



Středoškolská technika 2018

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

Návrh a výroba převíjecího zařízení pro 3D tiskárnu

Ondřej Macháček

VOŠ,SPŠ a OA Čáslav, Přemysla Otakara II.

938 28601 Čáslav



Vyšší odborná škola, Střední průmyslová škola a Obchodní akademie,

Čáslav, Přemysla Otakara II. 938

ROČNÍKOVÁ PRÁCE

Zadání:

Návrh a výroba převijecího zařízení pro 3D tiskárnu.

Prohlášení

Místopřísežně prohlašuji, že jsem ročníkovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedených pramenů literatury.

Podpis

Poděkování

Za veškerou pomoc, která mi byla poskytnuta, bych chtěl poděkovat všem lidem za jejich ochotu a vstřícnost. První osoba, které bych chtěl poděkovat je můj vedoucí práce Ing. Vlastimil Andrlé za čas, který mi věnoval při konzultování mých nápadů a za rady, které mi dal. Taky bych chtěl poděkovat všem ostatním kantorům za to, že mi poradili a že mi umožnili přístup k potřebným materiálům a strojům. Dále bych rád poděkoval firmě HENNIG CZ s.r.o. za velkou pomoc. A v neposlední řadě bych rád poděkoval rodině za podporu, především svému bratrovi a otci.

V Kutné Hoře dne 16. 2. 2018

Podpis

Anotace

Cílem mé ročníkové práce je navrhnout a vyrobit převíjecí zařízení k převíjení 3D struny. Jako první byla část návrhu, kde jsem musel vymyslet, jak bude celé zařízení fungovat a co od něj očekávat. Protože jsem nechtěl nijak projekt financovat, musel jsem obtíže překonávat pomocí lepšího návrhu. Další část mé ročníkové práce je o montáži převíječky. Montáž byla klíčová pro kontrolu, zjistil jsem některé chybné rozměry a ověřil jsem si, že návrh lze sestrojít. Na závěr bylo nutné zařízení vyzkoušet a test byl úspěšný.

Klíčová slova: návrh, montáž, funkčnost

Annotation

The goal of my seminar work was to design and manufacture rewinding device for 3D thread. At first, I had to design the whole device and think out what I am expecting from device and how the device is going to work. Due to low funds I did not want to lay down any cash, so I had to overcome all obstacles with better design. Next part of my seminar work is about constructing of the device. Constructing was very important because i could check proportions of each unit and make sure that my work can be constructed. Last but not least was to make a test which would prove functionality of the device.

Keywords: design, construction, functionality

Obsah

1	Úvod.....	9
2	Princip a současnost 3D tisku	10
2.1	Princip.....	10
2.2	Současnost 3D tisku.....	11
3	Navrhování zařízení	12
3.1	Motor	12
3.2	Převod	13
3.3	Hřídelová spojka	14
3.4	Místo pro cívku.....	15
3.5	Hřídel pro navíjenou cívku	15
3.6	Stojan pro cívku se strunou a vedení struny	16
3.7	Upevnění cívek na hřídel	17
4	Montáž.....	18
4.1	Spojení hřídele s převodovkou	18
4.2	Stojan pro cívku	19
4.3	Uchycení cívek	20
5	Zkouška funkčnosti	21
6	Závěr.....	22
1.	Seznam literatury	23
2.	Seznam obrázků.....	24
3.	Seznam příloh.....	25

1 Úvod

Už od začátku jsem chtěl ročníkovou práci spojenou s 3D tiskem. Když jsem uviděl toto téma, hned jsem po něm sáhnul, protože krásně spojuje 3D tisk a navrhování, kvůli kterému jsem na této škole. Úkol to nebyl jednoduchý, protože ani zdaleka neznám všechny metody, které by se dali využít. Proto pro mě část návrhu byla vůbec nejtěžší úkol, který jsem na této škole dostal.

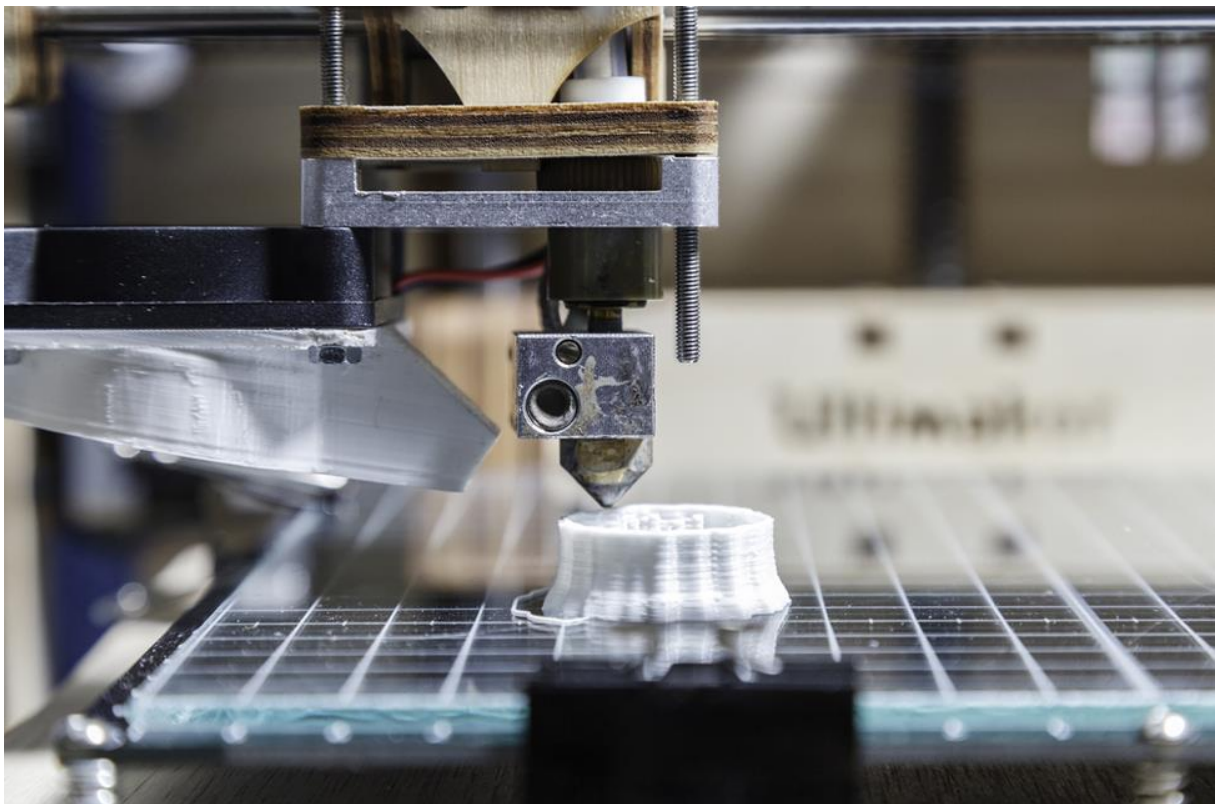
3D technologie je do budoucna velice perspektivní, stále se vyvíjí, aby mohla vyrábět čím dál tím složitější tvary. Dokonce se již dnes na 3D tiskárnách tisknou funkční lidské orgány.

Na začátku návrhu jsem měl spoustu nápadů, jak by taková převíječka mohla vypadat. Postupně jsem vylučoval jednotlivé způsoby, až jsem přišel na takový, který by měl fungovat.

2 Princip a současnost 3D tisku

2.1 Princip

Základní princip 3D tisku spočívá v nanášení souvislých vrstev materiálu, dokud není vytvořen celý objekt. Proto každá z těchto vrstev může být považována za horizontální řez. Materiálů, kterými lze takto tisknout, je v dnešní době mnoho. Nejčastější materiál je plast, dále je to kov a polymer. Materiál se roztaví a pomocí hlavičky se nanese na plochu. První krok k 3D tisku je vytvořit 3D model objektu, který chceme tisknout. Vytvořit takový model se dá třemi způsoby; buď se celý objekt vytvoří v tzv. CAD softwaru na počítači nebo se použije 3D skener a poslední možností je využití digitální kamery. Vykreslení 3D modelu je časově náročné a vyžaduje znalost CAD softwaru. 3D skener je rychlý, ale často obsahuje chyby, které je později třeba opravit v CAD softwaru. Po vytvoření modelu je nutné převést soubor do .STL nebo .OBJ formátů, aby ho software pro ovládání tiskárny přečetl. Díky tomuto principu nelze vytvářet tvary, které neleží na předchozí vrstvě. Někdy jde využít podpěr, které se později odříznou.



Obrázek 1 Princip 3D tisku (staženo z internetu)

2.2 Současnost 3D tisku

Dnes je 3D technologie tak cenově dostupná, že už mnoho domácností vlastní 3D tiskárnu. 3D tisk se dá využít takřka ve všech oblastech lidského výzkumu. Touto technologií se mohou stavět domy za extrémně krátký čas. V Číně se pomocí velké 3D tiskárny vytisklo šest jednopatrových domů za jediný den. Velké využití našel 3D tisk ve Vesmíru. Část ISS (Mezinárodní Vesmírná Stanice) byla vytisknuta přímo ve vesmíru. NASA také přemýšlí o tisku nejen jednotlivých surovin, ale celého pokrmu. Další využití našel 3D tisk v oboru elektroniky. Tiskárna je schopná vytisknout i předměty, které se velikostí pohybují v nanometrech. Může tisknout stříbrné vodivé spoje a mnoho dalšího. Velkou perspektivu má 3D tisk ve zdravotnictví, kde se už dnes používá k vytisknutí umělých orgánů k transplantaci, jako je například srdce. Doktoři doufají, že jednou budou moci vytisknout orgány z živých buněk, které by mohly plně nahradit orgány. Samozřejmě se tisknou i funkční nástroje nebo součástky do mechanismů. 3D tisk zde nahrazuje ostatní obráběcí technologie. A v neposlední řadě se používá v umění, díky možnosti vytvořit takřka jakýkoliv tvar, se 3D tisk velmi rychle uchytil v umění. Například jezdecká postava generála Laudona vystavená v Novém Jičíně je celá vytvořena pomocí 3D tisku.



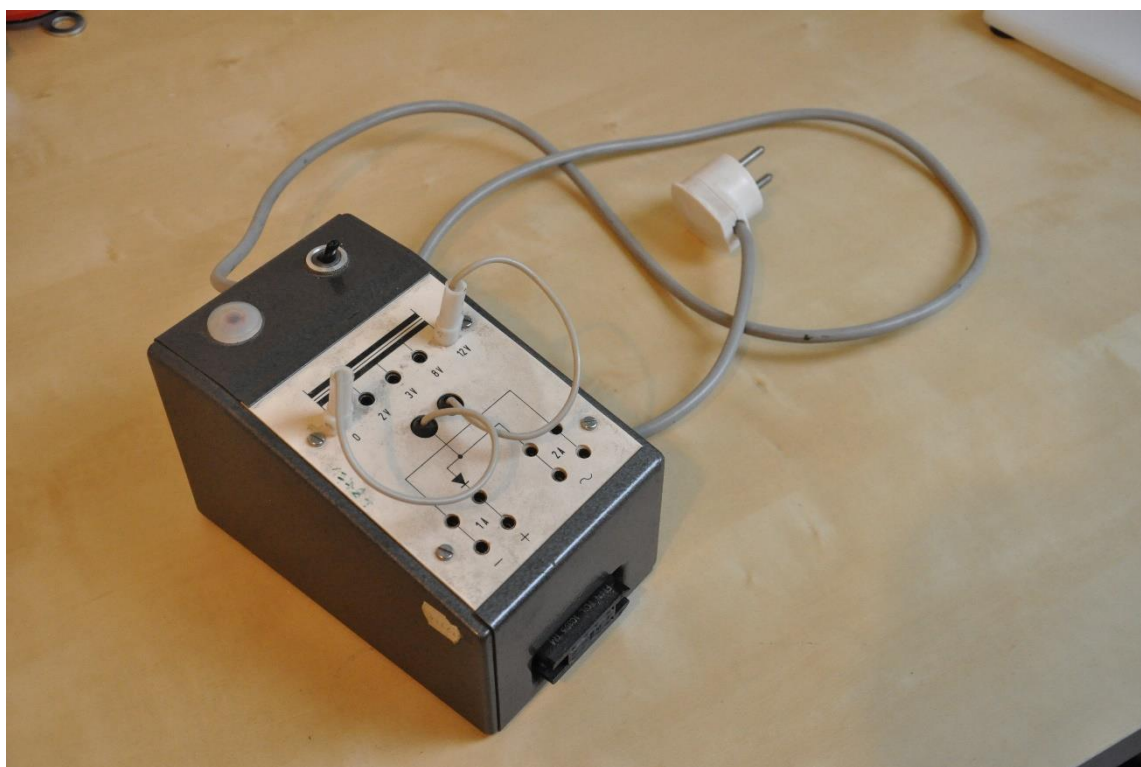
Obrázek 2 Současnost 3D tisku (staženo z internetu)

Navrhování zařízení

Už když jsem si vybral téma návrhu a výroby 3D převíjecího zařízení, začal jsem přemýšlet, jak by taková sestava mohla vypadat. Udělal jsem si první náčrt, jak bych chtěl, aby sestava vypadala. Tento náčrt můžete nalézt pod číslem jedna. Nápad to nebyl úplně k ničemu, ale později se ukázalo, že toto řešení nemůžu použít z několika důvodů. Tím hlavním důvodem bylo, že jsem neměl správný motor.

3.1 Motor

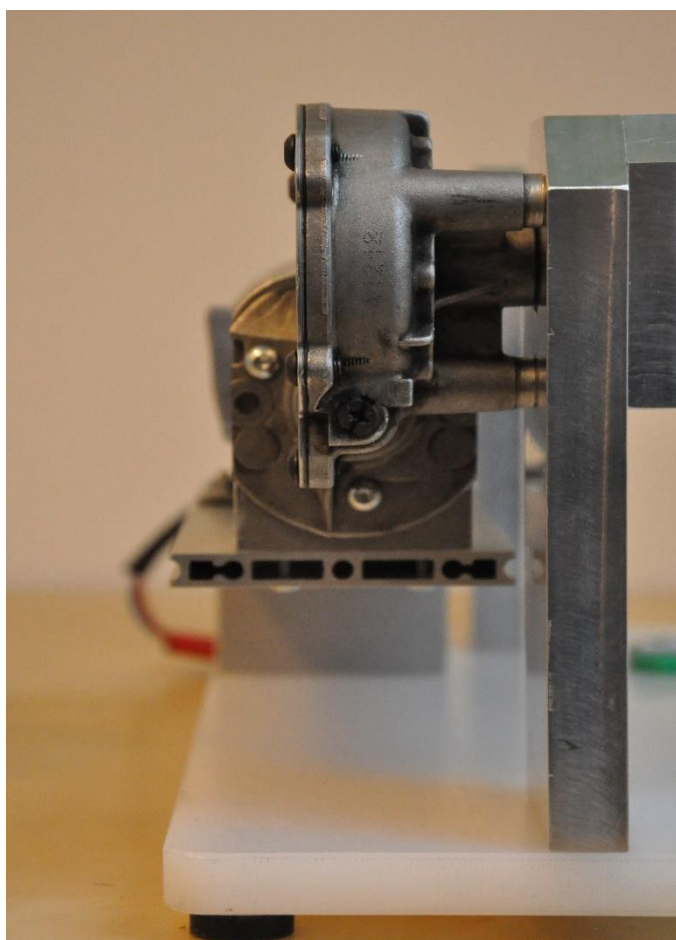
Motor, který jsem sehnal, aniž bych ho musel kupovat, jsem dostal od Ing. Macha. Motor měl původně sloužit jako učební pomůcka, takže nebyl napájen skrz klasickou zásuvku, ale přes transformátor, který mi také pan Mach poskytl. První problém byl, že jeden z banánů byl utržený, a tak jsem musel napájet nový. Další problém byl s odběrem motoru. Motor je dělaný na odběr 12 Voltů a 3 Ampér. Zdroj, který mi pan Mach dal, sice dodá potřebné napětí, ale dodá pouze 1 Ampér. Důsledek toho je, že se kvůli vysokému odběru zdroj nadměrně zahřívá a asi po jedné minutě ho tepelná pojistka vypne. Jiný zdroj a motor nebyl k sehnání, a tak jsem se musel smířit s tím, že zařízení bude převíjet pouze po dobu jedné minuty a pak se bude muset počkat, až se zdroj zchladí.



Obrázek 3 Elektrický zdroj

3.2 Převod

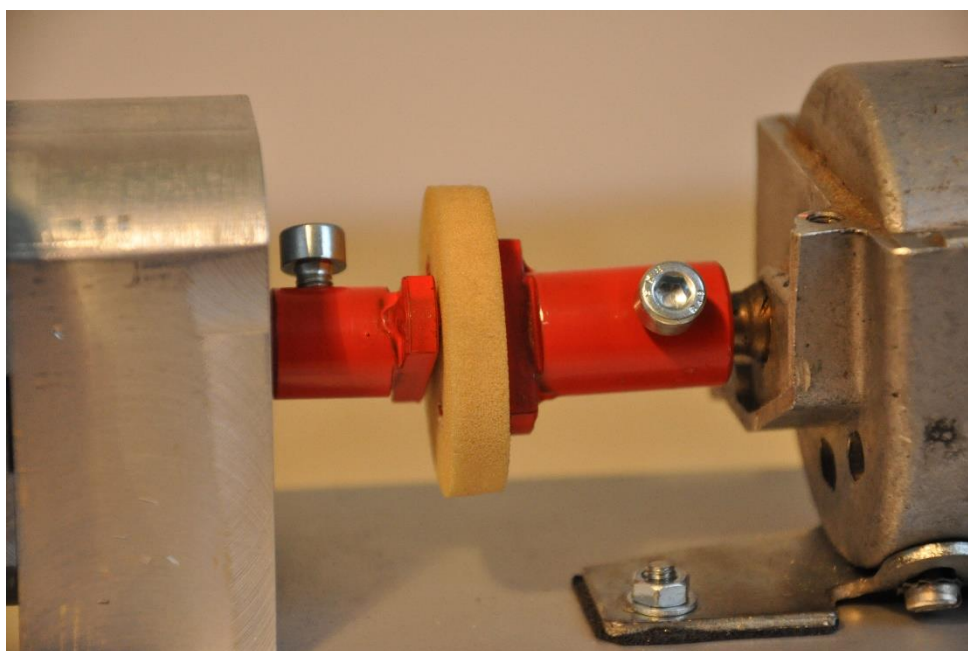
Protože motor vyvinul asi 40 otáček za sekundu, musel jsem vymyslet, jak otáčky zpřevoduji. Otáčky, které potřebuji na převíjení, je asi 1 otáčka za sekundu. Napadlo mě, že bych mohl zredukovat otáčky pomocí potenciometru. Tuto možnost mi nabízel zdroj, který jsem dostal od pana Macha, ale motor tím hodně ztrácel na kroutícím momentu. Navíc se motor při příliš malém napětí přestal otáčet. Při napětí, kdy se ještě motor otáčel, byly otáčky pořád příliš vysoké. Tak jsem se uchýlil k jinému způsobu zredukování otáček. Při takto velkém převodovém poměru je klasickou volbou šnekový převod. Naštěstí takový převod jsem sehnal ve firmě HENNIG CZ. Převodovka ze starého stroje měla přesně to, co jsem potřeboval. Když jsem tento převod našel, mohl jsem si konečně navrhnout, jak bude celý mechanismus vypadat. Je to klasický šnekový převod bez globoidního ozubení. Šnekové kolo je žebrované z plastu a šnek je z oceli. Převodový poměr je 1:26. Převodová skříň je žebrovaná, aby lépe odváděla teplo, celý převod musí být namazaný.



Obrázek 4 Převodová skříň

3.3 Hřídelová spojka

Hřídelová spojka pro mě byla největším problémem. Nejvíc to komplikovala hřídel, která vycházela z motoru. Hřídel, která vycházela z motoru, na sobě měla závit, takže jsem na ní nemohl vyfrézovat drážku pro pero. Původně jsem se chtěl držet toho, že hřídel sevřu svěrným spojem. Tento způsob by byl vhodný, pokud bych chtěl převádět pomocí řemene, ale kvůli rozměrům řemene a řemenic jsem tuto variantu zavrhl. V tuto chvíli jsem se dostal do menší krize, ve které jsem nevěděl, jak přenesu kroutící moment. Stálo mě spoustu času a úsilí vymyslet, jak bude hřídelová spojka vypadat. Když jsem konečně přišel na řešení, mohl jsem pokročit a začít navrhovat další součástky. Z polotovaru jsem si vysoustružil tyč, do které jsem udělal díru napříč osou otáčení. Dále jsem vyvrtal axiální díru a udělal v ní závit pro šroub M6. Na konec vzdálenější od axiálního otvoru jsem přivařil kvádr a na ten jsem ve stejné vzdálenosti od osy přivařil dva „bodce“. To stejné, jen s jinými rozměry, jsem udělal ještě jednou pro hnanou hřídel. Potom jsem do tvrdšího gumového materiálu vyvrtal 4 otvory po devadesáti stupních. Do nich jsem nasunul již zmíněné bodce. Tak jsem gumovým kotoučem přenesl kroutící moment. Vyzkoušel jsem, jestli převod funguje a zjistil jsem, že kvůli tomuto způsobu přenesení celý mechanismus hází. Původně jsem si myslel, že to je způsobené příliš dlouhou hřídelí, která vedla z převodové skříně. Proto jsem jí podepřel dalším ložiskem, které jsem zakrytoval. Házení stále nezmizelo, a tak jsem zkusil použít měkčí gumový kotouč. Obě úpravy pomohly, házení úplně nezmizelo, ale už nebylo tolik znatelné.



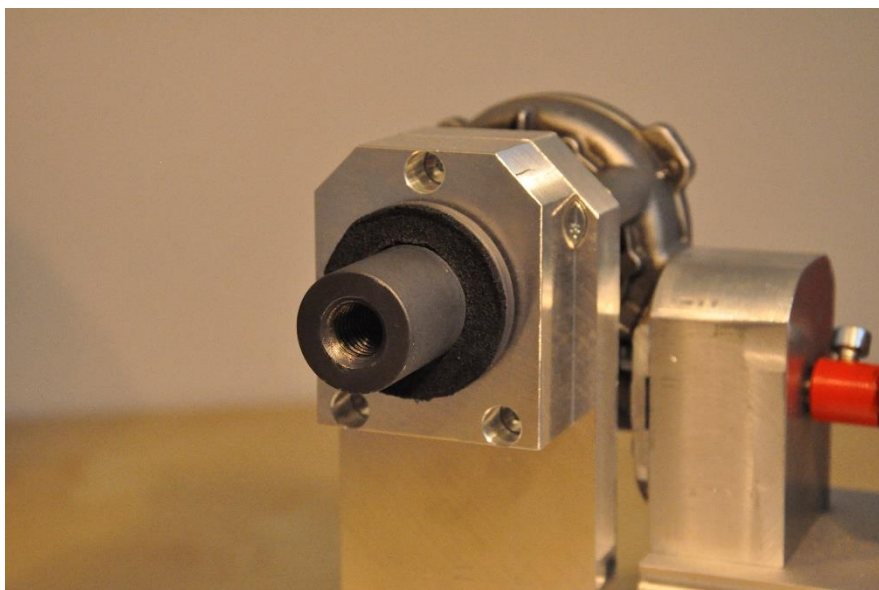
Obrázek 5 Hřídelová spojka

3.4 Místo pro cívku

Abych mohl na hřídel umístit cívku, potřeboval jsem nějak motor i převodovou skříň zvednout. Převodovou skříň jsem přišrouboval ke krytu ložiska, které podpírá hnanou hřídel a domeček i s motorem jsem přišrouboval na desku z hliníkového profilu. Pod motor jsem ještě vystříhl část gumového materiálu, abych zamezil dalšímu házení. Pod motor jsem dal kvádr z hliníku, který jsem přišrouboval k základní desce. Našel jsem si hliníkový plech o tloušťce 15 mm. Uprostřed jsem vyvrtal díru, která byla dost velká na to, aby se do ní vešlo ložisko, které se nasadí na hřídel vycházející z převodové skříně. Odfrézoval jsem horní rohy pro lepší vzhled. Do spodní části jsem vyvrtal dvě díry s metrickým závitem, abych mohl podporu přišroubovat k desce. Kolem této díry jsem po 120° vyvrtal díry se závitem, abych mohl plech přišroubovat k převodové skříni.

3.5 Hřídel pro navíjenou cívku

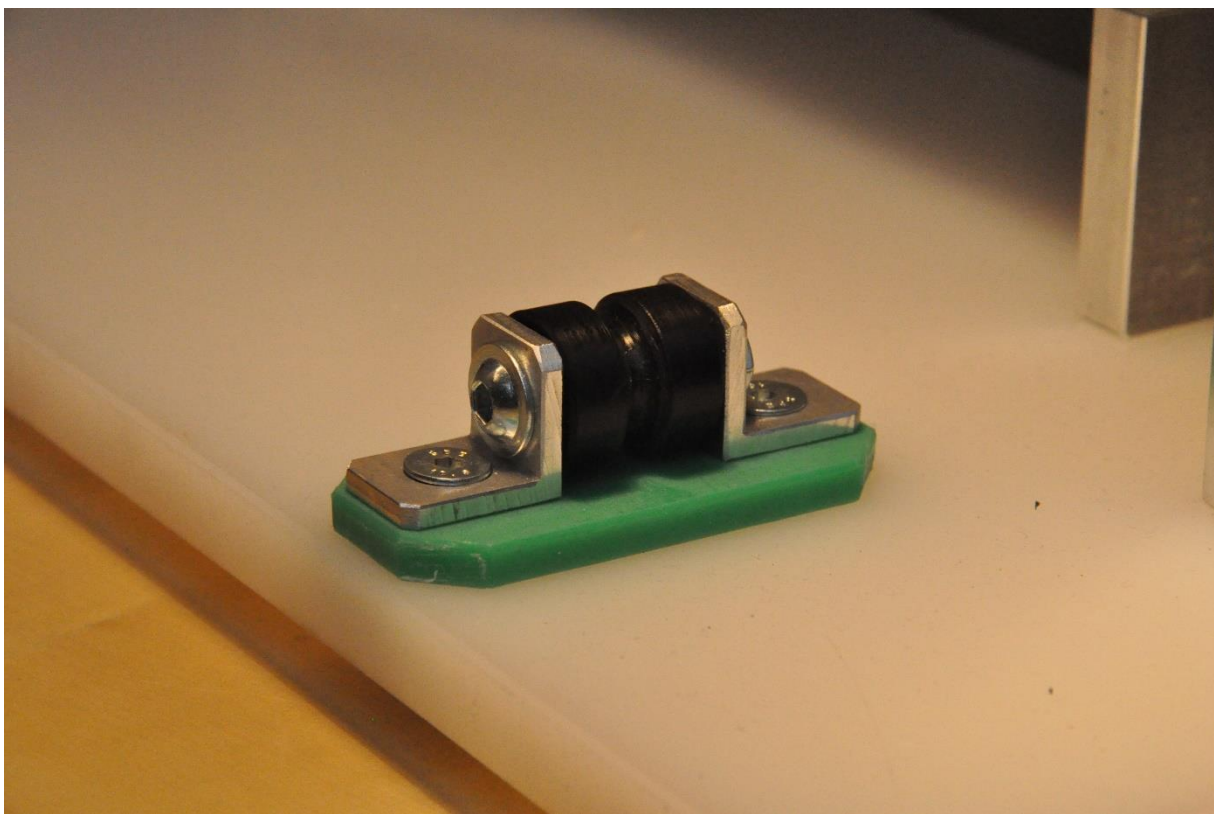
Hřídel, která vycházela z druhé strany převodové skříně, byla příliš krátká a úzká na to, abych na ní mohl nasadit cívku. Abych hřídel prodloužil, vyrobil jsem nástavec, který má potřebné rozměry. Na hřídeli, která vycházela z převodové skříně, byla drážka pro pero. Také měla vyvrtanou díru s metrickým závitem. Našel jsem tedy pero, které do drážky pasovalo a přes tvar nastavovací hřídele jsem přenesl kroutící moment. Proti axiálnímu posuvu nastavovací hřídele jsem použil šroub. Nastavovací hřídeli jsem ještě udělal velký vnitřní závit, který jsem později použil pro uchycení cívky.



Obrázek 6 *Nástavná hřídel*

3.6 Stojan pro cívku se strunou a vedení struny

Stejně jako u navíjené cívky jsem navrhnul stojan, který je přišroubovaný k základní desce a do horní části jsem vyvrtal otvor. Do otvoru přišla hřídel s vnitřním závitem vzadu, aby mohla být připevněna ke stojanu. Na druhém ke konci je závit, přes který se bude maticí utahovat cívka se strunou. Protože by se struna měla na druhou cívku navíjet jako závit, potřeboval jsem vedení struny, díky kterému by struna vždy vycházela ze stejného místa. Pro tento účel jsem navrhnul malou sestavu, kterou jsem připevnil k základní desce. Struna se protáhne vyfrézovanou drážkou na válečku. Váleček je upevněn na šroubu, který je zašroubován v plechu, který je přišroubován k podstavě sestavy.



Obrázek 7 Sestava pro vedení struny

3.7 Upevnění cívek na hřídel

Upevnění cívek bylo problematické, protože průměr otvoru v cívce se strunou je velký, a navíc je na vnější straně kotouče žebrování. Proto jsem pro cívku se strunou navrhl kotouč o dvou různých průměrech. Na jeden menší průměr se nasadí cívka a druhý slouží k přitažení cívky. Na větší průměr jsem nalepil dva milimetry tlustý samolepící neopren, protože se do něj díky jeho tvárnosti můžou zabořit žebra a nebudou poničena. Pak už jen zbývá přitáhnout kotouč maticí. Na navíjenou cívku jsem již měl vytvořenou hřídel, na kterou se cívka nasadí. Stačilo mi tedy vyrobit pouze jeden kotouč, který jsem dal zepředu a utáhl ho šroubem, pro který jsem měl v hřídeli připravený závit.



Obrázek 8 Kotouče pro uchycení cívky 1



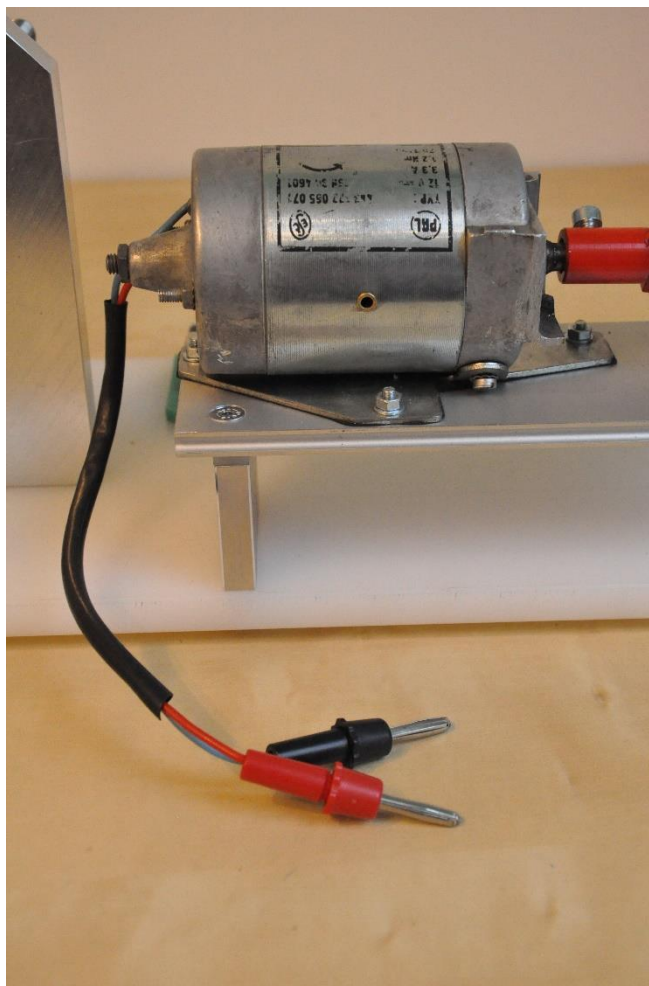
Obrázek 9 Kotouče pro uchycení cívky 2

4 Montáž

Výkresy dílů, které jsem potřeboval vyrobit, jsem donesl do firmy HENNIG CZ, kde jsem již dříve pracoval, a díly mi kolegové vyrobili. Při postupném vyrábění dílu jsem montoval část po části. Díky montáži jsem přišel na některé nedostatky, které jsem později mohl opravit.

4.1 Spojení hřídele s převodovkou

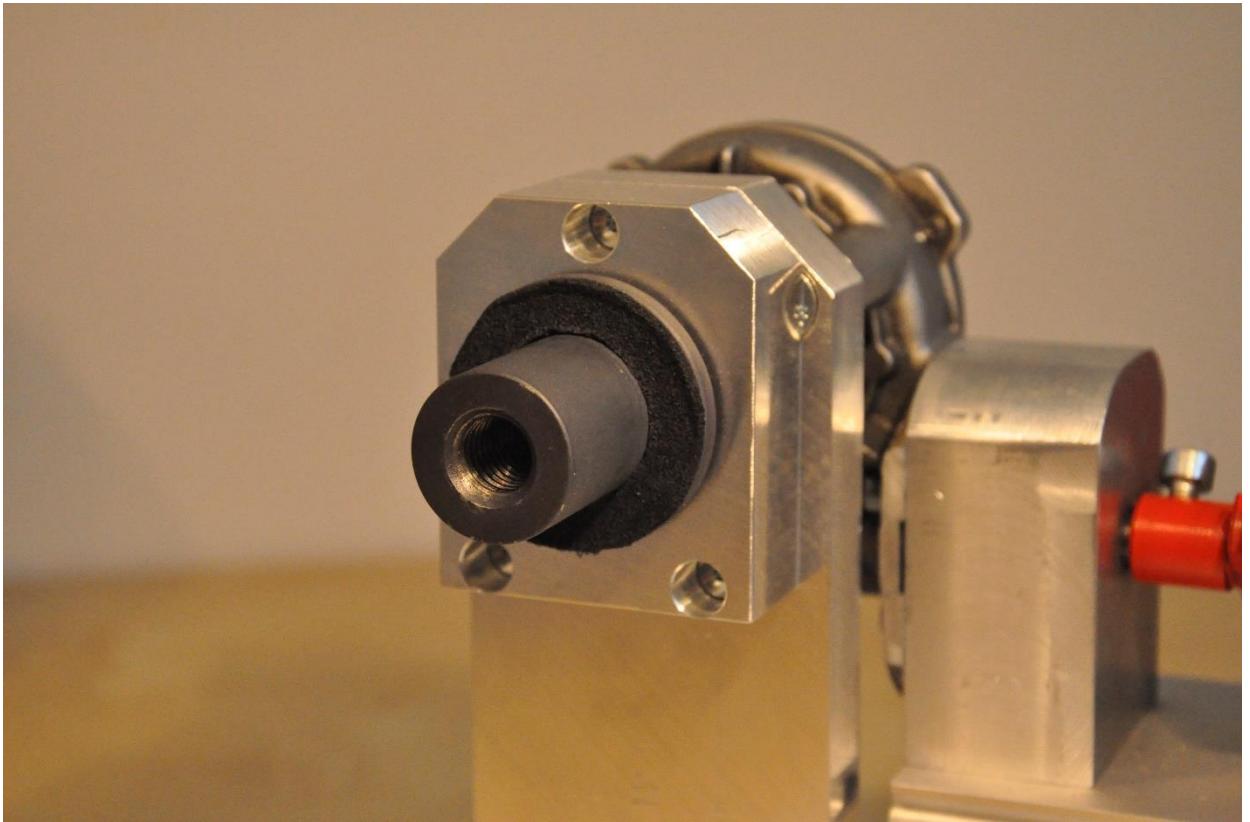
První krok bylo přišroubování motoru k desce. Na hřídel jsem nasadil trubku s vidlicemi a na vidlice jsem dal pryžový kotouč. Další krok byl přišroubování domečku k desce. Domečkem jsem protáhl delší hřídel vycházející z převodové skříně a přišrouboval převodovou skříň k domečku. Dále jsem na hřídel nasadil trubku s vidlicemi, které hned potom zapasovali do pryžového kotouče.



Obrázek 10 Motor

4.2 Stojan pro cívku

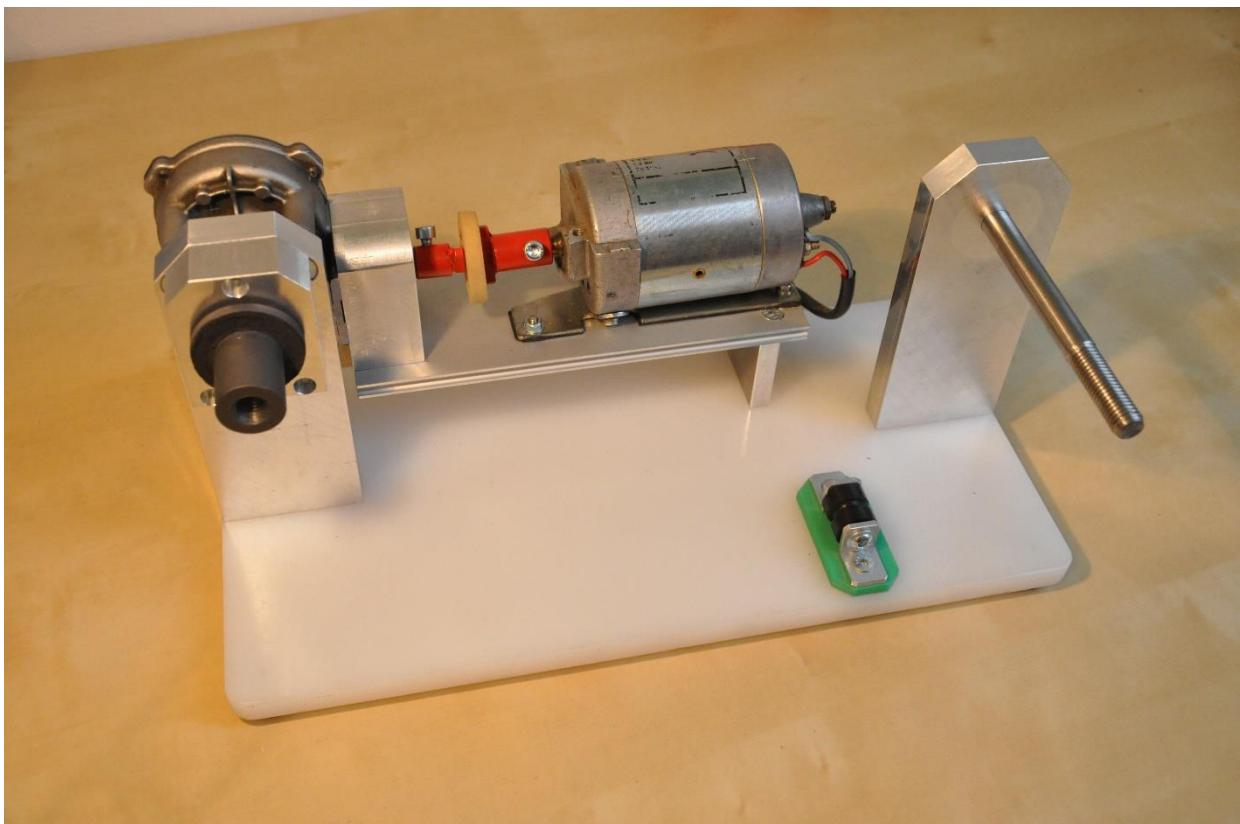
V první části jsem nejdříve stojan přišrouboval k převodové skříni a potom k základní desce. Na hřídel jsem nastrčil nastavnou hřídel pro držení cívky a nalepil jsem pero do drážky. Pro udržení nastavné hřídele jsem na ni nasadil hliníkový nástavec s ložiskem. V tomto kroku se montáž trochu zkomplikovala, protože díra v hliníkovém nástavci byla vyrobená tak přesně, že jsem musel použít kladivo abych nástavec dostal na ložisko. Naopak díry pro šrouby nebyly tak přesné, takže když jsem utáhnul všechny šrouby, hliníkový nástavec tlačil na ložisko a zpomaloval otáčení. Snažil jsem se tedy najít správný poměr utažení mezi jednotlivými šrouby, aby síly byly co nejvyváženější.



Obrázek 11 Nastavná hřídel 2

4.3 Uchycení cívek

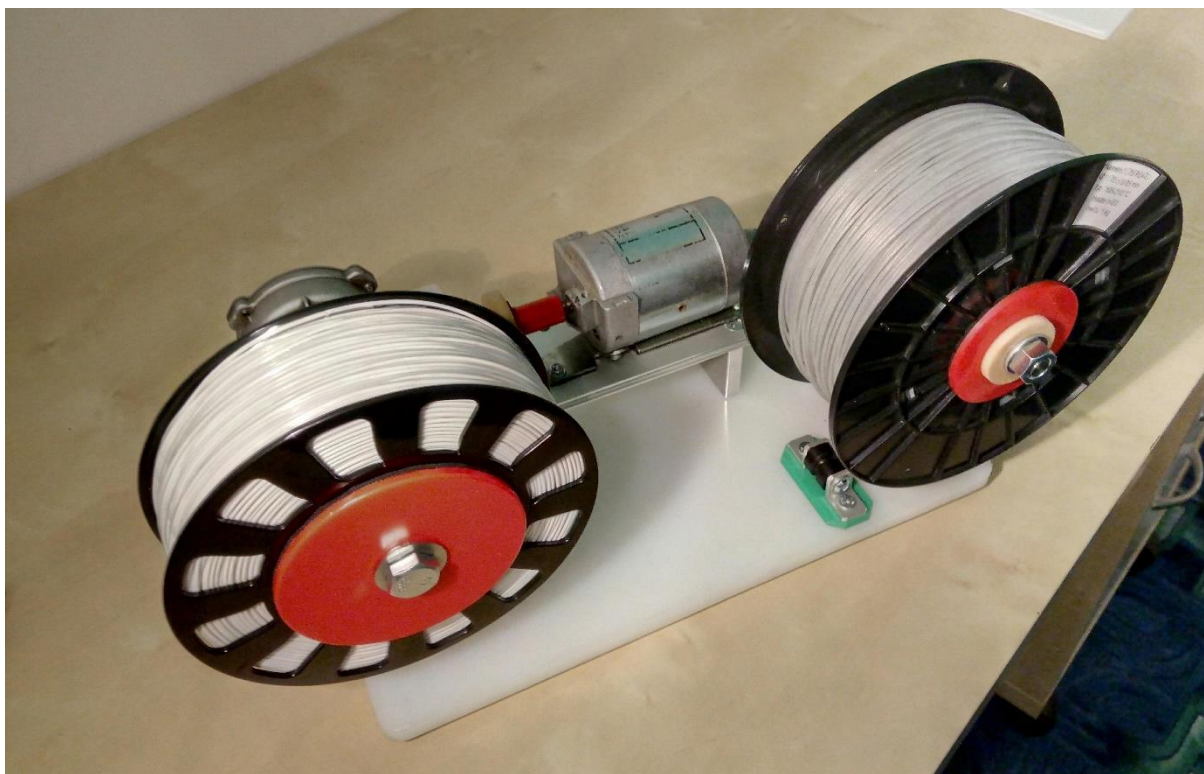
Jako poslední část montáže je uchycení cívek. Navíjenou cívku nasadím na nastavovací hřídel. Do druhého konce cívky zasunu kotouč o menším průměru. Na šroub nasadím podložku a šroub pak protáhnu kotoučem a zašroubuji ho do nastavovací cívky. Na hřídel pro odvíjenou cívku jsem musel nejdříve nasunout kotouč větším průměrem ke stojanu. Na menší průměr jsem nasadil cívku. Jak nasazuji cívku, tak do její druhé strany vkládám druhý kotouč, kterým zrovna protáhnu hřídel. Potom na hřídel nasunu podložku a maticí utáhnu hřídel. Kvůli životnosti kotoučů jsem se ještě rozhodl před maticí vložit pryžovou podložku.



Obrázek 12 Celá sestava bez cívek

5 Zkouška funkčnosti

Jako poslední část celého projektu je vyzkoušení funkčnosti. Musel jsem si půjčit ještě malou cívku. Malou cívku do druhé tiskárny máme ve škole pouze jednu, a ještě nebyla použita. Zkoušel jsem tedy zařízení na plné cívce. Konec struny z větší cívky jsem izolepou přilepil na malou a začal jsem převíjet. Struna byla vedena sestavou u větší cívky a vlákno se šroubovitě navíjelo na menší cívku. Na zařízení chybí součástka, která by brzdila cívku poté, co se přestane převíjet. Mírnou náhradou je samolepící neopren, který je přilepený na uchycení cívek. Brždění tedy převíječka má, ale nestačí na dostatečně rychlé zastavení.



Obrázek 13 Kompletní zařízení

6 Závěr

Závěrem bych chtěl říci, že jsem si navrhování a montování převíjecího zařízení užil. Téma jsem si vybral, protože si můžu navrhnout věc přesně podle svých představ. Připodobnil bych to k realizaci vlastních snů. Měl jsem naprostou volnost a každá část stroje je můj zrealizovaný nápad. Tato práce mi dala možnost podívat se, jak bych měl v budoucnu pracovat. Škola nám sice dává představu, ale ta se reálné práci podobá jen v některých částech. Poprvé jsem zažil, že nevím, co mám vlastně udělat. Domácí úkol ze školy je většinou jen o tom, abych si něco nastudoval, nebo abych něco vyrobil. U mé ročníkové práce jsem strávil hodiny pouze seděním a zvažováním, jaké mám možnosti řešení a zdali vyhovují. Po celou dobu vytváření převíječky jsem musel myslet na to, jestli mám k dispozici všechny potřebný materiál a jestli mám stroje, které jsou schopny vyrobit potřebné díly. Bylo opravdu uspokojující vidět, že díly, které mi přišly z výroby, sedí tak jak mají, a že se pomalu blížím k cíli. Když přišlo na vyzkoušení byl jsem trochu nervózní, ale zkouška dopadla úspěšně a já věděl, že jsem za sebou nechal velký kus práce, který slouží k účelu, ke kterému byl sestrojen.

Celé zařízení bude součástí mé obhajoby včetně ukázky funkčnosti.

1. Seznam literatury

HLUCHÝ, Miroslav a Jan KOLOUCH. *Strojírenská technologie 1*. 3. přeprac. vyd. Praha: Scientia, 2002. ISBN 80-7183-262-6.

ŘASA, Jaroslav, Vladimír GABRIEL a Přemysl POKORNÝ. *Strojírenská technologie 3*. Praha: Scientia, 2001. ISBN 80-7183-227-8.

ŘEŘÁBEK, Antonín. *Stavba a provoz strojů 2: pro školu a praxi*. Praha: Scientia, 2009. ISBN 978-80-86960-21-0.

<https://3dprinting.com/what-is-3d-printing/> [online]. [cit. 2018-02-15].

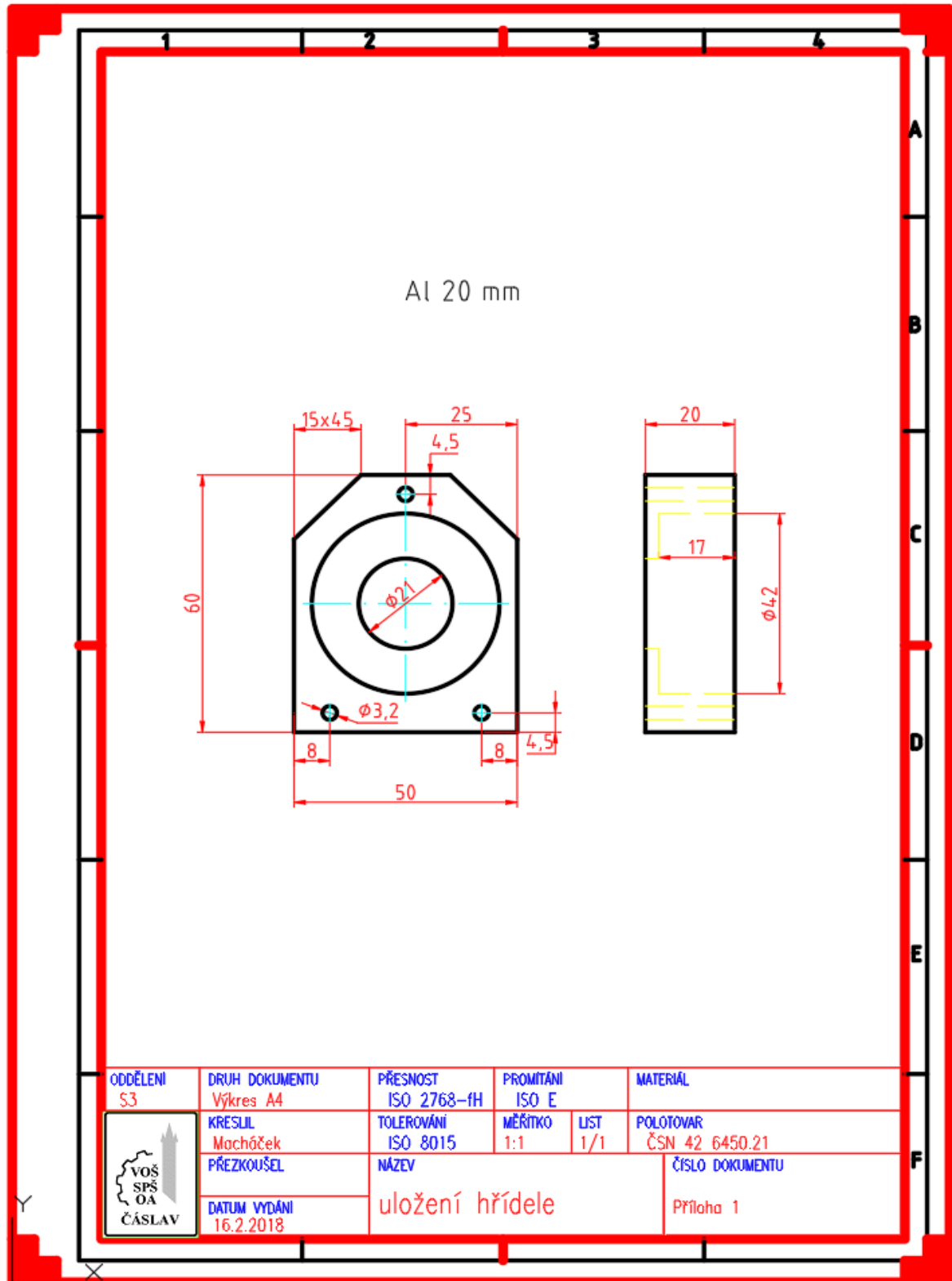
2. Seznam obrázků

Obrázek 1 Princip 3D tisku (staženo z internetu)	10
Obrázek 2 Současnost 3D tisku (staženo z internetu)	11
Obrázek 3 Elektrický zdroj	12
Obrázek 4 Převodová skříň.....	13
Obrázek 5 Hřídelová spojka	14
Obrázek 6 Nástavná hřídel.....	15
Obrázek 7 Sestava pro vedení struny.....	16
Obrázek 8 Kotouče pro uchycení cívky 1	17
Obrázek 9 Kotouče pro uchycení cívky 2.....	17
Obrázek 10 Motor	18
Obrázek 11 Nástavná hřídel 2.....	19
Obrázek 12 Celá sestava bez cívek.....	20
Obrázek 13 Kompletní zařízení	21

3. Seznam příloh

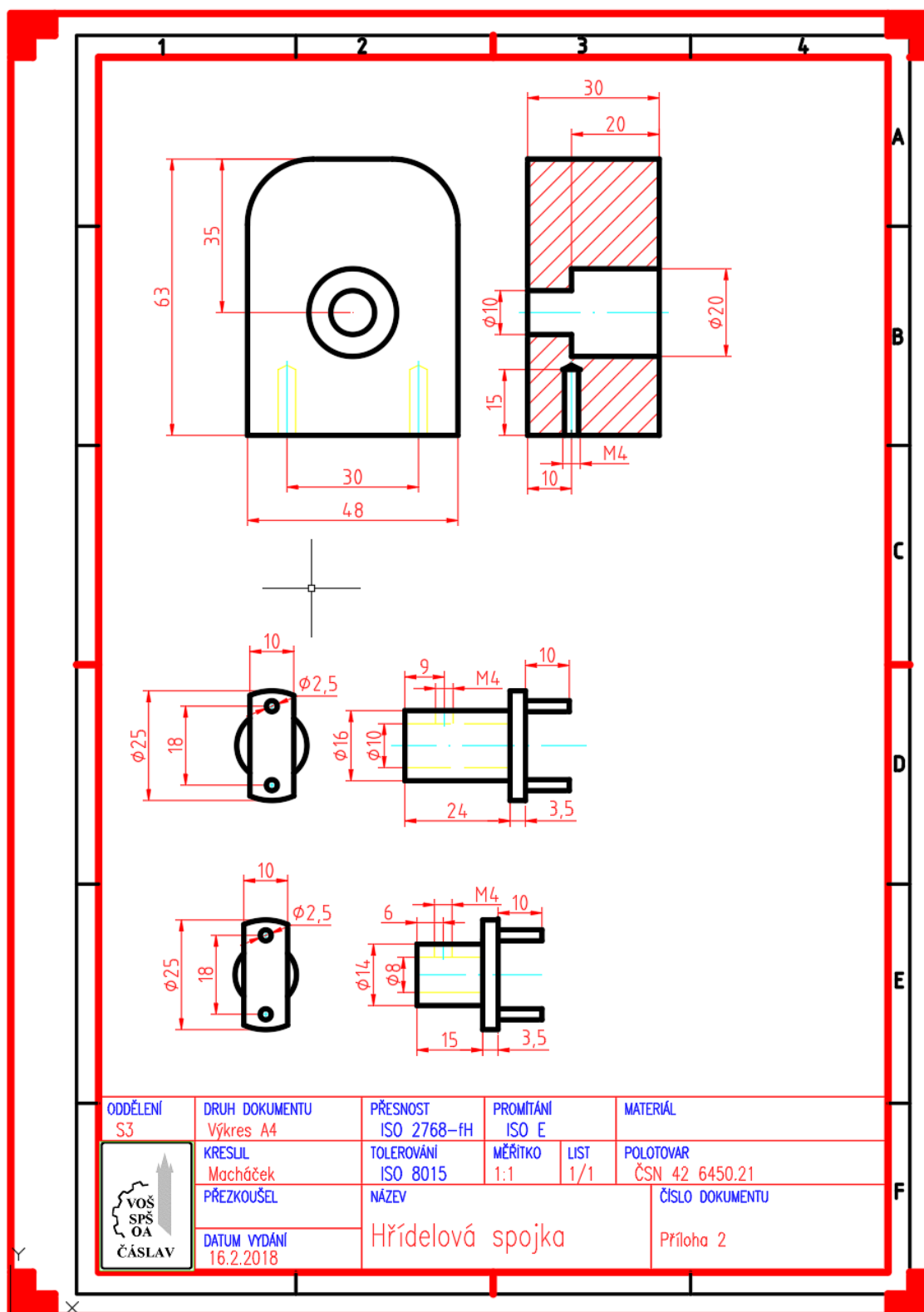
Příloha 1.	Uložení hřídele	1
Příloha 2.	Hřídelová spojka.....	2
Příloha 3.	Stojan.....	3
Příloha 4.	Uchycení cívky	4
Příloha 5.	Unašeč a druhá osa	5
Příloha 6.	Podstava motoru	6
Příloha 7.	Vedení struny.....	7

Příloha 1. Uložení hřídele

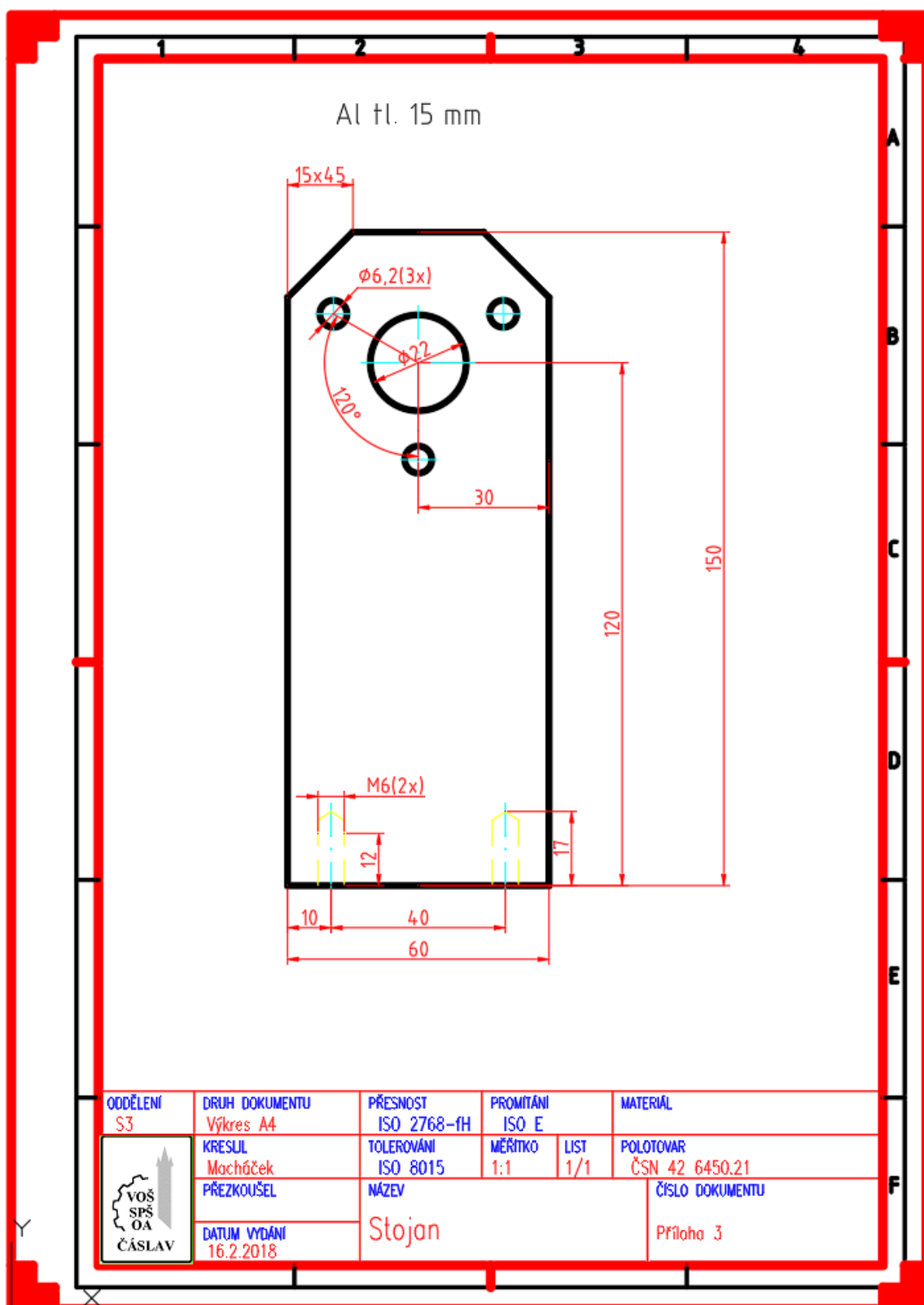


ODDĚLENÍ S3	DRUH DOKUMENTU Výkres A4	PŘESNOST ISO 2768-fH	PROMĚTÁNÍ ISO E	MATERIÁL	
	KRESLIL Macháček	TOLEROVÁNÍ ISO 8015	MĚŘÍTKO 1:1	LIST 1/1	POLOTOVAR ČSN 42 6450.21
	PŘEZKOUŠEL	NÁZEV	ČÍSLO DOKUMENTU		
	DATUM VYDÁNÍ 16.2.2018	uložení hřídele	Příloha 1		

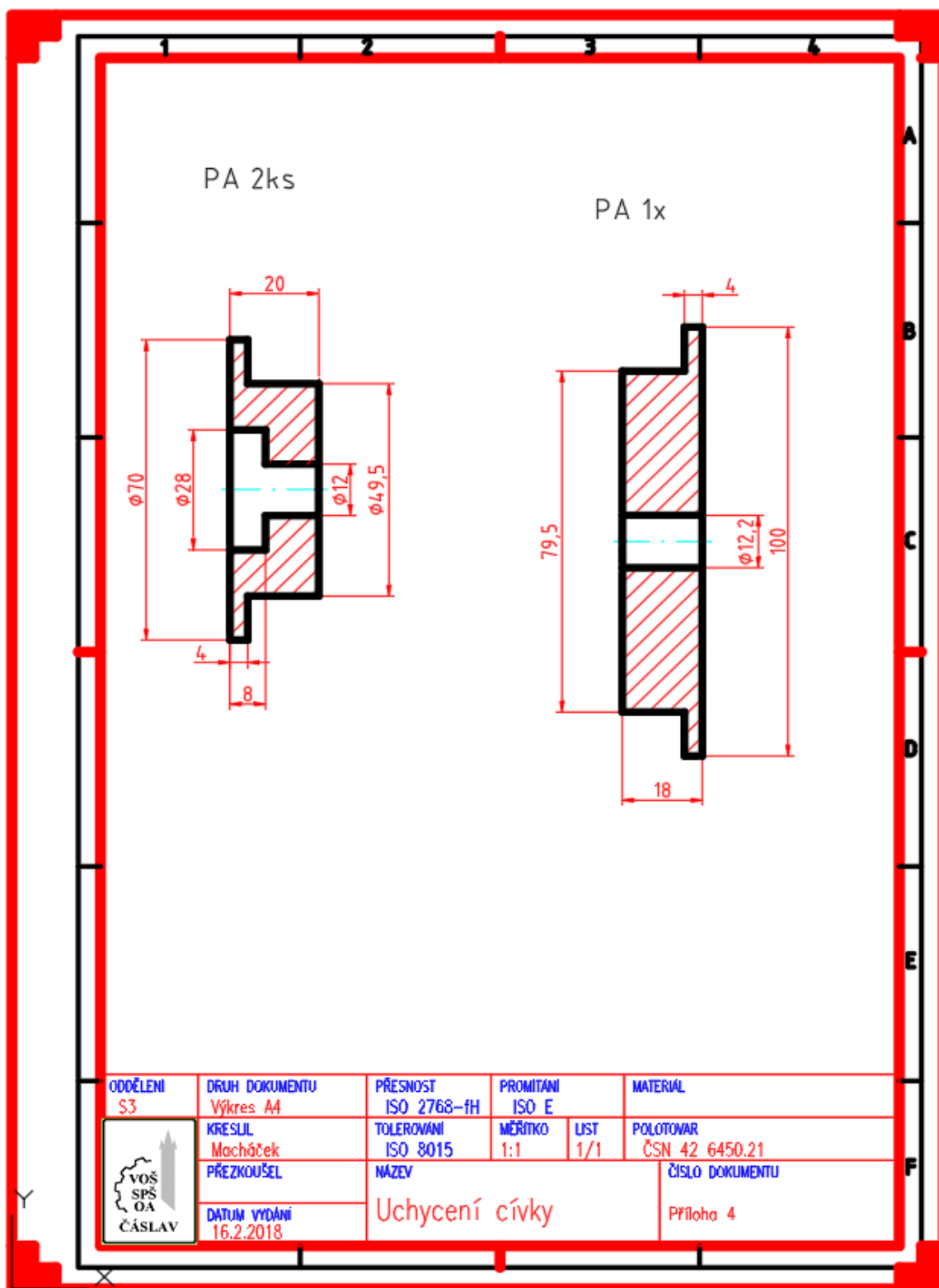
Příloha 2. Hřídelová spojka



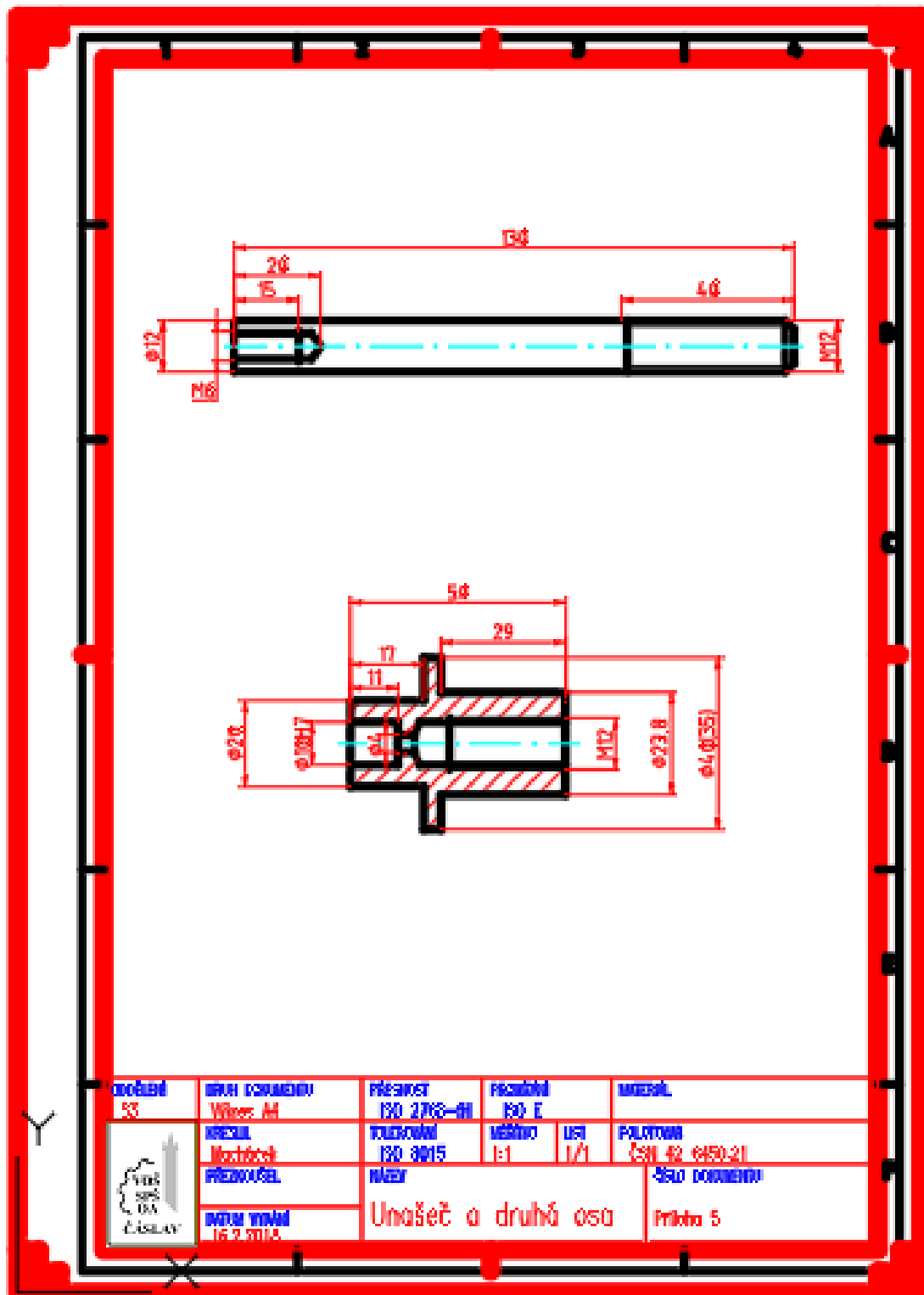
Příloha 3. Stojan



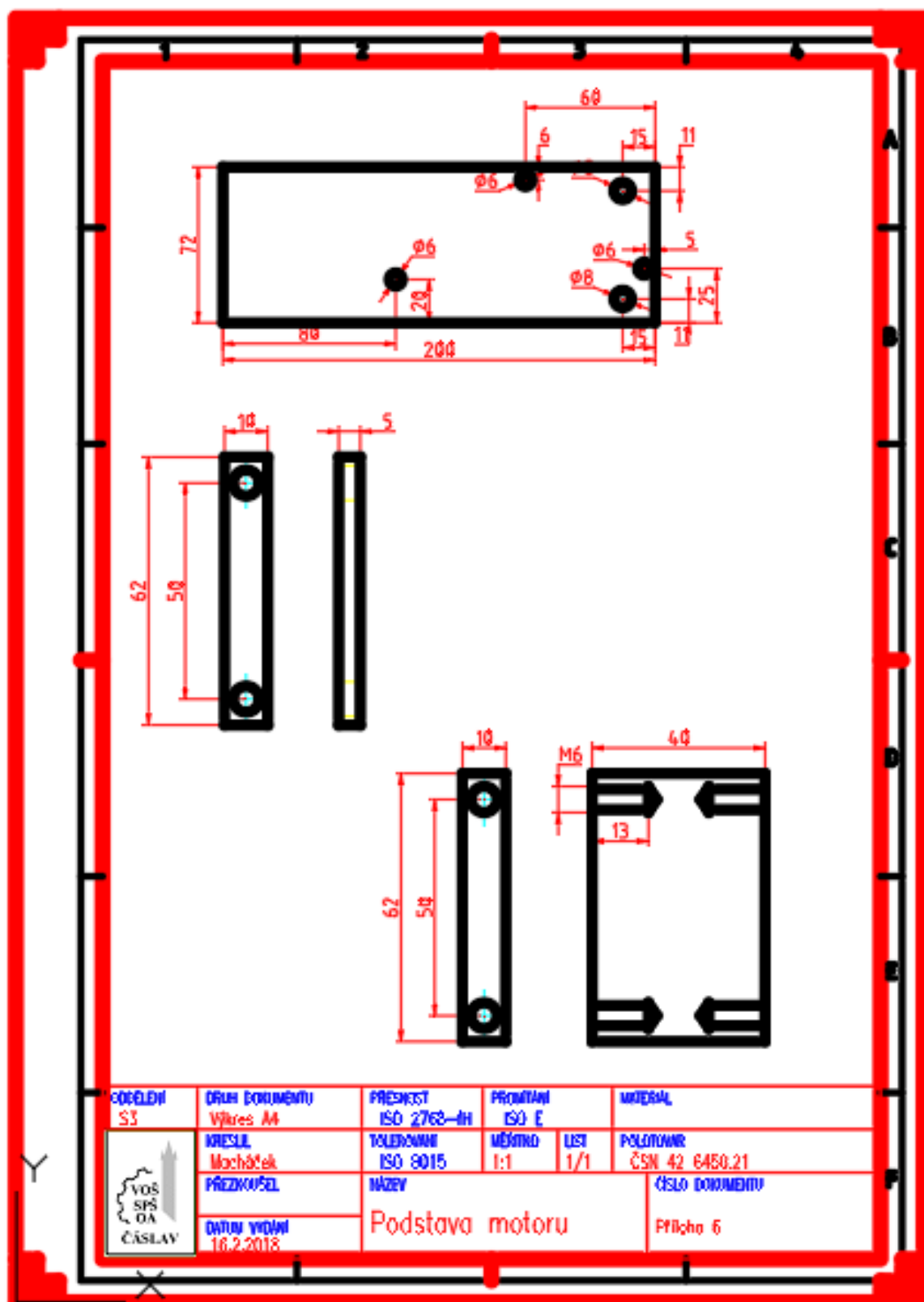
Příloha 4. Uchycení cívky



Příloha 5. Unašec a druhá osa



Příloha 6. Podstava motoru



Příloha 7. Vedení struny

