



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

**KONSTRUKČNÍ NÁVRH PLATFORMY PRO RUČNÍ
KOTOUČOVOU PILU**

DESIGN OF PLATFORM FOR HANDHELD CIRCULAR SAW

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Vojtěch Koutecký

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jan Pavlík, Ph.D.

BRNO 2016

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav automobilního a dopravního inženýrství
Student: **Vojtěch Koutecký**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Stavba strojů a zařízení
Vedoucí práce: **Ing. Jan Pavlík, Ph.D.**
Akademický rok: 2015/16

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:

Konstrukční návrh platformy pro ruční kotoučovou pilu

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Navrhněte a konstrukčně zpracujte řešení platformy pro zabudování ruční kotoučové pily. Platforma s pilou má sloužit jako náhrada stolové kotoučové pily např. pro tesařské a truhlářské práce ve stavebnictví. Při řešení kladte důraz na univerzálnost, skladnost, jednoduchost manipulace a transportu.

Cíle bakalářské práce:

1. Důkladná analýza problematiky
2. Návrh variant řešení
3. Konstrukční návrh vybrané varianty - 3D model
4. Výpočtová dokumentace včetně dimenzování hlavních částí
5. Výkresová dokumentace vybraných uzlů

Seznam literatury:

- KRÁL, P. (2009): Obrábění dřevařských materiálů. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, ISBN 978-80-7375-267-5.
- JOSTEN, E., REICHE, T. a WITTCHEN, B. (2010): Dřevo a jeho obrábění. Grada, Praha, ISBN 978-80-247-2961-9.
- Shigley J.E.,Mischke Ch.R.,Budynas R.G.(2010): Konstruování strojních součástí. ISBN 978-80-2-4-2629-0.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2015/16

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Václav Píštěk, DrSc.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty



ABSTRAKT

Cílem této bakalářské práce je snaha o vytvoření mobilního a prostorově nenáročného pracovního stolu pro upnutí ruční kotoučové pily s možností úhlové a výškové variability řezného kotouče. Součástí je technická zpráva s příslušnými výpočty a také výkresová dokumentace hlavních částí pracovního stolu. Stůl bude obsahovat pomocné vedení (taktéž rozměrově nastavitelné) pro podélné řezání. Tento komplet bude sloužit jako „formátovací pila“ pro jednoduché truhlářské operace nebo jako levnější konkurence již zmíněné formátovací pily.

KLÍČOVÁ SLOVA

Pracovní stůl, pracovní deska, ruční kotoučová pila, formátovací pila, vodící saně

ABSTRACT

The aim of this work is an effort to create a mobile and space-saving workbench for clamping a hand-held circular saw with angle and height variation of the saw blade. As part of the technical report with the relevant calculations and drawings of the main parts of the worktable. Table will contain auxiliary cables (also dimensionally adjustable) for longitudinal cutting. This set will serve as the "saw" for the simple joinery operations or as a cheaper competitor aforementioned saws.

KEYWORDS

Work bench, working desk, hand-held circular saw, saw, guiding carriage



BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KOUTECKÝ, V. *Konstrukční návrh platformy pro ruční kotoučovou pilu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2016. 55 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jan Pavlík, Ph.D.



ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením Ing. Jana Pavlíka, Ph.D. a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 20. května 2016

.....

Vojtěch Koutecký



PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu bakalářské práce Ing. Janu Pavlíkovi, Ph.D. za jeho cenné a přínosné postřehy a rady. Poděkování patří také mým nejbližším za jejich podporu při studiu.



OBSAH

Úvod	11
1 Důkladná analýza problematiky	12
1.1 Stroje pro dělení materiálu dřevitého charakteru.....	12
1.1.1 Kotoučové pily	12
1.1.2 Zkracovací pily	12
1.1.3 Ruční kotoučové pily.....	13
1.2 Přehled výrobků na českém trhu.....	14
1.3 Narex s.r.o.....	14
1.3.1 Stůl pro připojení kotoučových pil Narex S3	14
1.3.2 Typové řady kotoučových pil firmy Narex pro stůl Narex S3:	15
1.3.3 Typové řady kotoučových pil firmy PROTOOL pro stůl Narex S3:	16
1.4 Triton Precision Power Tools	18
1.4.1 TWX7 WorkCentre	18
1.4.2 Stolní pila TCB 100.....	22
1.5 Zhodnocení výrobků	25
2 Návrh řešení.....	26
2.1 Popis zvolené varianty	26
2.2 Základní parametry zvolené varianty.....	27
3 Výpočtová dokumentace	28
3.1 Výpočet sil zatěžujících svařované konzoly	28
3.2 Pevnostní analýza svařované konzoly	32
3.3 Kontrola zvolených čepů	33
3.3.1 Kontrola čepu na střih.....	34
3.3.2 Kontrola čepu na otláčení.....	34
4 Konstrukční návrh vybrané varianty – 3D model	37
4.1 Vodící saně ruční kotoučové pily	37
4.2 Zjednodušený 3D model ruční kotoučové pily	38
4.3 Stůl s otvorem pro vložení ruční kotoučové pily	38



4.4	Upínací deska	39
4.4.1	Ukotvení vodících saní k upínací desce	41
4.4.2	Ustavení vodících saní	41
4.5	Doplňková příslušenství	42
4.5.1	Vodící paralelní pravítko	42
4.5.2	Úhlové vedení	43
4.6	Výškově nastavitelné a sklopné nohy stolu.....	44
4.6.1	Výsuvná část nohou	45
4.6.2	Sklopná část nohou	45
4.6.3	Svařovaná konzole	45
4.7	Bezpečnostní prvky	46
4.8	Aretace ručně spínaného bezpečnostního spínače.....	47
4.9	Mobilnost zařízení	47
Závěr		49
Seznam příloh		54



ÚVOD

Ruční kotoučové pily slouží především k dělení materiálů s dřevitým, plastovým či laminátovým charakterem. Na trhu nalezneme nespočet variant těchto kotoučových pil. Mezi hlavní aspekty se řadí způsob pohonu, ve většině případů je využito elektromotoru napájeného ze sítě, avšak v poslední době se velikému úspěchu těší tzv. aku nářadí, kde je zdrojem energie akumulátor. Nicméně středem zájmu této práce je vytvoření mobilního a prostorově nenáročného pracovního stolu, který přemění ruční kotoučovou pilu v de facto v rámovou formátovací pilu s možnostmi výškové a úhlové variability řezného kotouče k následnému provádění nenáročných truhlářských či podlahářských operací.



1 DŮKLADNÁ ANALÝZA PROBLEMATIKY

1.1 STROJE PRO DĚLENÍ MATERIÁLU DŘEVITÉHO CHARAKTERU

Pro vytvoření potřebného rozměru řezaného materiálu je nutné použít speciální stroje. Co se týká dělení dřevitých materiálů, ihned a bez delšího přemýšlení si vybavíme pilu. Pilou je materiál dělen ve směru přímém či kruhovém a jako nástroje je užito nekonečného pilového pásu nebo pilového kotouče. Pily lze užít nejen k dělení materiálu, ale také ke tvorbě drážek, žlábků a polodrážek (prořezáváním). [1]

1.1.1 KOTOUČOVÉ PILY

Jedná se o stroje pro dělení masivu nebo materiálu na bázi dřeva pilovým kotoučem, vykonávajícím jednosměrný rotační pohyb rovnoměrnou rychlostí. Řezaný materiál je do řezu přiváděn ručně nebo pomocí posuvných zařízení, nebo je řezaný materiál v klidu a do řezu je veden pilový kotouč.

Hlavní částí kotoučové pily je stojan, který nese pracovní stůl ve kterém je vytvořen otvor pro pilový kotouč. V útrokách stroje je umístěn motor, který zajišťuje pohon pilové hřídele a mechanická část pro stavění pilového kotouče do potřebné výšky a úhlového sklonu. Na pracovním stole se nachází podélné pravítko umožňující řezání obrobku na potřebnou šířku.

Mezi obslužné prvky řadíme hlavní spínač a spínač motoru, které jsou umístěny tak, aby při obsluze stroje nedošlo k nechtěnému kontaktu s řezným kotoučem. Tomuto kontaktu zabráňuje ochranný kryt nad pilovým kotoučem, který rovněž slouží jako odsávací zařízení, které z místa řezu odstraňuje třísky a prach. [1]

1.1.2 ZKRACOVACÍ PILY

Využití nalezou tyto pily (Obr. 1) při tvorbě příčných a pokosových řezů masivního dřeva, plastů či lehkých kovů. Plně krytovaný pilový kotouč je shora sklápěn proti řezanému materiálu.



Obr. 1 Zkracovací pila [3]

Stroj sestává ze stojanu, elektromotoru s řezným kotoučem, stolu a vozíku pohybujícího se po rameni stojanu. Chod vozíku je omezen koncovými vypínači. Posuv řezného kotouče je ve většině případů hydraulický. Řezný pohyb probíhá proti obsluze, a proto je nutné zajistit, aby rotující řezný kotouč nezrychloval zpětný pohyb. Toho je docíleno pomocí pilového kotouče s negativním úhlem čela. [1]

1.1.3 RUČNÍ KOTOUČOVÉ PILY

Jedná se v podstatě o vysokootáčkový stroj sestávající se z elektromotoru umístěného v levé části stroje, madla pro pohodlné vedení stroje do řezu a krytování pro dosažení vysoké bezpečnosti obsluhy. Pila se po polotovaru pohybuje pomocí lidské síly a to po tzv. vodících saních. Svoji vahou a rozměry je pila přínosným pomocníkem všem kutilům a řemeslníkům, zpracovávajících nejen dřevité materiály. Výměna řezného kotouče nám umožní pilu použít i pro krácení tenkých nekovových plechů či plastů. Výhodou je taktéž možnost výškové a úhlové variability řezného kotouče, pro dosažení úhlových řezů tzv. pokosů.

Je taktéž možné využití těchto pil s pomocným pracovním stolem, kdy jednoduchou zástavbou do tohoto stolu přemění ruční nářadí v stolní kotoučovou pilu se všemi náležitostmi, velkou nevýhodou těchto stolů je větší náročnost úhlové či výškové variace řezného kotouče a taktéž nutnost aretace jinak ručně spínaného bezpečnostního spínače.



1.2 PŘEHLED VÝROBKŮ NA ČESKÉM TRHU

Stoly sloužící k upínání kotoučových pil a jiného elektrického nářadí (např. listové pily) nejsou na českém trhu velice rozšířeným výrobkem. Ve většině případů se jedná o jednorúčelový pracovní stůl, složený z hlavní ocelové pracovní desky, která je nesena čtyřmi nohami s možností výškového nastavení, dále potřebným aretačním prvkem pro zajištění, jinak ručně spínaného, bezpečnostního spínače. Veškeré úhlové či výškové nastavení řezného kotouče se realizuje přímo na kotoučové pile již upnuté ve stole.

Z výrobců, kteří se zabývají výrobou výše uvedených pracovních stolů, můžeme uvést:

- Narex s.r.o.
- Triton Precision Power Tools

1.3 NAREX S.R.O.

Firma Narex s.r.o. vznikla před více než 70 lety v České Lípě. V první řadě se zabývala výrobou vrtaček s celokovovým pláštěm. V následujících letech se výroba elektronářadí výrazně rozšířila. Dnes je firma Narex součástí společnosti TTS Tooltechnic Systems AG & Co., sídlící v Německu. Tato společnost se značkou FESTOOL (dříve PROTOOL) se zabývá distribucí elektronářadí již 90 let. Proto výrobky Narex neztrácejí na kvalitě. [2]

1.3.1 STŮL PRO PŘIPOJENÍ KOTOUČOVÝCH PIL NAREX S3

Stůl (viz Obr. 2) je určen nejen pro kutily, ale také pro řemeslníky (tesaře, truhláře, podlaháře). Konstrukčním upřádáním upínání neslouží pouze k připojování kotoučových pil, ale také k upínání pil přímočarých.

Rám stolu je tvořen taženými hliníkovými profily a speciálními odlitky, které stolu udávají potřebnou stabilitu a tuhost, bohužel však na úkor vysoké ceny tohoto kompletu. Samotná pracovní deska je vyrobena z oceli. Parametry stolu viz Tab. 1. [4]



Obr. 2 Stůl pro připojení kotoučových pil Narex S3 [5]

Do tohoto typu stolu je možné vložit různé typy ručních kotoučových pil nejen značky Narex, ale i značky PROTOOL (viz níže).

Tab. 1 Parametry stolu Narex S3

Hmotnost [kg]	17,5
Rozměry stolu [mm]	450 x 580
Úhlová variace [°]	0 ÷ 45

1.3.2 TYPOVÉ ŘADY KOTOUČOVÝCH PIL FIRMY NAREX PRO STŮL NAREX S3:

Jedná se v podstatě o rozměrově stejné stroje, sloužící k vytváření přímých řezů v masivu, deskových materiálech (OSB, překližky, laťovky, aj.), umělých hmotách a hliníkových profilech. Jednotlivé řady (Tab. 2) se od sebe odlišují pouze rokem výroby a tím pádem viditelnou designovou inovací. Stabilní vodící deska (vodící saně) všech typových řad, jež slouží jako upínací prvek k pracovnímu stolu, má stejné připojovací rozměry. K pilám jako takovým, je možné připojit speciální odsávací zařízení, k odstranění pilin, či obyčejný domácí vysavač pro práci v interiérech. [6]



Tab. 2 Typové řady kotoučových pil firmy Narex a jejich parametry [6]

Typ	Narex EPK 16 (Obr. 3)	Narex EPK 16 D (Obr. 4)
Jmenovitý příkon [W]	1100	1100
Hloubka řezu při 90° [°]	0 ÷ 55	0 ÷ 55
Otáčky naprázdno [min ⁻¹]	4700	4700
Úhlová variace kotouče [°]	0 ÷ 45	0 ÷ 45
Rozměry pilového kotouče [mm]	160 x 20/ 2,5	160 x 20/ 2,5
Hmotnost [kg]	3,6	3,4



Obr. 3 Narex EPK 16



Obr. 4 Narex EPK 16 D [6]

1.3.3 TYPOVÉ ŘADY KOTOUČOVÝCH PIL FIRMY PROTOOL PRO STŮL NAREX S3:

Všechny tyto typy pil je možné využít při řezání jak materiálů dřevitého charakteru, tak materiálů jako je hliník a plast. Nejširší uplatnění však má pila při řezání dřevěných materiálů.



Díky nízké hmotnosti je vhodné užít pilu ke zkracování přesahujících střešních latí, to s sebou nese i jistou nevýhodu, nutnost dlouhého elektrického prodlužovacího kabelu.

Níže uvedené typy ručních kotoučových pil (Tab. 3) se od sebe liší designovým řešením, jmenovitými otáčkami stroje a hmotností.

Tab. 3 Typové řady kotoučových pil firmy PROTOOL a jejich parametry [7], [8],[9]

Typ	PROTOOL CPS 55-1 (Obr. 5)	PROTOOL CPS 55-2 (Obr. 6)	PROTOOL CSP 56 EQ (Obr. 7)
Jmenovitý příkon [W]	1100	1100	1300
Hloubka řezu při 90° [°]	0 ÷ 55	0 ÷ 55	0 ÷ 55
Otáčky naprázdno [min-1]	4700	4700	5400
Úhlová variace kotouče [°]	0 ÷ 45	0 ÷ 45	0 ÷ 45
Rozměry pilového kotouče [mm]	160 x 20/ 2,5	160 x 20/ 2,5	160 x 20/ 2,5
Hmotnost [kg]	3,6	3,5	4,5



Obr. 5 PROTOOL CPS 55-1 [7]

*Obr. 6 PROTOOL CSP 55-2 [8]**Obr. 7 PROTOOL CSP 56 EQ [9]*

1.4 TRITON PRECISION POWER TOOLS

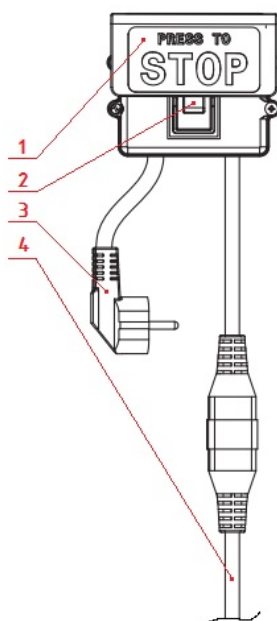
Australská firma Triton se již 40 let zabývá výrobou kvalitního elektrického nářadí a pracovních center. [10]

1.4.1 TWX7 WORKCENTRE

Jedná se o multifunkční dřevozpracující pracovní centrum (Obr. 8) určené pro upevňování elektrického nářadí ve speciálních přípravcích pro stacionární využití. Stůl je primárně osazen nástavcem upínacího stolu, který je vyjímatelný (Obr. 10). Po vyjmutí upínacího nástavce je možné do stolu montovat potřebné přístroje a proměnit tak pouze upínací stůl například v kotoučovou stolní pilu.

*Obr. 8 TWX7 WorkCentre [11]*

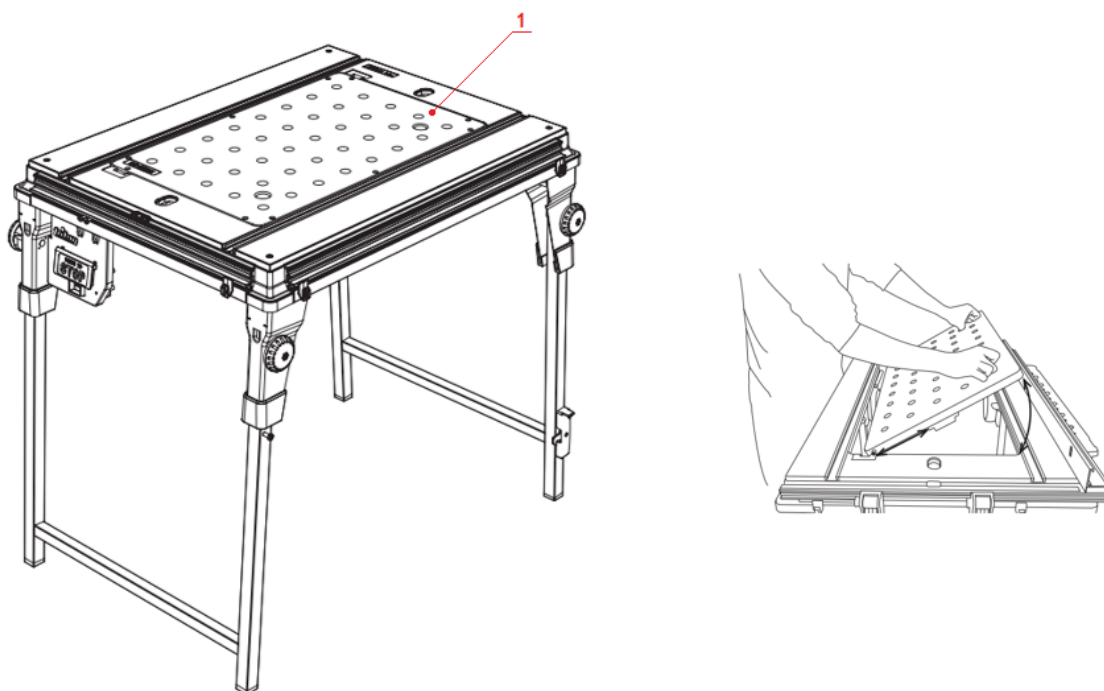
Stůl je osazen vlastním elektrickým spínačem (Obr. 9) pro pohodlné ovládání vloženého stroje z místa pro obsluhu dostupného a taktéž stop tlačítkem, které je v případě možné kolize stroje, či poranění obsluhy možné stisknout kolenem. Stroj je tedy připojen do výše uvedeného elektrického spínače a teprve poté je samotný elektrický spínač připojen k síti.



Obr. 9 Elektrický bezpečnostní spínač. 1. Stop tlačítko; 2. Polohový spínač; 3. Vidlice pro připojení do sítě; 4. Kabel pracovního stroje [12]

Tab. 4 Technické parametry pracovního centra TWX7 WorkCentre [11]

Rozměry (rozložený stav) [mm]	1036 x 737 x 900
Rozměry (složený stav) [mm]	995 x 737 x 317
Rozměry vloženého nástavce [mm]	660 x 410 x 50
Maximální nosnost [kg]	150
Hmotnost rámu [kg]	23,2



Obr. 10 TWX7 WorkCentre. 1. Vyjímatelný nástavec upínacího stolu [12]

Pracovní centrum je kompatibilní například se stolní pilou továrního označení TWX 7C S001 nebo s Router Table Module TWX 7RT001 pro tvarování, hoblování falcování a hloubení materiálu. [11]

Součástí celého kompletu je tzv. Transin Kit, který se skládá z dvou pojezdových robustních kol a ergonomické rukojeti. Tyto součásti se montují na stůl po jeho složení a vytvoří tak plně mobilní zařízení. Technické parametry stolu viz Tab. 4.

STOLNÍ PILA 7C S001

Nástavec stolní pily (Obr. 11) je možné umístit do pracovního centra TWX7 díky této vlastnosti lze získat plně vybavenou stolní pilu (Obr. 12). Úhlová variabilita řezného kotouče je vhodná pro realizaci přesných šikmých a složitých řezů. Pila je taktéž obohacena portem pro odsávání prachu a pilin umístěným na spodní straně pily pro nenápadné a obsluze nepřekážející odstraňování prachových částic.



Obr. 11 Stolní pila 7C S001[13]



Obr. 12 Pracovní centrum TWX7 s vloženou stolní pilou [12]



1.4.2 STOLNÍ PILA TCB 100

Jedná se o pracovní stůl (Obr. 13), který umožňuje upnutí ručních kotoučových pil pro vytvoření stabilního stroje pro zpřesnění operací a vyšší pohodlnost obsluhy. Výškově nastavitelné nohy dodávají stroji možnost nezávislého vyrovnání na nerovném terénu a tudíž je zřetelné, že stroj je vhodné využívat například na stavbách. Detailnější parametry viz Tab. 5.



Obr. 13 Stolní pila TCB 100 [14]

Hlavní částí stolní pily je stůl jako takový. Stůl výše uvedeného typu stroje obsahuje vodící drážku, v níž je posuvně uložen úhломěr, s vedením pro obrobek, pro tvorbu úhlových řezů. Taktéž stůl obsahuje paralelní posuvné pravítko, umístěné rovnoběžně s řezným kotoučem, pro nastavení požadované tloušťky řezu.

Tab. 5 Parametry stolní pily TCB 100 [14]

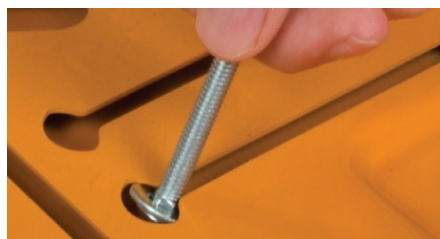
Rozměry (rozložený stav) [mm]	980 x 380 x 1040	
Rozměry (složený stav) [mm]	900 x 540 x 300	
Hmotnost rámu [kg]	18	
Kompatibilní s těmito typy pil	TA 184 SL	TA 235C SL
Jmenovitý příkon [W]	1800	2300
Hloubka řezu při 90° [°]	62	82
Otáčky naprázdno [min-1]	5000	6000
Úhlová variace kotouče [°]	0 ÷ 45	0 ÷ 45
Rozměry pilového kotouče [mm]	185 x 20	235 x 30
Hmotnost [kg]	5,1	7,7



Montáž ruční kotoučové pily do pracovního stolu TCB 100

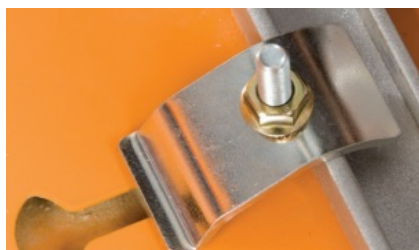
Prvotní montáž pily do pracovního stolu, vyžaduje kromě jisté míry zručnosti i nemalou míru přesnosti. Je totiž nutné pilu ustavit takovým způsobem, aby řezný kotouč byl kolmý k pracovnímu stolu.

Rubová část stolu je opatřena vhodně zvolenými „T“ drážkami pro možnost vložení tzv. „vratových šroubů“. Na šrouby jsou nasunuty kruhové podložky a takto vloženy do výše uvedených drážek viz Obr. 14.



Obr. 14 Rubová část pracovního stolu TCB 100 [15]

Poté se mezi takto vložené šrouby umístí samotná pila. Na šrouby jsou nasunuty příložky (Obr. 15), které jsou zajištěny maticemi, tak aby se kotouč dotýkal posuvného pravítka (na pracovní straně stolu).



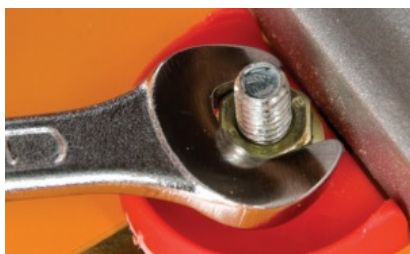
Obr. 15 Příložka [15]

Následně je smontován zbytek pracovního stolu. Finální fází je provedení fixního ukotvení pily do rámu stroje se současným úhlovým ustavením pilového kotouče a to tak, že je přisunuto paralelní posuvné pravítko co nejblíže ke kotouči, ten je ručně roztočen proti směru řezného pohybu. Zuby kotouče by měly lehce klouzat po posuvném pravítku, které je nastavené na hodnotu „0“, následně je překontrolována kolmost kotouče použitím úhelníku přiloženého ke stolu a kotouči (Obr. 16).



Obr. 16 Úhlové ustavování řezného kotouče [15]

Nyní je nutné dočasné ocelové příložky (Obr. 15) nahradit jednu po druhé příložkami z plastu, tak až se rovinná plocha plastové příložky dotkne vodících saní pily a mechanicky zajistit utažením matic (Obr. 17).



Obr. 17 Montáž plastových příložek [15]

Výše uvedené příložky jsou dále osazeny přitlačnými hlavami k zajištění pily. Závěrem se ke kratším stranám vodících saní namontují plastové příložky, taktéž pomocí krátkých vratových šroubů s kruhovými podložkami vloženými do „T“ drážek.

Tímto vznikne jednoduchá upínací plocha (Obr. 18), pro snadnou montáž a demontáž ruční kotoučové pily do a z rámu stroje.



Obr. 18 Upínací plocha [15]



1.5 ZHODNOCENÍ VÝROBKŮ

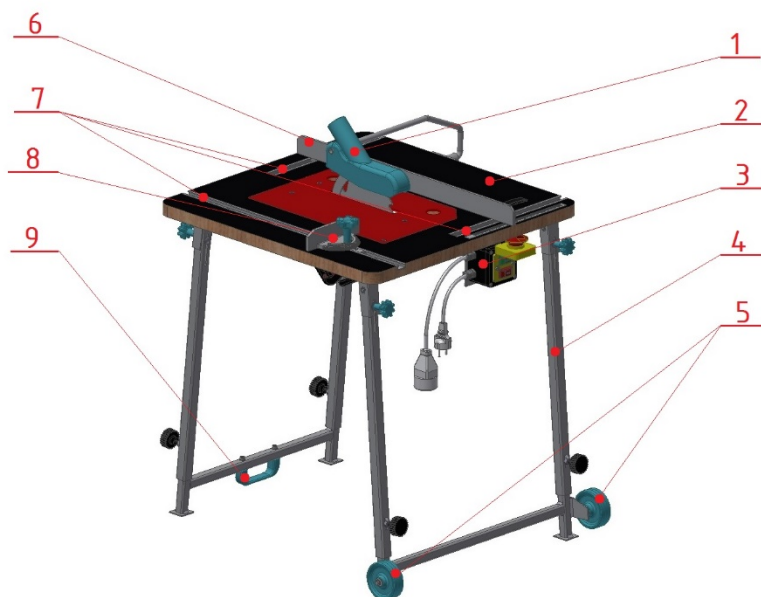
Z komplexního hlediska jsou výše uvedené stoly pro upínání ručního nářadí vhodné pro časté přestavování a přemisťování. Ovšem ve většině případů nebylo vhodně zapracováno na mobilnosti a skladnosti těchto výrobků. Stroje před převezením na pracoviště je nutné rozložit do více částí, kde je vyšší riziko ztráty některé z komponent, než u stroje (u kterého při jeho skládání do stavu pro přepravu) skladného bez nutnosti demontáže některé z částí. Výhodou je pořizovací cena oproti speciálním jednoúčelovým strojům. Ve velké míře jsou tyto jednoúčelové speciální stroje po zakoupení stabilně ustaveny např. ve výrobní dílně, mají taktéž jiné nároky na tuhost celku a přesnost prováděných operací, z čehož vyplývá vyšší cena a tonáž stroje.

2 NÁVRH ŘEŠENÍ

Předchozí kapitola dala vzniknout jediné variantě stolu pro upnutí ruční kotoučové pily. Hlavním cílem bylo odstranění nedostatků u výše uvedených stolů a taktéž snaha o vytvoření jednoduchého a účinného zařízení.

2.1 POPIS ZVOLENÉ VARIANTY

Tato varianta (viz Obr. 19) se skládá z minimálního počtu součástí a dává tak vzniku jednoduchému zařízení. Překližková deska stolu [16] o rozměrech 600 mm x 600 mm (hlavní část celku), je opatřena otvorem s osazením pro vložení upínací desky a několika frézovanými drážkami pro hliníkové C profily, které slouží jako kluzná vedení pro paralelní pravítko a úhlové vedení. Do spodní části stolu jsou montovány prvky jako sklopné stavitelné nohy čtvercového profilu (pro dosažení výsledné výšky 900 mm) a svařovaná konzola ve tvaru L, jež tvoří základnu pro bezpečnostní vypínač. Výšková nastavitelnost nohou je realizována pomocí dvou do sebe vsunutých čtvercových profilů. Dále jsou nohy jednostranně osazeny pojezdovými koly, která jsou funkční pouze ve stavu složeném. Z druhé strany je montováno madlo, pro pohodlné uchopení celku a převezení jej na požadované místo.



Obr. 19 Popis zvolené varianty; 1. Kryt kotouče s odsáváním; 2. Pracovní deska stolu; 3. Bezpečnostní vypínač; 4. Výsuvné a sklopné nohy; 5. Pojezdová kolo; 6. Paralelní pravítko; 7. Hliníkové C profily; 8. Úhlové vedení; 9. Madlo



2.2 ZÁKLADNÍ PARAMETRY ZVOLENÉ VARIANTY

Jelikož je za hlavní část celé konstrukce zvolena vrstvená překližka, bude nutné do ní zakomponovat několik prvků, které výrazně ovlivní možnost vytržení připojených součástí z desky stolu. Těmito prvky jsou myšleny závrtné matice [18], které jsou zašroubovány do předem vyvrtaných děr. Potřebou bude desku opatřit otvorem pro vložení kotoučové pily a zhotovit potřebný počet drážek pro vložení C profilů (prvků kluzného vedení) do nichž budou vloženy vhodně tolerovaná vodítka s profilem tvaru T.

U této konstrukce byl kladen důraz na tuhost a vyšší robustnost, což má u potencionálního zákazníka nabudit dojem spolehlivosti a kvality. Tento fakt se ovšem negativně promítne na hmotnosti a ceně výrobku.

Technologie samotné výroby bude značně složitější, a tudíž bude mít významný vliv na finální cenu výrobku, což vyplývá z výše uvedené potřeby frézovacích operací.

V tabulce níže (Tab. 6) jsou uvedeny základní parametry zvolené varianty stolu. Můžeme si povšimnout výškové variability stolu, v nejnižší možné poloze je pracovní deska stolu vzdálena od země 695 mm a v nejvyšší 960 mm.

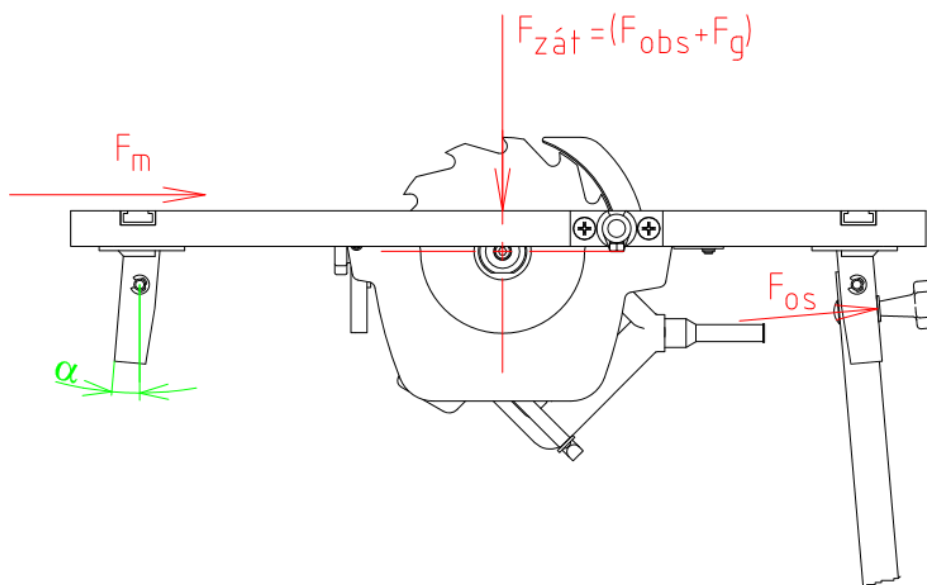
Tab. 6 Parametry stolu

Rozměry (rozložený stav) [mm]	695 - 960 x 600 x 600
Rozměry (složený stav) [mm]	320 x 600 x 780
Hmotnost rámu [kg]	15
Maximální šířka řezu [mm]	270
Hloubka prořezu [mm]	51,5

3 VÝPOČTOVÁ DOKUMENTACE

3.1 VÝPOČET SIL ZATĚŽUJÍCÍCH SVAŘOVANÉ KONZOLY

Síla, kterou budou namáhány konzoly, vychází ze znalosti Newtonova zákona akce a reakce (Obr. 37) jež figuruje mezi konzolí a nohou stolu a taktéž ze znalosti zátěžné síly, která je vyvozená obsluhou stroje dále silou, jež je veden materiál do řezu a z hmotnosti samotné ruční kotoučové pily, překližkového stolu a do něho montovaných komponent viz Obr. 36.



Obr. 36 Zátěžné síly působící na rám stroje

Zátěžná síla byla umístěna do středu stolu, pro zjednodušení výpočtu, taktéž byla zanedbána síla třecí, jež vzniká při posouvání řezaného materiálu po desce stolu a to z toho důvodu, že materiál desky stolu má povrchovou úpravu pro snížení tření mezi obráběným materiálem a deskou stolu.

Čepy, sloužící jako spojovací prvek nosných nohou a svařované konzole, jsou uloženy s vůlí, tudíž po smontování stolu do pracovní polohy a vyvození osově síly, vzniklé utažením šroubů, nebudou přenášet tuto silovou složku. Síla vyvozená utažením šroubu má za následek vyvození napjatosti lokálního charakteru, bez většího vlivu na celkovou napjatost ve svařované konzoli a slouží pouze k tomu, aby byl zajištěn přenos vnějších namáhání ze stolu stroje přímo do nosných prvků (nohou), bez namáhání spojovacích prvků (čepů).

$$F_{zát} = F_{obs} + F_g [N]$$

Kde:

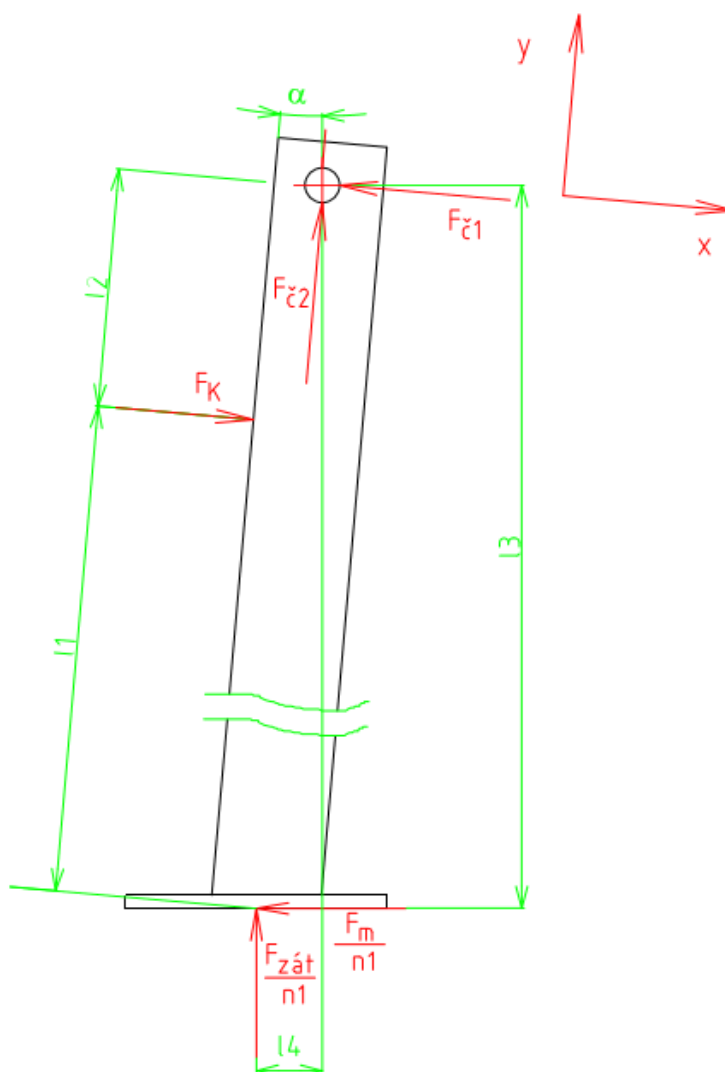
F_g [N] tíhová síla vyvozená hmotností stroje

F_{obs} [N] síla vyvozená obsluhou stroje

$F_{zát}$ [N] zátěžná síla

Vyčíslení rovnice:

$$F_{zát} = 200 + 136 = 336 \text{ N}$$



Obr. 37 Síly působící na nohu stolu



$$\sum M = 0 \text{ [Nm]}$$

$$F_K \cdot l_2 - \frac{F_{zát}}{n_1} \cdot l_4 - \frac{F_m}{n_1} \cdot l_3 = 0$$

Kde:

l_2 [mm] délka ramene 2

l_3 [mm] délka ramene 3

l_4 [mm] délka ramene 4

n_1 [-] počet nohou stolu

F_m [N] síla vyvozená vedením materiálu do řezu

F_K [N] síla působící na konzoli

Vyjádření neznámé:

$$F_K = \frac{\frac{F_{zát}}{n_1} \cdot l_4 + \frac{F_m}{n_1} \cdot l_3}{l_2} \text{ [N]}$$

Vyčíslení rovnice:

$$F_K = \frac{\frac{336}{4} \cdot 77,31 + \frac{100}{4} \cdot 908,14}{55} = 530,86 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0 \text{ [N]}$$

$$F_{\check{c}2} + \frac{F_{zát}}{n_1} \cdot \cos\alpha - \frac{F_m}{n_1} \sin\alpha = 0 \text{ [N]}$$



Kde:

$F_{\check{c}2}$ [N] 2. síla působící na čep

α [°] úhel naklonění opěrné plochy svařované konzole

Vyjádření neznámé:

$$F_{\check{c}2} = \frac{F_{zát}}{n_1} \cdot \cos\alpha - \frac{F_m}{n_1} \sin\alpha \text{ [N]}$$

Vyčíslení rovnice:

$$F_{\check{c}2} = \frac{336}{4} \cos 5 - \frac{100}{4} \cdot \sin 5 = 81,50 \text{ N}$$

$$\sum F_x = 0 \text{ [N]}$$

$$-F_{\check{c}1} + F_K - \frac{F_{zát}}{n_1} \cdot \sin\alpha - \frac{F_m}{n_1} \cos\alpha = 0 \text{ [N]}$$

Kde:

$F_{\check{c}1}$ [N] 1. síla působící na čep

Vyjádření neznámé:

$$F_{\check{c}1} = F_K - \frac{F_{zát}}{n_1} \cdot \sin\alpha - \frac{F_m}{n_1} \cos\alpha \text{ [N]}$$

Vyčíslení rovnice:

$$F_{\check{c}1} = 530,86 - \frac{336}{4} \cdot \sin 5 - \frac{100}{4} \cos 5 = 498,63 \text{ N}$$



Síla F_K působící na svařovanou konzoli je reakční silou vycházející z výše uvedeného výpočtu. Tato síla byla užita jako hlavní zatěžující síla pro níže uvedenou pevnostní analýzu metodou konečných prvků (dále jen MKP).

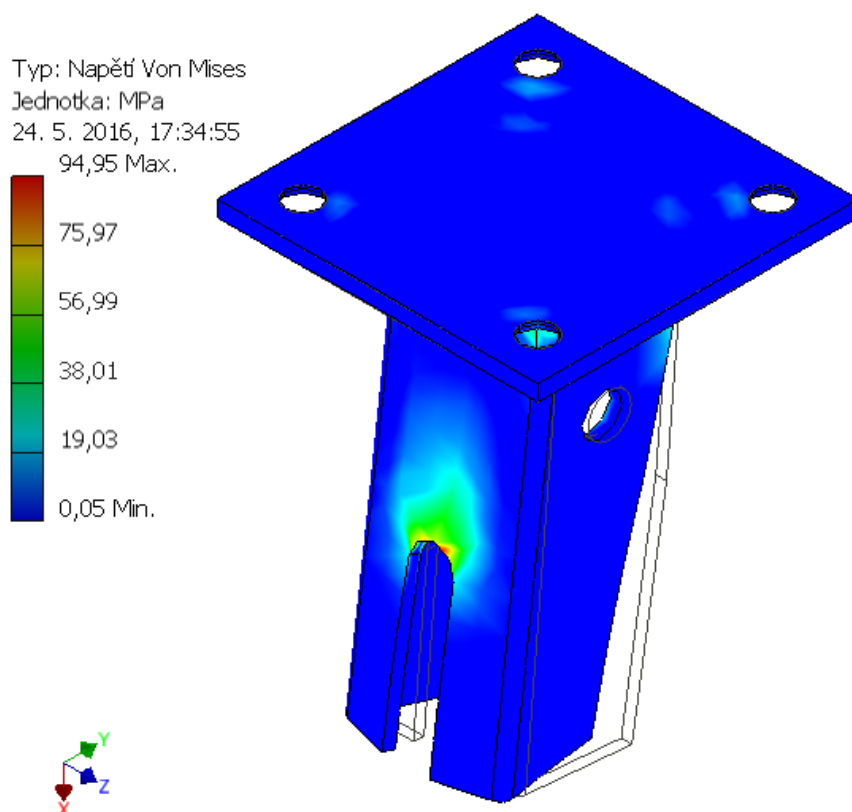
3.2 PEVNOSTNÍ ANALÝZA SVAŘOVANÉ KONZOLY

Ke zjištění pevnosti této části celku byla použita analýza MKP v programu Autodesk Inventor, namísto jinak složitého a časově náročného analytického řešení.

Analyzována byla výše uvedená součást v situaci, kdy bude stůl rozložen v pracovní poloze. Velikost zátěžné síly vychází z kapitoly 3.1.

Grafické výsledky analýzy

Pro názorné vykreslení vnitřního napětí, jež vzniká na zatížené konzoli, bylo užito zvětšené měřítko, aby byla vzniklá deformace viditelnější. Na níže uvedeném obrázku (Obr. 38) je patrné, že největší napěťová špička je pozorována v oblasti vrcholu frézované drážky a je způsobena zjednodušením modelu a zátěžných sil. Tato napěťová špička je pouze lokálního charakteru. Z celkové napjatosti součásti je patrné, že je součást dostatečně dimenzována.

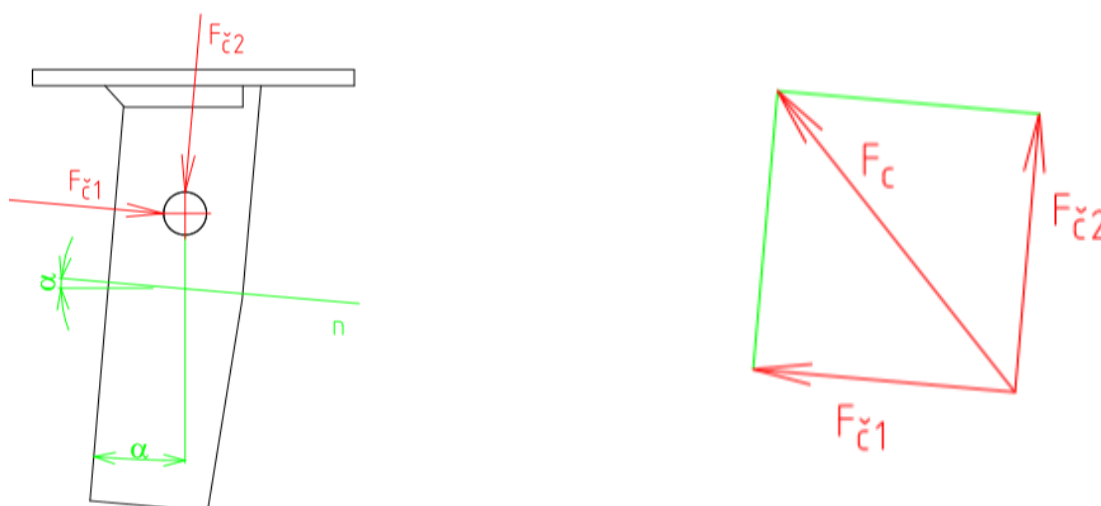


Obr. 38 Napětí Von Mises

Jako pevné vazby bylo užito čtyř kruhových otvorů s kuželovými zahloubeními, pro zápusťné šrouby.

3.3 KONTROLA ZVOLENÝCH ČEPŮ

V této kapitole budou ověřeny rozměry zvolených čepů. Z kapitoly 3.1 vyplývá, že čepy po smontování stolu do pracovní polohy, nebudou namáhány. Je však nutností ověřit, zda spojovací prvky jsou schopné přenést toto zatížení, zejména v případě nedokonalého smontování stolu a nevyvození potřebné utahovací síly. Síla, kterou budou čepy namáhány, je rovna geometrickému součtu sil a vychází z níže uvedeného obrázku (Obr. 39).



Obr. 39 Síla působící na čep

$$F_c = \sqrt{F_{\check{c}1}^2 + F_{\check{c}2}^2} \quad [N]$$

Kde:

F_c [N] celková síla působící na čep

Vyčíslení rovnice:

$$F_c = \sqrt{498,63^2 + 81,50^2} = 505,24 \text{ N}$$



3.3.1 KONTROLA ČEPU NA STŘIH

Materiál čepu 1.0050 $\tau_{DS} = 40 \text{ MPa}$ dle [24] str. 55

$$\tau_S = \frac{F_c}{n_2 \cdot S_1} \leq \tau_{DS} \text{ MPa}$$

$$S_1 = \frac{\pi \cdot d^2}{4} [\text{mm}^2]$$

Kde:

d	[mm]	velikost otvoru/čepu
n_2	[-]	počet střižných průřezů
S_1	[mm ²]	střižný průřez
τ_S	[MPa]	skutečné smykové napětí
τ_{DS}	[MPa]	dovolené smykové napětí

Vyčíslení rovnice:

$$\tau_S = \frac{505,24}{2 \cdot \left(\frac{\pi \cdot 8^2}{4} \right)} = 5,03 \text{ MPa}$$

$$\tau_S = 5,03 \text{ MPa} \leq 40 \text{ MPa} = \tau_{DS} \quad \text{vyhovuje}$$

3.3.2 KONTROLA ČEPU NA OTLAČENÍ

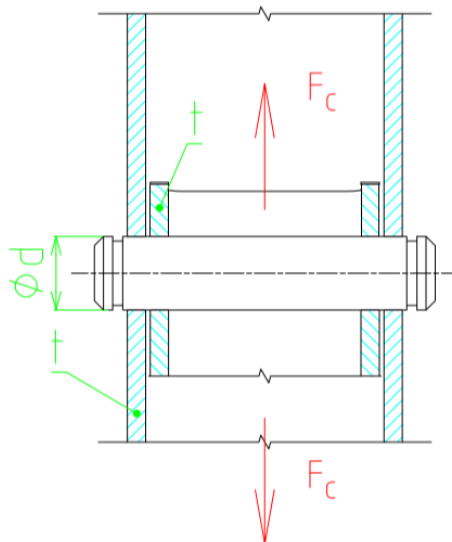
Situace, v níž je čep namáhán otláčením, je zobrazena na Obr. 40 viz níže, tohoto obrázku je taktéž možné využít k přiblížení situace kontroly čepu na střih v kapitole 3.3.1.

Tloušťka materiálu $t = 2 \text{ mm}$

Dovolené otláčení $p_D = 90 \text{ MPa}$ dle [24] str. 54

$$p = \frac{F_c}{2 \cdot S_2} \leq p_D [\text{MPa}]$$

$$S_2 = t \cdot d [\text{mm}^2]$$



Obr. 40 Kontrola zvolených čepů

Kde:

p	[MPa]	tlak působící na stykové plochy
p_D	[MPa]	dovolené tlakové napětí
S_2	[mm ²]	styková plocha
t	[mm]	tloušťka materiálu

Vyčíslení rovnic:

$$S = 2 \cdot 8 = 16 \text{ mm}^2$$

$$p = \frac{505,24}{2 \cdot 16} = 15,79 \text{ MPa}$$

$$p = 15,79 \text{ MPa} \leq 90 \text{ MPa} = p_D \quad \text{vyhovuje}$$



Ve výše uvedených kapitolách byla ověřena vhodnost zvolených čepů z hlediska zatížení, jež přenášejí. Lze konstatovat, že čepy jsou navrženy s ohledem na vyšší bezpečnost.

Velikost zátěžných sil, která byla využita při výpočtu, vychází ze znalosti hmotnosti stroje a ze znalosti sil potřebných pro vedení materiálu při řezu. Výše těchto sil byla naddimenzována o několik jednotek, aby byla zajištěná míra bezpečnosti.

Délky jednotlivých ramen l_2 až l_4 byly získány měřením 3D modelu v programu Autodesk Inventor a to v poloze, kdy je stůl v nejvyšší možné výšce (měřeno od země) tj. 960 mm.



4 KONSTRUKČNÍ NÁVRH VYBRANÉ VARIANTY – 3D MODEL

Konstrukční návrh byl postaven na výše uvedených faktech a dále byl rozdělen na několik konstrukčních uzlů, které byly detailně řešeny.

Konstrukční uzly:

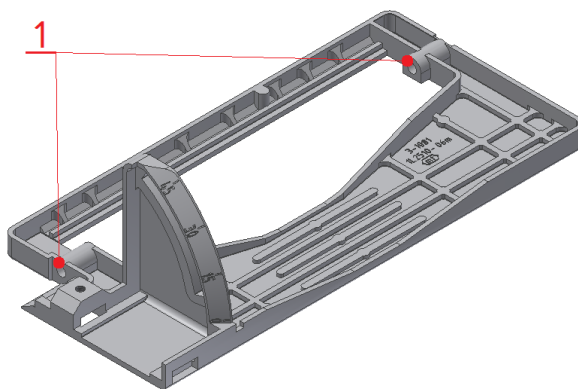
- Vodící saně ruční kotoučové pily
- Zjednodušený 3D model ruční kotoučové pily
- Stůl s otvorem pro vložení ruční kotoučové pily
- Upínací deska
- Doplnková příslušenství
- Výškově nastavitelné a sklopné nohy stolu
- Bezpečnostní prvky
- Aretace ručně spínaného bezpečnostního spínače
- Mobilnost zařízení

Jednotlivé konstrukční uzly byly postupně modelovány a vhodně upravovány s ohledem na logičnost a funkčnost.

4.1 VODÍCÍ SANĚ RUČNÍ KOTOUČOVÉ PILY

Nejdůležitějším konstrukčním uzlem celé této bakalářské práce byly vodící saně pily a to z toho důvodu, že vodící saně byly použity jako hlavní upínací prvek celé pily k rámu stroje.

Jedná se o celohliníkový odlitek, (viz obr. 20) v němž jsou 2 válcové otvory pro spojení pily se saněmi a umožnění tak potřebné úhlové variability pro zkosené řezy (až 45°).

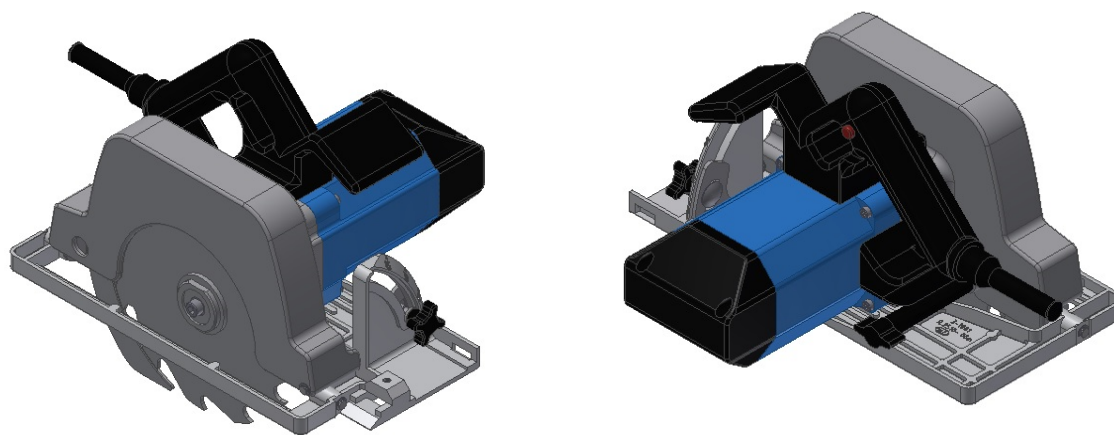


Obr. 20 Vodící saně ruční kotoučové pily; 1. Válcové otvory



4.2 ZJEDNODUŠENÝ 3D MODEL RUČNÍ KOTOUČOVÉ PILY

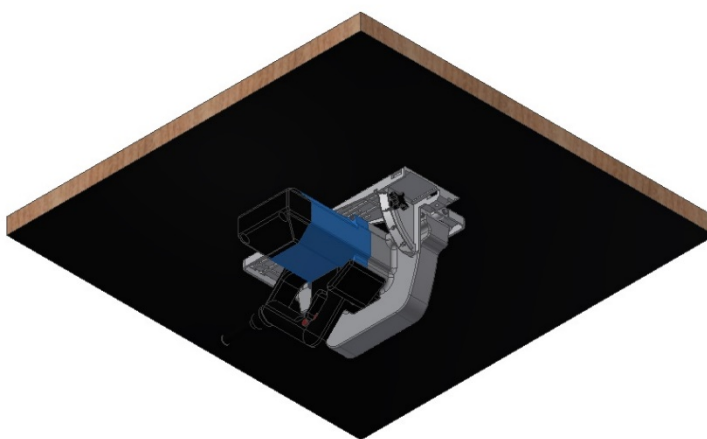
Nezbytnou součástí celku byla tvorba zjednodušeného 3D modelu ruční kotoučové pily (viz Obr. 21), který byl velice užitečný pro vytvoření otvoru ve stolu stroje a dalších tvarových podrobností. Více viz kapitola níže.



Obr. 21 Zjednodušený model ruční kotoučové pily

4.3 STŮL S OTVOREM PRO VLOŽENÍ RUČNÍ KOTOUČOVÉ PILY

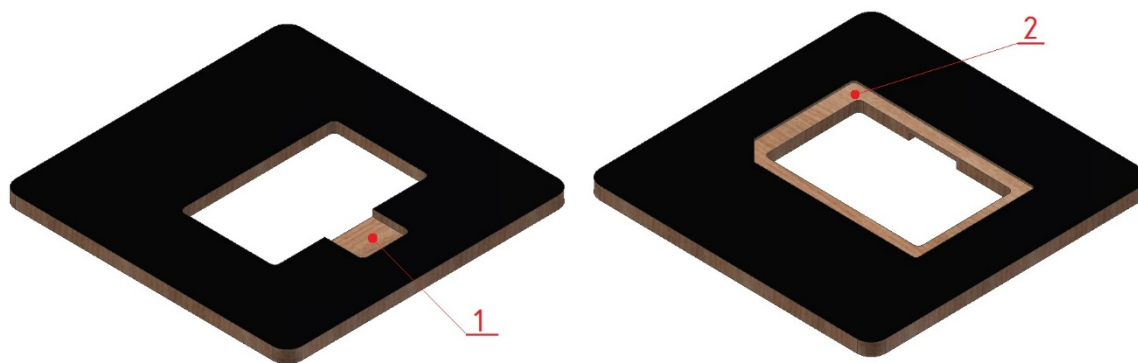
Jako materiál byla zvolena voděvzdorná hladká foliovaná překližka PV FOLI BŘÍZA [16] tloušťky 25 mm namísto profilovaného plechu a to z důvodu dobré obrobitelnosti, pevnosti a tvarové stálosti. Prvotní myšlenka směřovala k použití překližky v celé tloušťce a k ní mechanicky připevnit ruční kotoučovou pilu (viz Obr. 22), avšak hlavním nedostatkem tohoto materiálu je nezbytně nutná tloušťka, která by rapidně snížila hloubku prořezu.



Obr. 22 Překližková deska bez otvoru pro ruční kotoučovou pilu



Proto byl do překližky zhotoven otvor s osazením (viz Obr. 23), pro vložení hliníkové upínací desky (tloušťky 3,5 mm), do něhož bude pila mechanicky ukotvena. Toto řešení vedlo k získání dostatečné hloubky prořezu, která je ve výsledku rovna 51,5 mm. Taktéž bylo nutné odfrézovat část materiálu ze strany, kde bude upnuta pila a to z toho důvodu, aby mezi motorem stroje a rámem stolu vznikl dostatečný prostor pro přívod chladicího vzduchu k elektromotoru pily (viz Obr. 23).



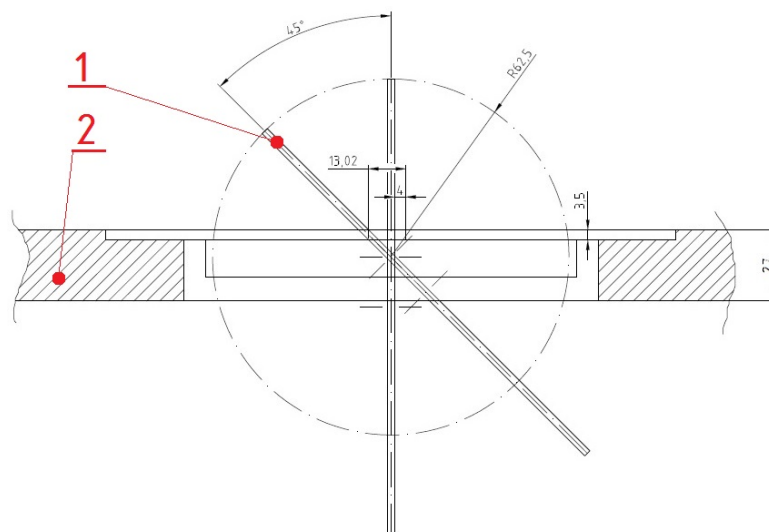
Obr. 23 Otvor ve stole pro vložení ruční kotoučové pily; 1. Spodní část stolu s vybráním pro přívod chladicího vzduchu k elektromotoru; 2. Osazení pro upínací desku

4.4 UPÍNACÍ DESKA

Z výše uvedeného vyplývá, že bylo potřebné vodící saně ruční kotoučové pily mechanicky upevnit k vodící desce a to z důvodu zachování co nejvyšší hloubky prořezu. Proto bylo zvoleno hliníkového plechu o tloušťce 3,5 mm.

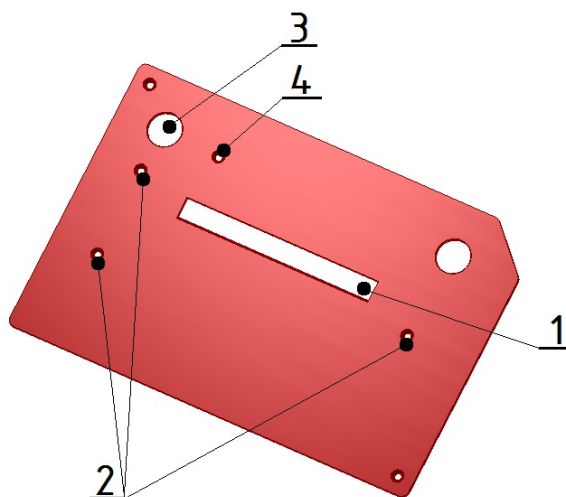
Poté se do plechu musí zhotovit otvor pro řezný kotouč (Obr. 24). Pro jeho zhotovení bylo využito rozměrů řezného kotouče, maximální uhlové nastavení a poloha osy rotace pily. Názorně je tento fakt zobrazen na schématu (viz Obr. 25). Šířka otvoru byla zvolena s jistou rozměrovou tolerancí, aby v žádné poloze kotouče nedošlo ke kolizi nástroje a upínací desky.

Upínací deska je z jedné strany zkosená, tento prvek (poka-joke) odstraní vznik možného zamontování pily opačným směrem.



Obr. 25 Schéma pro zhotovení drážky pro řezný kotouč

Pro dobré vložení upínací desky, bez možnosti zranění obsluhy, do stolu stroje byly do desky vytvořeny dva kruhové otvory (Obr. 24) do kterých obsluha vloží prsty a pomalu vloží celý komplet (pilu a upínací desku) do stolu.



Obr. 24 Upínací deska; 1. Otvor pro řezný kotouč; 2. Díry pro upnutí vodících saní k upínací desce; 3. Otvory pro bezpečné vkládání a vyjímání upínací desky ze stolu; 4. Otvor pro šroub ustavovacího prvku

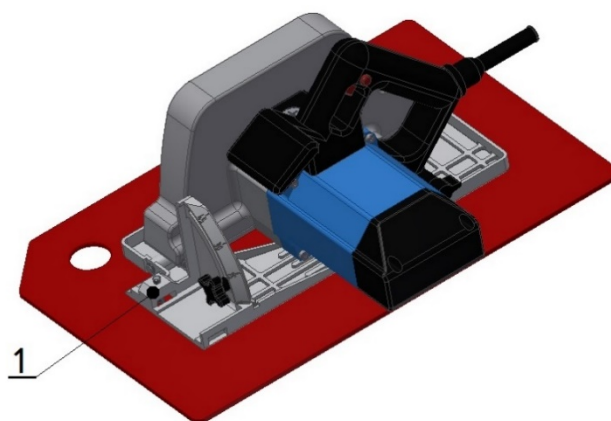
Z výše uvedeného obrázku (Obr. 24) je patrné uhlopříčné rozmístění dvou děr pro zápusťné šrouby, jež slouží jako kotevní šrouby a zamezují tak nežádoucímu pohybu upínací desky (s namontovanou pilou) v rámu stroje. Šrouby jsou opět šroubovány do závrtných matic.



V tomto případě nebyly závrtné matice zvoleny z důvodu navýšení pevnosti šroubového spoje, ale z důvodu opětovné montáže a demontáže. Použití obyčejného vrutu do překližkového materiálu je zde proto nevhodné.

4.4.1 UKOTVENÍ VODÍCÍCH SANÍ K UPÍNACÍ DESCE

K desce jsou saně ukotveny pomocí závitového otvoru (Obr. 27), do kterého je za normálních okolností zašroubován aretační šroub sloužící k aretaci vodícího pravítka dodávaného k pile.

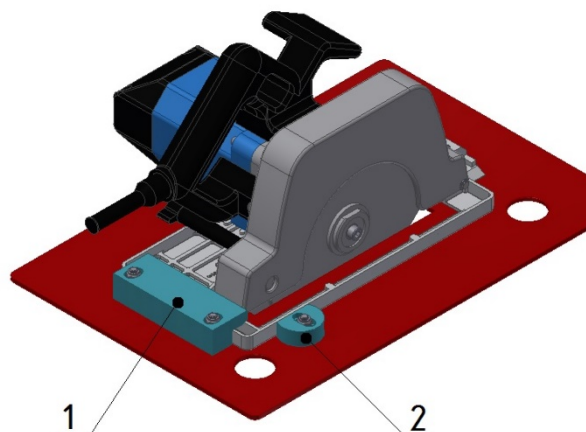


Obr. 26 Ukotvení vodících saní; 1. Závitový otvor ve vodících saních ruční kotoučové pily

Saně je ale ovšem nutné ukotvit i z protější strany. Bohužel zde již není možné využít závitového, či jiného otvoru. Proto byla z plastového materiálu zhotovena „upínka“ (Obr. 28) ve tvaru L, jež má v sobě 2 drážky pro možnosti posunu celé upínky v jednom směru a tím vymezit možnou nežádoucí vůli na vodících saních.

4.4.2 USTAVENÍ VODÍCÍCH SANÍ

Aby stroj plnil správnou funkci, je důležité, aby řezný kotouč byl v poloze rovnoběžné s paralelním pravítkem a aby poloha řezného kotouče nemusela být, vždy po vyjmutí pily a opětovné montáži do rámu stroje, opět nastavována. Tento nedostatek lze jednoduše odstranit pomocí jednoduchého ustavovacího prvku (Obr. 27), kterým se jednou nastaví poloha pily, respektive poloha řezného kotouče vůči vodícímu pravítku.



Obr. 27 Ustavení vodících saní; 1. Upínka; 2. Ustavovací prvek

Ustavovací plastový prvek je též obohacen drážkou pro možný posun prvku, tentokrát však posunutí plní funkci ne vymezovací avšak ustavovací.

Do těchto drážek jsou vloženy samojistící matice, které jsou spojeny se zápusťnými šrouby. Použití těchto matic je opodstatněno tím, aby nedocházelo při chodu stroje k jejich povolování a tím k vzniku nepřesných řezů.

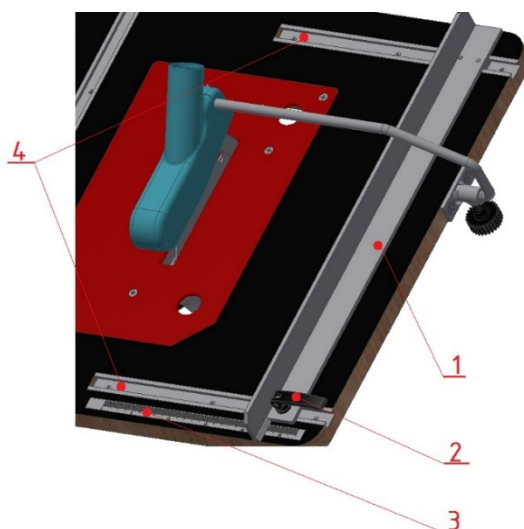
4.5 DOPLŇKOVÁ PŘÍSLUŠENSTVÍ

4.5.1 VODÍCÍ PARALELNÍ PRAVÍTKO

K vytvoření potřebné šířky řezu je součástí stolu vodící paralelní pravítka (Obr. 28), u tohoto typu stolu je maximální možná šířka řezu 270 mm (viz kapitola 2.2).

Jako pravítka je zvoleno hliníkového L [20] profilu, do něhož jsou ze spodní strany namontovány vodítka, jež společně se zamontovanými hliníkovými C [20] profily do překližkového stolu stroje (pomocí vrutů do dřeva) vytváří kluzná vedení paralelního pravítka.

Nezbytnou součástí k tomuto doplňku je ocelové pravítko (vlepené do předem frézovaného otvoru) k odečtení hodnoty pro dosažení přesné šířky řezu, bez nutnosti odměřování hodnoty pomocí pravítka či svinovacího metru mezi řezným kotoučem a vodícím paralelním pravítkem. Tímto způsobem se opět eliminuje vznik možné nepřesnosti řezu.

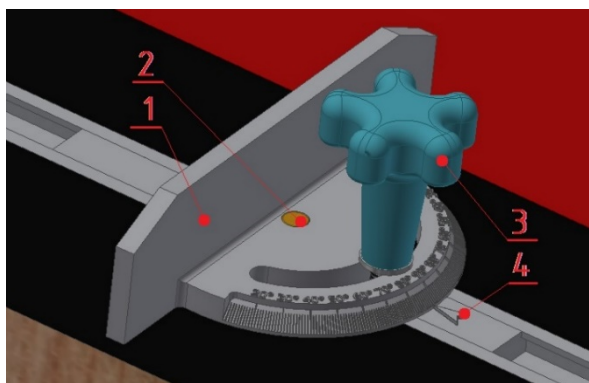


Obr. 28 Vodící paralelní pravítko; 1. Paralelní pravítko; 2 Pákový excentrický upínač 3. Ocelové pravítko; 4. Hliníkové C profily

Aretace vodícího pravítka je zajištěna pomocí excentrického pákového upínače [17] (umístěného z horní části pravítka, pro pohodlnou obsluhu) zašroubovaného do jednoho z vodítek vloženého v hliníkovém C profilu. Po vyvození potřebné utahovací síly se vodítko se závitovým otvorem přitiskne k vnitřní ploše C profilu a zamezí tak pohybu pravítka.

4.5.2 ÚHLOVÉ VEDENÍ

Tento doplněk umožňuje nejen pohodlné vedení materiálu do řezu, ale realizaci základních úkonů jako kolmé zarovnávání polotovarů nebo šikmé seříznutí po šířce materiálu.



Obr. 29 Úhlové vedení; 1. Úhelníkové pravítko; 2. Vlisovaný čep; 3. Upínací šroub; 4. Ryska hliníkového T profilu

K vyvození lineárního posuvu po desce stolu, bylo opět využito vnořeného hliníkového C profilu (kotveného vruty do dřeva) a do něho vsunutého T profilu.

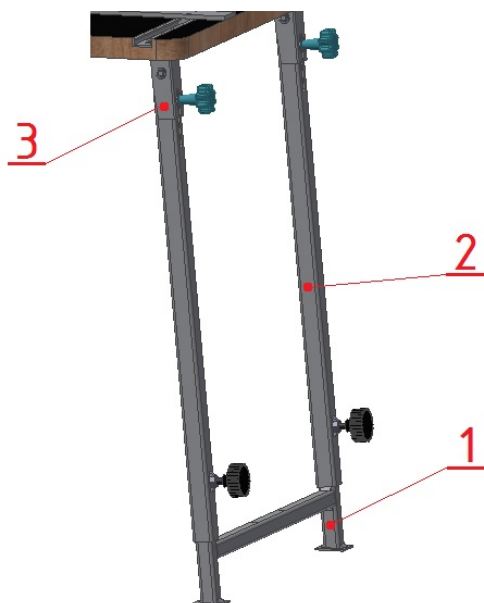


Hlavní částí celku je hliníkový odlitek úhelníkového pravítka s rozsahem nastavení 150° (viz Obr. 29) v němž je zhotovena drážka pro možnost úhlového nastavení. Toto nastavení se přímo realizuje odečtením hodnoty z úhelníkového pravítka vůči rysce vytvořené na hliníkovém T profilu. Aretace na požadované úhlové nastavení je provedena pomocí ručně ovládaného šroubu, zašroubovaného do závitového otvoru v hliníkovém T profilu. Kyvný pohyb úhelníkového pravítka je umožněn díky vlisovanému čepu.

4.6 VÝŠKOVĚ NASTAVITELNÉ A SKLOPNÉ NOHY STOLU

Aby bylo možné stůl vhodně výškově ustavit a přiblížit se tak požadavkům potencionálních zákazníků bylo na místě nohy stolu navrhnout výškově nastavitelné. Realizování výškové nastavitelnosti je založeno na osvědčeném způsobu zasunutí do sebe dvou čtvercových profilů [19], kde u jednoho je funkční vnější a u druhého vnitřní plocha. Finální aretace do požadované výšky se provede pomocí čtyř ručně ovládaných šroubů, zašroubovaných do matic přivařených k nohám stolu (viz Obr. 30) a tím vyvození potřebné utahovací síly. Díky tomuto je možné stůl výškově nastavit v rozmezí 695 mm až 960 mm. Nosné části tohoto stolu je tedy, podle toho jakou plní funkci, možné rozdělit na 3 části (viz Obr. 30):

- Výsuvná část nohou (zajištění výškové variability)
- Sklopná část nohou (realizace skladnosti)
- Svařovaná konzole (realizace skladnosti a spojení dvou výše uvedených částí s deskou stolu)



Obr. 30 Nohy stolu; 1. Výsuvná část nohou; 2. Sklopná část nohou; 3. Svařovaná konzole



4.6.1 VÝSUVNÁ ČÁST NOHOU

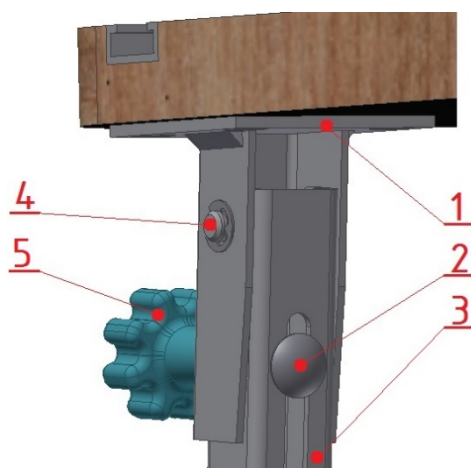
Výsuvné nohy stolu (Obr. 30) jsou ze spodní strany opatřeny opěrnou plochou, aby nedocházelo k boření se nohou do měkkého podkladu (písek, bahnitá půda, atd.). Aby nebylo nutné nastavovat výšku stolu na každé z nohou, jsou zhotoveny 2 páry nohou (pomocí vložené a svarem spojené trubky čtvercového profilu) díky kterým stůl jednodušeji ustavíme do požadované výše.

4.6.2 SKLOPNÁ ČÁST NOHOU

Tato část nohou je opatřena drážkami pro upínací šroub, (Obr. 31) který spolu s ručně ovládanou maticí zajistí pevné spojení sklopné části nohou se svařovanou konzolí, a otvorem pro čep, jež umožňuje pohyb sklopné části nohou s vsunutými výsuvnými částmi nohou.

4.6.3 SVAŘOVANÁ KONZOLE

Svařovaná konzola sestává z upínací čtvercové desky se čtyřmi otvory (pro mechanické upevnění do stolu) a z plechu profilovaného do tvaru „U“ (s drážkou pro upínací šroub). Rozmístění těchto konzol po desce stolu je realizováno tak, aby bylo možné nohy stolu složit, tudíž na jedné straně stolu jsou konzoly montovány k sobě blíže než na straně druhé (Viz Obr. 31).



Obr. 31 Konzole a sklopná část nohou; 1. Svařovaná konzole; 2. Vratový šroub; 3. Sklopná část nohou; 4. Čep; 5. Ručně ovládaná matice

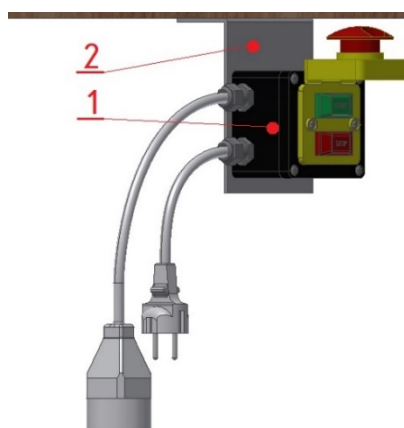
Skladnost stolu je důležitá nejen z hlediska úspory místa, ale také z hlediska mobility zařízení (o mobility zařízení více v kapitole 3.9).



4.7 BEZPEČNOSTNÍ PRVKY

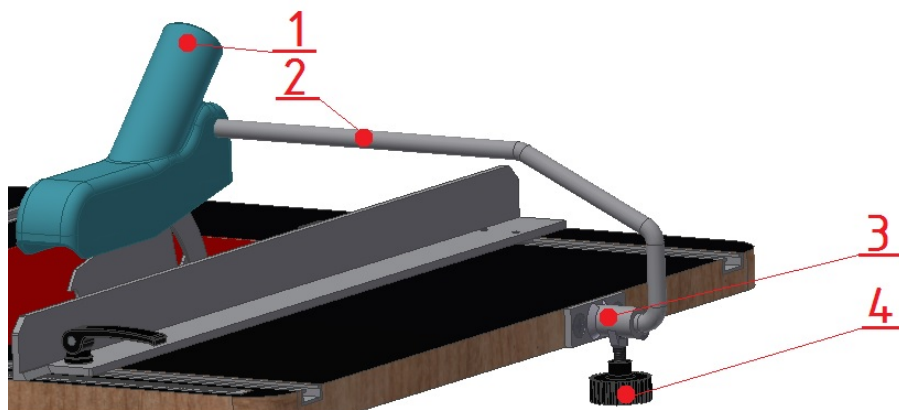
Mezi bezpečnostní prvky tohoto stroje se řadí kryt řezného kotouče s možností připojení odsávání vzniklých pilin a bezpečnostní vypínač, pro připojení ruční kotoučové pily ke zdroji elektrické energie, s funkcemi stop a start (Obr. 32).

Bezpečnostní vypínač [21] bylo třeba umístit do takové polohy, aby byl co nejbližší k obsluze stroje a zároveň aby nepřekážel. Je tedy ukotven na desce (Obr. 32), se svařeným výstužným žebrem, pomocí čtyřech šroubů. Tato deska je i s bezpečnostním vypínačem pomocí čtyřech vrtů do dřeva ukotvena do stolu stroje.



Obr. 32 Bezpečnostní vypínač; 1. Bezpečnostní vypínač; 2. Deska s výstužným žebrem pro ukotvení bezpečnostního vypínače

Kryt řezného kotouče (Obr. 33) je zhotoven z plastového materiálu pro dosažení co nejnižší hmotnosti, jelikož kryt je nesen ohýbanou trubkou. Ta je dále vsunuta do trubky, jež je přivařena k upínací desce s dvěma otvory pro zápusťné šrouby a takto je montována k stolu stroje do závrtných matic. Do výše uvedené trubky je zhotoven otvor, na něhož souose navazuje matice (svařeno s trubkou) a do té je pak zamontován ručně ovládaný šroub pro ustavení ohýbané trubky nesoucí kryt řezného kotouče.



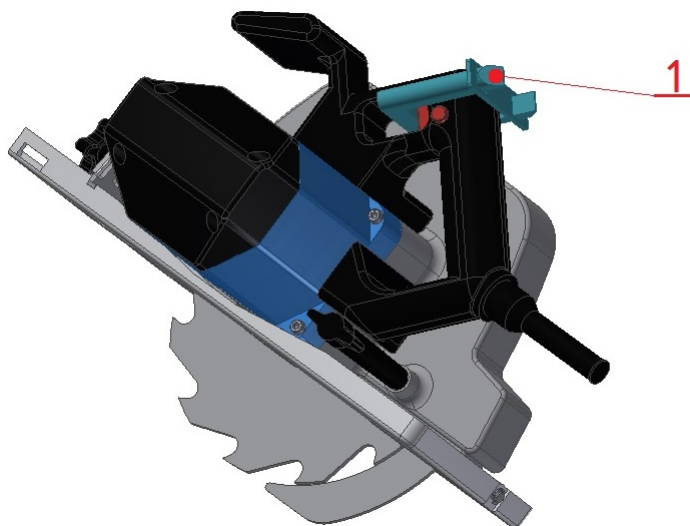
Obr. 33 Kryt řezného kotouče; 1. Kryt řezného kotouče; 2. Ohýbaná trubka; 3. Upínací deska; 4. Ručně ovládaný šroub



4.8 ARETACE RUČNĚ SPÍNANÉHO BEZPEČNOSTNÍHO SPÍNAČE

Aby bylo možné s pilou plnohodnotně pracovat, je důležité zajistit, za normálních okolností ručně spínaný, bezpečnostní spínač. U jiných typů pil je aretace tohoto tlačítka zajištěna pomocí pásky se suchým zipem, zde ale hrozí brzké zanešení zipu pilinami a tudíž snížení pevnosti tohoto spojení. Je taktéž nutné, aby spínač byl domáčknut úplně, aby nedošlo k jeho poškození.

Proto byl vytvořen dvoudílný aretační prvek z plastového materiálu (Obr. 35). Na stejném principu fungují, v elektrotechnice používané, svorky pro kabeláž. Jednoduchým způsobem se první část aretačního prvku vsune pod spínač, stlačí se spínací tlačítko zároveň s pojistkou spínače a v této poloze se spínač zajistí druhou částí aretačního prvku.



Obr. 35 Aretace spínače; 1. Dvoudílný aretační prvek ručního spínače

4.9 MOBILNOST ZAŘÍZENÍ

Jedním z hlavních cílů této bakalářské práce byla snaha o dosažení mobilního zařízení a to především proto, že většina výrobků objevujících se na českém trhu se mobilitou nezabývá.

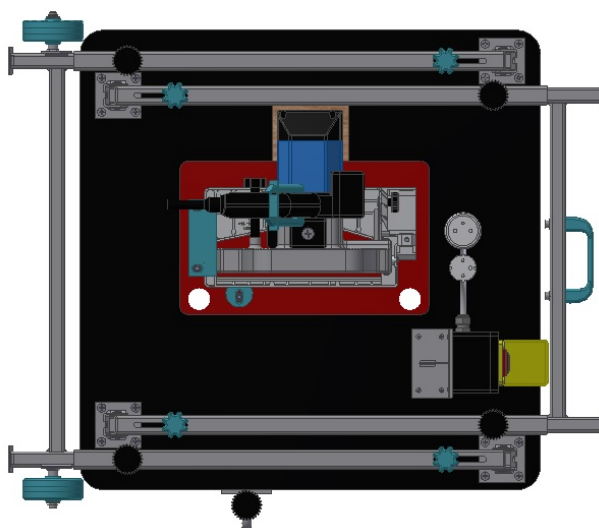


Mobilnost tohoto výrobku je řešena jednoduše (Obr. 34). Na jeden pár výsuvných nohou jsou pomocí konzol připevněna pojezdová kola [22], která jsou ve funkční poloze až tehdy, je-li stůl ve stavu složeném pro přepravu. Na druhý pár výsuvných nohou se montuje madlo [23], které obsluha uchopí a převezve tak stroj na požadovanou lokaci.



Obr. 34 Pracovní stůl pro upnutí ruční kotoučové pily v pracovní a složené poloze

Stůl je možné uvést do složeného stavu i s vmontovanou ruční kotoučovou pilou, aniž by jakákoliv část stolu s ní kolidovala (Obr. 35).



Obr. 35 Pohled ze spodní strany pracovního stolu

Detailnějších obrázků stolu, ve stavu složeném a funkčním viz přílohy [A až F], bylo dosaženo globální vykreslovací metodou raytracing v programu Autodesk Inventor.



ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce je konstrukční návrh jednoduchého mobilního stolu pro upnutí ruční kotoučové pily. Z rešeršní části byly využity veškeré poznatky pro tvorbu výchozí varianty řešení. Taktéž bylo použito co nejvíce normalizovaných součástí a to především z důvodu finančních. Použité čepy byly zkontrolovány na otláčení a smyk.

Stroj je navržen tak, aby byl vhodným pomocníkem pro řemeslníky, ale i pro nenáročně kutily. Velký důraz byl kladen na skladnost a mobilnost a to z důvodů potřeby neustálého přestavování stroje. Dále je stůl navržen tak, aby byl výškově variabilní a mohl se přizpůsobit různým postavám obsluhy. Celek působí robustněji oproti jiným výrobkům, tento fakt by měl u potencionálních zákazníků nabudit pocit kvalitního výrobku.

Po zhotovení 3D modelu a přiřazení materiálů všem součástem byla zjištěna hmotnost celého rámu stroje, jež činí přibližně 15 kg.

Součástí této práce jsou výkresy s hlavními rozměry stolu ve složeném a funkčním stavu a výrobní výkresy hlavních částí stroje.



POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] KRÁL, Pavel. *Obrábění dřevařských materiálů*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2009, 175 s. ISBN 978-80-7375-267-5.
- [2] NAREX.cz. Narex Professional Tools. [online]. 2016, [cit. 2016-02-22]. Dostupné také z: http://www.narex.cz/cs-cz/o_nas.
- [3] ELUC.KR-OLOMOUCKY.cz. *Elektronická učebnice: Řemesla: kotoučové pily*. [online]. 2015, [cit. 2016-03-28]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1953>.
- [4] PILY DO DÍLNY. Kotoučové pily stolní. *Namir.cz* [online]. [cit. 2016-03-30]. Dostupné z: <http://www.namir.cz/stul-pro-pripojeni-kotoucovych-pil-narex-s-3-3068.html>
- [5] NAREX S3 STŮL PRO PŘIPOJENÍ KOTOUČOVÉ PILY. *Octa.cz* [online]. DPS Technology s.r.o., 2011 [cit. 2016-04-18]. Dostupné z: <http://www.octa.cz/stul-pro-pripojeni-kot-pily/narex-s3-stul-pro-pripojeni-kotoucove-pily-%5bid=622%20395%20NAR%5d>
- [6] NAREX EPK 16 D. *Prodej a servis nářadí: Pily* [online]. [cit. 2016-04-25]. Dostupné z: <http://www.narex-makita.cz/pily/kotoucove/narex-epk-16-d/>
- [7] TECHNISCHE DATEN. *Werkzeug-home.de* [online]. HalloPress [cit. 2016-04-27]. Dostupné z: <http://www.werkzeug-home.de/kb/hks/dat-protool-csp55-1.html>
- [8] PROTOOL CSP 55-2. *Zbozi.cz* [online]. Seznam.cz, a.s., 2016 [cit. 2016-04-27]. Dostupné z: <http://www.zbozi.cz/vyrobek/protol-csp-55-2/>
- [9] PROTOOL CSP 56 EQ. *Vseprodrevo.cz: Elektrické nářadí* [online]. AMA media s.r.o., 2008 [cit. 2016-04-27]. Dostupné z: <http://www.vseprodrevo.cz/protol-csp-56-eq/>
- [10] O NÁS. *Triton.cz* [online]. Triton Tools, 2016 [cit. 2016-04-29]. Dostupné z: <http://www.tritontools.com/cs-CZ/Home/About>
- [11] TWX7. *Triton.cz: Pracovní centra*: [online]. Triton Tools, 2016 [cit. 2016-04-29]. Dostupné z: <http://www.tritontools.com/cs-CZ/Product/Pracovn%C3%AD%20centra/Pracovn%C3%AD%20centra/TWX7>
- [12] TWX7 WORCENTRE. *Triton.cz: Pracovní centra: Návod* [online]. Triton Tools, 2016 [cit. 2016-04-30]. Dostupné z: http://www.tritontools.com/Helpers/GetImage.ashx?type=InstructionManual&size=&name=265253_Manual.pdf
- [13] TWX7 CS001. *Triton.cz: Pracovní centra*: [online]. Triton Tools, 2016 [cit. 2016-04-29]. Dostupné z: <http://www.tritontools.com/cs-CZ/Product/Pracovn%C3%AD%20centra/Pracovn%C3%AD%20centra/TWX7CS001>
- [14] TCB 100. *Triton.cz: Pracovní centra*: [online]. Triton Tools, 2016 [cit. 2016-04-29]. Dostupné z: <http://www.tritontools.com/cs-CZ/Product/Pracovn%C3%AD%20centra/Pracovn%C3%AD%20centra/TCB100>
- [15] TRITON SAW TABLE. *Triton.cz: Pracovní centra: Návod* [online]. Triton Tools, 2016 [cit. 2016-04-30]. Dostupné z:



- http://www.tritontools.com/Helpers/GetImage.ashx?type=InstructionManual&size=&name=330140_Manual.pdf
- [16] CENÍKY A DODACÍ POŘÁDKY KE STAŽENÍ: DTDS: MDF: PŘEKLIŽKY. *Demos.cz* [online]. D3Soft s.r.o., 2016[cit. 2016-04-30]. Dostupné z: <http://www.demos-trade.cz/ke-stazeni/ceniky.html>
- [17] EXCENTRICKÉ UPÍNAČE 927. *Components.sk* [online]. PersoNet, 2016 [cit. 2016-05-01]. Dostupné z: <http://www.components.sk/produkty/Excentricke-upinace-927-s-vonkajsim-zavitom-verzia-A>
- [18] KUŽELOVÉ ZÁVRTNÉ MATICE. *Essentracomponents.cz: Nábytkové příslušenství* [online]. Essentra, 2014 [cit. 2016-05-01]. Dostupné z: <http://www.essentracomponents.cz/kuzelove-zavrtne-matice-d-277358>
- [19] OCELOVÉ PROFILY ČTVERCOVÉ. *Ferrum-mb.cz: Profily uzavřené* [online]. FERRUM s.r.o. [cit. 2016-05-01]. Dostupné z: <http://www.ferrum-mb.cz/ocelove-profil-y-uzavrene/ctvercove-profil-y/>
- [20] STANDARDNÍ PROFILY. *BLECHA.at* [online]. [cit. 2016-05-01]. Dostupné z: <http://www.aluprofil.at/cz/standardni-profil-y/program/>
- [21] KOMPLETNÍ VYPÍNAČE. *Kedu.cz* [online]. Kedu.cz, 2016 [cit. 2016-05-02]. Dostupné z: http://kedu.cz/Kompletn%C3%AD-vyp%C3%ADna%C4%8D-Kedu-KOA-230-50Hz-max-13_5A-3kW
- [22] NAVRÁTIL s.r.o. *Navratilsro.cz: Samostatná kola: Samostatná kolečka přístrojová: POS Kluzné ložisko* [online]. 2016 [cit. 2016-05-02]. Dostupné z: <http://www.navratilsro.cz/pos-100x27-34-10-4057.html>
- [23] STANDARDNÍ RUKOJEŤ. *Essentracomponents.cz: Madla, rukojeti a ovládací prvky* [online]. Essentra, 2014 [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: <http://www.essentracomponents.cz/mss/mss-pc.nsf/WebEngine?OpenAgent&cmd=query&itemdirect=y&itemdirectwildcard=y&search=462240>
- [24] LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. *Strojírenské tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření*. 4. dopl. vyd. Úvaly: Albra, 2008. ISBN 978-80-7361-051-7.



SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

d	[mm]	velikost otvoru/čepu
l_2	[mm]	délka ramene 2
l_3	[mm]	délka ramene 3
l_4	[mm]	délka ramene 4
F_c	[N]	celková síla působící na čep
F_{c1}	[N]	1. síla působící na čep
F_{c2}	[N]	2. síla působící na čep
F_g	[N]	tíhová síla vyvozená hmotností stroje
F_K	[N]	síla působící na konzoli
F_m	[N]	síla vyvozená vedením materiálu do řezu
F_{obs}	[N]	síla vyvozená obsluhou stroje
$F_{zát}$	[N]	zátěžná síla
n	[-]	normála
n_1	[-]	počet nohou stolu
n_2	[-]	počet střížných průřezů
p	[MPa]	tlak působící na stykové plochy
p_D	[MPa]	dovolené tlakové napětí
S_1	[mm ²]	střížný průřez
S_2	[mm ²]	styková plocha
t	[mm]	tloušťka materiálu
α	[°]	úhel naklonění opěrné plochy svařované konzole



τ_{DS}	[MPa]	dovolené smykové napětí
τ_S	[MPa]	skutečné smykové napětí



SEZNAM PŘÍLOH

CD:

3D model navrženého stolu pro upnutí ruční kotoučové pily

Elektronická verze bakalářské práce

Výkresová dokumentace (viz seznam výkresů níže)

SEZNAM OBRÁZKŮ:

- [A] Stůl v rozloženém stavu
- [B] Stůl v rozloženém stavu – pohled z boku
- [C] Celkový pohled na rozložený stůl
- [D] Stůl ve stavu pro přepravu
- [E] Stůl ve složeném stavu pro přepravu nebo skladování
- [F] Pohled na spodní část složeného stolu

SEZNAM VÝKRESŮ:

BP/01	STŮL
BP/02	UPÍNACÍ DESKA
BP/03	LINEÁRNÍ POSUV_1
BP/04	PARALELNÍ PRAVÍTKO
BP/05	LINEÁRNÍ VEDENÍ_1
BP/06	LINEÁRNÍ VEDENÍ_2
BP/07	VEDENÍ ÚHLOVÉHO PRAVÍTKA
BP/08	LINEÁRNÍ POSUV_2
BP/09	ČEP ÚHOVÉHO VEDENÍ
BP/10	ÚHLOVÉ PRAVÍTKO
BP/11	ČEP



BP/12	UPÍNKA
BP/13	STŘEDÍCÍ PRVEK
BP/14	ARETAČNÍ PRVEK_1
BP/15	ARETAČNÍ PRVEK_2
BP/16	KONZOLA
BP/17	KOTEVNÍ DESKA_2
BP/18	KOTEVNÍ DESKA_1
BP/19	KOTEVNÍ POUZDRO
SBP/01-00	SVAŘOVANÁ KONZOLA
ZBP/01	ROZMĚRY STOLU VE FUNKČNÍM STAVU
ZBP/02	ROZMĚRY STOLU VE SLOŽENÉM STAVU



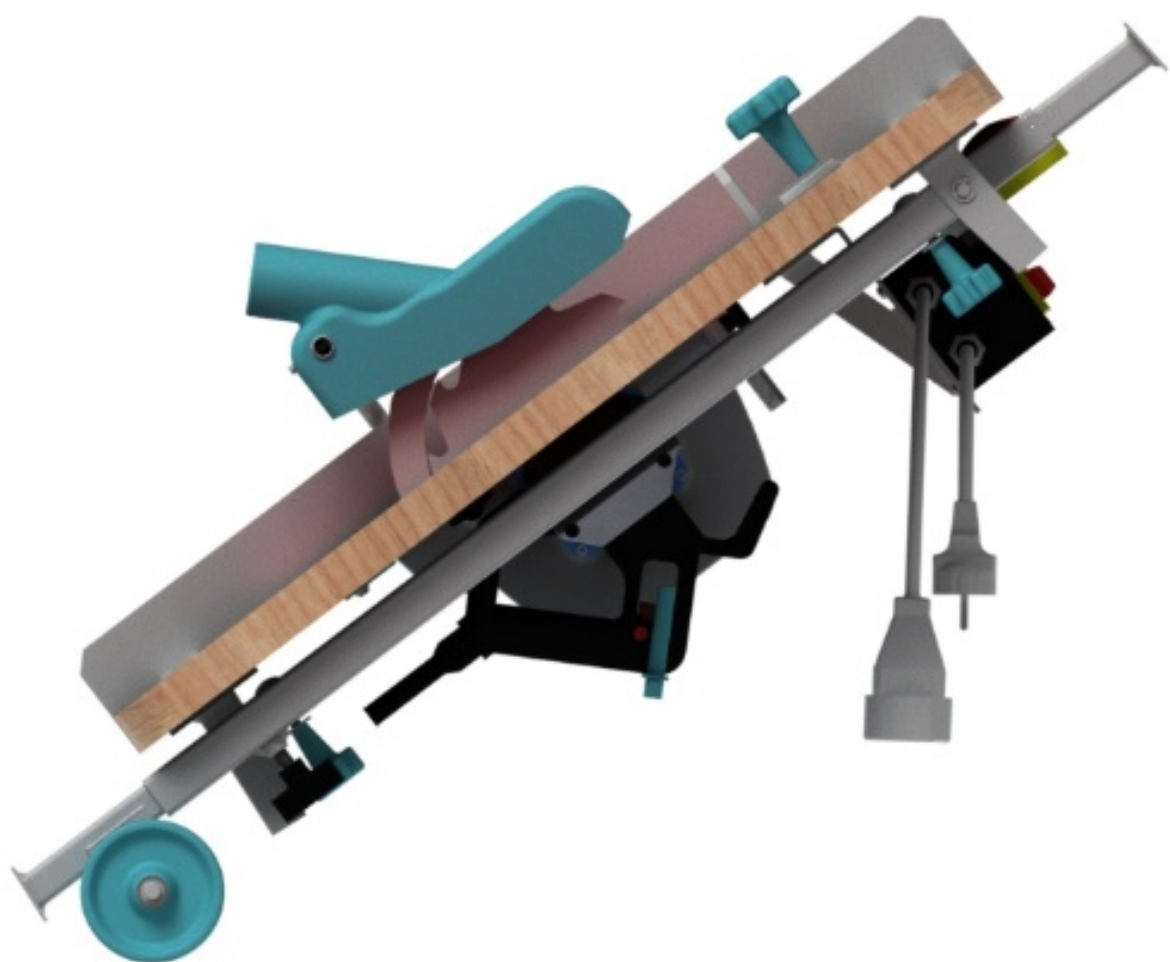
[A] Stůl v rozloženém stavu



[B] Stůl v rozloženém stavu – pohled z boku



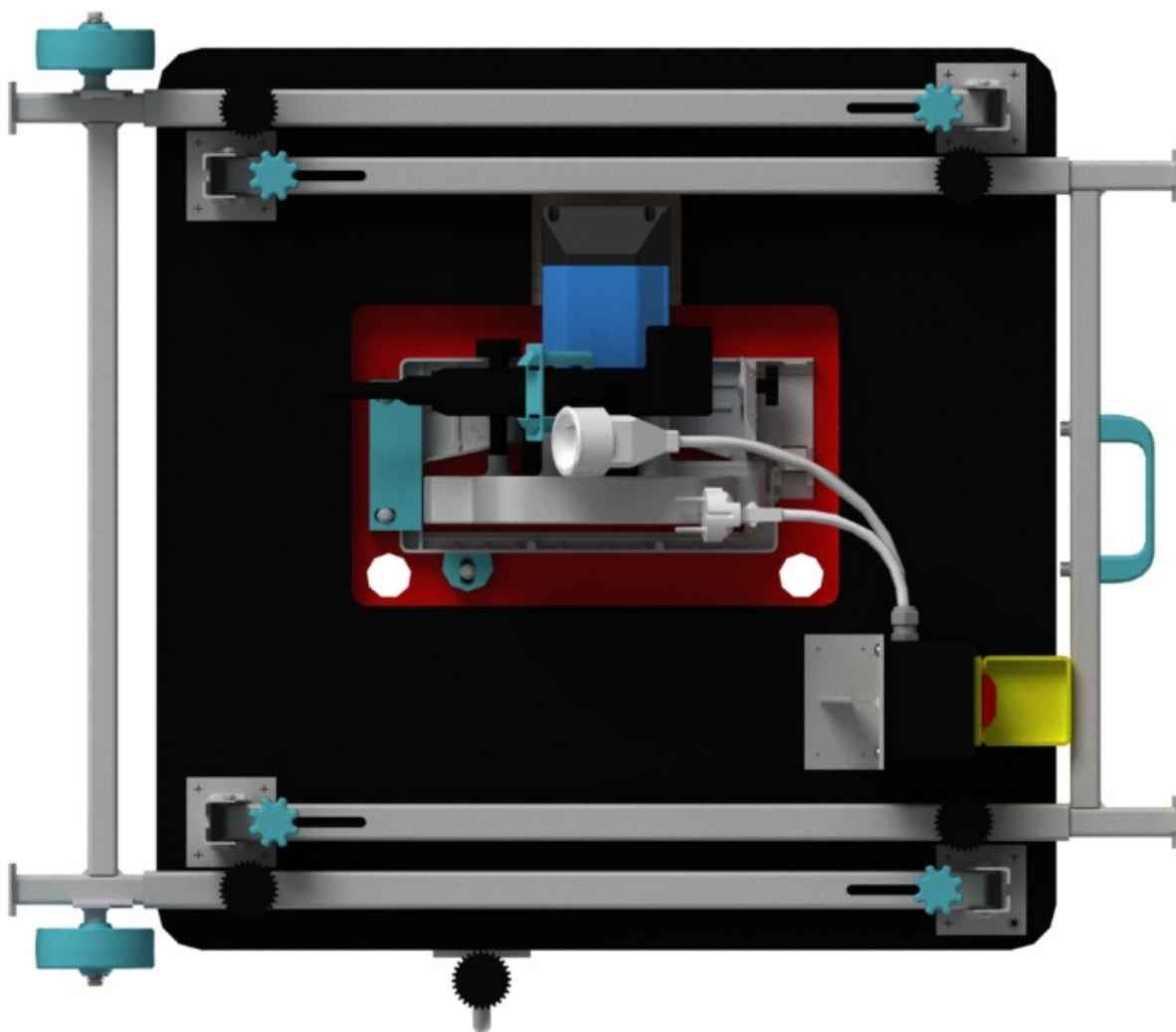
[C] Celkový pohled na rozložený stůl



[D] Stůl ve stavu pro přepravu



[E] Stůl ve složeném stavu pro přepravu nebo skladování



[F] Pohled na spodní část složeného stolu