

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

KOLÉBKOVÝ STUL PRO 4.OSU CNC FRÉZKY CHARLYROBOT
2U.
DESING OF SWING TABLE FOR 4-AXIS OF CNC MILLING MACHINE CHARLYROBOT 2U

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

PAVEL BALÁK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

ING.VLADIMÍR ČUDEK

BRNO 2011

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav konstruování

Akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Pavel Balák

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Kolébkový stůl pro 4.osu CNC frézky Charlyrobot 2U.

v anglickém jazyce:

Design of swing table for 4-axis of CNC milling machine Charlyrobot 2U.

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Cílem bakalářské práce je konstrukční návrh kolébkového stolu pro 4-osou CNC frézku Charlyrobot včetně jednoduchého upínacího mechanismu pro obrobky.

Cíle bakalářské práce:

Bakalářská práce musí obsahovat:

- 1.Úvod
- 2.Přehled současného stavu poznání
- 3.Formulaci řešeného problému a jeho technickou a vývojovou analýzu
- 4.Vymezení cílů práce
- 5.Návrh metodického přístupu k řešení
- 6.Návrh variant řešení a výběr optimální varianty
- 7.Konstrukční řešení
- 8.Závěr (Konstrukční, technologický a ekonomický rozbor řešení)

Forma bakalářské práce: průvodní zpráva, technická dokumentace

Typ práce: konstrukční

Účel práce: pro VV a tvůrčí činnost ÚK

Seznam odborné literatury:

Kief, H.B., Hanser, C.: NC/CNC Handbuch : '92 : NC. CNC. DNC. CAD. CAM. FFS. NC-Maschinen. NC-Roboter. LAN Fachwortverzeichnis, München, 1992, 570 stran.

Zelený, P.: Návrh a konstrukce prototypu víceúčelového CNC stroje (teze disertační práce). Liberec, Technická univerzita v Liberci, Fakulta strojní, 2006, -- 20 stran, ISBN: 80-7372-039-6

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Vladimír Čudek, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2010/2011.

V Brně, dne 26.11.2010

L.S.

prof. Ing. Martin Hartl, Ph.D.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá konstrukčním návrhem a realizací kolébkového stolu pro čtvrtou osu CNC frézky Charlyrobot 2U. Kolébkový stůl bude sloužit k obrábění tvarově složitějších součástí. První část bakalářské práce se zabývá základními principy kolébkových stolů a rozdělením. Ve druhé části se zabývá rozborem několika variant řešení a následnému výběru a zhodnocení nejvhodnější. Dále je přiložena technická dokumentace z vybranou variantou.

KLÍČOVÁ SLOVA

kolébkový stůl, frézka,

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with construction project and realisation of swing table for 4-axis of CNC milling machine Charlyrobot 2U. Swing table will serve to cutting of more complicated parts. First part of bachelor thesis deals with principles of swing table and their separation. The next part of thesis describes analysis several version solving of problem. Then I choose the most appropriate and evaluate versions. Next I inclosed technical documentation with final version.

KEYWORDS

Swing table, milling machine,

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

BALÁK, P. *Kolébkový stůl pro 4.osu CNC frézky Charlyrobot 2U*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2010 Vedoucí bakalářské práce Ing. Vladimír Čudek

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma *Kolébkový stůl pro 4.osu CNC frézky Charlyrobot 2U* vypracoval samostatně pod vedením Ing. Vladimíra Čudka, CSc. A uvedl v seznamu literatury všechny použité literární a odborné zdroje.

V Tišnově dne 19. května 2011

.....

podpis

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych poděkovat vedoucímu své bakalářské práce Ing. Vladimíru Čudkovi za rady a připomínky , které mi pomohli k vypracování této bakalářské práce.

OBSAH

OBSAH	11
1 ÚVOD	12
2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ	13
2.1 Kolébkový stůl	13
2.1.1 Stoly naklápěcí a otočné	13
2.1.2 Kolébkové stoly se zvětšeným rozsahem naklápění	15
2.1.3 Stoly naklápěcí s děličkou	15
2.2 Otočný stůl	16
2.2.1 Standardní otočný stůl	16
2.2.2 Víceřetenové otočné stoly	16
2.2.3 Speciální otočné stoly	17
3 FORMULACE ŘEŠENÉHO PROBLÉMU A JEHO TECHNICKÁ A VÝVOJOVÁ ANALÝZA	18
4 VYMEZENÍ CÍLŮ PRÁCE	20
5 NÁVRH METODICKÉHO PŘÍSTUPU K ŘEŠENÍ	21
6 NÁVRH VARIANT ŘEŠENÍ A VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY	22
6.1 Návrh variant řešení kolébkového stolu	22
6.1.1 Varianta 1	22
6.1.2 Varianta 2	23
6.1.3 Varianta 3	25
7 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	27
7.1 Rozbor součástí kolébkového stolu	27
7.1.2 T-matice a T-drážka	28
7.1.3 Podpěra	28
7.1.4 Podpěra čelní	29
7.1.5 Kostka	29
7.1.6 Podložka	30
7.1.7 Příruba	31
7.1.8 Čelní příruba s hřídélí a víčkem	31
7.2 Rozbor součástí jednoduchého upínače	32
7.2.1 Válec a upínka	33
7.3 Přestavování výšky naklápěcí desky	34
7.4 Maximální rozměry obrobku	35
7.5 Průměr otáčení kolébkového stolu	35
8 ZÁVĚR (KONSTRUKČNÍ, TECHNOLOGICKÝ A EKONOMICKÝ ROZBOR ŘEŠENÍ)	37
9 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	38
10 SEZNAMY	39
10.1 Seznam obrázků	39
10.2 Seznam tabulek	39
10.3 Seznam grafů	40
10.4 Seznam výkresů	40

1 ÚVOD

Kolébkový stůl v současné době nachází čím dál větší uplatnění. Především díky rozvíjející se oblasti použití CNC strojů, kde tato zařízení rozšiřují možnosti obrábění. Konkrétně jde o jednoduché přestavění 3-osých obráběcích strojů o jednu až dvě osy, bez zásahu do celkové konstrukce. Tato varianta je výhodná z ekonomického hlediska, zejména pro uživatele 3-osých CNC obráběcích strojů. Kolébkový stůl se upevňuje na stůl stroje běžně pomocí T-drážek.

2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

2

V současné době se kolébkové stoly používají zejména z těchto důvodů. Hlavním je rozšíření 3-osých obráběcích strojů na 4 až 5-osé. Dalším je pak zlepšení podmínek při obrábění ve specifických situacích jako například při frézování složitých obrobků kulovými frézami, kde se vyhneme naklopením obráběné plochy situaci, kdy je na vrcholu nástroje nulová řezná rychlost. Tímto zabráníme zhoršení jakosti obráběné plochy a zvýšení opotřebení nástroje. [1]

2.1 Kolébkový stůl

2.1

Kolébkové stoly jsou vždy v kombinaci s otočným stolem nebo děličkou. Podle toho se dělí na stoly naklápěcí a otočné, otočné stoly se zvětšeným rozsahem naklápění a stoly naklápěcí s děličkou. Obrobek lze obrábět až z pěti stran a lze dosáhnout prakticky každý složený úhel. Při použití na vertikálních obráběcích centrech se snadno obrábějí složité geometrické tvary jako např. oběžná kola čerpadel a turbín. [2]

2.1.1 Stoly naklápěcí a otočné

2.1.1

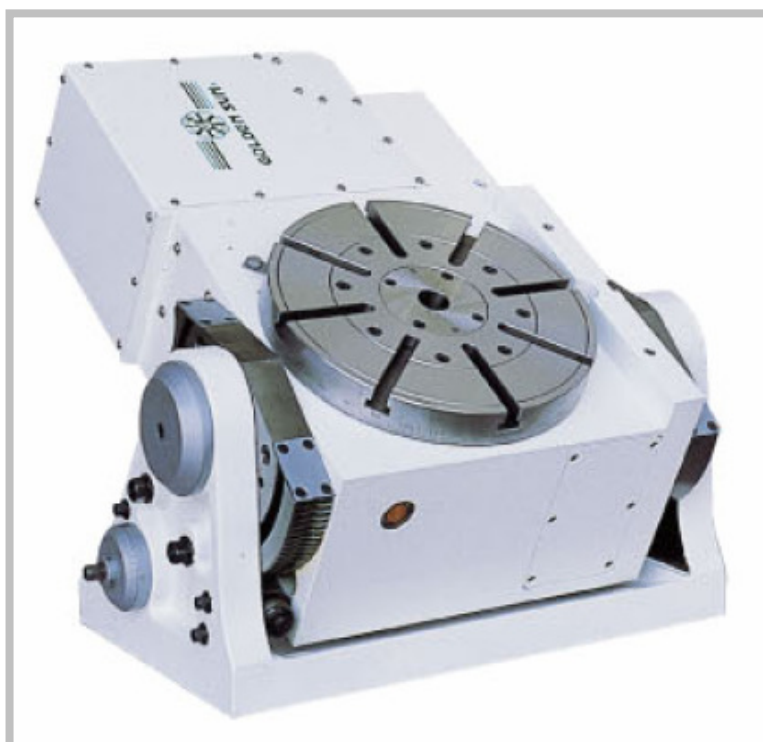
Tyto kolébkové stoly jsou nejrozšířenější. Podle možností stroje a prováděných operací lze volit z více typů a velikostí. Varianta kolébkového stolu s CNC řízenou čtvrtou (naklápěcí) a pátou (otočnou) osou (viz Obr. 2-1) zvyšuje užitnou hodnotu obráběcího stroje větším počtem nastavení pracovních poloh pro obrábění. Umožňuje kromě obrábění součástí kolem rotační osy obrobku současně obrábění s naklopenou rovinou. Tyto vlastnosti jsou využívány při obrábění tvarově složitějších obrobků. Další variantou je naklápěcí stůl s více otočnými stoly (viz Obr. 2-2). Tímto způsobem lze zvýšit produktivitu stroje. Varianta kolébkového stolu s CNC řízenou čtvrtou a ručně přestavitelnou pátou osou (viz Obr. 2-3) se hodí k vertikálním strojům s plně nevyužívanou pátou osou. Toto provedení je výrazně levnější a méně náročné na řízení stroje. [3] [6] [4]



Obr. 2-1 Rotační naklápěcí stůl Haas TR 160 Y.



Obr. 2-2 Dvouřetenový rotační naklápečí stůl NIKKEN 5AX-2mt-105.



Obr. 2-3 Otočný naklápečí stůl s ručním naklápěním GOLDEN SUN CNCMT-321.

2.1.2 Kolébkové stoly se zvětšeným rozsahem naklápění

2.1.2

Tento typ kolébkových stolů je pro speciální použití a má speciální zvýšenou konstrukci, která je vhodná pro naklápění celého stolu až o 220°. (viz Obr. 2-4).[3]



Obr. 2-5 Naklápěcí stůl s děličkou Haas T5C4.

2.1.3 Stoly naklápěcí s děličkou

2.1.3

Při použití naklápěcího stolu s děličkou je zajištěno automatické natáčení obrobku do libovolného úhlu. Díky děličce výrazně zvyšují produktivitu odstraněním ruční manipulace s obrobky a výměny nástrojů (viz Obr. 2-5). [2]



Obr. 2-4 Kolébkový stůl se zvětšeným rozsahem naklápění STROJTOS URH-320 DT ø400.

2.2

2.2 Otočný stůl

Otočný stůl je navržen tak, aby se zvýšila produktivita a univerzálnost obráběcích vertikálních center tím, že nám jednoduše rozšíří 3 osé stroje na 4 osé stroje za nižší pořizovací náklady v porovnání s přestavbou nebo nákupem nového stroje. Vlastní upínání otočného stolu na stůl vertikálního centra bývá zpravidla T-drážkami. Vzhledem k velkému výběru různých typů otočných stolů si můžeme vybrat ten nejvhodnější podle zadaných kritérií (hmotnost obrobku, rozměry otočného stolu). Otočné stoly se dělí na standardní otočné stoly, vícevřetenové otočné stoly, otočné stoly s motorem vzadu a speciální otočné stoly. [4]

2.2.1

2.2.1 Standardní otočný stůl

Tato konstrukce otočných stolů je nejpoužívanější a nejjednodušší (viz Obr. 2-6). Na upínací desku se obrobek upne pomocí T-drážek, případně lze připevnit sklíčidlo. Běžné rozměry stolu jsou od Ø100 mm až do Ø600 mm. [4]



Obr. 2-6 Otočný stůl NIKKEN CNCZ302.

2.2.2

2.2.2 Vícevřetenové otočné stoly

Vřetena jsou buď ve dvojici, trojici nebo čtveřici a tím dokážeme zvýšit univerzálnost a produktivitu stroje. Tyto uspořádání se hodí například pro vícevřetenové stroje. (viz Obr. 2-7) [4]



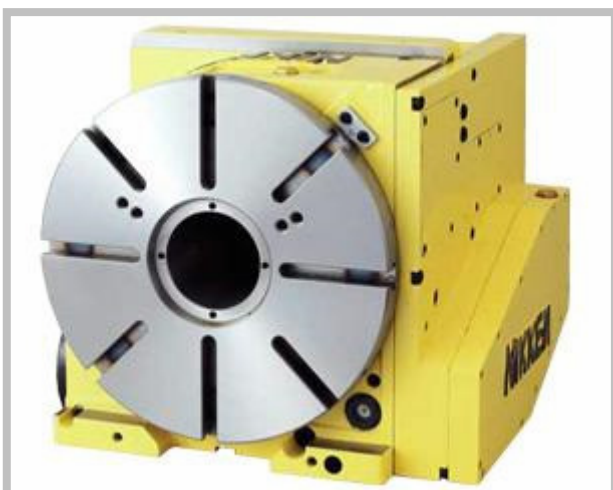
Obr. 2-7 Otočný stůl NIKKEN CNC100-4W .

2.2.3 Speciální otočné stoly

Tyto stoly jsou navrženy tak, aby doplnily rozsah použití i na stroje s menšími rozměry pracovního prostoru. Do této kategorie se řadí například otočné stoly s motorem na svislo (viz Obr. 2-8), s motorem vzadu (viz Obr. 2-9), nebo jiné speciální konstrukce. [4] [2]



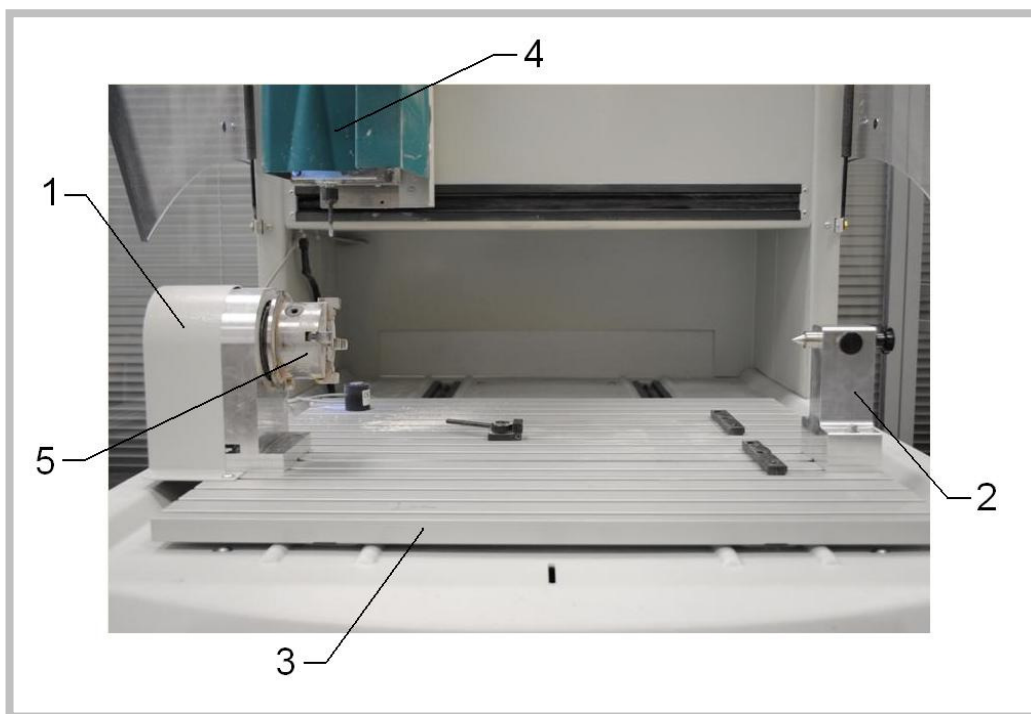
Obr. 2-8 Otočný stůl s motorem na svislo Hass HRT210M.



Obr. 2-9 Otočný stůl s motorem vzadu NIKKEN CNCZ302B.

3 FORMULACE ŘEŠENÉHO PROBLÉMU A JEHO TECHNICKÁ A VÝVOJOVÁ ANALÝZA

Tato práce se zabývá konstrukčním návrhem kolébkového stolu pro CNC frézku Charlyrobot 2U (viz Obr. 3-1), která umožňuje obrábění ve čtyřech osách. CNC frézka je vybavena otočným stolem a koníkem pro upínání rotačních obrobků. Otočný stůl je vybaven čtyřčelistovým sklíčidlem. Vzhledem k tomu, že frézka má v příslušenství otočný stůl a koník, jeví se jako nejvhodnější varianta s využitím tohoto příslušenství otočný stůl s naklápěcí deskou a podpěrrou (viz Obr. 3-2). Parametry frézky jsou uvedeny v tab 3-1.



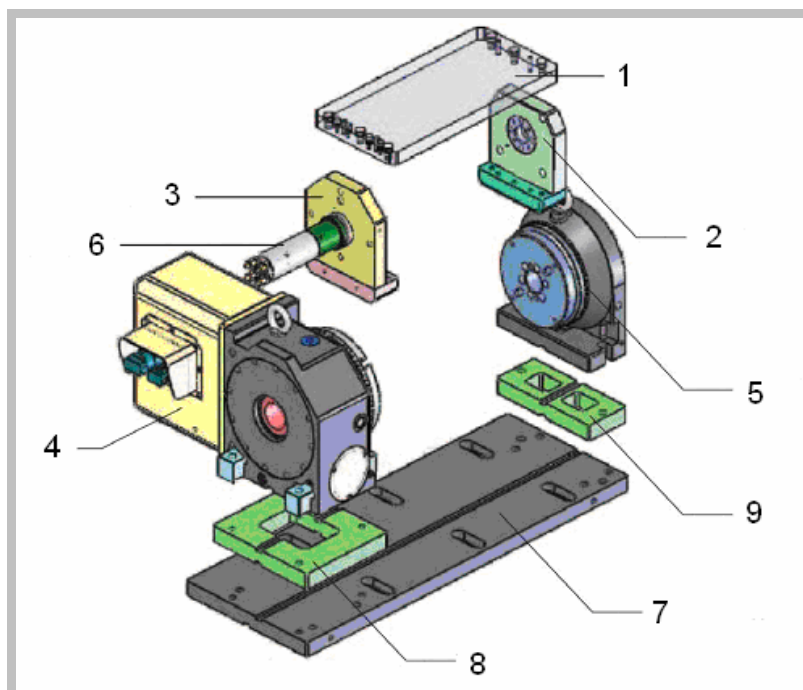
Obr. 3-1 CNC frézka Charlyrobot 2U.

Legenda

- | | | |
|----------------|-------------------|--------------|
| 1. Otočný stůl | 4. Vřeteno frézky | 5. Sklíčidlo |
| 2. Koník | 3. Základní deska | |

Vysokorychlostní vřeteno	1,1kW
Otáčky vřetene:	do 24 000min ⁻¹
Rychloposuv	100mm/s
Zdvih v ose X	600mm
Zdvih v ose Y	420mm
Zdvih v ose Z	280mm
Rozměr pracovní desky	640x680mm
Konstrukce	Portálová svařovaná
Průchod mezi sloupy	810mm
Průchod pod portálem	250mm
Motorizace posuvů	krokové motory s 900Nmm
Celková délka s krytem	1310mm
Celková šířka s krytem	985mm
Celková výška s krytem	1070mm

Tab. 3-1 parametry CNC frézky Charlyrobot 2U.



Legenda

1. Fixační deska
2. Podpěra čelní
3. Podpěra
4. Otočný stůl
5. Čelní deska koníka
6. Hřídel podpěry
7. Základní deska
8. Výškový blok čelní
9. Výškový blok

Obr. 3-2 Schéma kolébkového stolu.

4 VYMEZENÍ CÍLŮ PRÁCE

Hlavními požadavky při úpravě stávající koncepce CNC frézky jsou nízká hmotnost naklápěcí desky, co nejjednodušší konstrukce při zachování stávajícího otočného stolu a koníku, při použití co nejmenšího počtu nových dílů. Důraz je kladen i na flexibilitu a výrobní cenu.

5 NÁVRH METODICKÉHO PŘÍSTUPU K ŘEŠENÍ

5

Konstrukční část této práce je rozdělena do třech hlavních etap:

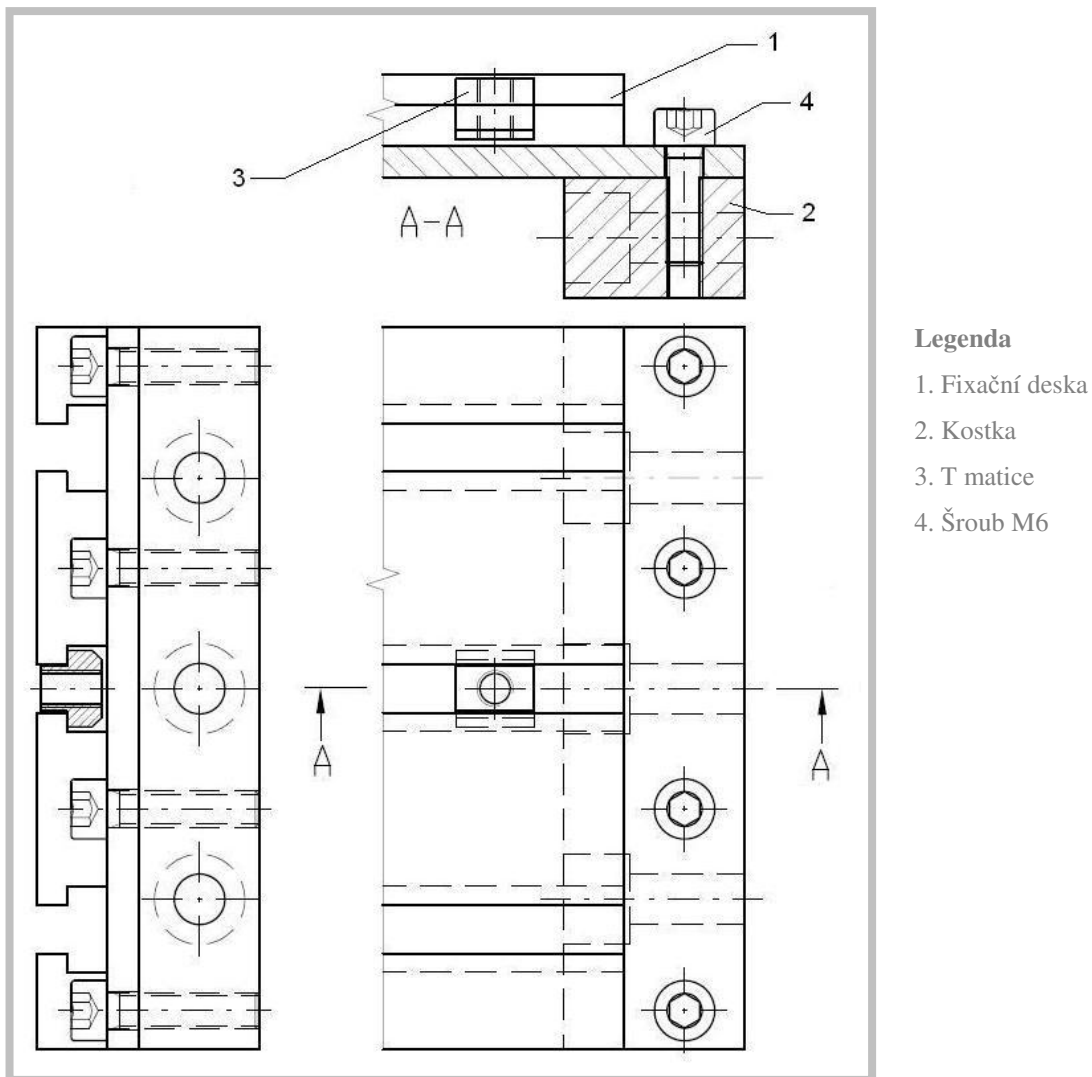
- 1) návrh variant řešení kolébkového stolu,
- 2) tvarové a kinematické ověření vybrané varianty,
- 3) vytvoření průvodní zprávy a technické dokumentace.

6**6 NÁVRH VARIANT ŘEŠENÍ A VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY****6.1****6.1 Návrh variant řešení kolébkového stolu**

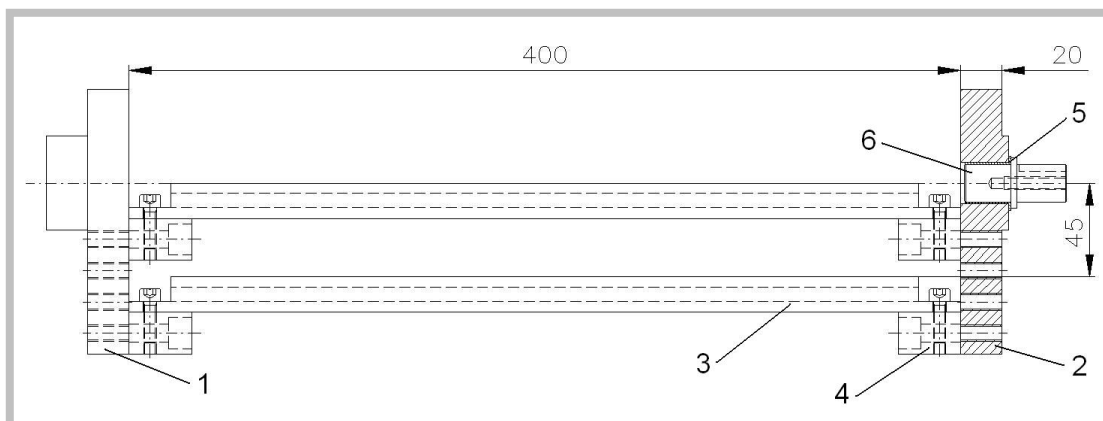
Pro dodržení jednoduchosti navrhované konstrukce při zachování dostatečné přesnosti a snadné manipulace bylo navrženo několik variant. Jednotlivé varianty se liší především způsobem uchycení stolu k podpěrám. Společným rysem všech návrhů je využití stávajícího principu uchycení obrobků pomocí T-matic v T-drážce.

6.1.1**6.1.1 Varianta 1**

Tato varianta předpokládá, že má fixační deska vyfrézované kraje do hloubky 11,7 mm o šířce 20 mm pro vkládání a odebírání T-matic do drážek. Fixační deska je přišroubovaná ke kostce čtyřmi šrouby M6 (viz Obr. 6-1). Dále je pro otočné uložení podpěry použito kluzné ložisko. Toto uspořádání nám umožňuje výškové přestavování po 15 mm, a to od plochy desky v ose otáčení, až po 45 mm pod osu otáčení. Výškové přestavování se provádí pomocí přišroubování tří šroubů M8 přes kostku do čelní podpěry (viz Obr. 6-2).



Obr. 6-1 Varianta 1 – detail.



Obr. 6-2 Varianta 1.

Legenda

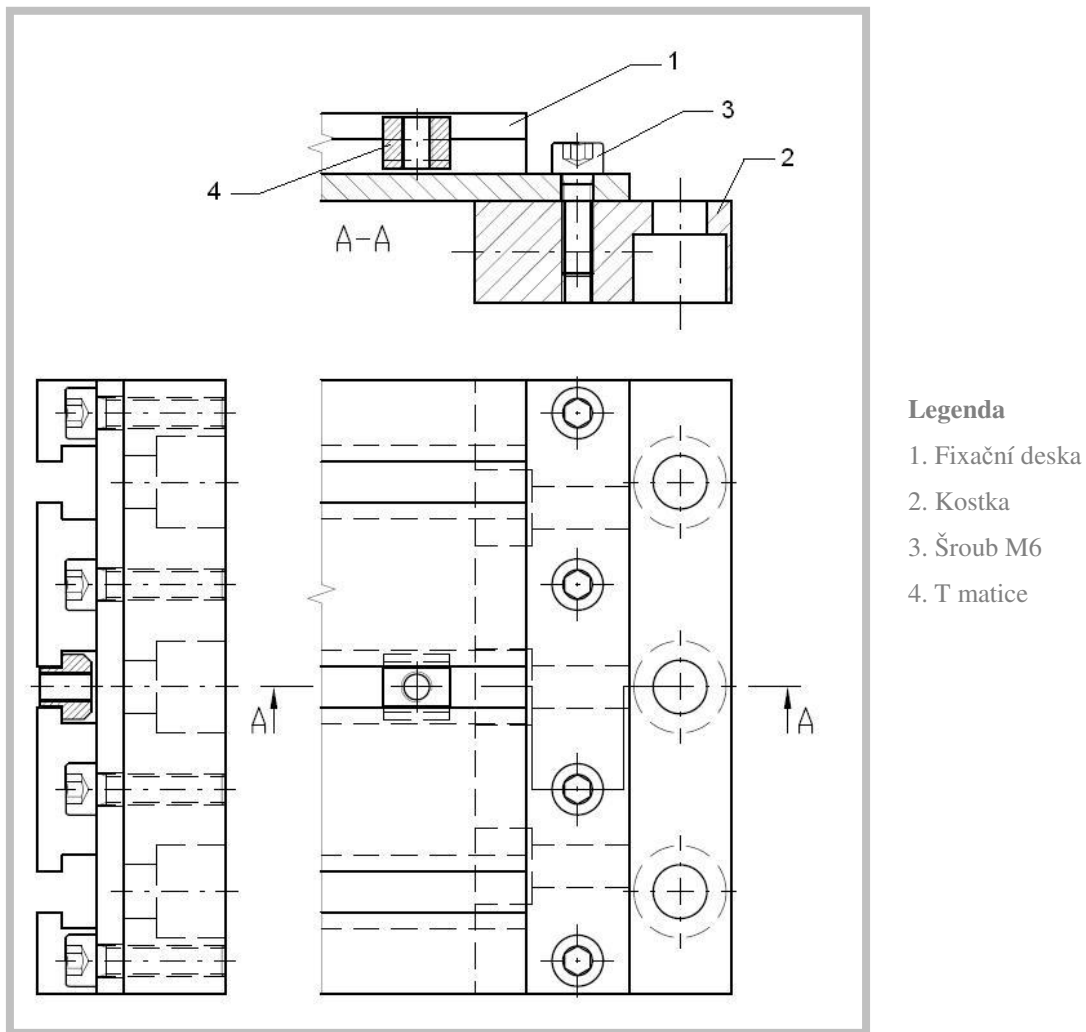
- | | | |
|------------|-------------------|-------------------------|
| 1. Podpěra | 2. Podpěra čelní | 3. Fixační deska |
| 4. Kostka | 5. Kluzné ložisko | 6. Hřídel čelní podpěry |

Velkou výhodou je možnost výškového přestavení až po plochu desky v ose otáčení stolu, ale to vyžaduje připojovací otvory v čelní podpěře a tím dostatek místa jen pro uložení s kluzným ložiskem. Navíc zde není možnost zafixovat polohy jednotlivých vzdáleností od osy otáčení a to by znamenalo složité seřizování desky v jednotlivých polohách.

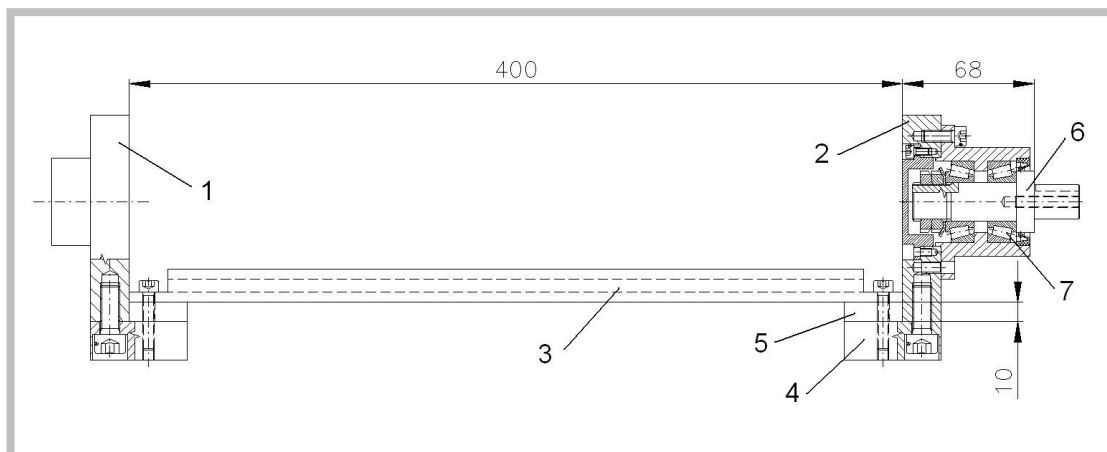
6.1.2 Varianta 2

Ve druhé variantě je stejná fixační deska i upevnění ke kostce jako v první variantě, ale upevnění k čelní podpěře je jiné. Spojení kostky s čelní podpěrrou je provedeno přišroubováním kostky třemi šrouby M8 do spodní části podpěry (viz Obr. 6-3). Toto spojení je bez možnosti přímého výškového přestavení, proto je přestavování řešeno podložkami mezi fixační deskou a kostkou (viz Obr. 6-4). Pro otočné uložení podpěry je použito valivé ložisko (kuželíkové s kosoúhlým stykem). Tohle uspořádání nám umožňuje výškové přestavování na libovolné vzdálenosti od osy otáčení, a to od plochy desky v ose otáčení až po 60 mm pod osu otáčení.

U této varianty máme možnost nastavit předpětí na ložiskách a tím dosáhnout větší přesnosti, než u první varianty. Další výhodou je poloha kostky v čelní podpěře zajištěná kolíky, tím odpadá nutnost při každém přestavení pracně seřizovat rovnoběžnost desky s osou otáčení. Nevýhodou je, že při podkládání desky dochází ke snižování tuhosti, a tím i přesnosti obrábění.



Obr. 6-3 Varianta 2 – detail.



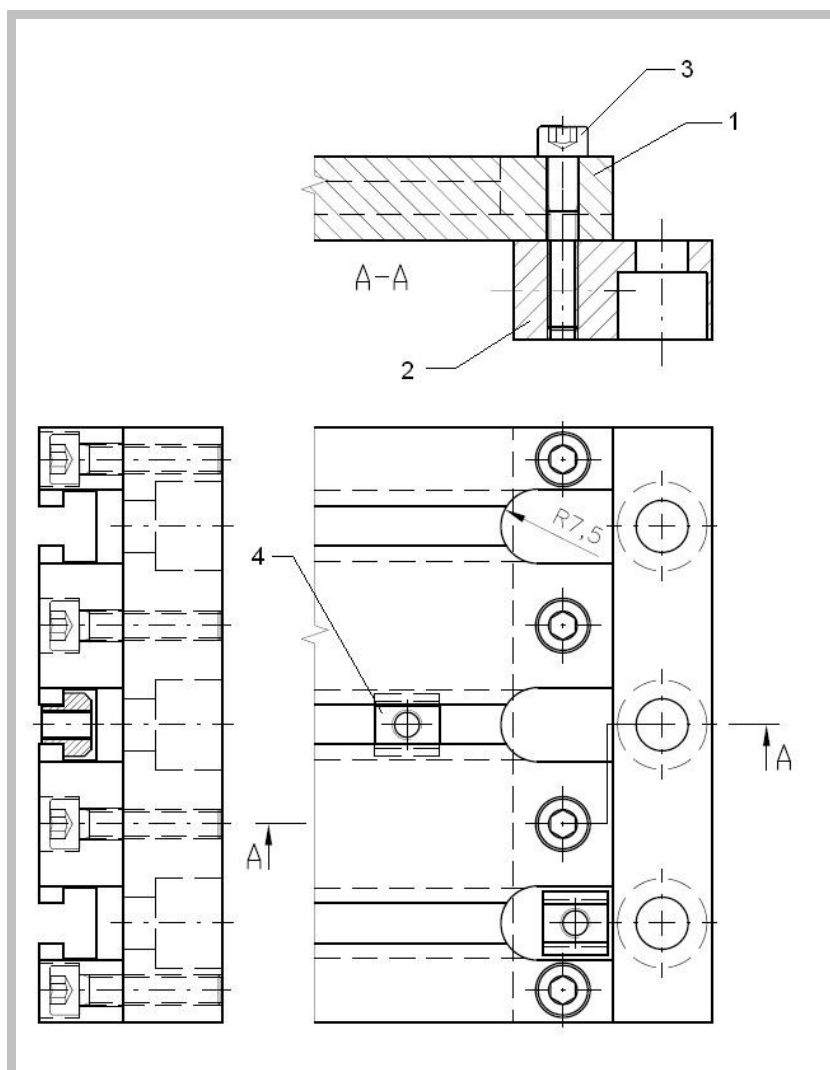
Obr. 6-4 Varianta 2.

Legenda

- | | | |
|-------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1. Podpěra | 2. Podpěra čelní | 3. Fixační deska |
| 4. Kostka | 5. Vyměnitelná podložka | 6. Hřídel čelní podpěry |
| 7. Valivá ložiska | | |

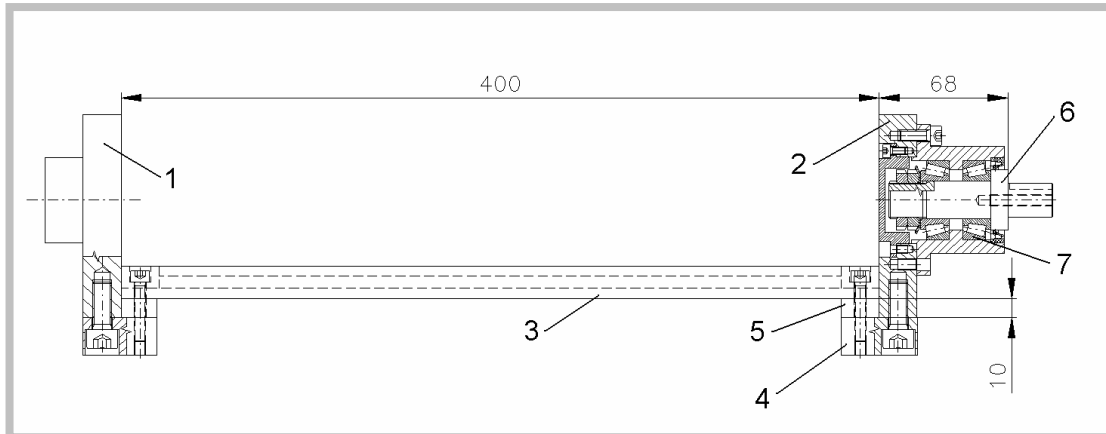
6.1.3 Varianta 3

V poslední variantě je změněná fixační deska, podpěra a kostka. Fixační deska má oproti předchozímu případu vyfrézovány čtyři drážky o poloměru 7,5mm do vzdálenosti 22,5mm a kostka je o 10mm zkrácená. Podpěra je oproti předchozím variantám ze dvou kusů, kvůli jednodušší výrobě. Spojení kostky s čelní podpěrou je stejné jako u předchozí varianty (viz Obr. 6-5). Otočné uložení podpěry je řešeno stejně jako ve variantě 2 (viz Obr. 6-6). Přestavování je řešeno taktéž podložkami mezi fixační deskou a kostkou, ale navíc je zde možnost fixace podložek do čelní podpěry. Fixace je provedena 2 – 4 šrouby M6 podle výšky podložky (viz Obr. 6-7).. Tohle uspořádání nám umožňuje výškové přestavování na libovolné vzdálenosti od osy otáčení, a to od plochy desky v ose otáčení až po 60mm pod osu otáčení, při zachování větší tuhosti než u varianty 2.

**Legenda**

1. Fixační deska
2. Kostka
3. Šroub M6
4. T matice

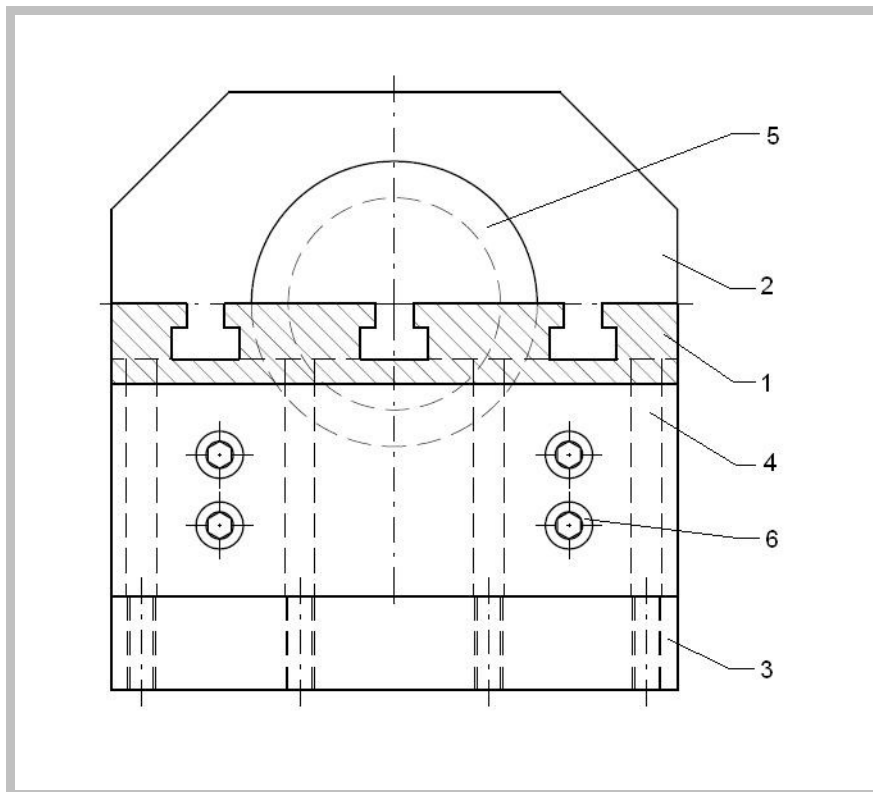
Obr. 6-5 Varianta 3 - detail 1.



Obr. 6-6 Varianta 3.

Legenda

- | | | |
|-------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1. Podpěra | 2. Podpěra čelní | 3. Fixační deska |
| 4. Kostka | 5. Vyměnitelná podložka | 6. Hřídel čelní podpěry |
| 7. Valivá ložiska | | |



Legenda

- | |
|------------------|
| 1. Fixační deska |
| 2. Podpěra čelní |
| 3. Kostka |
| 4. Podložka |
| 5. Víčko |
| 6. Šroub M6 |

Obr. 6-7 Varianta 3 - detail 2.

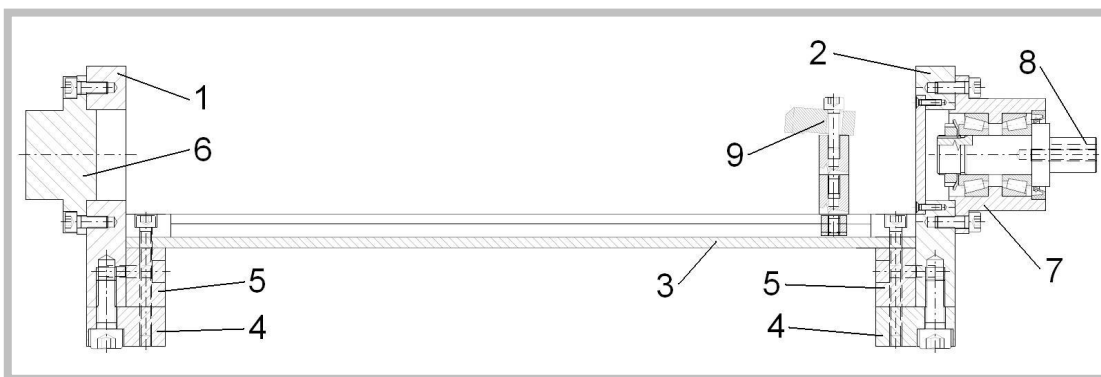
Výhodou této varianty je především zafixovaná podložka v čelní podpěře. Navíc má jinou, tužší fixační desku.

7 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

Pro konstrukční řešení jsem zvolil variantu 3, protože nejlépe vyhovuje všem požadavkům jako je nízká hmotnost naklápací desky, možnost výškového nastavení a nejméně náročné na výrobu.

7.1 Rozbor součástí kolébkového stolu

Tato část se zabývá rozborem jednotlivých částí kolébkového stolu (viz Obr. 7-1)



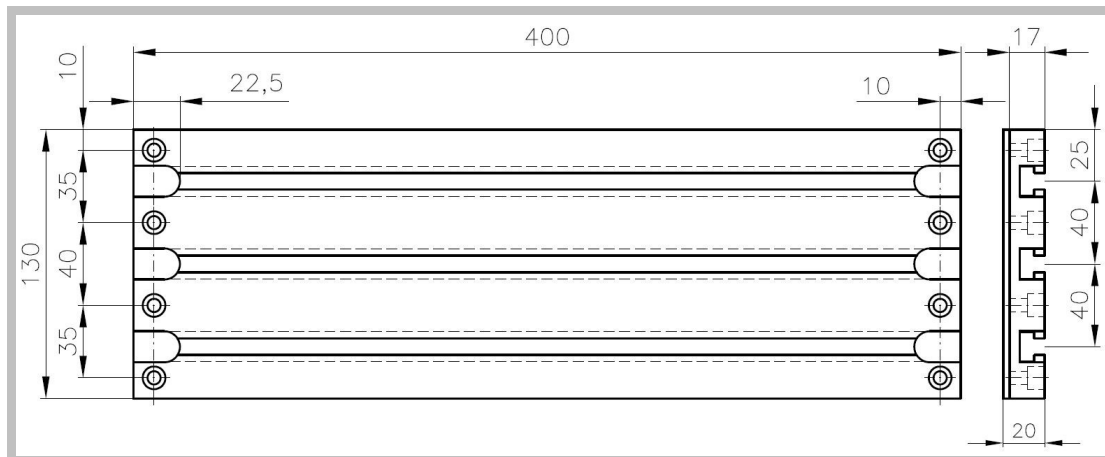
Obr. 7-1 Kolébkový stůl.

Legenda

- | | | |
|--------------------------|---------------------------|--------------------|
| 1. Podpěra | 2. Podpěra čelní s víčkem | 3. Fixační deska |
| 4. Kostka | 5. Vyměnitelné podložky | 6. Příruba podpěry |
| 7. Příruba čelní podpěry | 8. Hřídel čelní podpěry | 9. Upínač |

7.1.1 Naklápací deska

Naklápací deska má hlavní rozměry 400x130x17 mm a je vybavená třemi T-drážkami pro upevnění obrobku pomocí T-matic na desce (viz Obr. 7-2). Vzhledem k technologii výroby polotovaru (tažení za studena), může při obrábění ploch vznikat v materiálu vnitřní pnutí, což může vést k deformacím, proto jsou upínací plochy obrobny na výšku 17 mm jen do hloubky 30 mm. Deska je z materiálu AlMgSi0,5 dle normy ČSN 42 4400. Díky použitému materiálu deska váží 2,0kg. Polotovar pro obrábění jsem zvolil tyč plochou o rozměrech 140x20-410 ČSN 42 4400.

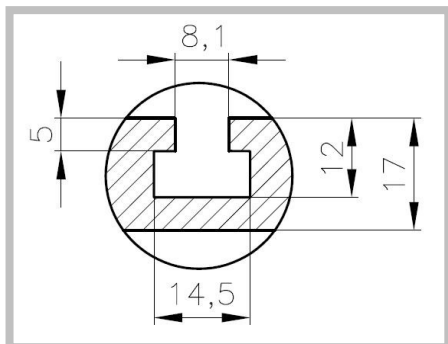


Obr. 7-2 Naklápací deska.

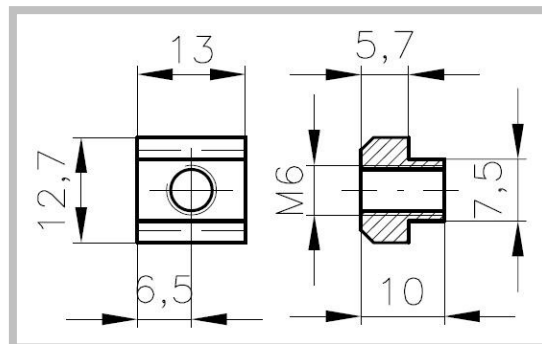
7.1.2

7.1.2 T-matice a T-drážka

Rozměry T-drážky vychází z rozměrů T- drážky na základním stole frézky (viz Obr. 7-3), aby bylo možné použít T-matice z příslušenství frézky (viz Obr. 7-4).



Obr. 7-3 T-drážka.

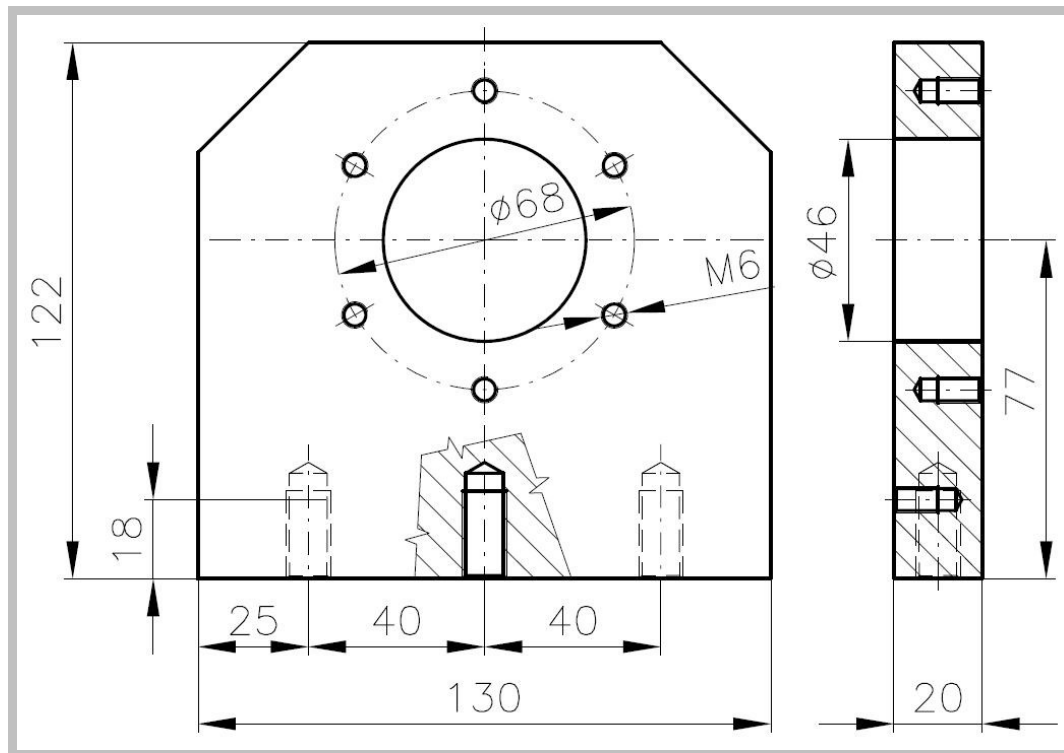


Obr. 7-4 T-matice.

7.1.3

7.1.3 Podpěra

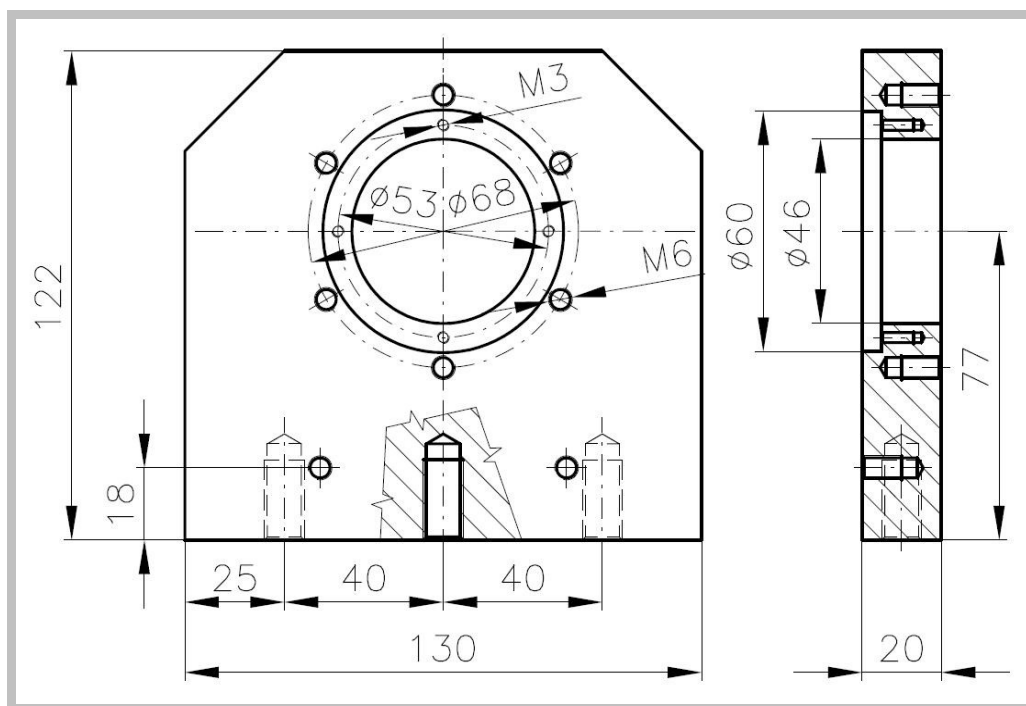
Podpěra má hlavní rozměry 130x20x122 mm, osa otáčení je 77 mm nad spodní plochou pro připevnění ke kostce třemi šrouby M8, podpěra má centrážní otvor $\varnothing 46$ mm pro připojení příruby pomocí šesti šroubů M6 na roztečné kružnici $\varnothing 68$ mm. Na boku podpěry jsou vyřezány závit M6 pro zafixování polohy podložky (viz Obr. 7-5). Podpěra je z materiálu 11 500 a polotovaru PLO 140x25-130 ČSN 42 5522.



Obr. 7-5 Podpěra.

7.1.4 Podpěra čelní

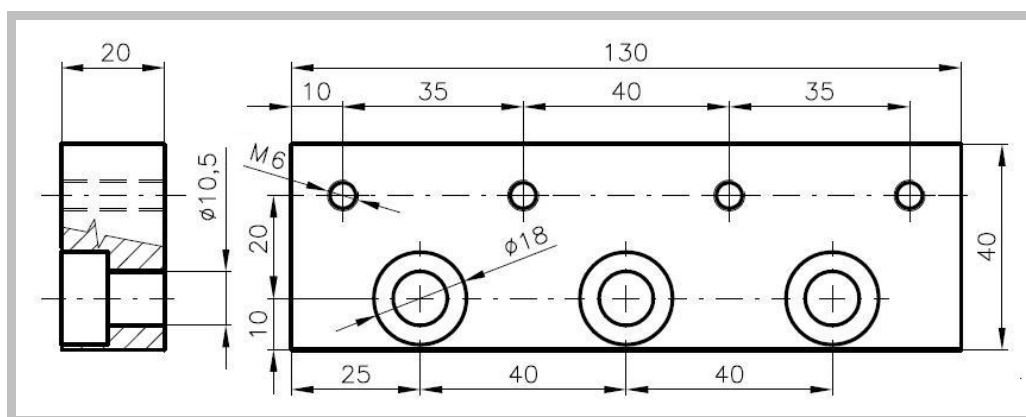
Čelní podpěra má hlavní rozměry 130x20x122 mm, osa otáčení je stejně jako u podpěry 77 mm nad spodní plochou pro připevnění ke kostce pomocí třech šroubů M8, podpěra má centrážní otvor $\varnothing 46$ mm pro připojení čelní příruby pomocí šesti šroubů M6 na roztečné kružnici $\varnothing 68$ mm. Dále má na roztečném $\varnothing 53$ mm čtyři závity M3 pro připevnění víka. Na boku podpěry jsou vyřezány závity M6 pro zafixování polohy podložky (viz Obr. 7-6). Podpěra je z materiálu 11 500 a polotovaru PLO 140x25-130 ČSN 42 5522.



Obr. 7-6 Podpěra čelní

7.1.5 Kostka

Kostka má rozměry 130x20x40 mm. Slouží k připevnění naklápěcí desky k podpěrám (viz Obr. 7-7). K naklápěcí desce se připevní pomocí čtyř šroubů M6x25 a pokud je deska potřeba zvednout pomocí podložek o výškách 30 mm a 60 mm, použijeme šrouby M6x55 nebo M6x85 ČSN 02 1143. Kostka je vyrobená z materiálu 11 500 a polotovaru PLO 140x25-50 ČSN 42 5522.

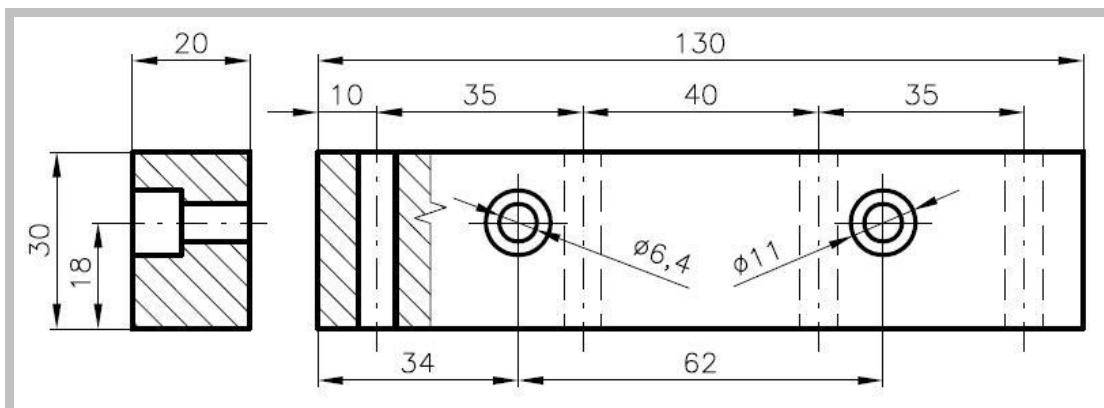


Obr. 7-7 Kostka.

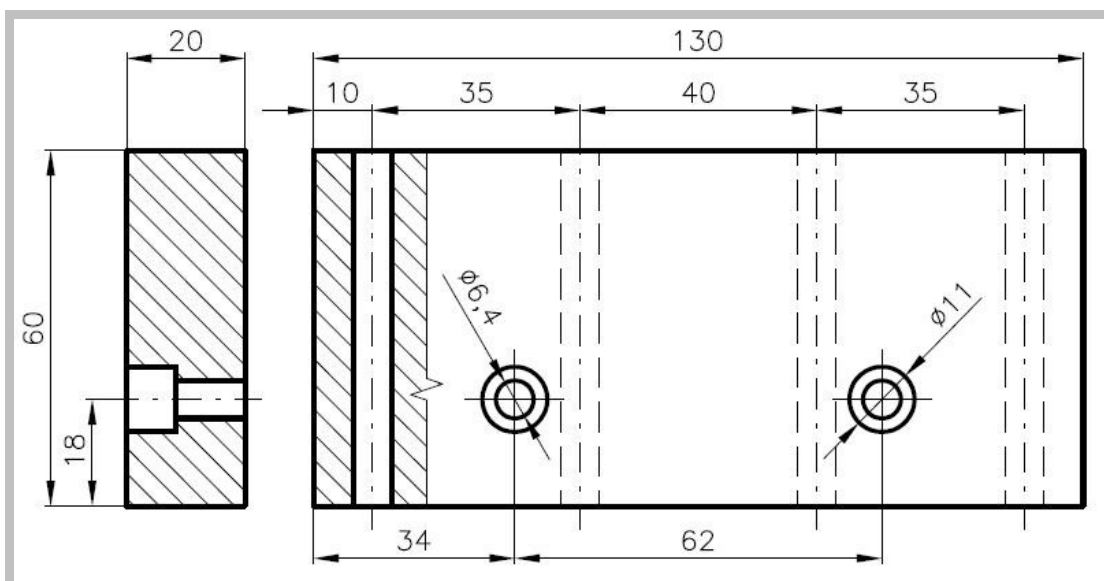
7.1.6

7.1.6 Podložka

Podložka slouží k výškovému přeseřízení naklápěcího stolu. Podložky můžeme mít libovolně vysoké. Pro základní použití jsou vyrobeny dvě a to o výškách 30 mm (viz Obr. 7-8) a 60 mm (viz Obr. 7-9). Výškové přeseřízení se provede vložením podložky mezi naklápěcí desku a podpěry, provedeme výměnu šroubů z M6x25 na M6x55 nebo M6x85 dle podložky a desku přitáhneme přes podložku ke kostce. Poté stačí podložku přitáhnout čtyřmi šrouby M6x20 k bočnicím a tím ji zafixovat. Podložky jsou vyrobeny z materiálu 11 500 a polotovarů PLO 140x25-70 ČSN 42 5522 a PLO 140x25-40 ČSN 42 5522.



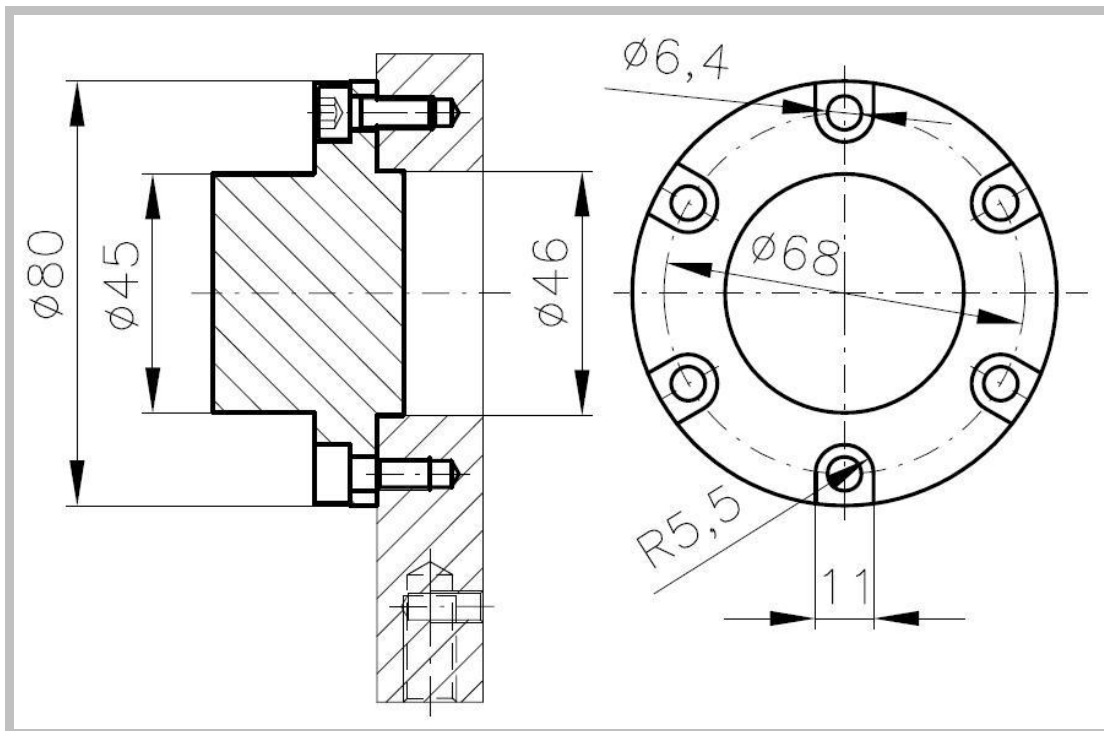
Obr. 7-8 Podložka.



Obr. 7-9 Podložka.

7.1.7 Příruba

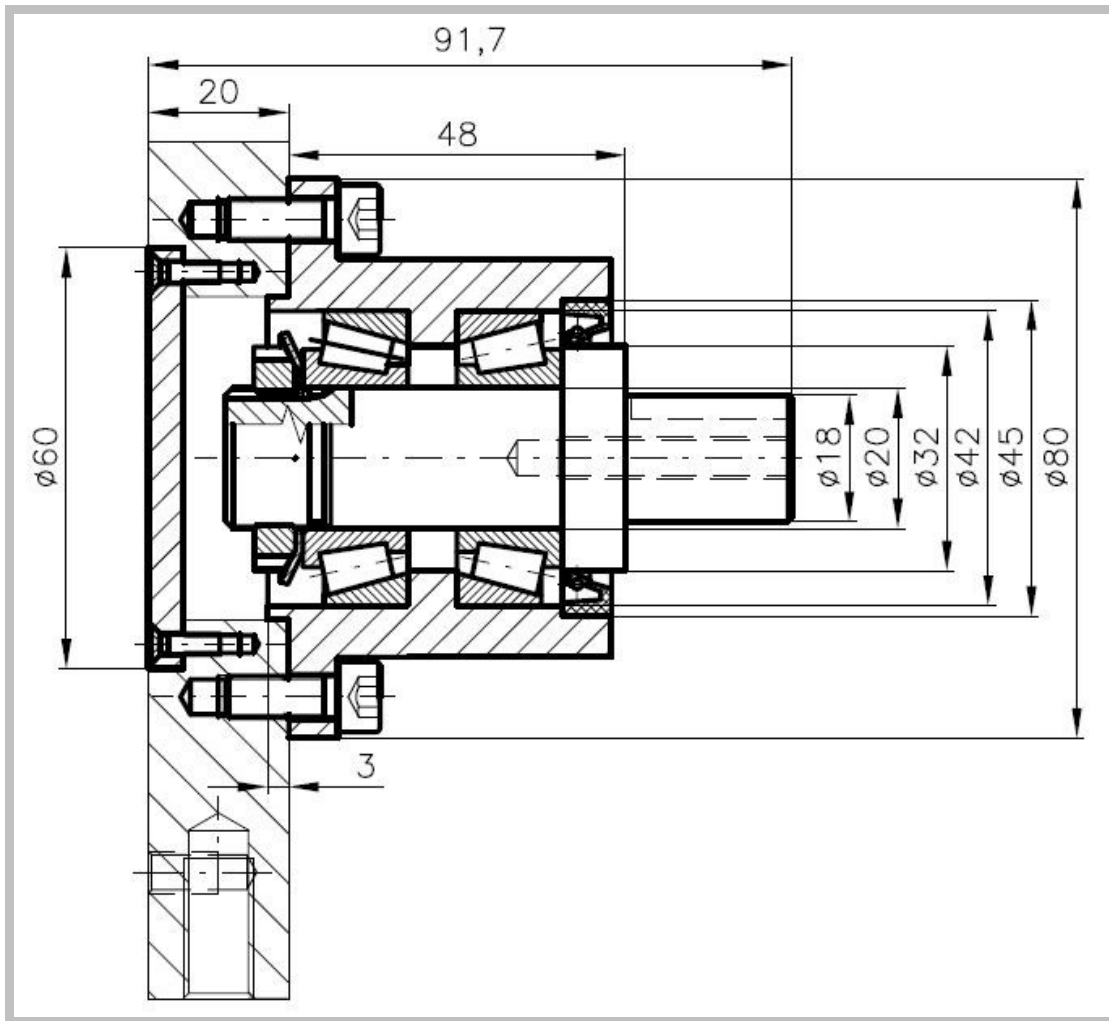
Příruba má rozměry $\varnothing 80 \times 56$. Má také centrační průměr $\varnothing 46$ mm, který slouží pro přesné spojení s podpěrou pomocí šesti šroubů M6x16. Druhý průměr $\varnothing 45$ mm slouží k upnutí celého kolébkového stolu do sklíčidla (viz Obr. 7-10). Příruba je vyrobená z materiálu 11 500 a polotovaru $\varnothing 85 \times 42$ ČSN 42 5510.



Obr. 7-10 Příruba.

7.1.8 Čelní příruba s hřídelí a víčkem

Čelní příruba má rozměry $\varnothing 80 \times 49$ mm, je vyrobená z materiálu 11 500 a polotovaru $\varnothing 85 \times 55$ mm ČSN 42 5510. Příruba je upevněna na čelní podpěře pomocí šesti šroubů M6x16 na roztečné kružnici o $\varnothing 68$ mm. Z druhé strany čelní podpěry je upevněno na čtyřech šroubech M3x10 víčko, které má rozměry $\varnothing 60 \times 5$ mm a je vyrobeno z materiálu 11 500 a polotovaru $\varnothing 65 \times 13$ mm ČSN 42 5510. V přírubě jsou vložena kuželková ložiska s kosouhlým stykem 32004 XC/P5 ČSN 02 4720, ložiska jsou nasazena čely k sobě do "X" a stažena proti sobě na hřídeli pomocí KM matice, která je pojištěna MB podložkou, tím se vymezí jak axiální tak radiální vůle. Na největším průměru hřídele je umístěno tesnění G 32x45x7 ČSN 02 9401 (viz Obr. 7-11). Hřídel o rozměrech $\varnothing 32 \times 80,7$ mm je vyroben z materiálu 11 600 a polotovaru $\varnothing 35 \times 85$ mm ČSN 42 5510.12.

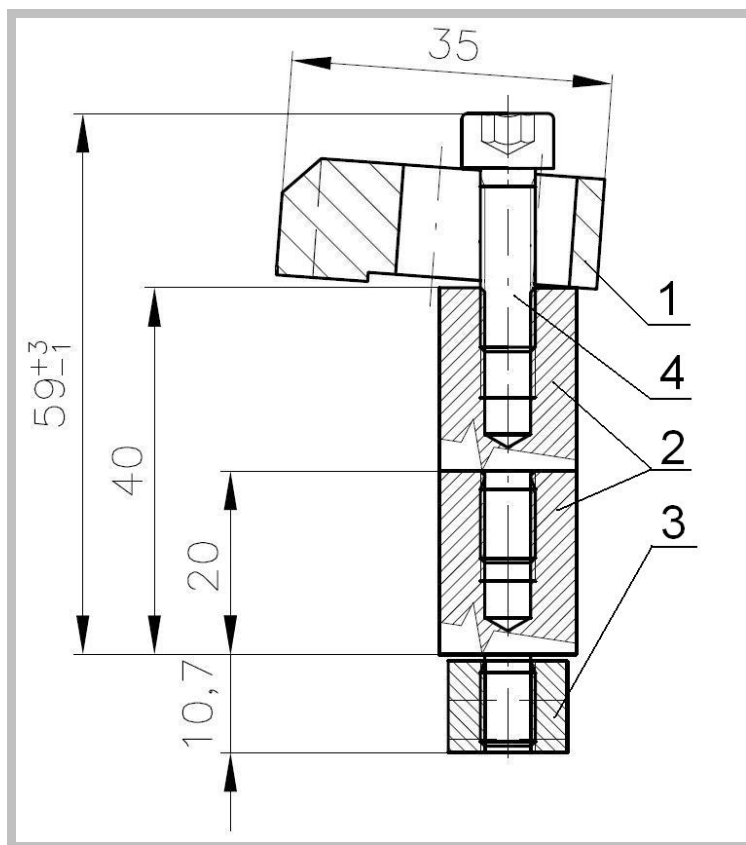


Obr. 7-11 Čelní podpěra s hřídelí a víčkem.

7.2

7.2 Rozbor součástí jednoduchého upínače

Samotný upínač je složen ze třech částí a to z válce, upínky a šroubu. Výšku, v které potřebujeme upínat nastavíme pomocí válců, které mají výšku po 20 mm, nebo pomocí obyčejných podložek, které můžeme umístit přímo pod válců nebo pod upínku k šroubu. Délku šroubu si volíme podle použití podložek (viz Obr. 7-12).



Obr. 7-12 Upínač.

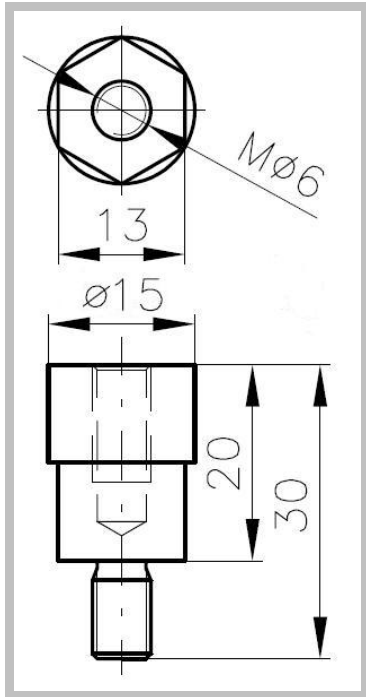
Legenda

- | | |
|-----------|-------------|
| 1. Upínka | 3. T-matice |
| 2. Válec | 4. Šroub |

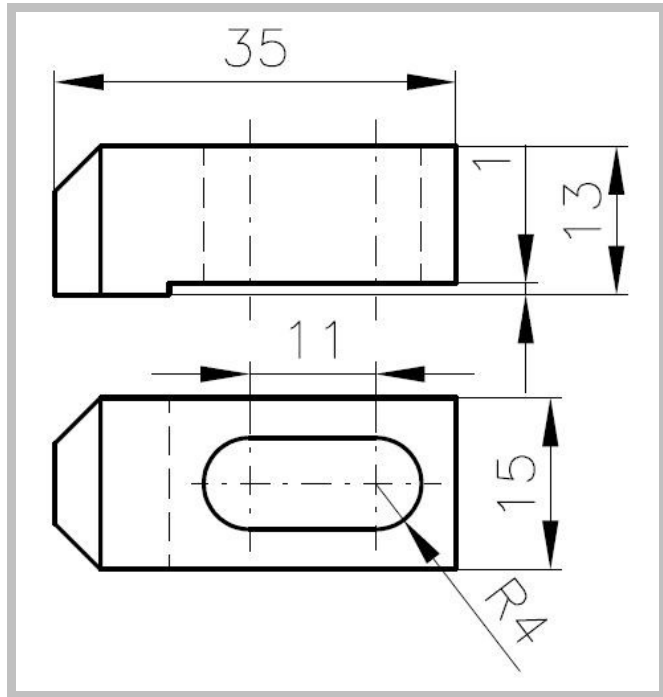
7.2.1 Válec a upínka

Válce o rozměrech $\varnothing 15 \times 30$ mm jsou vyrobeny z materiálu 11 373 a polotovaru $\varnothing 18 \times 35$ mm ČSN 42 5510. Na válci je vyfrézován šestihran pro stranový klíč, velikost 13 mm (viz Obr. 7-13). Upínka má rozměry $35 \times 15 \times 13$ mm a je vyrobena z materiálu 11 373 a polotovaru PLO 20x18-40 ČSN 42 5522. Tato součást slouží k zafixování obrobku k naklápěcí desce (viz Obr. 7-14).

7.2.1



Obr. 7-13 Válec.

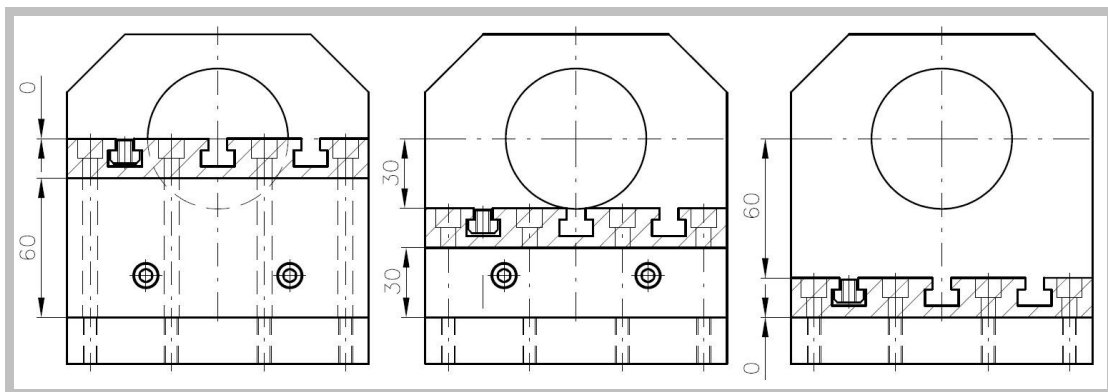


Obr. 7-14 Upínka.

7.3

7.3 Přestavování výšky naklápěcí desky

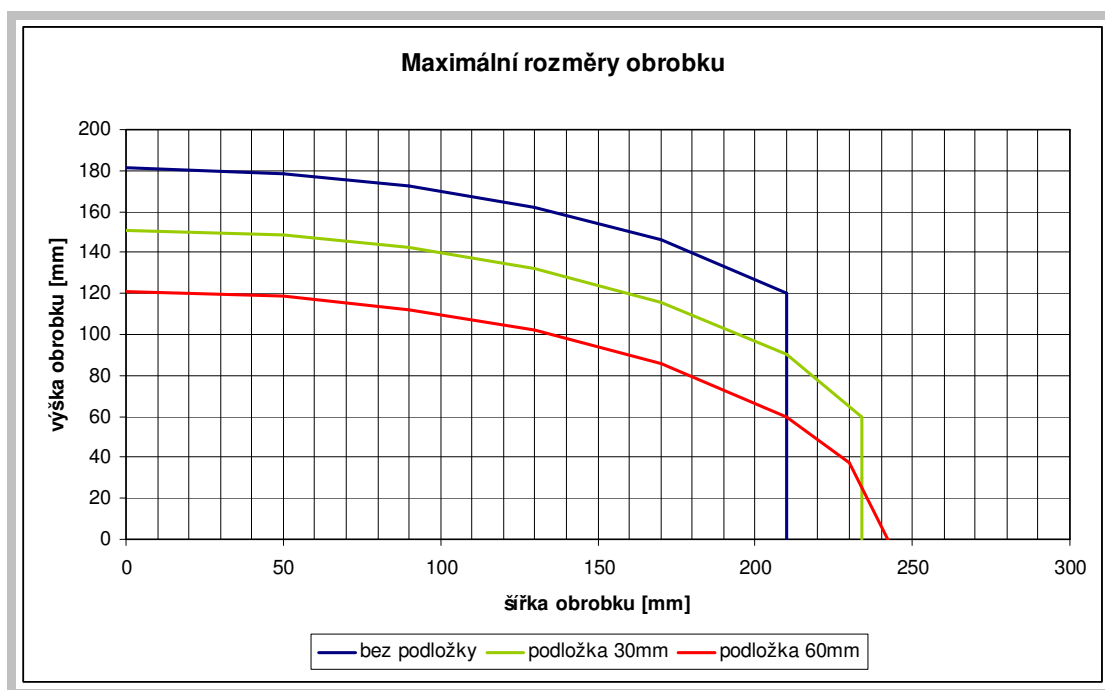
Naklápěcí desku můžeme přestavit do tří základních poloh od osy. Dle potřeby lze vyrobit podložku s libovolnou výškou v rozmezí 0-60 mm. Na první polohu s naklápěcí deskou v ose otáčení se použije největší podložka s výškou 60 mm a osm šroubů M6x85 na přichycení ke kostce, tyto podložky se musí pomocí čtyř šroubů M6x20 přitáhnout k podpěrám. V druhé poloze je naklápěcí deska 30 mm pod osou otáčení, na ni použijeme podložku s výškou 30 mm a osm šroubů M6x55 pro připevnění ke kostce, podložku přitáhneme čtyřmi šrouby M6x20 k podpěrám. V poslední, třetí poloze, je naklápěcí deska 60 mm pod osou otáčení. Pro tuto polohu nepoužijeme žádnou podložku, naklápěcí desku posadíme přímo na kostku a připevníme ji osmi šrouby M6x 25 k podpěrám (viz Obr. 7-15).



Obr. 7-15 Nastavení základních výšek naklápěcí desky.

7.4 Maximální rozměry obrobku

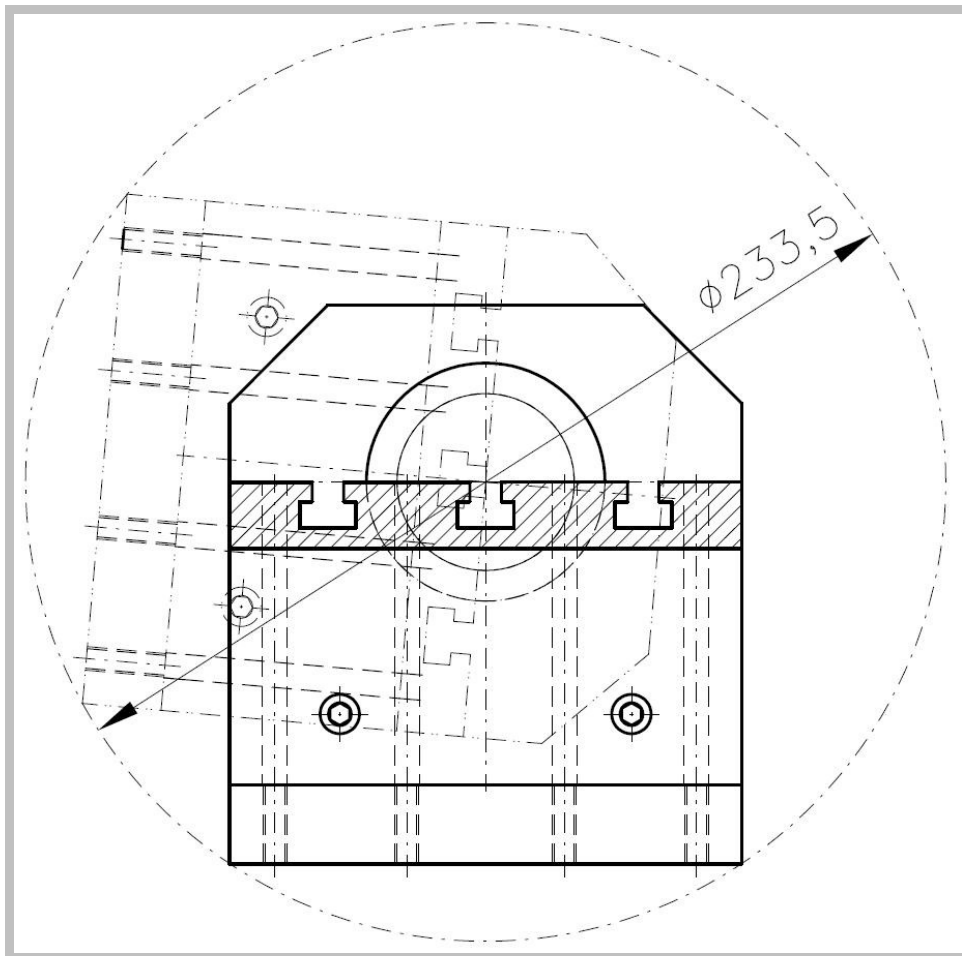
Maximální délka obrobku je závislá na délce naklápečí desky, což je 400 mm. Maximální výška obrobku je závislá na šířce obrobku a poloze naklápečí desky od osy otáčení. Limitem rozměrů je otočný průměr kolébkového stolu $\varnothing 242$ mm. Maximální rozměry obrobku jsou vyjádřeny v grafu 7-1, kde každá z křivek je pro určitou výšku od osy otáčení a to za podmínky umístění středu šířky obrobku na střed šířky naklápečí desky.



Graf 7-16 Závislost maximální šířky obrobku na maximální výšce obrobku.

7.5 Průměr otáčení kolébkového stolu

Podpěra má od osy otáčení k nejnižšímu bodu 77 mm, když připočítáme výšku kostky našroubované do podpěry, tak dostaneme 97 mm. Šířka kostky je 130 mm a z těchto dvou posledních hodnot dostaneme uhlopříčku od osy otáčení k nejnižšímu levému nebo pravému rohu 116,75 mm, což je poloměr otáčení kolébkového stolu. Z poloměru určíme otočný průměr, který je 233,5 mm (viz Obr. 7-16).



Obr. 7-17 Otočný průměr kolébkového stolu.

8 ZÁVĚR (KONSTRUKČNÍ, TECHNOLOGICKÝ A EKONOMICKÝ ROZBOR ŘEŠENÍ)

8

V této bakalářské práci je zkonstruován kolébkový stůl pro frézku Charlyrobot U2, který splňuje základní požadované vlastnosti, což je nízká hmotnost naklápěcí desky, použití stávajícího otočného stolu a koníku a jednoduchá konstrukce. To všechno s možností výškového nastavení naklápěcí desky. Použitá konstrukce je ekonomicky nejvýhodnější ze všech navržených variant díky použití levných ložisek a kladení důrazu na jednoduchost technologie výroby všech použitých součástí, při zachování požadované přesnosti.

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] SADÍLEK, M. *MM Průmyslové spektrum : Strategie frézování naklopeným nástrojem* [online]. 23.10.2005 [cit.2010-05-14]. Dostupný z WWW: <<http://www.mmspektrum.com/clanek/strategie-frezovani-naklopenym-nastrojem>>.
- [2] Haas Automation Inc: *Otočné stoly a děličky* [online]. Dostupný z WWW: <http://www.haascnc.com/lang/ROTARY/rotary_Model_trunniontables.asp?intLanguageCode=1029#RotaryTreeModel>.
- [3] STROJTOS LIPNÍK a.s.: *Otočné stoly a děličky* [online]. Dostupný z WWW: <<http://www.strojtos.cz/cz/stoly.htm>>.
- [4] Nikken Kosakusho: *Compact rotary table* [online]. Dostupný z WWW: <<http://www.nikken-world.com/en/rotary-tables/Compact-CNC-Rotary-Table/1>>.
- [5] MIKRON SLOVAKIA s.r.o.: *Otočné, otočno-sklopné stoly* [online]. Dostupný z WWW: <<http://www.mikron.sk/otocne-otocno-sklopne-stoly>>.
- [6] Tanshing Accurate Industrial Co.: *CNC Rotary table* [online]. Dostupný z WWW: <<http://www.cnc-rotary-table-tanshing.com/index.htm>>.
- [7] MAREK Průmyslové komponenty. - Prospekty <http://www.marek.biz>
- [8] ALBA precision, spol. s.r.o. - Prospekty <http://www.albaprecision.cz>
- [9] SVOBODA, P. aj. *Základy konstruování*. Výběr z norem pro konstrukční cvičení. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2001. ISBN: 80-7204-214-9
- [10] SVOBODA, P., PROKEŠ, F., BRANDEJS, J. *Základy konstruování*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2006. ISBN: 80-7204-458-3
- [11] LEINVEBER, J., ŘASA, J., VÁVRA, P. *Strojnické tabulky*. Praha: Nakladatelství Scientia, spol. s.r.o., 2000. ISBN: 80-7183-164-6

10 SEZNAMY**10****10.1 Seznam obrázků****10.1**

Obr. 2-1 Rotační naklápěcí stůl Haas TR 160 Y.	13
Obr. 2-2 Dvouvrátenový rotační naklápěcí stůl NIKKEN 5AX-2mt-105.	14
Obr. 2-3 Otočný naklápěcí stůl s ručním naklápěním GOLDEN SUN CNCMT-321.	14
Obr. 2-4 Kolébkový stůl se zvětšeným rozsahem naklápění STROJTOS URH-320 DT Ø400.	15
Obr. 2-5 Naklápěcí stůl s děličkou Haas T5C4.	15
Obr. 2-6 Otočný stůl NIKKEN CNCZ302.	16
Obr. 2-7 Otočný stůl NIKKEN CNC100-4W.	16
Obr. 2-8 Otočný stůl s motorem na svislo Hass HRT210M.	17
Obr. 2-9 Otočný stůl s motorem vzadu NIKKEN CNCZ302B.	17
Obr. 3-1 CNC frézka Charlyrobot 2U.	18
Obr. 3-2 Schéma kolébkového stolu.	19
Obr. 6-1 Varianta 1 - detail.	22
Obr. 6-2 Varianta 1.	23
Obr. 6-3 Varianta 2 - detail.	24
Obr. 6-4 Varianta 2.	24
Obr. 6-5 Varianta 3 - detail 1.	25
Obr. 6-6 Varianta 3.	26
Obr. 6-7 Varianta 3 - detail 2.	26
Obr. 7-1 Kolébkový stůl.	27
Obr. 7-2 Naklápěcí deska.	27
Obr. 7-3 T-drážka.	28
Obr. 7-4 T-matice.	28
Obr. 7-5 Podpěra.	28
Obr. 7-6 Podpěra čelní.	29
Obr. 7-7 Kostka.	29
Obr. 7-8 Podložka.	30
Obr. 7-9 Podložka.	30
Obr. 7-10 Příruba.	31
Obr. 7-11 Čelní podpěra s hřídelí a víčkem.	33
Obr. 7-12 Upínač.	33
Obr. 7-13 Válec.	34
Obr. 7-14 Upínka.	34
Obr. 7-15 Nastavení základních výšek naklápěcí desky.	34
Graf 7-16 Závislost maximální šířky obrobku na maximální šířce obrobku.	35
Obr. 7-17 Otočný průměr kolébkového stolu.	36

10.2 Seznam tabulek**10.2**

Tab. 3-1 parametry CNC frézky Charlyrobot 2U.	19
--	----

10.3 Seznam grafů10.3**Graf 7-1** Závislost maximální šířky obrobku na maximální šířce obrobku.

35

10.4 Seznam výkresů10.4

<i>Druh výkresu</i>	<i>Formát výkresu</i>	<i>Číslo výkresu</i>
Výkres sestavy	A1	1-3B14-01/00
Výrobní výkres	A2	2-3B14-01/01
Výrobní výkres	A3	3-3B14-01/02
Výrobní výkres	A3	3-3B14-01/03
Výrobní výkres	A4	4-3B14-01/04
Výrobní výkres	A4	4-3B14-01/05
Výrobní výkres	A4	4-3B14-01/06
Výrobní výkres	A4	4-3B14-01/07
Výrobní výkres	A4	4-3B14-01/08
Výrobní výkres	A4	4-3B14-01/09
Výrobní výkres	A4	4-3B14-01/10
Výkres sestavy	A4	4-3B14-02/00
Výrobní výkres	A4	4-3B14-02/01
Výrobní výkres	A4	4-3B14-02/02