

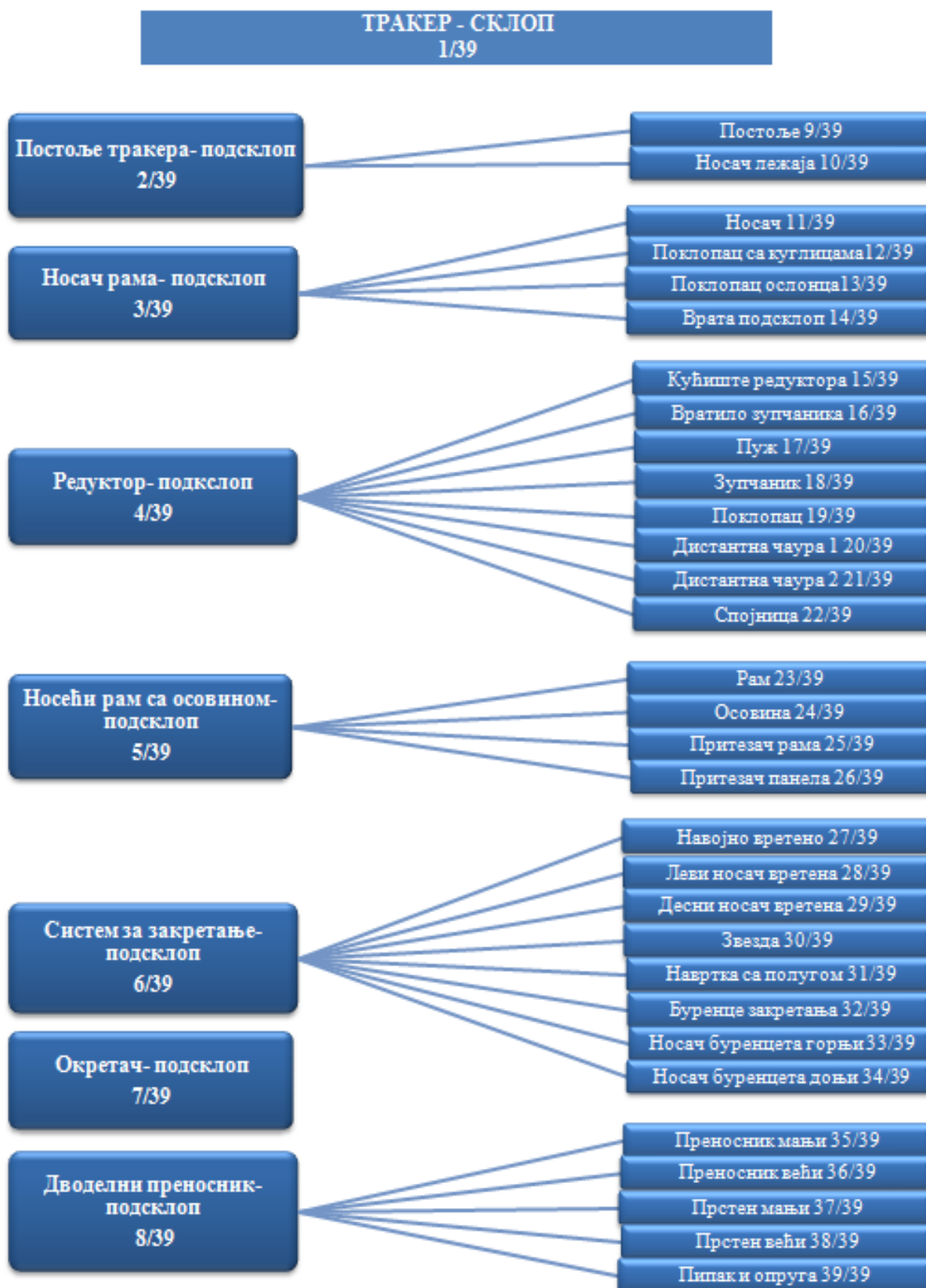
У производњи електричне енергије, Сунце, као извор енергије има динамичну експанзију. Конкурентност јој се значајно повећава поготово када се у поређења уврсти утицај на животну околину. Носачи соларних панела су само системи који обезбеђују неопходни услов правилног положаја фотонапонских плоча према Сунцу. Они, као носачи могу да понесу и нове, унапређене панеле.

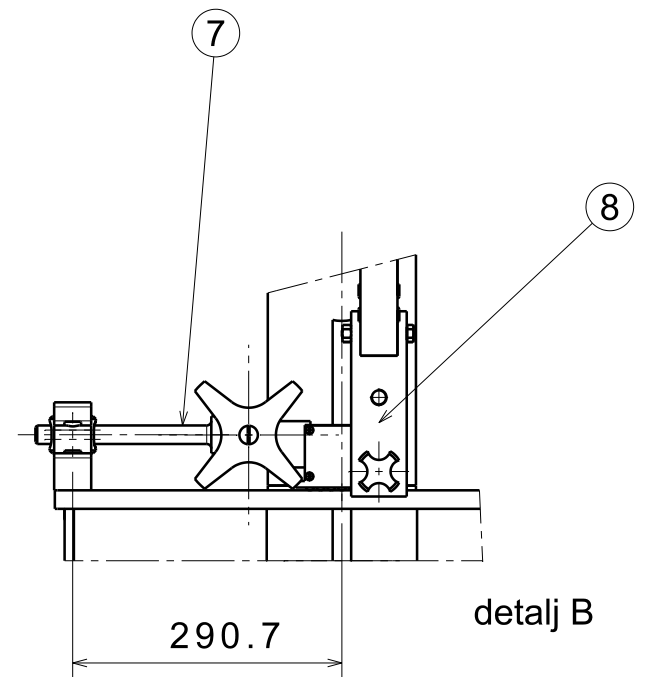
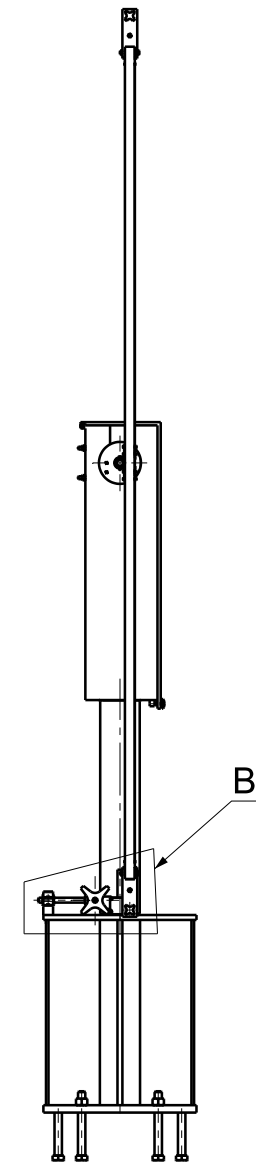
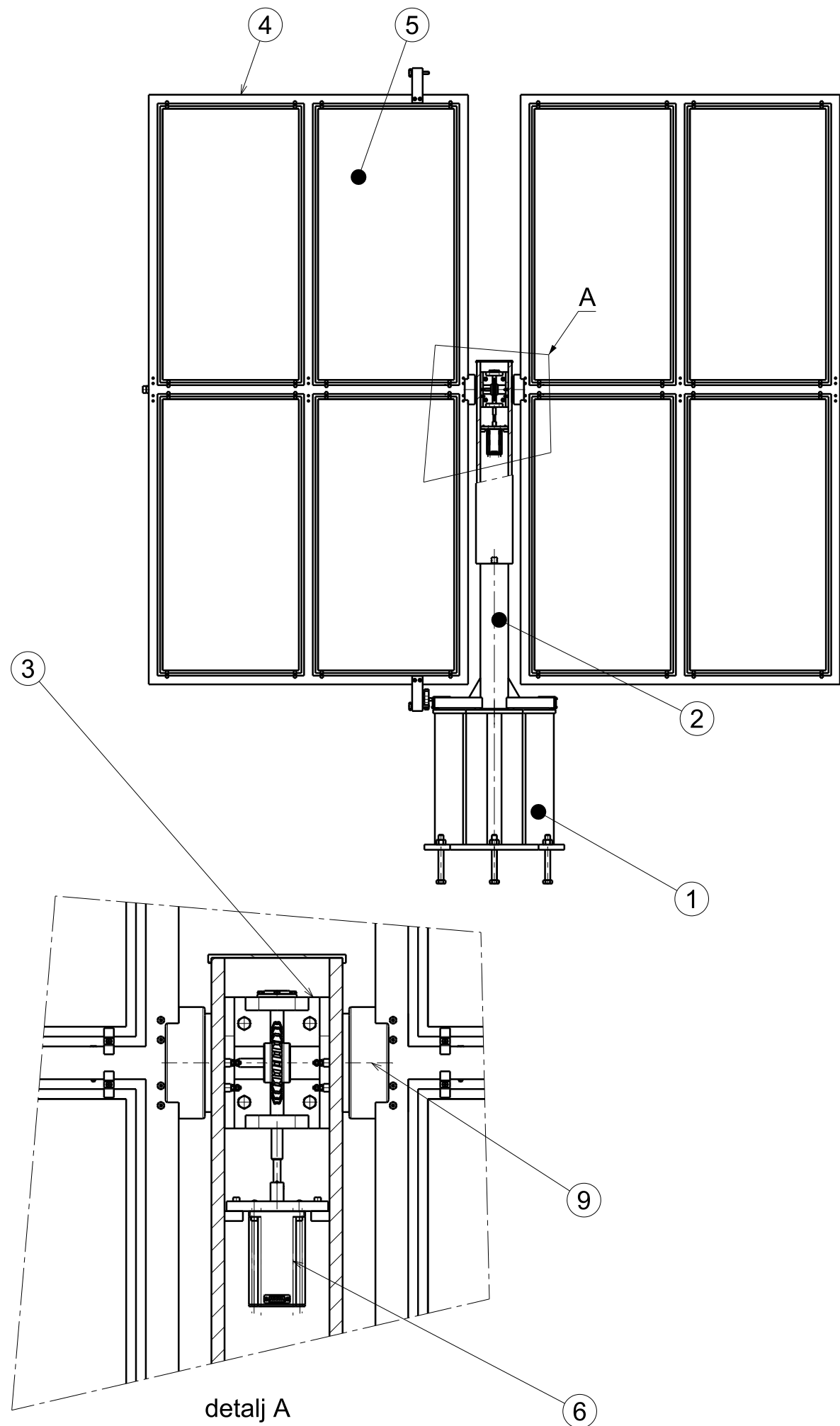
У мастер раду је разрађена идеја, моделирани сви елементи конструкције и дато објашњење свих функционалних склопова. Као главни део задатка, урађена је техничка документација целе конструкције. Њу чине главни склоп, седам подсклопова, и цртежи свих позиција. Дефинисани су сви новоконструисани, нестандартни елементи.

ЛИТЕРАТУРА

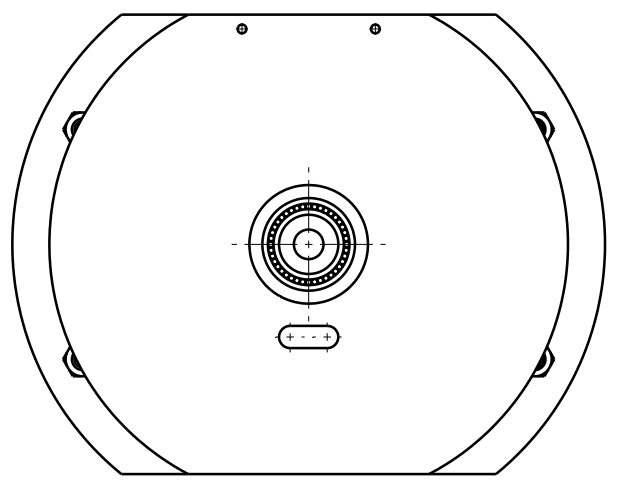
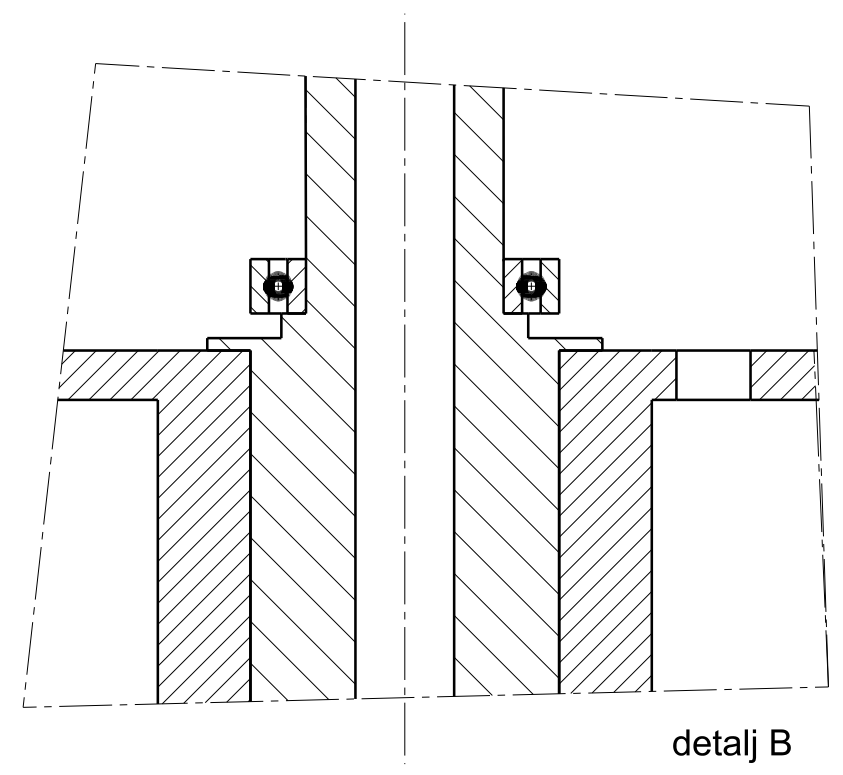
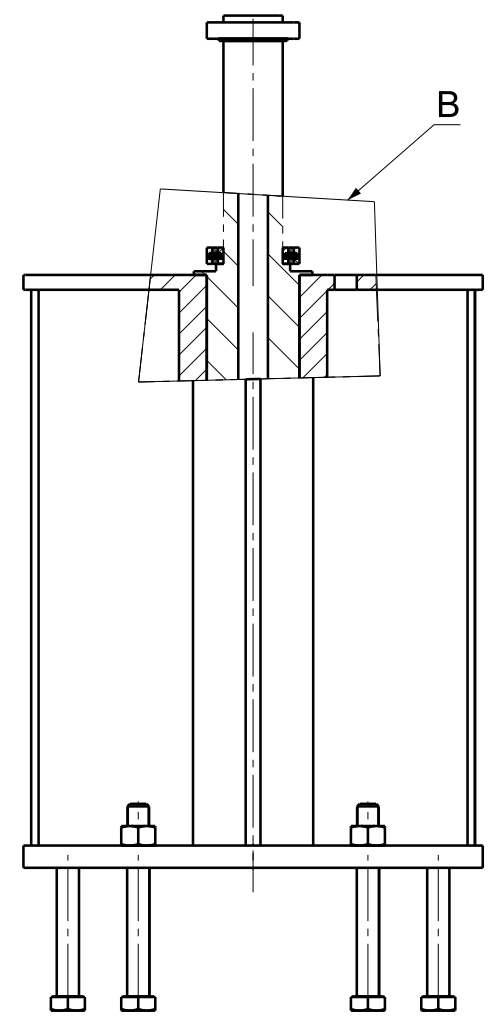
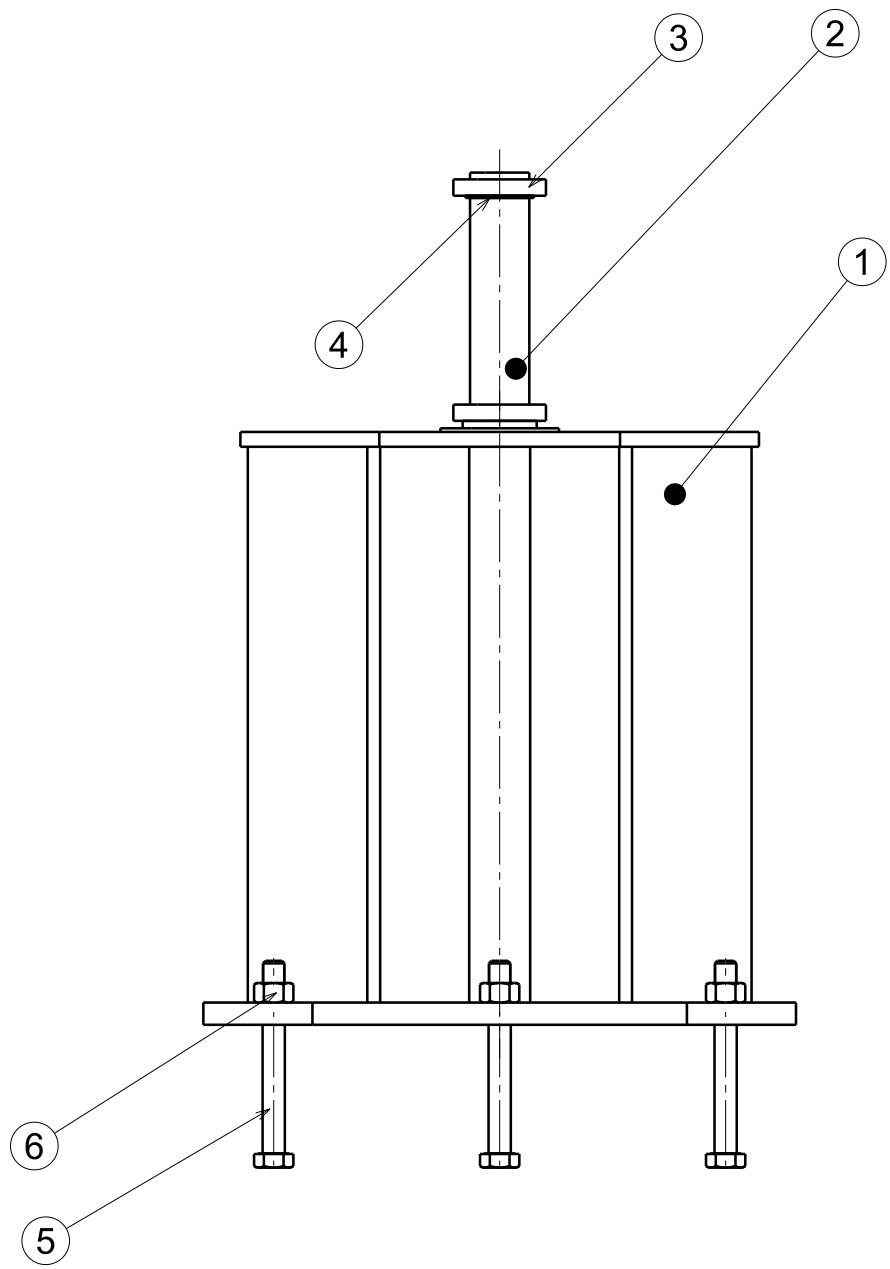
- [1] Симић. З.: *Обновљиви извори енергије*, ЕТФ Осијек, Загреб, 2007.
- [2] Николић. В.: *Машински елементи*, Машински факултет, Крагујевац, 2004.
- [3] Лукић Н., Бабић М.: *Соларна енергија*, Машински факултет у Крагујевцу, 2008.
- [4] Интернет адреса: http://www.izvorienergije.com/obnovljivi_izvori_energije.html, приступљено 23.06.2017.
- [5] Интернет адреса: http://sr.wikipedia.org/sr/Соларна_енергија, приступљено 23.06.2017.
- [6] Интернет адреса: <http://obnovljiviizvorienergije.rs/energija-vetra/>, приступљено 23.06.2017.
- [7] Интернет адреса: <http://sr.wikipedia.org/sr/Хидроенергија>, приступљено 23.06.2017.
- [8] Интернет адреса: https://hr.wikipedia.org/wiki/Energija_biomase, приступљено 23.06.2017.
- [9] Интернет адреса: <file:///E:/52327819-Obnovljivi-Izvori-Energije-Skripta.pdf>, приступљено 23.06.2017.
- [10] Интернет адреса: http://sr.wikipedia.org/sr/Соларне_термалне_електране, приступљено 23.06.2017.
- [11] Интернет адреса: https://hr.wikipedia.org/wiki/Fotonaponska_plo%C4%8Da, приступљено 23.06.2017.
- [12] Интернет адреса: https://sr.wikipedia.org/sr-el/Solarna_%C4%87elija, приступљено 23.06.2017.
- [13] https://hr.wikipedia.org/wiki/Sustav_pra%C4%87enja_polo%C5%BEaja_Sunca, приступљено 23.06.2017.
- [14] Интернет адреса: <http://www.solarnipaneli.org/solarni-paneli-2/>, приступљено 23.06.2017.
- [15] Интернет адреса: <http://www.solarnipaneli.org.rs/ProizvodDetalji.aspx?groupID=1>, приступљено 23.06.2017.
- [16] Интернет адреса: https://www.festo.com/cat/en-gb_gb/data/doc_engb/PDF/EN/EMMS-ST_EN.PDF, приступљено 23.06.2017.

Техничка документација

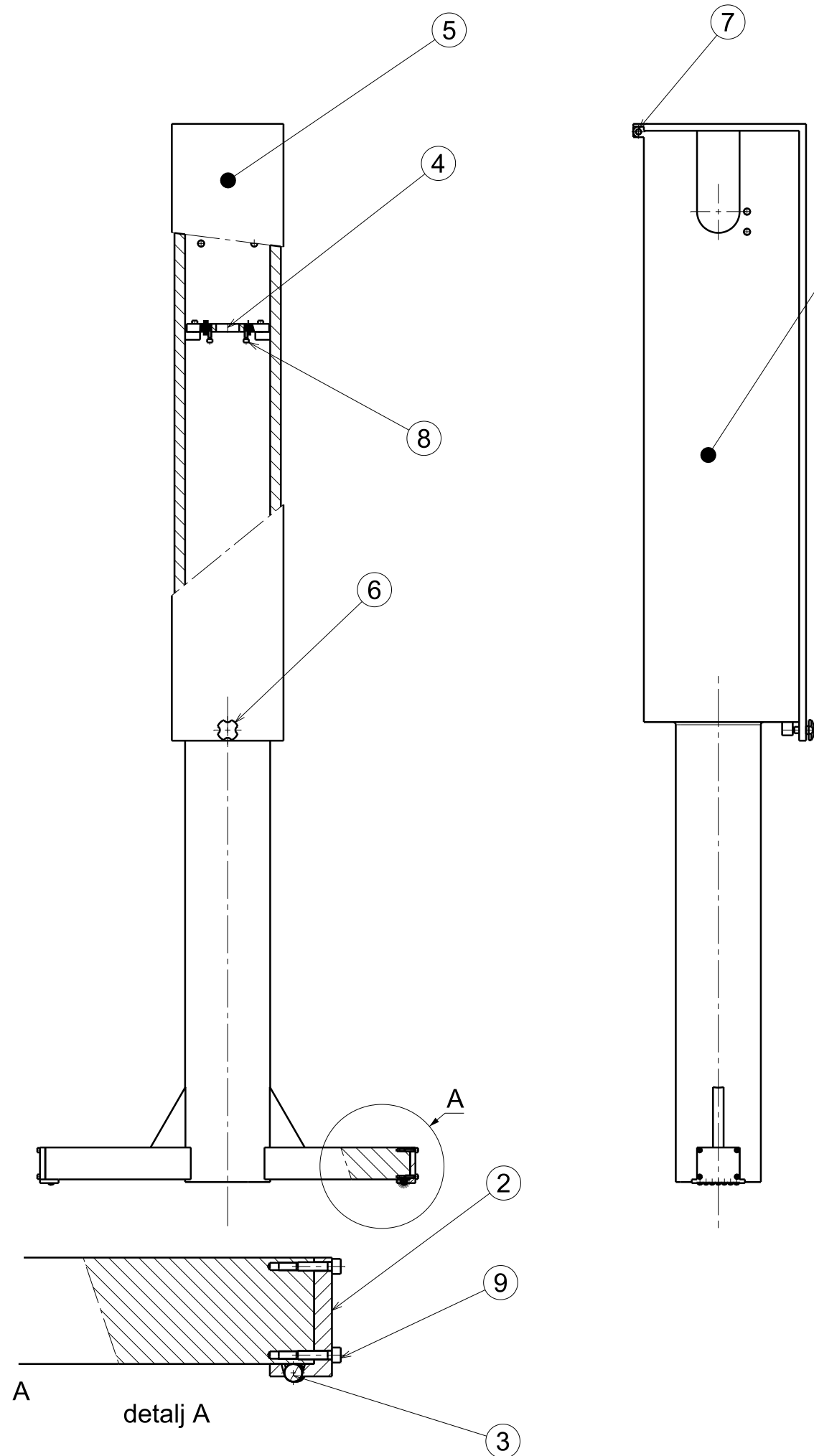




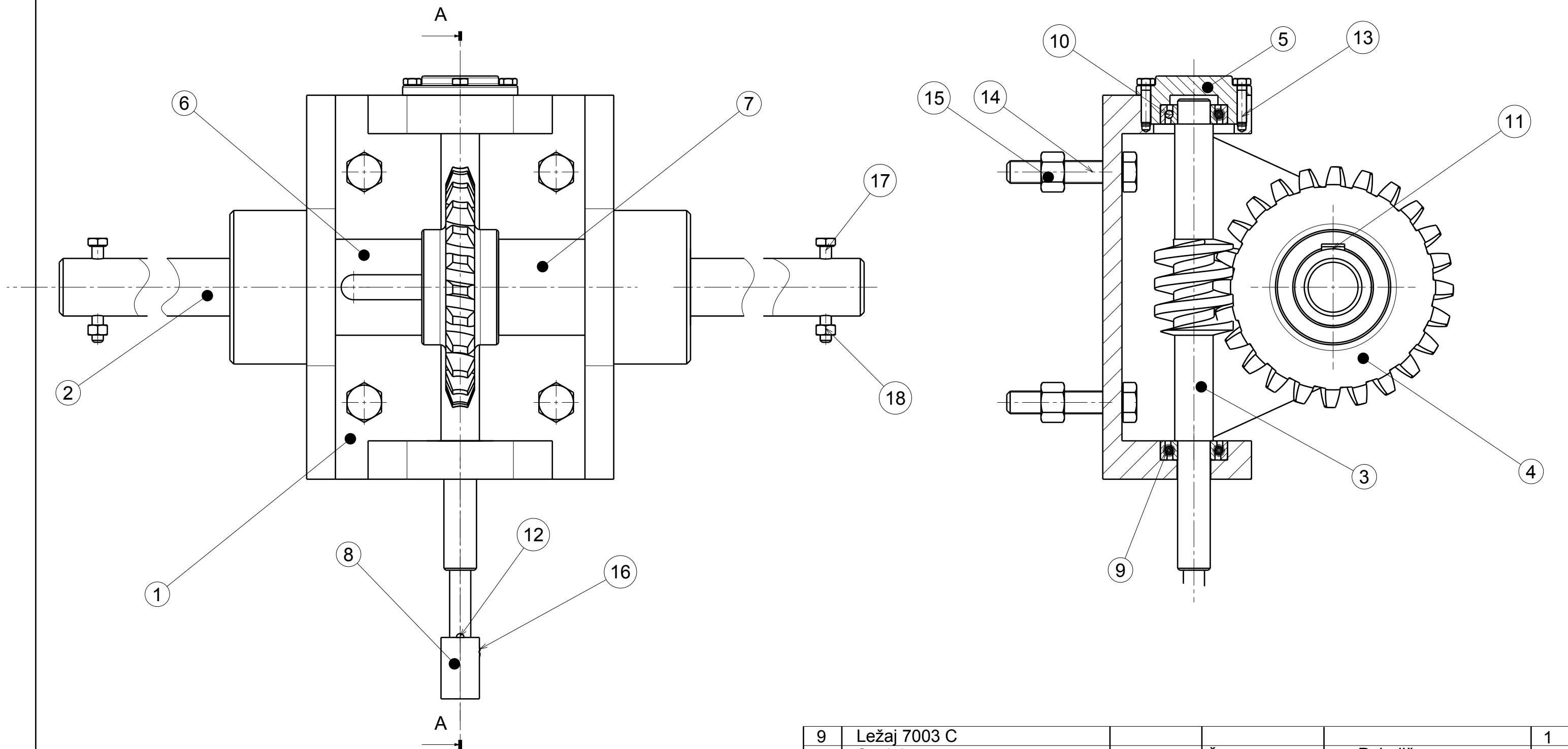
9	Dvodelni prenosnik - podsklop				2	
8	Okretač - podsklop				2	
7	Sistem za zakretanje - podsklop				1	
6	Motor - EMMS-ST-87-L-S-G2				1	
5	Solarni panel - Eurener 200W				8	
4	Noseći ram sa osov. - podsklop				2	
3	Reduktor - podsklop				1	
2	Nosač rama - podsklop				1	
1	Postolje trakera - podsklop				1	
Br.poz.	Naziv pozicije		Standard	Materijal	Termicka obrada	Br.kom.
			Datum	25.06.2017.		Naziv TRAKER -sklop-
			Obradio	Nemanja Trojanovic		
			Odobrio			
				FAKULTET INZENJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC	Oznaka	list 1
					A3 1.0.00	listova 39
					Razmera	Zamena za:
					1:30	
Br.iz.	Izmene		Ime			



6	Navrtka M30	SRPS M.B1.620		6				
5	Vijak M30X260	SRPS M.B1.150		6				
4	Uskočnik 80	SRPS M.C2.401		1				
3	Ležaj 6016			2				
2	Nosač ležaja		Č.1430	Poboljšano	1			
1	Postolje - NS				1			
Br.poz.	Naziv pozicije		Standard	Materijal	Termicka obrada	Br.kom.		
			Datum	25.06.2017.		Naziv Postolje trakera -podsklop-		
			Obradio	Nemanja Trojanovic				
			Odobrio					
			FAKULTET INZENJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC		Oznaka	A3 1.1.00	list	2
							listova	39
					Razmera		Zamena za:	
Br.iz.	Izmene	Ime			1:10			

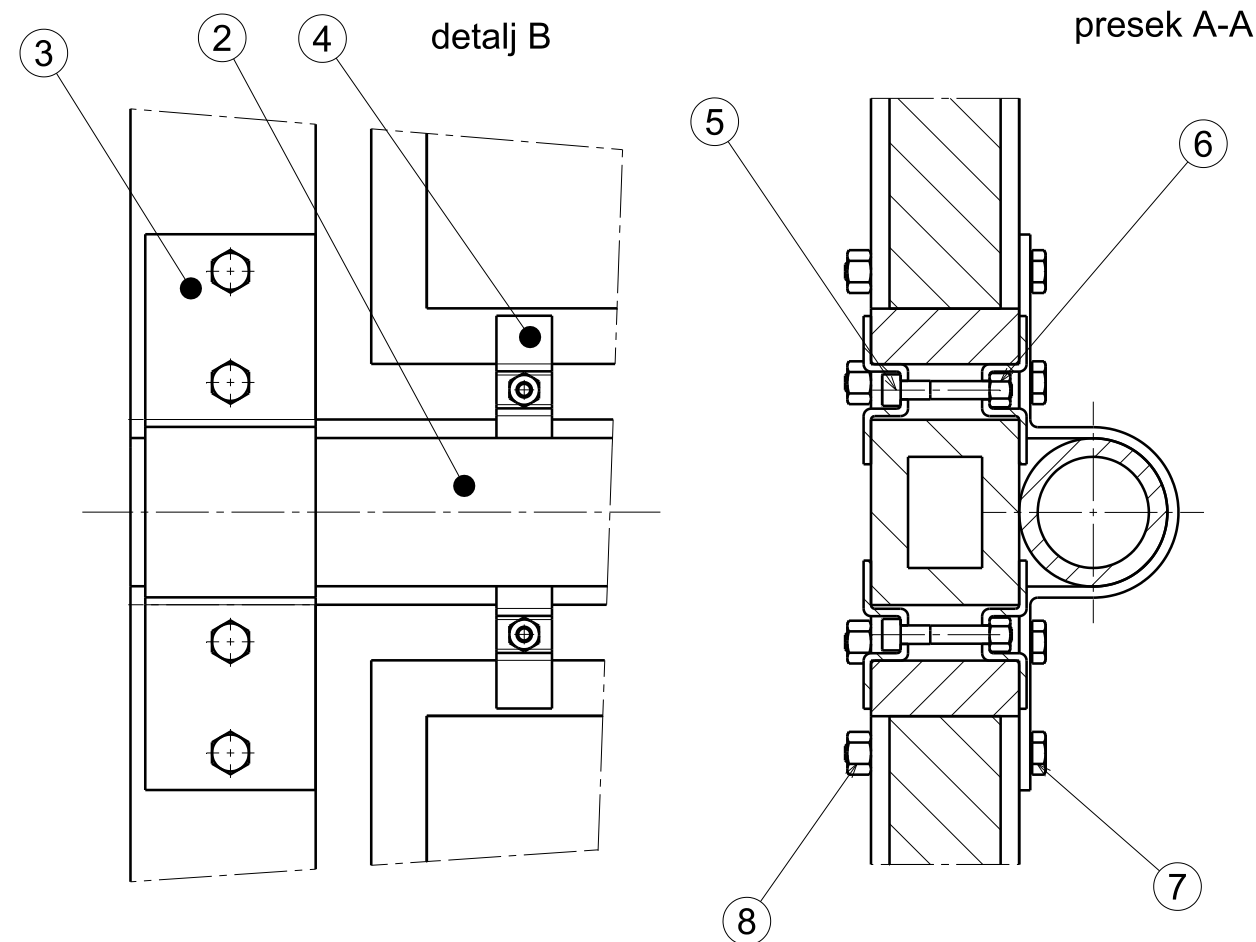
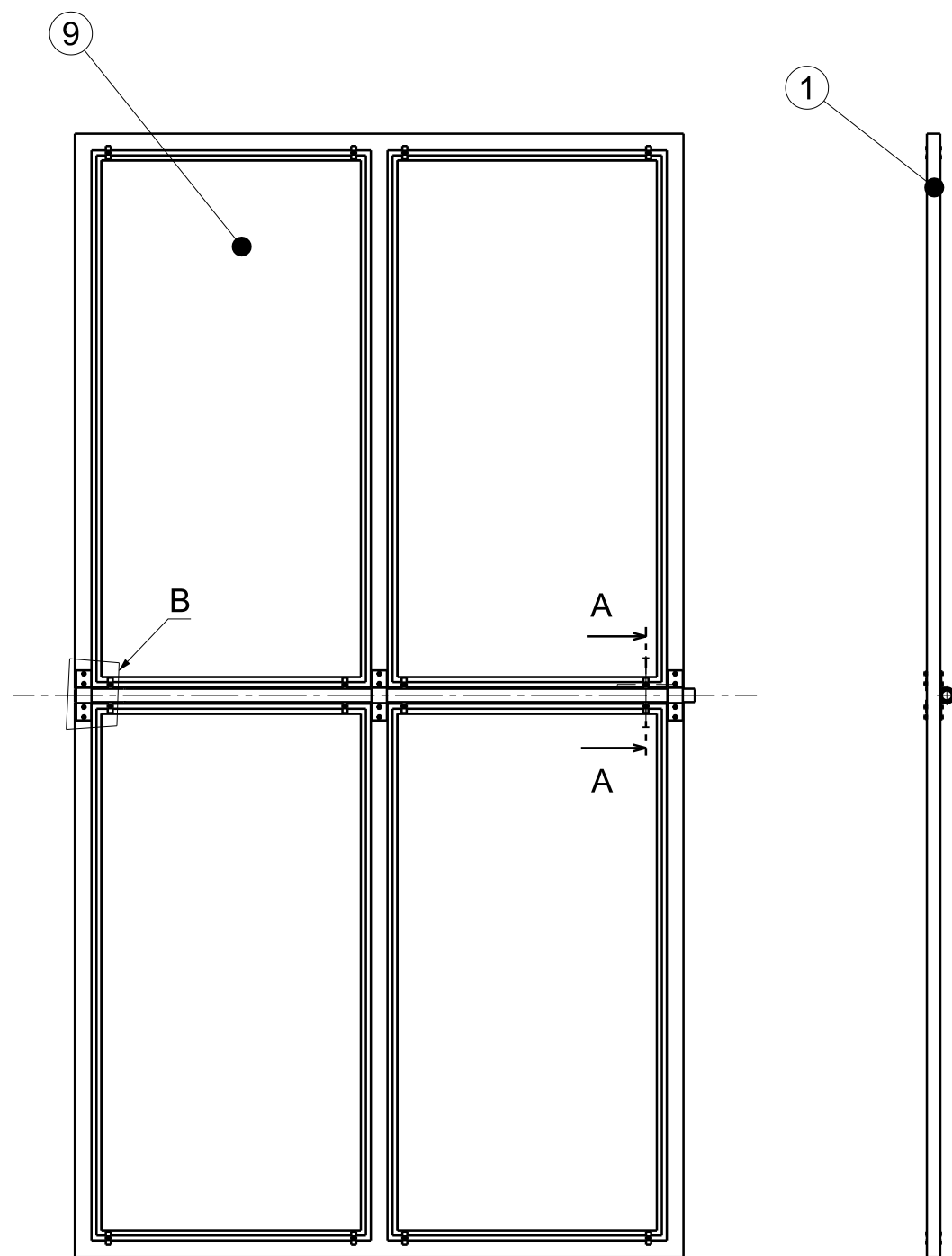


9	Vijak M5X20	SRPS M.B1.120			8			
8	Vijak M6X25	SRPS M.B1.120			8			
7	Osovina vrata		Č.1430		1			
6	Vijak vrata		Č.1430		1			
5	Vrata		Č.1430		4			
4	Nosač motora		Č.1430		1			
3	Kuglica		Č.4171	Poboljšano	14			
2	Poklopac		Č.4171	Poboljšano	2			
1	Nosač - NS		Č.1430		1			
Br.poz.	Naziv pozicije		Standard	Materijal	Termicka obrada	Br.kom.		
			Datum	25.06.2017.		Naziv Nosač rama -podsklop-		
			Obradio	Nemanja Trojanovic				
			Odobrio					
				FAKULTET INZENJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC	Oznaka	A3 1.2.00	list	3
							listova	39
					Razmera		Zamena za:	
					1:10			
Br.iz.	Izmene		Ime					

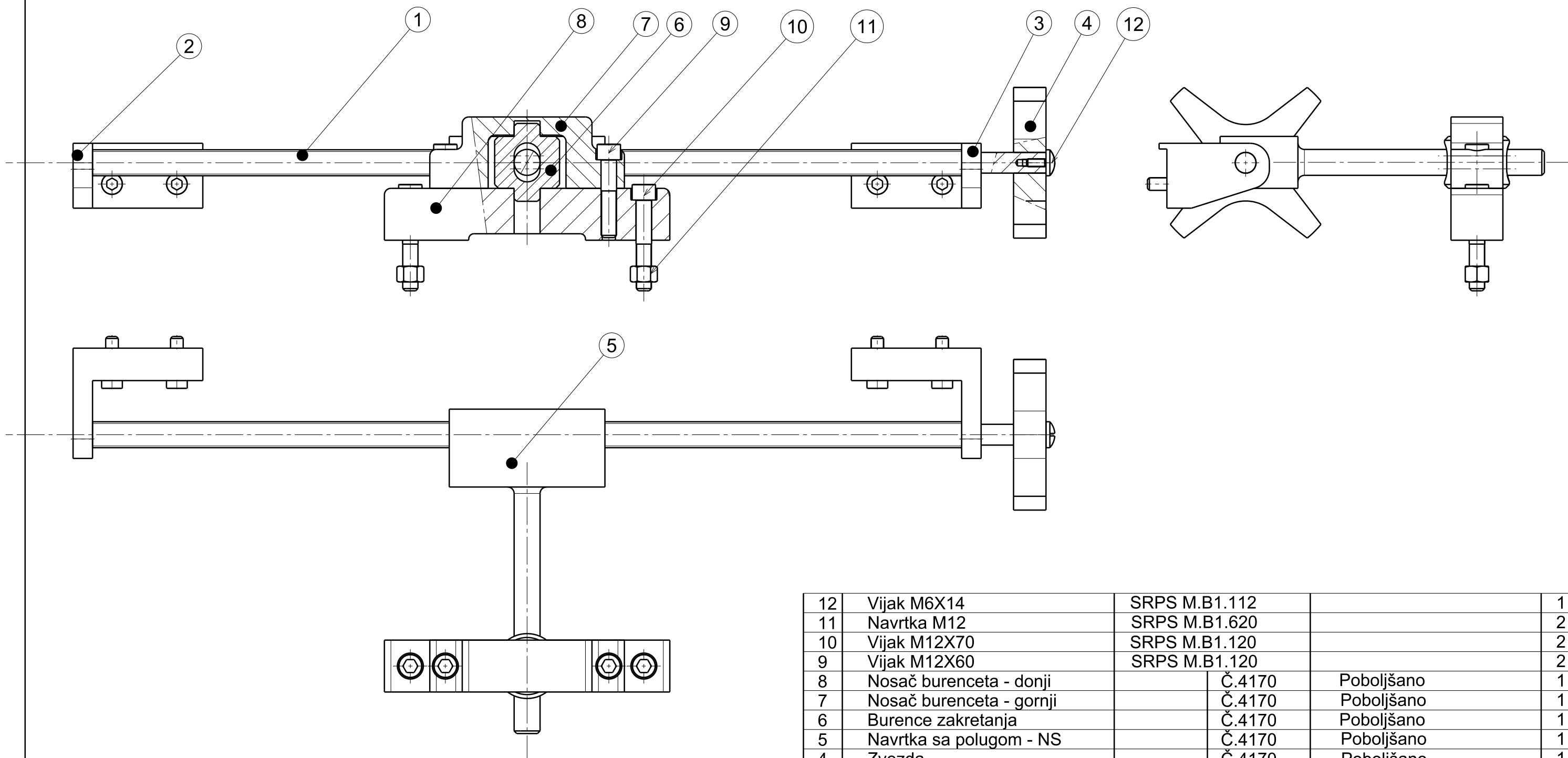


9	Ležaj 7003 C				1
8	Spojnica		Č.1430	Poboljšano	1
7	Distančna čaura 2		Č.1430		1
6	Distančna čaura 1		Č.1430		1
5	Poklopac reduktora		Č.1430		1
4	Zupčanik		Kalajna bronza		1
3	Puž		Č.1730	Poboljšano	1
2	Vratilo zupčanika		Č.1730	Poboljšano	1
1	Kućište reduktora - NS		Č.1430		1

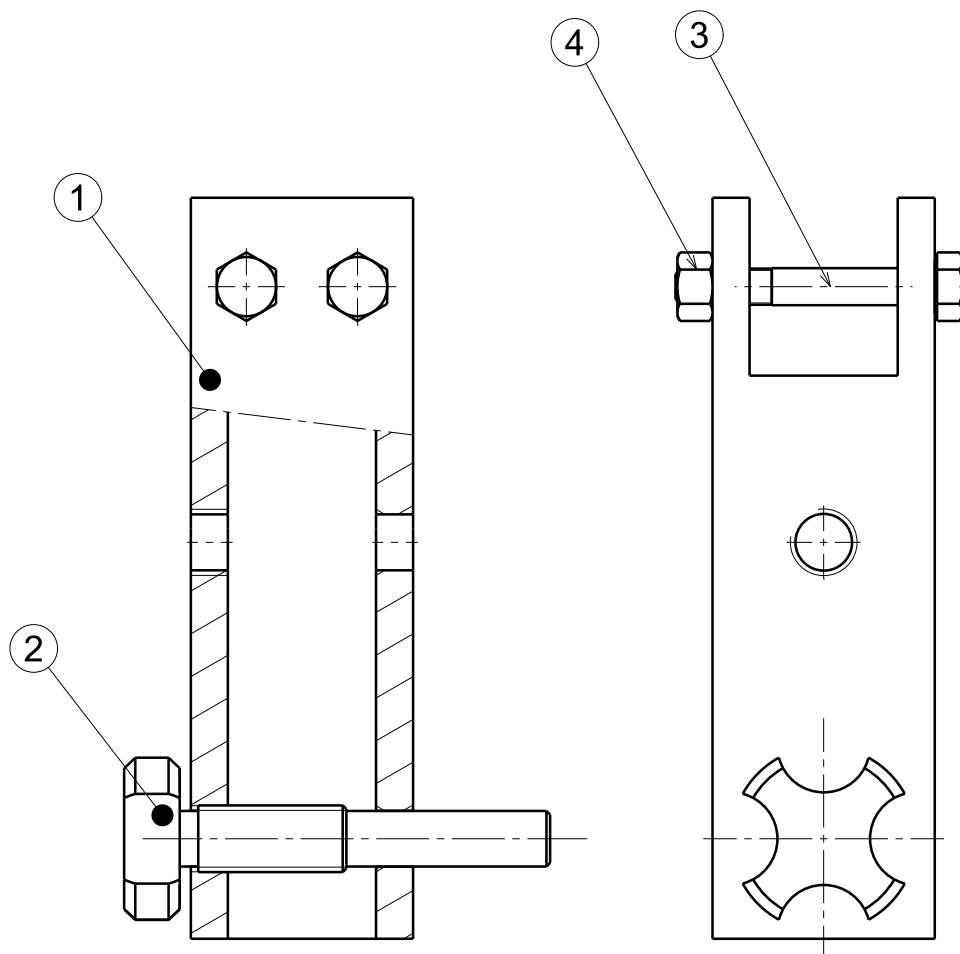
18	Navrtka M6	SRPS M.B1.620	2	Br.poz.	Naziv pozicije			Standard		Materijal		Termicka obrada		Br.kom.
17	Vijak M6X50	SRPS M.B1.150	2					Datum	25.06.2017.		Naziv Reduktor -podsklop-			
16	Vijak M5X6	SRPS M.B1.270	1					Obradio	Nemanja Trojanovic					
15	Navrtka M12	SRPS M.B1.620	4											
14	Vijak M12X60	SRPS M.B1.150	4					Odobrio						
13	Vijak M5X20	SRPS M.B1.150	4					FAKULTET INZENJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC			Oznaka A3 1.3.00		list	4
12	Klin A 32X4X4	SRPS M.C2.060	1								listova		39	
11	Klin A 40X12X6	SRPS M.C2.060	1								Razmera 1:2		Zamena za:	
10	Ležaj 7003 C		1	Br.iz.	Izmene		Ime							



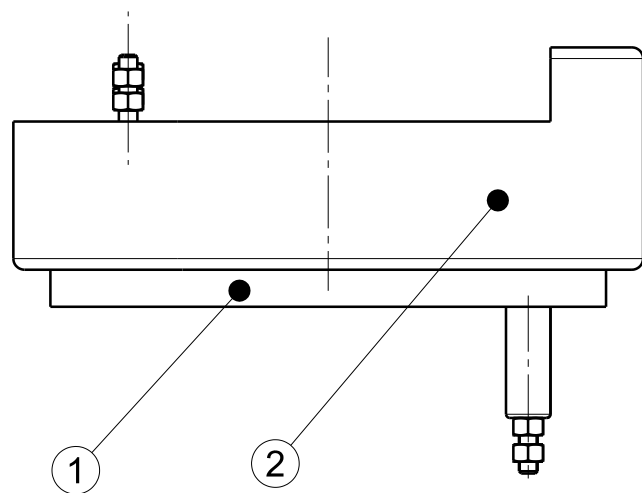
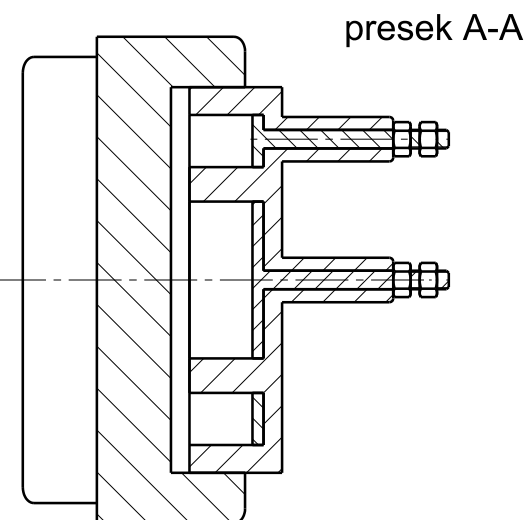
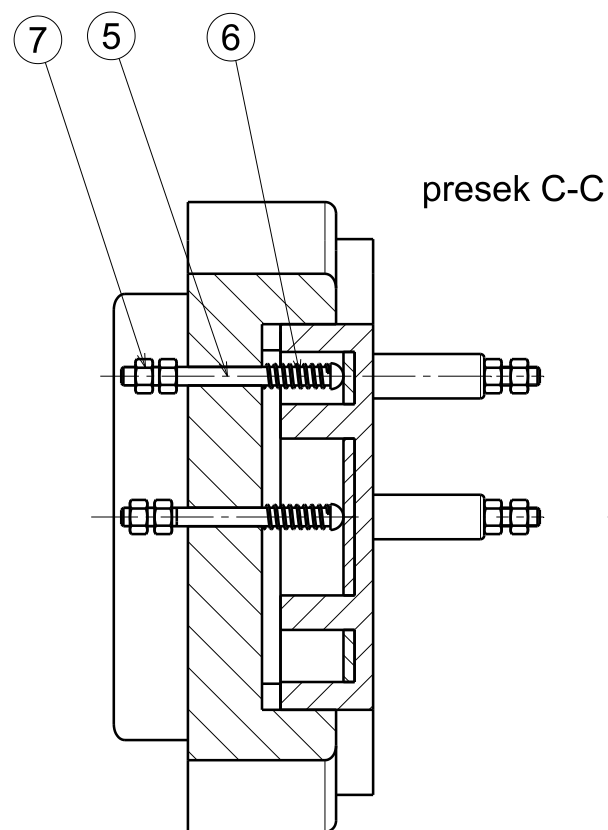
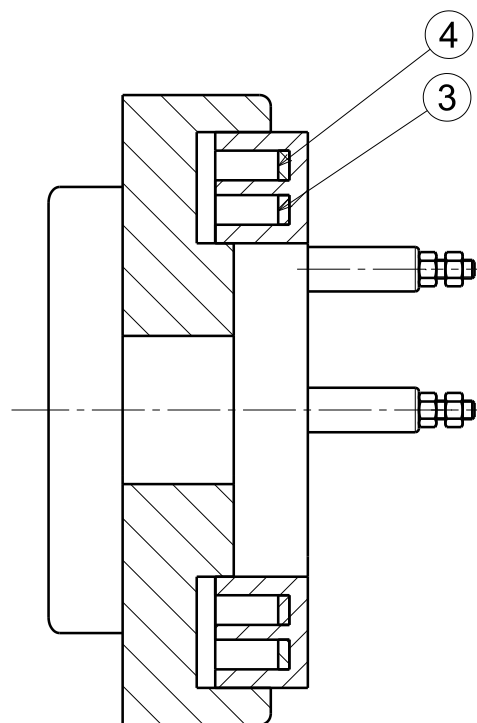
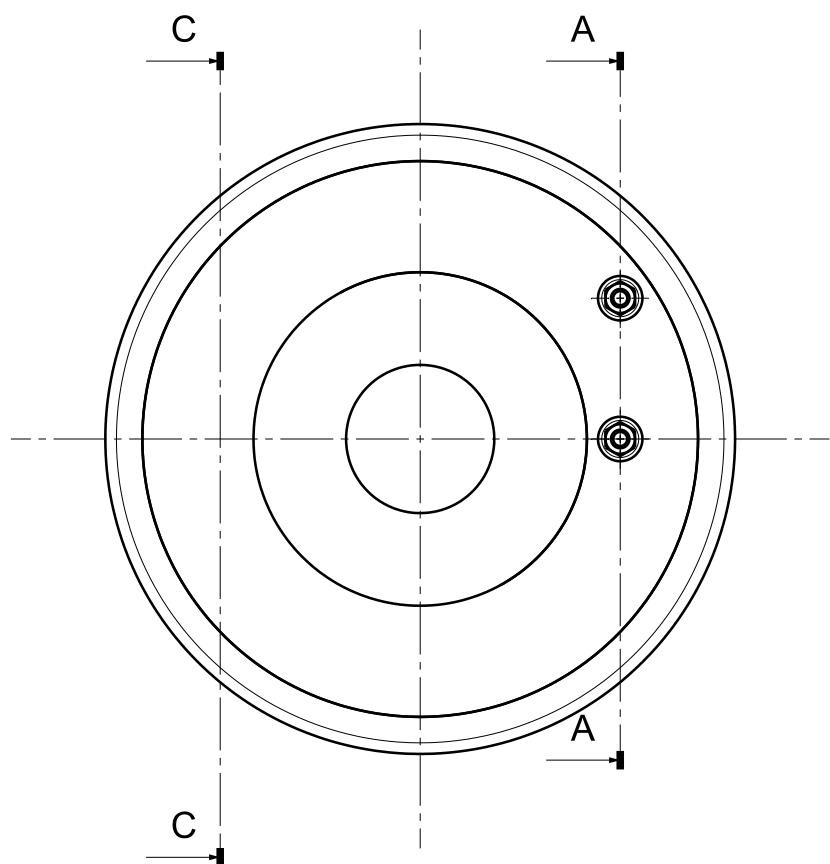
9	Solarni panel				4		
8	Navrtka M6	SRPS M.B1.620			24		
7	Vijak M6X50	SRPS M.B1.150			24		
6	Navrtka M5	SRPS M.B1.620			16		
5	Vijak M5X30	SRPS M.B1.120			16		
4	Pritezač panela		Č.1430		32		
3	Pritezač rama		Č.1430		6		
2	Osovina		Č.1212		2		
1	Ram - NS		Alumin.		2		
Br.poz.	Naziv pozicije		Standard	Materijal	Termicka obrada	Br.kom.	
			Datum	25.06.2017.	Naziv Noseći ram sa osovinom -podsklop-		
			Obradio	Nemanja Trojanovic			
			Odobrio				
			FAKULTET INZENJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC		Oznaka	list 5	
					A3 1.4.00	listova 39	
					Razmera		Zamena za:
					1:20		
Br.iz.	Izmene		Ime				



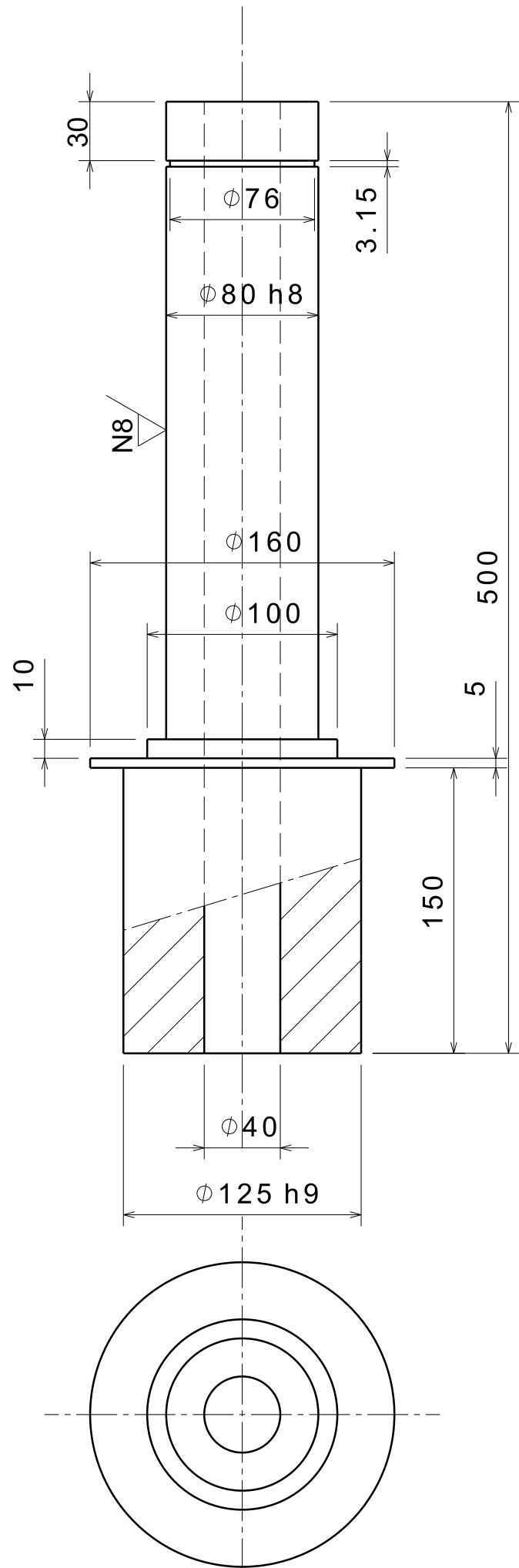
12	Vijak M6X14	SRPS M.B1.112			1		
11	Navrtka M12	SRPS M.B1.620			2		
10	Vijak M12X70	SRPS M.B1.120			2		
9	Vijak M12X60	SRPS M.B1.120			2		
8	Nosač burenceta - donji		Č.4170	Poboljšano	1		
7	Nosač burenceta - gornji		Č.4170	Poboljšano	1		
6	Burence zakretanja		Č.4170	Poboljšano	1		
5	Navrtka sa polugom - NS		Č.4170	Poboljšano	1		
4	Zvezda		Č.4170	Poboljšano	1		
3	Desni nosač vretena		Č.4170	Poboljšano	1		
2	Levi nosač vretena		Č.4170	Poboljšano	1		
1	Navojno vreteno		Č.4170	Poboljšano	1		
Br.poz.	Naziv pozicije		Standard	Materijal	Termicka obrada	Br.kom.	
			Datum	25.06.2017.		Naziv Sistem za zakretanje -podsklop-	
			Obradio	Nemanja Trojanovic			
			Odobrio				
				FAKULTET INZENJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC	Oznaka	list 6	
					A3 1.7.00	listova 39	
Br.iz.	Izmene		Ime		Razmera 1:3	Zamena za:	



4	Navrtka M10			SRPS M.B1.620			1
3	Vijak M10X70			SRPS M.B1.120			1
2	Vijak okretača				Č.4170		1
1	Telo okretača				Č.4170		1
Br.poz.	Naziv pozicije			Standard	Materijal	Termicka obrada	Br.kom.
				Datum	25.06.2017.		Naziv Okretač - podsklop -
				Obradio	Nemanja Trojanovic		
				Odobrio			
				FAKULTET INZENJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC		Oznaka	list 7
						A4 1.8.00	listova 39
Br.iz.	Izmene		Ime	Razmera 1:1		Zamena za:	

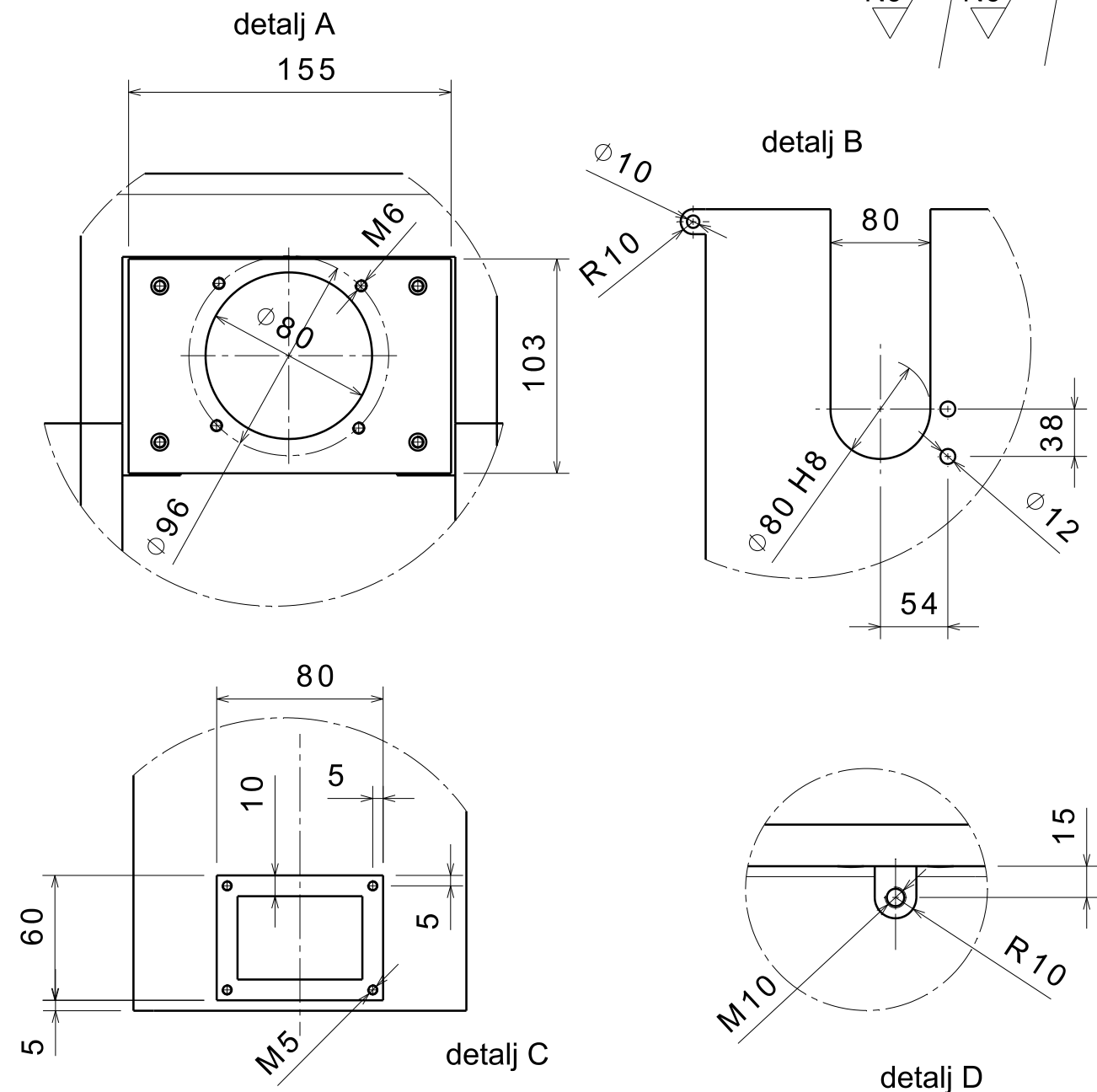
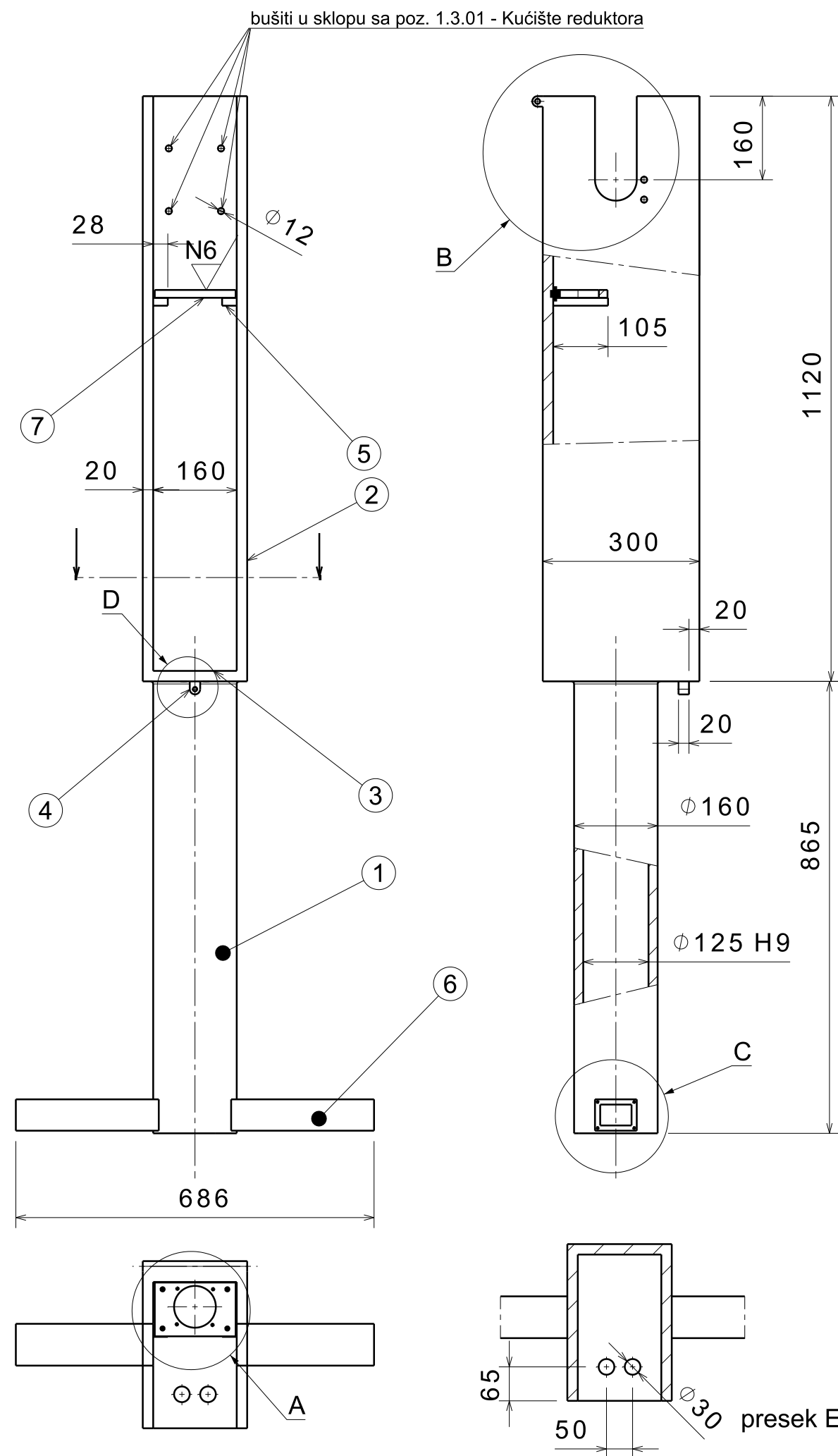


7	Navrtka M5	SRPS M.B1.620				8	
6	Opruga		Patent. žica			2	
5	Pipak		Mesing			2	
4	Prsten veći - NS		Mesing			2	
3	Prsten manji - NS		Mesing			1	
2	Prenosnik veći		Poliester			1	
1	Prenosnik manji		Poliester			1	
Br.poz.	Naziv pozicije		Standard	Materijal	Termicka obrada	Br.kom.	
			Datum	25.06.2017.		Naziv Dvodelni prenosnik -podsklop-	
			Obradio	Nemanja Trojanovic			
			Odobrio				
			FAKULTET INZENJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC		Oznaka	list 8	
					A3 1.9.00	listova 39	
					Razmera		Zamena za:
					1:2		
Br.iz.	Izmene		Ime				



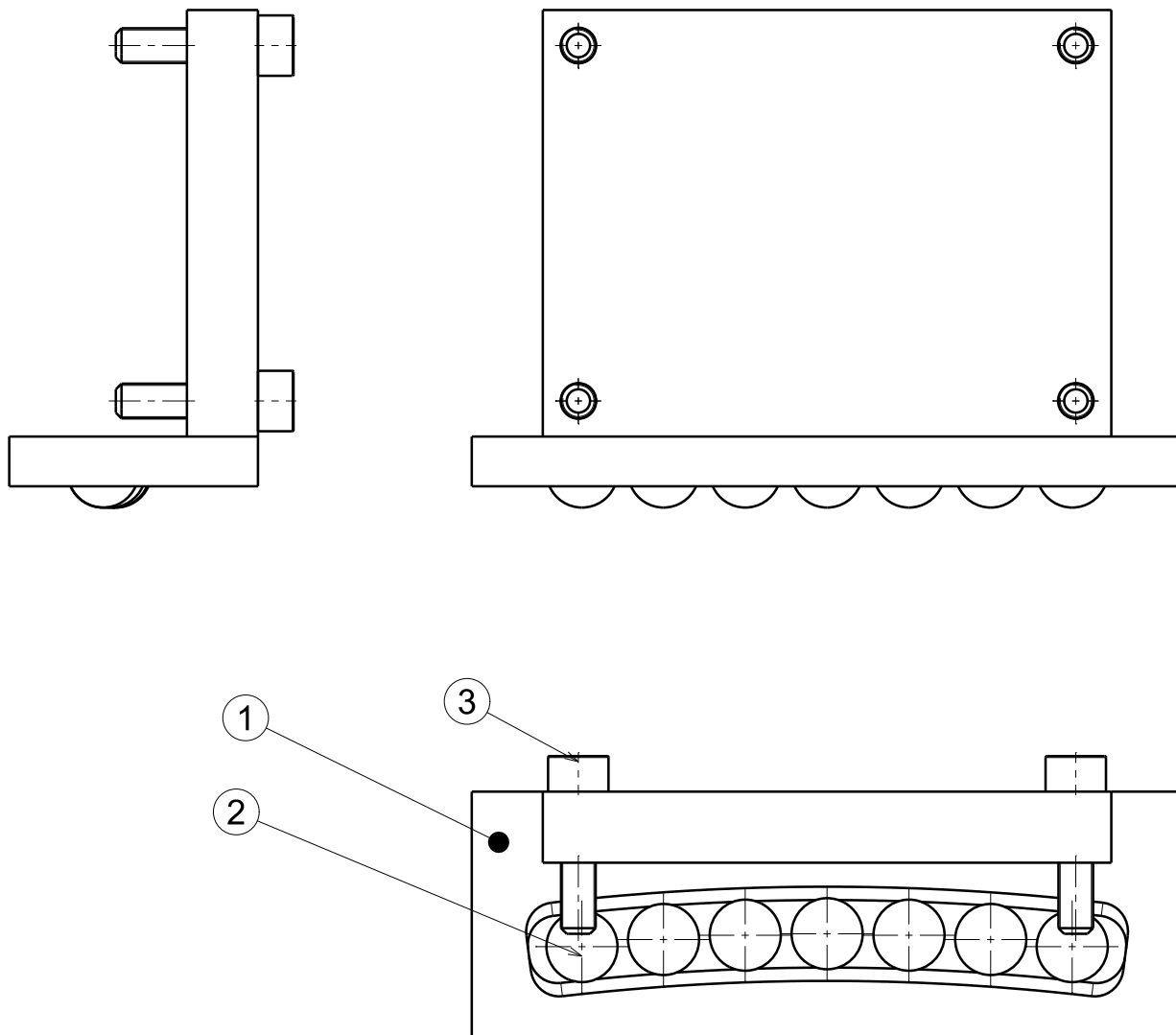
Ostre ivice oboriti 1X45°.

Tolerancije slobodnih mera				Povrsinska hrapavost				Povrsinska zastita			
Materijal: Č.1430								Termicka obrada			
										Masa	Razmera 1:3
				Datum	25.06.2017.			Naziv Nosač ležaja			
				Obradio	Nemanja Trojanovic						
				Odobrio							
				FAKULTET INZENJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC				Oznaka A3 1.1.02		list 10	
										listova 39	
Br.iz.	Izmene		Ime							Zamena za:	



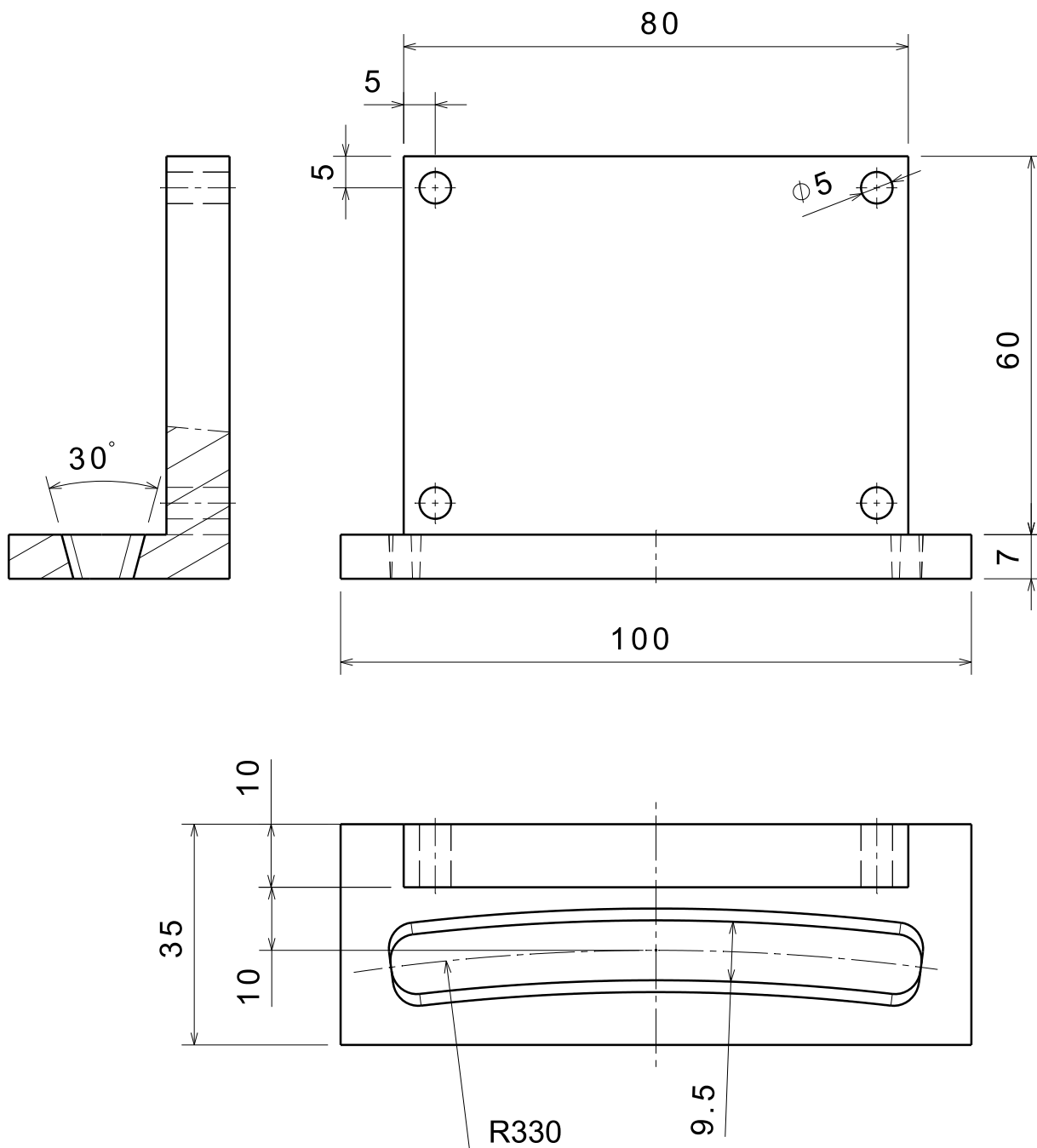
Zavariti sve pozicije
osim poz.7- Nosač motora

7	Nosač motora		Č.1430		1
6	Oslonac		Č.1430		2
5	Pločica		Č.1430		2
4	Nosač vijka vrata		Č.1430		1
3	Donja stranica		Č.1430		1
2	Bočna stranica		Č.1430		2
1	Cev nosača		Č.1430		1
Br.poz.	Naziv pozicije	Standard	Materijal	Termicka obrada	Br.kom.
		Datum	25.06.2017.	Naziv Nosač - NS	
		Obradio	Nemanja Trojanovic		
		Odobrio			
		FAKULTET INZENJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC		Oznaka A3 1.2.01	list 11 listova 39
Br.iz.	Izmene	Ime		Razmera 1:10	Zamena za:

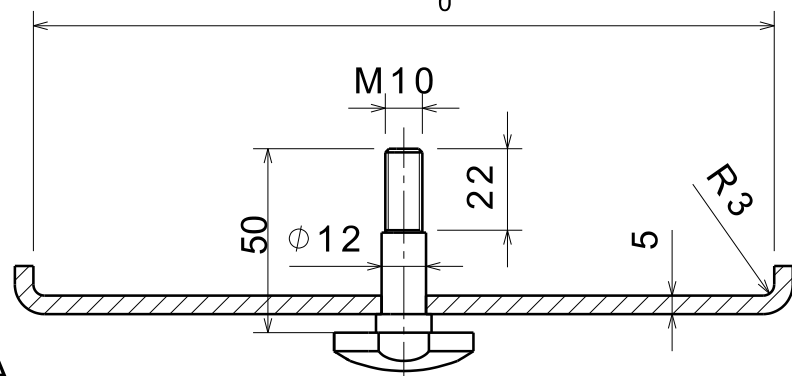
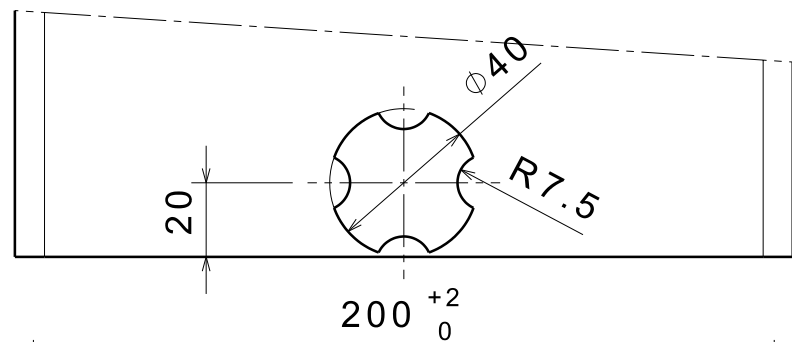
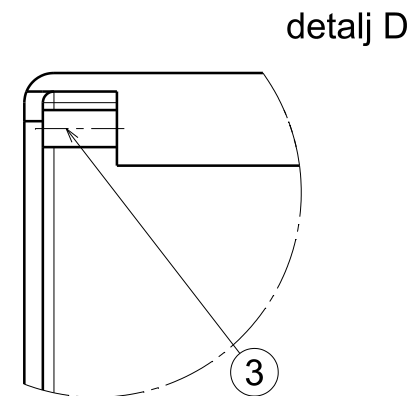
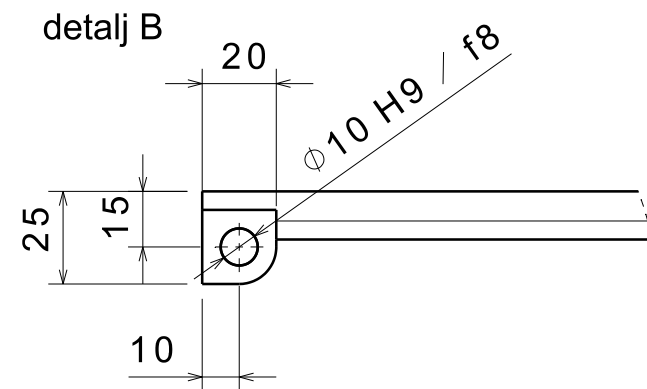
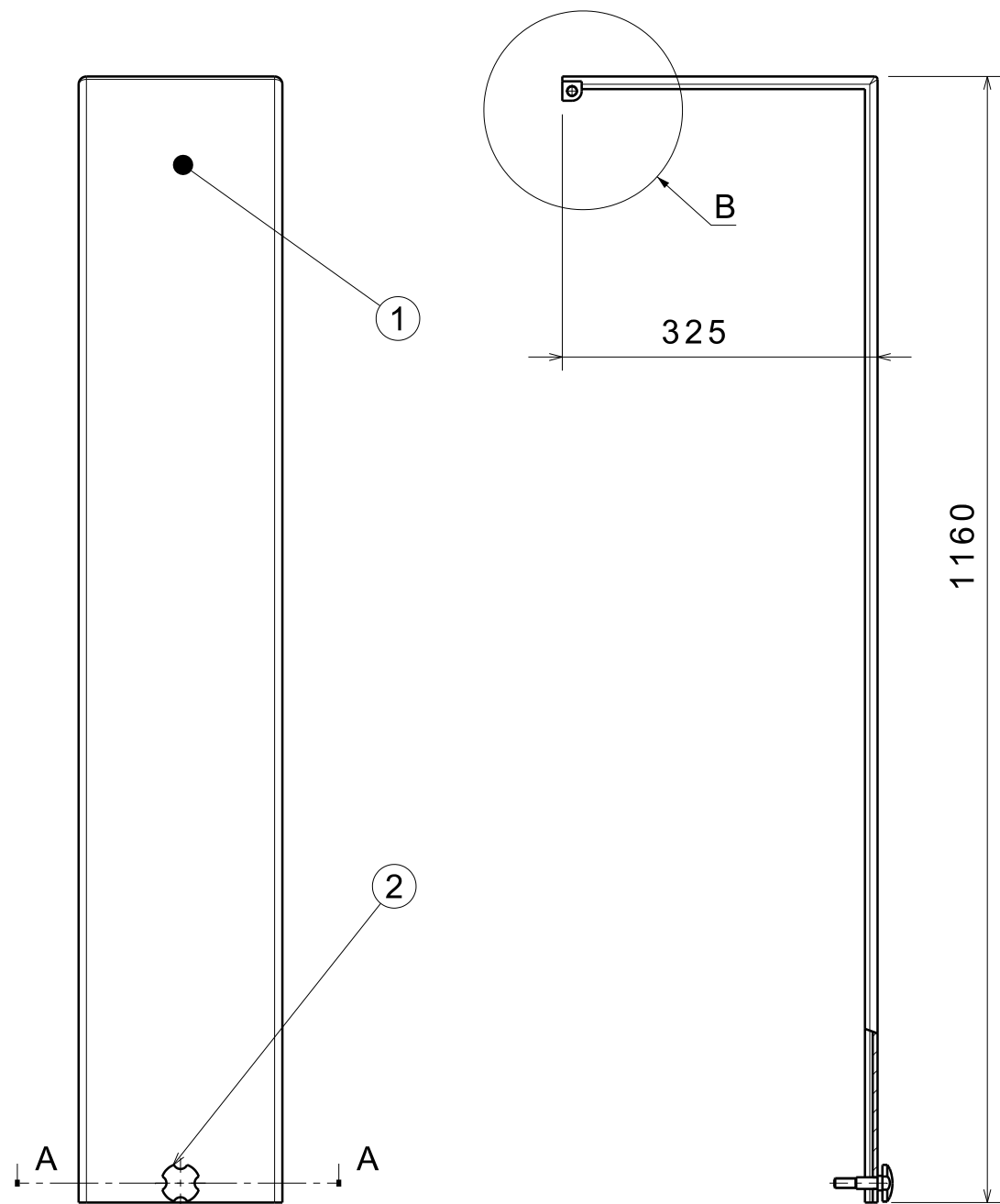


3	Vijak M10X70			SRPS M.B1.120			4	
2	Kuglica $\phi 10$				Č.4170		7	
1	Poklopac oslonca				Č.4170		1	
Br.poz.	Naziv pozicije			Standard	Materijal	Termicka obrada	Br.kom.	
				Datum	25.06.2017.		Naziv Poklopac sa kuglicama - podsklop -	
				Obradio	Nemanja Trojanovic			
				Odobrio				
				FAKULTET INZENJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC			Oznaka A4 1.2.02	list 12
							Razmera 1:1	listova 39
Br.iz.	Izmene			Ime	Zamena za:			

N8

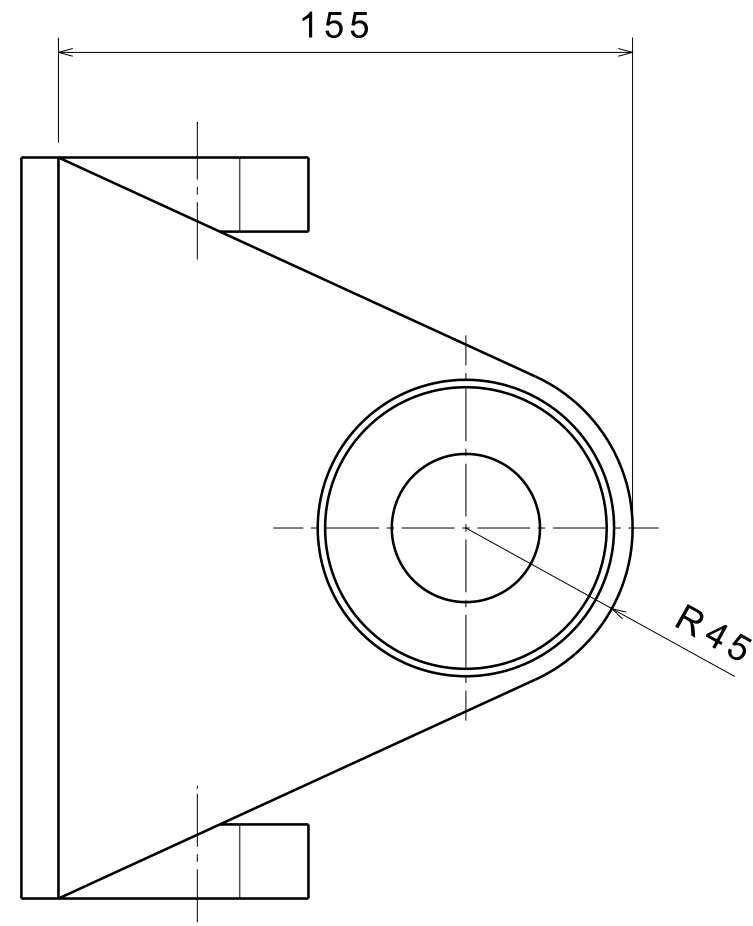
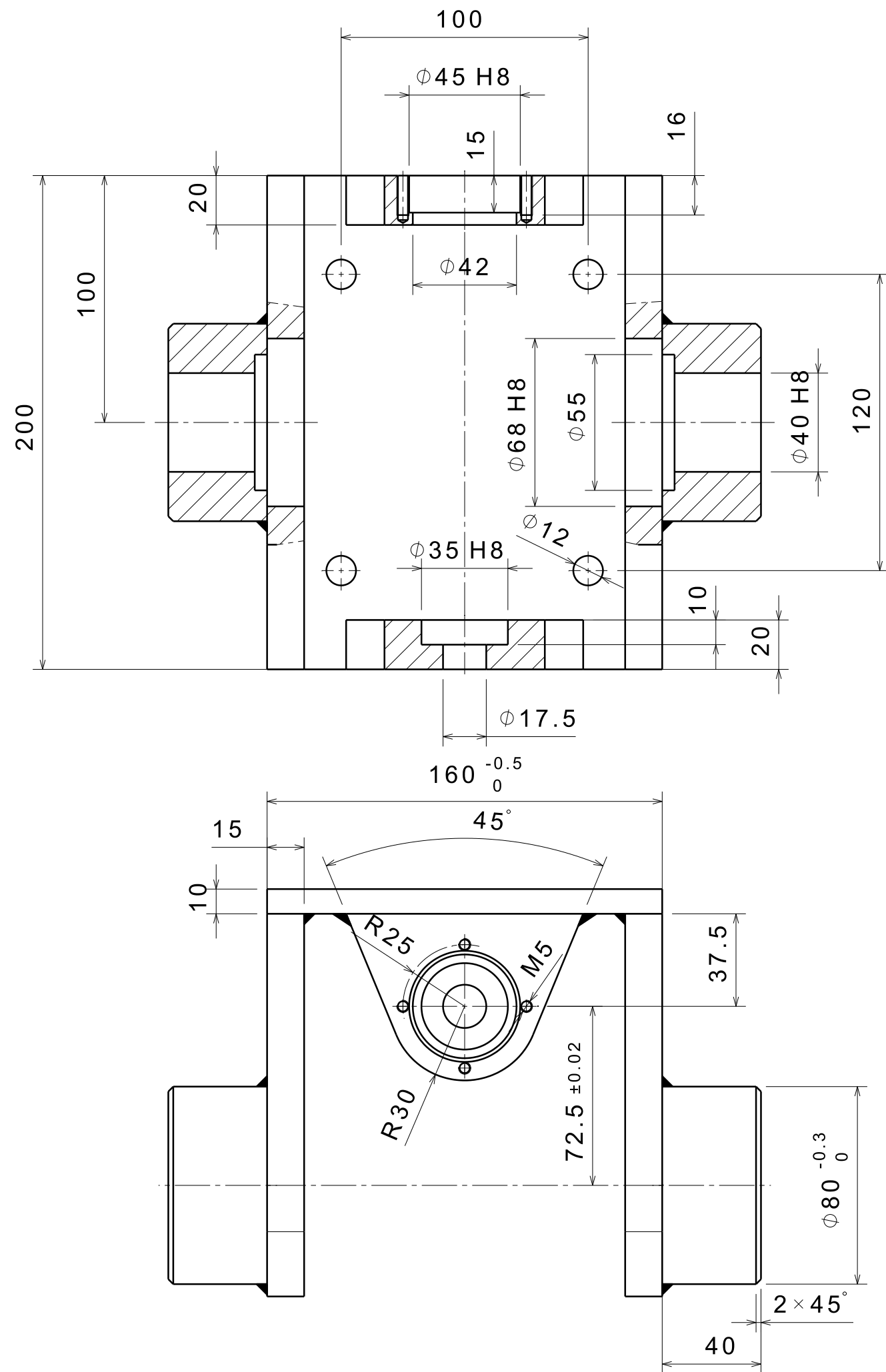


Tolerancije slobodnih mera				Povrsinska hrapavost			Povrsinska zastita				
Materijal: C.4170							Termicka obrada				
								Masa	Razmera 1:1		
				Datum	25.06.2017.		Naziv Poklopac oslonca				
				Obradio							
				Odobrio							
				FAKULTET INZENJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC			Oznaka A4 1.2.02.01		list 13		
									listova 39		
Br.iz.	Izmene		Ime						Zamena za:		

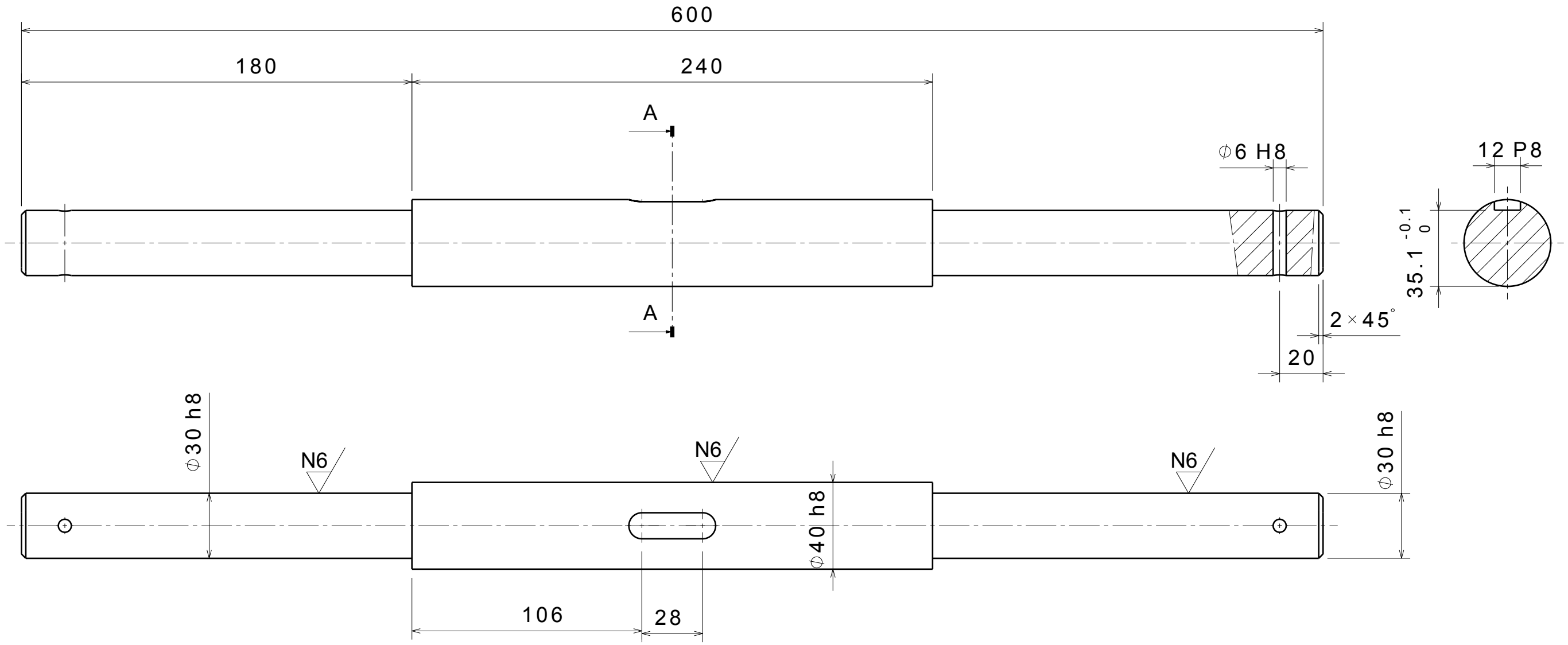


presek A-A

3	Osovina vrata		Č.1430		1
2	Vijak vrata		Č.1430		1
1	Vrata		Č.1430		1
Br.poz.	Naziv pozicije	Standard	Materijal	Termicka obrada	Br.kom.
		Datum	25.06.2017.	Naziv Vrata -podsklop-	
		Obradio	Nemanja Trojanovic		
		Odobrio			
		FAKULTET INZENJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC		Oznaka A3 1.2.03	list 14 listova 39
Br.iz.	Izmene			Razmera 1:7	Zamena za:

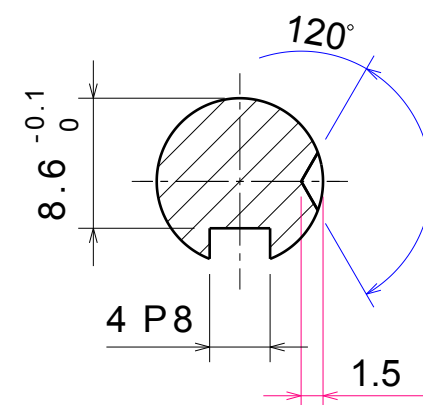
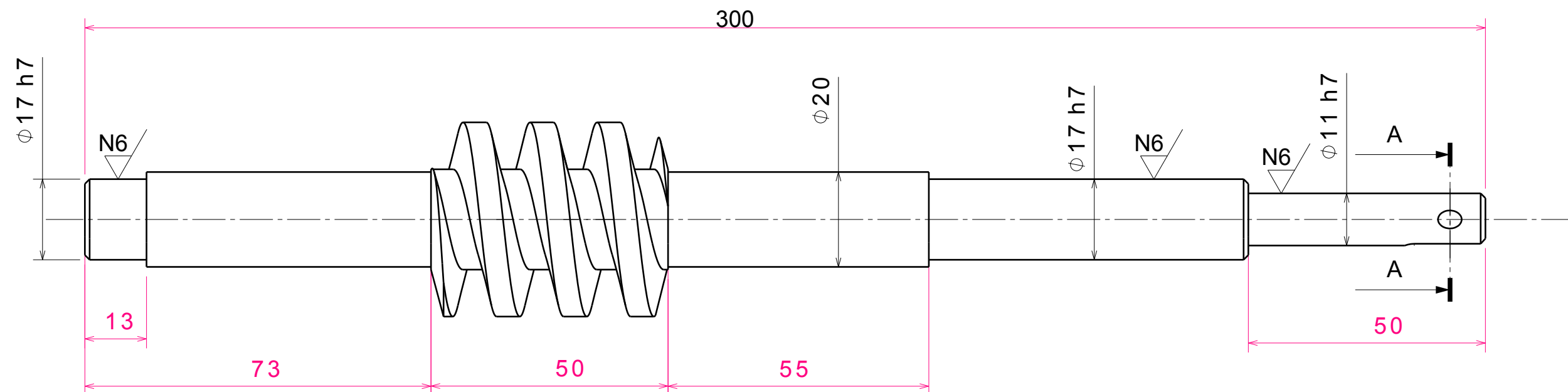


5	Desni nosač		Č.1430		1
4	Levi nosač		Č.1430		1
3	Donja ploča		Č.1430		1
2	Gornja ploča		Č.1430		1
1	Noseća ploča		Č.1430		1
Br.poz.	Naziv pozicije	Standard	Materijal	Termicka obrada	Br.kom.
		Datum	25.06.2017.	Naziv Kućište reduktora NS	
		Obradio	Nemanja Trojanovic		
		Odobrio			
			FAKULTET INZENJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC	Oznaka A3 1.3.01	list 15 listova 39
Br.iz.	Izmene	Ime		Razmera 1:2	Zamena za:



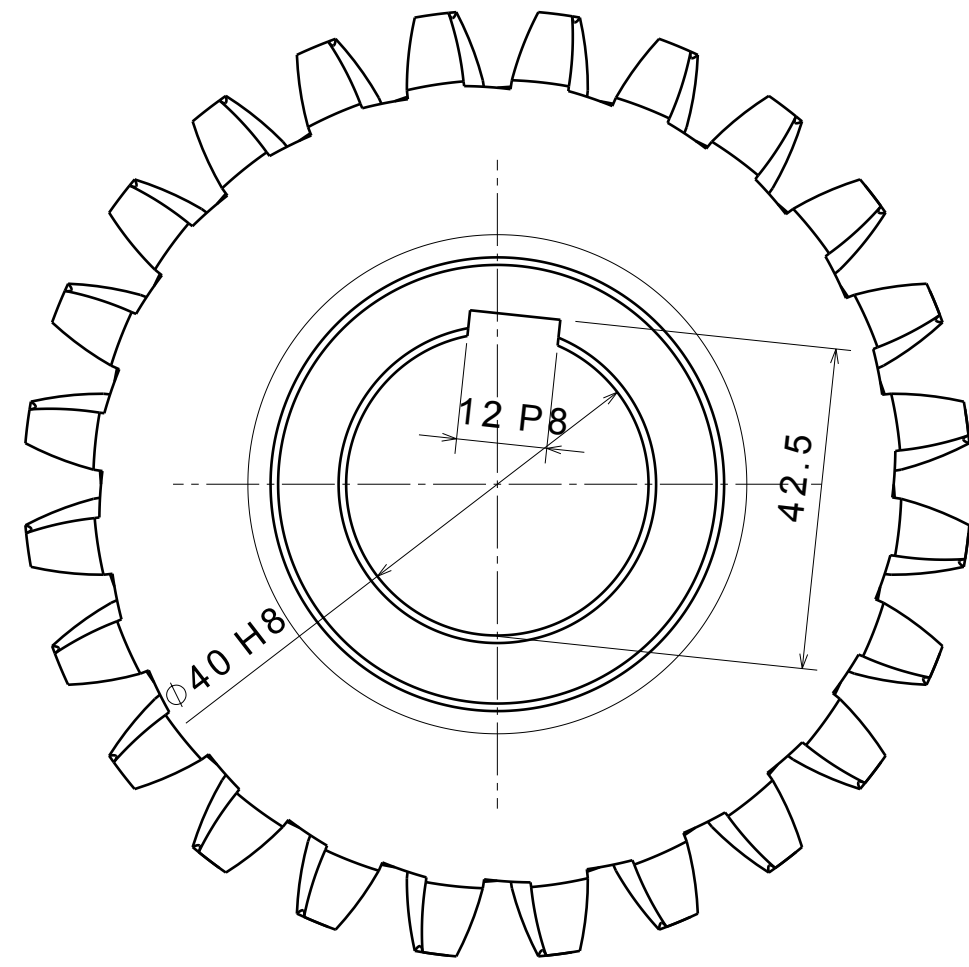
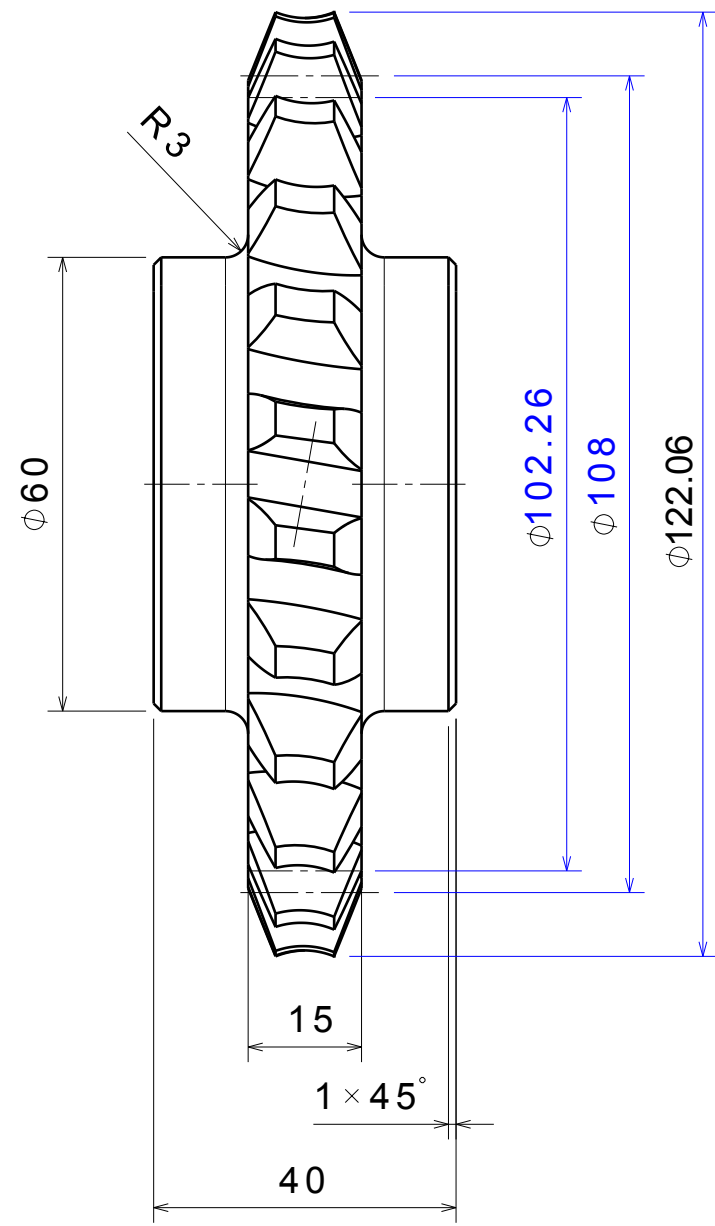
Ostre ivice oboriti 0.5X45°.

Tolerancije slobodnih mera				Povrsinska hrapavost				Povrsinska zastita				
Materijal: Č.1730								Termicka obrada				
									Masa	Razmera 1:2		
					Datum	25.06.2017.		Naziv Vratilo zupčanika				
					Obradio	Nemanja Trojanovic						
				Odobrio								
					FAKULTET INZENJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC			Oznaka A3 1.3.02		list	16	
										listova	39	
										Zamena za:		
Br.iz.	Izmene											



$p_n=13,999$
$p_x=14,1732$
$p_b=13,285$
$\mu=8,0171^\circ$
$\Omega=7,5393^\circ$
$d=31,950$
$d_f=21,150$
$d_a=40,950$
$d_w=37,010$
$d_b=30,023$
$s=6,999$
$s_x=7,069$
$b_1=50,000$
$pz=14,137$

Tolerancije slobodnih mera				Povrsinska hrapavost				Povrsinska zastita			
Materijal: Č.1730								Termicka obrada			
										Masa	Razmera 1:1
				Datum	25.06.2017.		Naziv Puž				
				Obradio	Nemanja Trojanovic						
				Odobrio							
				FAKULTET INZENJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC				Oznaka A3 1.3.03		list	17
										listova	39
Br.iz.	Izmene		Ime								



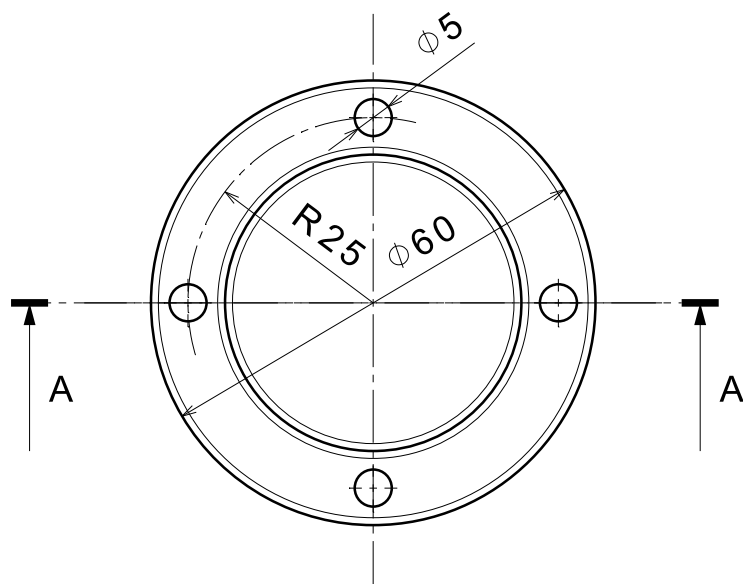
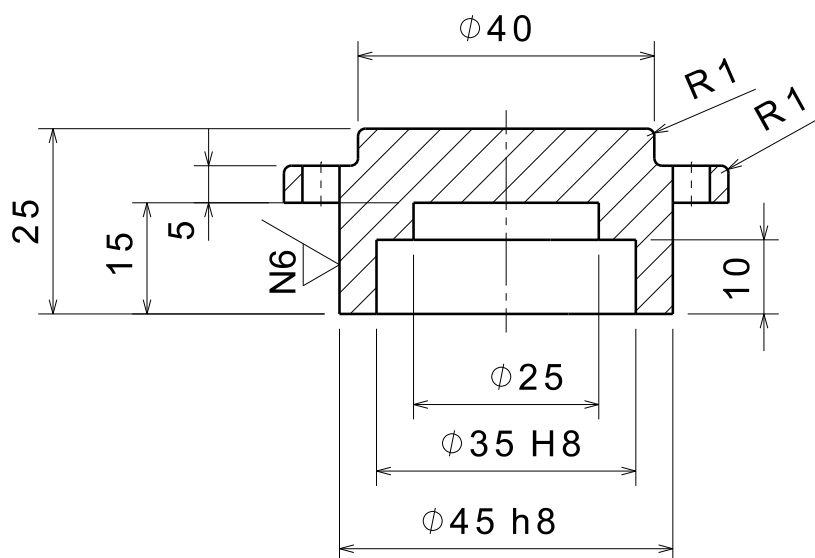
$p_n=13,999$
$p_x=14,1732$
$p_b=13,285$
$\alpha=8,0171^\circ$
$\Omega=7,5393^\circ$
$d=108,000$
$d_f=102,260$
$d_a=122,060$
$d_w=108,000$
$d_b=101,487$
$s=8,823$
$s_x=8,910$
$b_1=15$
$d_{ae}=126,560$
$\alpha=21,49^\circ$

Ostre ivice oboriti 0.5X45°.

Tolerancije slobodnih mera				Povrsinska hrapavost				Povrsinska zastita			
Materijal: Kalajna bronza								Termicka obrada			
									Masa	Razmera 1:1	
				Datum	25.06.2017.			Naziv Puž			
				Obradio	Nemanja Trojanovic						
				Odobrio							
				FAKULTET INZENJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC				Oznaka A3 1.3.04		list	18
										listova	39
								Zamena za:			
Br.iz.	Izmene		Ime								

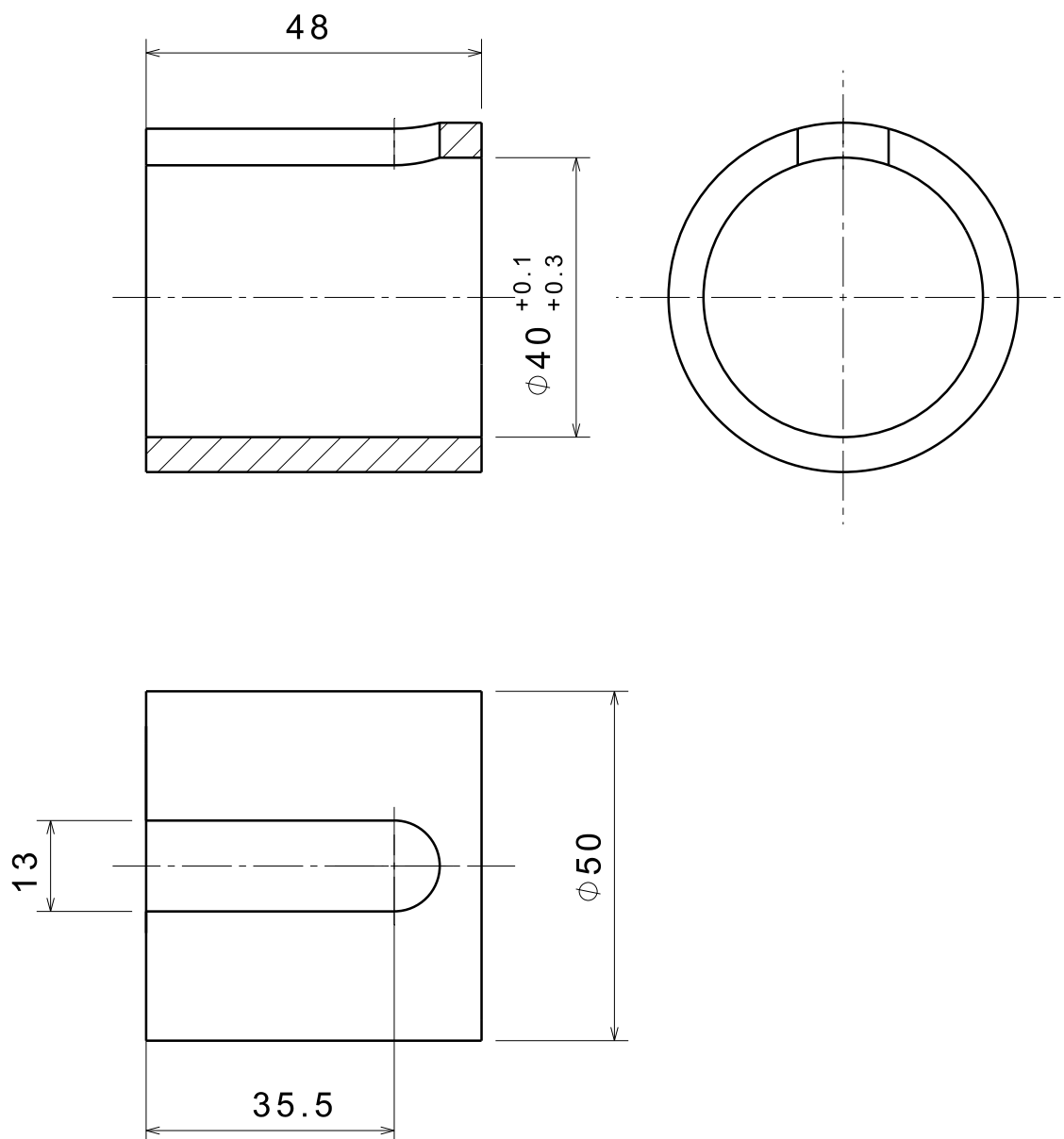
N8

N6

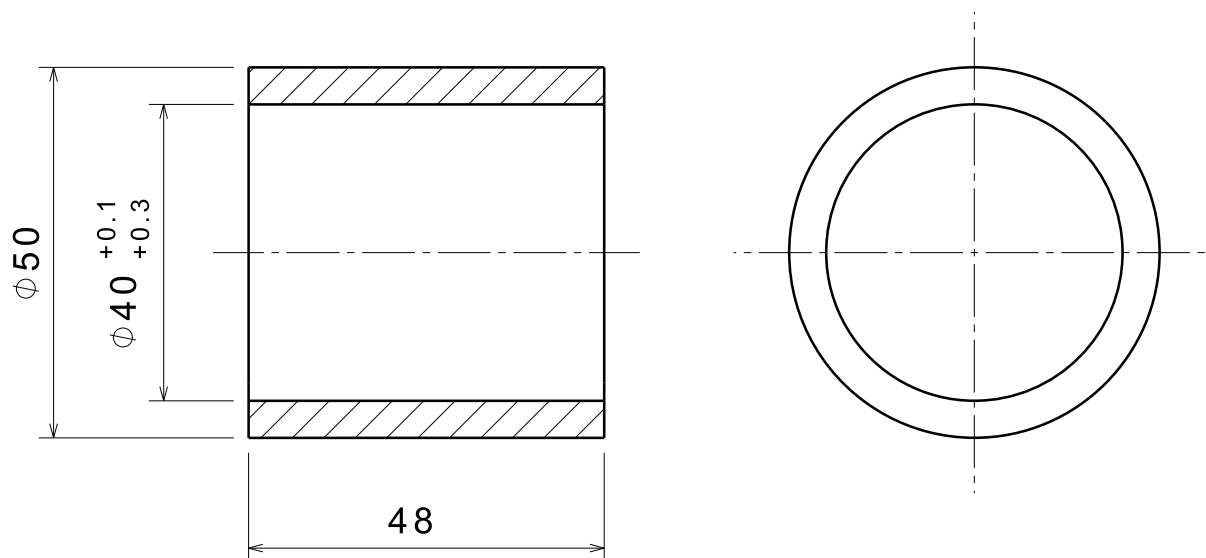


Tolerancije slobodnih mera				Povrsinska hrapavost			Povrsinska zastita				
Materijal: C.1430							Termicka obrada				
								Masa	Razmera 1:1		
				Datum	25.06.2017.		Naziv Poklopac				
				Obradio							
				Odobrio							
				FAKULTET INZENJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC			Oznaka A4 1.3.05		list 19		
									listova 39		
Br.iz.	Izmene		Ime				Zamena za:				

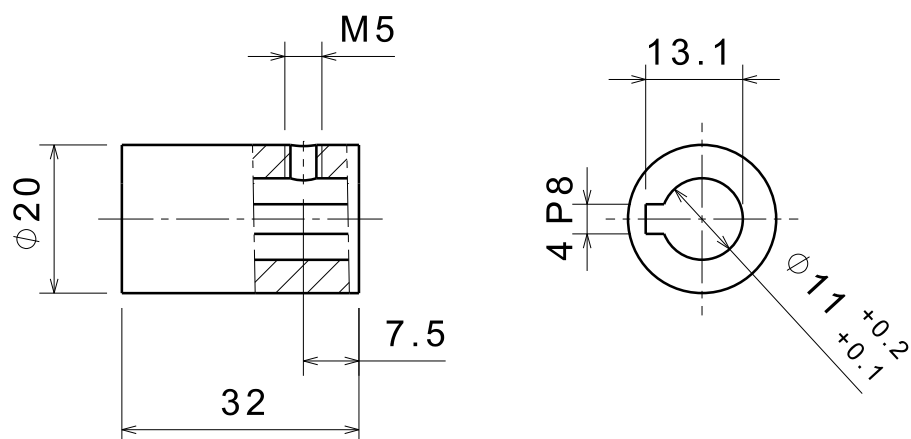
N8



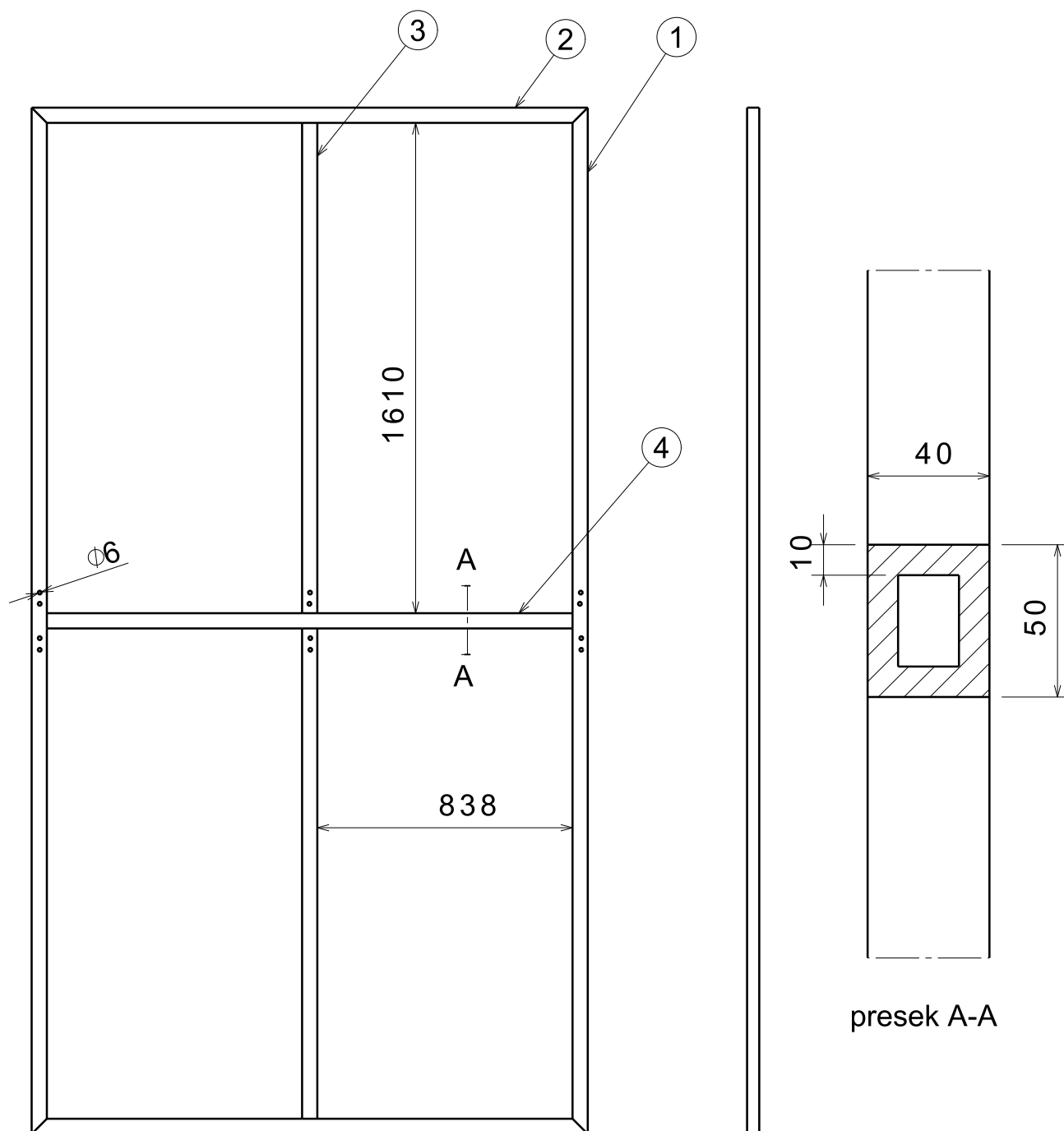
Tolerancije slobodnih mera				Povrsinska hrapavost			Povrsinska zastita			
Materijal: C.1430							Termicka obrada			
								Masa	Razmera 1:1	
				Datum	25.06.2017.		Naziv Distantna čaura 1			
				Obradio						
				Odobrio						
				FAKULTET INZENJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC			Oznaka A4 1.3.06		list	20
									listova	39
							Zamena za:			
Br.iz.	Izmene		Ime							



Tolerancije slobodnih mera				Povrsinska hrapavost			Povrsinska zastita				
Materijal: C.1430							Termicka obrada				
								Masa	Razmera 1:1		
				Datum	25.06.2017.		Naziv Distantna čaura 2				
				Obradio							
				Odobrio							
				FAKULTET INZENJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC			Oznaka A4 1.3.07		list 21		
									listova 39		
									Zamena za:		
Br.iz.	Izmene		Ime								

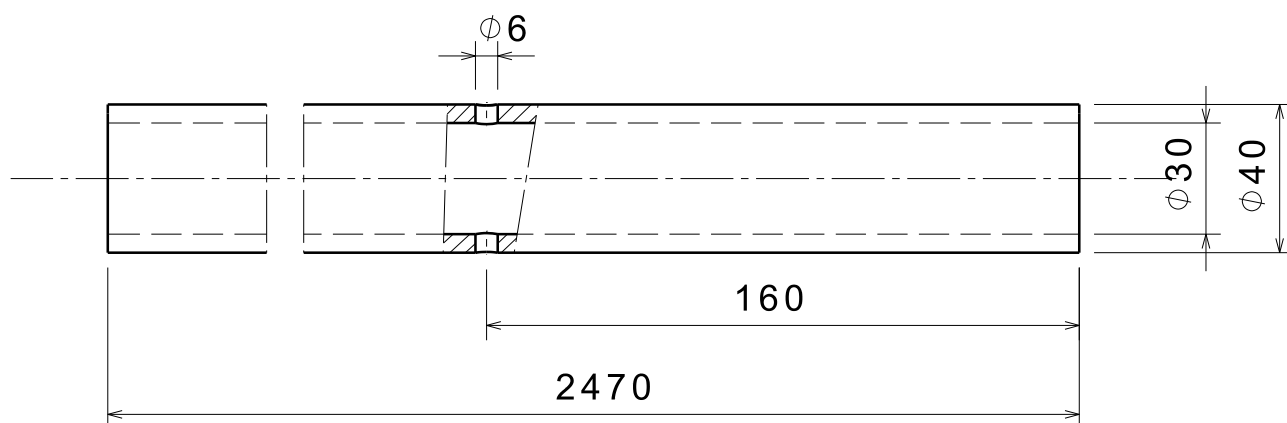


Tolerancije slobodnih mera				Povrsinska hrapavost			Povrsinska zastita					
Materijal: C.1430							Termicka obrada					
								Masa	Razmera 1:1			
				Datum	25.06.2017.		Naziv Spojnica					
				Obradio								
				Odobrio								
				FAKULTET INZENJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC			Oznaka A4 1.3.08		list	22		
									listova	39		
							Zamena za:					
Br.iz.	Izmene		Ime									

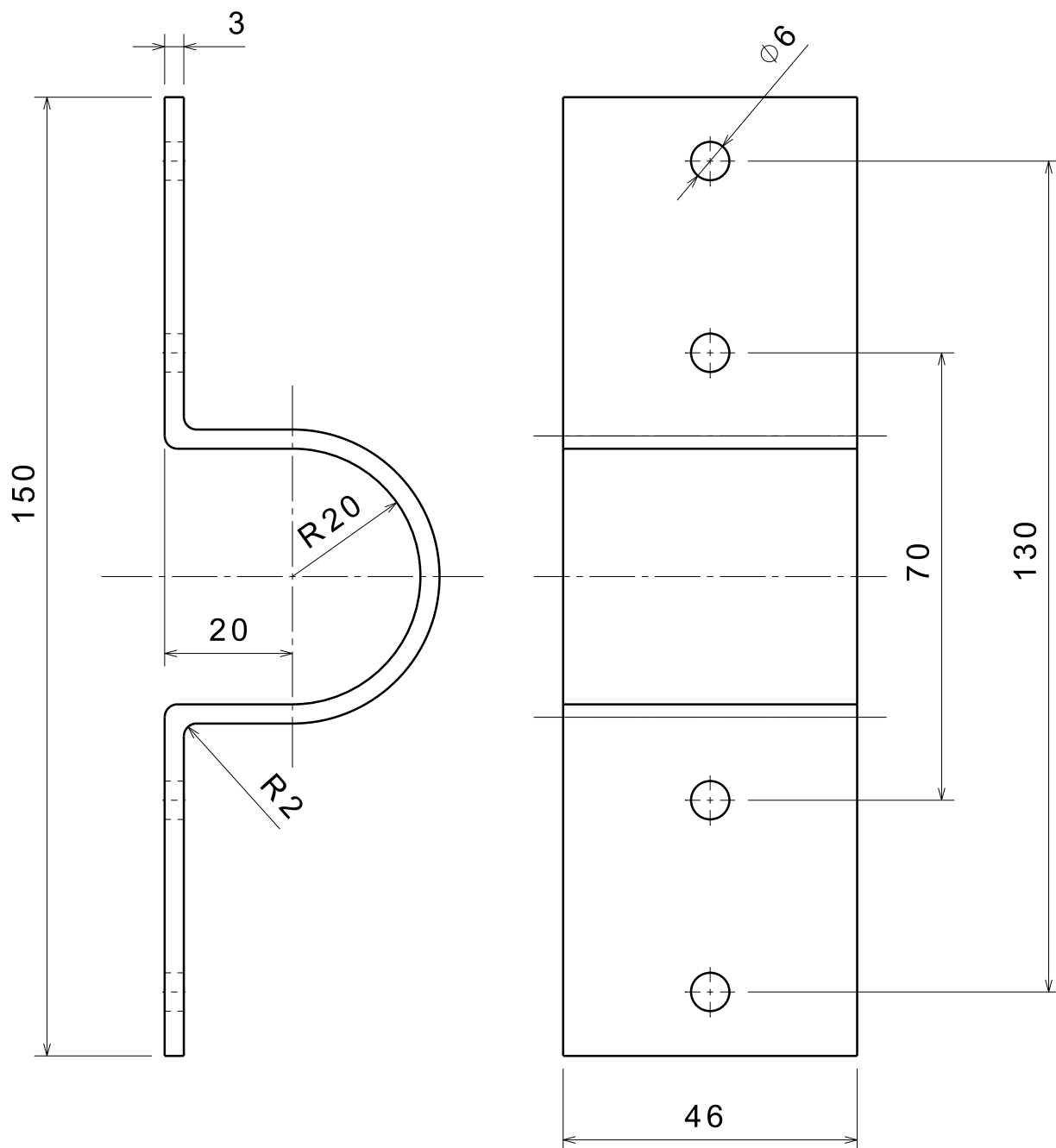


Napomena: rupe $\phi 6$ bušiti u sklopu sa pozicijama 1.4.02 -Osovina i 1.4.03 - Pritezač rama.

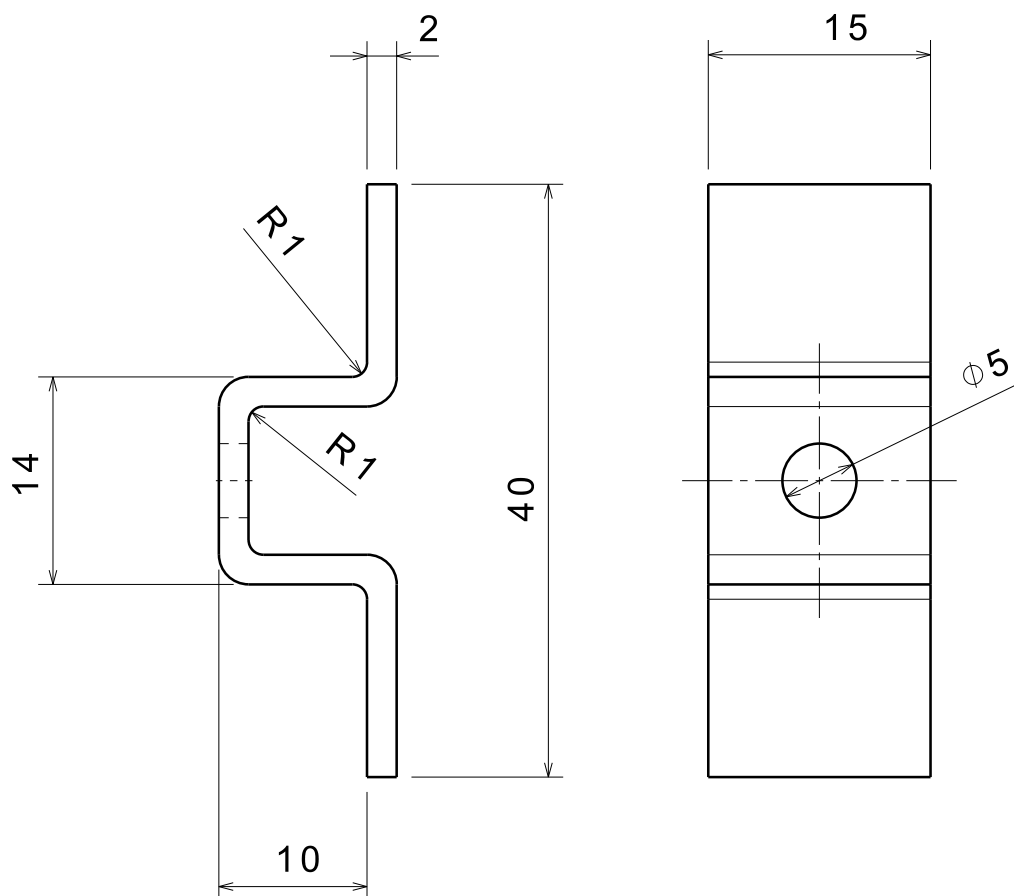
4	Horizontalni profil - središnji	Aluminijum		1		
3	Vertikalni profil - kratki	Aluminijum		2		
2	Horizontalni profil	Aluminijum		2		
1	Vertikalni profil	Aluminijum		2		
Br.poz.	Naziv pozicije		Standard	Materijal	Termicka obrada	Br.kom.
			Datum	25.06.2017.		Naziv Ram NS
			Obradio	Nemanja Trojanovic		
			Odobrio			
				FAKULTET INZENJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC	Oznaka	list 23
					A4 1.4.01	listova 39
Br.iz.	Izmene		Ime	Razmera 1:20	Zamena za:	



Tolerancije slobodnih mera				Povrsinska hrapavost			Povrsinska zastita				
Materijal: C.1212							Termicka obrada				
								Masa	Razmera 1:2		
				Datum	25.06.2017.		Naziv Osovina				
				Obradio							
				Odobrio							
				FAKULTET INZENJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC			Oznaka A4 1.4.02		list	24	
									listova	39	
Br.iz.	Izmene		Ime				Zamena za:				



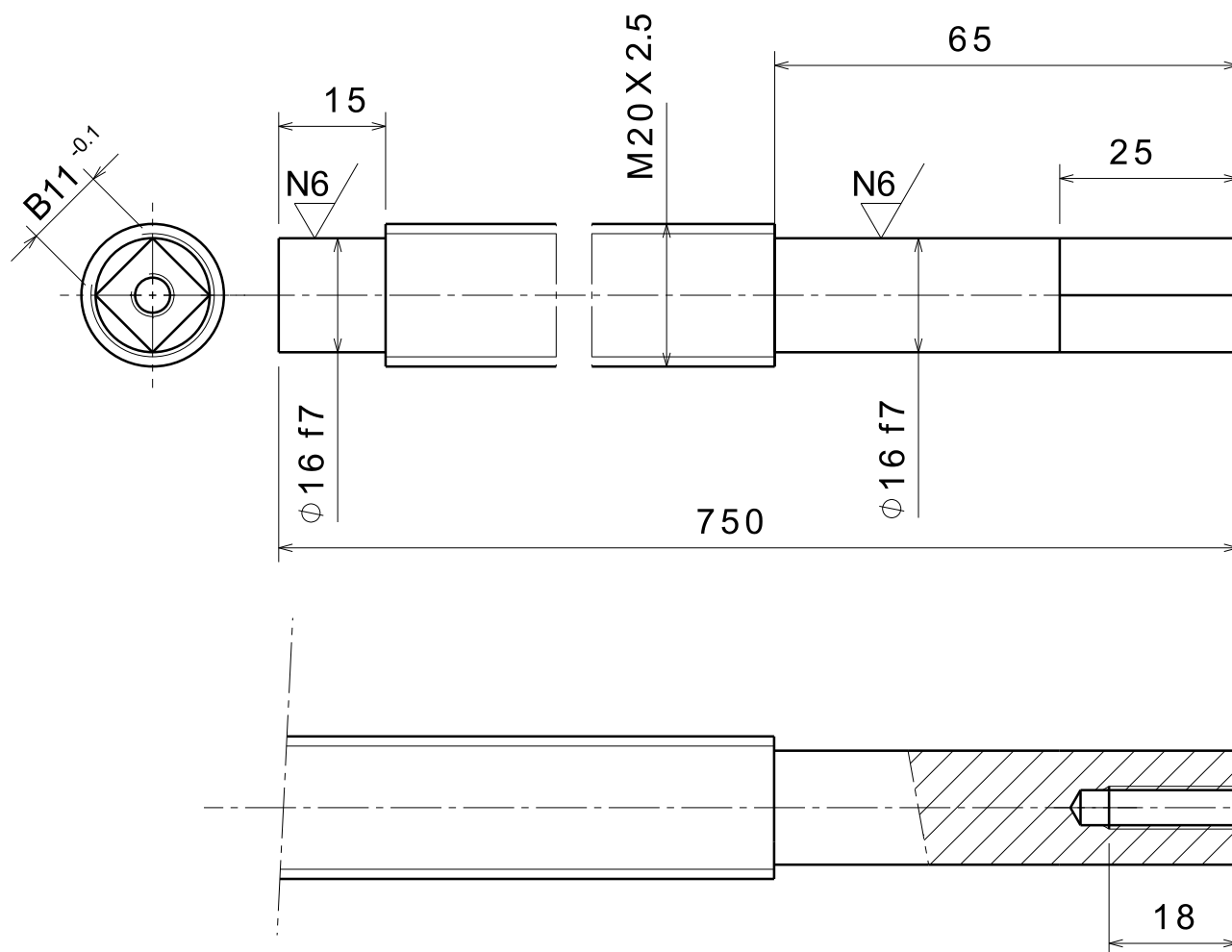
Tolerancije slobodnih mera				Povrsinska hrapavost			Povrsinska zastita		
Materijal: C.1430							Termicka obrada		
								Masa	Razmera 1:1
				Datum	25.06.2017.			Naziv Pritezač rama	
				Obradio					
				Odobrio					
				FAKULTET INZENJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC			Oznaka		list 25
							A4 1.4.03		listova 39
Br.iz.	Izmene		Ime				Zamena za:		



Tolerancije slobodnih mera				Povrsinska hrapavost			Povrsinska zastita			
Materijal: C.1430							Termicka obrada			
								Masa	Razmera 2:1	
				Datum	25.06.2017.		Naziv Pritezač panela			
				Obradio						
				Odobrio						
				FAKULTET INZENJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC			Oznaka A4 1.4.04		list 26	
									listova 39	
Br.iz.	Izmene			Ime				Zamena za:		

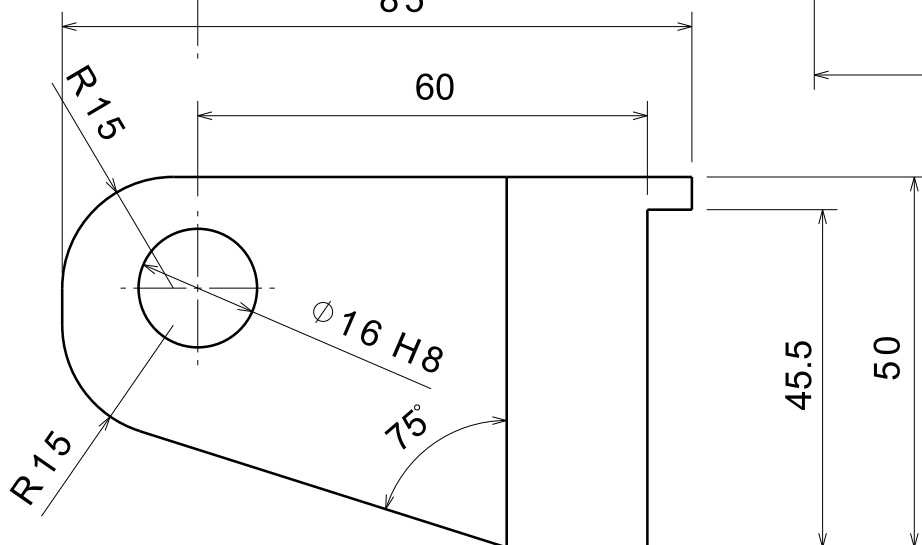
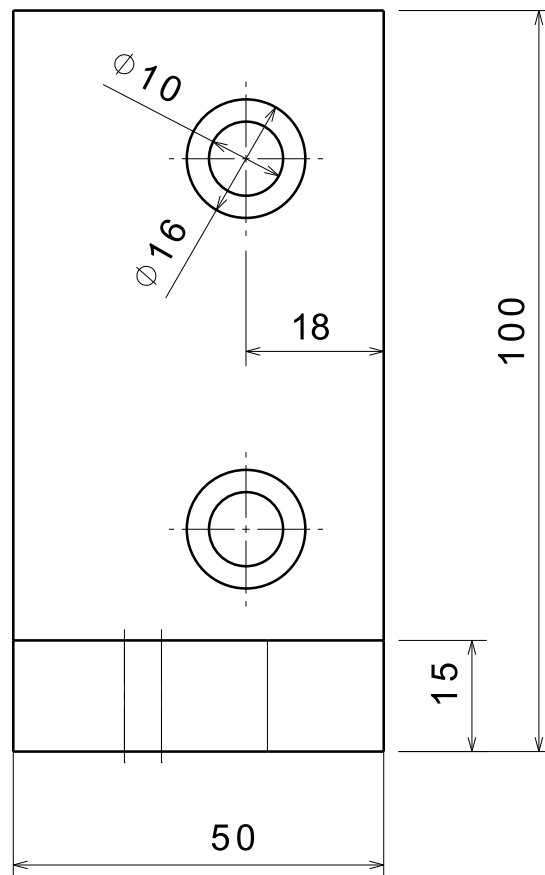
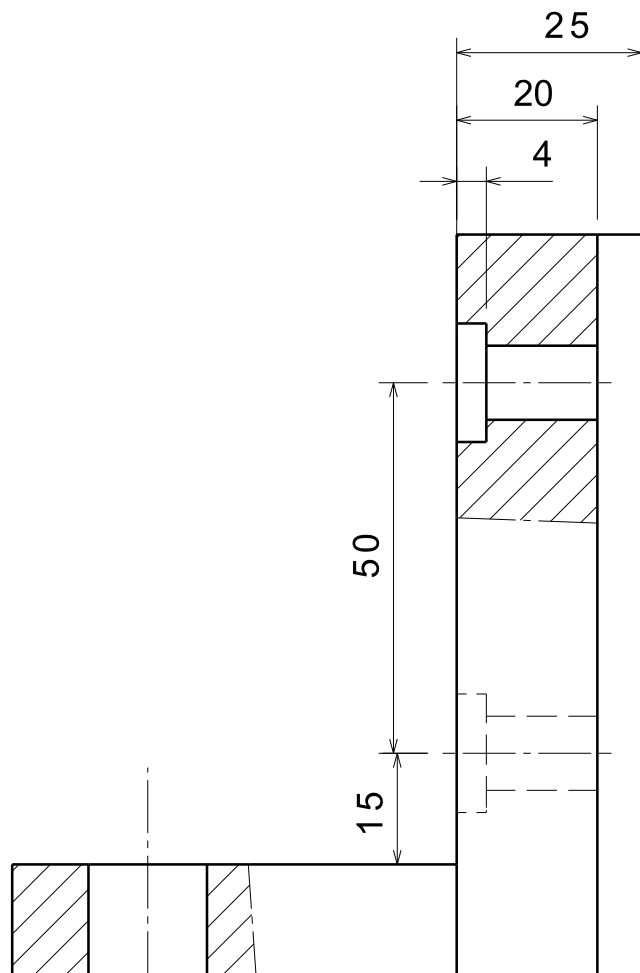
N8

N6



Tolerancije slobodnih mera				Povrsinska hrapavost			Povrsinska zastita			
Materijal: C.4170							Termicka obrada			
									Masa	Razmera 1:1
				Datum	25.06.2017.		Naziv Navojno vreteno			
				Obradio						
				Odobrio						
				FAKULTET INZENJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC			Oznaka A4 1.7.01		list	27
									listova	39
Br.iz.	Izmene						Ime			

N8



Tolerancije slobodnih mera				Povrsinska hrapavost			Povrsinska zastita			Poboljšano	
Materijal: C.4170							Termicka obrada				
								Masa	Razmera 1:1		
					Datum	25.06.2017.		Naziv Levi nosač vretena			
					Obradio						
					Odobrio						
					FAKULTET INZENJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC			Oznaka A4 1.7.02		list	28
										listova	39
Br.iz.	Izmene			Ime						Zamena za:	

N8



100

15

18

 $\varnothing 16$
 $\varnothing 10$

25

20

4

50

15

85

60

R15

50

45.5

 $\varnothing 16 H8$

75°

R15

Tolerancije slobodnih mera

Povrsinska hrapavost

Povrsinska zastita

Poboljšano

Materijal: C.4170

Termicka obrada

Masa

Razmera
1:1

Datum

25.06.2017.

Obradio

Odobrio

 FAKULTET
 INZENJERSKIH
 NAUKA
 KRAGUJEVAC

Naziv

Desni nosač vretena

Oznaka

A4 1.7.03

list 29

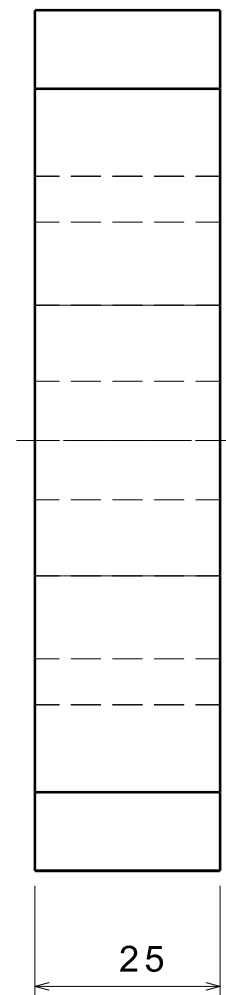
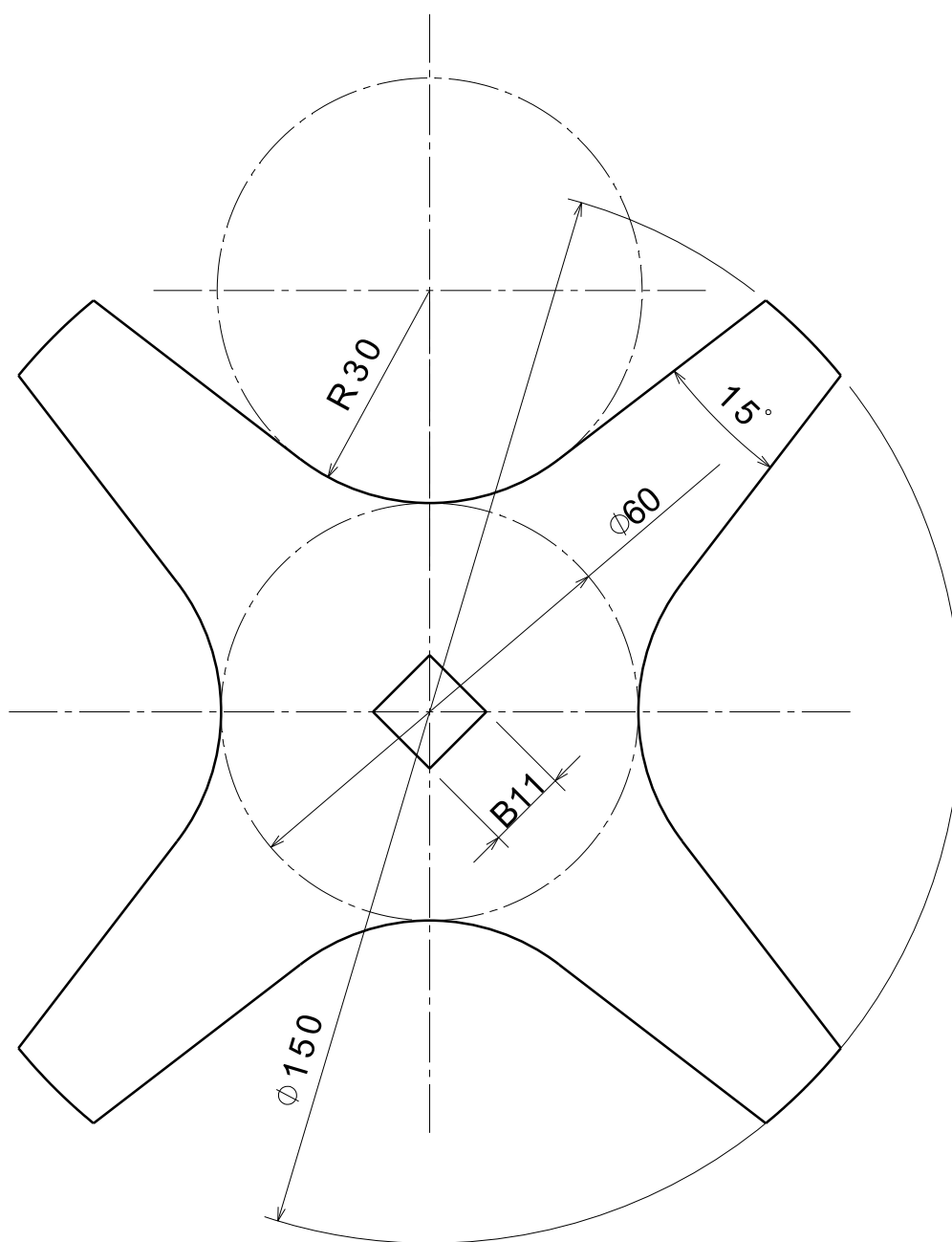
listova 39

Zamena za:

Br.iz.

Izmene

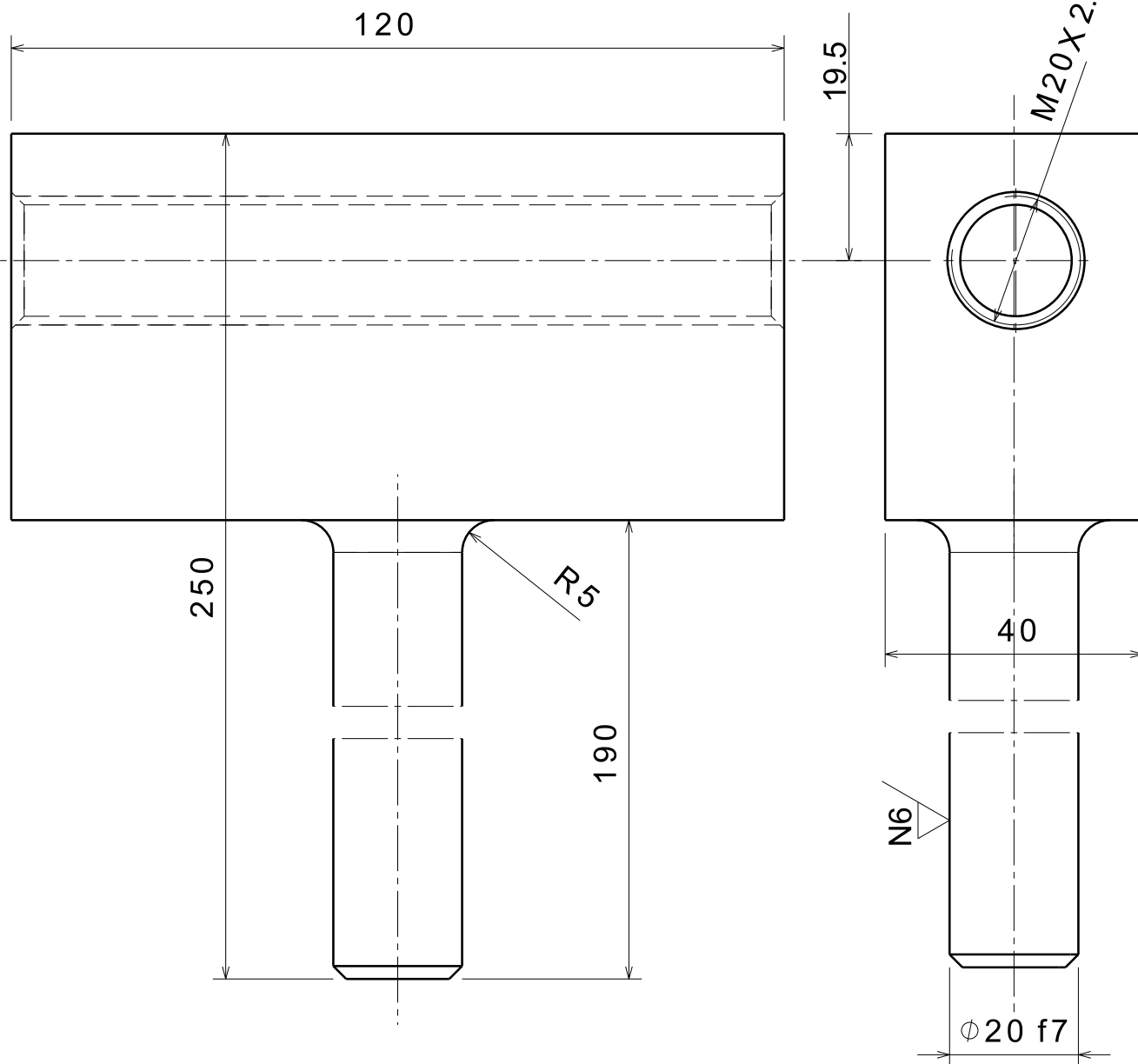
Ime



Tolerancije slobodnih mera				Povrsinska hrapavost			Povrsinska zastita			Poboljšano	
Materijal: C.4170							Termicka obrada				
								Masa	Razmera 1:1		
					Datum	25.06.2017.		Naziv Zvezda			
					Obradio						
					Odobrio						
					FAKULTET INZENJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC			Oznaka		list	30
								A4 1.7.04		listova	39
										Zamena za:	
Br.iz.	Izmene				Ime						

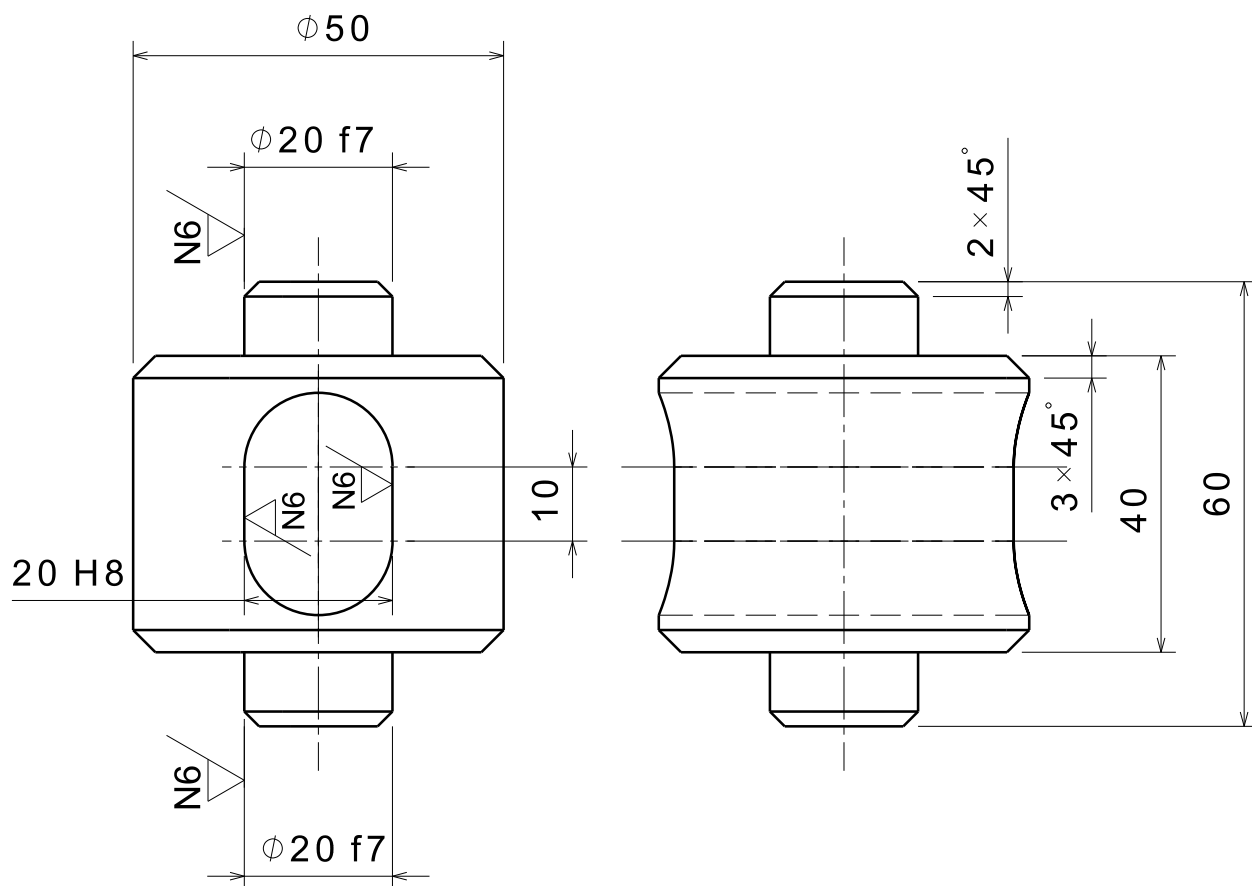
N8

N6



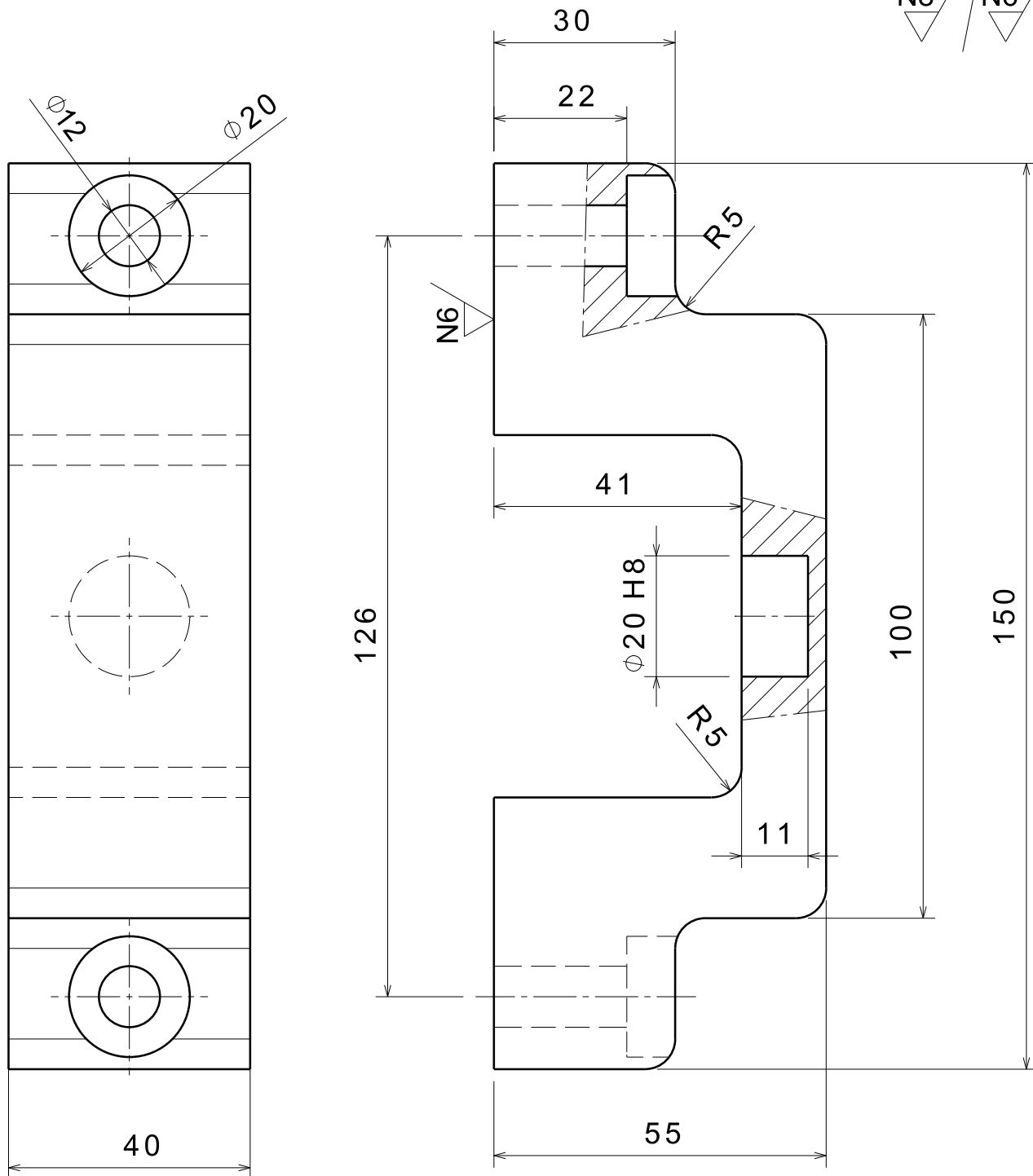
Tolerancije slobodnih mera				Povrsinska hrapavost			Povrsinska zastita			Poboljšano			
Materijal: C.4170							Termicka obrada						
								Masa	Razmera 1:1				
				Datum	25.06.2017.		Naziv Navrtka sa polugom						
				Obradio									
				Odobrio									
				FAKULTET INZENJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC			Oznaka A4 1.7.05		list	31			
									listova	39			
							Zamena za:						
Br.iz.	Izmene						Ime						

N8 / N6

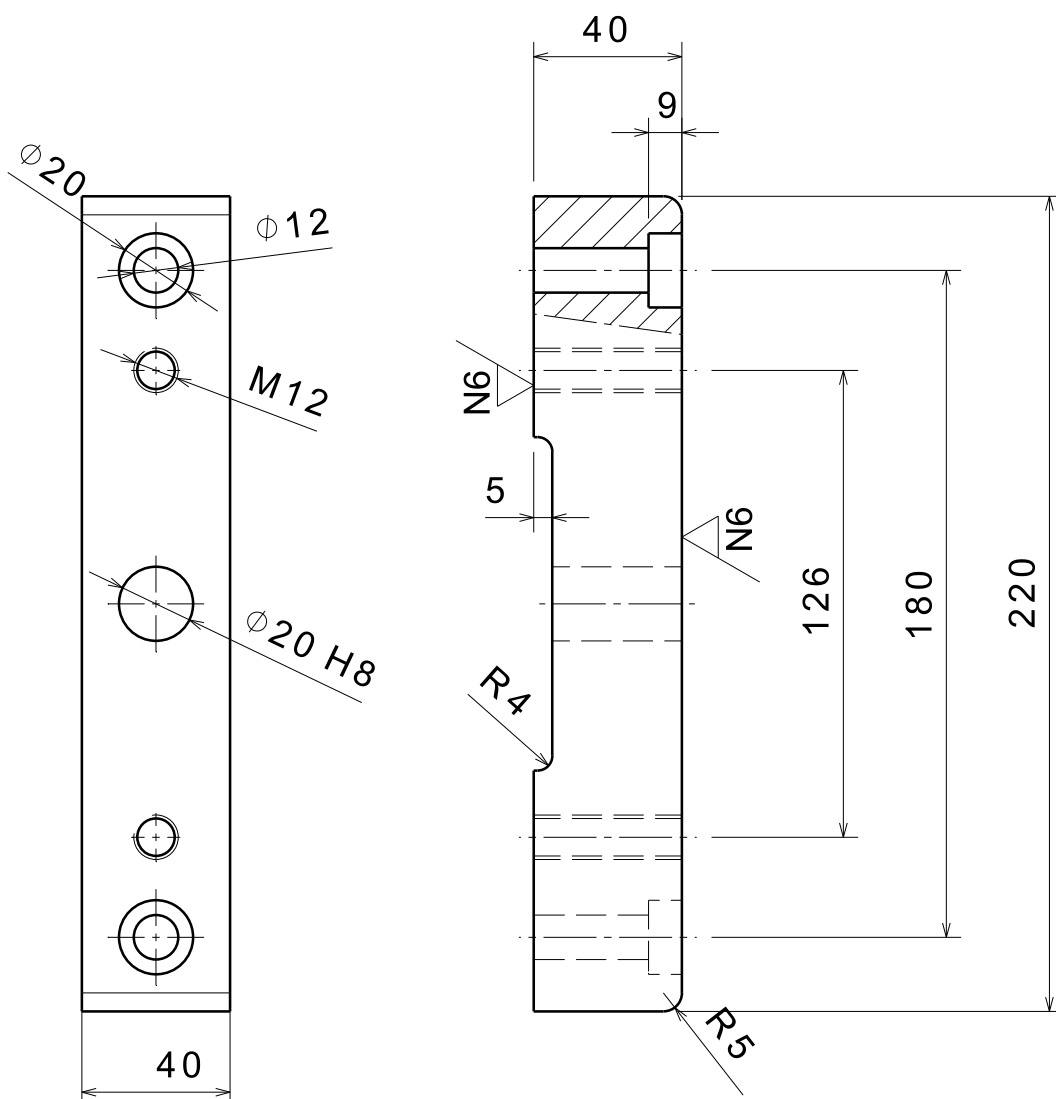


Tolerancije slobodnih mera				Povrsinska hrapavost			Povrsinska zastita			Poboljšano			
Materijal: C.4170							Termicka obrada						
								Masa	Razmera 1:1				
				Datum	25.06.2017.		Naziv Burence zakretanja						
				Obradio									
				Odobrio									
				FAKULTET INZENJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC			Oznaka A4 1.7.06		list	32			
									listova	39			
Br.iz.	Izmene						Ime			Zamena za:			

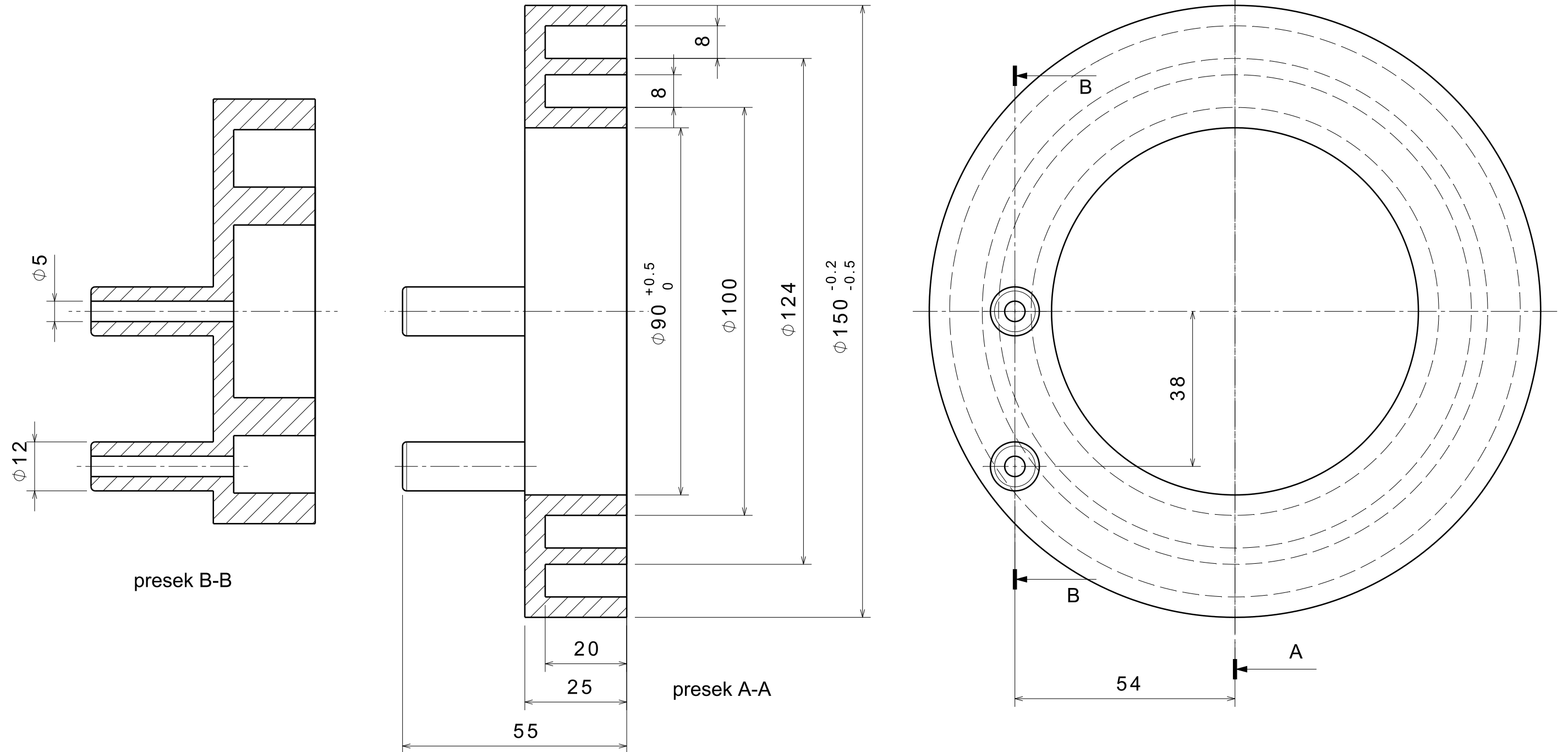
N8 / N6



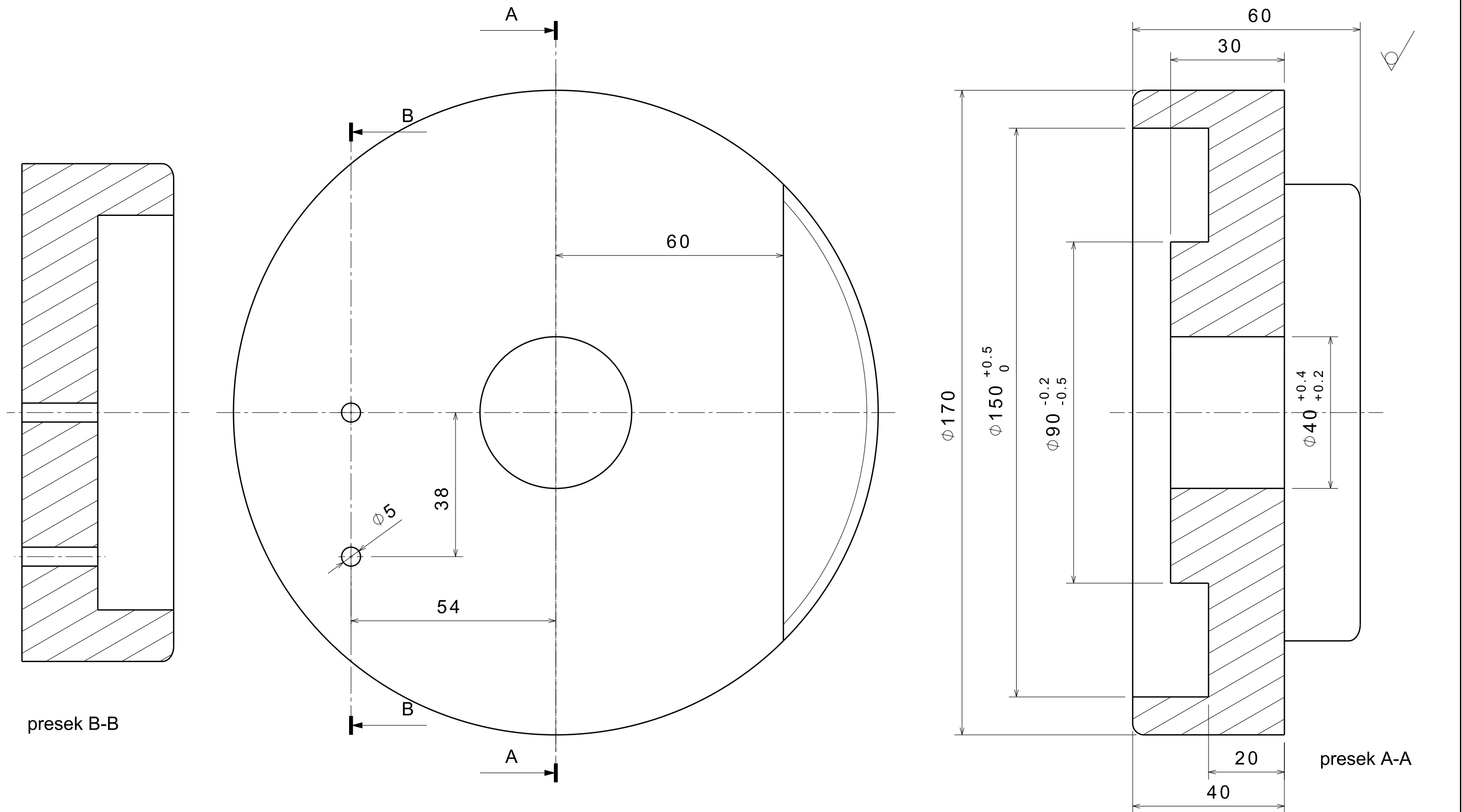
Tolerancije slobodnih mera				Povrsinska hrapavost				Povrsinska zastita				Poboljšano	
Materijal: C.4170								Termicka obrada					
									Masa		Razmera 1:1		
				Datum	25.06.2017.			Naziv Nosač burenceta - gornji					
				Obradio									
				Odobrio									
				FAKULTET INZENJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC				Oznaka A4 1.7.07		list 33			
										listova 39			
Br.iz.	Izmene							Ime					Zamena za:



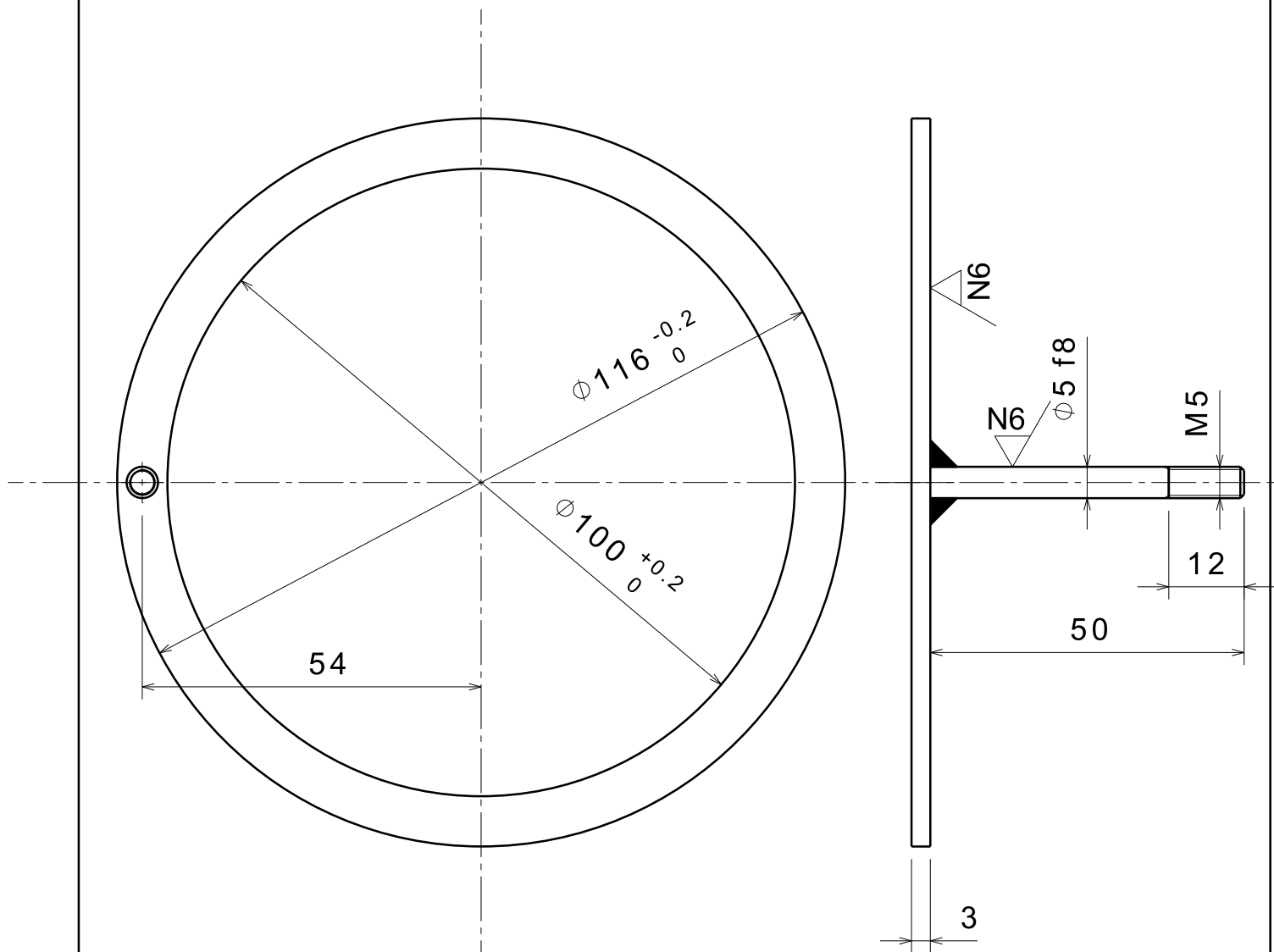
Tolerancije slobodnih mera				Povrsinska hrapavost			Povrsinska zastita			Poboljšano				
Materijal: C.4170							Termicka obrada							
								Masa	Razmera 1:2					
				Datum	25.06.2017.		Naziv Nosač burenceta - donji							
				Obradio										
				Odobrio										
				FAKULTET INZENJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC			Oznaka A4 1.7.08		list	34				
									listova	39				
Br.iz.	Izmene						Ime	Zamena za:						



Tolerancije slobodnih mera				Povrsinska hrapavost				Povrsinska zastita				
Materijal: Poliester								Termicka obrada				
								Masa		Razmera 1:1		
						Datum	25.06.2017.		Naziv Prenosnik manji			
						Obradio	Nemanja Trojanovic					
						Odobrio						
						FAKULTET INZENJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC			Oznaka		list 35	
									A3 1.9.01		listova 39	
											Zamena za:	
Br.iz.	Izmene											

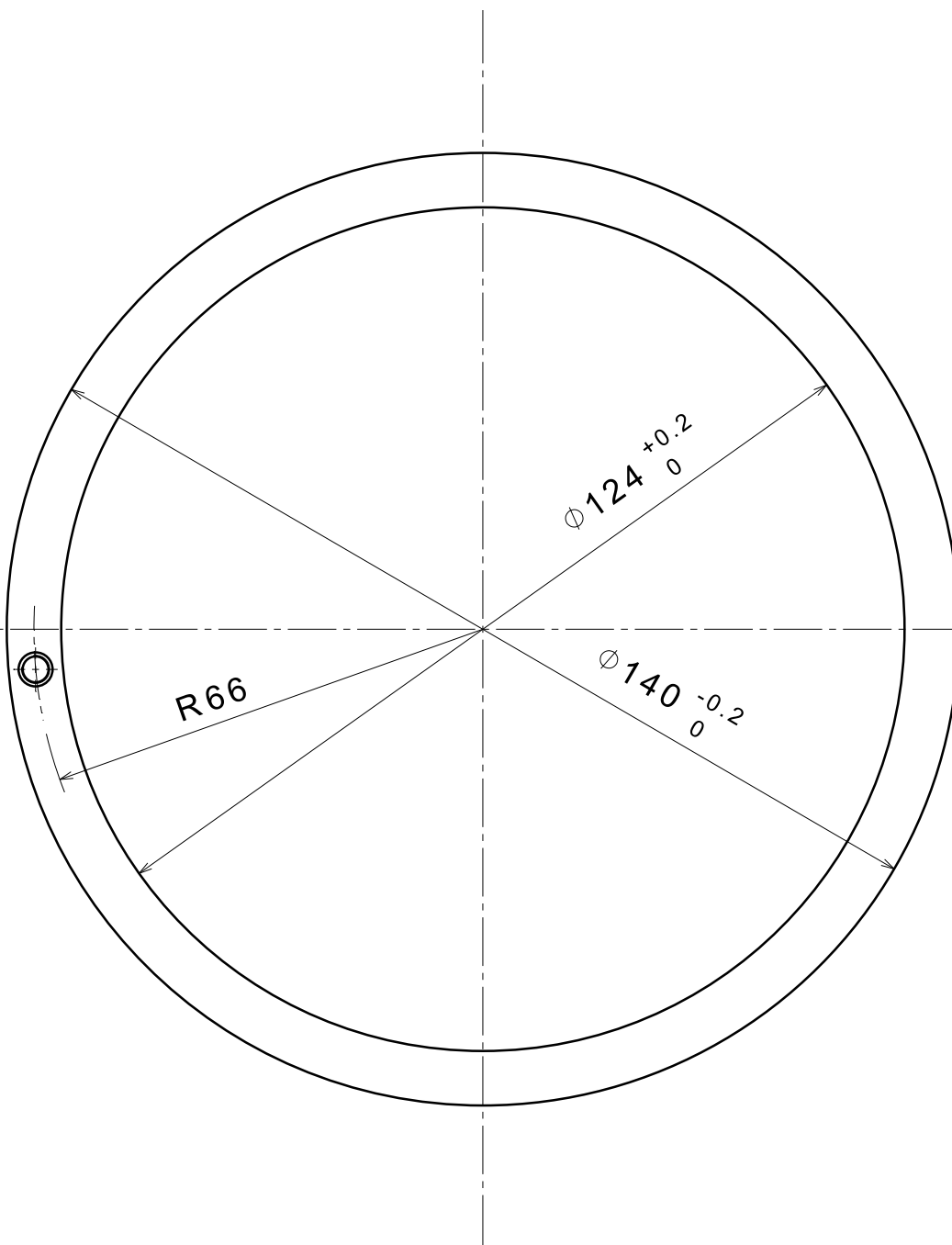


Tolerancije slobodnih mera				Povrsinska hrapavost				Povrsinska zastita			
Materijal: Poliester								Termicka obrada			
									Masa	Razmera 1:1	
					Datum	25.06.2017.		Naziv Prenosnik veci			
					Obradio	Nemanja Trojanovic					
					Odobrio						
					FAKULTET INZENJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC			Oznaka A3 1.9.02		list	36
										listova	39
Br.iz.	Izmene							Ime			



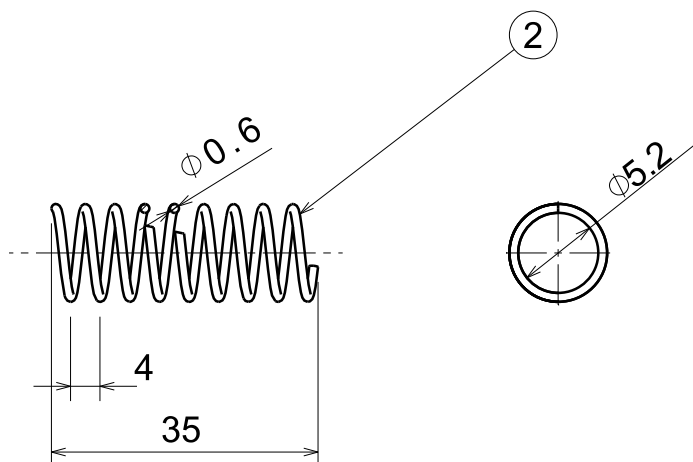
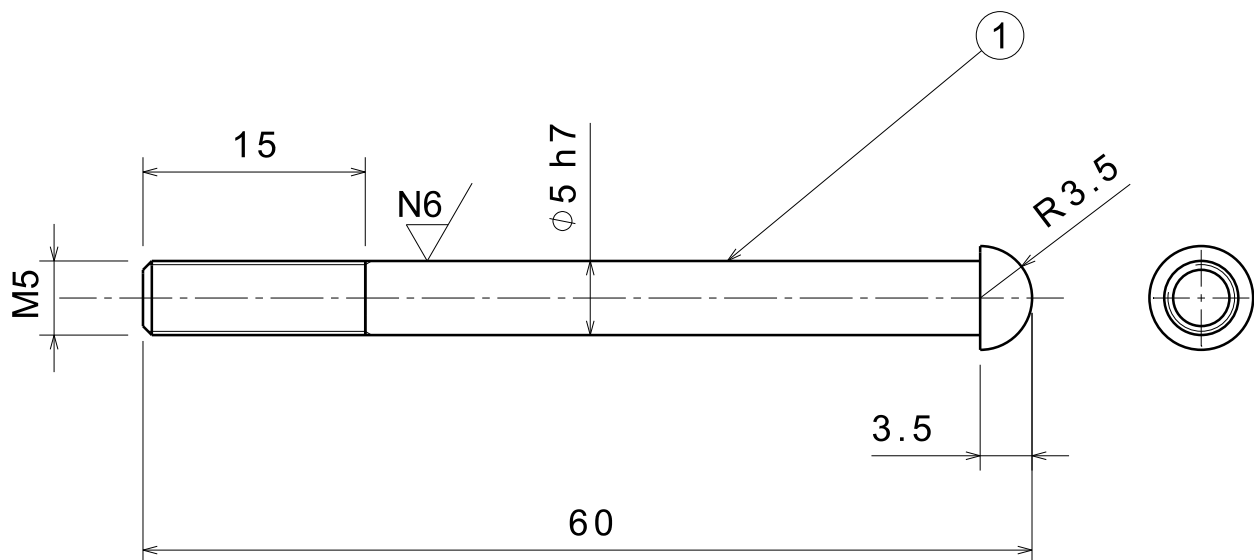
Tolerancije slobodnih mera				Povrsinska hrapavost				Povrsinska zastita			
Materijal: Mesing								Termicka obrada			
									Masa	Razmera 1:1	
				Datum	25.06.2017.			Naziv Prsten manji			
				Obradio							
				Odobrio							
				FAKULTET INZENJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC				Oznaka A4 1.8.03		list	37
										listova	39
								Zamena za:			
Br.iz.	Izmene		Ime								

N8 / N6



Tolerancije slobodnih mera				Povrsinska hrapavost			Povrsinska zastita			
Materijal: Mesing							Termicka obrada			
								Masa	Razmera 1:1	
				Datum	25.06.2017.		Naziv Prsten veći			
				Obradio						
				Odobrio						
				FAKULTET INZENJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC			Oznaka A4 1.8.04		list	38
									listova	39
Br.iz.	Izmene						Ime			Zamena za:

N8 / N6



2	Opruga		Patent. žica		2
1	Pipak		Mesing		2
Br.poz.	Naziv pozicije	Standard	Materijal	Termicka obrada	Br.kom.
		Datum	25.06.2017.	Naziv Pipak Opruga	
		Obradio	Nemanja Trojanovic		
		Odobrio			
		FAKULTET INZENJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC		Oznaka A4 1.8.05	list 39
Br.iz.	Izmene	Ime		Razmera 1:1	listova 39
				Zamena za:	