

INDUSTRIJSKA STROJARSKA ŠKOLA
Avenija Marina Držića 14, Zagreb



Elaborat za izradu vakuumforming uređaja

WorldSkills Croatia međusektorska smotra u školskoj godini 2018./2019.,
sektor Strojarstvo, brodogradnja i metalurgija

Elaborat izradili:

učenica *Anamarija Rahelić, 2.c*, učenik *Bruno Šikac, 3.c* i

mentorica *Kristinka Lemačić, inž. stroj.*

Zagreb, ožujak 2019.

Sadržaj:

1. Uvod.....	3
2. Razrada teme.....	4
2.1. Definiranje problema – istraživanje sličnih radova na zadanu temu.....	4
2.2. Postavljanje vremenskog okvira izrade te planiranje proizvodnog plana/gantograma.....	5
3. Planiranje materijala, alata, uređaja, pribora i postupaka koji će se koristiti kao i definiranje izvora opasnosti i potrebnih mjera zaštite.....	6
3.1. Planirani materijal za izradu vakuumforming uređaja.....	6
3.2. Planirani alati, uređaji i pribor za izradu vakuumforming uređaja.....	6
3.3. Planirani postupci za izradu vakuumforming uređaja.....	7
3.4. Definiranje izvora opasnosti.....	7
3.5. Potrebne mjere zaštite.....	7
4. Izrada tehničko - tehnološke dokumentacije.....	8
4.1. Izrada donje kutije.....	8
4.2. Izrada gornje kutije.....	9
4.3. Izrada okvira/nosača za termo foliju (okvir gornji, velika/dulja strana okvira, mala/kraća strana gornjeg okvira, mala/kraća cijev).....	10
4.4. Izrada okvira/nosača za termo foliju (okvir donji, velika/dulja strana okvira, mala/kraća strana donjeg okvira, navojna šipka).....	11
4.5. izrada kompleta vodilica za okvir/nosač termo folije i završno sklapanje uređaja	12
5. Zaključak.....	13
6. Popis literature.....	14

1. Uvod

Svrha ovog elaborata razrada je postupka izrade kalupa za odljevak u koji se ulijeva rastopljena baza sapuna, a model za oblik sapuna 3D je ispisan. Time se dobije persolinarizirani sapun za posjetitelja. Cilj ovog elaborata izrada je vakuumforming uređaja koji proizvodi kalup za odljevak i pojašnjava dvije strojarske tehnologije - toplo oblikovanje polimera i lijevanje u kalup. Izradi elaborata pristupili smo po objavi modela zadatka, u sektoru Strojарstva, brodogradnje i metalurgije, od strane Agencije za strukovno obrazovanje i obrazovanje odraslih koja organizira i provodi WorldSkills Croatia međusektorsku smotru za učenike strukovnih škola u školskoj godini 2018./2019.



Slika 1. Službeni logo WorldSkills Croatia Državnog natjecanja i međusektorske smotre učenika strukovnih škola u školskoj godini 2018./2019.

2. Razrada teme

2.1. Definiranje problema – istraživanje sličnih radova na zadanu temu

Po objavi zadatka za međusektorsku smotru WorldSkills Croatia u šk. god. 2018./2019., pristupili smo definiranju problema i istraživanju sličnih radova na zadanu temu. Istraživali smo video sadržaje sličnih radova na YouTubeu [1 i 2] i izdvojili primjere dobre prakse koji bi nam mogli poslužiti kao predložak za dizajniranje i izradu vakuumforming uređaja u odjelima Školske radionice Industrijske strojarke škole (ISS) iz Zagreba, a koristili smo i sadržaje iz školskih udžbenika i skripta [3, 4, 5, 6 i 7]. Pojednostavili smo ideju izrade vakuumforming uređaja kako bismo sve potrebne alate i uređaje mogli upotrijebiti iz odjela Školske radionice ISS-a, a i kako bismo dobili ekonomski prihvatljivu cijenu izrade uređaja korištenjem dostupnih resursa materijala, alata i uređaja.



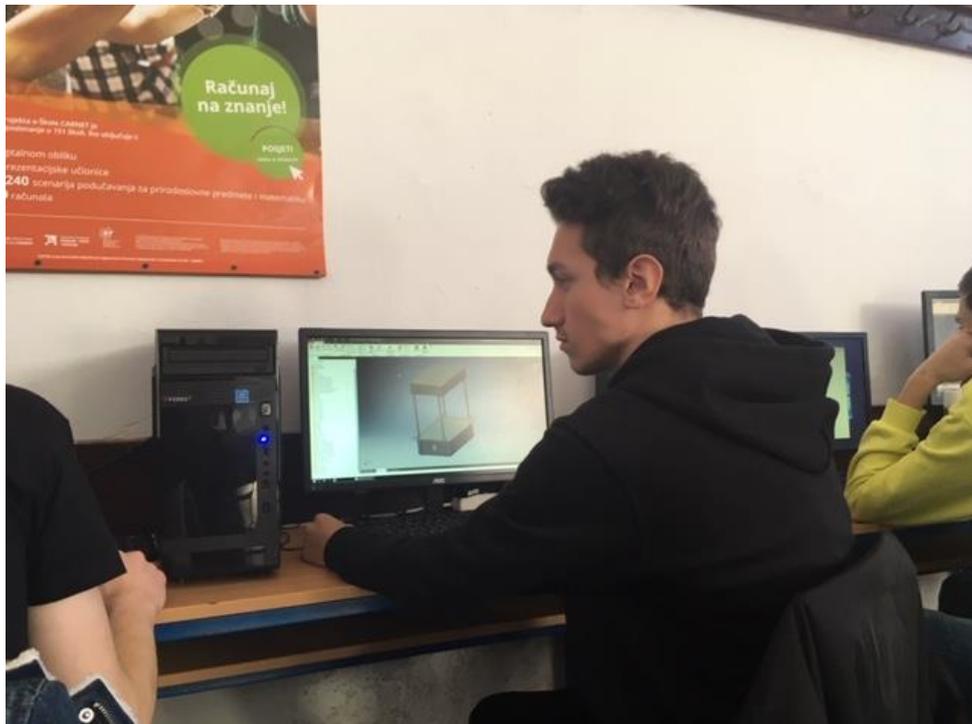
Slika 2. Učenica Anamarija Rahelić istražuje slične radove na zadanu temu

2.2. Postavljanje vremenskog okvira izrade te planiranje proizvodnog plana/gantograma

Istražujući primjere dobre prakse, ali i poštujući zadatak koji nas obvezuje da vakuumforming uređaj izradujemo reciklirajući predmete iz okoline, obišli smo odjele Školske radionice ISS-a kako bismo ustanovili što od postojećeg materijala možemo iskoristiti. Zaključili smo da ćemo pri izradi uređaja moći koristiti drvene dijelove panoa koji više nisu u upotrebi, a većinu metalnih dijelova također ćemo moći koristiti iz otpadnog materijala ili postojećih zaliha koje učenici ISS-a koriste za radioničke vježbe. Grijač za termofoliju, koji bi bio upotrebljiv, nismo mogli pronaći u odjelima Školske radionice pa smo istraživanjem ustanovili da će cijena potrebnog grijača iznositi oko 100,00 HRK ovisno o dimenzijama koje smo naknadno odredili. S obzirom na kratak rok (do 7. ožujka 2019.) za izradu elaborata/prijavnice na Smotru, imali smo svega nekoliko dana za izradu tehničko-tehnološke dokumentacije pri čemu smo dizajnirali i modelirali računalom u AutoCAD-u i Invertoru. Nakon predaje elaborata/prijavnice (7. ožujka 2019.), pristupit ćemo izradi samog uređaja za što imamo na raspolaganju ukupno 13 radnih dana jer je Smotra predviđena za 27. i 28. ožujak 2019. godine.

Uređaj je zamišljen tako da se sastoji od:

- donje kutije s provrtima za vakuumiranje i provrtom za cijev usisavača
- kompleta vodilica na koje se montira gornji i donji okvir za termofoliju
- gornje kutije u koju se ugrađuje grijač



Slika 3. Učenik Bruno Šikac računalom modelira vakuumforming uređaj

3. Planiranje materijala, alata, uređaja, pribora i postupaka koji će se koristiti kao i definiranje izvora opasnosti i potrebnih mjera zaštite

Obilaskom odjela Školske radionice, i u suradnji s učenicima i nastavnicima Praktične nastave čije su radioničke vježbe bile u tijeku, planirali smo potreban materijal, uređaje i alate kao i postupke koji će se koristiti pri izradi vacuumforming uređaja. Definirali smo izvore opasnosti i potrebne mjere zaštite kako bismo uređaj izrađivali na siguran način. Dimenzije potrebnog materijala vidljive su u priloženim crtežima.

3.1. Planirani materijal za izradu vakuumforming uređaja:

- drveni materijal (medijapan) za izradu donje i gornje kutije
- čelični plosnati materijal za izradu vodilica za okvire termofolije
- čelične cijevi za izradu kompleta vodilica za okvire termofolije
- četiri leptir matice
- grijač s prekidačem.

3.2. Planirani alati, uređaji i pribor za izradu vakuumforming uređaja:

- trakasti metar
- grafitna olovka
- točkalo
- akumulatorska bušilica
- križni odvijač
- svrdla Ø 5, Ø 10, Ø 12
- stupna bušilica
- kutna brusilica
- kutnik
- crtača igla
- pomično mjerilo
- čekić
- ubodna pila.

3.3. Planirani postupci za izradu vakuumforming uređaja:

- mjerenje, obilježavanje i zacrtavanje prema dokumentaciji
- piljenje
- bušenje
- zavarivanje
- brušenje
- sastavljanje donje i gornje kutije uređaja
- montaža vodilica i okvira za termofoliju
- ugradnja grijača
- montaža prekidača za grijač.

3.4. Definiranje izvora opasnosti:

- rotirajuće svrdlo i stezna glava mogu zahvatiti dijelove tijela i odjeću
- metalne čestice od bušenja i brušenja mogu upasti u oko
- oštra metalna strugotina može ozlijediti ruke i šake
- opasnost od mehaničkih ozljeda alatom i uređajima
- opasnost od udara električne struje.

3.5. Potrebne mjere zaštite:

OSOBNJE: Zaštitno radno odijelo ili kuta (stegnuto uz tijelo), zaštitne naočale ili štitnik, zaštitne cipele s čeličnom kapicom, postavljanje predmeta obrade u čvrsti oslonac, za svaku radnu operaciju treba pravilno upotrebljavati alat i uređaje poštujući pravila za rad na siguran način kako ne bi došlo do ozljeđivanja, a strugotine je potrebno odstranjivati četkom, neophodna je i usredotočenost pri radu.

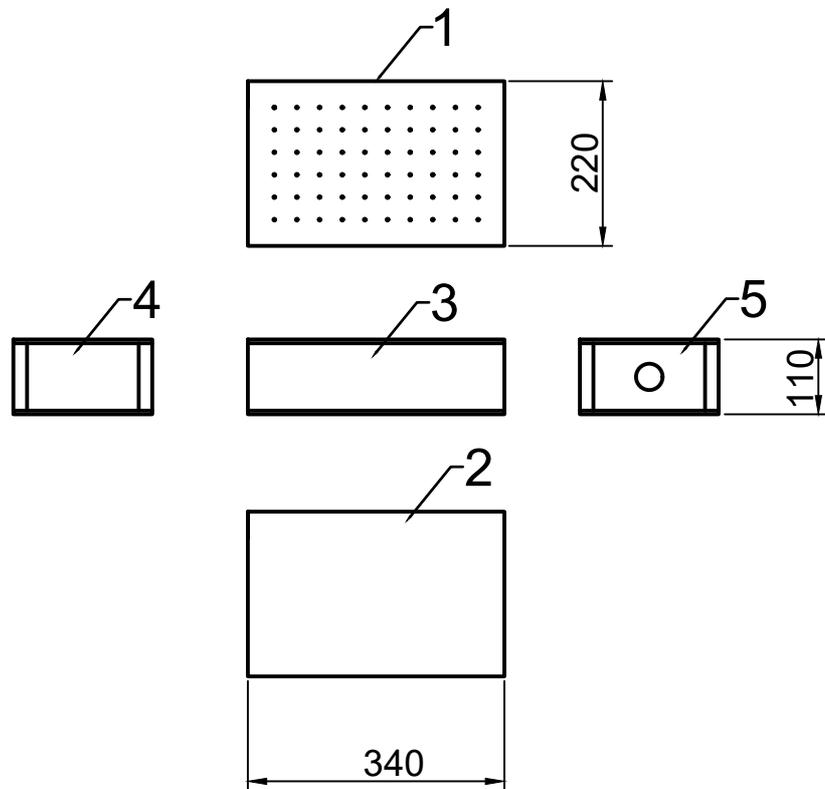
TEHNIČKE: Kontrola alata i uređaja kako bi se neispravan alat i uređaji na vrijeme povukli iz upotrebe.

ZAŠTITA OKOLIŠA: Pravilno odvajanje i odlaganje otpadnog materijala.

4. Izrada tehničko - tehnološke dokumentacije

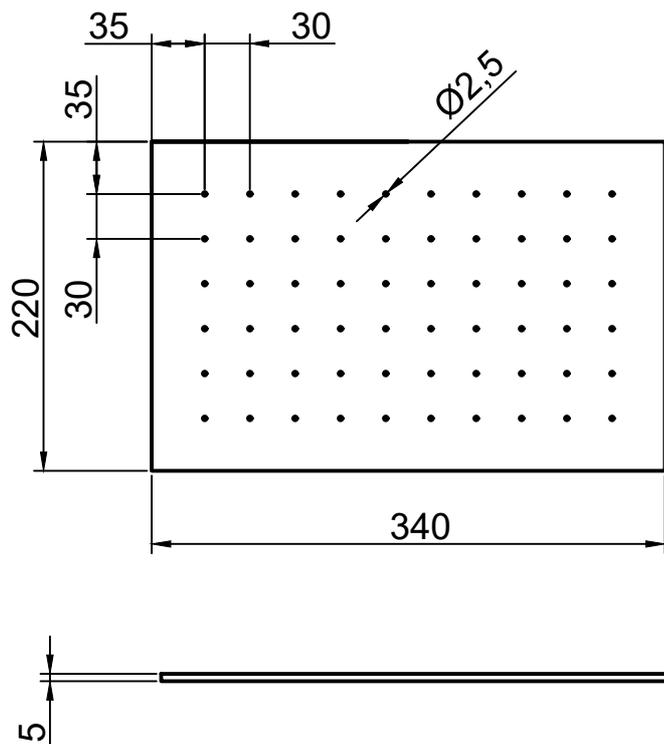
4.1. Izrada donje kutije

- 10 Proučavanje tehničko – tehnološke dokumentacije
- 20 Priprema materijala (drvo/medijapan) i sredstava za rad
- 30 Mjerenje, obilježavanje i zacrtavanje prema dokumentaciji
- 40 Piljenje ubodnom pilom
- 50 Zacrtavanje i obilježavanje gornje ploče donje kutije
- 60 Bušenje provrta Ø5 na gornjoj ploči donje kutije
- 70 Mjerenje i ocrtavanje bočne stranice
- 80 Bušenje provrta Ø40 na bočnoj stranici
- 90 Sastavljanje medijapana u cjelinu – donja kutija

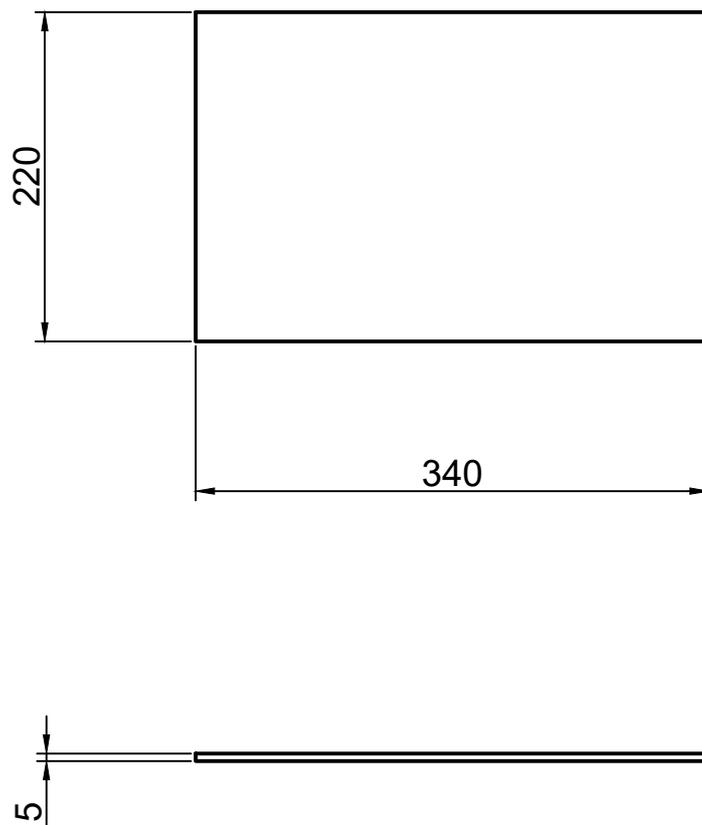


5	Mala stranica donje kutije s rupom	1	Drvo
4	Mala stranica donje kutije	1	Drvo
3	Velika stranica donje kutije	2	Drvo
2	Donji poklopac donje kutije	1	Drvo
1	Gornji poklopac donje kutije	1	Drvo
Pozicija:	Naziv dijela:	Komada:	Materijal:
	Datum:	Ime i prezime:	Potpis:
Izradio:	5.3.2019.	Bruno Šikac	
Pregledao:			
Mjerilo:	Naziv djela:	Materijal:	Komada:
M1:10	DONJA KUTIJA		1

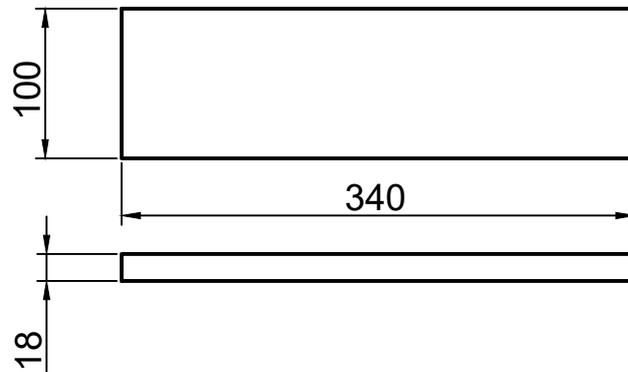
INDUSTRIJSKA STROJARSKA
ŠKOLA



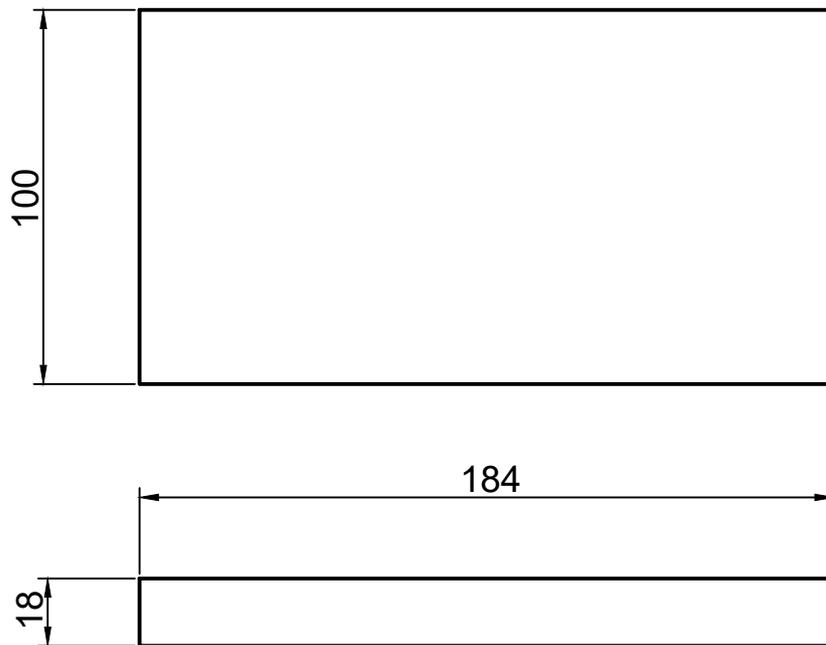
	Datum:	Ime i prezime:	Potpis:	INDUSTRIJSKA STROJARSKA ŠKOLA	
Izradio:	5.3.2019.	Anamarija Rahelić			
Pregledao:					
Mjerilo: M1:5	Naziv djela: GORNJI POKLOPAC DONJE KUTIJE			Materijal: DRVO	Komada: 1



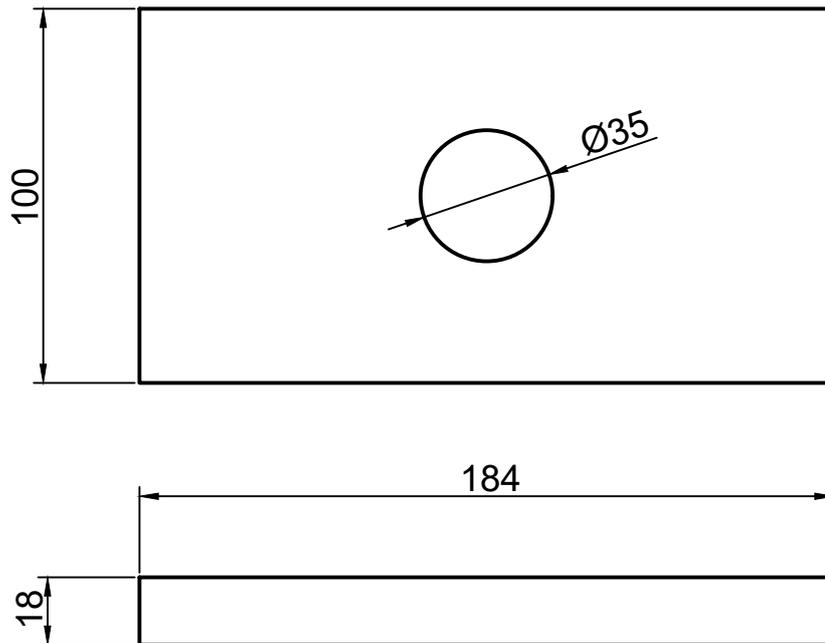
	Datum:	Ime i prezime:	Potpis:	INDUSTRIJSKA STROJARSKA ŠKOLA	
Izradio:	5.3.2019.	Anamarija Rahelić			
Pregledao:					
Mjerilo: M1:5	Naziv djela: DONJI POKLOPAC DONJE KUTIJE			Materijal: DRVO	Komada: 1



	Datum:	Ime i prezime:	Potpis:	INDUSTRIJSKA STROJARSKA ŠKOLA	
Izradio:	5.3.2019.	Anamarija Rahelić			
Pregledao:					
Mjerilo: M1:5	Naziv djela: VELIKA STRANICA DONJE KUTIJE			Materijal: DRVO	Komada: 2



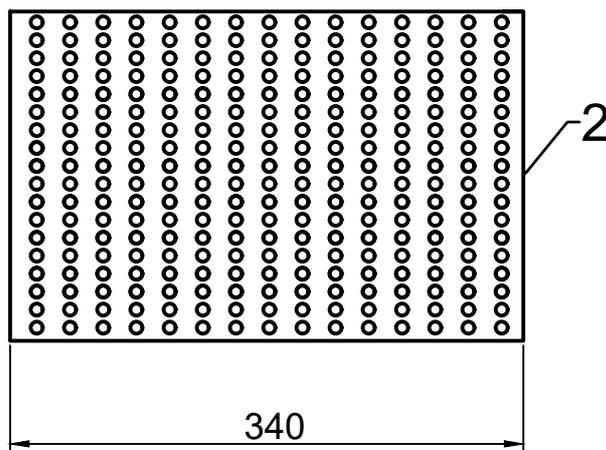
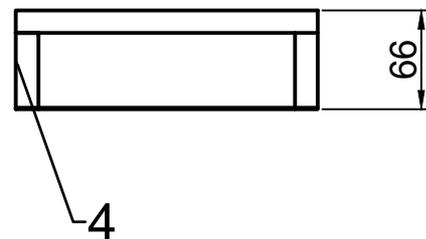
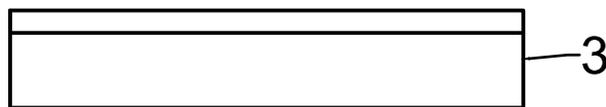
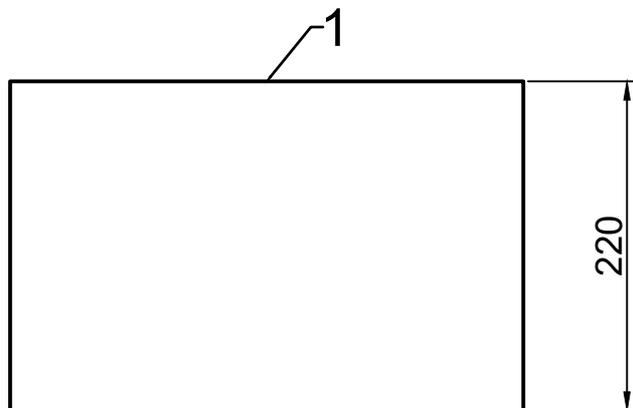
	Datum:	Ime i prezime:	Potpis:	INDUSTRIJSKA STROJARSKA ŠKOLA	
Izradio:	5.3.2019.	Anamarija Rahelić			
Pregledao:					
Mjerilo: M1:2	Naziv djela: MALA STRANICA DONJE KUTIJE			Materijal: DRVO	Komada: 1



	Datum:	Ime i prezime:	Potpis:	INDUSTRIJSKA STROJARSKA ŠKOLA	
Izradio:	5.3.2019.	Anamarija Rahelić			
Pregledao:					
Mjerilo: M1:2	Naziv djela: MALA STRANICA DONJE KUTIJE S RUPOM			Materijal: DRVO	Komada: 1

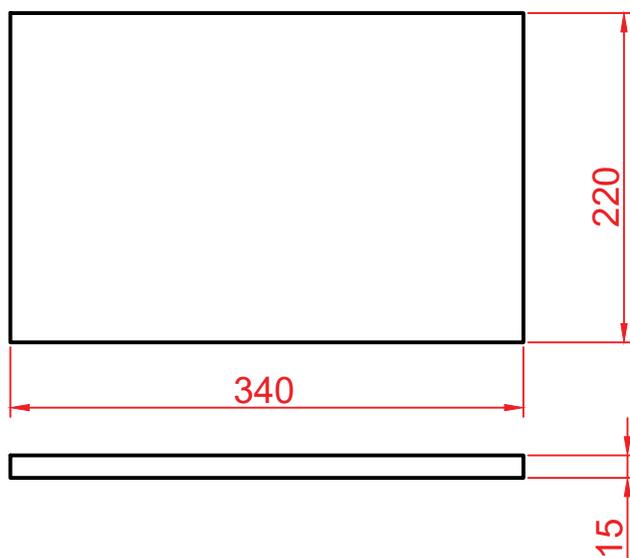
4.2. Izrada gornje kutije

- 10 Proučavanje tehničko – tehnološke dokumentacije
- 20 Priprema materijala (drvo/medijapan) i sredstava za rad
- 30 Mjerenje, obilježavanje i zacrtavanje prema dokumentaciji
- 40 Piljenje ubodnom pilom
- 50 Sastavljanje medijapana u cjelinu – gornja kutija
- 60 Ugradnja grijača u kutiju
- 70 Ugradnja prekidača za grijač na kutiju

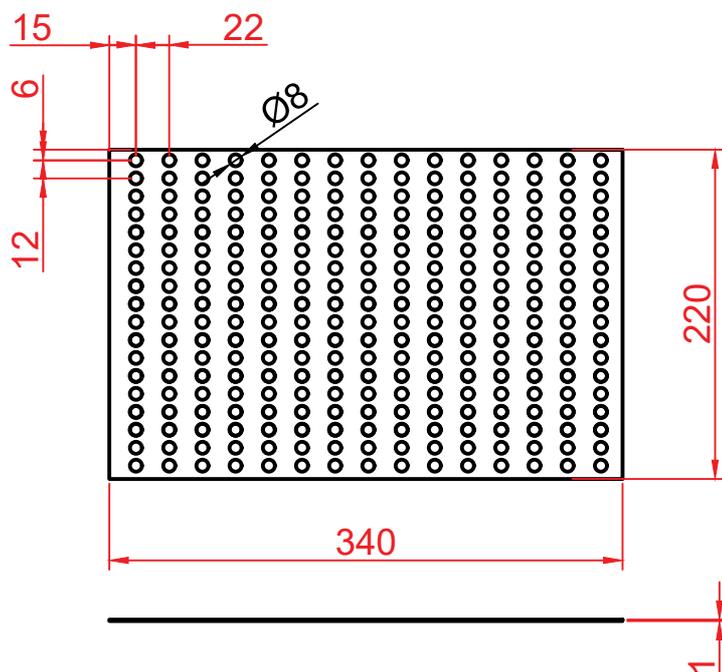


4	Mala stranica gornje kutije	2	Drvo
3	Velika stranica gornje kutije	2	Drvo
2	Donji poklopac gornje kutije	1	Č. 0451
1	Gornji poklopac gornje kutije	1	Drvo
Pozicija:	Naziv dijela:	Komada:	Materijal:
	Datum:	Ime i prezime:	Potpis:
Izradio:	5.3.2019.	Bruno Šikac	
Pregledao:			
Mjerilo: M1:5	Naziv djela: GORNJA KUTIJA		Materijal: Komada: 1

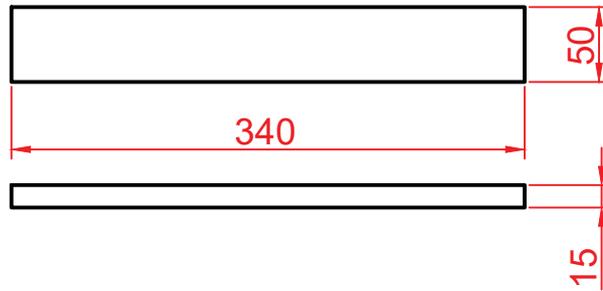
INDUSTRIJSKA STROJARSKA
ŠKOLA



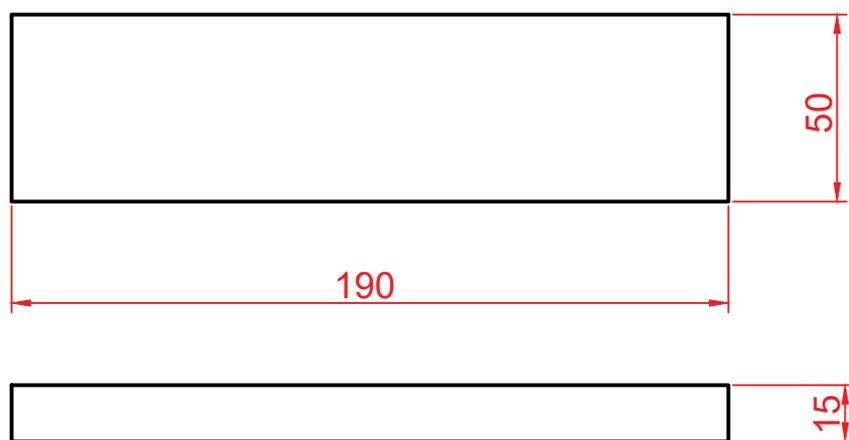
	Datum:	Ime i prezime:	Potpis:	INDUSTRIJSKA STROJARSKA ŠKOLA	
Izradio:	5.3.2019.	Bruno Šikac			
Pregledao:					
Mjerilo: M1:5	Naziv djela: GORNJI POKLOPAC GORNJE KUTIJE			Materijal: DRVO	Komada: 1



	Datum:	Ime i prezime:	Potpis:	INDUSTRIJSKA STROJARSKA ŠKOLA
Izradio:	5.3.2019.	Bruno Šikac		
Pregledao:				
Mjerilo: M1:5	Naziv djela: DONJI POKLOPAC GORNJE KUTIJE			Materijal: Č. 0451
				Komada: 1



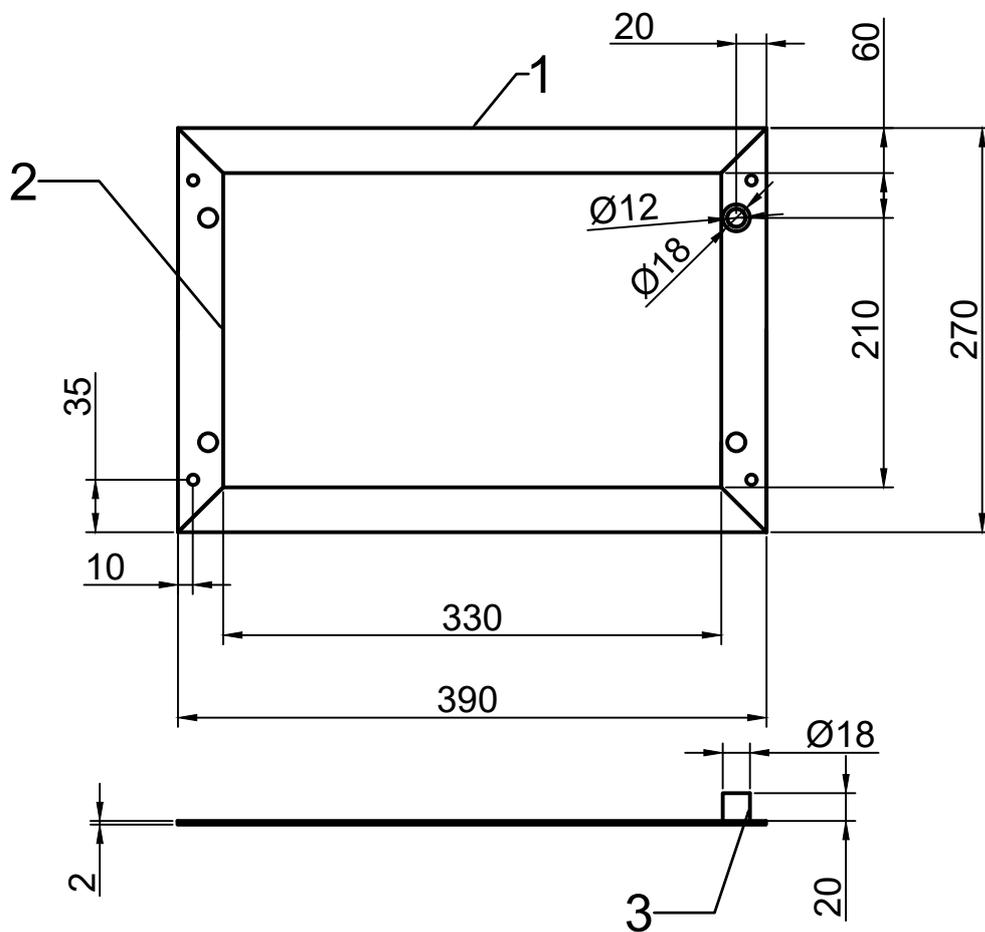
	Datum:	Ime i prezime:	Potpis:	INDUSTRIJSKA STROJARSKA ŠKOLA	
Izradio:	5.3.2019.	Bruno Šikac			
Pregledao:					
Mjerilo: M1:5	Naziv djela: VELIKA STRANICA GORNJE KUTIJE			Materijal: DRVO	Komada: 2



	Datum:	Ime i prezime:	Potpis:	INDUSTRIJSKA STROJARSKA ŠKOLA	
Izradio:	5.3.2019.	Bruno Šikac			
Pregledao:					
Mjerilo: M1:2	Naziv djela: MALA STRANICA GORNJE KUTIJE			Materijal: DRVO	Komada: 2

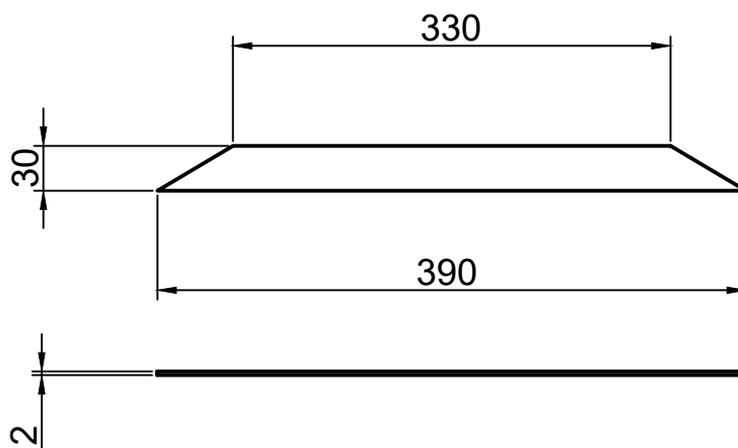
4.3. Izrada okvira/nosača za termo foliju (okvir gornji, velika/dulja strana okvira, mala/kraća strana gornjeg okvira, mala/kraća cijev)

- 10 Proučavanje tehničko – tehnološke dokumentacije
- 20 Priprema materijala (čelične plosnati materijal) i sredstava za rad
- 30 Mjerenje, obilježavanje i zacrtavanje prema dokumentaciji
- 40 Piljenje plosnatog čelika na zadanu dimenziju
- 50 Bušenje provrta Ø12 za vodilice
- 60 Zavarivanje okvira/nosača za termo foliju

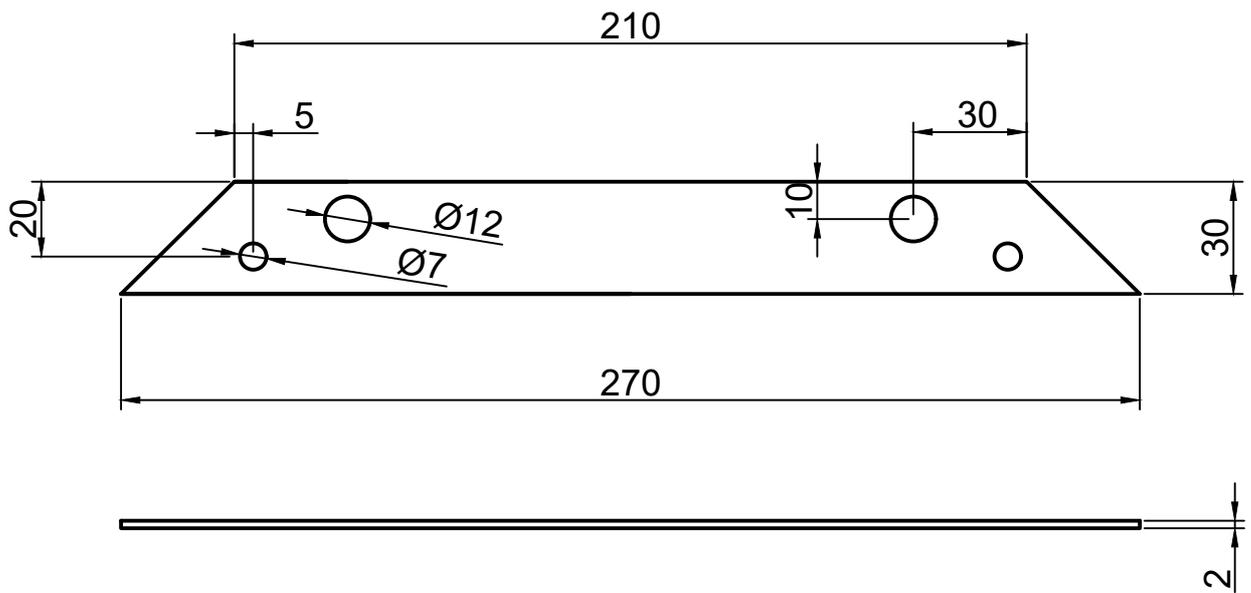


3	Cijev mala	1	Č. 0451
2	Mala strana gornjeg okvira	2	Č. 0451
1	Velika strana okvira	2	Č. 0451
Pozicija:	Naziv dijela:	Komada:	Materijal:
	Datum:	Ime i prezime:	Potpis:
Izradio:	5.3.2019.	Bruno Šikac	
Pregledao:			
Mjerilo:	Naziv djela:	Materijal:	Komada:
M1:5	OKVIR GORNJI		1

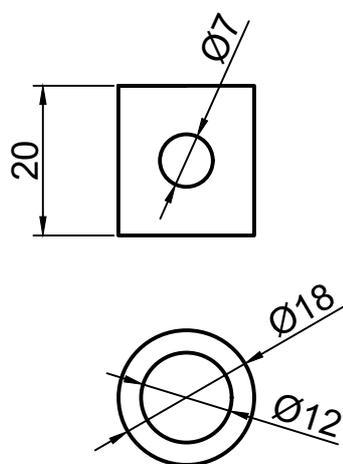
INDUSTRIJSKA STROJARSKA
ŠKOLA



	Datum:	Ime i prezime:	Potpis:	INDUSTRIJSKA STROJARSKA ŠKOLA	
Izradio:	5.3.2019.	Anamarija Rahelić			
Pregledao:					
Mjerilo: M1:5	Naziv djela: VELIKA STRANA OKVIRA			Materijal: Č. 0451	Komada: 4



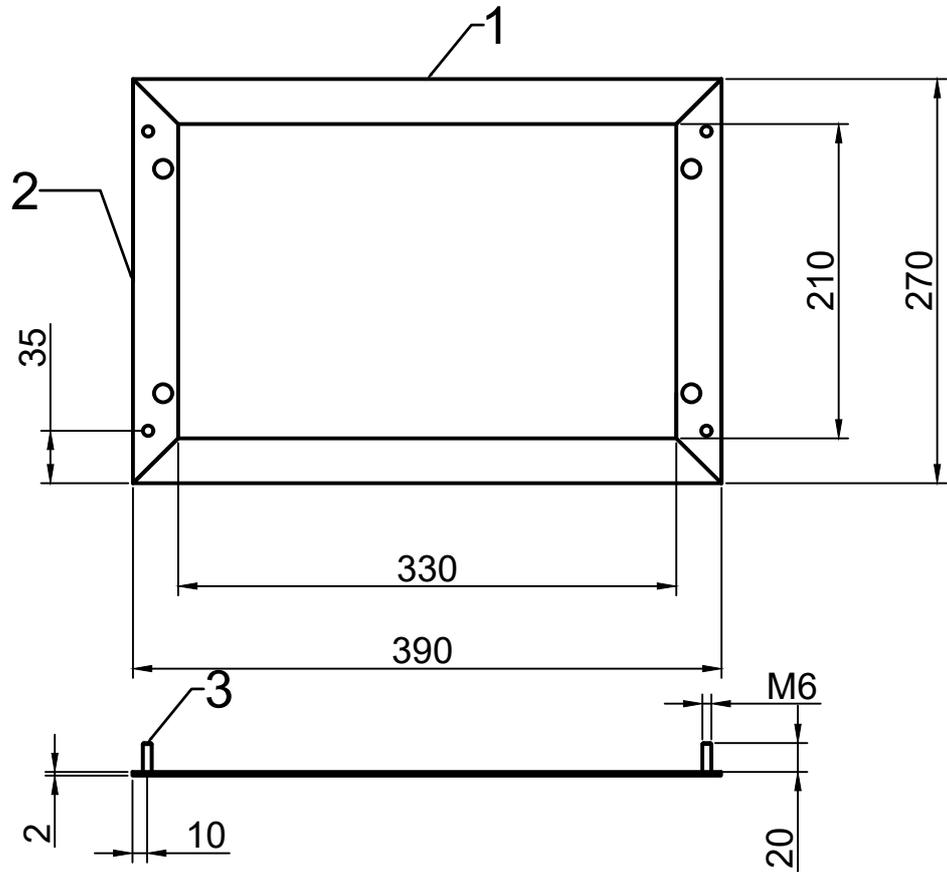
	Datum:	Ime i prezime:	Potpis:	INDUSTRIJSKA STROJARSKA ŠKOLA	
Izradio:	5.3.2019.	Anamarija Rahelić			
Pregledao:					
Mjerilo: M1:2	Naziv djela: MALA STRANA GORNJEG OKVIRA			Materijal: Č. 0451	Komada: 2



	Datum:	Ime i prezime:	Potpis:	INDUSTRIJSKA STROJARSKA ŠKOLA	
Izradio:	5.3.2019.	Anamarija Rahelić			
Pregledao:					
Mjerilo: M1:1	Naziv djela: CIJEV MALA			Materijal: Č. 0451	Komada: 5

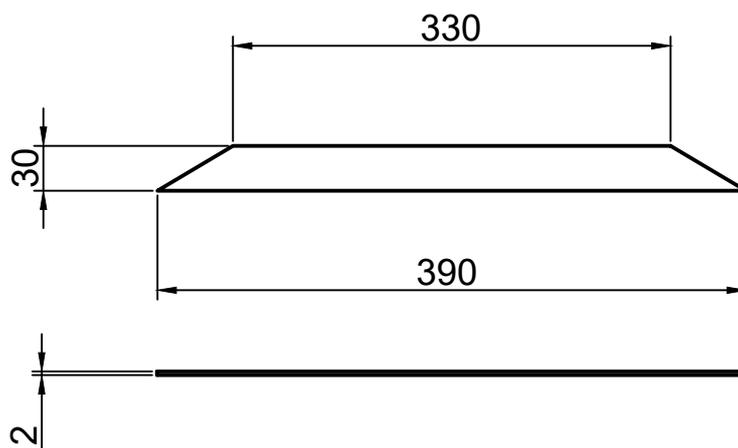
4.4. Izrada okvira/nosača za termo foliju (okvir donji, velika/dulja strana okvira, mala/kraća strana donjeg okvira, navojna šipka)

- 10 Proučavanje tehničko – tehnološke dokumentacije
- 20 Priprema materijala (čelični plosnati materijal) i sredstava za rad
- 30 Mjerenje, obilježavanje i zacrtavanje prema dokumentaciji
- 40 Piljenje plosnatog čelika na zadanu dimenziju
- 50 Bušenje provrta Ø12 za vodilice
- 60 Zavarivanje okvira/nosača za termo foliju

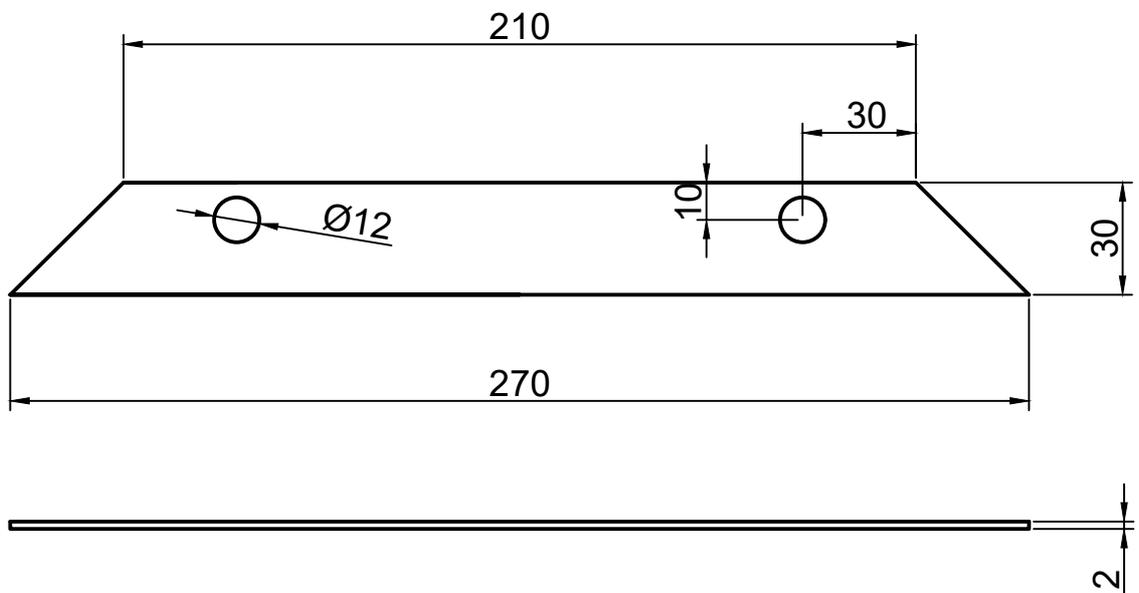


3	Navojna šipka	4	
2	Mala strana donjeg okvira	2	Č. 0451
1	Velika strana okvira	2	Č. 0451
Pozicija:	Naziv dijela:	Komada:	Materijal:
	Datum:	Ime i prezime:	Potpis:
Izradio:	5.3.2019.	Bruno Šikac	
Pregledao:			
Mjerilo:	Naziv djela:	Materijal:	Komada:
M1:5	OKVIR DONJI		1

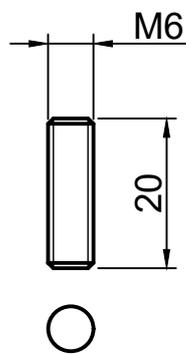
INDUSTRIJSKA STROJARSKA
ŠKOLA



	Datum:	Ime i prezime:	Potpis:	INDUSTRIJSKA STROJARSKA ŠKOLA	
Izradio:	5.3.2019.	Anamarija Rahelić			
Pregledao:					
Mjerilo: M1:5	Naziv djela: VELIKA STRANA OKVIRA			Materijal: Č. 0451	Komada: 4



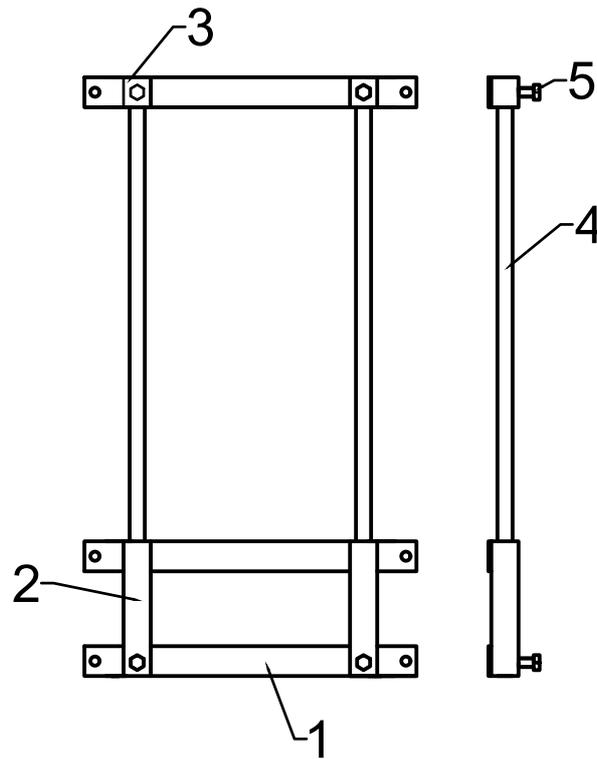
	Datum:	Ime i prezime:	Potpis:	INDUSTRIJSKA STROJARSKA ŠKOLA	
Izradio:	5.3.2019.	Anamarija Rahelić			
Pregledao:					
Mjerilo: M1:2	Naziv djela: MALA STRANA DONJEG OKVIRA			Materijal: Č. 0451	Komada: 2



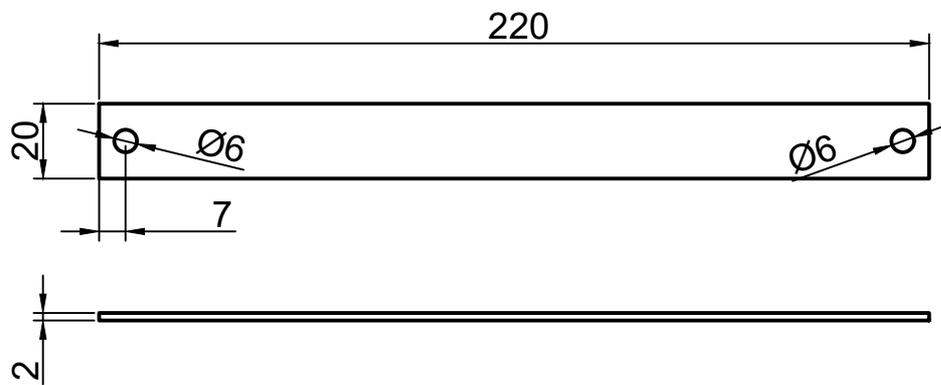
	Datum:	Ime i prezime:	Potpis:	INDUSTRIJSKA STROJARSKA ŠKOLA	
Izradio:	5.3.2019.	Anamarija Rahelić			
Pregledao:					
Mjerilo: M1:1	Naziv djela: NAVOJNA ŠIPKA			Materijal: Č. 0451	Komada: 4

4.5. izrada kompleta vodilica za okvir/nosač termo folije i završno sklapanje uređaja

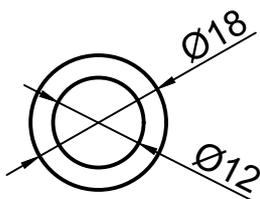
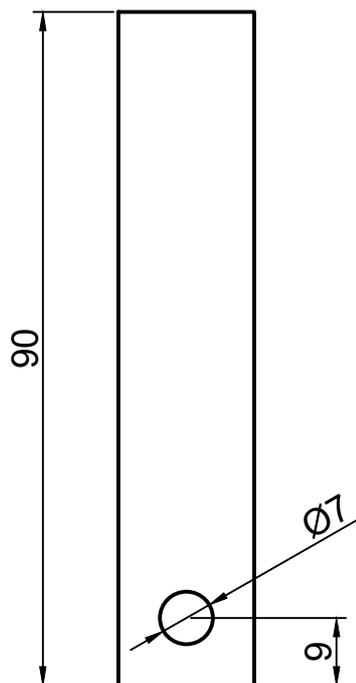
- 10 Proučavanje tehničko – tehnološke dokumentacije
- 20 Priprema materijala i sredstava za rad
- 30 Mjerenje, obilježavanje i zacrtavanje prema dokumentaciji
- 40 Piljenje čeličnih cijevi na zadanu dimenziju
- 50 Piljenje plosnatog čelika na zadanu dimenziju
- 60 Bušenje provrta Ø10 na čeličnim cijevima
- 70 Bušenje provrta Ø5 na plosnatom čeliku
- 80 Zavarivanje čeličnih cijevi i plosnatog čelika
- 90 Brušenje spojeva
- 100 Antikorozivna zaštita
- 110 Ugradnja kompleta vodilica na kutije
- 120 Završno sklapanje uređaja



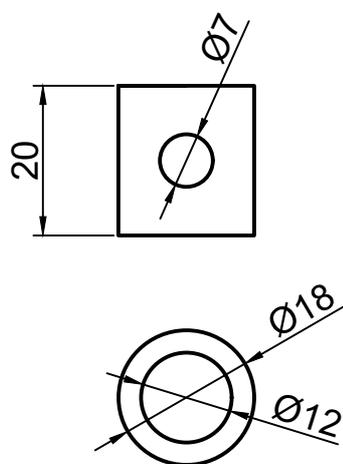
5	Vijak	4	
4	Vodilica	2	Č. 0451
3	Cijev mala	2	Č. 0451
2	Cijev velika	2	Č. 0451
1	Pločica	3	Č. 0451
	Datum:	Ime i prezime:	Potpis:
Izradio:	5.3.2019.	Bruno Šikac	
Pregledao:			
Mjerilo:	Naziv djela:	INDUSTRIJSKA STROJARSKA ŠKOLA	
M1:5	KOMPLET VODILICA	Materijal:	Komada:
			2



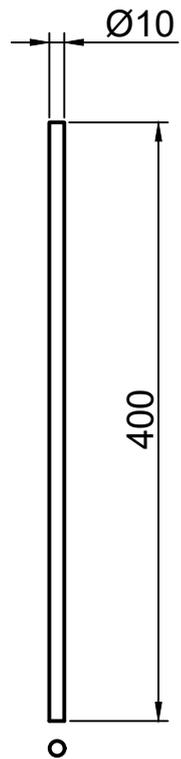
	Datum:	Ime i prezime:	Potpis:	INDUSTRIJSKA STROJARSKA ŠKOLA	
Izradio:	5.3.2019.	Bruno Šikac			
Pregledao:					
Mjerilo: M1:2	Naziv djela: PLOČICA			Materijal: Č. 0451	Komada: 6



	Datum:	Ime i prezime:	Potpis:	INDUSTRIJSKA STROJARSKA ŠKOLA	
Izradio:	5.3.2019.	Bruno Šikac			
Pregledao:					
Mjerilo: M1:1	Naziv djela: CIJEV VELIKA			Materijal: Č. 0451	Komada: 4



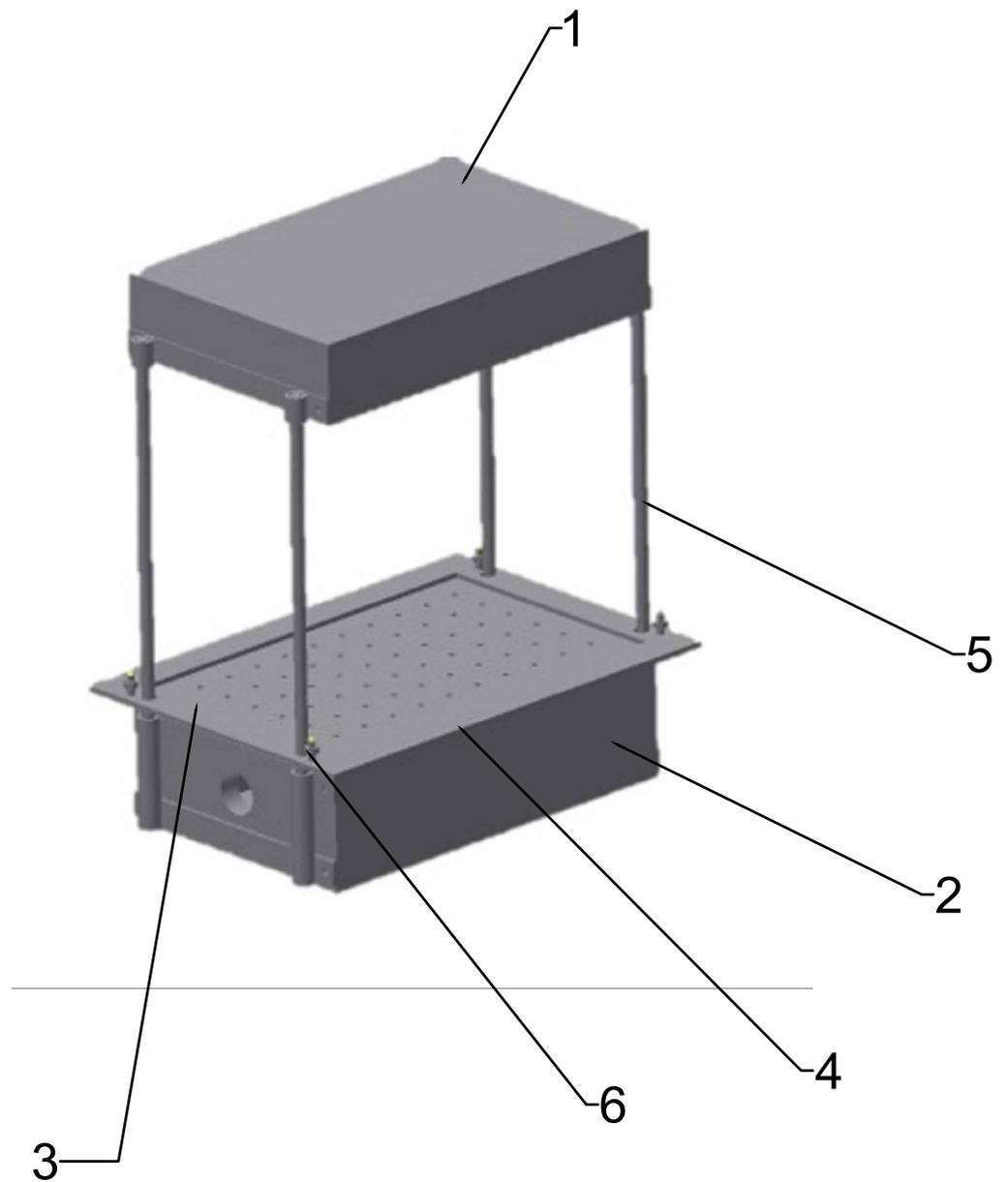
	Datum:	Ime i prezime:	Potpis:	INDUSTRIJSKA STROJARSKA ŠKOLA	
Izradio:	5.3.2019.	Anamarija Rahelić			
Pregledao:					
Mjerilo: M1:1	Naziv djela: CIJEV MALA			Materijal: Č. 0451	Komada: 5



	Datum:	Ime i prezime:	Potpis:	INDUSTRIJSKA STROJARSKA ŠKOLA	
Izradio:	5.3.2019.	Bruno Šikac			
Pregledao:					
Mjerilo: M1:5	Naziv djela: VODILICA			Materijal: Č. 0451	Komada: 4

5. Zaključak

Važnu ulogu u izradi vakuumforming uređaja ima koncipiranje i konstrukcija uređaja. Od velikog značaja je precizno konstruirati pojedine dijelove i povezati ih u kompaktnu cjelinu kako kasnije ne bi došlo do oštećenja uređaja. Također, bitna je i zaštita dijelova uređaja od korozije, ali i od strujnog udara. Područje primjene vakuumforming uređaja doista je široko. Uređaj je primjenjiv za osobne potrebe, ali i za manje radionice. Upotrebom uređaja moguće je proizvoditi različite željene oblike sapuna koristeći termofoliju za izradu kalupa, a mogu se izrađivati i male posudice za cvijeće ili je čak, u kontroliranim i higijenskim uvjetima, moguće izraditi kalupe u obliku vijaka u koje se može uliti rastopljena čokolada kako bi se na taj način dobile čokoladne praline. Važno je imati dobar kalup tj. zanimljiv model za oblikovanje kalupa. Uređaj je siguran za okolinu, ne proizvodi štetne plinove, nije previše bučan, a i ekonomičan je jer mu se potrošnja električne energije kreće na razini potrošnje usisavača i grijača za kućanstva s obzirom na to da su to jedina dva elektronička dijela uređaja. Korištenjem dostupnih resursa materijala, alata i uređaja i recikliranjem materijala iz odjela Školske radionice ISS-a izrađujemo vakuumforming uređaj koji je, uz široku primjenu, u cijelosti ekonomski isplativ.



6	Leptir matica	4	
5	Komplet vodilica	2	
4	Okvir donji	1	
3	Okvir gornji	1	
2	Donja kutija	1	
1	Gornja kutija	1	
Pozicija:	Naziv dijela:	1	Materijal:
	Datum:	Ime i prezime:	Potpis:
Izradio:	5.3.2019.	Bruno Šikac	
Pregledao:			
Mjerilo:	Naziv djela:	Materijal:	Komada:
M1:10	VAKUUMFORMING UREĐAJ		1

INDUSTRIJSKA STROJARSKA
ŠKOLA

6. Popis literature i ostalih korištenih sadržaja:

[1] <http://bit.ly/YouTubelzradaVakuumformingUredaja1>

[2] <http://bit.ly/YouTubeDIYvacuumforming>

[3] Mijo Matošević, Tehnologija obrade i montaže, udžbenik za 1.r. strojarske struke za obrtnička i industrijska zanimanja, UM d.o.o, Nova Gradiška 2012.

[4] Mijo Matošević, Tehnologija obrade i montaže, metodički priručnik za nastavnike, UM d.o.o, Nova Gradiška 2001.

[5] Frano Bračanić, Obrada metala I, Školska knjiga, Zagreb 1996.

[6] Franjo Toufar, Tehnički materijali 1, Školska knjiga, Zagreb 2007.

[7] Ivo Slade, Obrada materijala, skripta I. Tehničke škole „Tesla“