

Návrh výroby upínacího přípravku

Lukáš Popelka

Bakalářská práce
2023



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Akademický rok: 2022/2023

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Lukáš Popelka**
Osobní číslo: **M19544**
Studijní program: **B0413P050013 Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **Kombinovaná**
Téma práce: **Návrh výroby upínacího přípravku**

Zásady pro vypracování

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši z oblasti upínacích přípravků a jejich využití v oboru strojírenství.

II. Praktická část

- Proveďte návrhy variant, konstrukční řešení zvolené varianty přípravku a jeho výrobu s využitím metod třískového obrábění.
- Zhodnoťte přípravek z ekonomického hlediska a odůvodněte zvolenou variantu přípravku.

Závěr

Rozsah bakalářské práce: **cca 40 stran**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

KLETEČKA, Jaroslav a Petr FORT. *Technické kreslení*. 3. vydání. Brno: Computer Press, 2021, 252 s. ISBN 978-80-251-5028-3.
MRKVICA, Miloš. *Přípravky a obráběcí nástroje*. 4. vydání. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2015, 188 s. ISBN 978-80-248-3775-8.
PETR, Karel. *Strojírenské konstruování: tvorba výkresové dokumentace dle ISO norem*. Praha: České vysoké učení technické, 2020, 176 s. ISBN 978-80-01-06715-4.
USTUNDAG, Alp a Emre CEVIKAN. *Industry 4.0: managing the digital transformation*. Cham: Springer International Publishing, 2018, 286 p. ISBN 978-3-319-57869-9.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Josef Sedlák, Ph.D.**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Datum zadání bakalářské práce: **10. února 2023**
Termín odevzdání bakalářské práce: **19. května 2023**

L.S.

prof. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan

prof. Ing. Felicita Chromjaková, Ph.D.
garant studijního programu

Ve Zlíně dne 10. února 2023

**PROHLÁŠENÍ AUTORA
BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na elektronickém nosiči v příruční knihovně Fakulty managementu a ekonomiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen přípouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považuji se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

1. že jsem na diplomové/bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
2. že odevzdaná verze diplomové/bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

Jméno a příjmení: Lukáš Popelka

.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřena na návrh výroby upínacího přípravku pomocí metod třískového obrábění. Teoretická část práce popisuje základy technologie třískového obrábění, nejčastěji používané stroje pro třískové obrábění a nástroje, které jsou pro daný způsob nezbytné. Teoretická část práce se věnuje také přípravkům, a to od vývoje přípravků, členění upínacích přípravků až po využití přípravků ve strojírenství a ekonomický přínos přípravků. Poslední kapitola teoretické části je zaměřena na ekonomii výroby a nákladům výrobního podniku. Praktická část je v první fázi zaměřena na návrh a volbu variant možných řešení zvoleného přípravku. V další části je praktická část zaměřena na konstrukční a výrobní řešení zvoleného přípravku, pomocí metod třískového obrábění. Poslední kapitola pojednává o ekonomickém vyhodnocení výroby zvoleného přípravku, včetně posouzení marketingového průzkumu.

Klíčová slova: přípravek, kladka, obrábění, bod zvratu, řezné podmínky

ABSTRACT

The bachelor's thesis is focused on the design of the production of a clamping fixture using chip machining methods. The theoretical part of the work describes the basics of chip machining technology, the most commonly used chip machining machines and the tools that are necessary for this method. The theoretical part of the work is also devoted to jigs, from the development of jigs, the breakdown of clamping jigs to the use of jigs in engineering and the economic benefit of jigs. The last chapter of the theoretical part is focused on the economy of production and the costs of the production company. In the first phase, the practical part is focused on the design and choice of variants of possible solutions for the chosen product. In the next part, the practical part is focused on the design and production solution of the selected product, using chip machining methods. The last chapter discusses the economic evaluation of the production of the selected preparation, including the assessment of the marketing research.

Keywords: fixture, pulley, machining, turning point, cutting conditions

Rád bych poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce,

doc. Ing. Josefovi Sedlákoví, Ph.D.

za jeho čas, ochotu a odborné rady.

V neposlední řadě chci poděkovat **mé rodině a všem blízkým** za podporu při studiu.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	9
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 TRÍSKOVÉ OBRÁBĚNÍ	12
1.1 VÝZNAM POJMU OBRÁBĚNÍ	12
1.2 METODY A VÝVOJ OBRÁBĚNÍ VE STROJÍRENSTVÍ.....	12
1.2.1 Základní (tradiční) pojmy třískového obrábění.....	13
1.2.2 Obráběcí stroj	13
1.2.3 Řezný nástroj.....	13
1.2.4 Obrobek.....	14
1.3 HLAVNÍ DRUHY POHYBU NÁSTROJE A OBROBKU	15
1.4 POSTUP SLEDU ROZHODUJÍCÍCH POHYBŮ (NÁSTROJ X OBROBEK)	15
1.4.1 Metoda třískového obrábění – soustružení	16
1.4.2 Metoda třískového obrábění – frézování.....	16
1.5 OBRÁBĚCÍ PROCES.....	17
2 UPÍNACÍ PŘÍPRAVKY	18
2.1 VÝVOJ UPÍNACÍCH PŘÍPRAVKŮ	18
2.1.1 Upínací mechanismy a jejich prvky	18
2.2 POUŽÍVANÉ TECHNOLOGIE PRO VÝROBU UPÍNACÍCH PŘÍPRAVKŮ	19
2.2.1 Upínací mechanismy a jejich prvky	19
2.3 EKONOMICKÝ PŘÍNOS UPÍNACÍCH PŘÍPRAVKŮ	20
2.3.1 Hospodárné použití přípravků.....	20
3 VYUŽITÍ UPÍNACÍCH PŘÍPRAVKŮ VE STROJÍRENSTVÍ	22
3.1 SOUČASNÉ VYUŽITÍ UPÍNACÍCH PŘÍPRAVKŮ	22
3.1.1 Základní požadavky na konstrukci a funkci upínacích přípravků.....	22
4 EKONOMIE VÝROBY A NÁKLADY PODNIKU	24
4.1 VÝNOSY A TRŽBY PODNIKU	24
4.1.1 Finanční výnosy podniku	24
4.1.2 Finanční tržby podniku	24
4.2 NÁKLADY A VÝDAJE	25
4.2.1 Účetní a ekonomické pojetí nákladů	25
4.3 NÁKLADOVÉ FUNKCE	26
4.4 URČENÍ NÁKLADŮ	26
4.5 PLÁNOVÁNÍ VÝROBNÍHO PROGRAMU	27
4.6 PLÁNOVÁNÍ VÝROBNÍHO PROCESU	27

II PRAKTICKÁ ČÁST	29
5 NÁVRH VARIANT ŘEŠENÍ	30
5.1 VARIANTY ŘEŠENÍ.....	30
5.2 ROZBOR A VOLBA ZVOLENÉ VARIANTY	30
5.2.1 Rozbor zvolené varianty	31
5.2.2 Volba zvolené varianty	31
6 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	32
6.1 POŽADOVANÉ HODNOTY	32
6.2 SCHÉMA VYBRANÉHO ŘEŠENÍ.....	33
6.3 KONSTRUKČNÍ NÁVRHY A VÝPOČTY	33
6.3.1 Lano – návrh, výpočet.....	34
6.3.2 Kladka – návrh	35
6.3.3 Pružina – výpočet, návrh.....	35
6.3.4 Šroub – kritický průřez „X“	38
6.3.5 Příčnick – kritické průřezy „V“ a „W“	39
6.3.6 Čep kladky – kritické průřezy „Y“ a „Z“	41
6.4 VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE VYRÁBĚNÝCH POLOŽEK ZVOLENÉ VARIANTY	44
6.4.1 Kompletně vyráběné položky	44
6.4.2 Nakupované položky s úpravou	45
6.4.3 Sestava kladky.....	45
6.4.4 Náklady na vyráběné, nakupované a technologicky upravené položky.....	46
7 EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ PŘÍPRAVKU	47
7.1 EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ VÝROBY ZVOLENÉHO PŘÍPRAVKU	48
7.1.1 Výpočet bodu zvratu a efektivnosti výroby	48
7.2 SROVNÁNÍ NÁKLADŮ VÝROBY	51
7.3 ZHODNOCENÍ A ODŮVODNĚNÍ ZVOLENÉ VARIANTY PŘÍPRAVKU	55
ZÁVĚR	59
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	60
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	62
SEZNAM OBRÁZKŮ	64
SEZNAM TABULEK	65
SEZNAM PŘÍLOH	66

ÚVOD

V dnešní době se širokou nabídkou různých upínacích a pomocných přípravků, zůstává široká škála přípravků se speciálními požadavky, které nemají v sortimentní nabídce skoro žádné, nebo velmi malé zastoupení. Pomocné přípravky mohou sloužit nejen k upínání obrobků, ale také k přenosu sil a manipulaci s břemeny.

Přípravky jsou vyráběny převážně z tuhých a odolných materiálů, z důvodu jejich častého zatěžování a vystavení nepříznivému prostředí. Technologií pro výrobu je většinou třískové obrábění. Mezi nové způsoby výroby patří také forma 3D tisku, který je většinou rychlejší a méně nákladný než strojní obrábění, ale u plastového přípravku nebude dosaženo takové odolnosti a životnosti, jako u přípravku vyrobeného konvenčními způsoby obrábění, ze standardních materiálů.

Přípravky mají velké využití ve strojírenské výrobě, v logistice a také ve stavebnictví. Ve strojírenství mají využití převážně upínací přípravky, které nám slouží k upnutí materiálů a polotovarů, ale také ke zjednodušené manipulaci břemen a urychlení procesů výroby. V logistice mají přípravky význam hlavně pro skladování, upínání a přemísťování materiálů. Ve stavebnictví je využití přípravků zejména pro manipulaci a zdvihání břemen.

Tato práce se zabývá v první části konvenčními výrobními metodami, zejména třískovým obráběním, stroji a nástroji pro tuto metodu potřebnou. Ve druhé kapitole se práce zabývá přípravky, v první části jejich vývojem a následně použitými metodami pro jejich výrobu. Poslední kapitola první části se zabývá ekonomikou výroby a náklady podniku.

V druhé části se práce zabývá návrhem variant řešení. V další kapitole je rozbor konstrukčního řešení, včetně schémat pro statické výpočty a podklady pro výkresovou dokumentaci. V poslední části je ekonomické vyhodnocení přípravku. V příloze jsou obsaženy technologické návody a vzorová výkresová dokumentace pro výrobu přípravku.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Hlavní cíl:

Hlavním cílem této práce je návrh výroby upínacího přípravku ve strojírenství (kladky). Kladka slouží pro zefektivnění procesu manipulace a převozu materiálů ve skladovém hospodářství, nebo ve výrobních procesech. Hlavním cílem je zejména úspora časová, personální a ekonomická.

Vedlejší cíl:

Vedlejším cílem této práce je ekonomické zhodnocení výroby přípravku a rentabilita vyráběného přípravku. Součástí práce je také finanční zhodnocení výroby v domácí zámečnické dílně a nabídka od firmy zabývající se strojírenskou výrobou. V práci je ekonomické zhodnocení malosériové výroby tohoto přípravku a současně průzkum trhu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 TRÍSKOVÉ OBRÁBĚNÍ

Obrábění kovů je technologický proces, kterým se vytváří požadovaný tvar obráběného předmětu. Cílem je získat obrobek požadovaných rozměrů a v definovaném stupni přesnosti.

Třískové obrábění je vytváření požadovaných ploch řezáním, při němž je přebytečný materiál z polotovaru oddělován břitem rezného nástroje (Vasilko, Mádl 2012).

1.1 Význam pojmu obrábění

Uvedené pojmy specifikují základní pojmy procesu třískového obrábění, dle Obrázku 1.

Základní pojmy, plochy na obrobku:

Obrobek je obráběný předmět.

Obráběná plocha je plocha určená k obrobení.

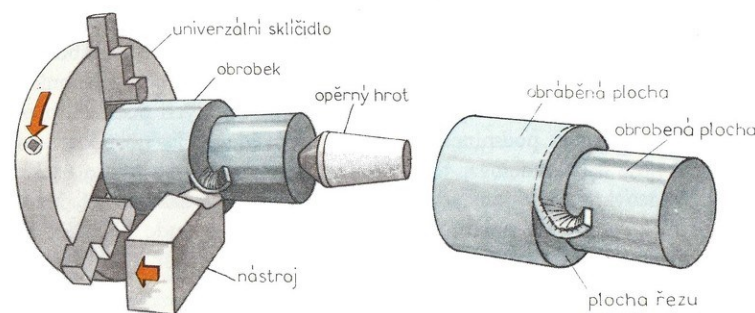
Obrobená plocha je plocha vzniklá obrobením.

Řezná plocha je přechod mezi obráběnou a obrobenou plochou, vzniká při obrábění břitem nástroje.

Hloubka řezu je vzdálenost mezi obráběnou a obrobenou plochou (u soustružení ve směru přísluvu).

Přídavek na obrábění je materiál na povrchu obrobku určený k odstranění pomocí obrábění (rozdíl mezi polotovarem a obrobenou plochou).

Břit nástroje vniká do materiálu a odděluje od něj třísky (Forejt, Píška 2009).



Obrázek 1 Základní pojmy obrábění
(Maděrková, 2014)

1.2 Metody a vývoj obrábění ve strojírenství

Obrábění kovů pomocí prvních obráběcích strojů je z historického hlediska „mladý“ obor. Do 19. století se kovy zpracovávaly především pomocí kovářských prací. Rozvoj nastal při

využití mechanického pohonu, následně parního stroje. Prvním krokem byla průmyslová revoluce z 18. a 19. století.

Počátky strojního obrábění jsou spojeny s rozvojem matematiky, fyziky, mechaniky, metalurgie a dalších vědních oborů. Až počátkem 20. století se začínají do procesu třískového obrábění aplikovat prvky řízení a automatizace (Štulpa, 2022).

1.2.1 Základní (tradiční) pojmy třískového obrábění

Níže jsou uvedeny základní pojmy obrábění.

Obrábění – technologický proces, při kterém dochází k přetvoření obrobku (polotovaru, odlitku, výkovku, ...) ve výrobek. Cílem je získat výrobek požadovaných rozměrů a jakosti povrchu. Tento proces je zajištěn soustavou – stroj, nástroj, obrobek, případně přípravek.

Soustava obrábění:

- obráběcí stroj (S),
- řezný nástroj (N),
- obrobek (O),
- přípravek (P) (Píška, 2006).

1.2.2 Obráběcí stroj

Řezný proces je realizován v soustavě obrábění stroj, nástroj, obrobek, s cílem vytvořit obrobek požadovaných parametrů.

Obráběcí stroje představují základní prvek obráběcího systému (stroj-nástroj-obrobek), ve kterém je realizován vlastní obráběcí proces.

Podle způsobu obrábění se rozlišují obráběcí stroje soustružnické, vyvrtávací, frézovací, hoblovací, protahovací, brousicí, elektroerozivní atd. (Brychta, Čep, Petruš 2013).

1.2.3 Řezný nástroj

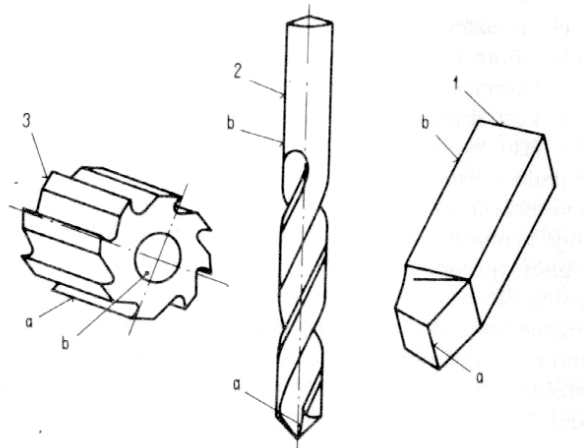
Řezný nástroj je tvořen ze základních částí, které jsou specifikovány níže, dle Obrázku 2.

Prvky nástroje:

Těleso je část nástroje, na němž je vytvořeno nebo upevněno ostří.

Řezná část je funkční část nástroje, která vytváří tvar ostří. Patří sem zejména ostří, čelo a hřbet.

Břit je prvek řezné části nástroje ohraničený čelem a hřbetem nástroje. Může být spojený jak s hlavním, tak i vedlejším ostrím (Humár, 2008).



1 – soustružnický nůž

a – řezná část nástroje

2 – vrták

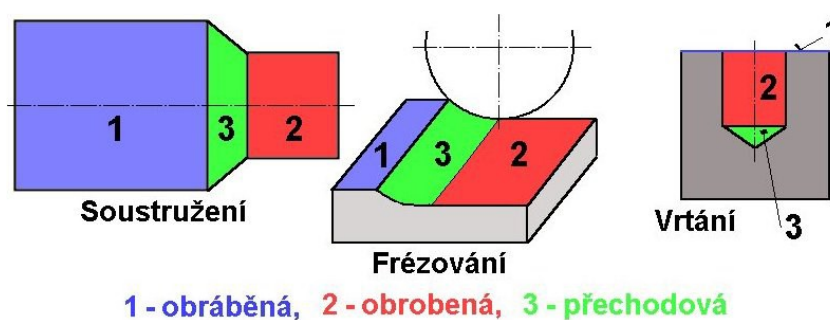
b – těleso

3 – fréza

Obrázek 2 Nástroje pro obrábění (Univerzita J.E.Purkyně, © 2023)

1.2.4 Obrobek

Na obrobku se rozlišují tři základní plochy, dle Obrázku 3:



Obrázek 3 Plochy na obrobku zdroj

(Humár, 2003)

– **Obráběná plocha** – povrch polotovaru, který je odebírán nástrojem.

– **Obrobená plocha** – plocha na obrobku, která vzniká obráběním.

– **Přechodová plocha** – plocha vytvořená tvarem břitu nástroje (Hluchý, Kolouch 2007).

1.3 Hlavní druhy pohybu nástroje a obrobku

U třískového obrábění se rozlišují následující základní pohyby:

Hlavní pohyb je vzájemný pohyb mezi nástrojem a obrobkem. Jedná se o pohyby, které provádí stroj. Při soustružení je to rotační pohyb obrobku, při vrtání a frézování je to rotační pohyb nástroje, při hoblování je to přímočarý pohyb obrobku.

Posuvový pohyb je realizovaný obráběcím strojem jako další relativní pohyb mezi nástrojem a obrobkem.

Řezný pohyb výsledný vzájemný pohyb nástroje vůči obrobku, který vznikne součtem vektorů hlavního a posuvového pohybu (Stephenson, Agapiou 2016).

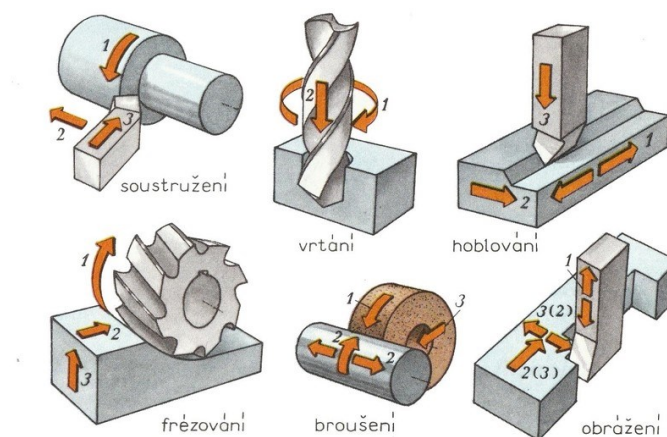
1.4 Postup sledu rozhodujících pohybů (nástroj x obrobek)

Druh použitého nástroje a jeho pohyb (posuvný, rotační) definuje druh třískového obrábění. Rozlišuje se hlavní řezný pohyb a posuvový pohyb, dle Obrázku 4.

Hlavním řezným pohybem dochází k odebírání třísky při jedné otáčce (případně zdvihem).

Posuvový pohyb může být plynulý (soustružení, vrtání, frézování) nebo po krocích (obrážení, hoblování).

Přísuv definuje šířku záběru nástroje a jde o vzájemný pohyb mezi nástrojem a obrobkem.



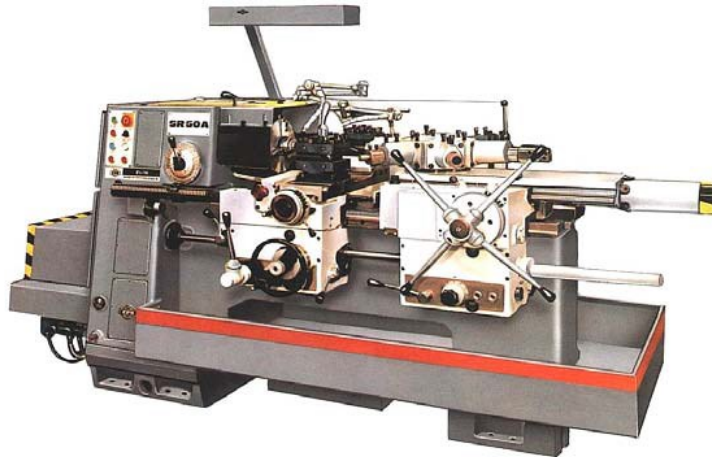
Obrázek 4 Druhy třískového obrábění
(Maděrková, 2014)

Řezný nástroj je rozhodujícím prvkem řezného procesu. Řezná část (tedy břit) je ve tvaru klínu, po kterém odchází tříska.

Obrobkem je předmět obráběcího procesu (Píška, 2006).

1.4.1 Metoda třískového obrábění – soustružení

Soustružení je obráběcí metoda používaná pro zhotovení součástí rotačních tvarů, pomocí nástrojů (Vasilko, Mádl 2012).



Obrázek 5 Revolverový soustruh SR 50A (VSB, © 2023)

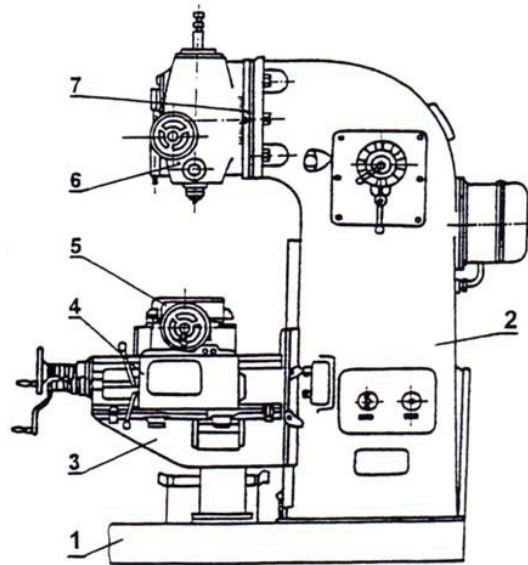
Revolverové soustruhy jsou určeny hlavně pro výrobu součástí v menších a středních sériích, vyžadujících k obrobení větší počet nástrojů. Obrobky se na těchto strojích obrábějí při jednom upnutí, postupně více nástroji revolverové hlavy (a nástroji, upnutými na suportu (Humár, 2008).

1.4.2 Metoda třískového obrábění – frézování

Jedná se o třískové obrábění pro vytváření rovinných a zakřivených ploch, profilů, tvarů, drážek a ozubení. Hlavní pohyb je rotační a koná ho nástroj (fréza). Vedlejší pohyb koná dle druhu stroje obrobek případně nástroj.

U moderních frézovacích strojů jsou posuvové pohyby plynule měnitelné a mohou se realizovat ve všech směrech (obráběcí centra, víceosé CNC frézky).

Frézovací stroje – zpravidla se člení do čtyř základních skupin: **konzolové**, **stolové**, **rovinné** a **speciální** (Bílek, Lukovics 2014).



Obrázek 6 Svislá konzolová frézka
(Kocman, Prokop 2005)

1.5 Obráběcí proces

Pod pojmem obráběcí proces se rozumí technologický proces, který je tvořen soustavou stroj, nástroj, obrobek a přípravek. Zefektivnění tohoto procesu proběhlo v několika etapách, od počátků průmyslové revoluce, přes mechanizaci strojů, vývoj NC a CNC strojů, až po moderní pětiosé strojní obrábění (Ustundag, Cevikcan 2018).

2 UPÍNACÍ PŘÍPRAVKY

Potřeba a nezbytnost udržet konkurenceschopnost ve strojírenství, vyžaduje neustálý až progresivní rozvoj vlastních výrobků, výrobních technologií, nástrojů a přípravků pro obrábění.

Upínací přípravek je nedílnou částí obráběcího procesu – S, N, O, P (stroj, nástroj, obrobek, přípravek).

Svou funkcí v soustavě zajišťuje:

- správné ustavení obrobku,
- spolehlivé, přesné a bezpečné upnutí obrobku,
- vedení nástroje vůči obrobku,
- vzájemnou polohu součástí při měření či montáži součástí.

Souběžně s širokým nasazením výkonných obráběcích strojů s vysokými pořizovacími, ale i provozními náklady a vysoce kvalitními reznými nástroji jde do popředí i otázka ekonomie celého obráběcího procesu (nastavení, seřízení, životnost atd.), řešení koncepce upínání, seřizování těchto nástrojů a přípravků (Youssef, Hassan, Ahmed 2017).

2.1 Vývoj upínacích přípravků

Výzkum, vývoj a výroba přípravků je neoddělitelně spojen s progresem technických oborů, vývojem materiálů pro nástroje vývojem pohonů strojů a softwarů pro ovládání a měření.

- postupný vývoj lze vysledovat na v následujícím progresu,
- využití jednoduchých mechanických prvků,
- využití základních prvků v kombinacích použití,
- vytvoření kombinací vzájemně propojených technologických výrobních linek (velkosériová a hromadná výroba) (Mrkvica, 2015).

2.1.1 Upínací mechanismy a jejich prvky

Každý upínací mechanismus se skládá z několika základních upínacích elementů, které svým určením plní funkci zajišťující fixaci a tuhost upnutí či zaručují stabilitu polohy obrobku.

Mezi základní prvky jsou řazeny:

Klíny – klínové mechanismy se často používají při konstrukci přípravků pro svou jednoduchost, malé rozměry a možnost změny směru upínací síly vzhledem k působící.

Upínací šrouby, matice, podložky – svou jednoduchostí, všestranným použitím a dosažením velké upínací síly patří mezi nejpoužívanější upínací prvky.

Upínky – Upínka je v podstatě dvouramenná páka, vložená mezi upínací prvek a obrobek. Je univerzálním prvkem, umožňující zkrácení vedlejších a pomocných časů při výměně obrobků.

Výstředníky – mají proti šroubům výhodu rychlejšího působení, avšak mají malý zdvih, takže jsou vhodné pro upínání obrobků s malými rozměrovými úchytkami.

Upínací zařízení

Upínací zařízení slouží k ustavení obrobku a zajištění stabilní polohy proti působení řezných sil. Při upnutí nesmí dojít k deformaci obrobku. Upínací síla může být mechanická, pneumatická, hydraulická nebo elektromagnetická. Charakter upínací síly je volen podle druhu obrábění, tuhosti obrobku, sériovosti výroby (Zemčík, 2003).

2.2 Používané technologie pro výrobu upínacích přípravků

Pro výrobu přípravků se používají většinou základní výrobní technologie podle účelu a typu. Mezi nejzákladnější způsoby patří: strojní obrábění, svařování, tváření, odlévání. Přípravek se skládá z více částí, které jsou většinou sestaveny formou montáže (Mrkvica, 2015).

2.2.1 Upínací mechanismy a jejich prvky

Přípravky se dělí do několika podskupin, ve kterých jsou rozděleny ještě do jednotlivých kategorií. Přípravky se dělí dle hlediska:

Přípravky pro jednotlivé výrobní operace:

Univerzální – jsou používány v kusové výrobě (svěráky, sklíčidla, aj.) pro obrobky různých velikostí.

Jednouúčelové – k upnutí obrobku pro jednu výrobní operaci.

Obráběcí – k upnutí obrobku v určité poloze tak, aby mohla být provedena výrobní operace.

Montážní – které jsou určeny k zajištění polohy součásti před provedení montážní operace.

Kontrolní – používají se ke kontrole rozměrů, geometrických tvarů nebo návaznosti sestav součástí v konstrukční celek.

Podle zdroje upínací síly:

S ručním upínáním – jsou používány u jednoduchých strojních operací, bez nároku na velkou upínací sílu, při malé sériovosti výroby a při jednoduchém ustavení obrobku.

S mechanickým upínáním – k upnutí obrobku je použito upínací mechanické síly pneumatické, hydraulické, elektrické, magnetické (Zemčík, 2003).

Konstrukční zásady při návrhu přípravků:

Hlavním motivem pro konstrukci a funkci přípravku jsou následující hlediska – hospodárnost, univerzálnost použití, splnění požadavků výrobního procesu, bezpečnost a kvalitu výrobního procesu.

2.3 Ekonomický přínos upínacích přípravků

Přesnost a tuhost upnutí výrobku, mechanizace a produktivnost procesu upnutí má přímý vliv na ekonomii procesu obrábění.

Celkový ekonomický přínos nákladovosti výroby souvisí i se sériovostí výroby.

Obecně platí, že čím je větší sériovost výroby, tím je nezbytné použít vyšší vybavenosti (přípravky). Vybavenost však plně souvisí s vyšším stupněm rozčlenění výroby na dílčí výrobní operace.

2.3.1 Hospodárné použití přípravků**Přípravky se používají pro:**

- zajištění technologie výroby
- zajištění jakosti výroby
- zajištění produktivity výroby

U tzv. nezbytných přípravků je nutno použít přípravek, aby vůbec bylo možno danou operaci provést.

Při sériové výrobě je výhodné navrhnout speciální přípravky. Tyto přípravky zaručují správné a časově nenáročné ustavení součásti vzhledem k nástroji bez podstatného vlivu pracovníka a často odstraňují i proměrování, čímž se velkou měrou zkrátí vedlejší časy.

Pro hromadnou výrobu je výhodné použít složitější speciální výrobní zařízení.

Pro každou operaci nebo pro několik operací na obrobku se používá buď speciálního, nebo klasického obráběcího stroje rozšířeného o speciální zařízení.

Hlavní zásadou při konstrukci jakékoliv výrobní pomůcky je hospodárnost. Neúměrně složité, přesné a přemrštěné požadavky si vyžadují speciální nářadí, což vede ke zvýšeným nákladům na výrobu.

Navrhovaný přípravek je rentabilní, když náklady vynaložené na pořízení a udržování jsou nižší jak úspory vzniklé zavedením daného přípravku (Zemčík, 2003).

Rentabilita přípravku je vyjádřena vztahem:

$$U(1 + R) \geq \frac{c \cdot \frac{1}{K} + B}{n} \quad (2.1)$$

Kde:

U – úspora v přímých mzdách [Kč/ks]

R – koeficient režie vlastní výroby [%]

C – cena přípravku [Kč]

K – životnost přípravku [roky]

B – rozdíl v nákladech na seřízení stroje s přípravkem a bez něj [Kč/rok]

n – počet výrobků vyrobených v jednom roce [ks/rok]

3 VYUŽITÍ UPÍNACÍCH PŘÍPRAVKŮ VE STROJÍRENSTVÍ

Přípravky jsou prakticky druh náradí, které se používá pro velkosériovou i malosériovou výrobu. Slouží převážně k úsporám finančním a časovým. Nejčastěji jsou použity ve strojírenské výrobě, kdy je kladen důraz na přesnost a časovou efektivitu výroby.

3.1 Současné využití upínacích přípravků

S rostoucím vývojem v hospodářství a technice jsou kladeny zvětšené nároky na rychlost a kvalitu výroby. Zrychlení a zpřesnění výrobního procesu přímo souvisí s produktivností obráběcího procesu.

Cílem zvýšení efektivnosti obráběcího procesu je maximálně zkrátit čas vlastního obrábění a co nejvíce snížit nezbytné, pomocné úkony. Zvlášť důležité je zkracovat vedlejší časy v případě, je-li čas hlavní ve srovnání s časem vedlejším nepoměrně kratší (Mrkvica, 2015).

3.1.1 Základní požadavky na konstrukci a funkci upínacích přípravků

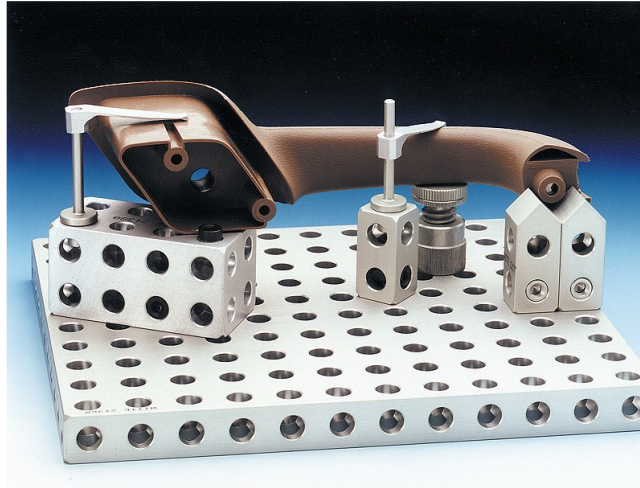
Upínací síla – má působit co nejbližše obráběné plochy, nesmí deformovat obrobek a zajistit bezpečné obrobení výrobku.

Ustavení obrobku při použití přípravku – důležité je zajištění polohy obrobku při obrábění, rychlá a bezpečná výměna a musí být vyloučena kolize obrobku a nástroje. Opracování obrobku se provádí podle určitého výrobního postupu rozčleněného do jednotlivých operací (Zemčík, 2003).

Přípravky se dělí podle několika hledisek:

Podle rozsahu použitelnosti:

- a) Univerzální* – přípravky určené k upínání několika druhů obrobků stejného typu s rozdílnou velikostí a tvarem.
- b) Stavebnicové* – jak je patrné z Obrázku 7, většina upínacích prvků je univerzálního použití. Ve velké míře se těchto přípravků využívá v oblasti kontroly hotových součástí.



Obrázek 7 Příklad použití stavebnicového přípravku (ALUFIX Classic, © 2023)

- c) Speciální přípravky* – určené pro upínání obrobku při konkrétní operaci. Jedná se o jednoúčelové upínací zařízení. Používá se převážně u velkosériové výroby, případně při výrobě prototypových kusů (Chvála, Votava 1988).

Podle operačního určení:

- a) Obráběcí přípravky* – slouží k upnutí obrobku v určité poloze ve vztahu k provedení určité obráběcí operaci.
- b) Montážní přípravky* – pro držení součástí při jejich vzájemném rozebíratelném i nerozebíratelném spojování a manipulaci.



Obrázek 8 Nýtovací přípravek pro sestavu (Aircraft Industries, © 2023)

- c) Kontrolní přípravky* – většinou jednoúčelová zařízení, která umožňují rychlou a jednoduchou kontrolu opracovaných součástí s minimálními nároky na obsluhu.

4 EKONOMIE VÝROBY A NÁKLADY PODNIKU

Ekonomie výroby a náklady podniku na výrobu jsou základní ukazatele, zda je výroba zisková, nebo ztrátová. Aby byla výroba zisková, měly by být výnosy vyšší než náklady, ale zároveň musí být z výnosů pokryty všechny náklady, včetně tvorby zisku.

4.1 Výnosy a tržby podniku

Výnosy a tržby podniku by měly být vyšší než náklady, abychom dosáhli zisku.

4.1.1 Finanční výnosy podniku

Výnosy podniku jsou peněžní částky, které podnik „získal“ ze všech svých činností za konkrétní účetní období, bez ohledu na to, jestli během tohoto období došlo k jejich inkasu. Tímto se odlišují od příjmů, které vyjadřují skutečně zaplacené částky v konkrétním období bez ohledu na to, jestli během tohoto období vznikly. Příjem vzniká až po reálném zaplacení. Výnosy se uznávají v okamžiku vyskladnění zboží nebo poskytnutí služby (Taušl, Procházková, Jelínková 2018).

Stanovení výnosů:

- tržby za prodej zboží,
- výkony (tržby za prodej vlastních výrobků a služeb, změna stavu,
- vnitropodnikových zásob vlastní výroby, aktivace),
- tržby z prodeje dlouhodobého majetku a materiálu,
- zúčtování rezerv a časového rozlišení provozních výnosů,
- ostatní provozní výnosy,
- finanční výnosy,
- mimořádné výnosy.

4.1.2 Finanční tržby podniku

Tržby jsou peněžní částky, které podnik získal prodejem výrobků, zboží či služeb v určitém účetním období. Tržby jsou rozhodující složkou výnosů a hlavním finančním zdrojem podniku, který slouží k úhradě jeho nákladů a daní, výplatě dividend a jeho rozšířené reprodukci.

Tržby zahrnují:

- tržby z prodeje vyrobených výrobků a poskytnutých služeb,
- tržby z prodeje nakupovaného zboží,

- tržby za prodané patenty, licence apod.

Tržby za poskytnuté služby jsou ovlivněny:

- fyzickým objemem výroby a služeb,
- cenami jednotlivých výrobků a služeb,
- sortimentní strukturou prodeje,
- způsobem fakturace a dobou úhrady faktur,
- jinými činiteli.

Plán tržeb vychází z marketingového průzkumu trhu. Je potřeba počítat také s možnými sezonními výkyvy. Spojením plánu tržeb (výnosů), nákladů a zisku je možné vytvořit roční plán zisku a ztrát (Zámečník, Tučková, Hromková 2007).

4.2 Náklady a výdaje

Je nutno rozlišovat pojmy náklad a výdaj, to co se zdá, jako náklad nemusí být náklad a naopak. Výdaje jsou realizované platby v hotovosti, náklady vznikají spotřebou zdrojů a nemusí být vždy spojeny s finanční platbou.

4.2.1 Účetní a ekonomické pojetí nákladů

Finanční účetnictví – jedná se o účetnictví, které zahrnuje pouze náklady, které byly vyjádřeny ve financích a zaneseny do účetnictví podniku.

Manažerské účetnictví – jedná se o skutečně vynaložené náklady na danou činnost, slouží manažerům pro rozhodování, ne všechny náklady lze vyjádřit v účetnictví, nebo jasně konkretizovat.

Finanční pojetí nákladů vnímá náklady jako peněžní ocenění spotřeby výrobních faktorů vynaložených podnikem na jeho výkony (výrobky, práce nebo služby) a ostatní účelově vynaložené náklady.

Ekonomické pojetí nákladů zohledňuje mezi náklady to, co skutečně bylo obětováno a definuje náklady jako v penězích vyjádřené oběti na statcích a výkonech. Toto pojetí charakterizuje nejen to, co bylo v penězích zapláceno ale vše, co bylo obětováno.

4.2.1 Náklady a výdaje

Výdaje jsou zmenšení objemu finančních prostředků podniku, vznikají momentem úhrady, zatímco náklady znamenají použití prostředků podniku za určité výkony, vznikají

v okamžiku spotřeby. Náklady musí souviset s výnosy konkrétního období, musí být zajištěna věcná a časová shoda výnosů s náklady a vykazovaným obdobím – časové rozlišování nákladů s výnosy.

Nákladové funkce vyjadřují vztah mezi náklady a objemem výroby. Náklady, které se vyvíjejí vůči objemu výroby lineárně, jsou tzv. proporcionální náklady. Pokud náklady rostou rychleji než objem výroby, jedná se o tzv. nadproporcionální náklady. Pokud náklady s rostoucím objemem výroby rostou pomaleji, jedná se o tzv. podproporcionální náklady. Kombinací zmíněných variant vzniká nákladová funkce (Zámečník, Tučková, Hromková 2007).

4.3 Nákladové funkce

Nákladové funkce jsou rozděleny:

- krátkodobé nákladové funkce,
- dlouhodobá nákladová funkce.

Krátkodobé nákladové funkce stanovují průběh nákladů v krátkém období, tzn. v období, ve kterém mohou být měněny pouze některé výrobní činitele, ovšem některé činitele měnit nelze. Objem výroby je limitován výrobní kapacitou, ta je stanovena neměnnými výrobními činiteli. Fixní výrobní činitele vytvářejí fixní náklady, proměnné výrobní činitelé určují variabilní náklady. Využívají se k běžnému operativnímu řízení, např. v analýze bodu zvratu, nebo při hodnocení racionalizačních opatření, při optimalizaci objemu výroby.

Dlouhodobé nákladové funkce definují průběh nákladů v delším období, tzn. v období, ve kterém mohou být měněny všechny výrobní činitele. Z důvodu, že dlouhodobá nákladová funkce neobsahuje fixní náklady, zahrnuje pouze průměrné a marginální náklady. Dlouhodobá funkce je tvořena z částí krátkodobých nákladových funkcí, vyjadřujících průběh nákladů pro daný rozsah objemu výroby (Desai, Mital 2018).

4.4 Určení nákladů

Je nutno určit co nejpřesněji s jakými náklady je podnik schopen daný produkt vyrábět, aby bylo možno posoudit, zda je možno výrobek na trhu prodat. Je nutné z tržeb zajistit krytí vynaložených nákladů, včetně nákladů oportunitních. Je potřeba mít současně stanovený zisk, zahrnující odměnu, ale také ohodnocení rizika podnikání. Z tohoto důvodu představují náklady výroby minimální hranici prodejní ceny.

Je nutné při kalkulaci ceny výrobků rozlišovat fixní a variabilní náklady. Dále také vycházet z průměrných nákladů, dosažených při maximalizaci objemu produkce. Součástí fixních nákladů jsou také odpisy, které společně se ziskem vytvářejí cash flow (Zámečník, Tučková, Hromková 2007).

Kdy je možný prodej za nižší ceny, než jsou vlastní náklady výrobku:

- cena převyšuje variabilní náklady, uhrazuje alespoň část fixních nákladů,
- nízké ceny umožní snížit zásoby neprodaných výrobků,
- dojde k lepšímu využití stávajícího zařízení.

4.5 Plánování výrobního programu

Výrobní program je sortimentní skladba a objem výroby, které se budou v konkrétním období vyrábět. Výrobní program je neustále měněn v souvislosti se zařazováním a vyřazováním zastaralých výrobků.

Hlavní informace pro plánování výrobního programu stanovuje tzv. odbytový plán, jehož požadavky jsou posuzovány s výrobními kapacitami. Obvykle se sestavuje dlouhodobý (resp. střednědobý) a krátkodobý plán.

Dlouhodobý plán – má stanovit změny výrobního programu, které vyžadují nové výrobní kapacity, novou technologii, jiné pracovní postupy a pracovníky, velké finanční prostředky.

Krátkodobý plán – vychází z existujících výrobních kapacit a technologií, z aktuální struktury pracovníků, ze současných finančních zdrojů. Týká se menších změn ve výrobním programu, většinou změn v konstrukci a designu výrobků.

Plánování výrobního programu je ovlivněno druhem vyráběných výrobků (Zámečník, Tučková, Hromková 2007).

4.6 Plánování výrobního procesu

Pokud je stanoveno množství výroby, je potřeba určit jakým způsobem, jakou technologií a z jakých materiálů budou výrobky vyrobeny.

Plánování výrobního procesu obsahuje hlavně hledání a realizování kombinace elementárních výrobních faktorů pro splnění výrobního programu. Je potřeba, aby výroba pružně reagovala na požadavky zákazníků uplatněním principu „tahu“, principu zamezení plýtvání, principu nepřetržitého zlepšování, principu zaměření na podstatné činnosti

a klíčové schopnosti (tj. uplatňování Lean Management – řízení štíhlé výroby) (Zámečník, Tučková, Hromková 2007).

Při plánování výrobního procesu jsou nejčastěji využity tyto systémy:

- **CPM** (Critical Path Method) – metoda kritické cesty.
- **PERT** (Program Evaluation and Review Technic) – metoda hodnocení a posuzování projektů.
- **RAMPS** (Resources Allocation and Multi-Project Scheduling) – metoda rozmíst'ování víceprojektového plánování zdrojů.
- **CAD/CAM** (Computer Aided Design and Manufacture) – počítačem podporované návrhy designu a výroby, které jsou používány především v technické přípravě výroby.
- **Reengineering** zásadní a radikální rekonstrukce podnikových procesů s cílem zvýšení výkonnosti podniku.
- **EMS, EMAS** (Environmental Management System, Environmental Management System and Audit Scheme) – umožňují zahrnovat požadavky ochrany životního prostředí do řízení výrobního procesu.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 NÁVRH VARIANT ŘEŠENÍ

Existuje velké množství druhů kladek, které lze použít v níže uvedených strojích:

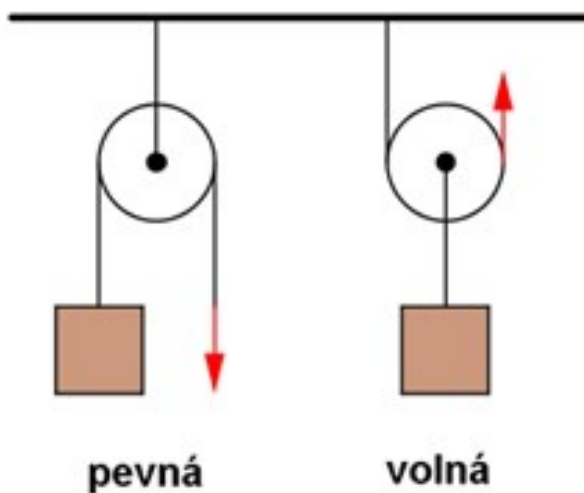
- jednoduchý kladkostroj,
- Archimedův kladkostroj,
- diferenciální kladkostroj.

Základní členění kladek:

- kladka pevná,
- kladka volná.

5.1 Varianty řešení

Základní druhy kladek jsou kladky pevné a kladky volné. Pevná kladka působí také jako základní kladka ve strojích, na rozdíl od kladky volné, která slouží jako pomocná kladka pro převod a rozložení působících sil.



Obrázek 9 Působení sil na pevnou a volnou kladku
(ZSNPR, © 2023)

5.2 Rozbor a volba zvolené varianty

Kladka pevná je volena z důvodu větší univerzálnosti v použití napříč různými obory. Kladky mají využití zejména v oborech strojírenství a stavebnictví, automobilový průmysl, hutnictví ale i např. ve zdravotnictví.

5.2.1 Rozbor zvolené varianty

Na základě osobního průzkumu ve firmách, které se zabývají strojírenskou výrobou, nebo logistikou je patrné, že je trvalý růst potřeby kladek pro efektivnější přepravu zboží, materiálů, sportovního a rekreačního zboží.

5.2.2 Volba zvolené varianty

Na základě průzkumu je volena kladka pevná z důvodu možnosti použití samotné kladky, na rozdíl od kladky volné, která je užitá jako součást kladkostroje. Nezanedbatelnou výhodou je průběžné a plynulé zatížení s ohledem na zatěžující sílu, která může být proměnná v čase.

Tato funkce je zajištěna použitím pružiny v sestavě kladky.

6 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

Volba co nejjednoduššího konstrukčního a výrobního řešení umožňuje co nejvyšší dostupnost normalizovaných dílů. Cílem je dosáhnout co nejmenších výrobních nákladů.

Prvotním pevnostním výpočtem musí být výpočet lana. S vazbou na průměr lana se navrhují ostatní díly tvořící sestavu kladky.

Následně se vytipují kritická místa celého mechanismu a provede se pevnostní výpočet.

6.1 Požadované hodnoty

Tabulka 1 Zadání kladky (vlastní tvorba)

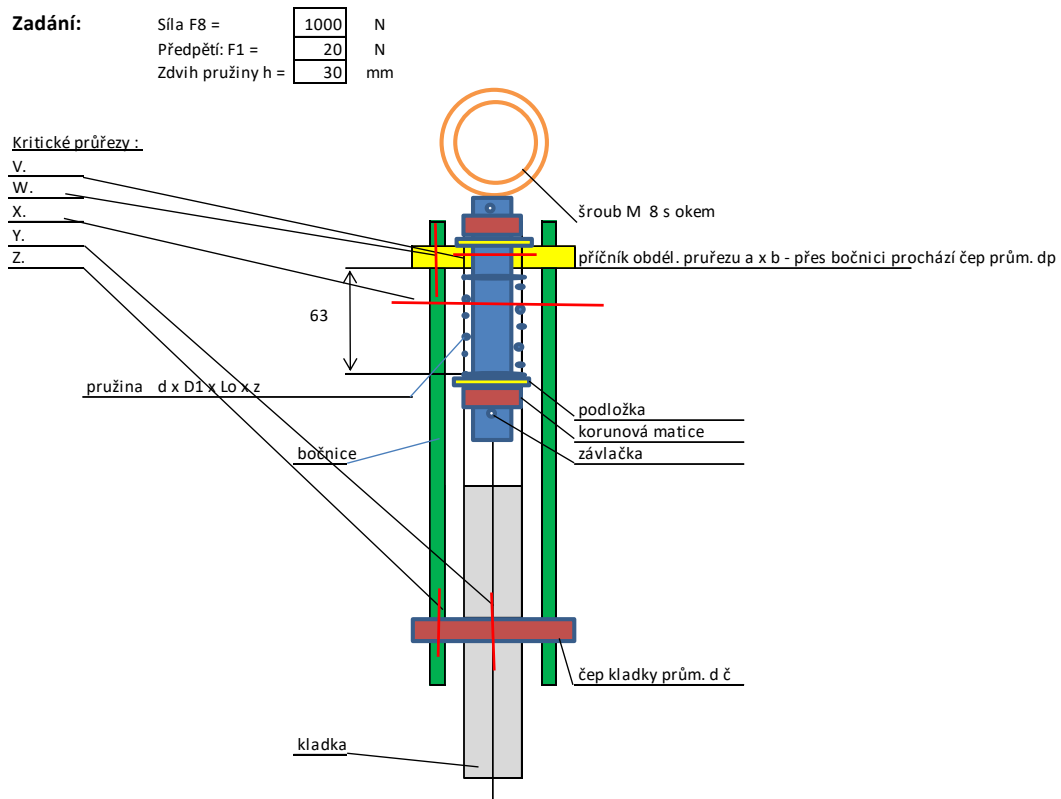
Název	Hodnota	Jednotky
Síla F8	1000	N
Předpětí F1	20	N
Zdvih pružiny h	30	mm

Síla F8: Jedná se o sílu působící na kladku od břemene. Kladka bude zatížena hmotností 1000 [N].

Předpětí F1: Síla nutná ke stlačení pružiny pro instalaci do sestavy kladky. Z důvodu možnosti montáže pružiny bez nutnosti stahovacího přípravku pružiny.

Zdvih pružiny h: Rozdíl deformací u pružiny v plně zatíženém a předepjatém stavu se označuje jako pracovní zdvih pružiny h.

6.2 Schéma vybraného řešení



Obrázek 10 Schéma kladky (vlastní tvorba)

6.3 Konstrukční návrhy a výpočty

Návrh celkové sestavy vychází ze zadaných základních parametrů kladky: síly F8, předpětí F1 a zdvihu pružiny h (Tabulka 1).

Síla od břemene F8 – má rozhodující vliv na průměr nosného lana. Od kontrolního pevnostního výpočtu lana se odvíjí základní rozměry a parametry ostatních položek celé sestavy kladky:

- Konstrukční návrh a pevnostní výpočet lana – bod 6.3.1.
- Konstrukční návrh kladky – bod 6.3.2.
- Pevnostní výpočet a návrh pružiny – bod 6.3.3.
- Konstrukční návrh a pevnostní výpočet šroubu – bod 6.3.4.
- Konstrukční návrh a pevnostní výpočet příčnicku – bod 6.3.5.

- Pevnostní výpočet čepu kladky a pevnostní výpočet napětí – bod 6.3.6.

Základní podmínkou pro dimenzování součástí, případně kontrolu navržených parametrů je, že hodnota napětí v kritických místech musí být menší nebo rovna hodnotě napětí dovolené pro příslušný materiál, ze kterého je součástka vyrobena. Pevnostní podmínky a vzorce pro dimenzování součástí a pevnostní kontrolu jsou v příloze P VII.

6.3.1 Lano – návrh, výpočet

Ze sortimentu lan dle ČSN (Tabulka 2), je navrženo lano průměr $d_l = 3,55$ [mm] o jmenovité pevnosti $F_p = 1270$ [MPa] a jmenovitým nosným průřezem lana $S = 4,5$ [mm²].

Tabulka 2 Lana – výběr z ČSN 27 0100 (Leinveber, Vávra 2021)

Technické parametry lan

Jmenovitý průměr lana [mm] ±5%	Jmenovitý průměr drátu [mm]	Jmenovitý nosný průřez lana [mm ²]	Jmenovitá nosnost 1 m lana [kg] +6%/-3%	Jmenovitá únosnost lana [kN] při jmenovité pevnosti drátu [MPa]					
				1270	1370	1570	1670	1770	1960
3,15	0,2	3,581	0,033	4,458		5,622		6,338	7,019
3,55	0,224	4,493	0,041	5,706		7,054		7,953	8,806
4	0,25	5,596	0,052	7,107		8,786		9,905	10,97

Lano je pevnostně namáháno na tah, dle přílohy P VII.

Kontrolní výpočet je dán základní podmínkou pevnosti v tahu dle rovnice :

$$\sigma_t = \frac{F_B}{S} \leq \sigma_{t,dov} \quad (6.1)$$

$$\sigma_t = 222,2 \text{ [MPa]}$$

Dovolené napětí v tahu lze vypočítat dle vzorce:

$$\sigma_{t,dov} = \frac{F_p}{k} \quad (6.2)$$

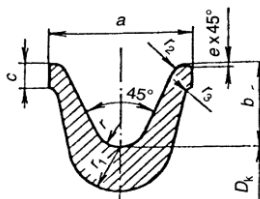
$$\sigma_{t,dov} = 317,5 \text{ [MPa]}$$

Z porovnání hodnot napětí v tahu $\sigma_t = 222,2$ [MPa] a napětí dovolené v tahu $\sigma_{t,dov} = 317,5$ [MPa] vyplývá, že podmínka pevnosti v tahu definovaná rovnicí (6.1) je splněna.

6.3.2 Kladka – návrh

Průměr lana $d_l = 3,55$ [mm], dle výběru ze sortimentu ČSN (Tabulka 3), je určujícím parametrem pro návrh velikosti kladky.

Tabulka 3 Kladka – výběr z ČSN 27 1820 (Leinveber, Vávra 2021)



Drážka kladky		Průměr lana d	Rozměry [mm]						
Označení	Poloměr r		a	b	c	e	r1	r2	r3
1	2,0	3,55 a 4,0	15,0	10,0	4,0	-	5,0	1,5	1,0
2	2,7	4,5 a 5,0	18,0	12,5	4,0	-	6,0	2,0	1,0

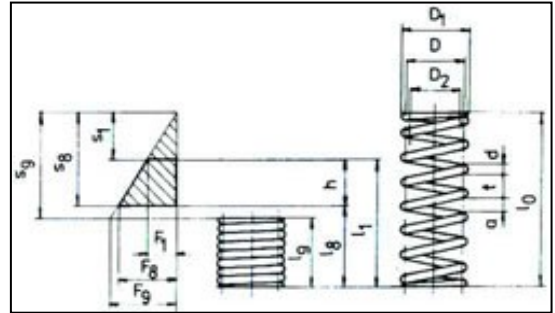
Dle Tabulky 3 je navržena kladka označení 1, šířka kladky = 15 [mm], vnější průměr kladky = 60 [mm].

6.3.3 Pružina – výpočet, návrh

Níže popsáný způsob výpočtu je navržen dle typu předpokládaného zatížení. U kladky je předpokládáno převážně statické zatížení s nižší proměnlivostí, tj. s cyklickými změnami zatížení, s požadavkem životností méně než 10^5 pracovních cyklů.

Pro předpokládaný charakter namáhání je definován kontrolní pevnostní výpočet pružiny na krut a s ohledem na použití pružiny v sestavě kladky i na vzpěrné vybočení.

- d – průměr drátu,
 D_1 – vnější průměr pružiny,
 L_0 – délka pružiny ve volném stavu,
 z – počet závitů,
 D – střední průměr,
 F_8 – největší pracovní zatížení pružiny [N],
 d' – předběžný průměr drátu,
 D_2 – vnitřní průměr pružiny,
 t – rozteč závitu,
 o – vůle mezi závity,
 h – pracovní zdvih.



Obrázek 11 Rozměry pružiny dle ČSN (E-konstruktor, © 2023)

Střední průměr pružiny – s ohledem na konstrukci kladky je navržen – $D = 16$ [mm].

Předběžný průměr drátu pružiny – d' , dle přílohy P VII:

Předběžný průměr drátu pružiny lze vypočítat dle vzorce:

$$d' = \sqrt[3]{\frac{8 \cdot F_8 \cdot D}{\pi \cdot \tau_{k,dov}}} \quad (6.3)$$

Napětí dovolené v krutu lze vypočítat dle vzorce:

$$\begin{aligned} \tau_{k,dov} &= k_m \cdot R_m \\ \tau_{k,dov} &= 1200 \text{ [MPa]} \end{aligned} \quad (6.4)$$

Dosazením hodnot $F_8 = 1000$ – zatížení od břemene [N], $D = 16$ – střední průměr pružiny [mm], a $\tau_{k,dov} = 1200$ – napětí dovolené v krutu [MPa], do vzorce (6.3), lze vypočítat předběžný průměr drátu $d' = 3,2$ [mm].

Průměr drátu pružiny – d , dle přílohy P VII:

Poněvadž dochází ke kombinovanému namáhání – krut x ohyb – je počítána korekce výpočtu průměru drátu dle vzorce:

$$d = d' \cdot \sqrt[3]{K} = 3,6 \text{ [mm]} \quad (6.5)$$

Kontrola pružiny na krut, základní výpočtový vztah, dle přílohy P VII:

Kontrolní výpočet je dán základní podmínkou pevnosti v krutu dle rovnice:

$$\tau_K = \frac{M_k}{W_k} \leq \tau_{k,dov} \quad (6.6)$$

Velikost krouticího momentu M_k lze vypočítat:

$$M_k = F \cdot D/2 = 1000 \cdot 8 = 8000 \text{ [Nmm]}$$

Průřezový modul v krutu W_k pro kruhový profil lze vypočítat:

$$W_k = 3,14 \cdot (d^3) / 16 = 9,16 \text{ [mm}^3\text{]}$$

Dosazením hodnot M_k a W_k do rovnice (6.6) lze vypočítat napětí v krutu:

$$\tau_K = 874,3 \text{ [MPa]}$$

Z porovnání hodnot napětí v krutu $\tau_K = 874,3 \text{ [MPa]}$ a napětí dovolené v krutu $\tau_{k,dov} = 1200 \text{ [MPa]}$ – vyplývá, že podmínka pevnosti v krutu definovaná rovnicí (6.6) je splněna.

Výpočet dalších parametrů dle vzorců (6.7) až (6.14) uvedených v Příloze P VII. je nezbytný pro výběr pružiny z norem ČSN nebo případnou výrobu pružiny.

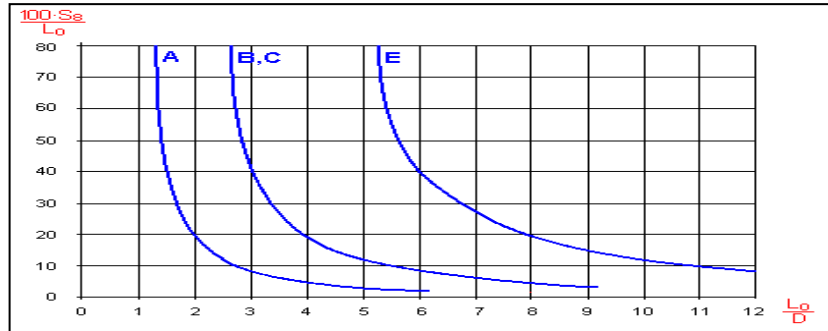
Na základě výpočtů je navržena pružina:

$$3,6 \times 19,6 \times 91,8 \times 15 \quad \text{EN 10 270-1, ČSN 24 6450}$$

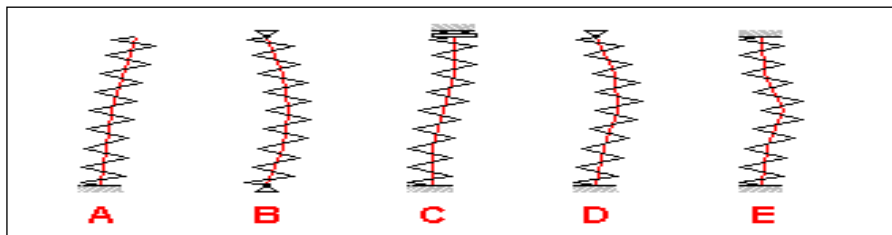
Kontrola pružiny na vzpěrné vybočení, dle přílohy P VII:

U tlačné pružiny je třeba vždy kontrolovat její zabezpečení proti vzpěrnému vybočení.

Hodnota dovolené deformace je stanovena výpočtem pro daný štíhlostní poměr pružiny $\frac{L_0}{D}$ a typem uložení pružiny (Obrázek 12 a Obrázek 13).



Obrázek 12 Grafy deformací dle ČSN (Mitcalc, © 2023)



Obrázek 13 Graf deformací dle délky pružiny (Mitcalc, © 2023)

Výpočet hodnot pro graf, dle přílohy P VII:

$$\text{Štíhlostní poměr: } \frac{L_0}{D} = \frac{91,81}{16} = 5,7 \quad (6.15)$$

$$\frac{100 * S_8}{L_0} = \frac{100 * 30,61}{91,81} = \frac{3061}{91,81} = 33,34 \quad (6.16)$$

kde: $L_0 = 91,81$ – celková délka pružiny [mm], $D = 16$ – střední průměr pružiny [mm],
 $S_8 = 30,61$ – hodnota v diagramu zatížení [mm].

Z hodnot štíhlostního poměru a grafů na Obrázcích 12 a 13 vyplývá, že parametry pružiny odpovídají poloze mezi body B, C a E. To znamená, že její funkce při zátěži musí být zajištěna proti vybočení.

V navrženém konstrukčním řešení je tento požadavek zajištěn tím, že šroub prochází vnitřkem pružiny. Tím je splněna podmínka zábrany proti vybočení.

6.3.4 Šroub – kritický průřez „X“

Šroub tvoří základní nosnou část celé konstrukce kladky. Šroub je od síly F8 namáhán na tah.

Poloha korunových matic definuje stlačení pružiny pro zajištění požadavku zadání na velikost síly $F_1 = 20$ [N] – předpětí pružiny. Pojištění korunových matic je provedeno závlačkou o průměru $d_z = 2$ [mm]. V tomto místě je zmenšen nosný průřez šroubu a je definován tzv. „kritický průřez“ šroubu.

Z důvodů konstrukčního řešení kladky a požadavku na zajištění proti vybočení je navržen šroub M8 x 1.

Pevnostní kontrola v tahu, dle přílohy P VII:

Kontrolní výpočet je dán základní podmínkou pevnosti v tahu dle rovnice:

$$\sigma_t = \frac{F_8}{S_1} \leq \sigma_{t,dov} \quad (6.17)$$
$$\sigma_t = 42,4 \text{ [MPa]}$$

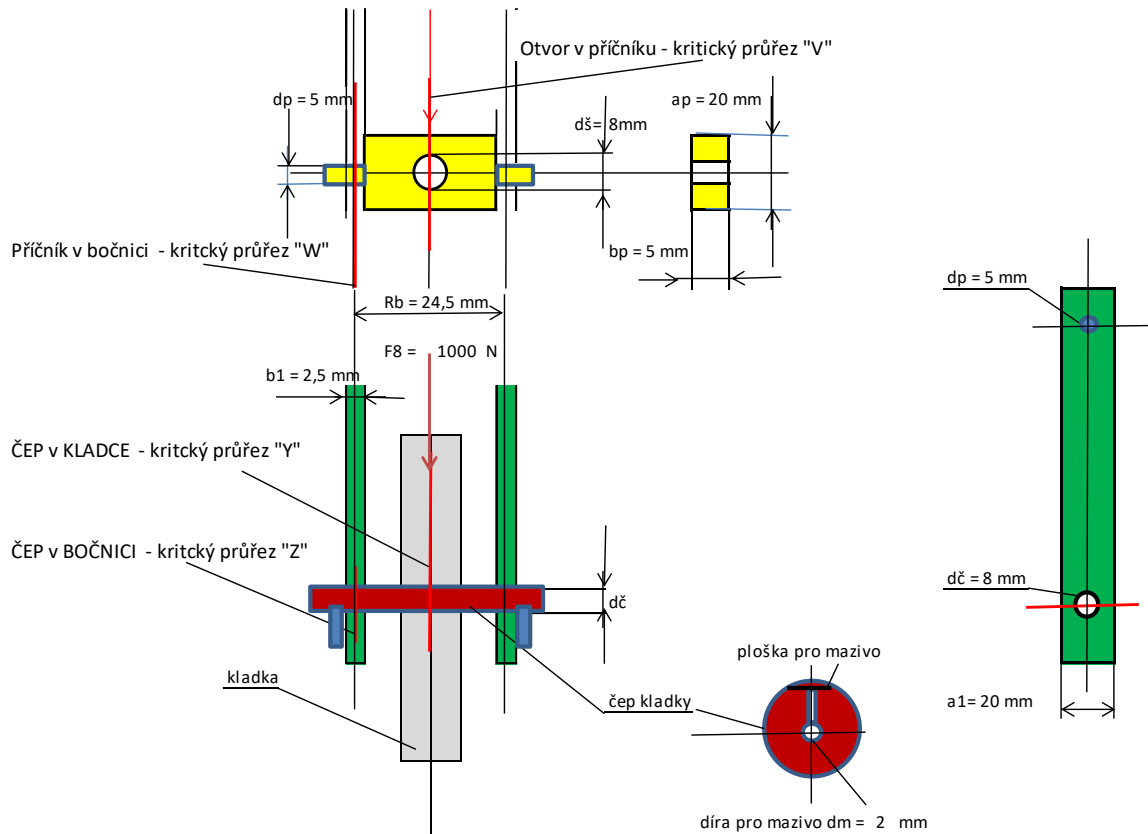
Napětí dovolené v tahu lze vypočítat dle vzorce:

$$\sigma_{t,dov} = 0,85 * \frac{R_m}{k_m} \quad (6.18)$$
$$\sigma_{t,dov} = 133,57 \text{ [MPa]}$$

Z porovnání hodnot napětí v tahu $\sigma_t = 42,4$ [MPa] a napětí dovolené v tahu $\sigma_{t,dov} = 133,57$ [MPa] vyplývá, že podmínka pevnosti v tahu definovaná rovnicí (6.17) je splněna.

6.3.5 Příčník – kritické průřezy „V“ a „W“

V sestavě kladky je příčník namáhán od zatížení břemene F8 ve dvou kritických průřezech. V ose síly F8 se jedná o namáhání na ohyb – kritický průřez „V“ a v místě vetknutí příčníku do bočnic se jedná o namáhání na smyk – kritický průřez „W“.



Obrázek 14 Schéma a rozměry kritických položek (vlastní tvorba)

Kontrola na OHYB – kritický průřez „V“, dle přílohy P VII:

Kontrolní výpočet je dán základní podmínkou pevnosti na ohyb dle rovnice:

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} \leq \sigma_{o.dov} \quad (6.19)$$

Průřezový modul v ohybu lze vypočítat dle vzorce:

$$W_o = \left(\frac{1}{6} * ap * bp^2 \right) - \left(\frac{1}{6} * dš * bp^2 \right) \quad (6.20)$$

$W_o = 50$ – průřezový modul v ohybu [mm³]

Ohybový moment lze vypočítat dle vzorce:

$$M_o = \frac{F8 * Rb}{4} \quad (6.21)$$

$M_o = 6125$ – ohybový moment [Nmm]

Dosazením hodnot M_o a W_o do rovnice (6.19) lze vypočítat napětí v ohybu:

$$\sigma_o = 122,5 \text{ [MPa]}$$

Napětí dovolené v ohybu lze vypočítat dle vzorce:

$$\sigma_{o,dov} = 0,85 * \frac{R_m}{k_m} \quad (6.22)$$
$$\sigma_{o,dov} = 133,57 \text{ [MPa]}$$

Z porovnání hodnot napětí v ohybu $\sigma_o = 122,5 \text{ [MPa]}$ a napětí dovolené v ohybu $\sigma_{o,dov} = 133,57 \text{ [MPa]}$ vyplývá, že podmínka pevnost na ohyb definovaná rovnicí (6.19) je splněna.

Kontrola na SMYK – kritický průřez „W“, dle přílohy P VII:

Kontrolní výpočet je dán základní podmínkou pevnosti ve smyku dle rovnice:

$$\tau_s = \frac{F8/2}{S_b} \leq \tau_{s,dov} \quad (6.23)$$
$$\tau_s = 25,47 \text{ [MPa]}$$

Napětí dovolené ve smyku lze vypočítat dle vzorce:

$$\tau_{s,dov} = k_m * R_m \quad (6.24)$$
$$\tau_{s,dov} = 133,57 \text{ [MPa]}$$

Z porovnání hodnot napětí ve smyku $\tau_s = 25,47 \text{ [MPa]}$ a napětí dovolené ve smyku $\tau_{s,dov} = 133,57 \text{ [MPa]}$ – vyplývá, že podmínka pevnosti ve smyku definovaná rovnicí (6.23) je splněna.

6.3.6 Čep kladky – kritické průřezy „Y“ a „Z“

Čep kladky je namáhán od zatížení břemene F8 ve dvou kritických průřezech. V ose síly F8 se jedná o namáhání na ohyb – kritický průřez „Y“ a v místě vetknutí čepu kladky do bočnic se jedná o namáhání v tahu – kritický průřez „Z“.

Základem pevnostního výpočtu je určit průměr čepu kladky z podmínky dodržení dovoleného napětí v ohybu – kritický průřez „Y“. Následně je nutno provést kontrolu napětí v tahu v oblasti vetknutí čepu kladky do bočnice – kritický průřez „Z“.

Výpočet průměru čepu kladky – OHYB, dle přílohy P VII:

Průměr čepu kladky se stanoví ze základní podmínky pevnosti v ohybu dle rovnice:

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} \leq \sigma_{o.dov} \quad (6.25)$$

Napětí dovolené v ohybu lze vypočítat dle vzorce:

$$\sigma_{o,dov} = 0,85 * \frac{R_m}{k_m} \quad (6.26)$$

$$\sigma_{o,dov} = 133,57 \text{ [MPa]}$$

Ohybový moment lze vypočítat dle vzorce:

$$M_o = F8/2 * Rb/2 \quad (6.27)$$

$M_o = 6125$ – ohybový moment [Nmm]

Dosazením do rovnice (6.25):

$$- \text{velikost napětí dovolené v ohybu } \sigma_{o,dov} = 133,57 \text{ [MPa]}$$

$$- \text{průřezový modul v ohybu } W_o = \frac{\pi}{32} * d\check{c}^3 \text{ [mm}^3\text{]}$$

a matematickou úpravou lze vypočítat průměr čepu kladky:

$$133,57 = \frac{6125}{\frac{\pi}{32} * d\check{c}^3} \quad \Rightarrow \quad d\check{c} = 7,76 \text{ [mm]}$$

Průměr čepu je stanoven na rozměr $d\check{c} = 8$ [mm].

Kontrola pevnosti v tahu v bočnici – kritický průřez „Z“, dle přílohy P VII:

V bočnici jsou provrtány dva otvory – pro vetknutí příčnicku $d_p = 5$ [mm] a pro čep kladky $d\check{c} = 8$ [mm]. V místě otvoru pro čep kladky je definován kritický průřez. Zde je nutno provést kontrolu napětí v tahu v místě vetknutí čepu kladky do bočnice.

S ohledem na konstrukci kladky je navržena tloušťka bočnice $b_1 = 2,5$ [mm].

Kontrolní výpočet je dán základní podmínkou pevnosti v tahu dle rovnice:

$$\sigma_t = \frac{F8/2}{S_b} \leq \sigma_{t.dov} \quad (6.28)$$

$$\sigma_t = 16,6 \text{ [MPa]}$$

Dovolené napětí v tahu lze vypočítat dle vzorce:

$$\sigma_{t,dov} = 0,85 * \frac{R_m}{k_m} \quad (6.29)$$

$$\sigma_{t,dov} = 97,15 \text{ [MPa]}$$

Z porovnání hodnot napětí v tahu $\sigma_t = 16,6 \text{ [MPa]}$ a napětí dovolené v tahu $\sigma_{t,dov} = 97,15 \text{ [MPa]}$ vyplývá, že podmínka pevnost v tahu definovaná rovnicí (6.28) je splněna.

6.4 Výkresová dokumentace vyráběných položek zvolené varianty

Celková sestava kladky obsahuje 14 položek: Příloha P I.

Kompletně vyráběné položky: pozice č. 3, 4, 5, 11.

Nakupované položky, ale je nutná dodatečná technologická úprava: pozice č. 2, 6, 13.

Nakupované položky bez dodatečné úpravy: pozice č. 1, 7, 8, 9, 10, 12, 14.

Níže jsou popsány jen základní informace pro tvorbu konstrukční dokumentace a výrobních postupů – návodek pro kompletně vyráběné položky.

Podrobně – vzorově je popsána dokumentace k výrobě čepu kladky – výrobní výkres P II, a návodek na výrobu příloha P III, P IV, P V, P VI.

6.4.1 Kompletně vyráběné položky

Příčnick – pozice č. 3

- Výroba z polotovaru – Tyč plochá 20 x 5 x 38 [mm]
- Výroba:
Frézování na rozměry, navrtání, vrtání průměru pro šroub M8 [mm] a soustružení trnů průměrů $dt = 5$ [mm], s přepnutím součásti.

Bočnice – pozice č. 4

- Výroba z polotovaru – Tyč plochá 20 x 2,5 x 185 [mm].
- Výroba:
Frézování na rozměry s přepnutím, navrtání, vrtání a vystružení děr $dp = 5$ [mm] a $dč = 8$ [mm], vrtání děr a řezání závitu pro pojistné šroubky M3 [mm].

Čep kladky – pozice č. 5

- Výroba z polotovaru – Tyč kruhová 10 x 45 [mm].
- Výroba:

Soustružení čepu $d\check{c} = 8$ [mm], vrtání díry $d_m = 2$ [mm] pro mazání a závit, řezání závitu pro mazací hlavici, frézování plošky pro mazání, vrtání díry pro mazání a frézování drážek pro pojistné destičky, broušení čepu.

Pojišťovací destička – pozice č. 11

- Výroba z polotovaru – plech tloušťky 1,5 [mm], výstřižek o rozměrech 20 x 10 [mm], navrtání a vrtání otvorů pro pojistné šroubky M3 [mm].

6.4.2 Nakupované položky s úpravou

Níže uvedené nakupované položky je nutno technologicky upravit dle konstrukční dokumentace. Úprava je nutná s ohledem na funkci položky v sestavě kladky.

Závitová tyč (šroub) – pozice č. 2

Navrtat a vrtat díry průměr 2,2 [mm] pro závlačku průměr 2,0 [mm] – 3x.

Kladka – pozice č. 6

Soustružit náboj kladky oboustranně na šířku 20 [mm].

Navrtat, vrtat a vystružit díru průměr 8H8 pro čep kladky.

Soustružit vnější průměr kladky a tvarovým speciálním nožem tvar drážky na rozměry dle ČSN.

Závěsné oko – pozice č. 13

Navrtat a vrtat díru průměr 2,2 [mm] pro závlačku průměr 2,0 [mm].

6.4.3 Sestava kladky

Montáž a kompletace – sled operací:

1. šroub, podložka, korunová matice, závlačka, pružina, příčník, podložka, korunová matice, závlačka, závěsné oko, závlačka.
2. bočnice, pojistné třmenové kroužky.
3. kladka, čep kladky s mazací hlavici, pojistné destičky.

Sestava kladky je podrobně popsána v Návodce na sestavu – viz Příloha č. P VI.

6.4.4 Náklady na přípravek

Pro stanovení bodu zvratu u dané varianty výroby je důležitá velikost fixních nákladů (FN), prodejní cena výrobku (p) a velikost variabilních nákladů (b).

Tabulka 4 Náklady na vyráběné, upravené a nakupované položky (vlastní tvorba)

				Celkem Nm	Celkem Nmz	
Pozice sestavy :	Rozměr	Ks		Kč	Kč	
14.	Pojistný šroub	M 3	4	Nákup	6,20 Kč	
13.	Závěsné oko	M 8 x 1	1	Úprava	20,00 Kč	53,00 Kč
12.	Mazací hlavice	KM M 3 x 1	1	Nákup	9,50 Kč	
11.	Pojistná destička		2	Výroba	2,50 Kč	27,00 Kč
10.	Pojistný třmenový kroužek	RA 4	2	Nákup	1,60 Kč	
9.	Podložka	8,4 x 1,6	2	Nákup	1,20 Kč	
8.	Závlačka	2 x 25 mm	3	Nákup	1,00 Kč	
7.	Korunová matice	M 8x1	2	Nákup	1,20 Kč	
6.	Kladka	Odlitek prům. 60 mm	1	Úprava	53,00 Kč	160,00 Kč
5.	Čep kladky		1	Výroba	2,50 Kč	54,00 Kč
4.	Bočnice		2	Výroba	6,00 Kč	107,00 Kč
3.	Příčník		1	Výroba	1,00 Kč	160,00 Kč
2.	Závitová tyč (šroub)	M 8x1	1	Úprava	12,00 Kč	43,00 Kč
1.	Pružina	6,3x86,3x340x13,5	1	Nákup	52,00 Kč	
Celkem					169,70 Kč	604,00 Kč

kde: Nm – celkové náklady na materiál všech položek sestavy jednoho kusu kladky.

Nmz – celkové mzdové náklady všech položek sestavy jednoho kusu kladky.

Sestava kladky

Z podrobného popisu náplně prací v jednotlivých operacích sestavy a náročnosti na potřebné pomůcky je stanoven nezbytně nutný čas k sestavě – $t = 15$ [minut].

Průměrná mzda dělníka = 750 [Kč/h].

$$Nms - \text{mzdové náklady na sestavu kladky} = (t/60) * 750 = 187,5 \text{ [Kč/ks]} \quad (6.30)$$

7 EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ PŘÍPRAVKU

Po provedení návrhu kladky je nutno stanovit, zda je výroba zisková, což je prováděno analýzou bodu zvratu. Pro určení polohy bodu zvratu je nutno vypočítat jednotlivé náklady, mezi které patří:

Náklady na materiál:

- $N_m = 169,7$ [Kč] – celkové náklady na materiál všech položek sestavy jednoho kusu kladky (Tabulka 4)

Mzdové náklady:

- $N_{mz} = 604$ [Kč] – celkové mzdové náklady všech položek sestavy jednoho kusu kladky (Tabulka 4)
- $N_p = 125,0$ [Kč] – náklady na povrchovou úpravu vyráběných a nakupovaných položek (stanoveno odhadem)
- $N_{ms} = 187,5$ [Kč] – mzdové náklady na sestavu kladky dle vzorce (6.30)

Náklady variabilní na jednotku výrobku (b):

- $b = N_m + N_{mz} + N_p + N_{ms} = 1\,086,2$ Kč/ks

Náklady na režie:

- zahrnují tři základní druhy režijních nákladů, výrobní, správní a odbytové. Jsou to náklady, které přímo nesouvisí s výrobou, jako například osvětlení, expedice výrobků nebo mzdy managementu podniku.

Vypočtené náklady se člení do dvou hlavních kategorií, fixní (FN) a variabilní (b).

Jsou odlišné tím, že fixní náklady jsou dány náklady na navrhovanou výrobu za časové období a variabilní náklady jsou rozpočítány na 1 ks výrobku a spolu s rostoucí výrobou se zvyšují.

Jedná se o základní hodnoty, které je možno použít pro tvorbu diagramu bodu zvratu.

7.1 Ekonomické vyhodnocení výroby zvoleného přípravku

Je nutno vyhodnotit náklady výroby zvoleného přípravku a stanovit způsob výroby s ohledem na minimalizaci nákladů a maximalizaci zisku. Pro stanovení nejvíce efektivního způsobu výroby je nutno zhodnotit možné alternativy výroby.

7.1.1 Výpočet bodu zvratu a efektivnosti výroby

Pro výpočet bodu zvratu daného výrobku je třeba strukturovat druhy nákladů. Fixní náklady daného charakteru výroby (FN), navrhnout cenu výrobku s ohledem na konkurenceschopnost výrobku na trhu (p) a variabilní náklady daného výrobku (b).

Tabulka 5 Data pro výpočet bodu zvratu (vlastní tvorba)

Fixní náklady (FN)	35 000 Kč
Prodejní cena (p)	1 400 Kč/ks
Variabilní náklady (b)	1 086 Kč/ks

$FN = 35\,000$ [Kč] – stanoveno s ohledem na nutnost strojního vybavení, náročnosti celého nákladového řetězce – managementu, konstrukce, výroby, nákupu, logistiky, marketingu, prodeje.

$p = 1\,400$ [Kč/ks] – navrhovaná prodejní cena je stanovena s ohledem na ceny podobných kladek na trhu.

Bod zvratu lze vypočítat dle vzorce:

$$BZ(q) = FN / (p-b) \quad (7.1)$$

Dosazením hodnot $FN = 35\,000$ – fixní náklady [Kč],

$p = 1\,400$ – prodejní cena výrobku [Kč/ks] a $b = 1\,086$ – variabilní náklady na jeden kus [Kč/ks] do vzorce (7.1), lze vypočítat nezbytný počet kusů pro zajištění návratnosti vložených nákladů:

$$BZ(q) = 111,5 \text{ [ks]}$$

Pro pokrytí nákladů je potřeba prodat minimálně 112 [ks].

Celková tržba při prodeji 120 ks za minimální cenu $p_1 = 1\,400$ činí 168 000 [Kč].

Pro komplexní posouzení výhodnosti navržených typů výroby jsou pro výpočet bodu zvratu důležité hodnoty fixních nákladů (FN) a rozpočet variabilních nákladů na jeden kus (b) v členění dle typů výrob.

FN – lze stanovit dle nutnosti strojního vybavení, náročnosti celého nákladového řetězce – managementu, konstrukce, výroby, nákupu, logistiky, marketingu, prodeje.

Pro vlastní výrobu je rozpočet uveden v Kapitole 7.

Pro výrobu na CNC strojích bylo stanoveno FN = 80 000 Kč.

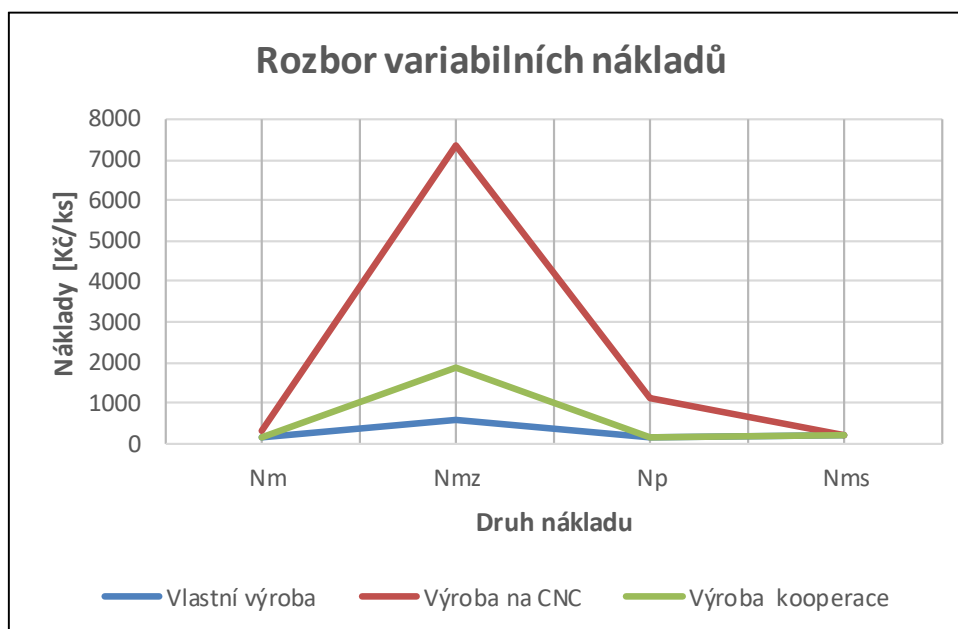
Pro výrobu v kooperaci bylo stanoveno FN = 50 000 Kč.

V níže uvedené Tabulce 6 je uveden rozbor variabilních nákladů (b):

U dalších typů výroby lze provést odhad na základě interních informací o technickém zázemí a technologickém vybavení dané firmy.

Tabulka 6 Rozbor variabilních nákladů (vlastní tvorba)

Druh nákladu	Nm	Nmz	Np	Nms	Celkem
Vlastní výroba	169,7	604	125	187,5	1086,2
Výroba na CNC	320	7368	1125	187	9000
Výroba kooperace	158	1886	125	187	2356



Obrázek 15 Graf rozboru variabilních nákladů (vlastní tvorba)

Z průběhu křivky nákladů na výrobu na CNC strojích lze konstatovat více jak dvanáctinásobné náklady na mzdy (Nmz) než náklady na vlastní výrobu. Náklady na mzdy při výrobě na CNC strojích vyplývají z požadavku na vysokou kvalifikační odbornost obsluhy CNC strojů.

Níže je v grafickém tvaru zpracováno posouzení tří variant výroby a vyhodnoceno dosažení bodu zvratu:

- Vlastní výroba – Tabulka 7 a Obrázek 16
- Výroba na CNC strojích, firma KOVOSA, s.r.o. – Tabulka 8 a Obrázek 18
- Výroba v kooperaci, jen vyráběné položky, firma Aircraft Industries, a.s. – Tabulka 9 a Obrázek 21

Tabulka 7 Rozpočet nákladů pro výpočet bodu zvratu vlastní výroba (vlastní tvorba)

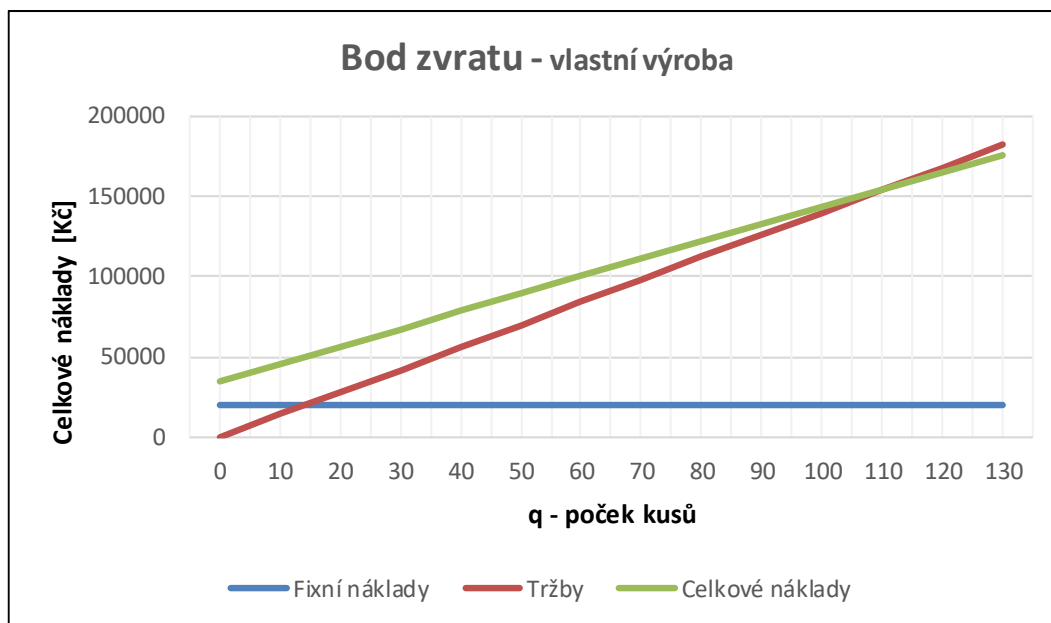
FN	35000
p	1400
b	1086

$$BZ(q) = FN / (p - b) \text{ [ks]}$$

$$BZ(q) = 111,46$$

ks	FN	Tržby	Celkové náklady
0	20000	0	35000
10	20000	14000	45860
20	20000	28000	56720
30	20000	42000	67580
40	20000	56000	78440
50	20000	70000	89300
60	20000	84000	100160
70	20000	98000	111020
80	20000	112000	121880
90	20000	126000	132740
100	20000	140000	143600
110	20000	154000	154460
120	20001	168000	165320
130	20002	182000	176180

V Tabulce 7 je dle vzorce pro výpočet zvratu (7.1) znázorněn průběh nákladů podle počtu kusů výrobku vyráběných vlastní výrobou.



Obrázek 16 Graf bodu zvratu pro vlastní výrobu (vlastní tvorba)

Z průběhu nákladových křivek, zobrazených v grafu – Obrázek 15, je možné konstatovat, že průsečík průběhu Tržeb a Celkových nákladů definuje Bod zvratu. Při prodeji nad 112 ks se výroba dostává do oblasti zisku – tržby jsou vyšší než celkové náklady.

S ohledem na rozpětí tržních cen u konkurence, lze uvažovat u navržené kladky prodejní cenu v relaci od 1 400 Kč.


Zvolená prodejní cena 1 400 Kč je konkurence schopná z důvodu instalované předepjaté pružiny. Tyto kladky nejsou nabízeny v běžném sortimentu. Kladka nemá v cenové relaci konkurenci, i když je prodávána za maximální cenu na trhu kladek o stejných hodnotách.

Výhodou navržené varianty oproti konkurenci je především odpružení síly zatížení.

7.2 Srovnání nákladů výroby

Navržený přípravek je možno vyrábět dvěma způsoby. První způsob je pro malé série, kdy je plánováno vyrábět v menších dílnách na základních obráběcích strojích.

Druhý způsob je výroba na CNC strojích ve strojírenské firmě. Byla stanovena cenová nabídka firmou KOVOSA, s.r.o. při výrobě 1 prototypu na 26 760 Kč a při výrobě 110 ks na 9 430 Kč/ks.

Nacenění výroba CNC 

toms7256@seznam.cz

Komu: Lukáš Popelka

Dobrý den,

Zasílám Vám cenovou nabídku na upínací přípravek.

Cena pro 1ks - 26 760 Kč

Pro sérii 110ks je jednotková cena 9430 Kč

S pozdravem

Tomáš Sadílek

----- Původní e-mail -----

Od: Lukáš Popelka <l1_popelka@utb.cz>

Komu: TomS7256@seznam.cz <TomS7256@seznam.cz>

Datum: 5. 5. 2023 16:10:12

Předmět: Nacenění výroba CNC

Dobrý den,

zašlete mi prosím cenovou nabídku na výrobu přípravku, dle podkladů v příloze. Uvedte prosím prodejní cenu pro 1 ks. a pro sérii 110 ks.

Děkuji

S pozdravem

Lukáš Popelka

UTB

Obrázek 17 Nabídka pro CNC výrobu (vlastní tvorba)

Tabulka 8 Rozpočet nákladů pro výpočet bodu zvratu výroba na CNC (vlastní tvorba)

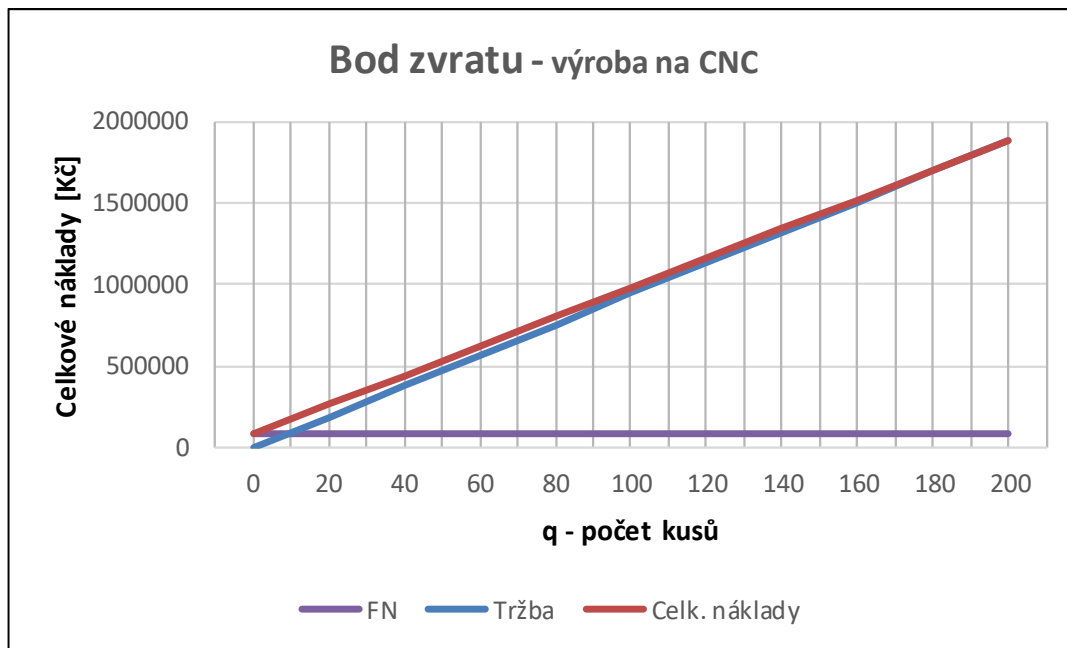
Fn	80000
p	9430
b	9000

$$BZ(q) = FN / (p - b) \quad [ks]$$

$$BZ(q) = 186,05$$

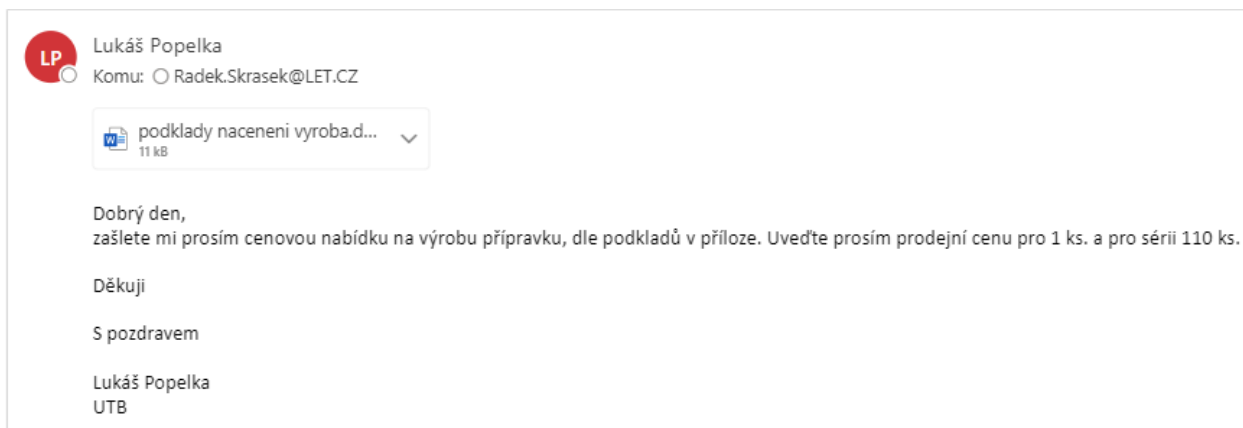
ks	FN	Tržby	Celk. náklady
0	80000	0	80000
20	80000	188 600	260000
40	80000	377 200	440000
60	80000	565 800	620000
80	80000	754 400	800000
100	80000	943 000	980000
120	80000	1 131 600	1160000
140	80000	1 320 200	1340000
160	80000	1 508 800	1520000
180	80000	1 697 400	1700000
200	80000	1 886 000	1880000

V Tabulce 8 je dle vzorce pro výpočet zvratu (7.1) znázorněn průběh nákladů podle počtu kusů výrobku vyráběných na CNC strojích.



Obrázek 18 Graf bodu zvratu pro výrobu na CNC (Nabídka od firmy KOVOSA, s.r.o.)

Třetí způsob výroby je nechat vyrábět vyráběné a upravované položky externí firmou v kooperaci konvenčním způsobem obrábění a montáž realizovat ve vlastní dílně. Pro tento způsob výroby byla odeslána žádost na cenovou nabídku společnosti Aircraft Industries, a.s.



Obrázek 19 Cenová poptávka Aircraft Industries, a.s. (vlastní tvorba)

ŠR Škrášek Radek <Radek.Skrasek@LET.CZ>
Komu: Lukáš Popelka


naceni_kladka_vyroba.docx
591 kB

Dobrý den,
níže zasílám cenovou nabídku na výrobu dílů dle Vámi zasláné dokumentace:

Položka	Cena za 1ks	Cena série 110ks
Příčnik	1 251,-Kč	543,-Kč
Bočnice	715,-Kč	361,-Kč
Čep kladky	1 162,-Kč	454,-Kč
Pojišťovací destička	626,-Kč	272,-Kč
Cena celkem za sadu	3 754,-Kč	1 630,-Kč

Výše uvedené ceny platí do 30.06.2023
Uvedené ceny jsou bez DPH a bez dopravy.

S pozdravem



Radek Škrášek
Povrchové úpravy a kooperace /
Surface treatment and cooperation

- +420 778 475 656 / +420 572 817 502
- radek.skrasek@let.cz
- www.let.cz
- Na Záhonech 1177, 686 04 Kunovice, Czech Republic

Informace obsažené v tomto e-mailu a jeho přílohách jsou považovány za důvěrné. Příjemce tohoto e-mailu nesmí tyto informace prozradit třetí osobě a ani je použít v rozporu s jejich účelem pro své potřeby.
This message contains confidential information and is intended only for the individual named. If you are not the named

Obrázek 20 Cenová nabídka Aircraft Industries, (Aircraft Industries, a.s.)

Tabulka 9 Rozpočet nákladů pro výpočet bodu
zvratu výroba pouze vyráběných položek v
kooperaci (vlastní tvorba)

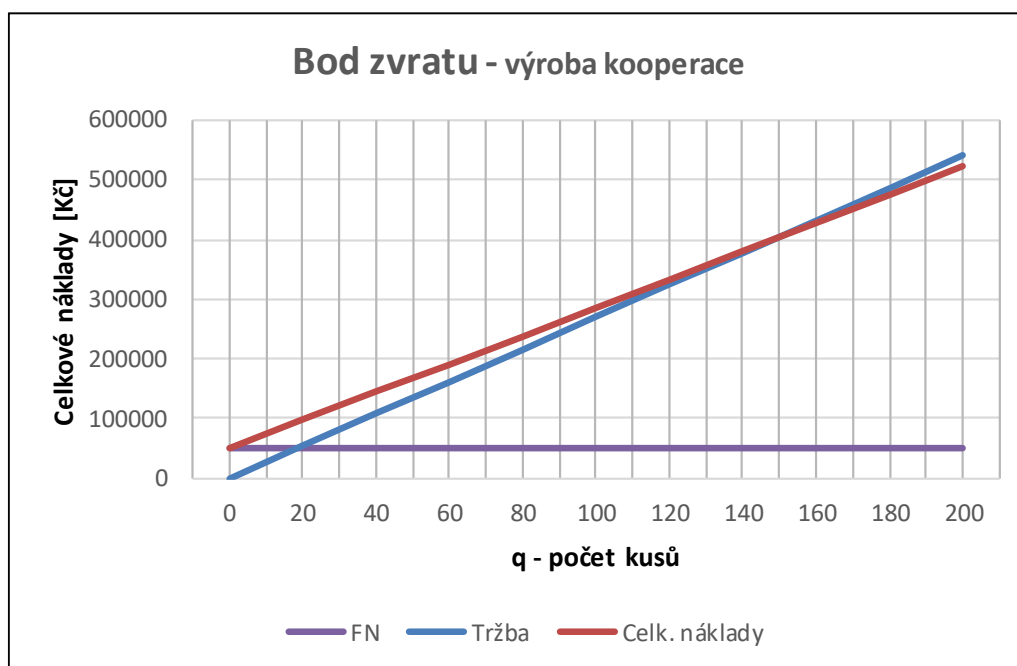
Fn	50000
p	2700
b	2356

$$BZ(q) = FN / (p - b) \quad [ks]$$

$$BZ(q) = 145,43$$

ks	FN	Tržby	Celk. náklady
0	50000	0	50000
20	50000	54 000	97124
40	50000	108 000	144248
60	50000	162 000	191372
80	50000	216 000	238496
100	50000	270 000	285620
120	50000	324 000	332744
140	50000	378 000	379868
160	50000	432 000	426992
180	50000	486 000	474116
200	50000	540 000	521240

V Tabulce 9 je dle vzorce pro výpočet zvratu (7.1) znázorněn průběh nákladů podle počtu kusů výrobku vyráběných v kooperaci.



Obrázek 21 Graf bodu zvratu výroby v kooperaci, zdroj: Nabídka od firmy Aircraft Industries a.s.

Ekonomicky výhodnější varianta je výroba přípravku na konvenčních strojích.

7.3 Zhodnocení a odůvodnění zvolené varianty přípravku

Navržená zvolená varianta kladky s pružinou umožňuje i manipulaci s křehkými předměty (odstraní se rázy při manipulaci). Pro výrobu této varianty stačí pouze jednoduché strojní vybavení (např. soustruh, frézka, bruska).

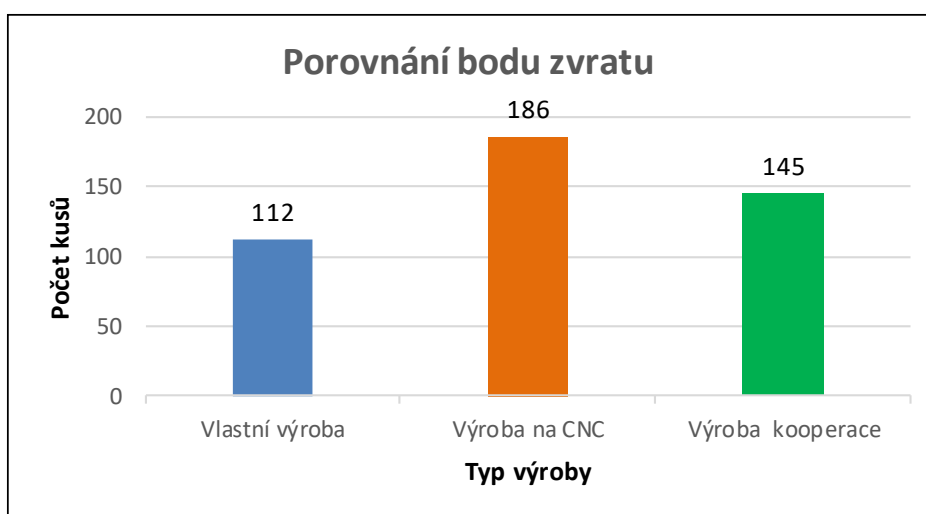
Záměrně je navržena jednoduchá konstrukční a výrobní varianta, bez nároků na nákladnou přípravu výroby. Toto řešení lze realizovat se základním strojním vybavením, na konvenčních strojích.

Pro rozhodnutí, zda přípravek vyrábět, nebo ne je potřeba realizovat marketingový průzkum, zda by byl o koupi přípravku zájem. Za tímto účelem bylo osloveno 6 firem a 12 fyzických osob. Těmto subjektům byla představena nabídka na způsoby výroby a cenové hladiny jednotlivých variant. Poté byla položena otázka, zda by si tento přípravek koupili, nebo ne a případně z jakého důvodu ne. Všichni oslovení zákazníci reagovali na nabídku nejlevnější varianty. Odpovědi jsou zaznamenány v tabulce:

Tabulka 10 Marketingový průzkum (vlastní tvorba)

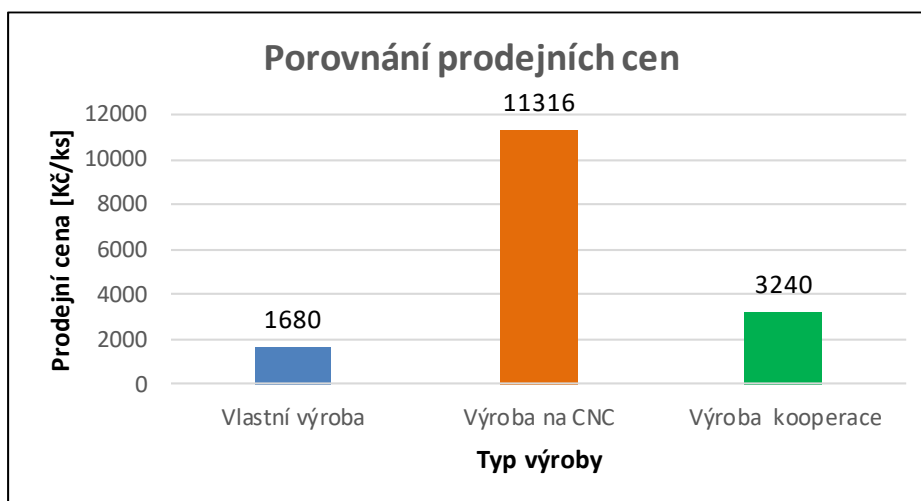
Subjekt	Odpověď	Počet odpovědí	Zdůvodnění
Firmy	Ano	4	Jedná se o atypický přípravek s komplexní škálou využití
Firmy	Ne	2	Není pravidelné využití pro tento přípravek, investice do přípravku není výhodná
Fyzické osoby	Ano	7	Přípravek je možno využít pro různé domácí činnosti, výhoda pružiny pro tlumení rázů při manipulaci
Fyzické osoby	Ne	5	Vysoká cena, sporadická využitelnost

Grafické vyjádření porovnává dosažení bodů zvratu pro jednotlivé způsoby navržené výroby. Z grafu vyplývá, že nejdříve bude dosaženo bodu zvratu vlastní výrobou, která je prováděna na základních obráběcích strojích. Nejpozději bude bodu zvratu dosaženo při výrobě na CNC strojích. Do nákladů pro tento způsob výroby je zahrnuta i tvorba programu pro výrobu. CNC výroba má nejvyšší fixní náklady z důvodů vysokých pořizovacích cen stroje, drahých nástrojů a vysokých nákladů na údržbu.



Obrázek 22 Graf porovnání bodů zvratu jednotlivých typů výroby (vlastní tvorba)

Z ekonomického hlediska bude dosaženo zisku nejdříve při vlastní výrobě. U všech způsobů výroby je stanovena stejná prodejní marže k ceně, tj. 20%.



Obrázek 23 Graf porovnání prodejních cen jednotlivých typů výroby (vlastní tvorba)

Výpočet hrubé rentability zvolené výrobní varianty:

Hrubá rentabilita (relativní příspěvek na úhradu) se používá ke stanovení přínosnosti výrobku na tvorbě zisku. Lze vypočítat jako poměr dosažené marže k ceně výrobku:

$$R_h = \frac{(p-b)}{p} * 100 \quad (7.2)$$

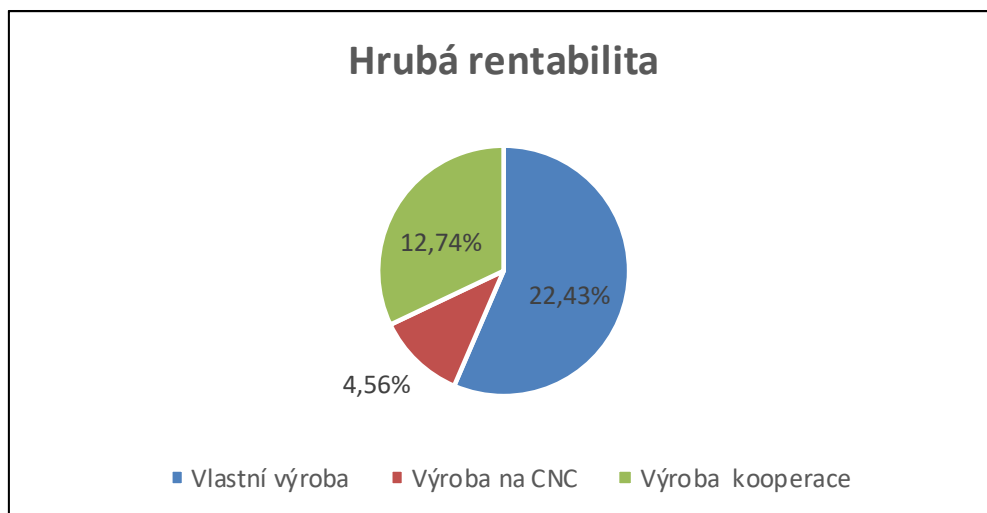
kde: R_h – hrubá rentabilita [%]

p – prodejní cena výrobku [Kč/ks]

b – variabilní náklady na jeden kus [Kč/ks]

Tabulka 11 Hrubá rentabilita (vlastní tvorba)

	R_h	p	b
Vlastní výroba	22,43%	1400	1086
Výroba na CNC	4,56%	9430	9000
Výroba kooperace	12,74%	2700	2356



Obrázek 24 Graf hrubé rentability výroby (vlastní tvorba)

Z grafu je patrné, že nejnižší rentabilita je dosažena při výrobě na CNC strojích. Ukazatel hrubé rentability potvrzuje, že výroba přípravku na CNC strojích pro malé série není ekonomicky výhodná.

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce byl návrh výroby upínacího přípravku splňující požadovaná kritéria. Upínací přípravek bude sloužit pro manipulaci s břemeny, která nejsou specifikována, z tohoto důvodu je potřeba zamezit vzniku rázů. Dalším cílem bylo zhodnotit možnosti výroby z ekonomického hlediska.

V teoretické části práce bylo charakterizováno třískové obrábění, jelikož se jedná o základní výrobní technologii pro výrobu přípravků ve strojírenství, včetně uvedených strojů a nástrojů k tomu potřebným. V další kapitole byly zmíněny upínací přípravky, od historie a vývoje upínacích přípravků až po ekonomii přípravků a jejich ekonomický přínos. Dále bylo uvedeno využití upínacích přípravků v praxi, včetně základních požadavků na jejich konstrukci a funkci. V poslední kapitole teoretické části byla uvedena ekonomie výroby a náklady podniku v obecné rovině, kdy byly uvedeny základní druhy nákladů a aspekty, které je nutno zohlednit ve výrobním podniku, aby bylo dosaženo co největší produktivity a současně co největší ekonomické úspory.

V praktické části je kladen důraz na vlastní konstrukci, která se odvíjí od způsobu výroby a montáže, pevnostních výpočtů včetně ekonomického vyhodnocení výroby. Byly navrženy 3 varianty výroby, na které byla provedena cenová nabídka. První varianta výroby je vlastní výroba při použití základních obráběcích strojů. Druhá varianta je kompletní výroba externí firmou s využitím CNC strojů. Třetí varianta je kombinací výroby vyráběných a upravovaných položek v kooperaci, montáž sestavy je provedena ve vlastní výrobě. Nejnižších nákladů je dosaženo u vlastní výroby, což umožňuje prodejní cenu ve výši 1680 Kč. Současně při této variantě je dosaženo nejvyšší hrubé rentability ve výši 22,43%. Tato varianta je téměř 7x levnější než nejdražší varianta při výrobě na CNC strojích. Nízká prodejní cena umožňuje lepší konkurenceschopnost v daném sortimentu výrobků.

Závěrem lze konstatovat, že všechny stanovené hlavní cíle bakalářské práce byly úspěšně naplněny.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ZEMČÍK, Oskar. Nástroje a přípravky pro obrábění. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2003. ISBN 80-214-2336-6.
- [2] MRKVICA, Miloš. Přípravky a obráběcí nástroje. 3. vydání. Ostrava: VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2015. ISBN 978-80-248-3776-5.
- [3] LEINVEBER, Jiří a Pavel VÁVRA. Strojnické tabulky: učebnice pro školy technického zaměření. Sedmé vydání. Úvaly: Albra, 2021. ISBN 978-80-7361-124-8.
- [4] ZEMČÍK, Oskar. Nástroje a přípravky pro obrábění (online). (cit. 2023-2-10). Dostupné z: http://www.fsiforum.cz/upload/soubory/databaze-predmetu/FPN/FPN_skripta_Zemcik.pdf CERM, s.r.o. Brno
- [5] Chvála, Votava. Přípravky: celost. vysokošk. učebnice pro strojní fakulty vys. škol techn. 1. vyd. Praha: SNTL 1988
- [6] FOREJT, Milan a Miroslav PÍŠKA. Teorie obrábění, tváření a nástroje. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. ISBN 80-214-2374-9.
- [7] HUMÁR, Anton. Materiály pro řezné nástroje. Praha: MM Publishing, 2008. ISBN 978-80-254-2250-2.
- [8] PÍŠKA, Miroslav. Speciální technologie obrábění. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2009. ISBN 9788021440258.
- [9] TAUŠL PROCHÁZKOVÁ, Petra a Eva JELÍNKOVÁ. Podniková ekonomika-klíčové oblasti. Praha: Grada Publishing, 2018. Expert (Grada). ISBN 978-80-271-0689-9.
- [10] USTUNDAG, Alp a Emre CEVIKCAN. Industry 4.0: managing the digital transformation. Cham: Springer International Publishing, (2018). Series in advanced manufacturing (Springer). ISBN 978-3-319-57869-9.
- [11] DESAI, Anoop a Aashi MITAL. Production Economics: Evaluating Costs of Operations in Manufacturing and Service Industries. Boca Raton: Taylor & Francis, CRC Press, 2018. 550s. ISBN 978-1-138-03326-9.
- [12] ŠTULPA, Miloslav. Technologie obrábění: CNC soustružení, frézování, vrtání: pro praxi. Praha: Grada Publishing, 2022. ISBN 978-80-271-2883-9.
- [13] STEPHENSON, David A. a John S. AGAPIOU. Metal cutting theory and practice. Third edition. Boca Raton: CRC Press, (2016). ISBN 978-1-4665-8753-3.
- [14] VASILKO, Karol a Jan MÁDL. Teorie obrábění. Ústí nad Labem: Univerzita J.E. Purkyně v Ústí nad Labem, 2012. ISBN 978-80-7414-459-2.
- [15] HLUCHÝ, Miroslav a Jan KOLOUCH. Strojírenská technologie 1. 4. revidované vydání. Praha: Scientia, 2007. ISBN 978-80-86960-26-5.
- [16] BÍLEK, Ondřej a Imrich LUKOVICS. Výrobní inženýrství a technologie. Ve Zlíně: Univerzita Tomáše Bati, 2014. ISBN 978-80-7454-471-2.
- [17] YOUSSEF, Helmi A., Hassan A. EL-HOFY a Mahmoud H. AHMED. Manufacturing technology: materials, processes and equipment. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2017. ISBN 978-1-138-07213-8.
- [18] ZÁMEČNÍK, Roman, Zuzana TUČKOVÁ a Ludmila HROMKOVÁ, Podniková ekonomika II, Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2007, [online]. [cit. 2023-10-02]. ISBN 978-807-3186-241.
- [19] BRYCHTA, Josef, Robert ČEP a Jana PETRŮ. Výrobní stroje obráběcí. Ostrava: VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2013. ISBN 978-80-248-2941-8.
- [21] MADĚRKOVÁ, Marcela. *Technologie II* [online]. [Cit. 2023-10-02]. Dostupné na: http://www.ssprool.cz/omto/texty_zamecnik/za_technologie_2.pdf
- [22] Univerzita J.E.Purkyně, © 2023. [online]. [Cit. 2023-10-02]. Dostupné na: <http://physics.ujep.cz/~mkormund/P232/Obr%C3%A1b%C4%9Bn%C3%AD.pdf>

- [23] HUMÁR, Anton. TECHNOLOGIE I, TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ – 1. část. Brno: VUT, Fakulta strojního inženýrství, 2003. [online]. [Cit. 2023-10-01]. Dostupné na: http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/studijni-opory/TI_TO-1cast.pdf
- [24] VSB, © 2023 [online]. [Cit. 2023-04-03]. Dostupné na: Microsoft Word - TECHNOLOGIE II - 2 díl FINISH (vsb.cz)
- [25] KOCMAN, Karel, PROKOP, Jaroslav. Technologie obrábění. Brno : CERM, 2005. ISBN 80-214-3068-0.
- [26] ALUFIX Classic, © 2023. [online]. [Cit. 2023-03-04]. Dostupné na: <https://www.esperantomb.cz/alufix-classic.html>
- [27] Aircraft Industries, © 2023 [online]. [Cit. 2023-15-03]. Dostupné na: http://www.let.cz/documents/vyrobní_moznosti_AI_CZ.pdf
- [28] ZSNPR, © 2023. [online]. [Cit. 2023-01-05]. Dostupné na: <https://www.zsnpr.cz/mapa-fyzika-176>
- [29] E-konstruktor, © 2023 [online]. [Cit. 2023-01-05]. Dostupné na: Výpočet síly vinuté pružiny tlačné - Portál pro strojní konstruktéry (e-konstrukter.cz)
- [30] Mitcalc, © 2023 [online]. [Cit. 2023-02-02]. Dostupné na: <https://docplayer.cz/14673107-Funkce-pruziny-se-posuzuje-podle-prubehu-a-velikosti-jeji-deformace-v-zavislosti-na-pusobicim-zatizeni.html>
- [31] Mitcalc, © 2023 [online]. [Cit. 2023-02-02]. Dostupné na: [MITcalc - Pružiny \(15 typů\), návrh, kontrola](#)

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Zkratka/Symbol	Jednotka	Popis
F	N	zatížení
F8	N	zatížení od břemene
F1	N	předpětí
h	mm	zdvih pružiny
F _p	MPa	jmenovitá pevnost lana
S	mm ²	jmenovitý nosný průřez lana
V,W,X,Y,Z,	-	kritické průřezy
dč	mm	průměr čepu
dz	mm	průměr závlačky
d x D1 x Lo x z	mm	normované rozměry pružiny
σ _t	MPa	napětí v tahu
σ _{t,dov}	MPa	napětí dovolené v tahu
k	-	koeficient bezpečnosti
dl	mm	jmenovitý průměr lana
d	mm	průměr drátu pružiny
D1	mm	vnější průměr pružiny
Lo	mm	délka pružiny ve volném stavu
z	mm	počet závitů pružiny
D	mm	střední průměr pružiny
d'	mm	předběžný průměr drátu pružiny
D2	mm	vnitřní průměr pružiny
t	mm	rozteč závitu pružiny
o	mm	vůle mezi závity pružiny
K	-	korekční koeficient
R _m	MPa	mez pevnosti materiálu
τ _k	MPa	napětí v krutu
τ _{k,dov}	MPa	napětí dovolené v krutu
M _k	Nmm	krouticí moment
W _k	mm ³	průřezový modul v krutu
zč	-	počet činných závitů pružiny
G	MPa	modul pružnosti ve smyku
zč	-	počet činných závitů pružiny
Kz	-	korekční koeficient závitů pružiny
km	-	koeficient bezpečnosti
dš	mm	průměr šroubu
S1	mm ²	průřez šroubu v kritickém místě
b1	mm	tloušťka bočnice
dp	mm	průměr trnu příčnicku
ap	mm	šířka příčnicku a bočnice
bp	mm	tloušťka příčnicku
Sč	mm ²	průřez čepu příčnicku v bočnici
Sb	mm ²	průřez bočnice
Sk	mm ²	průřez čepu kladky
σ _o	MPa	napětí v ohybu
σ _{o,dov}	MPa	napětí dovolené v ohybu
W _o	mm ³	průřezový modul v ohybu

M_o	Nmm	ohybový moment
τ_s	MPa	napětí ve smyku
$\tau_{s,dov}$	MPa	dovolené napětí ve smyku
dč	mm	průměr čepu kladky
Rb	mm	rozteč os bočnic
Lb	mm	délka bočnice
Rč	mm	rozteč čepu a trnu
Lč	mm	délka čepu kladky
Nm	Kč	náklady na materiál
Nmz	Kč	mzdové náklady na výrobu
T	min	čas nutný na sestavu kladky
Nms	Kč	mzdové náklady na sestavu
BZ (q)	ks	bod zvratu
FN	Kč	fixní náklady
q	ks	počet výrobků
b	Kč/ks	variabilní náklady
p	Kč/ks	cena výrobku
p1	Kč/ks	min. cena výrobku
p2	Kč/ks	tržní cena výrobku

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Základní pojmy obrábění (Maděrková, 2014)	12
Obrázek 2 Nástroje pro obrábění (Univerzita J.E.Purkyně, © 2023).....	14
Obrázek 3 Plochy na obrobku zdroj (Humár, 2003)	14
Obrázek 4 Druhy třískového obrábění (Maděrková, 2014).....	15
Obrázek 5 Revolverový soustruh SR 50A (VSB, © 2023)	16
Obrázek 6 Svislá konzolová frézka (Kocman, Prokop 2005)	17
Obrázek 7 Příklad použití stavebnicového přípravku (ALUFIX Classic, © 2023).....	23
Obrázek 8 Nýtovací přípravek pro sestavu (Aircraft Industries, © 2023)	23
Obrázek 9 Působení sil na pevnou a volnou kladku (ZSNPR, © 2023).....	30
Obrázek 10 Schéma kladky (vlastní tvorba).....	33
Obrázek 11 Rozměry pružiny dle ČSN (E-konstruktor, © 2023)	36
Obrázek 12 Grafy deformací dle ČSN (Mitcalc, © 2023)	38
Obrázek 13 Graf deformací dle délky pružiny (Mitcalc, © 2023)	38
Obrázek 14 Schéma a rozměry kritických položek (vlastní tvorba)	40
Obrázek 15 Graf rozboru variabilních nákladů (vlastní tvorba).....	49
Obrázek 16 Graf bodu zvratu pro vlastní výrobu (vlastní tvorba)	51
Obrázek 17 Nabídka pro CNC výrobu (vlastní tvorba).....	52
Obrázek 18 Graf bodu zvratu pro výrobu na CNC (Nabídka od firmy KOVOSA, s.r.o.)	53
Obrázek 19 Cenová poptávka Aircraft Industries, a.s. (vlastní tvorba)	53
Obrázek 20 Cenová nabídka Aircraft Industries, (Aircraft Industries, a.s.).....	54
Obrázek 21 Graf bodu zvratu výroby v kooperaci, zdroj: Nabídka od firmy Aircraft Industries a.s.	55
Obrázek 22 Graf porovnání bodů zvratu jednotlivých typů výroby (vlastní tvorba)	56
Obrázek 23 Graf porovnání prodejních cen jednotlivých typů výroby (vlastní tvorba)	57
Obrázek 24 Graf hrubé rentability výroby (vlastní tvorba).....	58

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Zadání kladky (vlastní tvorba).....	32
Tabulka 2 Lana – výběr z ČSN 27 0100 (Leinveber, Vávra 2021).....	34
Tabulka 3 Kladka – výběr z ČSN 27 1820 (Leinveber, Vávra 2021).....	35
Tabulka 4 Náklady na vyráběné, upravené a nakupované položky (vlastní tvorba).....	46
Tabulka 5 Data pro výpočet bodu zvratu (vlastní tvorba).....	48
Tabulka 6 Rozbor variabilních nákladů (vlastní tvorba).....	49
Tabulka 7 Rozpočet nákladů pro výpočet bodu zvratu vlastní výroba (vlastní tvorba).....	50
Tabulka 8 Rozpočet nákladů pro výpočet bodu zvratu výroba na CNC (vlastní tvorba).....	52
Tabulka 9 Rozpočet nákladů pro výpočet bodu zvratu výroba pouze vyráběných položek v kooperaci (vlastní tvorba).....	54
Tabulka 10 Marketingový průzkum (vlastní tvorba).....	56
Tabulka 11 Hrubá rentabilita (vlastní tvorba).....	57

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: VÝKRES – SESTAVA

Příloha P II: VÝROBNÍ VÝKRES – ČEP KLADKY

Příloha P III: NÁVODKA – SOUSTRUŽENÍ

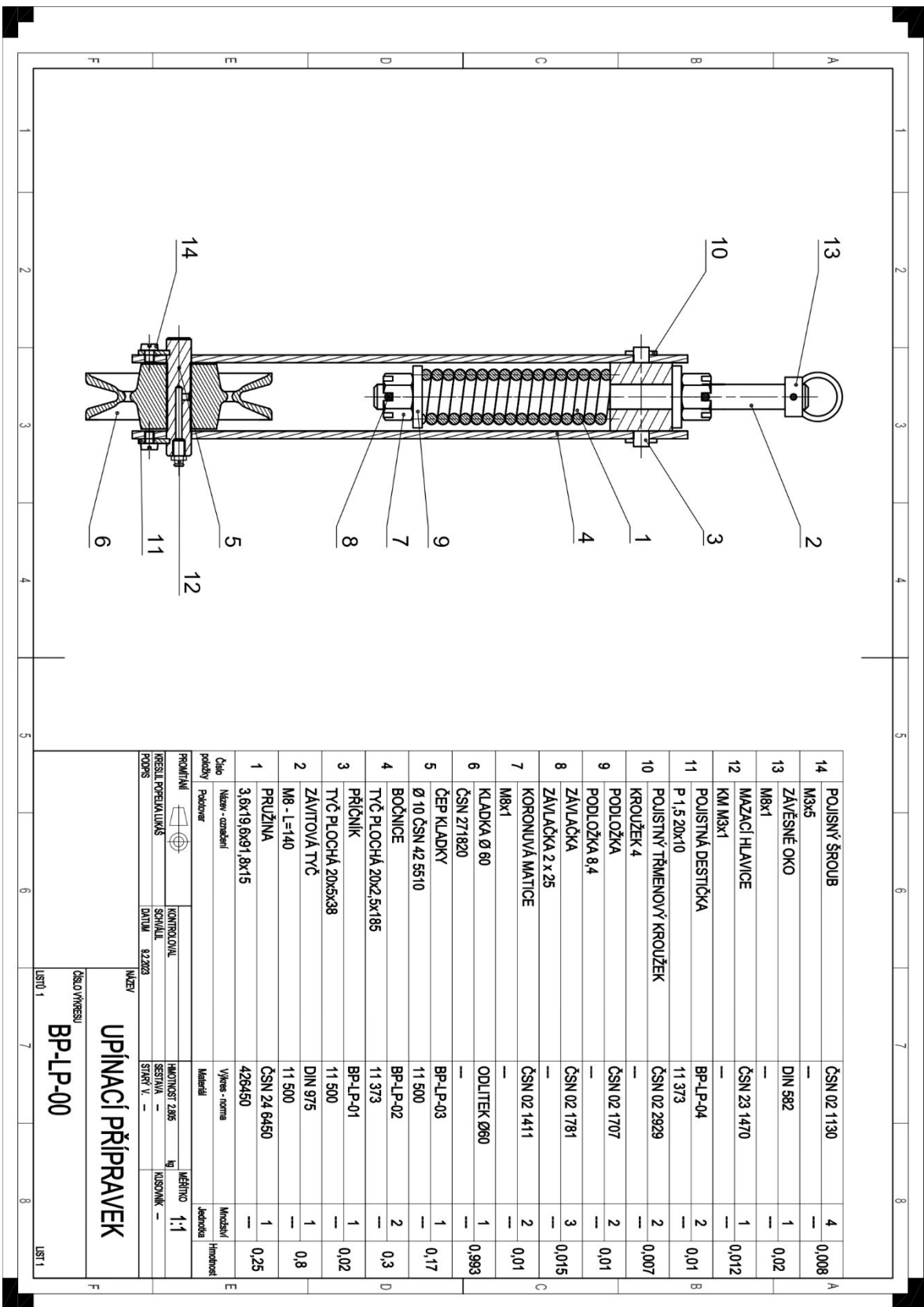
Příloha P IV: NÁVODKA – FRÉZOVÁNÍ

Příloha P V: NÁVODKA – BROUŠENÍ

Příloha P VI: NÁVODKA – SESTAVA KLADKY

Příloha P VII: PODMÍNKY PEVNOSTI A VZORCE

PŘÍLOHA P I: VÝKRES – SESTAVA




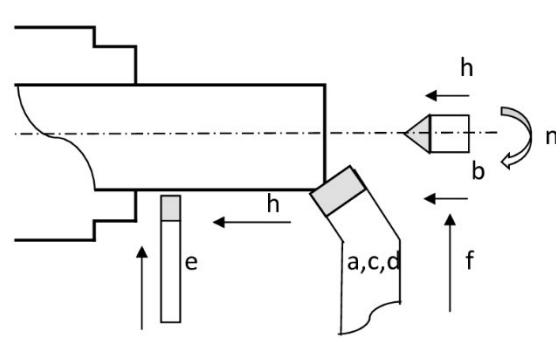
14	POJISNÝ ŠROUB M3x5	ČSN 02 1130	4	0,008
13	ZAVĚSNÉ OKO M8x1	DIN 582	1	0,02
12	MAZACÍ HLAVICE KM M3x1	ČSN 23 1470	1	0,012
11	POJISTNÁ DESTIČKA P 1,5 20x10	BP-LP-04 11 373	2	0,01
10	POJISTNÝ TRÍMENOVÝ KROUZEK KROUZEK 4	ČSN 02 2929	2	0,007
9	PODLOŽKA PODLOŽKA 8,4	ČSN 02 1707	2	0,01
8	ZÁVLAČKA ZÁVLAČKA 2 x 25	ČSN 02 1781	3	0,015
7	KORONOVÁ MATICE M8x1	ČSN 02 1411	2	0,01
6	KLADKA Ø 60 ČSN 271820	ODLITEK Ø60	1	0,993
5	ČEP KLADKY Ø 10 ČSN 42 5510	BP-LP-03 11 500	1	0,17
4	BOČNICE TYČ PLOCHA 20x2,5x185	BP-LP-02 11 373	2	0,3
3	PŘÍČNIK TYČ PLOCHA 20x5x38	BP-LP-01 11 500	1	0,02
2	ZAVITOVÁ TYČ M8 - L=140	DIN 975 11 500	1	0,8
1	PRUŽINA 3,8x19,8x91,8x15	ČSN 24 6450 428450	1	0,25

Číslo výrobku	Číslo výkresu	Číslo výtisku
BP-LP-00	LST 1	LST 1


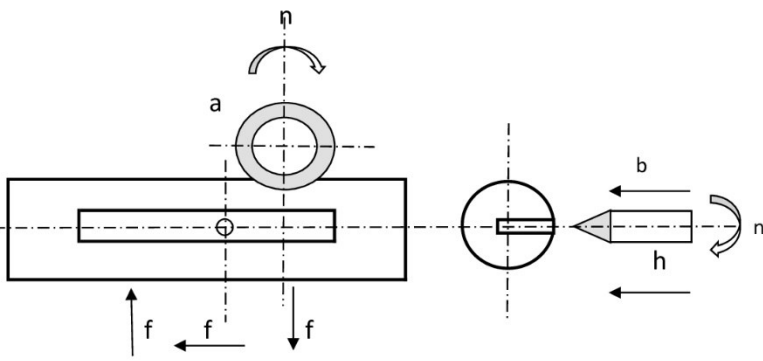
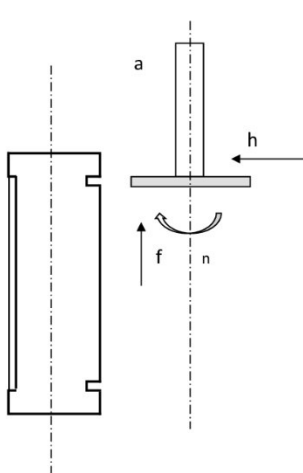
PROFILNÍ	KONTROLNÍ	MAKROKOST	JEŘÍ	JEŘÍ
KRESL. PŘEKLADKAŠ	SKLAD.	SESTAVA	USONK.	USONK.
POPS	DATA	STR. V.	STR. V.	STR. V.
	92202			

Číslo výrobku	Číslo výkresu	Číslo výtisku
BP-LP-00	LST 1	LST 1

PŘÍLOHA P III: NÁVODKA – SOUSTRUŽENÍ


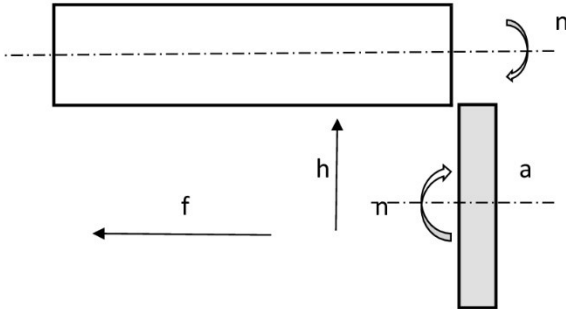
 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta managementu a ekonomiky	Číslo výkresu sestavy		Číslo výkresu součástí		Operace Soustružení				Číslo operace 1,2	
	Součást Čep		Typ stroje Univerzální hrotový soustruh SV 18 R		Pracoviště Soustružna				List 1	
NÁVODKA NA OBRÁBĚNÍ	Materiál 11 500	Rozměr $\varnothing 8 - 38$	Polotovary Tyč kruhová $\varnothing 10 - 2000$	Tř. odpadu	Hmotnost čistá hrubá		Počet kusů Celkem v dávce		Počet listů 2	
					0,18	0,2				
Náčrt – označení jednotlivých pracovních úseků										
										n – otáčky [ot/min] v – řezná rychlost [m/min] f – posuv na otáčku [mm] h – hloubka třísky [mm] i – počet záběrů L – délka [mm] D – průměr [mm] B – šířka [mm] ts – čas [min]
										a – Ubírací nůž ohnutý b – Vrták středící, Vrták pro závit, Závitník, c – Ubírací nůž d – Rohový nůž hladící e – Upichovací nůž
Úsek	Popis práce	Výrobní pomůcky	L	D, B	i	h	f	n	v	ts
Operace 1 – úsek 1 - 11										
1	Upnout tyč	Univerzální sklíčidlo								
2	Zarovnat čelo	Ubírací nůž	7	10	1	1,5	0,05	1200	28	0,6
3	Hrubovat	Ubírací nůž	42	8,8	1	0,6	0,09	1400	40	0,9
4	Hladit	Rohový nůž hladící	42	8,2	1	0,3	0,07	1500	38	0,9
5	Srazit hranu	Ubírací nůž	3	8,2	1	1,5	0,05	1200	28	0,6
6	Vrtat středící důlek	Středící vrták	4	2	1					
7	Vrtat díru	Vrták prům. 2 mm	24	2	1	0,07	0,03	1670	11	0,5
8	Vrtat díru pro závit	Vrták prům. 2,4 mm	6	2,4	1	0,07	0,03	1670	11	0,21
9	Řezat závit	Závitník M 3 x 1 mm	6	3	1	0,07	0,03	573	18	0,4
10	Upíchnout na délku 38,5 mm	Upichovací nůž	7	8,2	1	0,6	0,05	890	28	0,4
11	Kontrola	Posuvné měřítko								

PŘÍLOHA P IV: NÁVODKA – FRÉZOVÁNÍ


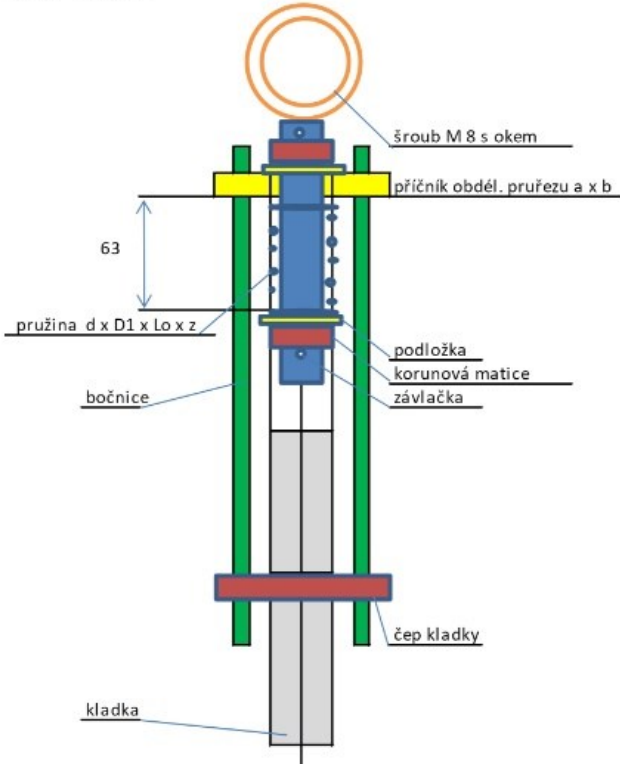
	Číslo výkresu sestavy		Číslo výkresu součásti		Operace Frézování				Číslo operace 1,2	
	Součást Čep		Typ stroje Nástrojařská frézka		Pracoviště Frézárna				List 1	
NÁVODKA NA OBRÁBĚNÍ	Materiál 11 500	Rozměr $\varnothing 8,2 - 38$	Polotovar $\varnothing 8,2 - 38$	Tř. odpadu	Hmotnost čistá hrubá		Počet kusů Celkem v dávce		Počet listů 2	
					0,17	0,18				
<p>Náčrt – označení jednotlivých pracovních úseků</p> <p>Operace 1 :</p>  <p>Operace 2 :</p>  <p> n – otáčky [ot/min] v – řezná rychlost [m/min] f – posuv na otáčku [mm] h – hloubka třísky [mm] i – počet záběrů L – délka [mm] D – průměr [mm] B – šířka [mm] t_s – čas [min] </p> <p> a – Fréza prům. 20 mm b - Vrták středící, Vrták prům. 2 mm </p> <p> a – Pilový kotouč prům. 80 x 1,5 mm </p>										
Úsek	Popis práce	Výrobní pomůcky	L	D, B	i	h	f	n	v	t_s
Operace 1 – úsek 1 - 5										
1	Ustavit a upnout obrobek	Prizmatický svěrák								
2	Frézovat plošku pro mazání	Fréza prům. 20 mm	28	2	1	0,3	0,06	1200	75,5	1,5

3	Vrtat středící důlek	Středící vrták	4	2	1		0,1	955	6,5	0,8	
4	Vrtat díru	Vrták prům. 2 mm	10	2	1	0,07	0,03	1670	11	0,2	
5	Kontrola	Posuvné měřítko									
Operace 1 – úsek 6 - 9											
6	Přepnout a ustavit čep pro frézování drážky	Pilový kotouč 80 x 1,5 mm	10	8,2	1	1	0,02	250	62,8	1,2	
7	Uvolnit čep	Prizmatický svěrák									
8	Přepnout a ustavit čep pro frézování drážky	Pilový kotouč 80 x 1,5 mm	10	8,2	1	1	0,02	250	62,8	1,2	
9	Kontrola	Posuvné měřítko									
Vypracoval: Lukáš Popelka			Kontroloval		Poznámky						
Datum: 12.2.2023			Datum								

PŘÍLOHA P V: NÁVODKA – BROUŠENÍ

	Číslo výkresu sestavy		Číslo výkresu součásti		Operace Broušení		Číslo operace 1				
	Součást Čep		Typ stroje Bezhrotá bruska BB JG		Pracoviště Brusírna		List 1				
NÁVODKA NA OBRÁBĚNÍ	Materiál 11 500	Rozměr ø 8 - 38	Polotovar ø 8,2 - 38	Tř. odpadu	Hmotnost čistá hrubá	Počet kusů Celkem v dávce		Počet listů 1			
	<p>Náčrt – označení jednotlivých pracovních úseků</p>  <p> n – otáčky [ot/min] v – řezná rychlost [m/s] f – posuv na otáčku [mm] h – hloubka třísky [mm] i – počet záběrů L – délka [mm] D – průměr [mm] B – šířka [mm] ts – čas [min] </p> <p>a – Brousící kotouč</p>										
	Popis práce	Výrobní pomůcky	L	D, B	i	h	f	n	v	ts	
1	Vložit do podavače										
2	Hrubovat	Brousící kotouč	34	16	2	2	0,05	168	29	1,2	
3	Hladit	Brousící kotouč	34	16	2	1,1	0,05	168	29	1,2	
4	Uvolnit výrobek		42	18	2	2,4	0,05	144	29	1,5	
5	Kontrola	Posuvné měřítko	42	18	2	1	0,05	144	29	1,5	
Vypracoval:		Kontroloval	Poznámky								
Datum:		Datum									

PŘÍLOHA P VI: NÁVODKA – SESTAVA KLADKY

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta managementu a ekonomiky	Číslo výkresu sestavy	Číslo výkresu součástí	Operace Sestava	Číslo operace 1 - 2
NÁVODKA NA SESTAVU	Součást Kladka		Pracoviště Montáž	Listů 2
<p>Náčrt – sestava</p> 		<p>Kusovník sestavy:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pružina 2. Závitová tyč 3. Příčník 4. Bočnice 5. Čep kladky 6. Kladka 7. Korunová matice 8. Závlačka 9. Podložka 10. Pojistný třmenový kroužek 11. Pojistná destička 12. Mazací matice 13. Závěsné oko 14. Pojistný šroub 		
	Popis práce		Výrobní pomůcky	
Operace 1 – úsek 1 - 4				
Montáž šroubu				
1	Montáž postupně - matice, zajistit závlačkou, podložku, pružinu, příčník, podložku, matice,			
2	Sestavit na stanovené předpětí – odpovídá rozměru 63 mm a matici zajistit závlačkou		Posuvné měřítko	
3	Našroubovat závěsné oko a zajisti závlačkou			
4	Kontrola		Posuvné měřítko	
Operace 2 – úsek 5 - 10				
Sestava kladky				

5	Ustavit levou bočnici na příčnickový trn a zajistit pojistným třmenovým kroužkem	Pojistný třmenový kroužek	
6	Montáž kladky, čepu kladky a kladky a sestavit s levou bočnici		
7	Čep kladky zajistit pojistnou destičkou	Šrouby M 3 x 1	
8	Ustavit pravou bočnici na příčnickový trn a na čep kladky a zajistit pojistným třmenovým kroužkem na straně příčníku a pojistnou destičkou na straně čepu	Šrouby M 3 x 1 Pojistný třmenový kroužek	
9	Montáž mazací hlavice do čepu kladky		
10	Kontrola		
Vypracoval: Lukáš Popelka Datum: 12.2.2023		Kontroloval Datum	Poznámky

PŘÍLOHA P VII: PODMÍNKY PEVNOSTI A VZORCE

RENTABILITA PŘÍPRAVKŮ

$$U(1 + R) \geq \frac{c \cdot \frac{1}{K} + B}{n} \quad (2.1)$$

Kde:

U – úspora v přímých mzdách [Kč/ks]

R – koeficient režie vlastní výroby [%]

C – cena přípravku [Kč]

K – životnost přípravku [roky]

B – rozdíl v nákladech na seřízení stroje s přípravkem a bez něj [Kč/rok]

n – počet výrobků vyrobených v jednom roce [ks/rok]

LANO – NÁVRH, VÝPOČET

$$\sigma_t = \frac{F_8}{S} \leq \sigma_{t,dov} \quad (6.1)$$

Dosažením hodnot $F_8 = 1000$ – zatížení od břemene [N], a $S = 4,5$ – jmenovitý nosný průřez lana [mm^2], do rovnice (6.1), lze vypočítat napětí v tahu:

$$\sigma_t = 222,2 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_{t,dov} = \frac{F_p}{k} \quad (6.2)$$

Dosažením hodnot $F_p = 1270$ – jmenovitá pevnost [MPa], a $k = 4,0$ – koeficient bezpečnosti, do vzorce (6.2), lze vypočítat napětí dovolené v tahu:

$$\sigma_{t,dov} = 317,5 \text{ [MPa]}$$

PRUŽINA – NÁVRH, VÝPOČET

Předběžný průměr drátu pružiny – d' :

$$d' = \sqrt[3]{\frac{8 \cdot F_8 \cdot D}{\pi \cdot \tau_{k,dov}}} \quad (6.3)$$

kde: d' - předběžný průměr drátu pružiny [mm], F_8 – zatížení od břemene [N], D - střední průměr pružiny [mm], $\tau_{k,dov}$ – napětí dovolené v krutu [MPa]

$$\tau_{k,dov} = k_m * R_m \quad (6.4)$$

Dosažením hodnot $R_m = 2000$ – mez pevnosti materiálu pružiny v krutu [MPa],
a $k_m = 0,6$ – koeficientu bezpečnosti do vzorce (6.4.), lze vypočítat napětí dovolené v krutu:

$$\tau_{k,dov} = 1200 \text{ [MPa]}$$

Průměr drátu pružiny – d:

$$d = d' * \sqrt[3]{K} \quad (6.5)$$

Dosažením hodnot $d' = 3,2$ – předběžný průměr pružiny [mm] a $K = 1,4$ – korekční koeficient, do vzorce (6.5), je korigován průměr drátu na rozměr $d = 3,6$ [mm]. Z nabízeného sortimentu průměrů drátů pružiny je zvolen průměr $d = 3,6$ [mm].

Kontrola pružiny na krut, základní výpočtový vztah:

$$\tau_K = \frac{M_k}{W_k} \leq \tau_{k,dov} \quad (6.6)$$

Velikost krouticího momentu M_k lze vypočítat jako násobek síly $F_8 = 1000$ – zatížení od břemene [N], a poloměru středního průměru pružiny $D = 16$ [mm]:

$$M_k = F_8 * D/2 = 1000 * 8 = 8000 \text{ [Nmm]}.$$

Průřezový modul v krutu W_k pro kruhový profil je dán následujícím vzorcem, kde $d = 3,6$ [mm] – průměr drátu pružiny:

$$W_k = 3,14 * (d^3) / 16 = 9,16 \text{ [mm}^3\text{]}$$

Výpočet parametrů pružiny dle vzorců (6.7) až (6.14) je nezbytný pro výběr pružiny z norem ČSN nebo případnou výrobu pružiny:

Počet činných závitů pružiny – zč:

$$zč = \frac{1}{K_z} * \frac{d^4 * G}{8 * D^3} \quad (6.7)$$

Dosažením: $K_z = 32,66$ – korekční koeficient závitů pružiny vypočítáme, podělíme-li rozdíl mezi silou $F_8 = 1000$ [N] – zatížení od břemene a silou od předpětí $F_1 = 20$ [N]

zdvihem pružiny $h = 30$ [mm], (Tabulka 1)

$d = 3,6$ – průměr drátu pružiny [mm]

$G = 8,05 * 10^4$ – modul pružnosti ve smyku [MPa]

$$D = 16 - \text{střední průměr pružiny [mm]}$$

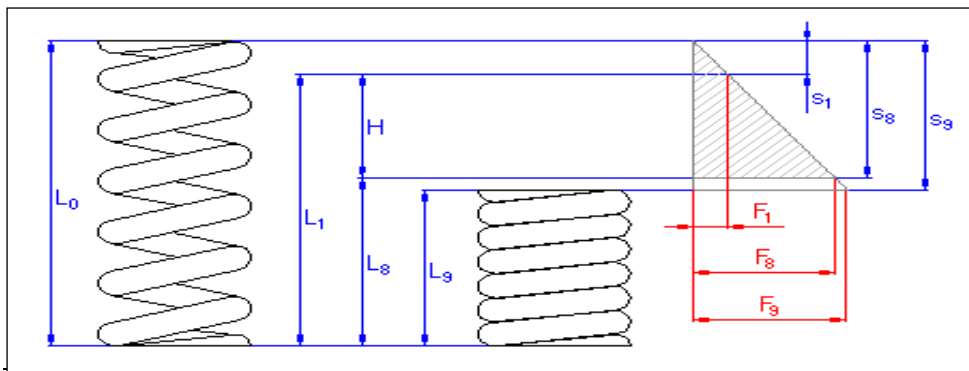
do vzorce (6.7) je možno vypočítat počet činných závitů:

$$z_{\text{č}} = 0,03 * \frac{167,96 * 80500}{8 * 4096} = \frac{13520909}{32768} * 0,03 = 12,3$$

Celkový počet závitů z:

Vypočtený počet činných závitů pružiny se zvětšuje o počet závěrných závitů. Počet závěrných závitů je závislý na charakteru dosedacích ploch pružiny a druhu zatížení pružiny se počet činných navyšuje.

Celkový počet závitů: **z = 15 závitů**



Parametry pružiny dle ČSN

$$\text{Vůle mezi závitů pružiny: } V_0 = 0,1 * d = 0,1 * 3,6 = 0,36 \text{ [mm]} \quad (6.8)$$

$$\text{Rozteč závitů pružiny: } t = V_0 + d = 0,36 + 3,6 = 3,96 \text{ [mm]} \quad (6.9)$$

$$\text{Úhel stoupání pružiny závitů: } t_g \alpha = \frac{t}{\pi * D} = \frac{3,96}{\pi * 16} = \frac{3,96}{50,24} = 0,078 \Rightarrow \alpha = 4,5^\circ (6.10)$$

$$\text{Rozvinutá délka drátu pružiny: } L = \pi * D * z = \pi * 16 * 15 = 753,6 \text{ [mm]} \quad (6.11)$$

Celková délka pružiny:

$$\text{Je dáno součtem hodnot: } L_0 = L_8 + S_8 = 91,81 \text{ [mm]} \quad (6.12)$$

$$L_8 - \text{délka pružiny v zatíženém stavu [mm]: } L_8 = (z * t) + \frac{1}{2} d = 61,2 \text{ mm} \quad (6.13)$$

$$S_8 - \text{hodnota v diagramu zatížení [mm]: } S_8 = \frac{F_8}{K} = 30,61 \text{ [mm]} \quad (6.14)$$

kde: $d = 3,6$ – průměr drátu pružiny [mm], $D = 16$ – střední průměr pružiny [mm]

$z = 15$ – počet závitů pružiny, $F_8 = 1000$ [N] – maximální síla od břemene

$K = 32,66$ – korekční koeficient.

Po dosazení hodnot (6.13) a (6.14) do vzorce (6.12) je celková délka pružiny $L_0 = 91,81$ [mm]

$$\text{Štíhlostní poměr: } \frac{L_0}{D} = \frac{91,81}{16} = 5,7 \quad (6.15)$$

$$\frac{100 \cdot S_8}{L_0} = \frac{100 \cdot 30,61}{91,81} = \frac{3061}{91,81} = 33,34 \quad (6.16)$$

kde: $L_0 = 91,81$ – celková délka pružiny [mm], $D = 16$ – střední průměr pružiny [mm],
 $S_8 = 30,61$ – hodnota v diagramu zatížení [mm].

ŠROUB – KRITICKÝ PRŮŘEZ „X“

$$\sigma_t = \frac{F_8}{S_1} \leq \sigma_{t,dov} \quad (6.17)$$

Dosazením hodnot $F_8 = 1000$ – zatížení od břemene [N], a $S_1 = 23,6$ – průřez šroubu v kritickém místě [mm²], do rovnice (6.17) lze vypočítat napětí v tahu:

$$\sigma_t = 42,4 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_{t,dov} = 0,85 \cdot \frac{R_m}{k_m} \quad (6.18)$$

Dosazením hodnot $R_m = 550$ – mez pevnosti materiálu šroubu v tahu [MPa],

a $k_m = 3,5$ – koeficientu bezpečnosti, do vzorce (6.18.) lze vypočítat napětí dovolené v tahu:

$$\sigma_{t,dov} = 133,57 \text{ [MPa]}$$

PŘÍČNÍK – KRITICKÉ PRŮŘEZY „V“ A „W“

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} \leq \sigma_{o,dov} \quad (6.19)$$

kde: σ_o – napětí v ohybu [MPa], M_o – ohybový moment [Nmm], W_o – průřezový modul v ohybu [mm³]

$\sigma_{o,dov}$ – napětí dovolené v ohybu [MPa]

$$W_o = \left(\frac{1}{6} \cdot a_p \cdot b_p^2\right) - \left(\frac{1}{6} \cdot d_{\text{š}} \cdot b_p^2\right) \quad (6.20)$$

Dosazením hodnot a_p , b_p , $d_{\text{š}}$ – rozměry příčnicku dle Obrázku 14, do vzorce (6.20) lze vypočítat:

$W_o = 50$ – průřezový modul v ohybu [mm³],

$$M_o = \frac{F_8 \cdot R_b}{4} \quad (6.21)$$

Dosazením hodnot $F_8 = 1000$ – zatížení od břemene [N], a $R_b = 24,5$ – rozteč os bočnic [mm], do vzorce (5.21), lze vypočítat:

$M_o = 6125$ – ohybový moment [Nmm]

$$\sigma_{o,dov} = 0,85 \cdot \frac{R_m}{k_m} \quad (6.22)$$

Dosazením hodnot $R_m = 550$ – mez pevnosti materiálu šroubu v tahu [MPa],

a $k_m = 3,5$ – koeficientu bezpečnosti, do vzorce (6.22) lze vypočítat napětí dovolené v ohybu:

$$\sigma_{o,dov} = 133,57 \text{ [MPa]}$$

ČEP KLADKY – KRITICKÉ PRŮŘEZY „Y“ A „Z“

$$\tau_s = \frac{F8/2}{S_b} \leq \tau_{s,dov} \quad (6.23)$$

Dosažením hodnot $F8 = 1000$ – zatížení od břemene [N], a $S_b = 19,6$ – průřez čepu příčnicku v bočnici [mm^2], do rovnice (6.23) lze vypočítat napětí ve smyku:

$$\tau_s = 25,47 \text{ [MPa]}$$

$$\tau_{s,dov} = k_m * R_m \quad (6.24)$$

Dosažením hodnot $R_m = 550$ – mez pevnosti materiálu příčnicku ve smyku [MPa],

a $k_m = 3,5$ – koeficientu bezpečnosti do vzorce (6.24), lze vypočítat napětí dovolené ve smyku:

$$\tau_{s,dov} = 133,57 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} \leq \sigma_{o,dov} \quad (6.25)$$

kde: σ_o – napětí v ohybu [MPa], M_o – ohybový moment [Nmm], W_o – průřezový modul v ohybu [mm^3], $\sigma_{o,dov}$ – napětí dovolené v ohybu [MPa]

$$\sigma_{o,dov} = 0,85 * \frac{R_m}{k_m} \quad (6.26)$$

Dosažením hodnot $R_m = 550$ – mez pevnosti materiálu čepu v ohybu [MPa],

a $k_m = 3,5$ – koeficientu bezpečnosti do vzorce (6.26), lze vypočítat napětí dovolené v ohybu:

$$\sigma_{o,dov} = 133,57 \text{ [MPa]}$$

$$M_o = F8/2 * R_b/2 \quad (6.27)$$

Dosažením hodnot $F8 = 1000$ – zatížení od břemene [N], a $R_b = 24,5$ – rozteč os bočnic [mm], do vzorce (6.27), lze vypočítat:

$$M_o = 6125 \text{ – ohybový moment [Nmm]}$$

$$\sigma_t = \frac{F8/2}{S_b} \leq \sigma_{t,dov} \quad (6.28)$$

Dosažením hodnot $F8 = 1000$ – zatížení od břemene [N], a $S_b = 30$ – průřez bočnice v kritickém místě [mm^2], (Obrázek 14) do rovnice (6.28) lze vypočítat napětí v tahu:

$$\sigma_t = 16,6 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_{t,dov} = 0,85 * \frac{R_m}{k_m} \quad (6.29)$$

Dosažením hodnot $R_m = 400$ – mez pevnosti materiálu bočnice v tahu [MPa],

a $k_m = 3,5$ – koeficient bezpečnosti do vzorce (6.29), lze vypočítat dovolené napětí v tahu:

$$\sigma_{t,dov} = 97,15 \text{ [MPa]}$$

$$N_{ms} - \text{mzdové náklady na sestavu kladky} = (t/60) * 750 = 187,5 \text{ [Kč/ks]} \quad (6.30)$$

kde: - průměrná mzda dělníka = 750 [Kč/h]

BOD ZVRATU

$$BZ(q) = FN / (p-b) \quad (7.1)$$

kde: BZ(q) – bod zvratu pro určitý počet kusů výrobku [ks],

FN – fixní náklady [Kč]

p – prodejní cena výrobku [Kč/ks]

b – variabilní náklady na jeden kus [Kč/ks]

HRUBÁ RENTABILITA

$$R_h = \frac{(p-b)}{p} \quad (7.2)$$

kde: Rh – hrubá rentabilita [%]

p – prodejní cena výrobku [Kč/ks]

b – variabilní náklady na jeden kus [Kč/ks]