

ŠOLSKI CENTER CELJE

Srednja šola za strojništvo, mehatroniko in medije

PAMETNI ELEKTRIČNI PASTIR S PREMIKAJOČO SE CELICO

RAZISKOVALNA NALOGA

Avtorji:

Jure KMETIČ, M-4. c

Jure KORBAR, M-4. c

Žan ŠUNTA, M-4. c

Mentorja:

mag. Andro GLAMNIK, univ. dipl. inž.

mag. Matej VEBER, univ. dipl. inž.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje 2018

IZJAVA*

Mentorja Matej Veber in Andro Glamnik, v skladu z 2. in 17. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje, zagotavljava, da je v raziskovalni nalogi naslovom PAMETNI ELEKTRIČNI PASTIR S PREMKAJOČO SE CELICO, katere avtorji so Jure Kmetič, Jure Korbar, Žan Šunta:

- besedilo v tiskani in elektronski obliki istovetno,
- pri raziskovanju uporabljeno gradivo navedeno v seznamu uporabljene literature,
- da je za objavo fotografij v nalogi pridobljeno avtorjevo (-ičino) dovoljenje in je hranjeno v šolskem arhivu,
- da sme Osrednja knjižnica Celje objaviti raziskovalno nalogo v polnem besedilu na knjižničnih portalih z navedbo, da je raziskovalna naloga nastala v okviru projekta Mladi za Celje,
- da je raziskovalno nalogo dovoljeno uporabiti za izobraževalne in raziskovalne namene s povzemanjem misli, idej, konceptov oziroma besedil iz naloge ob upoštevanju avtorstva in korektnem citiranju,
- da smo seznanjeni z razpisni pogoji projekta Mladi za Celje

Celje, _____

žig šole

Podpis mentorja(-ice)

Podpis odgovorne osebe

*POJASNILO V skladu z 2. in 17. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje je potrebno podpisano izjavo mentorja(-ice) in odgovorne osebe šole vključiti v izvod za knjižnico, dovoljenje za objavo avtorja(-ice) fotografskega gradiva, katerega ni avtor(-ica) raziskovalne naloge, pa hrani šola v svojem arhivu.

DOVOLJENJE ZA OBJAVO AVTORSKE FOTOGRAFIJE V RAZISKOVALNI NALOGI

Podpisani Jure Kmetič, Jure Korbar, Žan Šunta izjavljamo, da smo avtorji fotografskega gradiva navedenega v priloženem seznamu in dovoljujemo v skladu z 2. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje, da se lahko uporabi pri pripravi raziskovalne naloge pod mentorstvom Mateja Vebra in Andra Glamnika, z naslovom Pametni električni pastir s premikajočo se celico, katere avtorji so: Jure Kmetič, Jure Korbar, Žan Šunta:

Dovoljujemo tudi, da sme Osrednja knjižnica Celje vključeno fotografsko gradivo v raziskovalno nalogo objaviti na knjižničnih portalih z navedbo avtorstva v skladu s standardi bibliografske obdelave.

Celje, _____

Podpis avtorja:

Priloga:

- seznam fotografskega gradiva

POVZETEK

Kmetje svoje živali pasejo že dolgo. Včasih so to delo opravljali pastirji, ki so živino usmerjali in jo nadzorovali, vendar je čas zahteval zanesljivejšo, kakovostnejšo in učinkovitejšo rešitev na tem področju. Tako je bila v sedemdesetih letih 20. stoletja izdelana naprava, ki je popolnoma prenovila način paše živali. Električni pastir je preprečil beg živali iz ograje, hkrati pa jih je branil pred tujimi, divjimi živalmi. Kmetje so začeli postavljati električne ograje okrog svojih pašnikov, saj so bili kratki električni sunki odlična rešitev. V današnjem času najdemo ogromno različnih vrst električnih pastirjev, ki delujejo na različne načine, med njimi so tudi takšni, ki delujejo na obnovljivo, sončno energijo. Porodila se nam je ideja, da raziščemo delovanje električnega pastirja in poskušamo poiskati izboljšave. Raziskovalno-učni projekt zajema načrtovanje in izdelavo električnega pastirja. Zanj smo našli kar nekaj izboljšav, s tem projektom jih bomo poskušali izvesti in jih preizkusiti ter s tem pridobiti znanje za nadaljnje izobraževanje in projekte.

Ključne besede: električni pastir, sončna celica, transformator, akumulator, Arduino Uno

SUMMARY

Farmers have been pasturing animals for a long time. Back in the days, this job was done by shepherds who have been orienting and looking after their cattle. But the time demanded more reliable, qualitative and effective solution on this field, so in the 70s there appeared a device that completely renewed the way of pasturing animals. Electric fence charger prevented the cattle from running away and simultaneously defended them from wildlife. Farmers started placing electric fences around their pastures because short electric shocks were a great solution. Today we can find many different electric fence chargers which all operate in different ways. Among them are also such that work on renewable solar energy. We came up with the idea to research the working principle of the electric fence charger and try to find possible improvements. Research and learning project includes design and production of electric fence charger. We found some improvements for it and in this project, we will try to implement and test them and with that gain knowledge for further education and projects.

Keywords: electric fence charger, solar cell, transformer, battery, Arduino Uno

KAZALO VSEBINE

| | | |
|---------|--|----|
| 1 | UVOD | 1 |
| 1.1 | PREDSTAVITEV PROBLEMA..... | 1 |
| 1.2 | HIPOTEZE | 1 |
| 1.3 | METODE RAZISKOVANJA | 2 |
| 2 | PREDSTAVITEV POTEKA RAZISKOVALNE NALOGE | 3 |
| 2.1 | ELEKTRIČNI PASTIR..... | 4 |
| 2.2 | OPIS IZDELANEGA ELEKTRIČNEGA PASTIRJA | 6 |
| 2.2.1 | Napajalni del | 6 |
| 2.2.1.1 | Sončna celica | 7 |
| 2.2.1.2 | Solarni regulator..... | 8 |
| 2.2.2 | Vezje za dvig in pulziranje napetosti | 9 |
| 2.2.2.1 | Dvig in pretvorba napetosti..... | 9 |
| 2.2.2.2 | Usmeritev napetosti | 10 |
| 2.2.2.3 | Polnjenje kondenzatorja..... | 11 |
| 2.2.2.4 | Pulzno praznjenje kondenzatorja skozi izhodni transformator..... | 12 |
| 2.2.3 | Izhodni transformator | 13 |
| 2.2.4 | Program za generiranje pulzov in zaznavanja napak | 14 |
| 2.3 | NAČRTOVANJE VRTEČE SE SONČNE CELICE | 15 |
| 2.3.1 | Nosilec za sončno celico | 15 |
| 2.3.2 | Pogon vrtenja sončne celice | 17 |
| 2.3.3 | Vezava motorja | 19 |
| 2.3.4 | Program za krmiljenje motorja..... | 21 |
| 2.4 | OHIŠJE IN GLAVNI NOSILEC ELEKTRIČNEGA PASTIRJA | 24 |
| 2.4.1 | Ohišje električnega pastirja | 24 |

| | | |
|-------|--|----|
| 2.4.2 | Glavni nosilec električnega pastirja | 27 |
| 3 | PREDSTAVITEV REZULTATOV | 29 |
| 4 | ZAKLJUČEK..... | 31 |
| 5 | VIRI IN LITERATURA | 32 |

KAZALO SLIK

| | |
|--|----|
| Slika 1: Idejna skica | 4 |
| Slika 2: Električni pastir | 5 |
| Slika 3: Princip delovanja električnega pastirja | 6 |
| Slika 4: Vezava napajalnega dela | 7 |
| Slika 5: Sončna celica | 7 |
| Slika 6: Solarni regulator..... | 9 |
| Slika 7: Razsmernik | 10 |
| Slika 8: Merjenje prevodnosti diode | 11 |
| Slika 9: Kondenzator | 11 |
| Slika 10: Celotna močnostna vezava..... | 12 |
| Slika 11: Tiristor BT 152 600R..... | 12 |
| Slika 12: Transformator | 13 |
| Slika 13: Program za generiranje pulzov | 14 |
| Slika 14: Izdelani nosilec za sončno celico | 15 |
| Slika 15: Mehanizem za ročno nastavljanje naklona | 16 |
| Slika 16: MIG-varilni aparat | 16 |
| Slika 17: Motor z zobato jermenico | 17 |
| Slika 18: Jermenica na nosilcu v programu SolidWorks | 18 |
| Slika 19: Jermenica na motorju v programu SolidWorks | 18 |
| Slika 20: Krmiljenje relejev preko tranzistorjev | 19 |
| Slika 21: Krmiljenje smeri vrtenja motorja..... | 20 |
| Slika 22: Program za obračanje celice, 1. del | 21 |
| Slika 23: Program za obračanje celice 2. del | 22 |
| Slika 24: Program za obračanje celice, 3. del | 22 |
| Slika 25: Program za obračanje celice, 4. del | 23 |
| Slika 26: Skica ohišja | 24 |
| Slika 27: Ohišje električnega pastirja v programu SolidWorks | 25 |
| Slika 28: Notranjost ohišja električnega pastirja..... | 26 |
| Slika 29: Končano ohišje za električnega pastirja..... | 27 |
| Slika 30: Glavni nosilec električnega pastirja v programu SolidWorks | 28 |
| Slika 31: Izdelani nosilec z ležajem | 28 |
| Slika 32: Končani izdelek | 30 |

KAZALO TABEL

| | |
|---|----|
| Tabela 1: Parametri izbrane sončne celice | 8 |
| Tabela 2: Potrditev hipotez | 29 |

SEZNAM PRILOG

| | |
|---|--|
| Priloga 1: Nosilec 1 | |
| Priloga 2: Nosilec 2 | |
| Priloga 3: Spodnja cev | |
| Priloga 4: Zgornja prečka | |
| Priloga 5: Spodnja prečka | |
| Priloga 6: Povezovalnica | |
| Priloga 7: Sestavljeno ohišje | |
| Priloga 8: Mala jermenica | |
| Priloga 9: Velika jermenica | |
| Priloga 10: Eksplozijski pogled izdelka | |

ZAHVALA

Najlepše se zahvaljujemo mag. Andru Glamniku, univ. dipl. inž., in mag. Mateju Vebru, univ. dipl. inž., za pomoč pri konstrukciji, vezavi in izvedbi projekta. Prav tako pa se zahvaljujemo Milošu Bevcu, univ. dipl. inž., za začetne napotke ter Stanetu Ravnaku, univ. dipl. inž., za pomoč pri električni vezavi. Iskrena hvala profesorici Mojci Drev Uranjek, prof., za lektoriranje raziskovalne naloge.

1 UVOD

Električni pastir ima danes na kmetijah vse večji pomen in postaja skoraj nepogrešljiva naprava za pašo živali. V raziskovalni nalogi smo si zastavili cilj, da raziščemo delovanje električnega pastirja, ga izdelamo, poiščemo pomanjkljivosti in rešitve zanje ter izvedemo izboljšave. V ta namen smo se odločili, da bomo izdelali električnega pastirja, ki je napajan preko akumulatorja in ima možnost zaznavanja napak pri delovanju. Pri svojem delu in raziskovanju smo uporabili znanje in izkušnje, pridobljene skozi vsa štiri leta šolanja.

1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA

Pri izdelavi raziskovalne naloge smo naleteli na številne težave, povezane s konstrukcijo in z vezavo vseh komponent. Na začetku smo se odločali o približni zgradbi izdelka, pri kateri smo naleteli na problem prenosa gibanja na gred sončne celice. Težava se je pojavila tudi pri izdelavi električnega pastirja, zaradi velike napetosti, ki jo je težko krmiliti. Probleme smo reševali sproti s pridobljenim znanjem, izkušnjami ter s pomočjo strokovnega gradiva in literature.

1.2 HIPOTEZE

Cilj naše raziskovalne naloge je bil raziskati delovanje električnega pastirja in poskušati poiskati pomanjkljivosti današnjih električnih pastirjev. Ker predvidevamo, kako naj bi naprava delovala, smo si v nadaljevanju zastavili nekaj hipotez. Z njimi smo želeli potrditi svoje stališče glede električnega pastirja in naših domnevnih rešitev oziroma izboljšav.

Za nadaljnje raziskovanje smo si zastavili naslednje hipoteze:

- Sončna celica je najprimernejša rešitev za napajanje na pašnikih, ki so postavljeni na bolj odročnih površinah.
- Pri izdelavi izdelka se bomo poskušali čim bolj približati dejanskemu električnemu pastirju.
- S povratno informacijo o napetosti v ograji bomo lahko zaznavali napake v delovanju.
- Z izbiro ustreznega ohišja bomo odpravili težave glede vodoodpornosti.
- Signalni in močnostni del bo mogoče izvajati preko mikrokrmilnika Arduino Uno.
- Celotna izdelava bo čim bolj cenovno ugodna.

- Z obračanjem sončne celice bomo dosegli večji izkoristek.

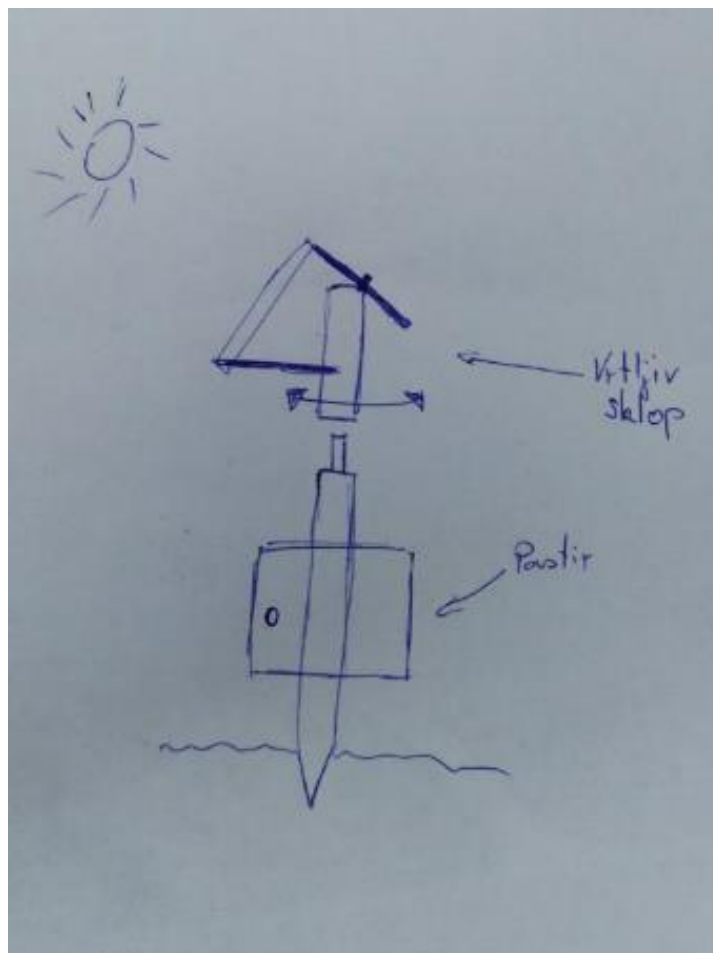
1.3 METODE RAZISKOVANJA

V svojem projektu smo uporabili dve metodi raziskovanja:

- Metodo analize, pri kateri celoten projekt razdelimo na manjše smiselne dele (uporabili smo jo pri razčlenitvi celotne raziskovalne naloge na manjše dele).
- Primerjalno metodo, pri kateri smo primerjali različne tipe električnih pastirjev med sabo in ugotavljali podobnosti in razlike.

2 PREDSTAVITEV POTEKA RAZISKOVALNE NALOGE

Glavni namen naše raziskovalne naloge je bil raziskati in prikazati delovanje in uporabo električnega pastirja z našimi izboljšavami v realnem okolju. Celotni projekt smo gradili na osnovnem principu delovanja električnega pastirja, ki smo ga v nadaljevanju nadgradili in izboljšali. Na začetku smo morali raziskati delovanje električnega pastirja in pri tem smo ugotovili, katere komponente potrebujemo. Takoj po izbiri komponent smo se odločili, katero in kako veliko sončno celico ter regulator zanjo potrebujemo. Takoj se je pojavila težava, kako bomo povezali električni in signalni del z močnostnim na takšen način, da bodo vse komponente v ohišju in tako zavarovane pred vremenskimi vplivi. Ta problem smo rešili z izbiro pravega ohišja ter s pravilnim načrtovanjem postavitve vseh komponent v ohišju. Po odpravi te težave smo se začeli odločati o tem, katere izboljšave bomo vključili v svoj projekt. Odločili smo se, da bomo sončno celico, s katero napajamo akumulator električnega pastirja, z ustreznim pogonom obračali proti soncu in s tem zagotovili maksimalen izkoristek sončne energije. Odločili smo se tudi, da bomo merili napetost pulzov v električni ograji in s tem ugotavljali morebitne napake v delovanju in na električni ograji. V nadaljevanju smo zasnovali električnega pastirja, ki se napaja preko akumulatorja in ima možnost zaznavanja napak.



Slika 1: Idejna skica

(Osebni vir)

2.1 ELEKTRIČNI PASTIR

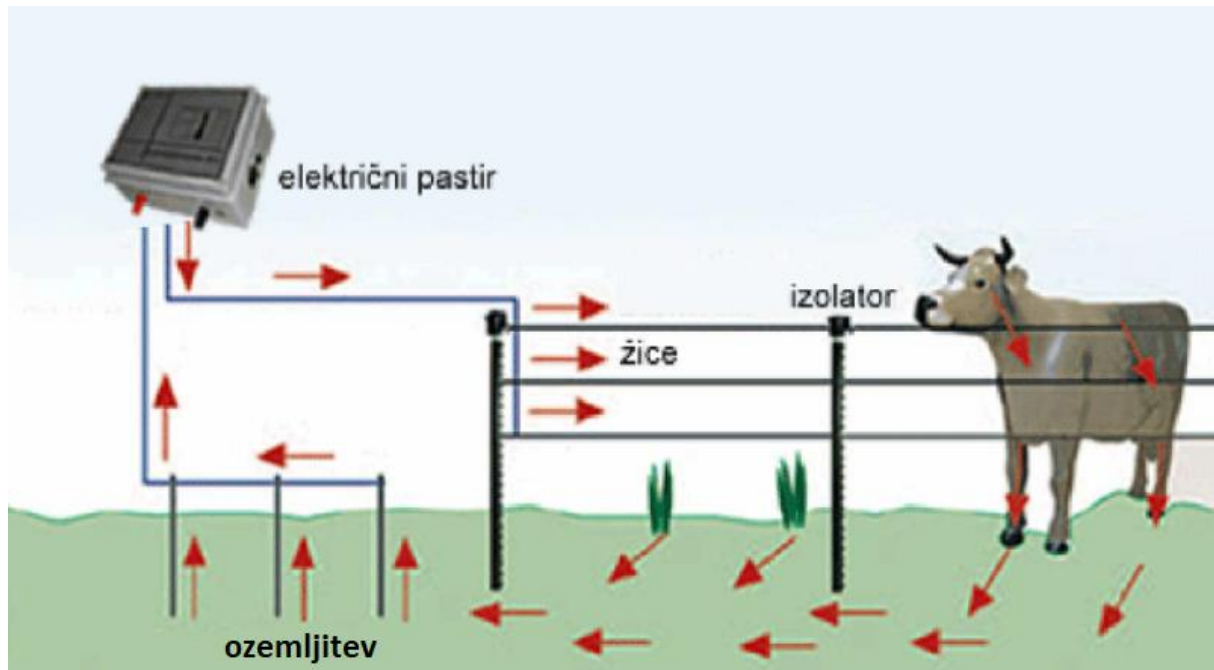
Električni pastir je naprava, ki jo kmetje uporabljajo za napajanje žične ograje okoli pašnika, v kateri pasejo svojo živino. Naprava hkrati opravlja dve funkciji, in sicer varuje beg živine iz ograje ter živino in travnike pred divjadjo. Naprave se razlikujejo po napetosti, ki jo pošiljajo v žično ograjo, po dolžini ograje, ki so jo zmožni napajati in po napetosti, s katero naprave napajamo. Električni pastir pošilja električne pulze, ki so hkrati dovolj močni, da si žival zapomni bolečino, in dovolj šibki, da ne morejo povzročiti telesnih poškodb ali smrti. Napetost pulzov se večinoma giblje od 2 kV do 10 kV, frekvenca, s katero se pošiljajo, je okoli 1 Hz.



Slika 2: Električni pastir

(Osebni vir)

Električni pastir živali stresa po principu sklenjenega električnega kroga. Pozitivni pulzi se pošiljajo v žično ograjo, ki je izolirana od zemlje oziroma tal, na katera priključimo negativni priključek oziroma ozemljitev. Dobro ozemljitev dosežemo z valjanim železom, ki ga zabijemo globoko v vlažna tla. Torej: ko se žival dotakne žice, čez njo steče električni tok, ker je sklenila električni krog med žično ograjo in tlemi. Električni pastir ima po navadi 2 priključka, in sicer enega za električno ograjo ter enega za ozemljitev. Lahko pa ima tudi dodatni priključek, ki je namenjen za priključitev na električno ograjo s polovično močjo. Ta priključek uporabljamo, če ne potrebujemo polne moči električnega pastirja. Dolžina ograje in število žic na ograji sta zelo pomembna podatka, saj se z daljšo ograjo pojavijo tudi večje izgube. Dolžina ograje se lahko giblje tudi do 300 km.



Slika 3: Princip delovanja električnega pastirja [4]

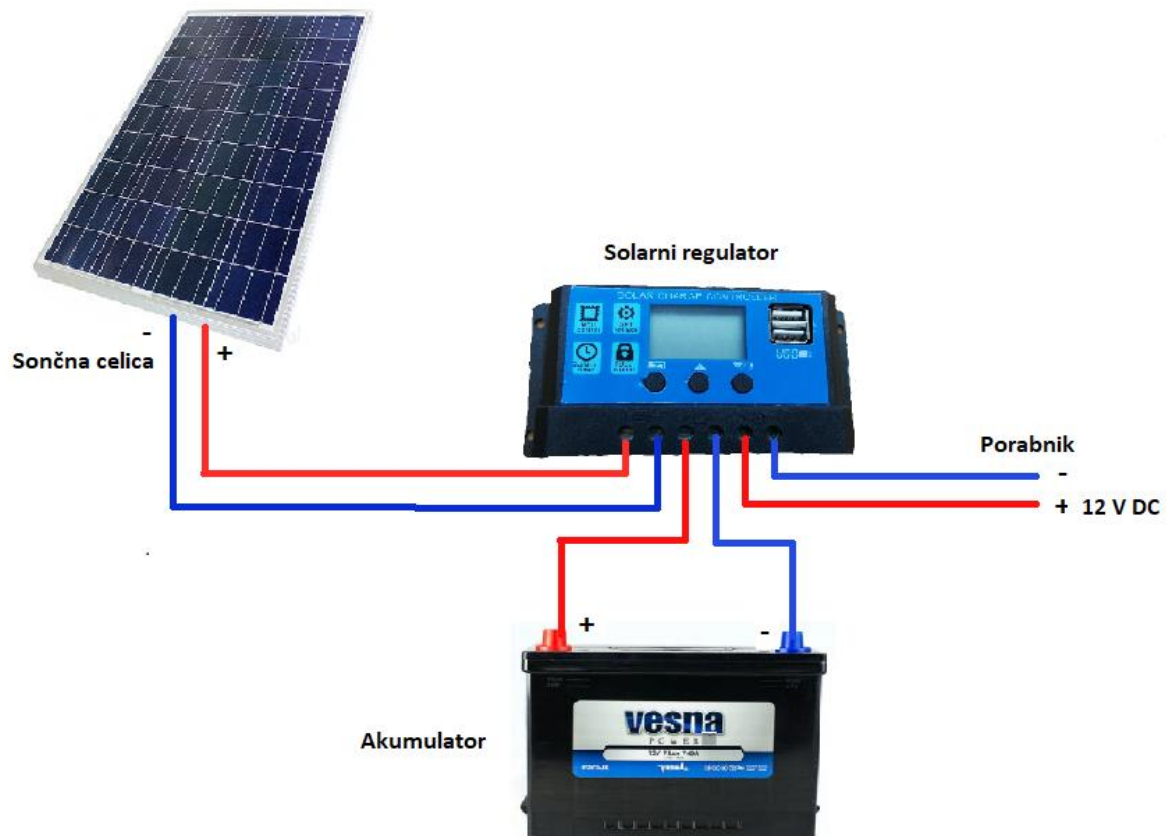
2.2 OPIS IZDELANEGA ELEKTRIČNEGA PASTIRJA

Celotno vezavo električnega pastirja smo razdelili na 3 dele:

- napajalni del
- vezje za dvig in pulziranje napetosti
- transformator

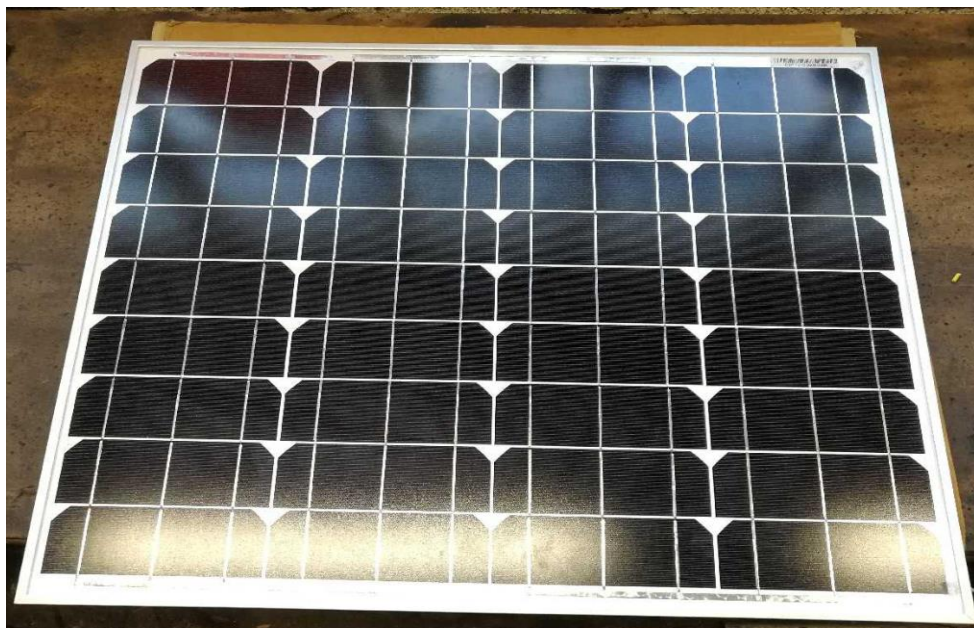
2.2.1 Napajalni del

Za napajanje našega električnega pastirja smo izbrali akumulator, ki ga bomo preko regulatorja polnili s sončno celico. Iz akumulatorja dobimo 12 V enosmerne napetosti, na katero potem priključimo električnega pastirja. Akumulator nam omogoča, da bo električni pastir deloval tudi ponoči in takrat, ko bo oblačno oziroma ne dovolj sončno. Ker akumulator polnimo preko sončne celice, lahko napravo postavimo tudi na odročno mesto, kjer ni elektrike.



Slika 4: Vezava napajalnega dela
(Osebni vir)

2.2.1.1 Sončna celica



Slika 5: Sončna celica
(Osebni vir)

Sončna celica je električni element, ki pretvarja sončno energijo v električno. V splošnem gre za tristopenjski proces, ki vključuje:

- vpijanje svetlobe,
- ločevanje pozitivnih in negativnih nabojev in
- prevajanje nabojev skozi breme.

Iskali smo sončno celico, ki ne bi bila prevelika, a bi nam hkrati zagotavljala dovolj električne energije za polnjenje akumulatorja. Vsi parametri so predstavljeni v naslednji tabeli:

Tabela 1: Parametri izbrane sončne celice

| | |
|------------------------------|-----------------|
| Maksimalna moč | 50 W \pm 3 % |
| Maksimalna napetost | 18 V |
| Maksimalni tok | 2,78 A |
| Napetost pri odprtih sponkah | 20,5 V |
| Tok pri kratkem stiku | 3,03 A |
| Teža | 0,5 kg |
| Dimenzije | 760 mm x 500 mm |

2.2.1.2 Solarni regulator

Solarni regulator nam omogoča polnjenje akumulatorja z energijo, pridobljeno s sončno celico. Regulatorji v realnem času prilagodijo regulacijo glede na notranjo upornost solarne celice in jo s tem maksimalno obremenijo ter posledično polnijo akumulator z maksimalnim tokom. Izbrali smo si solarni regulator, ki je sposoben regulirati električni tok do 20 A, kar zadostuje za izbrano sončno celico. Na zaslonu lahko spremljamo trenutno napetost in porabo. S funkcijskimi tipkami lahko tudi nastavljamo izhodno napetost. Solarni regulator ima 3 priključke, in sicer:

- priključek za sončno celico,
- priključek za akumulator in
- priključek za porabnik, ki je v našem primeru električni pastir.

Solarni regulator ima še dva 5 V USB-priključka, ki ju bomo uporabili za napajanje mikrokontrolnika Arduino Uno.



Slika 6: Solarni regulator

(Osebni vir)

2.2.2 Vezje za dvig in pulziranje napetosti

Vezje je najkompleksnejši del električnega pastirja. Skrbi za pretvorbo napetosti iz akumulatorja in za generiranje pulzov, ki jih potem pošljemo v izhodni transformator. Delovanje vezja lahko razdelimo na:

- dvig in pretvorbo napetosti,
- usmeritev napetosti,
- polnjenje kondenzatorja in
- pulzno praznjenje kondenzatorja skozi izhodni transformator.

2.2.2.1 Dvig in pretvorba napetosti

Ta del skrbi za pretvorbo 12 V enosmerne napetosti v višjo izmenično napetost. Navadno je to izvedeno s transformatorjem, ampak mi smo se odločili uporabiti inverter oziroma razsmernik, ki nam neposredno pretvori 12 V DC v 230 V AC. To doseže z visoko frekvenčno pulzno širinsko modulacijo, ki generira dober približek sinusne izmenične napetosti iz vtičnice brez prevelikih izgub. Uporabili smo 300 W-razsmernik, ki je dovolj močan za napajanje našega električnega pastirja. Maksimalni tok na izhodu je 2.6 A.

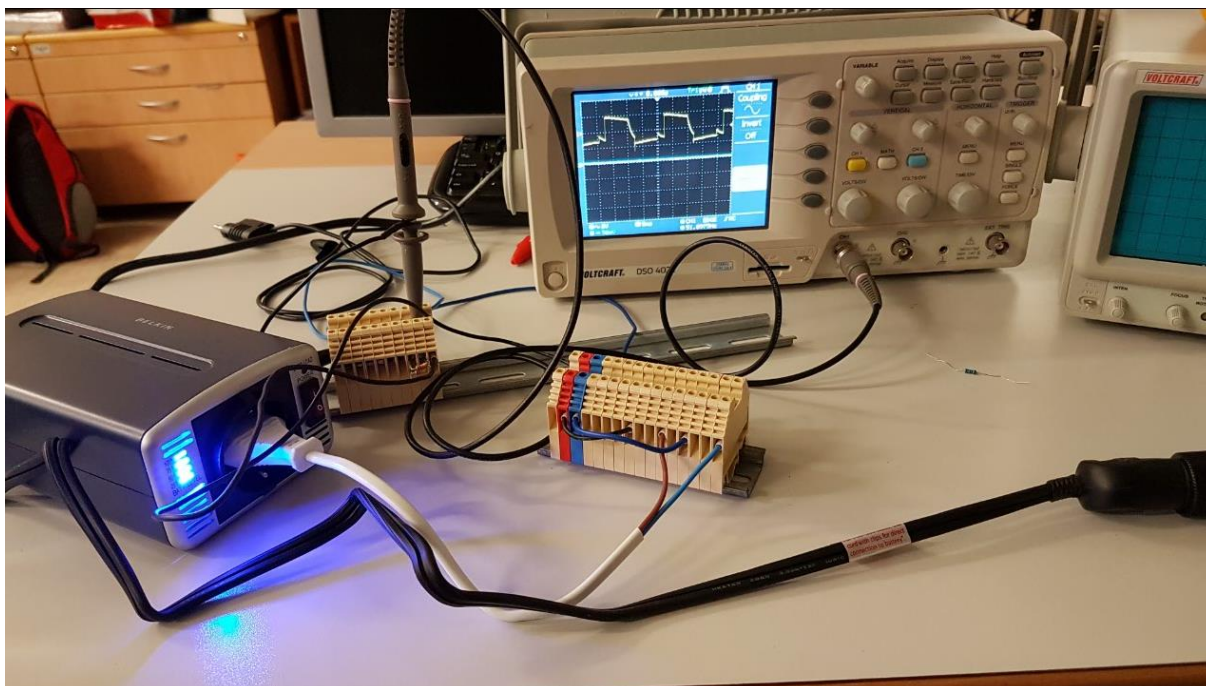


Slika 7: Razsmernik

(Osebni vir)

2.2.2.2 Usmeritev napetosti

Kondenzator se pri izmenični napetosti obnaša kot prevodnik, zato moramo, če ga želimo napolniti, najprej usmeriti napetost. Usmeritev smo dosegli z uporabo diode, katere lastnost je, da prevaja električni tok iz anode proti katodi, v obratni smeri pa ne. Tako filtriramo pozitivne valove izmenične napetosti od negativnih in dobimo pulzirajočo enosmerno napetost s frekvenco 50 Hz, ki je primerna za polnjenje kondenzatorja. Na ekranu na sliki 8 je vidno, kako dioda prevaja samo pozitivne faze izmenične napetosti. Uporabili smo usmerniško diodo IN 5408 DC, ki je sposobna prevajati napetost do 1 kV ter tok do 3 A, kar je dovolj glede na maksimalni tok iz razsmernika. Dioda ima notranjo upornost, manjšo od 10 Ω .



Slika 8: Merjenje prevodnosti diode

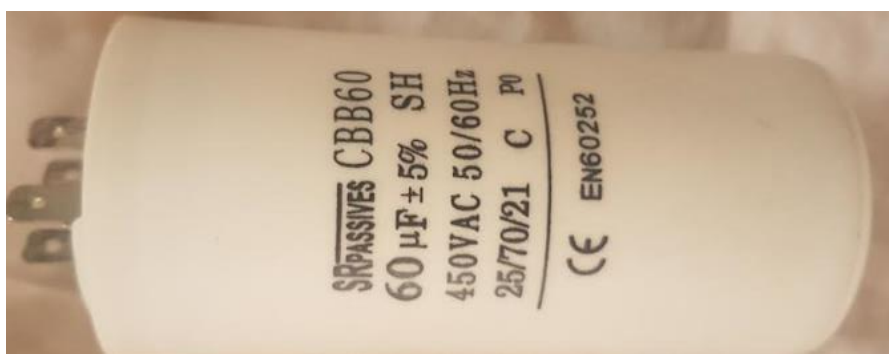
(Osebni vir)

2.2.2.3 Polnjenje kondenzatorja

Pri polnjenju kondenzatorja je pomembna konstanta τ (grška črka tau), ki pomeni čas, v katerem se dani kondenzator napolni na 63,21 % oziroma izprazni na 36,79 % energije. Konstanto izračunamo po naslednji formuli:

$$\tau = RC [s] \quad (2.1)$$

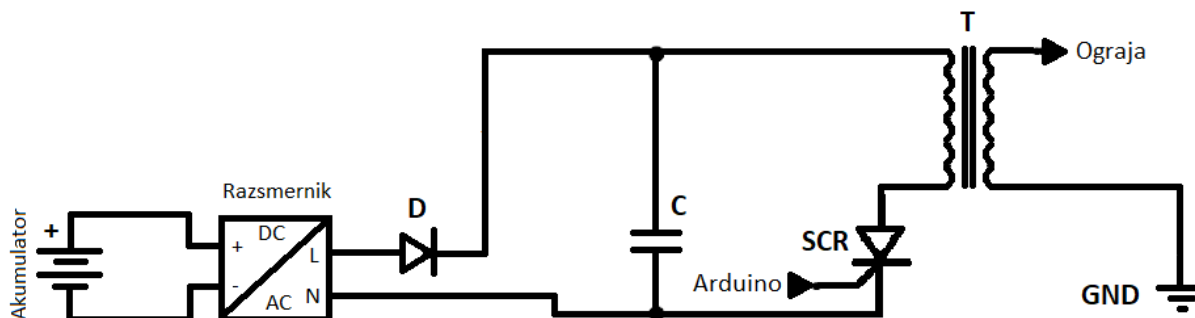
R je v našem primeru notranja upornost usmerniške diode, C pa kapacitivnost kondenzatorja, ki znaša $60 \mu\text{F}$. Kondenzator se teoretično napolni v času 5τ . Tako po izračunu dobimo 3 ms, kar je dovolj hitro glede na frekvenco pulzov, ki znaša 1 Hz.



Slika 9: Kondenzator

(Osebni vir)

2.2.2.4 Pulzno praznjenje kondenzatorja skozi izhodni transformator



Slika 10: Celotna močnostna vezava

(Osebni vir)

Ko se kondenzator napolni, ga izpraznimo skozi izhodni transformator. Za stikalo smo uporabili tiristor, ki se sklene, ko na vrata priključimo napetost. Uporabili smo tiristor BT 152 600R, ki je namenjen napetosti, manjši kot 650 V, ter toku, manjšemu kot 13 A, kar nam zadostuje. Vrata tiristorja odpiramo z napetostjo 5 V, ki jo pripeljemo iz digitalnega izhoda mikrokrmilnika Arduino Uno. Ko se tiristor sklene, začne teči tok iz kondenzatorja skozi primarno navitje transformatorja ter skozi tiristor proti ničli. Tiristor sklenemo le za 10 ms vsako sekundo, kar je dovolj, glede na to, da se kondenzator izprazni že v 3 ms. Ko tiristor spet preneha prevajati, se kondenzator ponovno polni.



Slika 11: Tiristor BT 152 600R

(Osebni vir)

2.2.3 Izhodni transformator

Izhodni transformatorji za električne pastirje so posebni transformatorji, ki imajo notranjo upornost na primarnem navitju zelo nizko. Zaradi nizke upornosti niso primerni za priključitev na konstantno napetost. Ker bi se pojavil prevelik tok, ki bi povzročil zelo visoke temperature in uničenje, takšne transformatorje uporabljamo samo za transformiranje kratkih pulzov. Takšni transformatorji pa imajo dober izkoristek. Izbrani transformator ima prestavo 1:10. Po enačbi lahko tako izračunamo, kako visoka bo napetost, ki se bo inducirala na sekundarnem navitju transformatorja. »V vsakem primeru je način delovanja izhodnega dela pri vseh aparatih enak po principu delovanja. V vseh primerih se najprej energija shrani v kondenzator, ki služi kot nekakšen akumulator – rezervoar energije, ta kondenzator pa lahko shranjeno energijo hipoma odda preko izhodnega visokonapetostnega transformatorja.« [2]

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{U_1}{U_2} \Rightarrow U_2 = \frac{U_1 N_2}{N_1} \text{ [V]} \quad (2.2)$$

Po izračunu ugotovimo, da bomo v ograjo spuščali kratke pulze z napetostjo 2,3 kV. Napetost je hkrati dovolj visoka, da žival čuti in si zapomni, ter hkrati ni smrtno nevarna, ker gre samo za kratek pulz.



Slika 12: Transformator [5]

2.2.4 Program za generiranje pulzov in zaznavanja napak

```
unsigned long cas = 0; //spremenljivke za čas
unsigned long prejsnji_cas = 0;
unsigned long cas_dolzina = 0;
unsigned long prejsnji_cas_dolzina = 0;

int tiristor = 10; //output pin na Arduinotu
int frekvenca_pulzov = 0.5; // [Hz] //frekvenca pulzov
int perioda_pulzov = 0; // [ms] //čas med pulzi
int dolzina_pulza = 10; // [ms] //čas kolikor je pulz dolg
int povratna_informacija = A0;
int napetost_ograje = 0;
int napakaLED = 12;
void setup() {
    pinMode(tiristor, OUTPUT); //pin na katerem je priključen tiristor
} //definiramo kot izhod

void loop() {
    perioda_pulzov = (int)(1 / frekvenca_pulzov); //izračun periode po enačbi T = 1 / f
    cas = millis();
    if (cas - prejsnji_cas >= perioda_pulzov) { //čakamo da poteče čas med pulzi
        digitalWrite(tiristor, HIGH); //odpremo vraga tiristorja
        cas_dolzina = millis();
        if (cas_dolzina - prejsnji_cas_dolzina >= dolzina_pulza) { //tiristor je odprt za definirano vrednost
            digitalWrite(tiristor, LOW); //potem ga izklopimo
            prejsnji_cas_dolzina = cas_dolzina; //resetiramo spremenljivke
            prejsnji_cas = cas;
        }
    }
    napetost_ograje = map(analogRead(povratna_informacija), 0, 255, 0, 10000); //merjenje in spreminjanje obsega
    if (napetost_ograje <= 1000) { //spremenljivke
        digitalWrite(napakaLED, HIGH); //če napetost pade pod 1000 V
    } //zaznamo napako v ograji
    else { //in prižgemo lučko za napako
        digitalWrite(napakaLED, LOW);
    }
}
```

Slika 13: Program za generiranje pulzov

(Osebni vir)

Za mikrokrmilnik smo uporabili Arduino Uno. Program smo napisali v Arduino okolju, in sicer v programskem jeziku C++. V programu najprej definiramo vse spremenljivke, ki jih bomo kasneje uporabili v samem programu. Definirali smo, na katerem priključku bomo imeli elemente povezane ter spremenljivke za operiranje s časom, ki jih potrebujemo za pravilno odpiranje vrat tiristorja. V programu najprej izračunamo čas med pulzi iz frekvence, ki jo definiramo na začetku programa. Potem z operiranjem spremenljivk časa določimo, kdaj se bo tiristor odprl in za koliko časa. Z mikrokrmilnikom tudi merimo dejansko napetost v električni žični ograji. Ker z mikrokrmilnikom lahko merimo samo napetosti do 5 V, moramo za merjenje napetosti uporabiti napetostni delilnik. Napetostni delilnik sestavljata 2 upora, ki imata razmerje upornosti enako kot razmerje napetosti. Ker je napetost v ograji 10000 V maksimalna napetost, ki jo pa lahko beremo pa 5 V, morata biti upora v razmerju 2000:1. Odločili smo se za upora z upornostjo 2 M Ω in 1 k Ω , ki sta hkrati v pravilnem razmerju in ne porabljata preveč električnega toka. Tako dobimo na 1 k Ω uporu napetosti od 0 do 5 V, ki jih potem s programom beremo. Arduino Uno ima 8-bitni analogni vhod, kar pomeni, da lahko bere z natančnostjo 256

delov. To vrednost od 0 do 255 spremenimo v vrednost od 0 do 10000, ki nam v programu pomeni dejansko vrednost napetosti ograje. Če se ta napetost spusti pod 1000 V, pomeni, da električna napetost na ograji prebija proti zemlji. To napako potem prikažemo s prižigom rdeče LED-diode.

2.3 NAČRTOVANJE VRTEČE SE SONČNE CELICE

Z namenom povečanja izkoristka sončne energije smo se odločili, da bomo sončno celico obračali proti soncu. Pojavila se je težava, kako bomo najprej naredili primeren nosilec in ga uležajili, ter tudi, kako bomo izvedli prenos sile z motorja na gred nosilca sončne celice. Odločili smo se, da bomo za glavni nosilec uporabili cev, na kateri bo pritrjeno ohišje s celotno električno vezavo ter na vrhu uležajen nosilec za sončno celico, ki bo z gredjo povezan z ohišjem, v katerem bo motor. Prenos z motorja na gred smo izvedli s pomočjo zobatega jermena in jermenic, ki smo jih natisnili s 3D-tiskalnikom.

2.3.1 Nosilec za sončno celico

Nosilec za sončno celico ima hkrati dve funkciji, in sicer pritrditev in obračanje celice. Konstruiranja celice smo se lotili v programu SolidWorks, kjer lahko modeliramo poljuben 3D-izdelek v virtualnem okolju. Nosilec smo zasnovali tako, da lahko ročno nastavljam kot naklona sončne celice.



Slika 14: Izdelani nosilec za sončno celico

(Osebni vir)

Celoten nosilec je izdelan iz železa, ki ga bomo kasneje prebarvali in ga s tem zaščitili pred rjavenjem. Za barvanje smo se odločili, ker bo električni pastir izpostavljen dežju. Nosilec je sestavljen z varjenjem. Uporabili smo MIG-varilni aparat, ki za zaščitni plin uporablja argon z mešanico ogljikovega dioksida. Zvare smo na koncu zbrusili, da bo nanos barve gladek.



Slika 15: Mehanizem za ročno nastavljanje naklona

(Osebni vir)



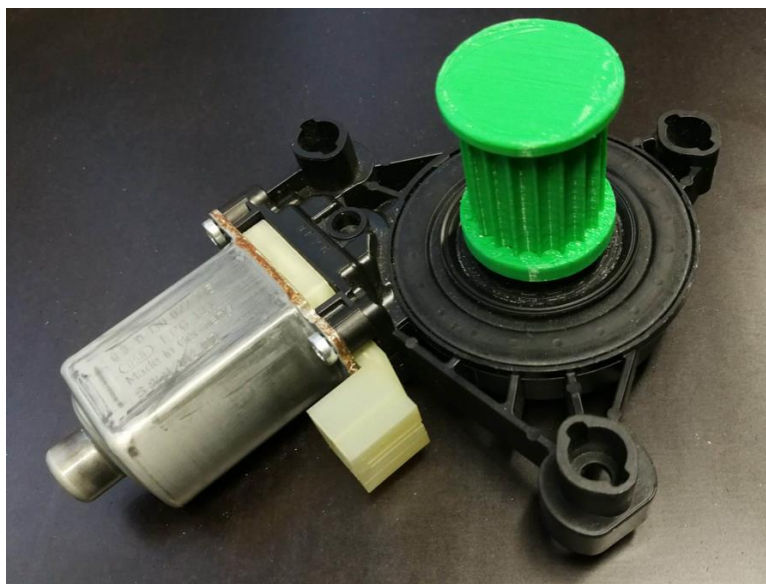
Slika 16: MIG-varilni aparat

(Osebni vir)

2.3.2 Pogon vrtenja sončne celice

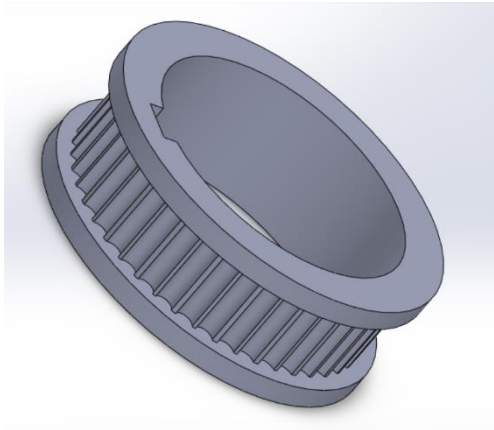
Za pogon vrtenja sončne celice smo se odločili uporabiti enosmerni motor s polžastim prenosom. Ta prenos nam omogoča, da zmanjšamo vrtilno hitrost in hkrati povečamo vrtilni moment. Polžasti prenos ima lastnost, da polž lahko vrti zobnik, zobnik pa polža ne more. Ta lastnost je zelo koristna, saj onemogoča, da bi močan veter obrnil celico v neželen položaj.

Enosmerni motor za delovanje potrebuje 12 V enosmerne napetosti. Ker bo treba motor vrteti v levo in desno smer, smo se odločili uporabiti H-mostič. Mostič deluje na principu menjave polaritete napetosti na priključkih. Ko zamenjamo polariteto, se začne motor vrteti v nasprotno smer. V večini primerov je H-mostič izveden s 4 tranzistorji, mi pa ga bomo izvedli z dvema relejema, ki ju bomo krmilili preko tranzistorjev z mikrokrmilnikom Arduino Uno.



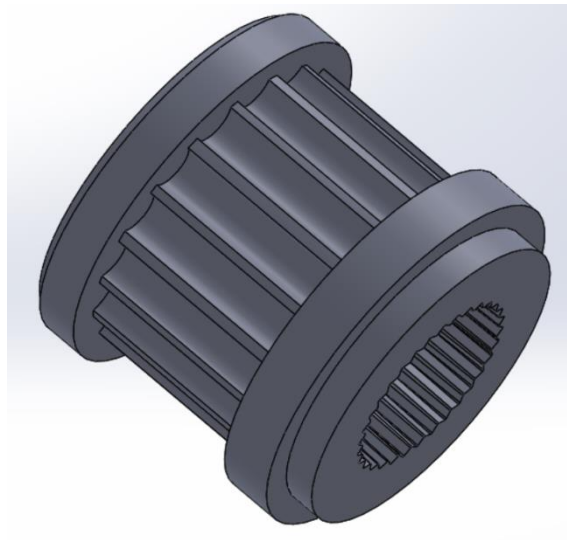
Slika 17: Motor z zobato jermenico

(Osebni vir)



Slika 18: Jermenica na nosilcu v programu SolidWorks

(Osebni vir)

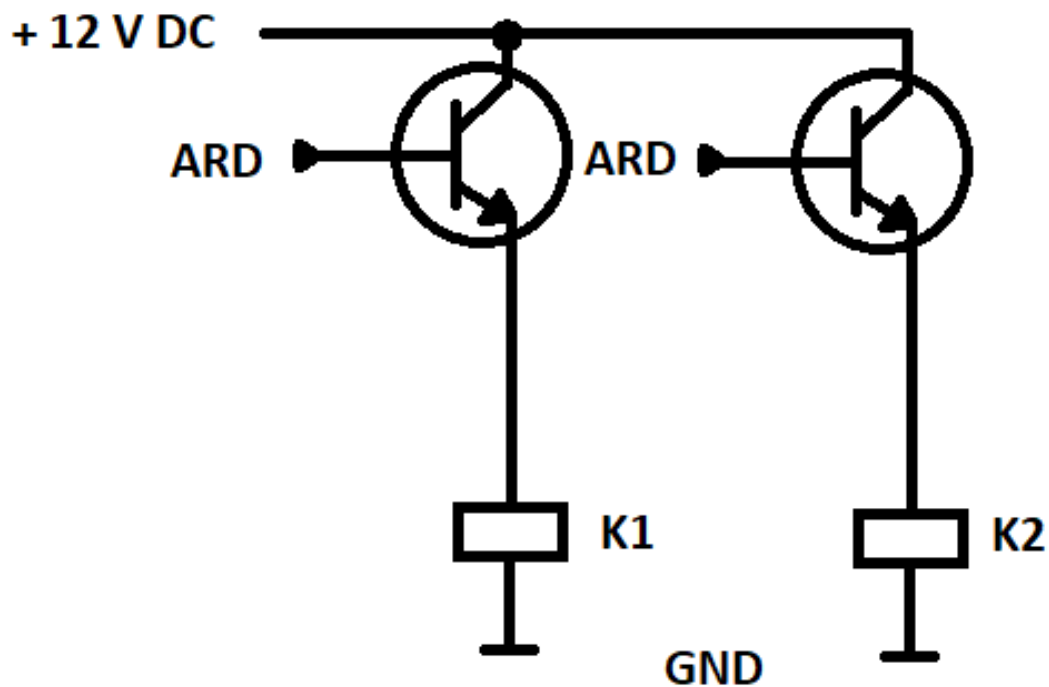


Slika 19: Jermenica na motorju v programu SolidWorks

(Osebni vir)

2.3.3 Vezava motorja

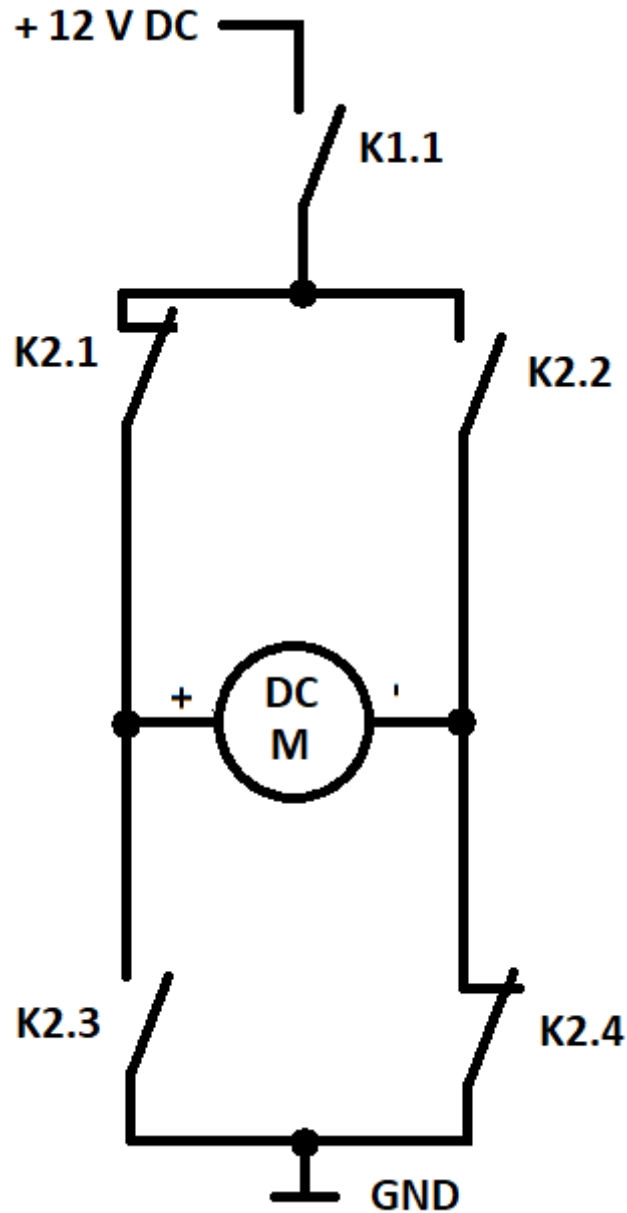
Motor, ki smo ga uporabili, je 12 V-enosmerni motor. Za krmiljenje motorja smo uporabili dva releja. Prvi rele motor prižiga in ugaša, drugi pa mu določa smer vrtenja. Oba releja krmilimo z mikrokontrolerom Arduino Uno preko tranzistorjev, ki nam omogočajo, da lahko s 5 V preklapljammo 12 V enosmerne napetosti.



Slika 20: Krmiljenje relejev preko tranzistorjev

(Osebni vir)

Pri prižiganju relejev oziroma katerih drugih tuljav s tranzistorji po navadi vzporedno k tranzistorju vežemo še usmerniško diodo, ki varuje tranzistor pred sunkom napetosti, ki se ustvari, ko tuljavi odklopimo električni tok.



Slika 21: Krmiljenje smeri vrtenja motorja

(Osebni vir)

Vsi štiri kontakti releja K2 se vklaplajo hkrati, kar pomeni, da tok v prvem primeru teče iz leve smeri k desni, če pa rele preklopimo, se vrti obratno.

2.3.4 Program za krmiljenje motorja

```
int rele_mostic = 7; //deklariramo vse spremenljivke
int rele_vklop = 8;
int gumb_levo = 9;
int gumb_desno = 10;

int vred_gumb_levo = 0;
int vred_gumb_desno = 0;

int i;
int j = 1;
int minute = 0;
int prave_minute = 0;

unsigned long cas = 0; //spremenljivke za čas
unsigned long prejsnji_cas = 0;
unsigned long cas_celica = 0;
unsigned long prejsnji_cas_celica = 0;

int interval_premikanja = 18; // [min] //nastavitev parametrov za vrtenje celice
int cas_vrtenja = 400; // [ms]

void setup() {
  Serial.begin(9600); //prižgemo serijski komunikator
  pinMode(gumb_levo, INPUT); //definiramo spremenljivke kot vhod
  pinMode(gumb_desno, INPUT); //oziroma kot izhod
  pinMode(rele_mostic, OUTPUT);
  pinMode(rele_vklop, OUTPUT);
}
```

Slika 22: Program za obračanje celice, 1. del

(Osebni vir)

Sončno celico bomo vrteli po principu časa. Celica se bo vsake toliko časa obrnila za določen kot. To v programu nastavimo kot interval premikanja in čas vrtenja. Interval premikanja pomeni čas, ki preteče med dvema postopkoma obračanja celice, čas vrtenja pa pomeni, koliko časa se bo motor vrtel in obračal celico. Uporabljamo tudi dva gumba za ročno nastavljanje sončne celice, ki služita za kalibriranje celice po soncu.

```
void loop() {  
    vred_gumb_levo = digitalRead(gumb_levo);    //preberemo vrednosti gumbov za ročno nastavljanje celice  
    vred_gumb_desno = digitalRead(gumb_desno);  
  
    if ((vred_gumb_levo == HIGH) && (vred_gumb_desno == LOW)) {    //vrednost gumbov spremenimo v številke vrednosti  
        i = 2;  
    }  
    else if ((vred_gumb_levo == LOW) && (vred_gumb_desno == HIGH)) {  
        i = 3;  
    }  
    else {  
        i = 1;  
    }  
    cas = millis();  
    if (cas - prejsnji_cas >= 60000) {    //ura, ki šteje minute  
        minute++;  
        prave_minute++;  
        prejsnji_cas = cas;  
    }  
    if ((prave_minute > 600) && (prave_minute < 1440)) {  
        i = 1;  
    }  
    else if (prave_minute > 1440) {    //celico na koncu dneva obrnemo nazaj  
        i = 3;  
        delay(12800);  
        i = 1;  
        prave_minute = 0;  
    }  
}
```

Slika 23: Program za obračanje celice 2. del

(Osebni vir)

```
else {  
    if (minute >= interval_premikanja) {    //ko dosežemo čas interval premikanja, prižgemo motor  
        i = 2;  
        cas_celica = millis();  
        if ((cas_celica - (j * interval_premikanja * 60000)) > cas_vrtanja) {    //motor prižgemo le za določen čas  
            i = 1;  
            j++;  
            minute = 0;  
        }  
    }  
}
```

Slika 24: Program za obračanje celice, 3. del

(Osebni vir)


```
switch (i) {          //s številskimi vrednostmi krmilimo releja
  case 1:
    digitalWrite(rele_vklop, LOW);
    digitalWrite(rele_mostic, LOW);
    break;
  case 2:
    digitalWrite(rele_vklop, HIGH);
    digitalWrite(rele_mostic, LOW);
    break;
  case 3:
    digitalWrite(rele_vklop, HIGH);
    digitalWrite(rele_mostic, HIGH);
    break;
}
Serial.print(cas);    //izpisovanje parametrov na serijski komunikator
Serial.print(" ");
Serial.print(i);
Serial.print(" ");
Serial.print(j);
Serial.print(" ");
Serial.print(minute);
Serial.print(" ");
Serial.println(cas_celica);
}
```

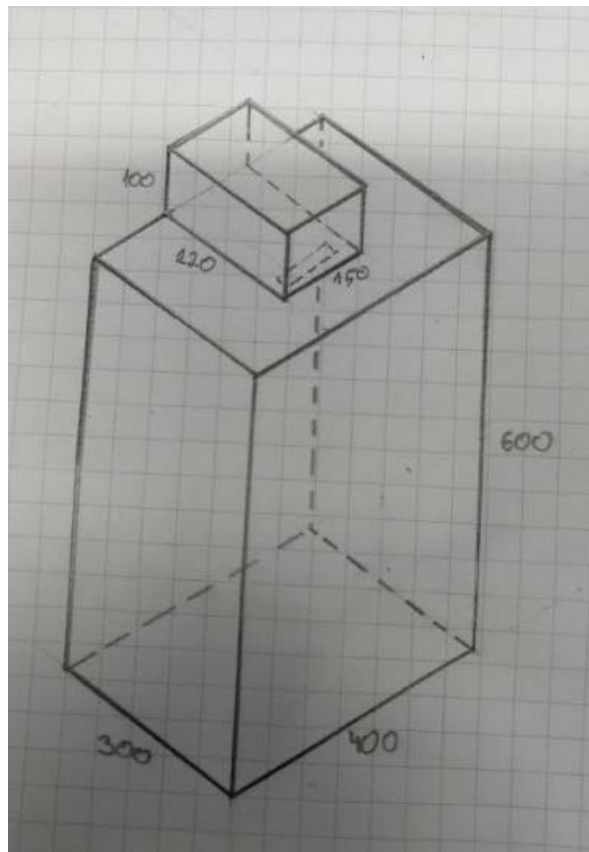
Slika 25: Program za obračanje celice, 4. del

(Osebni vir)

2.4 OHIŠJE IN GLAVNI NOSILEC ELEKTRIČNEGA PASTIRJA

2.4.1 Ohišje električnega pastirja

Kot vsaka električna naprava tudi električni pastir potrebuje ohišje za zaščito električnih komponent pred vremenskimi vplivi. Pri ohišjih vedno iščemo pravo razmerje med zaščito in maso ohišja, zato smo se odločili, da bomo uporabili leseno ohišje. Ohišje smo najprej zasnovali in ga zmodelirali na papirju. Zamislili smo si ohišje z eno polico in zgornjim ločenim predelom, ki bo služil za pritrditev motorja in jermenice. Posamezna dela sta povezana z režo, skozi katero so napeljeni vsi potrebni električni vodniki.



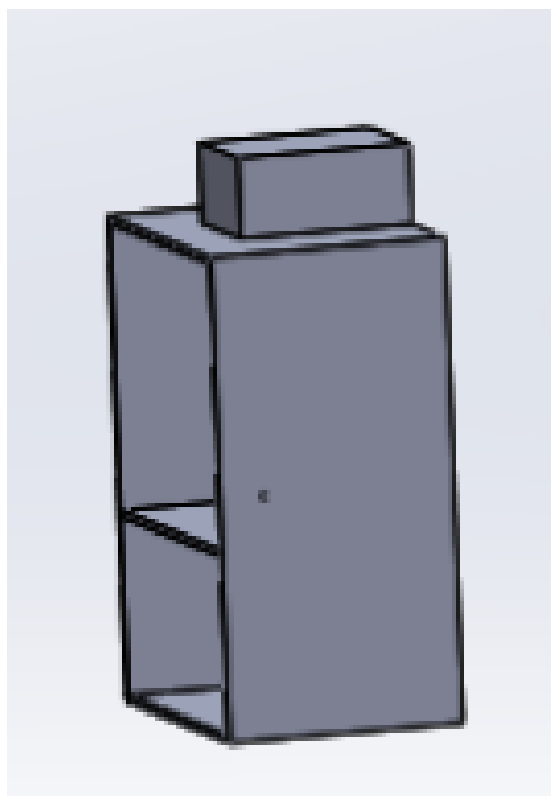
Slika 26: Skica ohišja

(Osebni vir)

Ko smo bili z obliko zadovoljni, smo ohišje narisali še v programu SolidWorks. Celotno ohišje za električnega pastirja smo razdelili na 3 dele, in sicer:

- spodnji del za akumulator in solarni regulator,
- osrednji del za električnega pastirja in
- zgornji del za motor in prenos vrtilnega momenta.

Posamezne dele smo ločili s policami. Ohišju smo dodali še vrata, ki se zaklepajo in s tem preprečijo krajo komponent ter vandalizem.



Slika 27: Ohišje električnega pastirja v programu SolidWorks

(Osebni vir)



Slika 28: Notranjost ohišja električnega pastirja

(Osebni vir)

Ohišje smo sestavili iz posameznih lesenih stranic, ki smo jih privijali skupaj in med spoje nanесли lepilo, kar nam zagotavlja dober spoj in neprepustnost vode. Celotno ohišje smo na koncu prebarvali z vodoodporno barvo in s tem zagotovili dodatno zaščito lesa in električnih komponent pred vremenom.

Celotno ohišje se potem postavi na podporno polico na glavnem nosilcu električnega pastirja in privijači nanj.

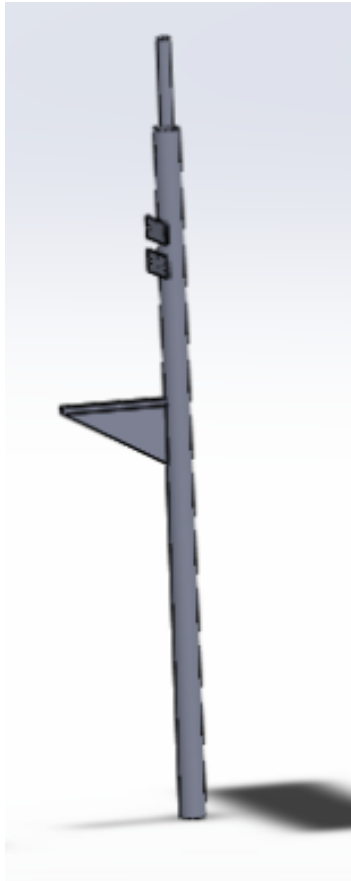


Slika 29: Končano ohišje za električnega pastirja

(Osebni vir)

2.4.2 Glavni nosilec električnega pastirja

Glavni nosilec električnega pastirja je nosilec, ki drži ohišje električnega pastirja z vsemi komponentami in sončno celico. Nosilec ima koničast konec, ki je namenjen za v zemljo. Ta nosilec bomo zabili v zemljo na mestu, kjer bomo na koncu želeli, da električni pastir deluje. Nosilec ima podporno polico za ohišje električnega pastirja in naslon, na katerega ohišje privijačimo. Nosilec je votel, saj smo po njem v tla napeljali ozemljitveni vodnik, ki služi kot negativni pol za delovanje električnega pastirja. Na vrhu nosilca imamo ležaj in površino, ki je pripravljena za namestitev vrtljivega nosilca za sončno celico.



Slika 30: Glavni nosilec električnega pastirja v programu SolidWorks

(Osebni vir)

Tudi glavni nosilec smo najprej skonstruirali v programu SolidWorks, kjer smo mu določili obliko in dimenzije. Nosilec smo izdelali iz jekla, ki smo ga kasneje prebarvali in ga s tem zaščitili pred korozijo. Nosilno polico, površino za privijačenje ohišja in nosilec za sončno celico smo zvarili.










Slika 31: Izdelani nosilec z ležajem

(Osebni vir)

3 PREDSTAVITEV REZULTATOV

S pomočjo zadanih hipotez nam je uspelo skoraj celo raziskovalno nalogo speljati do konca. Vse težave, s katerimi smo se soočali, smo odpravili z znanjem in izkušnjami, pridobljenimi med šolanjem in s pomočjo mentorjev. Delovanje električnega pastirja smo kar najbolj približali kupljenemu in s tem potrdili eno izmed hipotez. Ker smo izbrali pravo ohišje že na samem začetku, smo odpravili težavo vodoodpornosti, ki je bila ena večjih pri tem projektu. Arduino Uno je bila cenovno zelo ugodna in zanesljiva rešitev za krmiljenje električnega pastirja. S tem smo potrdili še tri hipoteze. Sončna celica je najprimernejši način za pridobivanje električne energije na odročnih mestih, kar nam potrjuje hipotezo, a z obračanjem sončne celice nismo dosegli velike razlike v izkoristku. Električni pastir lahko zaznava napake v delovanju oziroma okvare v ograji, kar nam potrjuje še zadnjo hipotezo. V prihodnosti nameravamo izboljšati sistem za obračanje sončne celice, in sicer nadgraditi časovni način obračanja s senzorji, ki določijo položaj sonca.

Tabela 2: Potrditev hipotez

| Hipoteza | Potrditev |
|---|---|
| Sončna celica je najprimernejša rešitev za napajanje na pašnikih, ki so postavljeni na bolj odročnih površinah. |  |
| Pri izdelavi izdelka se bomo poskušali čim bolj približati dejanskemu električnemu pastirju. |  |
| S povratno informacijo o napetosti v ograji bomo lahko zaznavali napake v delovanju. |  |
| Z izbiro ustreznega ohišja bomo odpravili težave glede vodoodpornosti. |  |
| Signalni in močnostni del bo mogoče izvajati preko mikrokrmilnika Arduino Uno. |  |
| Celotna izdelava bo čim bolj cenovno ugodna. |  |
| Z obračanjem sončne celice bomo dosegli večji izkoristek. |  |



Slika 32: Končani izdelek

(Osebni vir)

4 ZAKLJUČEK

Električni pastir v današnjem času kmetu predstavlja rešitev za zaščito njegovih živali in površin. Ker živimo v času, ko mora biti vsaka stvar izpopolnjena, smo naredili pametnega električnega pastirja. Skozi projekt smo pridobili mnoga znanja in izkušnje, ki jih ne bi, če ne bi naleteli na številne težave. Izdelek, ki smo ga izdelali, se kar najbolj približa električnemu pastirju, kakršnega lahko kupimo v trgovini. Raziskovalno nalogo nam je uspelo izvesti, saj smo zadane cilje dosegli kljub veliko težavam. Ker izdelek deluje, ga bomo doma v prihodnje uporabljali. Izdelek nam je uspelo izdelati razmeroma poceni v primerjavi s cenami podobnih izdelkov na trgu.

5 VIRI IN LITERATURA

[1] BASTIAN, P. Elektrotehniški priročnik. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije, 2013.

[2] Električni pastir (online). (citirano 4. 3. 2018). Dostopno na naslovu:

<http://www.elektron.si/forum/viewtopic.php?t=184>.

[3] Princip delovanja električnega pastirja (online). (citirano 4. 3. 2018). Dostopno na naslovu:

https://www.researchgate.net/publication/224687331_An_Electric_Fence_Energizer_Design_Method.

[4] Princip delovanja električnega pastirja (slika 3) (online). (citirano 4. 3. 2018). Dostopno na naslovu:

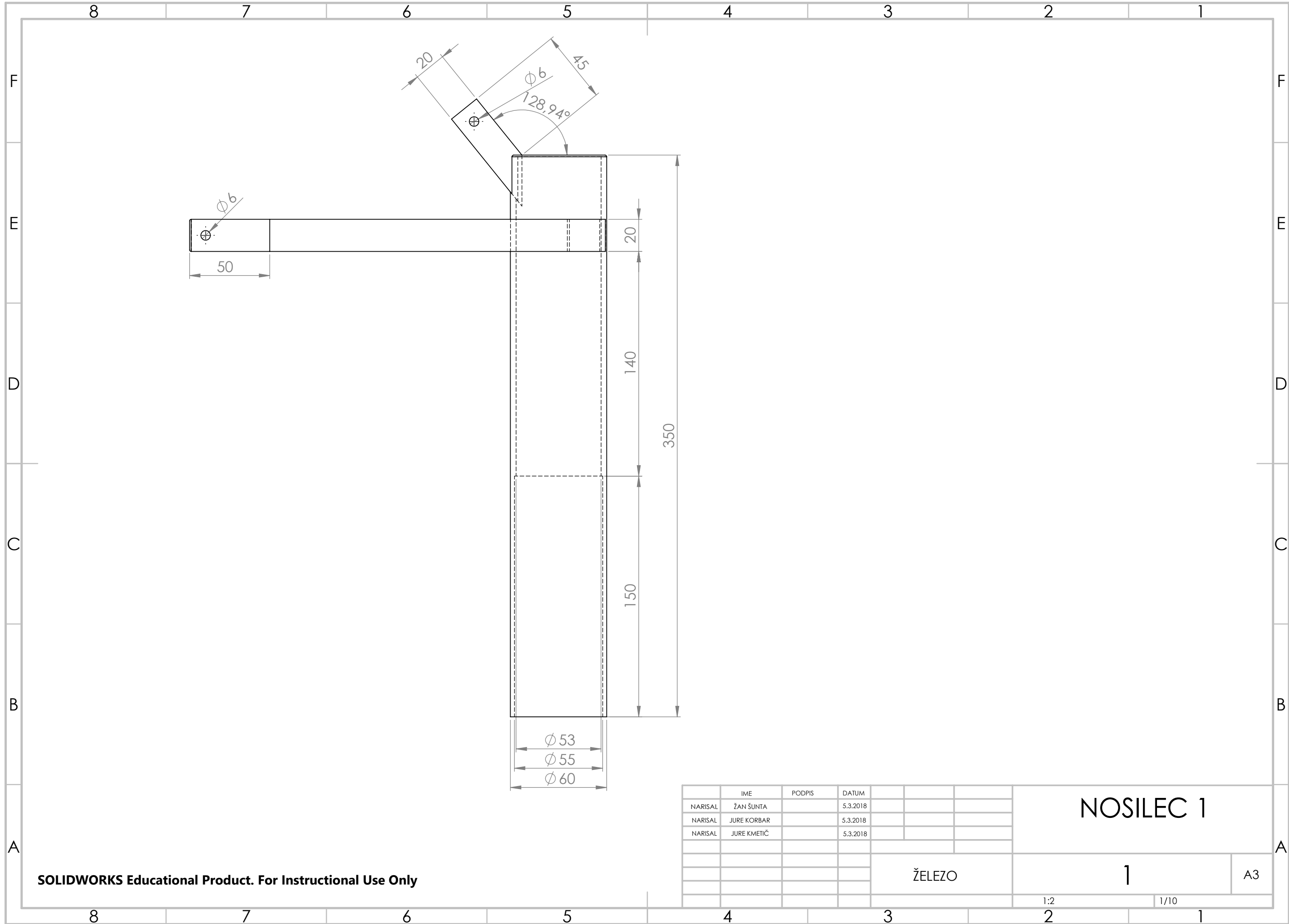
<https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=pxKM38vi&id=BA8DAB5CA3219788541209698ECDBE5A5436841C&thid=OIP.pxKM38vi-cxXjzZdTfcuOAHaEL&q=elektri%20dni+pastir&simid=608025628680062688&selectedIndex=39&ajaxhist=0>.

[5] Transformator (slika 12) (online). (citirano 4. 3. 2018). Dostopno na naslovu:

<https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&iss=VS&imgurl=http%3a%2f%2fimage.e.allekabels.nl%2fimage%2f1072334-0%2ftransformator-spanning-uit-2x-12-volt.jpg&mid=7C5C91CE649CED607667751F278C457AE1BE0B84&ccid=SAttcS1g&simid=607998007793551336&thid=OIP.SAttcS1gw0UREstZ848gKQHafk&exph=338&expw=450&first=1&cal=0.03656597774244833&cat=0.057203389830508475&car=0.9252782193958664&cab=0.9555084745762712>.

[6] Tiristor BT152 600R (online). (citirano 4. 3. 2018). Dostopno na naslovu:

<http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/16808/PHILIPS/BT152-600R.html>.



SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only

| | IME | PODPIS | DATUM | | | |
|---------|-------------|--------|----------|--|--|--|
| NARISAL | ŽAN ŠUNTA | | 5.3.2018 | | | |
| NARISAL | JURE KORBAR | | 5.3.2018 | | | |
| NARISAL | JURE KMETIČ | | 5.3.2018 | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

NOSILEC 1

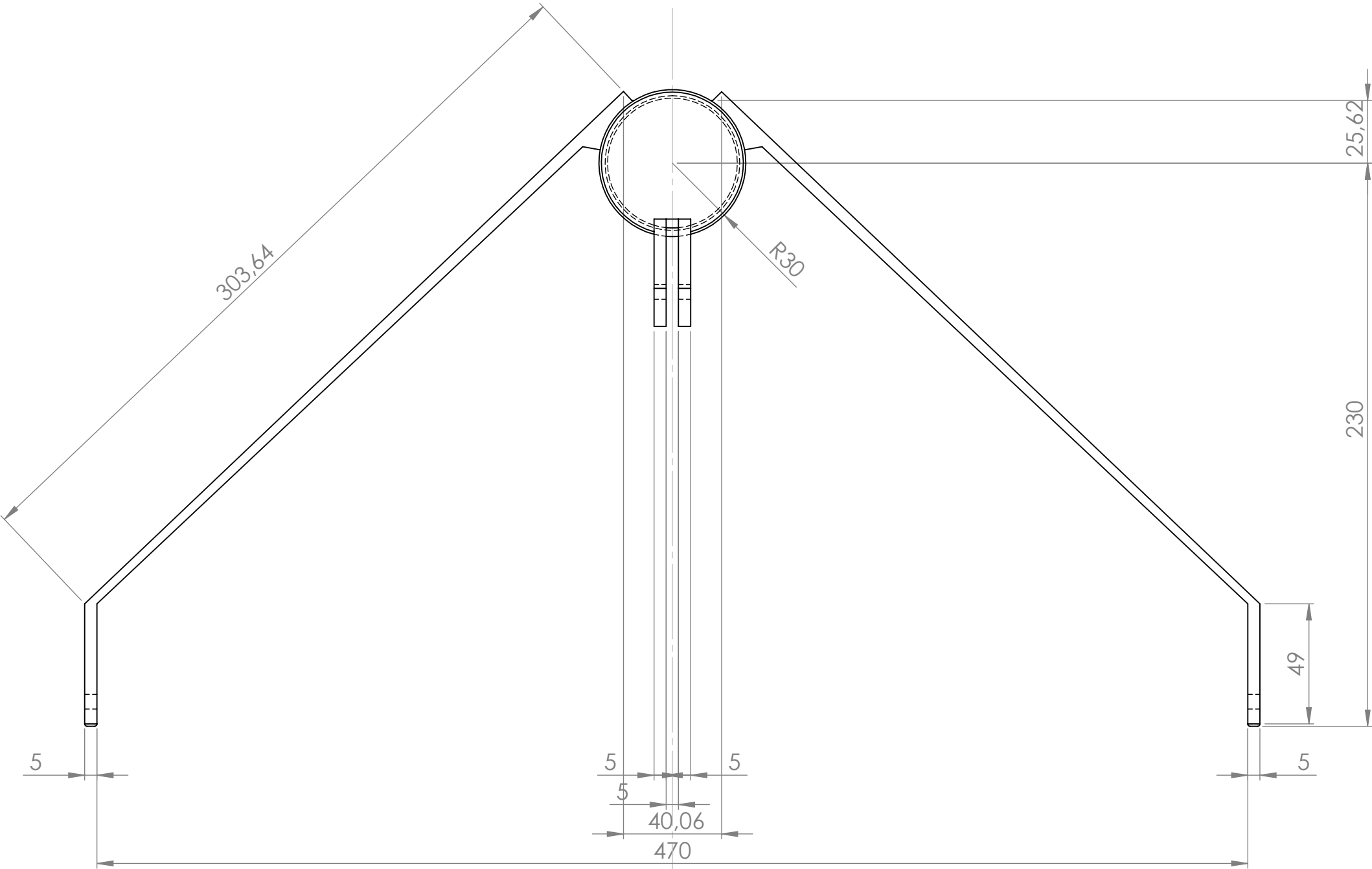
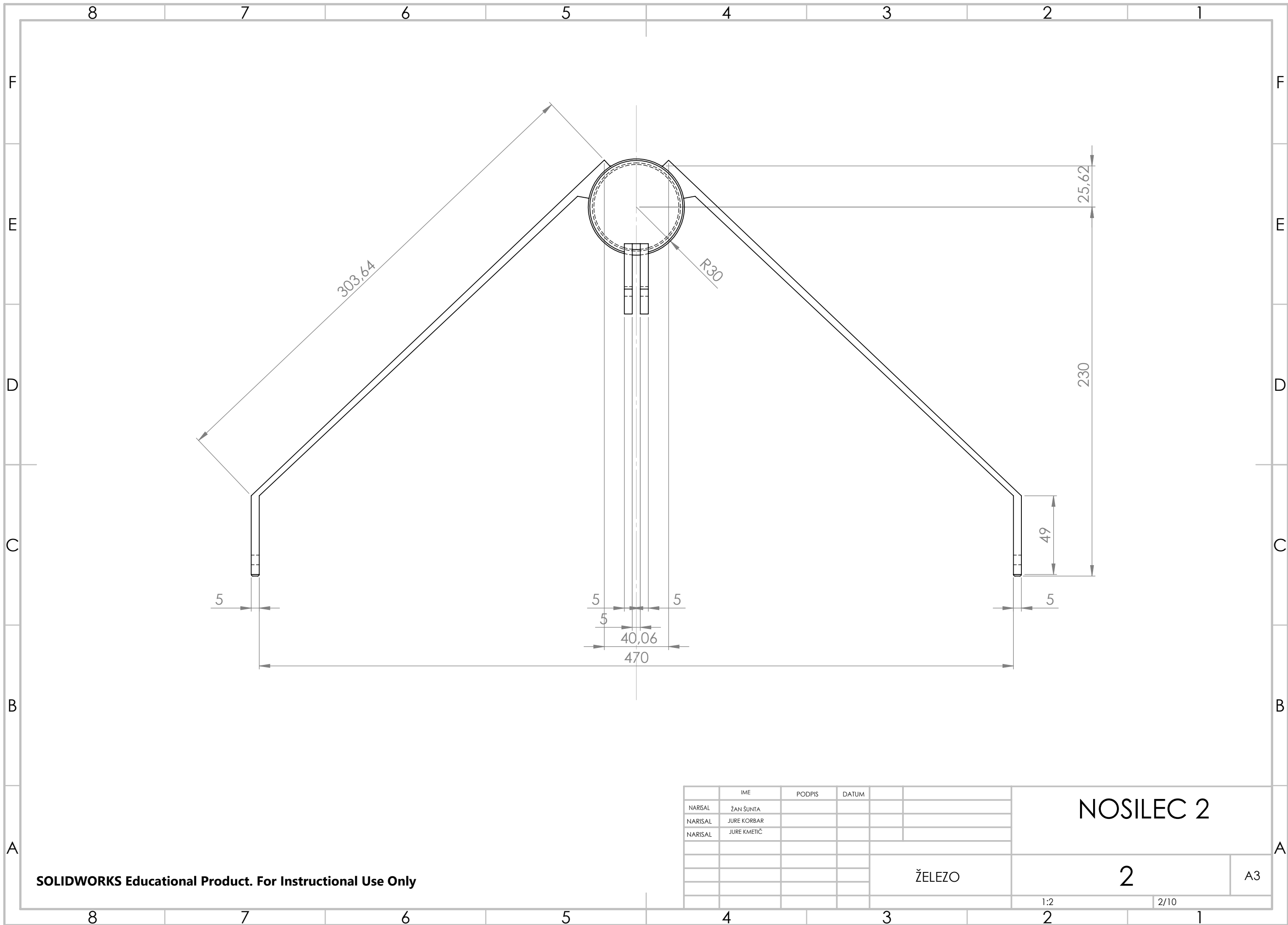
ŽELEZO

1

A3

1:2

1/10



| IME | PODPIS | DATUM |
|---------------------|--------|-------|
| NARISAL ŽAN ŠUNTA | | |
| NARISAL JURE KORBAR | | |
| NARISAL JURE KMETIČ | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

NOSILEC 2

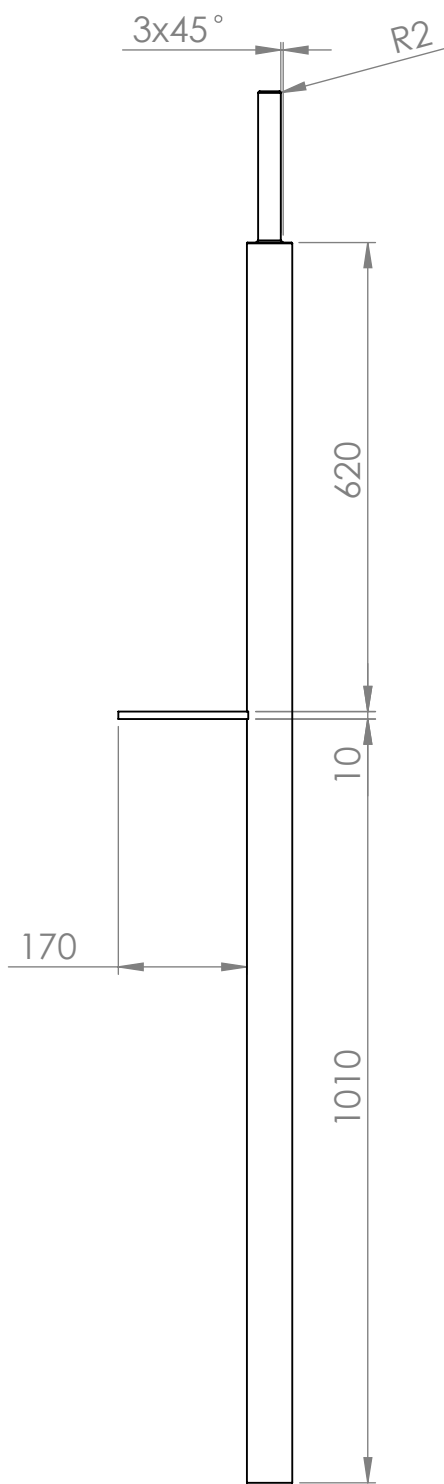
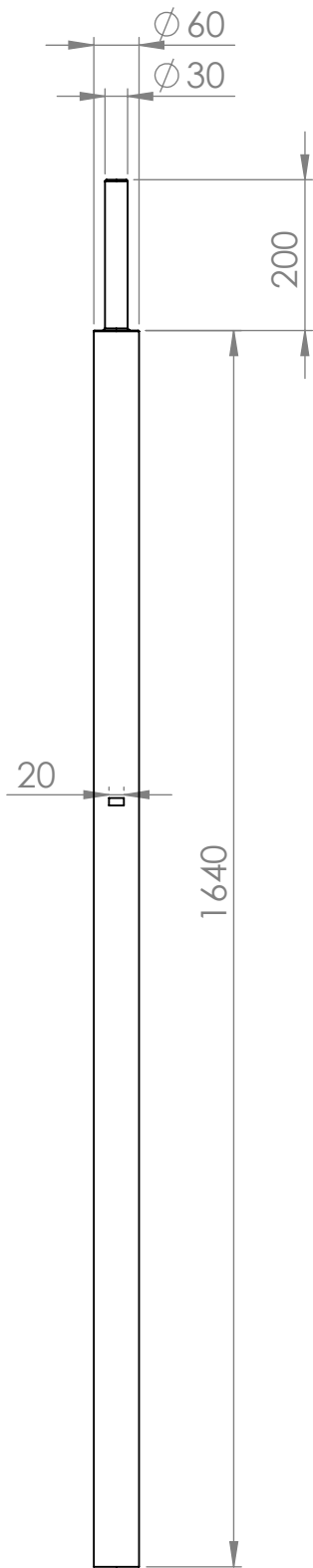
ŽELEZO

2

A3

1:2

2/10



| | IME | PODPIS | DATUM |
|---------|-------------|--------|----------|
| NARISAL | ŽAN ŠUNTA | | 5.3.2018 |
| NARISAL | JURE KORBAR | | 5.3.2018 |
| NARISAL | JURE KMETIČ | | 5.3.2018 |

SPODNJA CEV

SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only

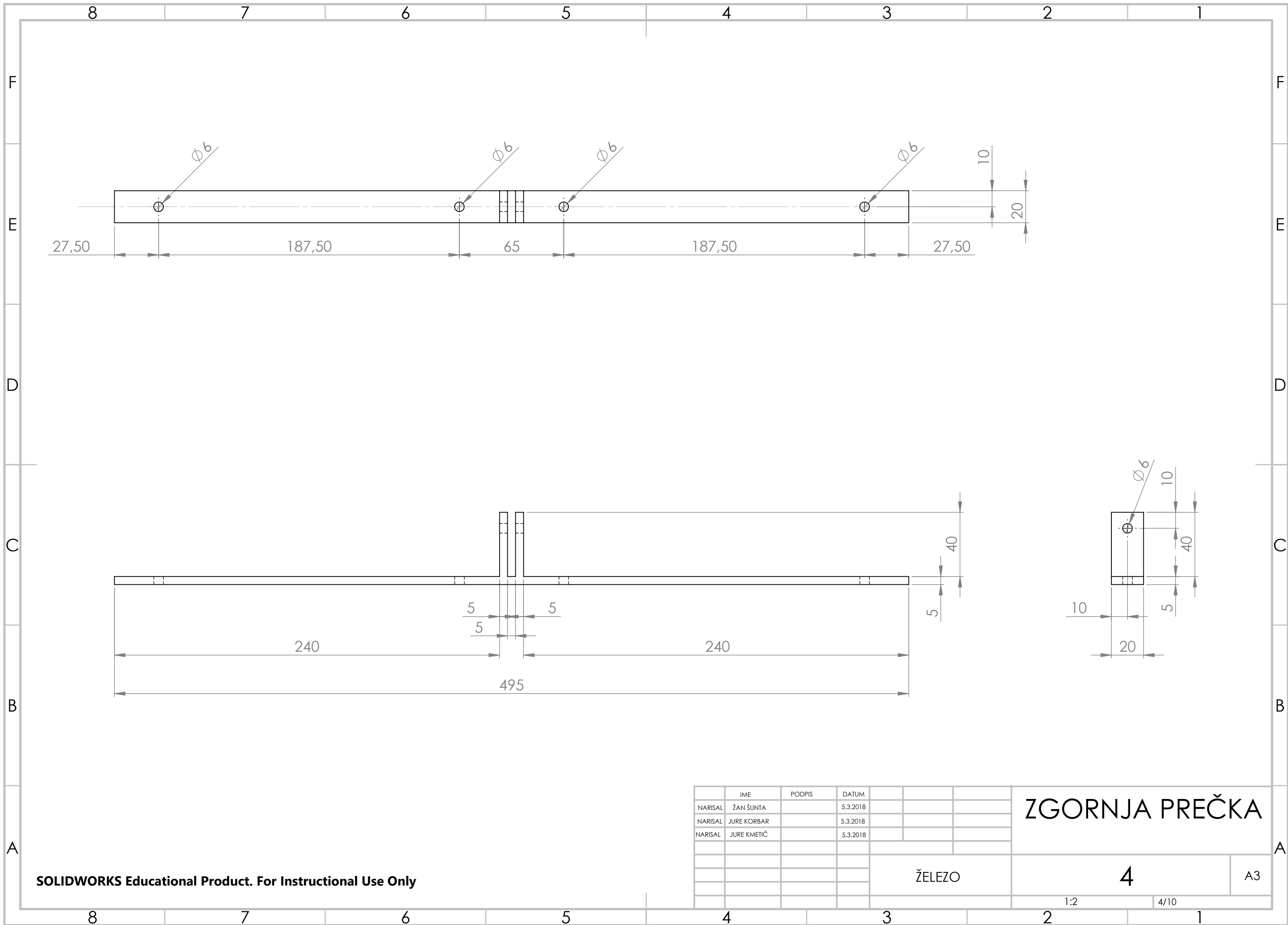
ŽELEZO

3

A4

1:10

3/10



| | IME | PODPIS | DATUM |
|---------|-------------|--------|----------|
| NARISAL | ŽAN ŠUNTA | | 5.3.2018 |
| NARISAL | JURE KORBAR | | 5.3.2018 |
| NARISAL | JURE KMETIČ | | 5.3.2018 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

ZGORNJA PREČKA

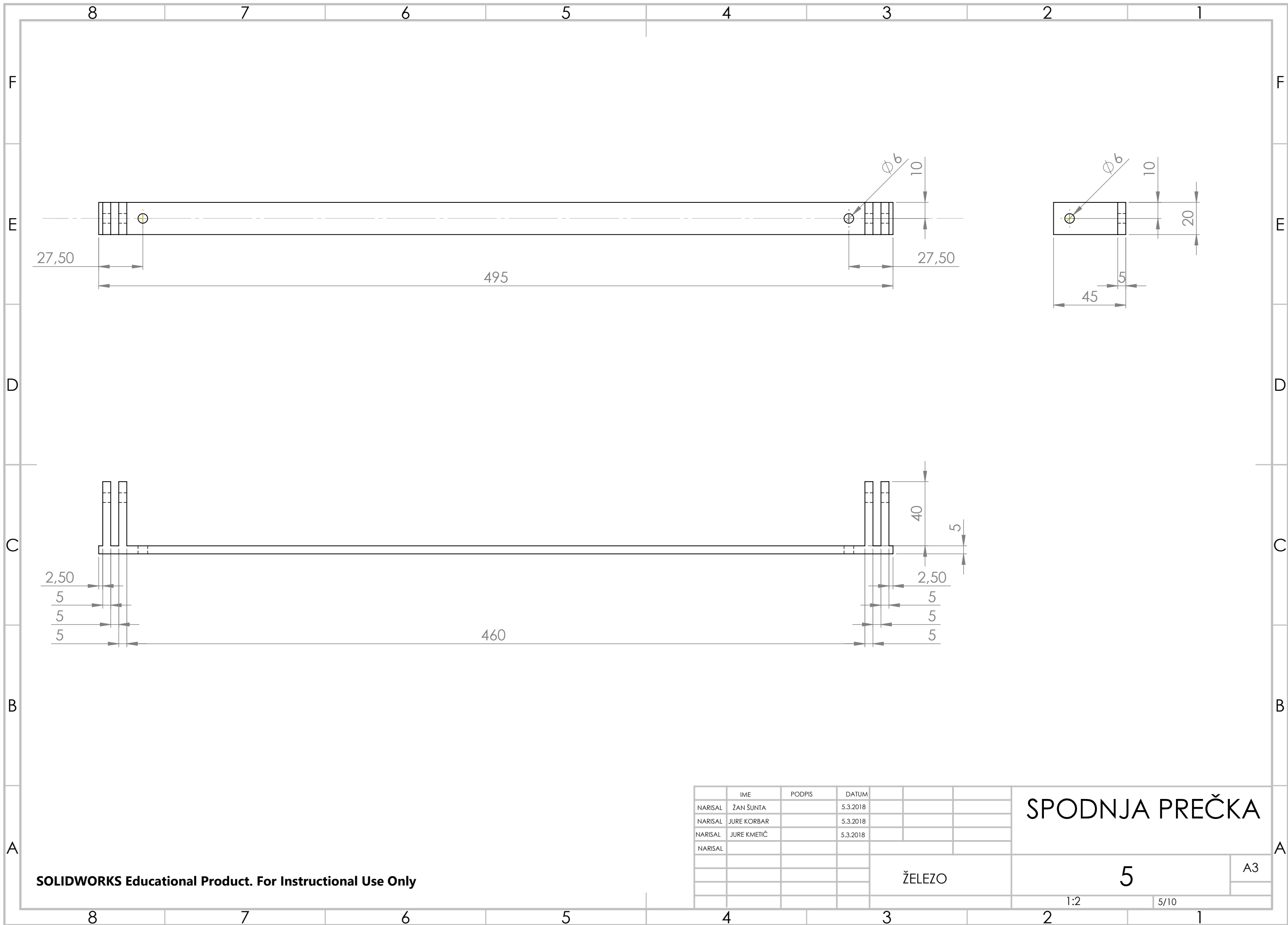
ŽELEZO

4

A3

1:2

4/10



| | IME | PODPIS | DATUM |
|---------|-------------|--------|----------|
| NARISAL | ŽAN ŠUNTA | | 5.3.2018 |
| NARISAL | JURE KORBAR | | 5.3.2018 |
| NARISAL | JURE KMETIČ | | 5.3.2018 |
| NARISAL | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

SPODNJA PREČKA

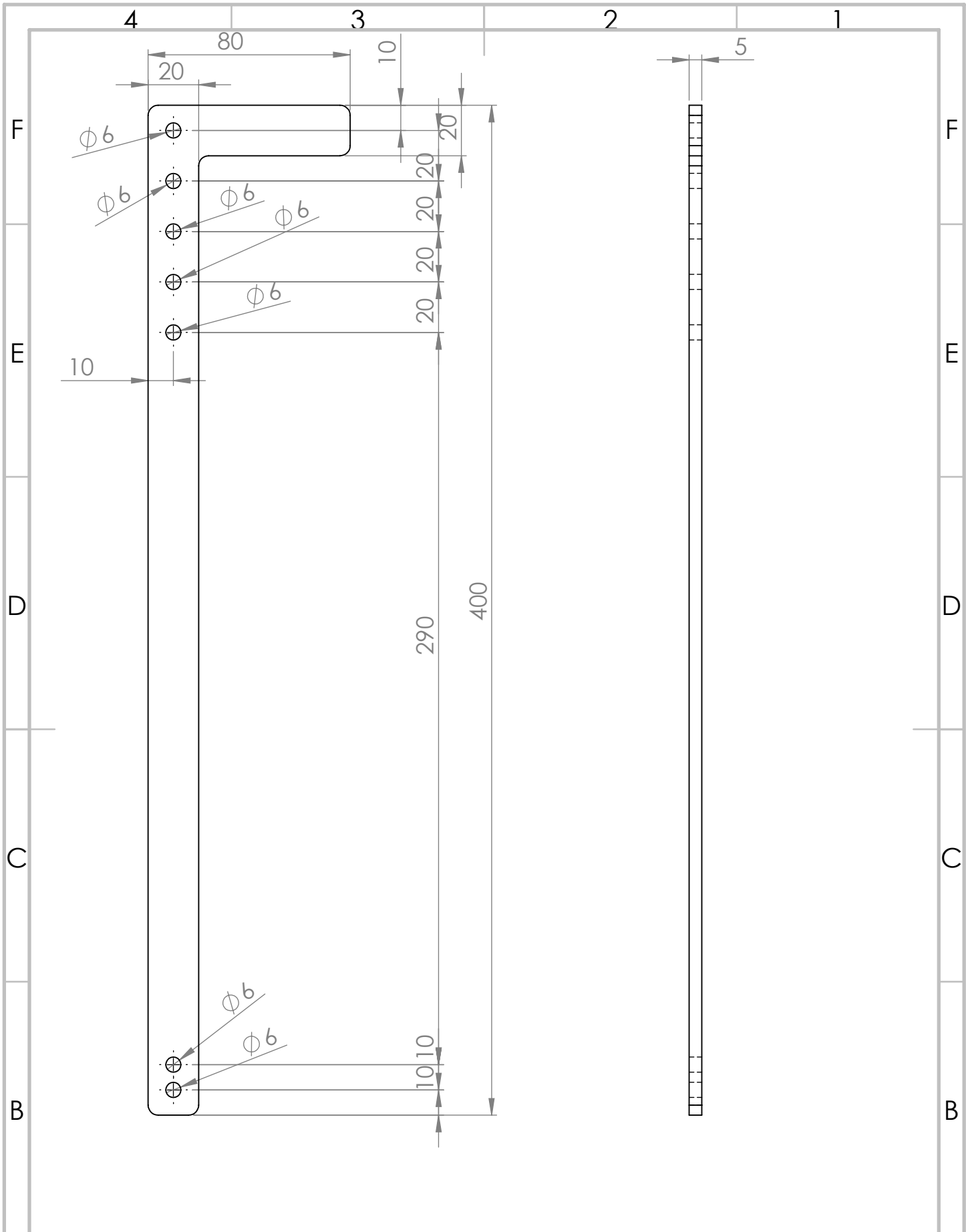
ŽELEZO

5

1:2

5/10

A3



| IME | PODPIS | DATUM |
|---------------------|--------|----------|
| NARISAL ŽAN ŠUNTA | | 5.3.2018 |
| NARISAL JURE KORBAR | | 5.3.2018 |
| NARISAL JURE KMETIČ | | 5.3.2018 |

POVEZOVALNICA

SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only

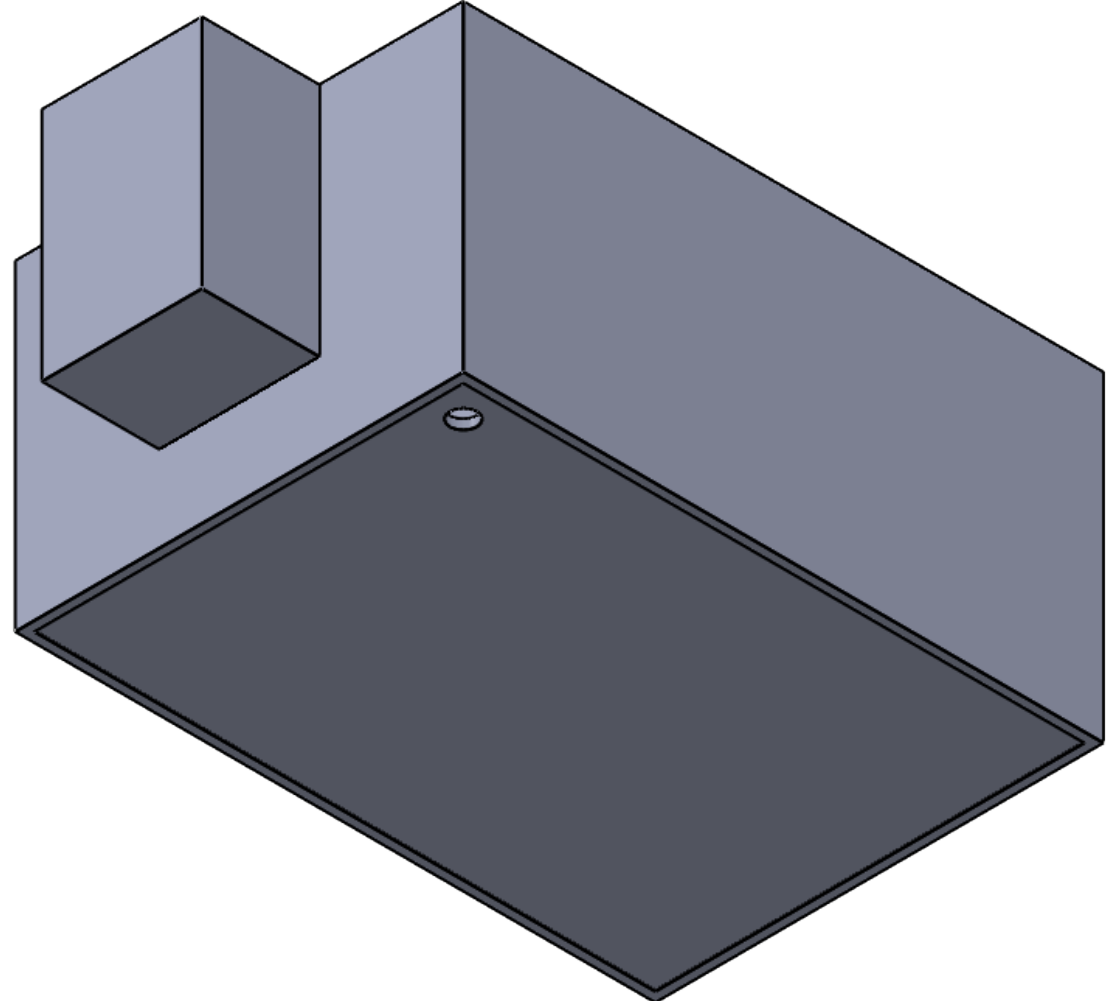
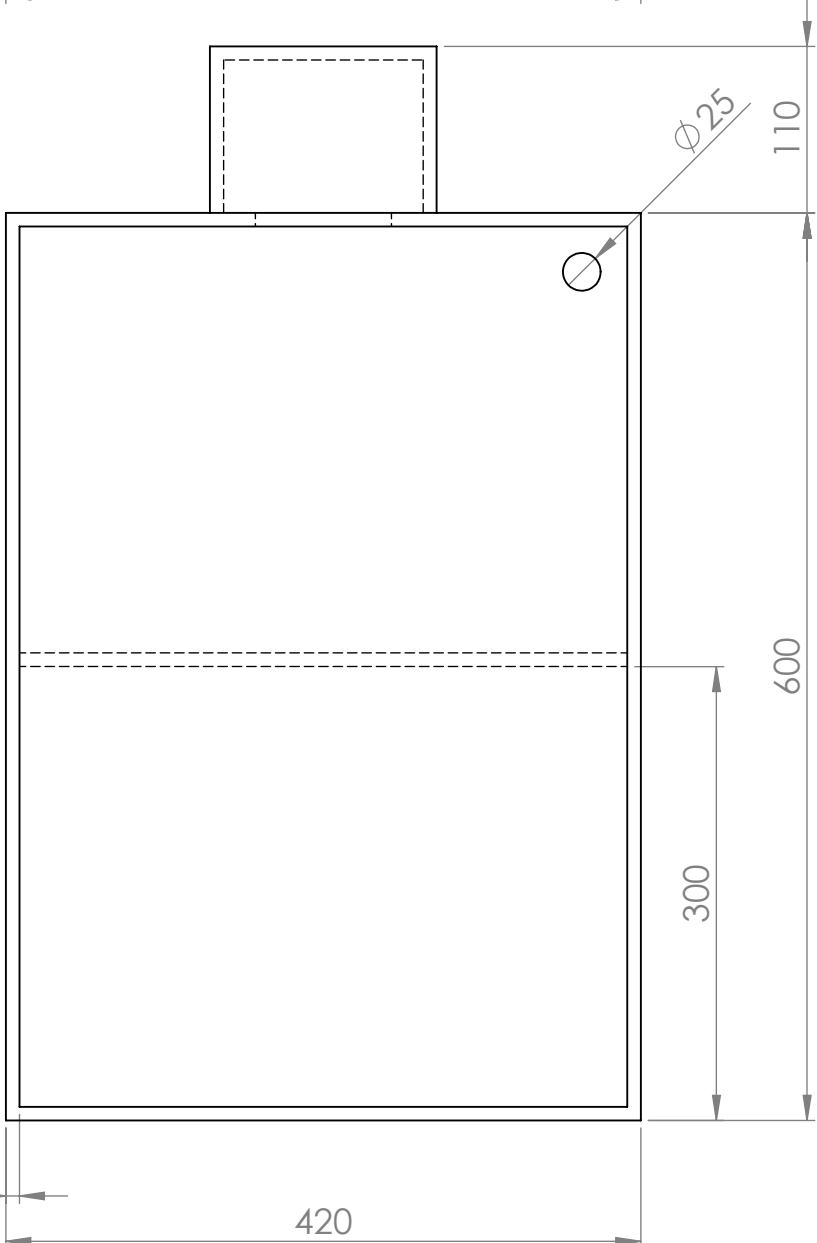
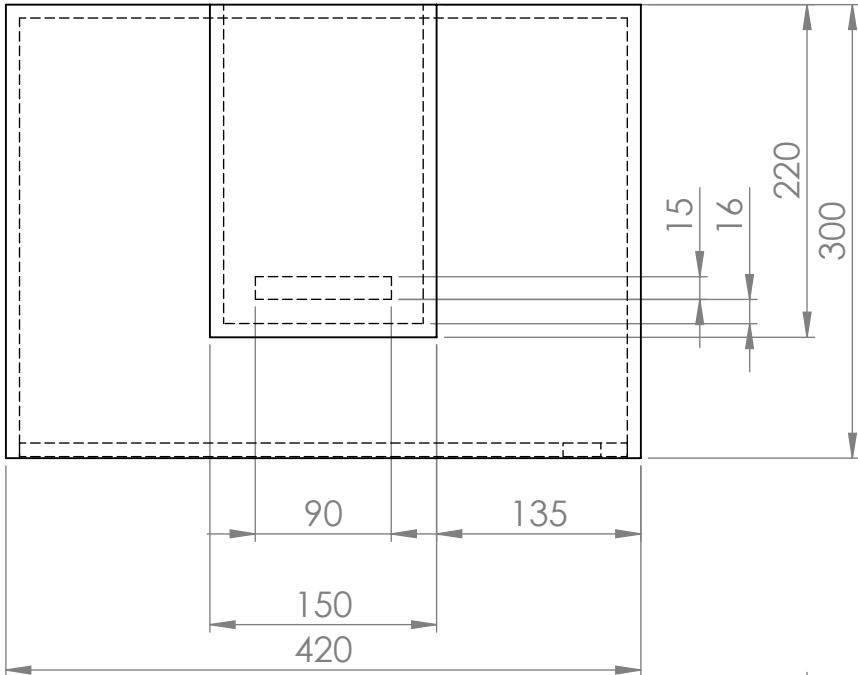
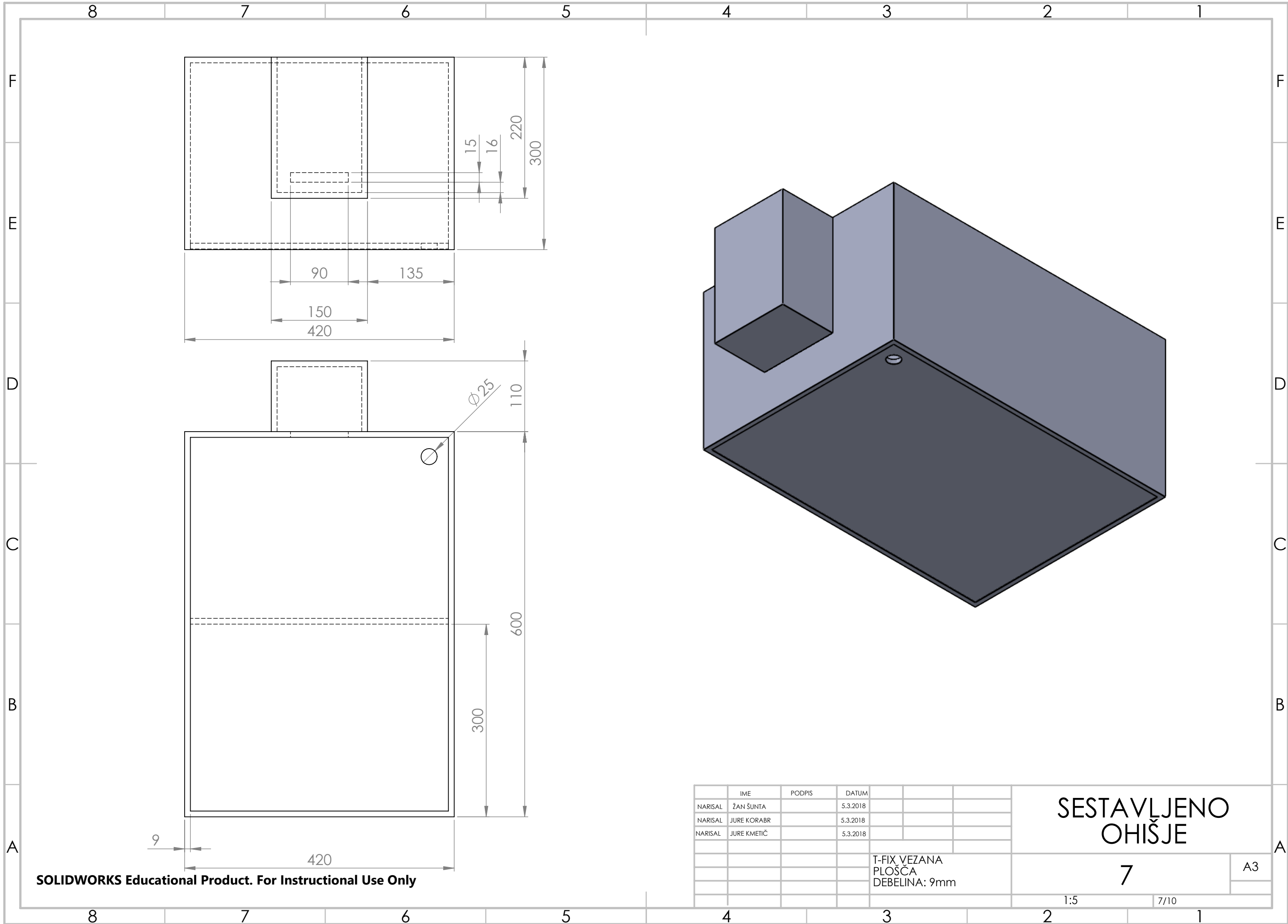
ŽELEZO

6

A4

1:2

6/10



SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only

| | IME | PODPIS | DATUM |
|---------|-------------|--------|----------|
| NARISAL | ŽAN ŠUNTA | | 5.3.2018 |
| NARISAL | JURE KORABR | | 5.3.2018 |
| NARISAL | JURE KMETIČ | | 5.3.2018 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

T-FIX VEZANA
 PLOŠČA
 DEBELINA: 9mm

SESTAVLJENO
 OHIŠJE

7

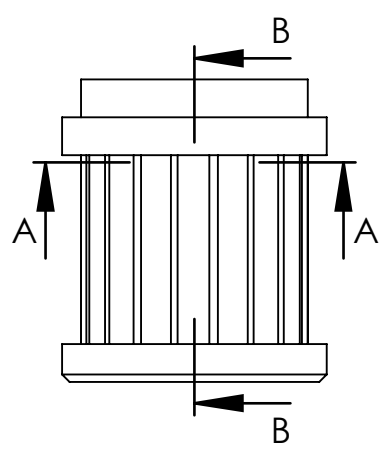
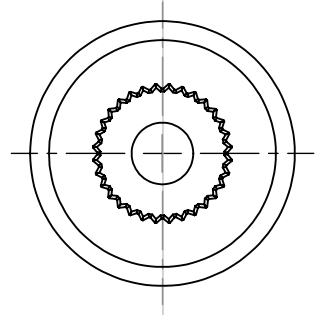
A3

1:5 7/10

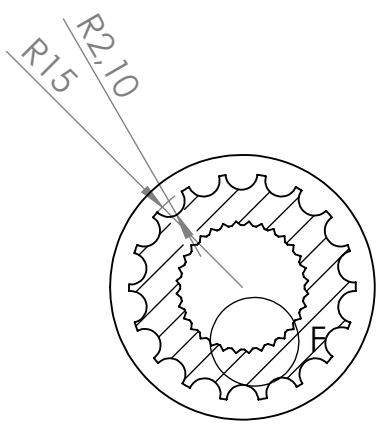
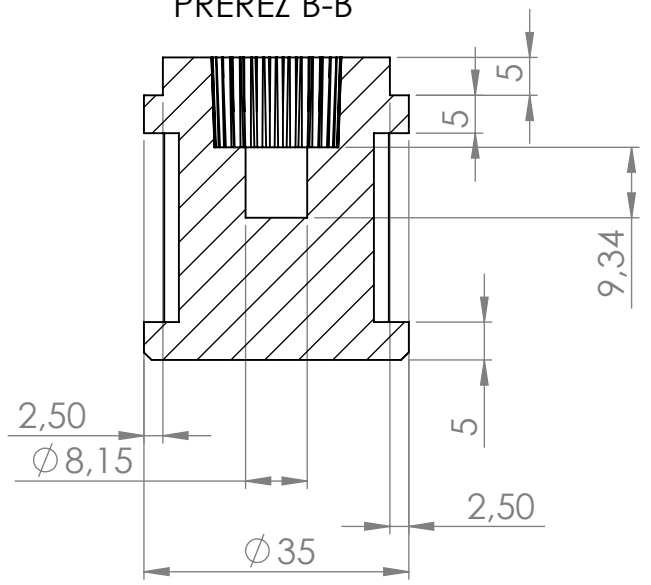
4 3 2 1

F
E
D
C
B
A

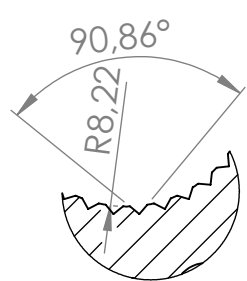
F
E
D
C
B
A



PREREZ B-B



PREREZ A-A



DETAIL F
MEROLO 2 : 1

| IME | PODPIS | DATUM |
|---------------------|--------|----------|
| NARISAL ŽAN ŠUNTA | | 5.3.2018 |
| NARISAL JURE KORBAR | | 5.3.2018 |
| NARISAL JURE KMETIČ | | 5.3.2018 |

MALA JERMENICA

PLASTIKA

8

A4

SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only

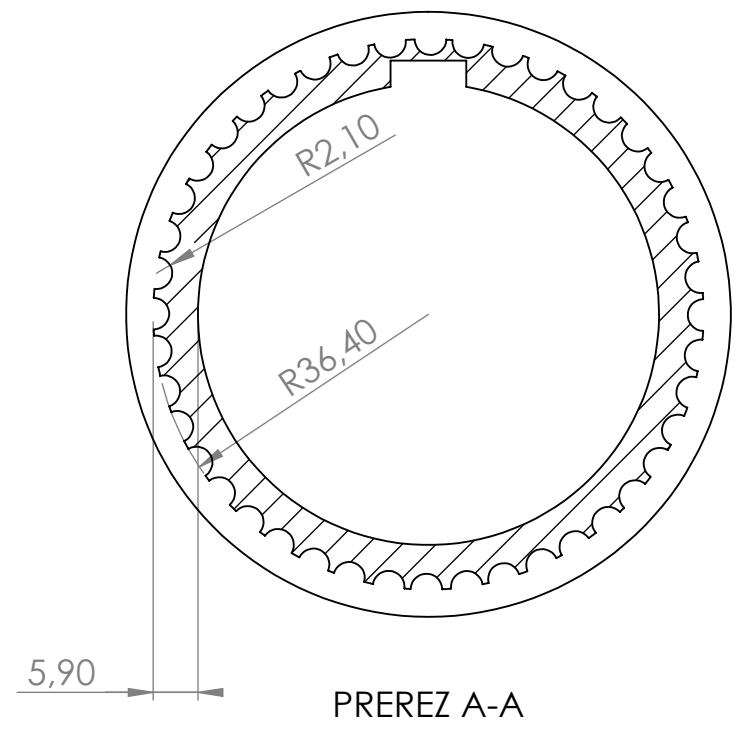
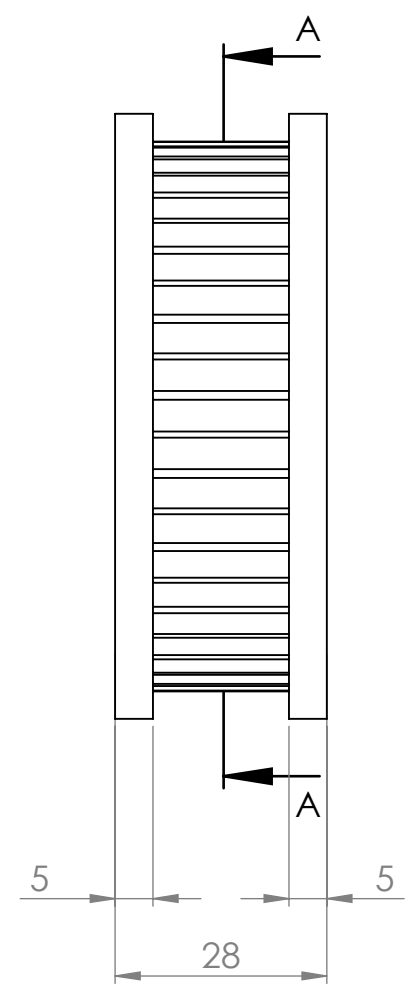
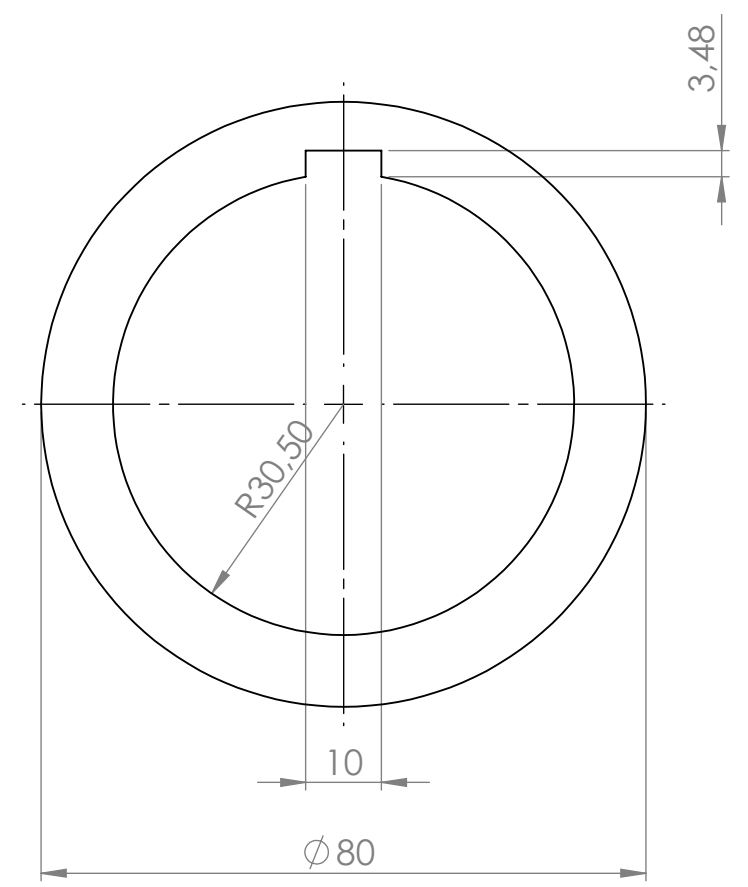
1:1

8/10

4 3 2 1

8 7 6 5 4 3 2 1

F
E
D
C
B
A



F
E
D
C
B
A

| | IME | PODPIS | DATUM | | | |
|---------|-------------|--------|----------|--|--|--|
| NARISAL | ŽAN ŠUNTA | | 5.3.2018 | | | |
| NARISAL | JURE KORBAR | | 5.3.2018 | | | |
| NARISAL | JURE KORBAR | | 5.3.2018 | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

VELIKA JERVENICA

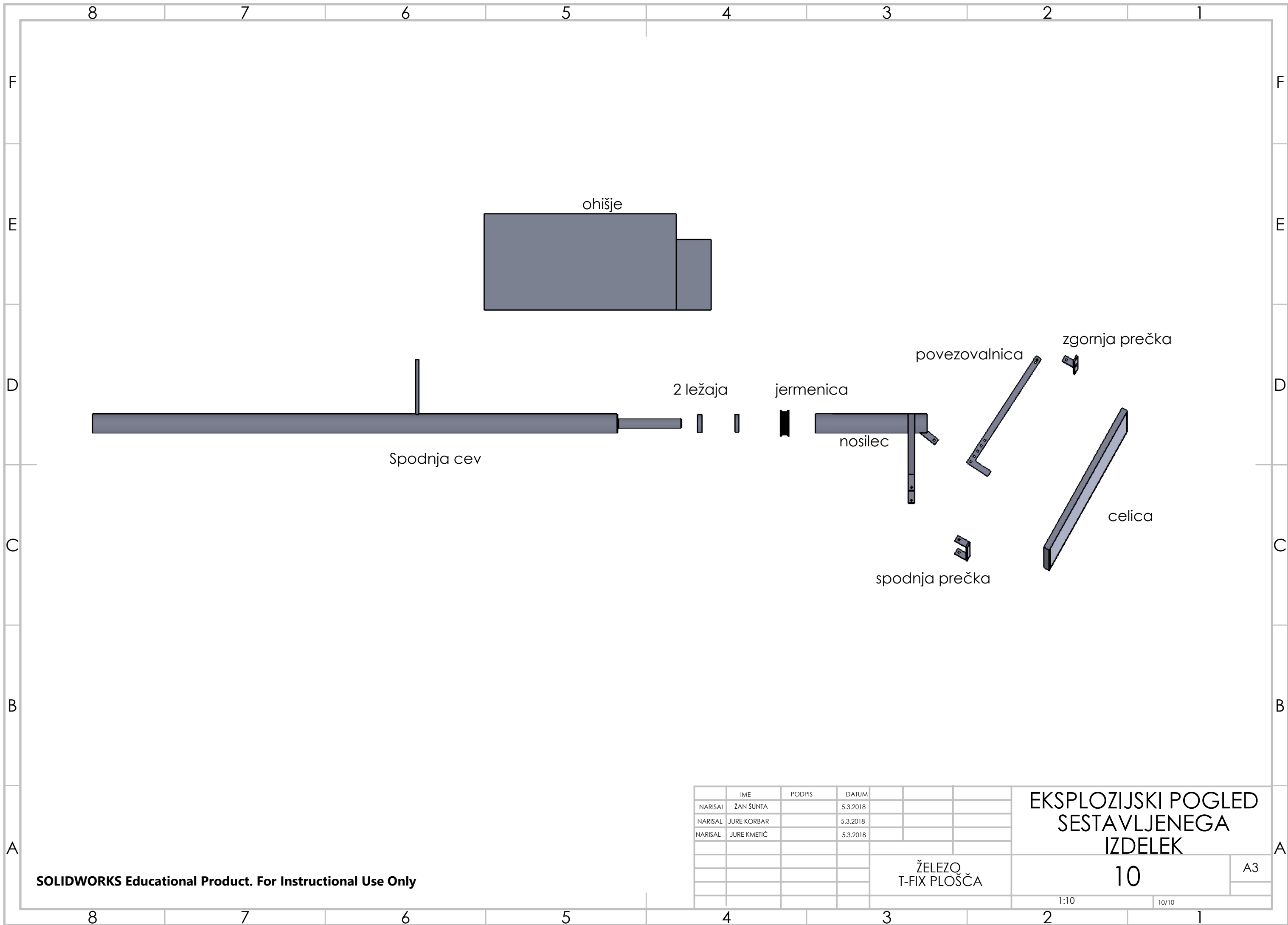
PLASTIKA

9

A3

WEIGHT: 1:1 9/10

8 7 6 5 4 3 2 1



SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only

| IME | PODPIS | DATUM |
|---------------------|--------|----------|
| NARISAL ŽAN ŠUNTA | | 5.3.2018 |
| NARISAL JURE KORBAR | | 5.3.2018 |
| NARISAL JURE KMETIČ | | 5.3.2018 |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

EKSPLOZIJSKI POGLED
SESTAVLJENEGA
IZDELEK

ŽELEZO
T-FIX PLOŠČA

10

A3

1:10

10/10