

VYŠŠÍ ODBORNÁ ŠKOLA, STŘEDNÍ ŠKOLA,
CENTRUM ODBORNÉ PŘÍPRAVY



ABSOLVENTSKÁ PRÁCE

Návrh a výroba přípravku pro soustružení
vnitřních i vnějších závitů s odjezdem ze
záběru

Sezimovo Ústí, 2026

Autor: Lukáš Paulík



ZADÁNÍ ABSOLVENTSKÉ PRÁCE

Student: **Lukáš Paulík**
Obor studia: **26-41-N/01 Elektrotechnika – mechatronické systémy**
Název práce: **Návrh a výroba přípravku pro soustružení vnitřních i vnějších závitů s odjezdem ze záběru**
Anglický název práce: **Design and production of a tool for turning internal and external threads with a kickback knife at the end of the thread**

Zásady pro vypracování:

1. Navrhněte přípravek pro uchycení soustružnického nože, který umožní při soustružení vnitřních i vnějších závitů odjetí ze záběru po dojetí na konec závitu.
2. Vymodelujte jednotlivé komponenty přípravku v programu Solid Edge a vytvořte sestavu.
3. Vytvořte kompletní výkresovou dokumentaci pro výrobu přípravku.
4. Vypočítejte a navrhněte, z jakých materiálů se bude přípravek vyrábět a jakými operacemi se dané komponenty tohoto přípravku vyrobí.
5. Vyroberte všechny komponenty pro zhotovení přípravku, přípravek sestavte a odzkoušejte.
6. Absolventskou práci vypracujte problémově ve struktuře odpovídající vědecké práci.

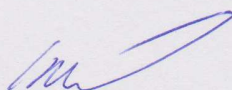
Doporučená literatura:

- [1] VAVRA, P., LEINBERGER, J. *Strojnické tabulky*, Úvaly: ALBRA, 2017. ISBN 978-80-7361-111-8.

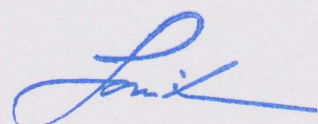
Vedoucí práce: **Mgr. Daniel Kříž, VOŠ, SŠ, COP Sezimovo Ústí**
Odborný konzultant práce: **Daniel Krž, VOŠ, SŠ, COP Sezimovo Ústí**
Oponent práce: **Ing. Jaroslav Svoboda, VOŠ, SŠ, COP Sezimovo Ústí**

Datum zadání absolventské práce: **1. 9. 2025**

Datum odevzdání absolventské práce: **15. 5. 2026**


Mgr. Daniel Kříž
(vedoucí práce)




doc. PhDr. Mgr. Lenka Hrušková, Ph.D.
(ředitel školy)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou absolventskou práci vypracoval samostatně a uvedl jsem veškeré použité informační zdroje, veškerý použitý software a dodržel jsem Metodiku užití „umělé inteligence“, která je součástí metodiky tvorby absolventské práce.

Prohlašuji, že jsem v průběhu příprav a psaní této práce nepoužil nástroje „umělé inteligence“.

Stvrzuji, že jsem si vědom, že za obsah této práce plně zodpovídám.

V Sezimově Ústí dne

11. 5. 2026



podpis

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu práce Mgr. Danielu Křížovi za vedení absolventské práce a pomoc s vytvářením této práce. Dále bych chtěl poděkovat Petru Mišoňovi za pomoc se sháněním materiálu a všem mistrům, kteří pomáhali při výrobě, panu Danielu Kržovi za pomoc s programováním CNC frézky a zapůjčení nástrojů, panu Karlu Hladkému za pomoc při výrobě na CNC frézce, panu Jaroslavu Jarošovi za pomoc s výrobou na konvenčních strojích a v neposlední řadě škole za umožnění výroby přípravku.

Anotace

Tato absolventská práce se zabývá návrhem a výrobou přípravku pro odskok při závitování na soustruhu. Práce obsahuje možnosti výroby závitů a dosavadní poznatky o dříve vyrobených přípravcích a principech jejich fungování. Cílem práce je navrhnout a vyrobit přípravek pro odskok ze závitů bez odskoku noniusem na soustruhu. Tento přípravek by měl umožňovat odskok jak pro soustružení vnitřních, tak vnějších závitů a je určen pro upnutí do nožové hlavy soustruhu.

Klíčová slova: Solid Edge 2024; přípravek; soustruh; excentr; rybinové vedení; vačka; výkres; nonius; odskok; nožová hlava.

Annotation

This graduation thesis deals with the design and production of a jig for rebounding when threading on a lathe. The thesis contains the possibilities of thread production and the current knowledge about previously produced jigs and the principles of their functioning. The aim of the thesis is to design and produce a jig for rebounding from a thread without rebounding with a vernier on a lathe. This jig should enable rebounding for both internal and external thread turning and is intended for clamping in the cutter head of a lathe.

Keywords: Solid Edge 2024; fixture; lathe; eccentric; dovetail guide; cam; drawing; vernier; rebound; cutter head.

Obsah

Seznam použitých symbolů	ix
Seznam obrázků	x
1 Úvod	1
2 Výroba závitů a informace o přípravcích	2
2.1 Výroba závitů	2
3 Návrh přípravku a modelování	7
3.1 Návrh vedení přípravku	7
3.2 Výběr vedení pro přípravek	8
3.3 Model rybinového vedení	9
3.4 Návrh držáku nožů a uchycení přípravku	10
3.5 Návrh a výběr pohybového mechanismu	11
3.6 Návrh aretace přípravku	11
4 Vytvoření výkresové dokumentace, volba materiálů	13
4.1 Pevnostní výpočty	13
4.2 Vytvoření výkresu v programu Solid Edge 2024	16
4.2.1 Jak vytvořit výkres v Solidu Edge	16
4.3 Volba materiálů	19
4.3.1 Volba materiálu rybinového vedení	19
4.3.2 Volba materiálu čepu vačky	20
4.3.3 Volba materiálu vačky	20
4.3.4 Volba materiálů zbylých součástí	20

5	Výroba a zkouška přípravku	21
5.1	Příprava materiálů pro frézování na CNC	21
5.2	Programování CNC frézky a příprava	22
5.2.1	Programování CNC frézky	22
5.2.2	Příprava nástrojů	23
5.2.3	Příprava CNC frézky na frézování	24
5.3	Frézování rybin a skládání přípravku	27
5.4	Montáž přípravku na soustruh	30
5.5	Test přípravku	31
5.6	Práce s přípravkem	31
6	Závěr	32
	Literatura	35
A	Obsah přiloženého DVD	I
B	Použitý software	II
C	Časový plán absolventské práce	III

Seznam použitých symbolů

Symbol	Význam	Jednotka
a_p	Hloubka třísky	mm
b	Šířka průřezu	mm
E	Modul pružnosti v tahu (ocel)	MPa, GPa
F	Síla (obecná, max. zatížení)	N
F_c	Řezná síla	N
f	Posuv (stoupání závitu)	mm
g	Tíhové zrychlení	m/s ²
h	Výška průřezu	mm
I	Moment setrvačnosti průřezu	mm ⁴ , m ⁴
k_c	Měrná řezná síla (konst. oceli)	MPa
l	Rameno síly	mm, m
M	Ohybový moment	Nm
m	Hmotnost	kg
W	Modul průřezu v ohybu	mm ³ , m ³
δ	Průhyb nosníku	mm
σ	Napětí v ohybu	MPa
σ_{dov}	Dovolené napětí	MPa

Seznam obrázků

2.1	Výroba závitů	3
2.2	Závitování vratidlem převzato z (STROJÁŘ - STROJNÍK, 2017)	3
2.3	Suport TOS SV18 převzato z (FORUM.STROJIRENSTVI.CZ, 2013)	4
2.4	Přípravek závitového odskoku převzato z (KOVOOBRADEC, 2023)	5
2.5	Přípravek závitového odskoku multifix převzato z (EBAY, 2026)	6
3.1	Typy vedení	8
3.2	Rybinové vedení	9
3.3	Držák nožů	10
3.4	Držák přípravku	10
3.5	Excentr s vačkou	11
3.6	Zajištění	12
4.1	Vytvoření modelu	17
4.2	Vytvoření pohledů	18
4.3	Kompletní výkres	18
5.1	Příprava bloků	22
5.2	Program v Edgecamu	23
5.3	Měření nástrojů	24
5.4	Nastavení nulového bodu	25
5.5	Obrobený držák vedení	26
5.6	Obrobený jezdec a držák vedení	26
5.7	Výroba rybiny	27
5.8	Výroba klínu	28
5.9	Složení vačky	28
5.10	Složení jezdce s držákem	29
5.11	Složení excentru	29

5.12 Seřízení klínu stavěcími šrouby	30
5.13 Namontovaný přípravek	30
5.14 Testování přípravku	31

Kapitola 1

Úvod

Závit lze vyrábět mnoha způsoby a metodami. Jeden z nejlepších strojů na výrobu závitů je určitě soustruh, a to hned z několika důvodů. Na soustruhu lze vyrábět nespočet druhů závitů jen nastavením jiných parametrů na posuvové skříní. Proto je tato metoda výroby závitů velmi výhodná, pokud se nevyrábí velké série. Pro zrychlení výroby závitů byly některé soustruhy vybaveny takzvaným odskokem ze záběru. Ten umožňoval bez pohnutí noniusu odskočit ze záběru, a tím celou práci zrychlit a usnadnit. Nejčastěji se tento odskok vyskytoval u soustruhu TOS SV18, kde je tento odskok zabudovaný přímo pod nožovou hlavou.



Cílem této práce je navrhnout přípravek pro soustruh TOS SU50A, který bude umožňovat odskok při závitování jak vnějších, tak vnitřních závitů. Tento přípravek se bude moci uchytit do nožové hlavy jako soustružnický nůž. Přípravek bude mít držák na vnější i vnitřní závitovací nože a bude dostatečně tuhý. Dílčími cíli je vytvořit kompletní výkresovou dokumentaci, přípravek vyrobit a otestovat funkčnost v praxi.

Struktura této práce je následující. Kapitola 2 se zabývá výrobou závitů a informacemi o již vyrobených přípravcích. V kapitole 3 je návrh přípravku a jeho konstrukce, která je vymodelována v programu Solid Edge 2024. Ve 4. kapitole je zhotovena výkresová dokumentace přípravku a jsou navrženy materiály, z nichž bude přípravek vyroben. Kapitola 5 se zabývá výrobou přípravku, jeho následným složením a odzkoušením. Kapitola 6 obsahuje závěr.

Kapitola 2

Výroba závitů a informace o přípravcích

Závit je strojní součást, která využívá princip nakloněné roviny, která je navinutá po spirále na válec. Závit může mít mnoho tvarů. Nejčastější závit je metrický, který má tvar rovnostranného trojúhelníku, protože svírá úhel 60° . Závit se nejčastěji používá na spojení dvou anebo více strojních součástí formou šroubového spoje. Závit je možné použít jako pohybový šroub, u tohoto typu se nejčastěji používá závit trapézový.

2.1 Výroba závitů

Výrobu závitů můžeme rozdělit na dvě kategorie, a to na výrobu závitů pomocí třískového obrábění a výrobu pomocí tváření.

- Výroba závitů třískovým obráběním

Výroba závitů pomocí třískového obrábění, viz obrázek 2.1(a), znamená výrobu, při které vznikají třísky. Do tohoto obrábění spadá výroba pomocí závitových čelistí, závitníků, závitových hlav, nožem na soustruhu nebo frézováním na frézce. Tyto způsoby výroby závitů se hodí do malosériové až středněsériové výroby.

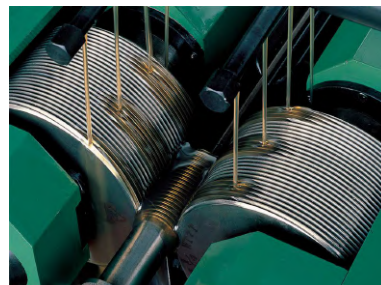
- Výroba závitů tvářením

Výroba závitů pomocí tváření viz, obrázek 2.1(b), je speciální výroba závitů, při které nevznikají třísky. Materiál se válcuje mezi tvářecími nástroji, např. válc-

vacími kotouči. Tento způsob výroby závitů je velmi efektivní a používá se pro velkosériovou výrobu.



(a) Třísková výroba závitů převzato z (ZERSPANUNGSTECHNIK.DE, 2025)



(b) Výroba závitů tvářením převzato z (VIBRAL.NET, 2024)

Obrázek 2.1: Výroba závitů

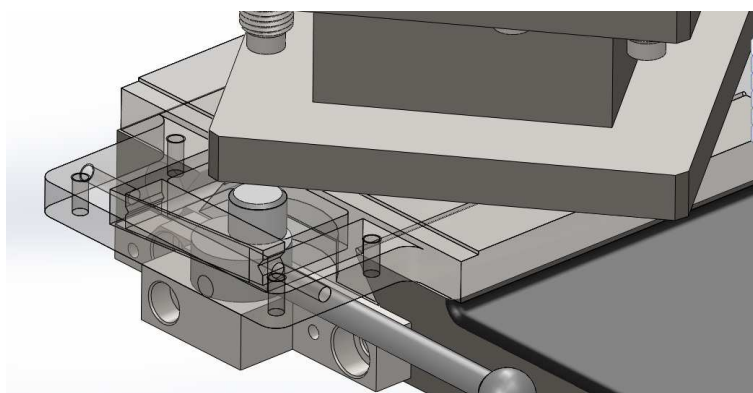
Práce se zabývá třískovou výrobou závitů, protože do této kategorie spadá výroba závitů na soustruhu. Na soustruhu se dají vyrábět závity několika způsoby. Jeden ze způsobů je výroba za použití vratidla a závitových čelistí nebo závitníku, jak je vidět na obrázku 2.2. Při tomto způsobu si podepřeme závitník nebo závitové oko opěrným hrotem, který se upne do koníku, a otočením vratidla chytne prvních pár stoupání závitu. Pak se soustruh pustí na malé otáčky a zajistí se vratidlo proti otáčení, třeba přidržením nebo opřením o suport. Popřípadě lze udělat celý závit ručně, ale není to tak efektivní. Pro tuto metodu se také používají různé přípravky na urychlení a usnadnění práce. Nevýhoda této metody výroby závitů je taková, že na každý rozměr závitu je jiné závitové oko a závitník, to samé platí u stoupání závitu.



Obrázek 2.2: Závitování vratidlem převzato z (STROJÁŘ - STROJNÍK, 2017)

Způsob, kterým se tato práce zabývá, je výroba závitů nožem na soustruhu viz 2.1(a). Tento princip funguje tak, že suport soustruhu posouvá trapézový šroub, který je spojený s maticí. Tento šroub je připojený k posuvové skříni, na které se zvolí stoupání závitu a noniusem navolíme velikost závitu. Posuvová skříň je spojena s vřetenem soustruhu, a tím je zajištěný opakovaný nájezd do stejné dráhy stoupání. Nevýhoda této metody je, že celková hloubka materiálu, který je odebrán, musí být rozdělena do více průchodů. Proto se při dojetí na konec závitu musí odjet ze závitu a vrátit se na začátek závitu. Když se nástroj vrátí na začátek, je zvolena hloubka další třísky a znovu se projede závit. Takto se proces opakuje, dokud není závit hotový. Toto odjíždění ze závitu je neefektivní, a proto se k němu využívá přípravek. Ten umožní odjezd bez pohnutí noniusu, navíc při vracení se na začátek závitu můžeme navolit další třísku, a tím ušetřit práci a čas.

Přípravek pro odskok ze závitu, který je v této práci navržen, vychází z podobného zařízení na soustruhu TOS SV18, které je vidět na obrázku 2.3. U tohoto soustruhu je odskok ze závitu zakomponovaný přímo pod nožovou hlavou, kde je v nožovém suportu vyfrézovaná rybinová drážka, ve které se odskok pohybuje. Odskok je ovládán páčkou, která otáčí excentrem a posouvá nožovou hlavu dopředu nebo dozadu. Bohužel tak, jak je tento přípravek navržený, by nešel využít u soustruhu TOS SU50A. Nešel by jednoduše vyrobit, protože by vyžadoval zásahy do konstrukce stroje. To by přineslo také jednu z nevýhod, která se u tohoto přípravku projevuje, a to je snížení tuhosti stroje kvůli tomuto mechanismu. Jelikož soustruh, pro který chceme tento systém implementovat, slouží i pro velmi náročné hrubovací operace, nelze si ztrátu tuhosti dovolit. Proto bylo rozhodnuto udělat přípravek odnímatelný.



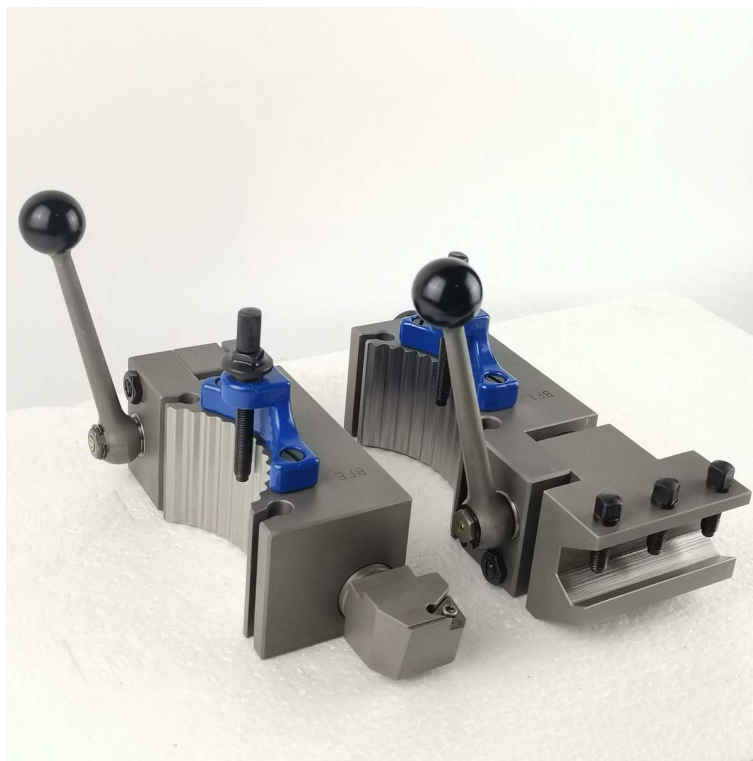
Obrázek 2.3: Suport TOS SV18 převzato z (FORUM.STROJIRENSTVI.CZ, 2013)

Přípravky pro výrobu závitů existují, ale žádný úplně nevyhovuje parametrům vybraného soustruhu. Jeden z přípravků, který splňuje parametr funkce vnitřního i vnějšího závitování, bohužel není prodáván v sadě, ale musí se na vnitřní závitování přidávat speciální držák. Cena přípravku je dost vysoká, činí 9760 Kč. Navíc u tohoto přípravku by úplně neseděly rozměry vzhledem k nožové hlavě soustruhu TOS SU50A, protože tento přípravek je vyráběný spíše pro soustruh TOS S28. Protože soustruh TOS SU50A je daleko masivnější, je potřeba zachovat jeho velkou tuhost a přípravek tomu uzpůsobit.



Obrázek 2.4: Přípravek závitového odskoku převzato z (KOVOOBRABEC, 2023)

Existuje i přípravek na multifixovou hlavu, bohužel soustruh, pro který tento přípravek bude sloužit, není vybaven multifixovou hlavou. Zároveň je tento přípravek na multifixovou hlavu velmi drahý a pro každý typ závitování je nutné mít jiný přípravek. Kdyby měl být soustruh vybaven tímto přípravkem a hlavou, byl by třikrát dražší než první jmenovaný. Multifixový upínač stojí ve velikosti B2 kolem 8000 Kč, a to není úplně levné, když ještě k tomuto upínači musí majitel dokoupit výměnné držáky pro normální nože. Ale čistě pro závitový odskok by do ceny musela být zahrnuta cena dvou držáků na toto odskakování. Cena jednoho držáku je přibližně 12 500 Kč, a když tuto cenu vynásobíme dvěma a přičteme cenu upínače, celková pořizovací cena je 33 000 Kč.



Obrázek 2.5: Přípravek závitového odskoku multifix převzato z (EBAY, 2026)

Přípravek bude vyroben s důrazem na cenovou dostupnost a tuhost. Bude navrhnutý tak, aby byl levný a dostatečně tuhý pro soustruh TOS SU50A. Tento soustruh je velmi masivní a robustní, lze na něm hrubovat velkými úběry a vyrábět velké součásti. Maximální průměr, který lze upnout, je 500 mm nad ložem a 250 mm nad suportem. Díly přípravku se z ekonomického důvodu budou vyrábět ze zbytků materiálů, které nelze na nic využít, ale na přípravek budou dostačující. Takto bude dosaženo toho, že přípravek bude levný a zároveň dostatečně tuhý. Samozřejmě některé materiály bude potřeba koupit přímo, protože se jedná o specificky velké kusy. Hlavně se bude jednat o části rybinového vedení, které budou z masivního materiálu. Díky tomuto kroku bude cena přípravku o dost nižší, než kdyby byl přípravek koupen.

Kapitola 3

Návrh přípravku a modelování

Přípravek na soustružení závitů je navržen v programu Solid Edge 2024. Tento program je 3D CAD pro tvorbu modelů a výkresové dokumentace. V něm se dají modelovat 3D součásti, proto je velmi vhodný k návrhům různých strojních součástí a tomuto projektu vyhovuje nejlépe. Přípravek se skládá z několika součástí a před vyrobením není možné ověřit jeho funkčnost. Ta se dá do určité míry ověřit v části programu, která se jmenuje sestava a umožňuje poskládat všechny součásti a potom se ujistit, zda je všechno správně vymodelováno a součásti mají správné rozměry. Tím se velmi usnadní kontrola funkčnosti zařízení.

Návrh přípravku má čtyři hlavní body, a to návrh vedení přípravku, ve kterém se přípravek bude pohybovat, držák nástrojů, do kterého je možné vložit jak vnitřní, tak vnější závitovací nůž, návrh pohyblivé části přípravku, která jím posouvá, a zajištění pohyblivé části, aby se při obrábění nepohnula a zajišťovala pořád stejný pohyb.

3.1 Návrh vedení přípravku

Přípravek pro svoji funkci potřebuje lineární vedení, ve kterém se bude pohybovat. Lineárních vedení existuje celá řada, proto bylo potřeba vymyslet, jaké bude nejlepší. Primárně se tato vedení rozdělují na dvě skupiny, a to na kluzná a valivá. Každé z vedení má své výhody a nevýhody. Proto vždy záleží na tom, pro jaké použití dané vedení bude sloužit.

- Kluzné vedení

Kluzné vedení, jak už jeho název napovídá, funguje na principu dvou materiálů,

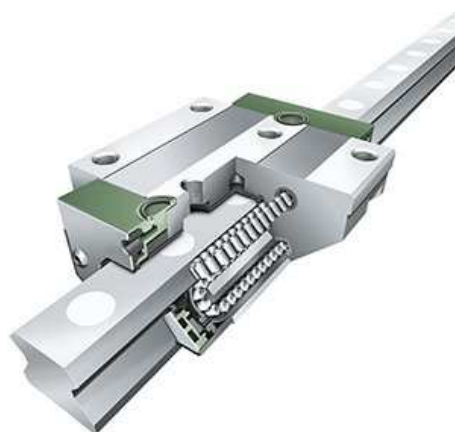
kteře se po sobě pohybují. Z tohoto důvodu je nutné tyto dvě plochy mazat, aby nedocházelo k rychlému opotřebení a vedení se lépe pohybovalo. Kluzné vedení může mít více podob. Nejjednodušší vedení může být hranol pohybující se v drážce. Důmyslnější řešení kluzného vedení je však vedení rybinové, které má hrany ve tvaru trojúhelníku, viz obrázek 3.1(a).

- Valivé vedení

Valivé vedení funguje na principu tělísek, nejčastěji kuliček, které jsou v kanálku a rotují pořád dokola a odvalují se po vodící kolejnici. Toto vedení je velmi přesné a velmi málo se opotřebovává. Valivé vedení má nejčastěji tvar kolejnice, ve které se pohybuje vozík.



(a) Kluzné rybinové vedení převzato z (NASTROJENARADI, 2026)



(b) Valivé vedení s vozíkem převzato z (VKLOZISKA, 2026)

Obrázek 3.1: Typy vedení

3.2 Výběr vedení pro přípravek

Pro přípravek, který bude navržen, by nejvhodnějším vedením bylo takové, které by vymezovalo jak axiální, tak radiální vůli z důvodu kombinovaného namáhání nože. Při soustružení se projevuje jak boční namáhání nože, tak čelní namáhání nože. Proto by bylo nejlepší uzavřené vedení, které snáší namáhání v obou směrech.

Dalším aspektem vedení je, že musí obsahovat držák nožů na pohyblivé části a na nepohyblivé části musí být vybaveno upínáním do nožové hlavy. Tento aspekt je velmi

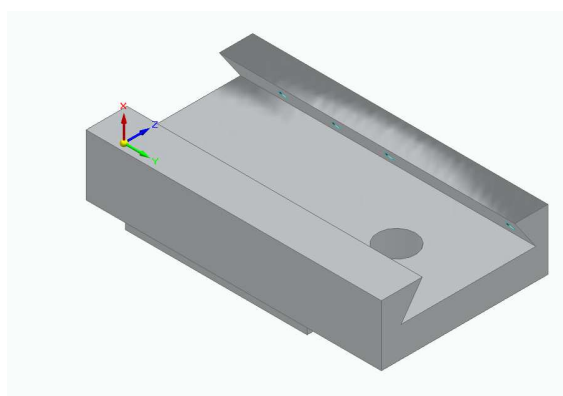
zásadní z důvodu, že pokud bychom chtěli použít existující vedení, stejně by muselo být konstrukčně upraveno. Z tohoto důvodu bylo rozhodnuto, že bude lepší si vedení vyrobit a rovnou při výrobě přípravek navrhnout s držákem nožů a upínačem.

Pokud se však bude vedení vyrábět, valivé vedení nepřipadá v úvahu z důvodu velmi složité konstrukce a náročnosti na výrobu při dodržení požadované tuhosti. Toto vedení je velmi složité na výrobu a vybavení. Další důvod je ekonomické zhodnocení. Cílem je vyrobit přípravek levný, ale v odpovídající kvalitě.

Z tohoto důvodu bylo pro přípravek zvoleno kluzné vedení. Existuje několik typů kluzných vedení, avšak s ohledem na konstrukci držáku nože a držáku pro upnutí do nožové hlavy se jako nejvhodnější řešení ukázalo vedení rybinové. Výhodou tohoto řešení je možnost integrace obou držáků přímo do konstrukce vedení již ve fázi výroby, čímž se eliminuje potřeba dodatečných úprav hotových komponent a zároveň se zjednodušuje celý výrobní proces.

3.3 Model rybinového vedení

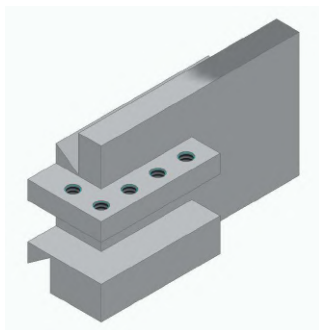
Rybinové vedení je drážka, která má strany pod úhlem. Z tohoto důvodu může být vedení namáhané v obou směrech a nemusí mít žádný přitlačný mechanismus, který by musel být u klasické hranaté drážky. Jediné, co musí rybinová drážka obsahovat, je vymezení klín z důvodu vymezení vůle při opotřebení vedení.



Obrázek 3.2: Rybinové vedení

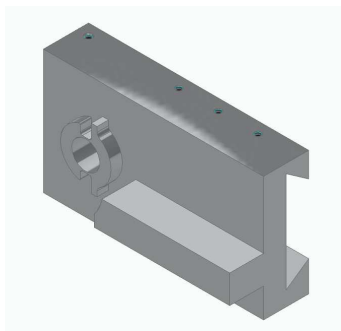
3.4 Návrh držáku nožů a uchycení přípravku

Držák na uchycení nožů musí splňovat několik parametrů, a to možnost upnutí jak vnějšího, tak vnitřního závitovacího nože. Tento držák musí být umístěn na pohyblivé části rybinového vedení. Musí umožňovat upnutí nožů o rozměru 25 x 25 mm. Aby mohl být do držáku upnut jak vnější, tak vnitřní nůž, musí být držák řešen jako nožová hlava, která bude vyfrézována do pohyblivé části přípravku. Z toho důvodu bude mít držák tvar písmene L, jak je vidět na obrázku.



Obrázek 3.3: Držák nožů

Držák celého přípravku, kterým se přípravek upne do nožové hlavy soustruhu, bude umístěn na pevné části rybinového vedení. Tento držák má hlavní podmínku, a tou je, aby byl ve stejné výšce jako upínací plocha pro držák nožů. Vzhled držáku není nijak složitý, je to vlastně tvar držáku soustružnického nože, který bude jako celek na nepohyblivé části přípravku.

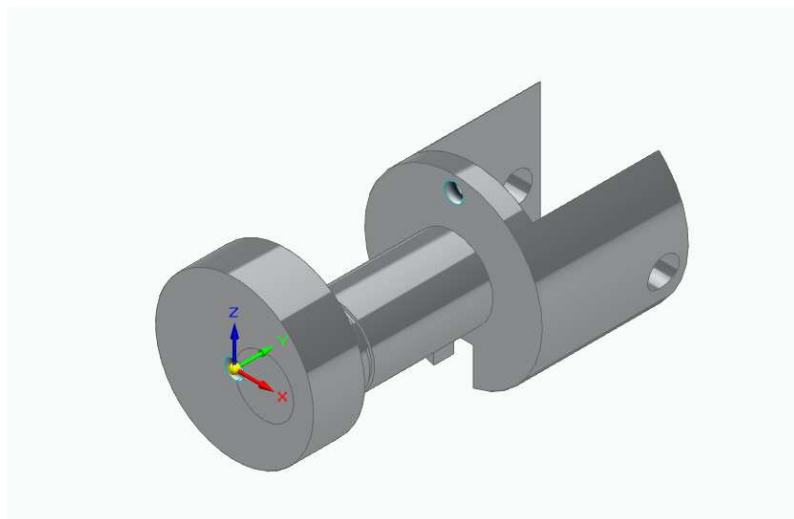


Obrázek 3.4: Držák přípravku

3.5 Návrh a výběr pohybového mechanismu

Pohyb přípravku je pro jeho funkci zásadní, a to z důvodu, že musí být co možná nejpřesnější, aby přípravek pokaždé najel co nejpřesněji do své pozice. Z tohoto důvodu je návrh zcela zásadní pro funkci přípravku. Většina vyrobených přípravků funguje na principu excentru, který pohybuje mechanismem na posunutí přípravku. Dalo by se použít více možností, jak přípravkem pohybovat, třeba pohybový závit nebo hřebenový převod.

Z důvodu co nejjednodušší konstrukce a nízké ceny výroby byl vybrán mechanismus, který bude fungovat na principu excentru. Ten bude otáčet vačkou, a tím posouvat pohyblivou část přípravku. Toto řešení bude velmi jednoduché, mechanismus bude muset být doplněn aretací pohybu, protože samotná vačka na čepu by při tlaku nože na přípravek otočila excentr. A proto bude muset být přípravek vybaven aretací polohy.



Obrázek 3.5: Excentr s vačkou

3.6 Návrh aretace přípravku

Z důvodu udržení přípravku ve správné pozici musí být přípravek vybaven aretací proti otočení. Z důvodu posunu přípravku v rybinové drážce, čímž by změnil hloubku třísky a nešlo by přípravek použít, proto musel být vymyšlen aretační mechanismus, který zajistí přípravek ve správné poloze, ať bude excentr otočený nahoru nebo dolů. Z tohoto

důvodu musí být mechanismus vybaven pružinou, která jej bude držet v zajištěné poloze.

Proto bude mít mechanismus tři hlavní body, a to zajištění proti otočení, otočný držák zajištění pro odjištění/zajištění a přitlačný mechanismus pro držení mechanismu proti otočení.

- Zajištění proti otočení

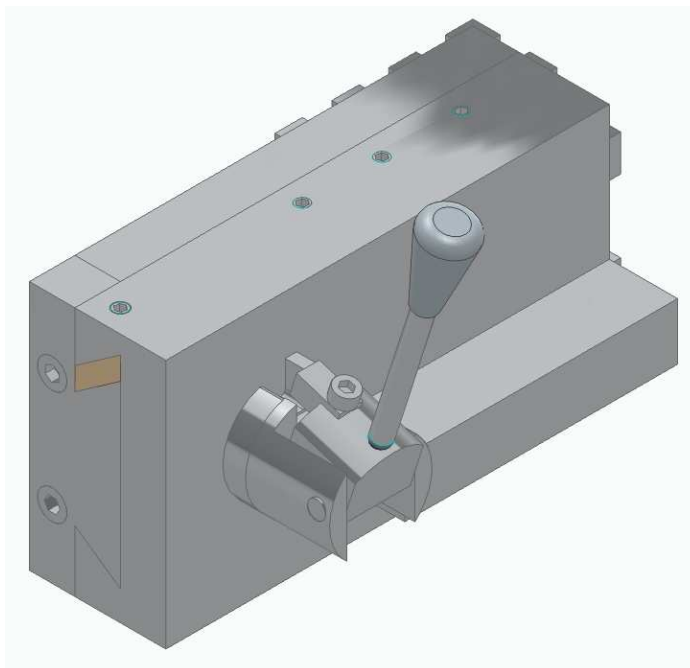
Zajištění excentru proti otočení má dvě části, které zajišťuje pero proti otočení. Jedna je umístěna na nepohyblivé části rybinového vedení a druhá na excentru. Tyto dvě části bude zajišťovat aretační kolíček proti otočení.

- Otočný držák zajištění

Otočný držák zajištění je držáček pera, který jej zvedne při odskoku, aby bylo možné excentrem otočit. Tento držáček bude na čepu a tím, že se otočí, bude zvedat pero ze zajišťovací polohy.

- Přitlačovací mechanismus

Přitlačovací mechanismus tvoří vlastně dva držáčky pružiny, které drží pružinku, a ta přitahuje držáček zajištění v obou polohách a brání otočení.



Obrázek 3.6: Zajištění

Kapitola 4

Vytvoření výkresové dokumentace, volba materiálů

Pro výrobu dílů přípravku musí být vytvořena výkresová dokumentace, podle které bude možné jednotlivé díly přípravku vyrobit. Výkresová dokumentace bude vytvořena v programu Solid Edge 2024. Aby přípravek dobře fungoval, musí být správně vybrán materiál pro každý komponent, který má nějaký speciální účel. Po zvolení vhodného materiálu pro obrábění a konstrukci může začít výroba.

4.1 Pevnostní výpočty

Z manuálu soustruhu TOS SU50A vyplývá, že maximální síla působící na nástroj (nůž) je 4000 kg. Tuto hodnotu lze pro další výpočty přepočítat jednoduchým přepočtem na sílu v newtonech.

$$F = m \cdot g$$

kde:

- hmotnost: $m = 4000 \text{ kg}$
- tíhové zrychlení: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

$$F = m \cdot g$$

$$F = m \cdot g = 4000 \cdot 9,81 = 39\,240 \text{ N}$$

$$F \approx 39,24 \text{ kN} \quad (\text{cca } 40 \text{ kN})$$

Tato hodnota představuje maximální zatížení, které může na nástroj působit. Konstrukce přípravku musí být schopna přenést zatížení až do hodnoty odpovídající maximální síle soustruhu, tj. cca 40 kN.

Na soustruhu budou vyráběny primárně metrické závity, maximální stoupání které bude za pomoci přípravku vyráběno bude 6 mm při počáteční hloubce 1 mm.

Řezná síla byla stanovena ze vztahu:

$$F_c = k_c \cdot a_p \cdot f$$

kde $k_c = 2000 \text{ MPa}$ odpovídá hodnotě konstrukční oceli, hloubka třísky je $a_p = 1 \text{ mm}$ a posuv odpovídá maximálnímu stoupání závitu $f = 6 \text{ mm}$.

Po dosazení:

$$F_c = 2000 \cdot 1 \cdot 6 = 12\,000 \text{ N}$$

Vypočtené hodnoty představují maximální zatížení použité pro návrh přípravku.

- síla: $F_c = 12\,000 \text{ N}$
- rameno: $l = 40 \text{ mm} = 0,04 \text{ m}$
- průřez: $b = 105 \text{ mm}$, $h = 16 \text{ mm}$

Ohybový moment:

$$M = F_c \cdot l$$

$$M = 12\,000 \cdot 0,04 = 480 \text{ Nm}$$

Modul průřezu:

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6}$$

$$W = \frac{105 \cdot 16^2}{6}$$

$$W = \frac{105 \cdot 256}{6} = \frac{26\,880}{6} = 4\,480 \text{ mm}^3$$

Převod:

$$W = 4,48 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

Napětí v ohybu:

$$\sigma = \frac{M}{W}$$

$$\sigma = \frac{480}{4,48 \cdot 10^{-6}}$$

$$\sigma \approx 107 \text{ MPa}$$

Dovolené napětí:

$$\sigma_{\text{dov}} \approx 150 - 200 \text{ MPa}$$

Výsledek:

$$\sigma = 107 \text{ MPa} < \sigma_{\text{dov}}$$

Moment setrvačnosti:

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

$$I = \frac{105 \cdot 16^3}{12} = \frac{105 \cdot 4096}{12} \approx 35\,840 \text{ mm}^4$$

$$I = 3,58 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4$$

Výpočet:

$$f = \frac{F \cdot l^3}{3EI}$$

$$f \approx 0,027 \text{ mm}$$

Horní nosník byl posuzován na ohyb při zatížení řeznou silou 12 kN. Při uvažovaném průřezu $b = 105 \text{ mm}$, $h = 16 \text{ mm}$ a rameni $l = 40 \text{ mm}$ vychází ohybové napětí přibližně 107 MPa. Tato hodnota je nižší než dovolené napětí konstrukční oceli, a proto je nosník z hlediska pevnosti vyhovující. Vypočtený průhyb cca 0,03 mm nemá významný vliv na přesnost obráběného závitu.

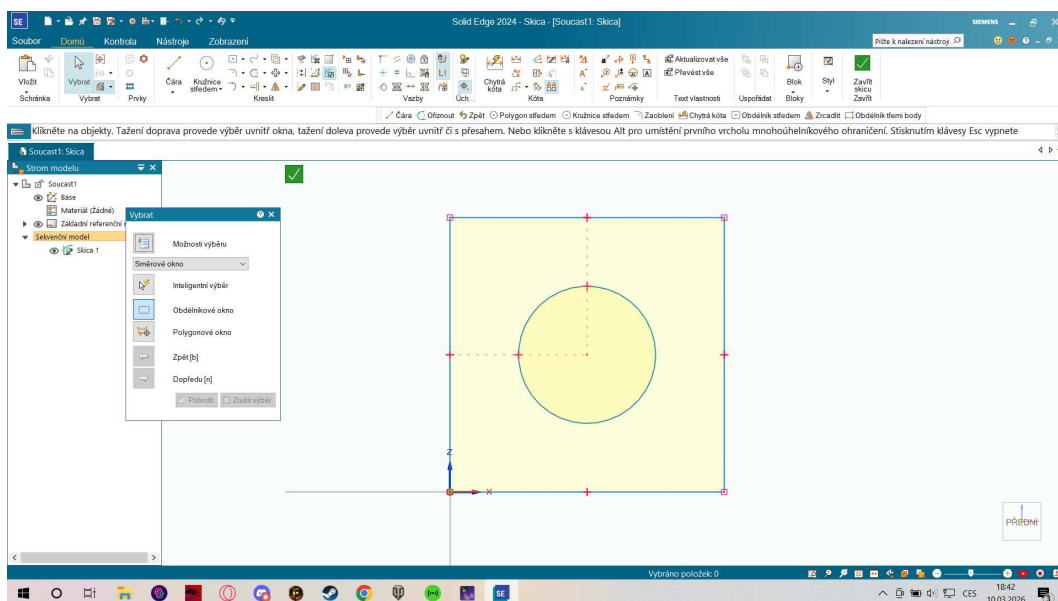
4.2 Vytvoření výkresu v programu Solid Edge 2024

Vytvoření výkresu v programu Solid Edge není obtížné, ale vytvořit výkres tak, aby odpovídal normám, byl kompletní a bez chyb a součást byla podle něj vyrobitelná, vyžaduje zkušenost z praxe. Z tohoto důvodu byly výkresy konzultovány s odborníky z praxe.

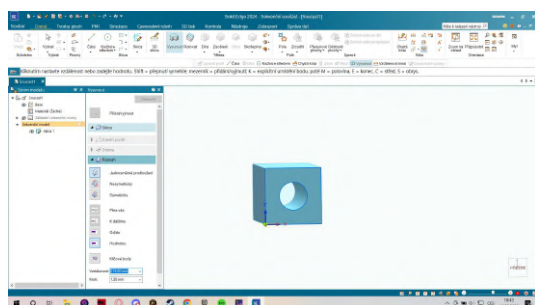
4.2.1 Jak vytvořit výkres v Solidu Edge

Pro vytvoření výkresu budeme hlavně používat program Solid Edge. Výkres se v Solidu Edge dá vytvořit dvěma způsoby. Oba mají stejný základ, a to vytvoření modelu, ze kterého budeme výkres vytvářet. Proto musíme nejprve vytvořit model a pak až můžeme vytvářet výkres.

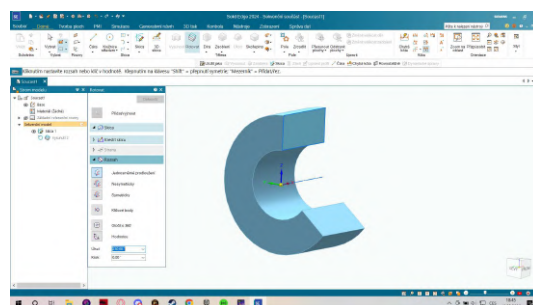
Model se vytvoří tak, že klikneme v programu Solid Edge na tlačítko (Nový) a dále na tlačítko (Metrická součást ISO). Tímto způsobem se nám otevře pracovní pole. V pracovním poli nejprve pomocí horní lišty, kde jsou různé čáry, křivky, kružnice atd., vytvoříme 2D model, ze kterého následně uděláme 3D model. Ten lze vytvořit dvěma metodami, a to vytažením nebo rotací.



(a) 2D model



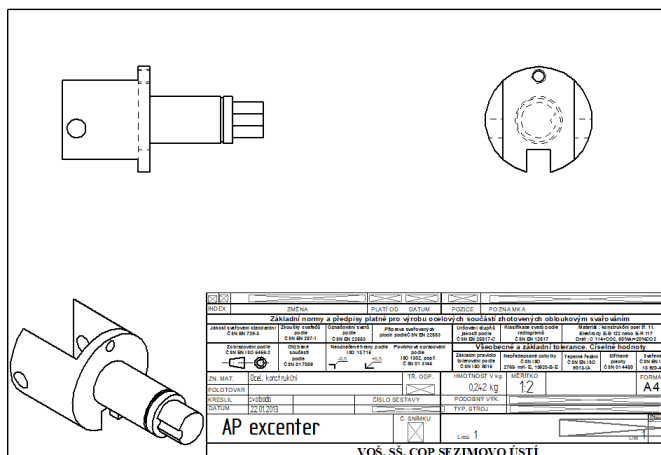
(b) Vysunutí



(c) Rotace

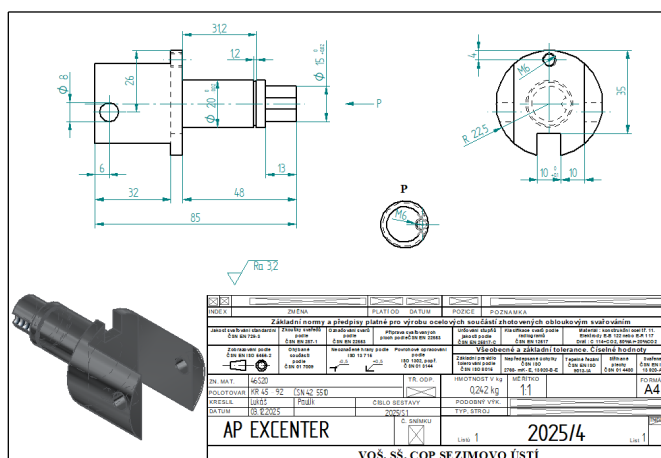
Obrázek 4.1: Vytvoření modelu

Po vytvoření 3D modelu, ze kterého lze vytvořit výkres, jej musíme přenést do prostředí pro tvorbu výkresů. Toho docílíme tím, že klikneme nejprve na tlačítko (soubor), potom na (nový) a nakonec na (výkres aktivního modelu). Druhý způsob je vložit model rovnou z prostředí a najít jej v paměti počítače. Pokud model vložíme, musí se nastavit měřítko a vybrat počáteční pohled. První pohled by měl být ten, co nejvíce řekne o dané součásti. Po nastavení prvního pohledu zvolíme ještě pomocné pohledy podle toho, kolik jich budeme potřebovat na zakótování. Dále je dobré vložit i 3D pohled pro lepší orientaci pro někoho, kdo bude danou součást vyrábět.



Obrázek 4.2: Vytvoření pohledů

Po vložení pohledů do pracovního pole můžeme začít s kótováním pohledů. Pro správné zakótování pohledů je potřebné, aby bylo možné z výkresu vyčíst jakýkoliv rozměr dané součásti včetně jeho tolerancí. Pokud je toto splněno, měl by výkres ještě obsahovat požadovanou drsnost povrchu. Posledním bodem při vytváření výkresu je vyplnění popisového pole. V popisovém poli se nacházejí jednotlivé informace důležité k výrobě. Zásadní informací je materiál, ze kterého se daná součást bude vyrábět. Materiál, který bude použitý na součást, musí být správně zvolený, aby součást správně fungovala.



Obrázek 4.3: Kompletní výkres

4.3 Volba materiálů

Jednotlivé díly jsou vyrobeny z konstrukční oceli. Většina součástí je vyrobena z konstrukční oceli nelegované. V této práci se vyskytuje několik součástí, které budou vyrobeny z kvalitnější oceli z důvodu jejich funkce. V přípravku jsou čtyři součásti, které budou vyrobeny ocelí z ušlechtilých. První součást je rybinové vedení z důvodu otěruvzdornosti materiálu. Druhá součást je čep vačky, který bude otáčet vačkou a bude na něj působit síla, která bude vyvinuta na špičku nože. Poslední součástí, která bude namáhána, je vačka, která bude hýbat celým přípravkem. Z tohoto důvodu bude namáhána na otěr. Ve strojírenských tabulkách lze najít materiály, jejich vlastnosti a použití (VÁVRA, P. a LEINVEBER, J., 2021).

4.3.1 Volba materiálu rybinového vedení

Rybinové vedení se vyskytuje na příčném nebo nožovém suportu soustruhu a na dalších strojních součástech. Je velmi dobré v tom, že vymezuje hned dva směry pohybu. Nevýhoda tohoto vedení je ta, že se plochy po sobě třou a proto je nutné tyto plochy mazat. Pokud není použitý správný materiál, vedení se může zadřít nebo rychle opotřebit. Z tohoto důvodu je nutné vybrat správný materiál.

Suport soustruhu je nejčastěji vyroben z litiny, která je velmi dobrá na výrobu rybinového vedení, protože má v základě velký podíl uhlíku a je poměrně tvrdá. Pro rybinové vedení je nejlepší, když nejsou použity materiály stejného složení z důvodu opotřebení. Proto je vhodné kombinovat třeba ocel s litinou, například vytvořit saně rybinové drážky z litiny a posuvnou část z oceli. Další z možností je jednu ze součástí zakalit, aby byla tvrdší než druhá. Toto se dá použít i u předchozí varianty a výsledek bude ještě lepší. Po zakalení, kdy je jedna součást tvrdší než druhá, měkčí část po zakalení lépe klouže a méně se opotřebovává.

Proto by bylo nejvhodnější přípravek vyrobit tak, že jedna část rybinového vedení bude z litiny a druhá z oceli, a nejlépe ještě jedna z nich by byla kalená. Jedna část přípravku bude uchycena za držák v nožové hlavě, která se nejčastěji vyrábí z litiny. Litina by však mohla být při nechtěné kolizi náchylná na prasknutí. Z tohoto důvodu bude lepší vyrobit celý přípravek z oceli. Ocelí je však velká škála druhů a po konzultaci s Ing. Jaroslavem Svobodou byla vybrána ocel C45 v normě ČSN (12 050). Tato ocel byla vybrána ze dvou důvodů. Jeden z nich je, že při obrábění se netrhá a po obrobení má hladší povrch. Druhým důvodem je obsah uhlíku, protože ocel obsahuje přibližně 0,5%

uhlíku, dá se tato ocel kalit. Po zakalení by přípravek lépe klouzal a vznikalo by menší tření mezi jednotlivými plochami. Z důvodu, že tento přípravek bude první prototyp a po zakalení nemáme vybavení na přebroušení rybinového vedení, nebude pevná část rybinového vedení kalená. Ale pokud se přípravek osvědčí a bude správně fungovat, další verze již budou moci být s kaleným vedením.

4.3.2 Volba materiálu čepu vačky

Čep, který bude otáčet vačkou, a tím pohybovat celým mechanismem, bude namáhán silou, která na něj bude působit ze špičky soustružnického nože přes rybinovou část vedení. Z tohoto důvodu by bylo vhodné použít na tento čep kvalitnější ocel. Proto bylo rozhodnuto, že na čep bude použita ocel ušlechtilá. Vybrána byla ocel 42CrMo4 v normě ČSN (15 142). Tato ocel je velmi dobrá na výrobu namáhaných hřídelí a čepů, proto se ideálně hodí na čep vačky.

4.3.3 Volba materiálu vačky

Vačka, která bude připevněna na čepu a bude se přes ni přípravek posouván dopředu a dozadu, bude namáhána na otěr. Z tohoto důvodu by měla být z velmi kvalitní oceli. Úplně nejlepší by bylo, kdyby byla kalená. Problém však nastává v tom, že se musí dát obrobit a udělat do ní závit na stavěcí šroub. Tudíž nesmí být kalená celá, ale jen povrchově. Povrchově kalený materiál se často používá na pístní tyče, které se kalí kvůli pohybu těsnících kroužků a manžet. Materiál, který se na to používá, je ocel 42CrMo4 v normě ČSN (15 341), která je povrchově kalená.

4.3.4 Volba materiálů zbylých součástí

Součásti, které nejsou tak namáhané, budou vyrobené ze základních materiálů. Drobné čepy a držáčky budou vyrobeny z kruhové tyče zvláště vysoké přesnosti. Materiál je ocel S235JR v normě ČSN (11 373). Pro kluzné pouzdro a vymezovací klín bude použitý bronz z důvodu jeho dobrých kluzných vlastností a odolnosti. Madlo páčky bude vyrobeno z plastu. Součástí sestavy jsou normalizované díly, například spojovací a zajišťovací součásti.

Kapitola 5

Výroba a zkouška přípravku

Komponenty přípravku byly vyrobeny třískovým obráběním. Jednodušší operace byly prováděny na konvenčních obráběcích strojích. Složitější dílce byly vyráběny na CNC soustruhu a frézce. Proto bylo nutné k výrobě na CNC vytvořit ještě program pro CNC stroj, hlavně pro frézku.

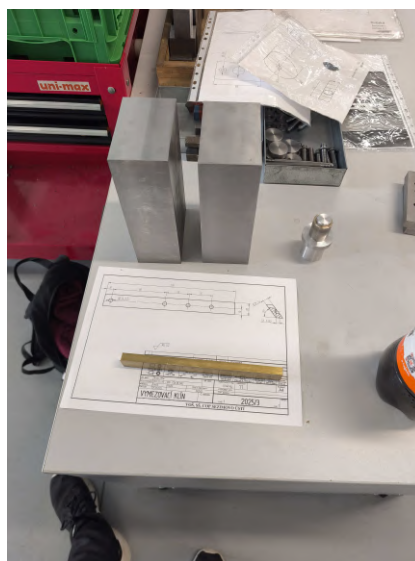
Požadavkem je dobře naplánovaný postup u složitějších dílců, aby operace šly správně za sebou a jednotlivé díly měly co nejmenší počet upnutí aby byla dosažena požadovaná přesnost. Díly rybinového vedení byly nejprve předhrubovány na klasické frézce a následně až frézovány na CNC frézce z důvodu velkých úběrů materiálu a časové dostupnosti CNC frézky.

5.1 Příprava materiálů pro frézování na CNC

Příprava materiálů pro frézování na CNC frézce byla nutná z důvodů velkých úběrů a srovnání obrobku na základní rozměry, protože materiál, který byl objedнан z Ferony ze zbytků, které byly skladem, neměl úplně přesné rozměry. Proto byl nejprve zkrácen na pásové pile a následně zúhlován a ubrán na požadované rozměry. Z časové dostupnosti CNC frézky se bloky materiálu rovnaly na konvenční frézce. Materiál byl potřeba odebrat na některých plochách i o 20 mm. Takže obrábění na správné rozměry a zúhlování trvalo jednu pracovní směnu, tedy 8 hodin.



(a) Konvenční frézka



(b) Obrobené bloky

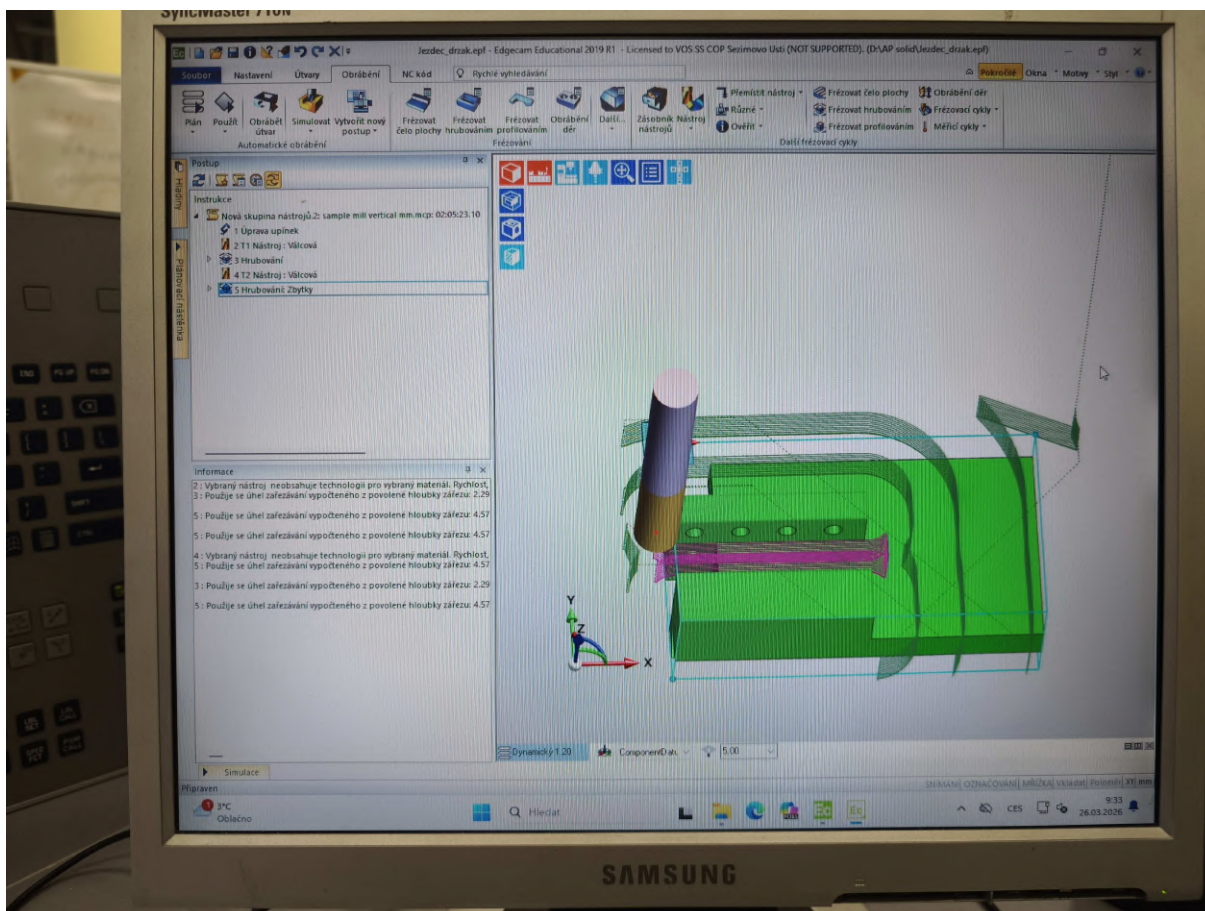
Obrázek 5.1: Příprava bloků

5.2 Programování CNC frézky a příprava

Příprava na obrábění na CNC frézce je složitější než na konvenční, a to z několika důvodů. Ten nejdůležitější je samozřejmě program, kterým se frézka řídí. Ještě než se však začne programovat, je důležité vědět, jaké nástroje budou použity, protože do programu pro CNC frézku se zadávají rozměry nástrojů a podle toho se generují dráhy nástroje. Dále je potřeba zvolit pořadí nástrojů, z důvodu korekce nástrojů a pozice v zásobníku.

5.2.1 Programování CNC frézky

Programování CNC frézky probíhalo v programu EDGE CAM. EDGE CAM je 3D program pro návrh drah CNC stroje. Program se dá vytvářet dvěma způsoby: buďto nakreslením kontur pro obrábění a následným zvolením operace pro obrábění, nebo lze, jako v tomto případě, využít modelů z programu Solid Edge nebo jiného podobného softwaru a vložit model do programu pro obrábění. Toto velmi usnadní práci. Přes tvarové plochy navolíme operace pro frézování a zvolíme nástroje. Když je takto program vytvořený, vygenerujeme NC kód a uložíme si jej na kartu nebo flash disk a vložíme do CNC frézky.



Obrázek 5.2: Program v Edgecamu

5.2.2 Příprava nástrojů

Před samotným frézováním se musí zvolit nástroje, dle operací, na které budou frézy využity. Pro tuto práci budou použity tři frézy, a to frézovací hlava s vyměnitelnými destičkami a dvě monolitické stopkové frézy. Aby CNC frézka mohla vyrábět ve zvolených přesnostech, je nutné všechny frézy změřit a zapsat jejich rozměry do korekcí stroje. Průměry fréz byly změřeny na předseřizovacím přístroji, ten měří průměr a délku nástroje, a zkontrolovány na CNC stroji.



(a) Měřák nástrojů



(b) Program pro měření

Obrázek 5.3: Měření nástrojů

5.2.3 Příprava CNC frézky na frézování

Před spuštěním programu na CNC frézce musí být nastavený nulový bod obrobku a také nástrojové korekce. Pro nastavení nulového bodu obrobku je nutné upnout materiál do svěráku. Z důvodu velikosti obrobku bylo nutné na stůl frézky dát větší svěrák, protože se obrobek do stávajícího svěráku nevešel. Upnutí svěráku však vyžaduje také jeho vyrovnaní v ose, ve které se bude frézovat. Jinak by se mohlo stát, že obráběné plochy nebudou rovnoběžné. Svěrák byl vyrovnan pomocí sondy s číselníkovým úchylkoměrem.

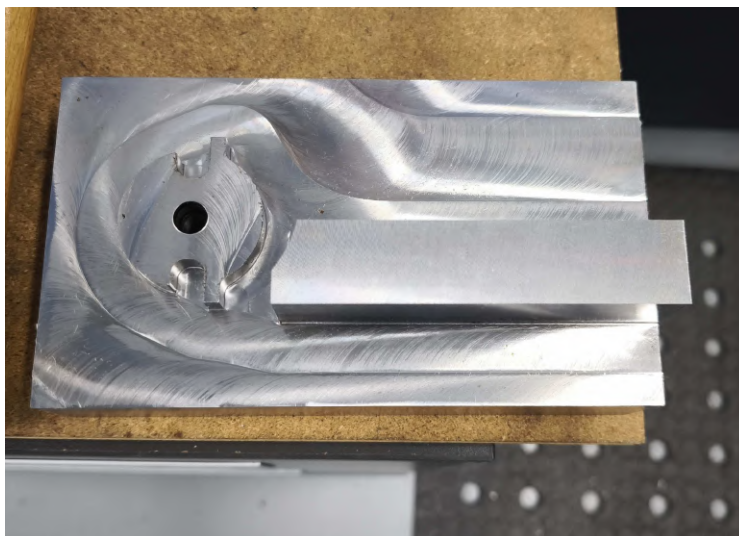
Po vyrovnaní bylo možné nastavit nulový bod obrobku. Nulový bod obrobku je pozice, která určuje frézce, od jakého místa má odměřovat. U většiny programů pro CNC stroje se bod nastavuje na čelo obrobku v ose Z a na jeden z rohů nebo střed obrobku v osách X a Y. Nastavení tohoto bodu musí být přesné, proto byla použita sonda. Nulový bod byl v programu nastaven na jeden z rohů obrobku, proto se stačí dotknout se sondou na každé straně obrobku. Pro nastavení posledního bodu, a to v ose Z, se dotkneme čela obrobku. Takto si nastavíme jeho nulový bod.



Obrázek 5.4: Nastavení nulového bodu

Posledním bodem je uchycení nástrojů do zásobníku a zapsání korekcí do stroje. Nástroje v zásobníku musí být tak, aby se shodovaly s pozicemi v programu. Když jsou nástroje v zásobníku, do korekce nástrojů budou vloženy změřené hodnoty z měřáku nástrojů.

Pokud jsou předchozí kroky splněny, nahraje se program přes flash disk do CNC stroje. Pokud je program nahráný, může CNC začít obrábět. První dílec, který byl frézován, byl držák rybiny. Do CNC stroje nebylo možné vložit rybinovou frézu z důvodu absence správného upínače, proto byly dílce vyrobeny bez rybinové drážky. Tato drážka byla vyrobena na klasické frézce. Držák byl vyráběn tak, že nejprve byla vyfrézována klasická drážka pro frézování rybiny. Následně se dílec otočil a vyfrézoval se držák do nožové hlavy a zajištění. V dalším kroku se vyvrtala díra pro čep do středu zajištění a ta se následně vystruží výstružníkem.



Obrázek 5.5: Obrobený držák vedení

Další díl, který byl vyroben, je jezdec rybiny. Zde byl postup podobný jako u předchozího dílce nejprve byla obrobena strana, do které se bude frézovat rybina. Potom byl dílec otočen a byl vyfrézován držák na soustružnické nože. Po skončení frézování na CNC byla frézována rybina na klasické frézce a vyrobeny závity pro šrouby uchycující nůž v držáku.



Obrázek 5.6: Obrobený jezdec a držák vedení

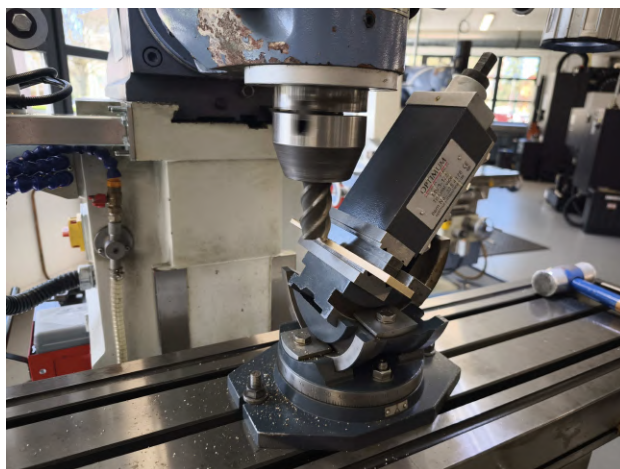
5.3 Frézování rybin a skládání přípravku

Rybinová drážka se vyráběla speciální tvarovou frézou, v tomto případě měla úhel 55° . Jelikož k CNC nebyl správný držák, byla drážka vyrobena na klasické frézce. Do držáku byla vyfrézována drážka a do jezdce osazení, které bude držet v rybinové drážce. Aby bylo možné vymezit vůli v drážce, bude na jedné straně vymezovací klín z bronzu. Tento klín bude přitlačen čtyřmi stavěcími šrouby.



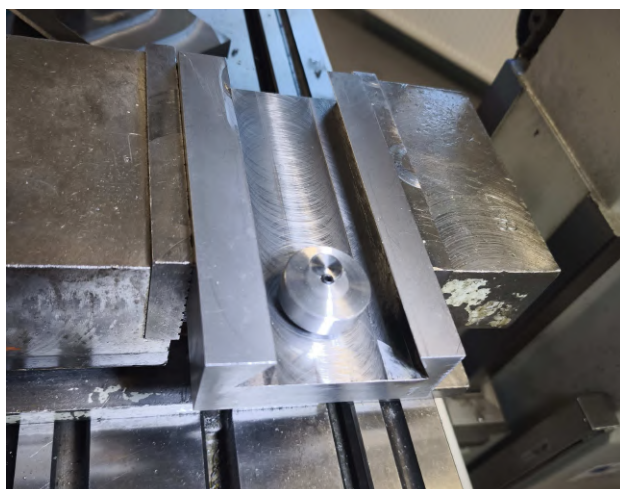
Obrázek 5.7: Výroba rybiny

Když byly rybiny vyrobené, bylo nutné vyrobít součásti na klasickém soustruhu a frézce. Jedna z nich je vymezovací klín. Ten slouží na vymezení vůle rybinového vedení a v případě jeho opotřebení se seřídí. Pro výrobu klínu bylo potřebné použít sklopný svěrák z důvodu frézování úkosu na obou koncích. Když bude klín vyrobený, je nutné vyvrtat otvory na aretaci stavěcími šrouby, aby se nepohyboval a rybinové vedení mohlo být seřízeno. Menší součásti byly vyrobeny na klasické frézce a soustruhu.



Obrázek 5.8: Výroba klínu

Po výrobě všech součástí přípravku bylo možné přípravek složit. Nejprve se do držáku rybiny nalisovalo bronzové pouzdro na čep, který bude otáčet vačkou. Po nalisování pouzdra byl vložen čep s vačkou. Pro správnou funkci excentrického mechanismu bylo nutné přesné nastavení vačky. Po svém nastavení byla zajištěna stavěcím šroubem. Tento šroub byl zašroubován do otvoru se závitem, vyvrtaného do mezikruží vačky a čepu. Tím bylo zajištěno aretování proti otočení. Před montáží vačky ještě musí být namontován pojistný kroužek, který bude držet čep proti posunutí v pouzdru.



Obrázek 5.9: Složení vačky

Po složení vačky bylo možné vložit jezdec do rybinové drážky s vymezovacím klínem. Obě součásti byly položeny na sebe a vsunuty na doraz k vačce. Po vložení jezdce byl vložen protikus a ten přišroubován dvěma šrouby M8 s vnitřním šestihranem. Protikus slouží jako uzavření rybiny a umožňuje přípravku pohybovat se na obě strany. Následně byly zašroubovány šrouby do nožového držáku.



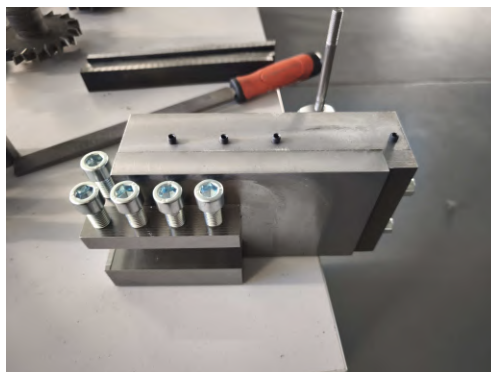
Obrázek 5.10: Složení jezdce s držákem

Dalším krokem bylo složit systém zajišťování. Ten se skládal z už namontovaného čepu excentru, zajištění, klínku, tyčky s rukovětí, čepu a šroubu M6. Nejprve byl zajišťovací mechanismus vložen do čepu a připevněn čepem, na kterém se mechanismus otáčí. Následovalo zašroubování rukověti do zajištění čepu proti vypadnutí. Posledním krokem bylo našroubování pera, které bude mechanismu bránit proti otočení.



Obrázek 5.11: Složení excentru

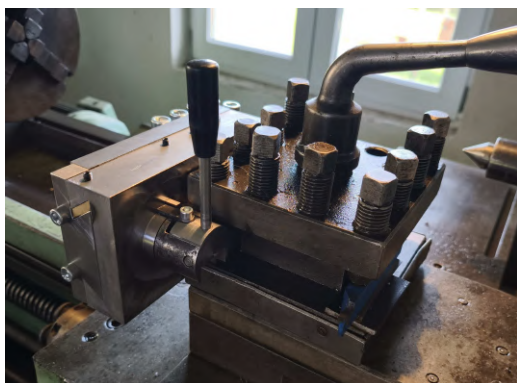
Posledním krokem, který bylo potřeba udělat, je zašroubování stavěcích šroubů M6, které přitlačují klín do rybinové drážky, vymezují vůli a zvyšují přítlak. Tyto šrouby byly utaženy tak, aby s přípravkem šlo hýbat přes otáčení excentrem a nevykazovalo vůli. Toto byl poslední krok před otestováním přípravku.



Obrázek 5.12: Seřízení klínu stavěcími šrouby

5.4 Montáž přípravku na soustruh

Po výrobě a kompletaci následovala montáž na soustruh. Přípravek byl upnut obdobně jako soustružnický nůž za svou upínací plochu do nožové hlavy a utáhnut šrouby. Takto namontovaný přípravek je připravený k použití. Následovalo upnutí nože a vyrovnaní do osy obrábění.



Obrázek 5.13: Namontovaný přípravek

5.5 Test přípravku

Přípravek byl testovaný výrobou většího závitu. K dispozici byla kulatina o průměru 20 mm. Ta byla ideální na výrobu závitu M20, vybrané stoupání závitu je 2,5 mm. Před výrobou závitu byl vyroben zápich. Na posuvové skříni bylo nastaveno stoupání 2,5 mm, zvoleny otáčky vřetene a zajištěna matice posuvového šroubu. Následovalo odebrání první třísky. Při testu přípravku byla hloubka třísky 0,5 mm, poslední tříska byla 0,2 mm.

Přípravek si při testování vedl velmi dobře, ovládání přípravku bylo velmi lehké a jednoduché. Tuhost přípravku byla hodnocena jako dostatečně velká, přípravek nevykazoval žádné vibrace, ani se nijak nehýbal.



Obrázek 5.14: Testování přípravku

5.6 Práce s přípravkem

Obsluha spustí otáčky vřetene soustruhu, tím se začne pohybovat suport po šroubovici a řezat závit. Při dojetí do zápichu obsluha přípravek odjistí a otočí čepem excentru. Tím se nůž s jezdcem posune směrem od materiálu. Při tomto momentu druhou rukou obsluha změni směr rotace vřetene a vrátí se na začátek závitu. Při vracení se na začátek závitu obsluha přidá na noniu další úběr, a připraví tak soustruh na další průchod závitem. Když se nůž vrátí na začátek závitu, otočí obsluha čepem excentr do výchozí polohy a zajistí ho. Jako v předešlém případě druhou rukou změni směr otáčení vřetene. Tento proces se opakuje dokud není dosaženo konečného rozměru závitu.

Kapitola 6

Závěr

Hlavním cílem práce bylo vyrobit a navrhnout přípravek pro odskok ze závitu k soustruhu TOS SU50A. Přípravek měl předem dané parametry, které měl splňovat: umožnit jak vnější, tak vnitřní odskok ze závitu a obsahovat držák na vnitřní a vnější závitový nůž. Další z požadavků pro lepší funkci byla možnost otáčet nožovou hlavou při upnutém přípravku, v neposlední řadě zajistit dostatečnou tuhost při výrobě závitů. K přípravku měla být vytvořena kompletní výkresová dokumentace a sestava s modely.

Hodnocení práce

V této práci byl navržen přípravek úplně od základů přesně podle požadavků soustruhu TOS SU50A. Nejprve byl vytvořen návrh tohoto přípravku v programu Solid Edge 2024, ve kterém byly vymyšleny základní konstrukční vlastnosti přípravku, jeho uchycení na soustruh a držák na nože, typ vedení a mechanismus pohybu. Po návrhu byl přípravek vymodelován už do finální podoby se správnými rozměry. Po vymodelování všech komponentů byla vytvořena sestava a výkresová dokumentace pro výrobu všech dílů. Když byly všechny výkresy hotové, další velmi důležitá práce byla na výběru správného materiálu a jeho shánění. Po sehnání všech materiálů začala nejtěžší část celé práce, a to výroba. Výroba začala opracováním dvou velkých bloků, které se opracovávaly na konvenční frézce na základní rozměry. Po opracování těchto dílů se výroba přesunula na CNC frézku. Než však práce mohla začít, musely být vytvořeny programy, kterými se stroj řídí, a ty byly vytvořeny v programu EDGE CAM. Když byly programy vytvořeny, musely být změřeny nástroje a nastavení CNC frézky. Po nastavení CNC frézky byly vyrobeny dva skoro hotové kusy, na kterých musely být ještě vyfrézovány rybinové drážky a vyrobeny závitů pro montáž. Po výrobě dvou největších součástí se výroba posunula

k menším součástem, a ty byly zhotoveny na klasických ručních strojích. Když byla výroba dokončena, byl přípravek složen a seřízen. Přípravek byl po seřízení namontován na soustruh TOS SU50A a začalo jeho testování.

Hodnocení funkce přípravku

Přípravek po upnutí na soustruhu sedí velmi dobře v nožové hlavě a jeho upínač na soustružnické nože je po vysunutí zároveň s krajem nožové hlavy. Další aspekt, který musel být zachován, je možnost otočení nožové hlavy při upnutém přípravku. Tento aspekt byl zachován a nožovou hlavou lze bez sebemenších problémů otáčet. Další z věcí, která je pro přípravek zásadní, je možnost vyrovnání nože do osy obrábění. Při testu byl využit nůž s pájenou destičkou o rozměrech 25 x 16 mm. Pod tento nůž byla ještě vložena distanční podložka, se kterou nůž vychází do osy. Když byl nůž vyrovnán do osy, mohlo začít samotné testování přípravku, které proběhlo při výrobě závitu M20. Při výrobě tohoto závitu přípravek fungoval bezchybně a ukázala se jeho obrovská tuhost. Další bod, který musí být vyzdvížen, je, že se přípravek ovládá velmi snadno a není potřeba vyvinout obzvlášť velkou sílu k pohybování pákou nahoru a dolů. Celkově přípravek fungoval naprosto bezchybně a má velkou rezervu ve výrobě větších závitů, než bylo testováno.

Celkové hodnocení

V této práci byl navržen kompletní funkční přípravek pro odskok ze závitu. Tato práce však nebyla od začátku až do konce vůbec jednoduchá. Vyžadovala velmi velké technické znalosti a technickou zručnost. S jistotou se dá říci, že práce přinesla nové znalosti a zkušenosti do života. Proto bylo úspěšné dokončení tohoto projektu obrovskou úlevou, protože nebyl vůbec jednoduchý. Samozřejmě se ale dá pořád posouvat dál a některá konstrukční řešení by šla ještě vylepšit. Bohužel by se tato konstrukční řešení také odrazila na ceně a přípravek by byl o dost dražší. Největší problémy při této práci vznikly právě při výrobě, a to z důvodu dostupných prostředků na výrobu. Některé nástroje a stroje byly totiž na pokraji svého maxima, co dokážou. To byl velký problém pro časovou náročnost výroby, která se tak protáhla a trvala déle, než se předpokládalo. Samozřejmě je nutné také zmínit finanční stránku, na kolik tedy přípravek vyšel. Nákup materiálu a dalších komponent, jako jsou šrouby a pojistné kroužky, které se nevyplatí vyrábět, vyšel na 3000 Kč. To je v porovnání s jinými přípravky třetinová cena. Samozřejmě v ceně nejsou

započítány provozní náklady, ale pokud si přípravek bude někdo vyrábět pro vlastní použití, je to velká úspora peněz. Proto byl v této práci vyroben přípravek, který splnil všechny požadavky a z finančního hlediska byl levnější než výrobky, které se dají koupit a nejsou přesně uzpůsobeny pro soustruh TOS SU50A.

Literatura

- EBAY (2026), Závitový odskok multifix [online]. [cit. 2026-03-24],
⟨<https://www.ebay.com.au/itm/116038039259>⟩.
- FORUM.STROJIRENSTVI.CZ (2013), Závitový odskok TOS SV18 [online]. [cit. 2026-03-20],
⟨<https://forum.strojirenstvi.cz/download/file.php?id=24790&mode=view>⟩.
- KOVOOBRABEC (2023), Závitový odskok [online]. [cit. 2026-03-24],
⟨<https://www.kovoobrabec.cz/shop/zavitovy-odskok/>⟩.
- NASTROJENARADI (2026), Kluzné vedení [online]. [cit. 2026-04-2],
⟨<https://www.nastrojenaradi.cz/suport-na-soustruh-su-50>⟩.
- STROJÁŘ - STROJNÍK (2017), Výroba závitu vratidlem na sousrtuhu. [cit. 2026-03-20],
⟨<https://www.youtube.com/watch?v=v5HPn3GVnZY>⟩.
- VIBRAL.NET (2024), Tváření závitů [online]. 2024 [cit. 2026-04-17],
⟨<https://vibral.net/wp-content/uploads/2024/08/VIBRAL-servicios-9.jpg>⟩.
- VKLOZISKA (2026), Valivé vedení [online]. [cit. 2026-04-2],
⟨<https://www.vkloziska.cz/valeckove-linearni-vedeni>⟩.
- VÁVRA, P. A LEINVEBER, J. (2021), *Strojnické tabulky*, Albra. ISBN 978-80-7361-124-8.
- ZERSPANUNGSTECHNIK.DE (2025), Ein Tiger fürs Gewindedrehen [online]. 31. března 2025 [cit. 2026-04-17],
⟨<https://www.zerspanungstechnik.de/blog/2025/03/31/ein-tiger-fuers-gewindedrehen/>⟩.

Příloha A

Obsah přiloženého DVD

K této práci je přiloženo DVD s následující adresářovou strukturou.

- Absolventská práce v $\text{\LaTeX}$ 2 ϵ
- Fotodokumentace
- Programy pro cnc frézku
- Výkresová dokumentace a 3D model
 - Modely
 - Sestavy
 - Výkresy
- Paulik_AP_2025_2026.pdf – absolventská práce ve formátu PDF

Příloha B

Použitý software

Edgecam $\langle$ <https://edgecam.nexnet.cz/> $\rangle$

L^AT_EX 2 ϵ $\langle$ <http://www.miktex.org/> $\rangle$

Solid Edge 2024 $\langle$ <https://solidedge.siemens.com/> $\rangle$

TeX studio $\langle$ <https://www.texstudio.org/> $\rangle$

Software uvedený výše je buď volně dostupný, nebo byl používán v rámci licencí vlastněných Vyšší odbornou školou, Střední školou, Centrem odborné přípravy, Sezimovo Ústí, Budějovická 421, kde autor v době vzniku této práce studoval.

Příloha C

Časový plán absolventské práce

Činnost	Časová náročnost	Termín ukončení	Splněno
Návrh přípravku	2 týdny	6.11.2025	listopad 2025
Modelování komponent a vytvoření sestavy	2 měsíc	10.1.2026	leden 2026
Výkresová dokumentace	1 měsíc	8.2.2026	únor 2026
Návrh materiálů na výrobu	1 měsíc	12.03.2026	březen 2026
Vytvoření postupu obrábění	2 týdny	30.03.2026	březen 2026
Výroba přípravku	1 měsíc	24.04.2026	duben 2026
AP: kapitola Úvod	1 týdný	30.04.2026	duben 2026
AP: kompletní text	3 týdny	11.05.2026	květen 2026