



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

## ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A ROBOTIKY

INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND ROBOTICS

## KONSTRUKČNÍ NÁVRH STOJANU PÁSOVÉ PILY

DESIGN OF A BELT SAW STAND

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jan Kropáč

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Zdeněk Tůma, Ph.D.

BRNO 2020



## Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky
Student:	<b>Jan Kropáč</b>
Studijní program:	Strojírenství
Studijní obor:	Stavba strojů a zařízení
Vedoucí práce:	<b>Ing. Zdeněk Tůma, Ph.D.</b>
Akademický rok:	2019/20

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 stojanu pásové pily**

#### **Stručná charakteristika problematiky úkolu:**

V rámci bakalářské práce bude vytvořen konstrukční návrh stojanu pro pásovou pilu. Důvodem jsou zvyšující se nároky na vkládání delších polotovarů.

#### **Cíle bakalářské práce:**

Rešerše v oblasti uchycení materiálu pro řezání na pásových pilách.

Konstrukční návrh stojanu pásové pily.

Zhodnocení návrhu.

Výkresová dokumentace.

Vlastní závěr a doporučení pro praxi.

#### **Seznam doporučené literatury:**

MAREK, Jiří. Konstrukce CNC obráběcích strojů. Vyd. 2., přeprac. a rozš. Praha: MM Publishing, 2010. MM speciál. ISBN 978-80-254-7980-3.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2019/20

V Brně, dne

L. S.

---

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.  
ředitel ústavu

---

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

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce se zabývá rešerší v oblasti pásových pil, podstavců a válečkových dopravníků. Výstupem této práce je konstrukční návrh nového stojanu pro starší pásovou pilu PILOUS ARG 220 plus, jehož součástí je i rozložitelný válečkový dopravník. Celá práce je pak doplněna o obrázky a výkresy z modelu vytvořeného v 3D CAD softwaru.

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis deals with research in the field of band saws, pedestals and roller conveyors. The output of this work is the design of a new stand for the older band saw PILOUS ARG 220 plus, which includes a foldable roller conveyor. The whole work is complemented by pictures and drawings from the model created in a 3D CAD software.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Pásová pila, válečkový dopravník, emulze, stojan

## **KEYWORDS**

Band saw, roller conveyor, emulsion, stand,



## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

KROPÁČ, Jan. *Konstrukční návrh stojanu pásové pily* [online]. Brno, 2020 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/121589>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky. Vedoucí práce Zdeněk Tůma.





## **PODĚKOVÁNÍ**

Rád bych touto cestou poděkoval mému vedoucímu práce Ing. Zdeňku Tůmovi, PhD. za umožnění vytvořit tuto práci a za odbornou podporu při jejím vypracování. Dále bych rád poděkoval své rodině a přátelům za podporu a důvěru ve mně vloženou během studia.



## **ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ**

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

V Brně dne 26.6. 2020

.....

Kropáč Jan



# OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b> .....	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>MOTIVACE</b> .....	<b>17</b>
<b>3</b>	<b>PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ</b> .....	<b>19</b>
3.1	Pásové pily .....	19
3.1.1	Manuální .....	19
3.1.2	Gravitační .....	19
3.1.3	Hydraulicko -gravitační .....	19
3.1.4	Hydraulické poloautomaty .....	20
3.1.5	Automatické.....	20
3.2	Upínání.....	20
3.2.1	Ruční.....	20
3.2.2	Mechanické.....	20
3.2.3	Pneumatické a hydraulické .....	21
3.3	Podepření a přísun .....	21
3.3.1	Dopravníky výrobce pily .....	21
3.3.2	Další možnosti .....	22
<b>4</b>	<b>FORMULACE ŘEŠENÉHO PROBLÉMU</b> .....	<b>23</b>
4.1	Pásová pila .....	23
4.2	Těleso stolu .....	24
4.3	Upínací systém.....	24
4.4	Nedostatky současného stavu .....	24
4.4.1	Podstavec .....	25
4.4.2	Emulze .....	25
4.4.3	Podepření materiálu .....	25
4.5	Specifické požadavky .....	26
<b>5</b>	<b>KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ</b> .....	<b>27</b>
5.1	Podstavec .....	27
5.2	Vana .....	28
5.3	Nádrž.....	29
5.4	Ovládací panel .....	30
5.5	Válečková dráha .....	30
5.5.1	Válečky .....	33
5.5.2	Aretace a vyrovnávání .....	34
5.5.3	Boční a délkové dorazy .....	35
<b>6</b>	<b>CELKOVÉ ROZMĚRY A SPECIFIKACE</b> .....	<b>37</b>
<b>7</b>	<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>39</b>
<b>8</b>	<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ</b> .....	<b>41</b>
<b>9</b>	<b>SEZNAM ZKRATEK, SYMBOLŮ, OBRÁZKŮ A TABULEK</b> .....	<b>43</b>
9.1	Seznam tabulek .....	43
9.2	Seznam obrázků .....	43
9.3	Seznam symbolů .....	44
<b>10</b>	<b>SEZNAM PŘÍLOH</b> .....	<b>45</b>



# 1 ÚVOD

Pásové pily se ve většině případu při nákupu dodávají včetně podstavce. Ne vždy však provedení této části zařízení vyhovuje požadavkům uživatele, ať už se jedná o rozměry, váhu nebo manipulovatelnost. Právě tyto zmíněné aspekty byly nedostačující i u upravované pásové pyly. Dalším častým problémem je podepření přesahujícího materiálu, běžné řešení spočívá v přikoupení navazujících válečkových drah či jiných podpěrných prvků, ty však často také nesplňují přesné požadavky uživatele a omezují mobilitu stroje.

V první části práce je zpracována rešerše zabývající zhodnocením současných druhů pásových pil, jejich upínáním a již zmíněným podepíráním řezaného materiálu. Tato část je podstatná ke zhodnocení problému a porozumění požadavků pásových pil. Další kapitola se zabývá zhodnocením problémů a nedostatků současného stavu. V poslední části je pak popsán samotný návrh a model vytvořený ve 3D CAD softwaru.





## 2 MOTIVACE

Motivací k vytvoření této práce byl nevyhovující stav stávajícího zařízení. Tato práce by se tedy měla zabývat vytvořením návrhu vyhovujícího podstavce pro pilu v kombinaci s rozšířením pro podepření přesahujícího materiálu. Při návrhu je třeba překonat některé překážky a pokusit se nalézt optimální a co nejjednodušší řešení. Cílem by tedy mělo být vytvořit kompletní návrh, který bude vhodný pro zadání do výroby a následné využívání v provozu s předem zadanou pásovou pilou.



## 3 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

V této kapitole byl proveden průzkum současných možností na trhu pásových pil a k nim vhodných dopravníků a podstavců, se zaměřením právě na firmu PILOUS s.r.o. k jejímuž produktu je samotný podstavec navrhován.

### 3.1 Pásové pily

Pásová pila je mechanická pila, která k dělení materiálu používá nekonečný svařovaný pilový pás. V této práci se pojednává především o pilách na kov.

#### 3.1.1 Manuální

Nejprostším druhem kyvné pásové pily je manuální, jak zvedání do výchozí polohy tak i posuv pily do řezu se provádí ručně. Upnutí materiálu bývá většinou řešeno mechanickým svěrákem či pouze držením v ruce. Zpravidla jde o zařízení s nejmenšími rozměry z celé skupiny, proto je vhodná například na stavby či lehkou dílenskou práci.[1]

#### 3.1.2 Gravitační

Tento typ je pro tuto práci nejpodstatnější, jelikož PILOUS ARG 220 Plus patří mezi ně. Na (Obr. 1) můžete vidět novější verzi tohoto stroje. V případě tohoto typu je stejně jako u předchozího rameno pilového pásu do výchozí polohy zvedáno manuálně. Posuv do řezu je však zabezpečen vlastní vahou celého ramene. Aby bylo možné nastavit požadovaný přítlak při dělení rozdílných materiálů a průměrů je pila vybavena olejovým tlumičem s možností jemné a plynulé regulace. Tento konkrétní druh pily je také vybaven automatickým vypínání při dosažení nejnižšího bodu řezu a svěrákem s rychloupínacím mechanismem.[2]



Obr. 1) Gravitační pásová pila PILOUS ARG 220 Plus [2]

#### 3.1.3 Hydraulicko -gravitační

Kyvná Hydraulicko-gravitační pásová pila je již vybavena hydraulickým agregátem, který je využíván k opětovnému zvedání kyvného ramene do výchozí polohy po ukončení řezu. Výchozí výška je nastavitelná což může značně urychlit výrobní proces přidělení stejného polotovaru. Posuv do řezu je stejně jako u gravitační pily prováděn vlastní vahou a tlumením

olejovým tlumičem. Upínání a posuv materiálu je ruční, svěráky jsou vybaveny rychloupínáním. Některé typy těchto pil firmy Pilous jsou vybaveny silnějším motorem a frekvenčním měničem, který umožňuje plynulou regulaci otáček pilového pásu v rozmezí 15-90 m/min a tím nastavení optimálních řezných podmínek pro daný materiál. To zvyšuje produktivitu stroje, životnost pilových pásů a snižuje hlučnost.[3]

### 3.1.4 Hydraulické poloautomaty

Po spuštění sekvence jedním tlačítkem pila automaticky provede následující úkony: upnutí materiálu, spuštění pilového pásu, hydraulický posun pilového pásu do řezu, zastavení pilového pásu po provedení celého řezu a následné samostatné zvednutí do výchozí polohy. Všechny funkce jde také ovládat a nastavovat samostatně jako například i tlak ve svěráku. Stejně jako předchozí typ je silnějším motorem a frekvenčním měničem, který umožňuje plynulou regulaci rychlosti pilového pásu v rozsahu 15 - 90 m/min. [4]

### 3.1.5 Automatické

Nejpokročilejší typ je již vybaven CNC řízením. Na rozdíl od předchozího druhu je i posuv materiálu do řezu prováděn automaticky pomocí průmyslových servopohonů. Pohon pilového pásu je samozřejmě opět poháněn elektromotorem s frekvenčním měničem. Zbytek již více zmíněných operací je prováděn hydraulicky. Celá konstrukce těchto strojů je velmi robustní a rozměrná.[5]

## 3.2 Upínání

Aby byla zajištěna stability materiálu a nedocházelo k jeho posouvání, protáčení či vibracím během řezu jsou používány různé druhy upínání.

### 3.2.1 Ruční

Tento způsob upnutí či uchycení materiálu se používá především u malých pil s nízkým výkonem. Obsluha v tomto případě přidržuje řezaný materiál jednou či oběma rukami. Nejedná se o příliš pevné a v mnohých případech ani bezpečné uchycení materiálu, avšak pro hrubé dělení materiálů malých rozměru při dodržení bezpečnostních pravidel je dostačující.

### 3.2.2 Mechanické

Při mechanickém upnutí je většinou použit mechanický svěrák na ruční pohon (Obr. 2), kterým se před vykonáním řezu materiál upne na místo a po ukončení se ručně povolí. Tyto svěráky mají často rychloupínací mechanismus, jenž dovoluje rychlejší upínání materiálů se stejným průměrem, svěrák se v tokovém případě nastaví na požadovaný rozměr a pevné upnutí je prováděno zatažením za páku rychloupínání.



Obr. 2) Mechanický svěrák na upravované pile

### 3.2.3 Pneumatické a hydraulické

V tomto případě je upnutí zajištěno hydraulickým či pneumatickým svěrákem s nastavitelným tlakem na upnutý materiál. Nespornou výhodou těchto systémů je přesnost, rychlost a možnost automatizace výrobního procesu. Nevýhodou však může být nutnost hydraulického agregátu či zdroje stlačeného vzduchu s požadovaným tlakem. Tyto systémy také zpravidla dávají větší prostor pro vznik závad.

### 3.3 Podepření a přísun

Podepírání materiálu je podstatným aspektem této práce, zde je tedy stručně zhodnoceno, jaké možnosti dopravníků a podpor se nachází v současnosti na trhu.

#### 3.3.1 Dopravníky výrobce pily

Firma Pilous dodává několik druhů dopravníků a příslušenství ke svým pilám základní válečkové dopravníky má rozdělené do 4 skupin

- M-Lehké, určené do maximálního zatížení 200 kg
- D-Středně těžké, s maximálním zatížení 300 kg
- K-Těžké s rozsahem nosnosti 500-1600 kg
- G-Extrémně těžké s nosností až 1700 kg

Dále také vyrábí výškově nastavitelné nohy s válečkem, které jsou použity v dosavadním řešení upravované pily. [6]

Do zadaného provozu by bylo nejvhodnější použít pravděpodobně dopravník typu „D“ na (Obr. 3) čili středně těžký, avšak toto by nevyřešilo problém s omezeným prostorem a mobilitou. Z tohoto důvodu tuto možnost, která by byla finančně méně náročná a zároveň by zajistila bezproblémovou kompatibilitu s dosavadním stojanem nevyužijeme.



Obr. 3) Dopravník PILOUS D 300 [6]

### **3.3.2 Další možnosti**

Na trhu můžeme samozřejmě najít kromě produktů od samotného výrobce pily množství dalších univerzálních válečkových drah například od firmy BOMAR, spol. s r.o., která se také zabývá výrobou pásových pil. V případě zpracovávaného návrhu jsou zadány však specifické požadavky na mobilitu a rozměry a z toho důvodu možnost nákupu pouze válečkové dráhy není vhodná.

## 4 FORMULACE ŘEŠENÉHO PROBLÉMU

Před vytvářením samotného konstrukčního návrhu je nutné ujasnit, jaké vlastnosti by výsledný produkt měl mít a jaké funkce by měl být schopen plnit. Dále musíme také zajistit kompatibilitu s parametry a požadavky pily abychom nijak neomezili její provoz v budoucnu a mohli plně využívat její potenciál. Fotografie v této kapitole byli pořízeny přímo na pracovišti autorem práce.

### 4.1 Pásová pila

Upravovaná horizontální pásová pila umožňuje dělení širokého sortimentu různých druhů materiálů. V tomto konkrétním případě jde převážně o různé druhy ocele. Protože jde o gravitační pilu většina operací jako zvedání výkyvného ramene pily, upínání, přísun a odebrání obrobku jsou prováděny ručně obsluhou. Pouze přísun pilového pásu do řezu je zajištěn vlastní tíhou ramene a je regulovatelný olejovým tlumičem s plynule nastavitelným ventilem. Jako rezný nástroj, zde slouží nekonečný svařovaný kovový pilový pás. Pilový pás se napíná mechanicky přes napínací oběžné kolo. Poháněno je hnacím oběžným kolem, které je přes šnekovou převodovku poháněno dvourychlostním elektromotorem. V oblasti obrábění je přesně veden ve vodících kostkách pilového pásu. Mimo tuto oblast je pilový pás chráněn pohyblivými a pevnými kryty. V (Tab. 1) naleznete základní parametry pily.[2]

Tab 1) Hlavní parametry pily

Hlavní motor	400 V, 50 Hz, 0,9/1,4 kW
Motor čerpadla	400 V, 50 Hz, 0,9 kW
Rychlost pásu	40/80 m/min
Pilový pás	2600 x 27 x 0,9
Průměr vodících kol pilového pásu	300 mm
Pracovní výška svěráku	895 mm
Nadrž chladicí kapaliny	Přibližně 15 l

Pilu je dále možné natočit vůči upínacímu svěráku v případě potřeby řezu pod úhlem. V protisměru hodinových ručiček lze pilu natočit v jakémkoliv úhlu do 60°. Ve směru hodinových ručiček však pouze do 45°. V (Tab. 2) jsou popsány maximální možné rozměry řezaného materiálu pro různé možnosti natočení. Tyto rozměry se také liší v závislosti na tvaru profilu. S těmito rozměry je především potřeba počítat při volbě šířky válečku a při určování maximálního možného zatížení pily.

Tab 2) Maximální řezané rozměry

Natočení	90°	45°	45°	60°
●	220	160	180	100
■	220	150	160	100
┃	265x150	160x130	200x140	115x100

## 4.2 Těleso stolu

Na tělese stolu je umístěn otočný mechanismus, kloub a svěrák (Obr. 4) tyto části zůstávají v návrhu téměř nezměněné. Jedinou úpravou, která bude muset být udělána je srovnání všech čtyř nohou tělesa do roviny, v původně je totiž umístěno na šikmé ploše a máte nohy tomu přizpůsobené. Tato úprava však nebude součástí návrhu stojanu. Samotný podstavec pak bude k pile připevněn prostřednictvím čtyř otvorů právě v tomto tělesu. Je proto důležité se při návrhu držet připojovacích rozměrů daných výrobcem pily.



Obr. 4) Těleso stolu na upravované pile

## 4.3 Upínací systém

Tento typ pásové pily je vybaven mechanickým horizontálním svěrákem na ruční pohon s pákou pro rychloupínání (Obr. 2). Pohyblivou část svěráku lze posouvat v drážce tělesa stolu. Je tedy možné nastavit svěrák tak, aby svíral řezaný materiál z pravé nebo z levé strany pilového pásu. Tuto skutečnost je také potřeba brát v potaz při konstrukčním návrhu a snažit se udělat obě strany nastavitelné tak aby bylo možné pilu používat stejně v obou případech.

## 4.4 Nedostatky současného stavu

Současný, výrobcem zkonstruovaný podstavec pily má řadu nedostatků vzhledem k povaze využívání tohoto stroje což bylo jednou z hlavních motivací k vytvoření této práce. Stejně tak je nevhodné i současné řešení podepření řezaného polotovaru a odvod emulze z pracovního prostoru. V následující kapitole jsou popsány současné nedostatky jednotlivých částí, na základě nichž je vytvářen konstrukční návrh nového stojanu.



#### 4.4.1 Podstavec

Podstavec pily Pilous ARG 220 Plus je svařenec z plechu o tloušťce 2 mm, jehož nedílnou součástí je také vana, která slouží k zachytávání odtékající emulze a odpadního materiálu vzniklého při řezání (Obr. 5). Na dno této vany je pevně přichyceno tělo stolu, toto konstrukční řešení značně komplikuje čištění odpadního materiálu, jelikož do prostoru pod samotným stolem je obtížný přístup.

Dále je na tomto podstavci umístěn ovládací panel, který sám o sobě není nevhodný, ale jeho vertikální umístění není uživatelsky přívětivé vzhledem k výšce a charakteru jeho uložení (Obr. 5). V současné době prodávaná alternativa k popisované pile již má ovládací panel umístěn šikmo směrem k uživateli, takže je pro obsluhu čitelnější a lépe přístupný.

Podstavec byl původně uložen na čtyřech stavitelných nohách což by bylo vyhovující řešení. Avšak díky plně plechové konstrukci vedoucí až k podlaze není možné s pilou snadno manipulovat například paletovým vozíkem což je v tomto případě vyžadováno a bylo doposud řešeno trvalým uložením celé pily na europaletu. Takový způsob ustavení však celý stroj zvyšuje a zásadně narušuje jeho stabilitu. Díky tomu že je paleta k pile připevněna na pevně je také nemožné využít stavitelných nohou, pilu tedy nelze vyrovnávat do vodorovné polohy.



Obr. 5) Stávající stojan a řešení ovládacího panelu

#### 4.4.2 Emulze

Nádrž na emulzi spolu s čerpadlem je uložena uvnitř stojanu. Přístup k ní dovoluje volný prostor v pravém boku. V případě připojení jakékoliv potenciální válečkové tratě se však tento přístup komplikuje či naprosto znemožňuje. Přístupový prostor také není nijak zabezpečený což dovoluje neúmyslné převrhnutí nezajištěné nádrže při manipulaci a také možné vniknutí nežádoucích cizích těles do emulze, což snižuje její životnost.

#### 4.4.3 Podepření materiálu

Jedním z hlavních cílů této práce je zjednodušit a vylepšit podepírání prisouvaného a odebíraného materiálu. V současné době je totiž toto podepírání, jak bylo již výše zmíněno řešeno výsuvnými válečkovými stojany (Obr. 6). Toto řešení je však v daném provozu

nevhodné, vzhledem k tomu, že jsou nohy při podepírání těžších a rozměrnějších polotovarů nestabilní a při každém přemístění pily je navíc nutné nastavit opětovně jejich výšku. Jejich užívání by tedy mělo být omezeno pouze na případy s výrazně dlouhým materiálem



Obr. 6) Současné řešení podpory materiálu

#### 4.5 Specifické požadavky

Hlavním problémem, díky kterému je potřeba navrhnout podstavec a dráhu na míru je velice omezený prostor dílny ve které se s pilou pracuje. Díky tomu je nutné často pilu přesouvat či uschovávat což bylo dříve řešeno umístěním pily na europaletu. Nyní je tedy hlavním cílem dosáhnout kompaktních rozměrů, možnosti snadné manipulace a rychlého variabilní rozložení celé konstrukce do plných rozměrů. Dále by ale měla být pila použitelná i v případě, že podpurná konstrukce válečkové dráhy bude v zcela či částečně složeném stavu.

Při konstruování se také počítá s tím, že nejběžnější maximální délka polotovaru vstupního či výstupního bude mít délku tři metrů. Konstrukce by však měla být schopna unést až šestimetrové kusy, a to za předpokladu přidání teleskopických nohou s válečky na příslušný konec řezaného materiálu.

Jak již bylo zmíněno v nedostatcích, na současném podstavci je také množství menších prostorů pro zlepšení, a proto by i tyto měly být využity. Především jde o možnost lepšího čištění vany pod pilou, a to z důvodu častého střídání řezaných materiálů, kdy je potřeba například rozdělit odpad z plastů, oceli a nerezové oceli. Je však také žádoucí vylepšit menší nedostatky jako je umístění ovládacího panelu, či přístupnost nádrže na emulzi.

Posledním důležitým požadavkem je aby se celá konstrukce dala v případě potřeby rozložit a to z důvodů přepravy a také pro případné nahrazení některých dílů.

## 5 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

Tato kapitola se zabývá rozbořem jednotlivých použitých součástí a postupů při vytváření daného návrhu. Popis konstrukce válečkových drah je pak doplněn o základní konstrukční výpočty válečků a čepů. Fotografie použité v této kapitole jsou pořízeny z vlastního modelu.

### 5.1 Podstavec

Základní konstrukce stojanu je tvořena z jednotlivých ocelových uzavřených profilů (obr. 7), tyto profily jsou předem vypáleny pomocí CNC laseru. Tento způsob výroby umožňuje přesné přizpůsobení profilů pro následné šroubové spojení celé konstrukce. Šroubové spoje vznikají protažením šroubu skrze díru v prvním profilu a následným dotažením přes šestihrannou nýtovací matici, nanýtovanou v navařeném víčku na konci druhého profilu (obr. 8). Vzájemné natočení profilů a jejich zajištění ve stále pozici následně udržují „zámky“ a drážky vypálené v profilech. Z výkresů v příloze této práce je pak patrné, že mnoho totožně vypálených profilů bylo použito vícekrát na jiných místech, je tomu tak z důvodu levnějšího a rychlejšího zpracování dat u obsluhy CNC laseru. Proto se na mnohých dílech nachází například nevyužitý otvory, ty jsou pak ale využity v dílu umístěném v jiné poloze. Toto řešení tedy může značně ovlivnit cenu, zlepšit nahraditelnost dílů a zjednodušit montáž.



Obr. 7) Základní konstrukce stojanu



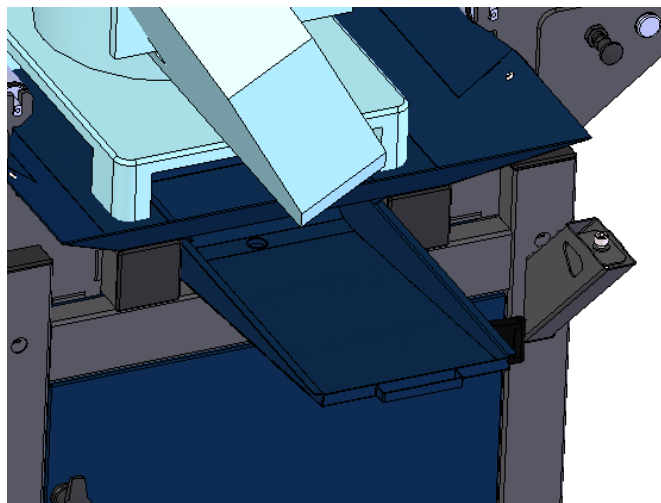
Obr. 8) Příklad použitého spoje, pohled uvnitř profilu

Další možností, jak řešit podstavec by byla svařovaná konstrukce, u níž by však byla výroba, sestavování, lakování a například i přeprava mezi jednotlivými výrobními procesy pro danou firmu náročnější. Z tohoto důvodu byla zvolena šroubovaná verze.

Následné krytování a ostatní komponenty jsou ke stojanu připevňovány taktéž prostřednictvím šestihranných nýtovacích matic umístěných v rámu stojanu. Pouze stavěcí nohy jsou umístěny v přivařených matkách vzhledem k velkému rozměru (závit M20).

## 5.2 Vana

Jedním z praktickým zlepšení, které usnadňuje každodenní, avšak i důkladnou údržbu stroje je nahrazení staticky upevněné vany pod pilou. V popisovaném návrhu je tedy tato vana nahrazena širokým svažujícím se „límecem“ okolo tělesa pily a dále odnímatelnou vanou umístěnou přímo pod pilu (obr. 9). Při konstruování bylo vycházeno z praktických zkušeností, z nichž vyplývá, že k odtoku emulze a odvodu odpadu dochází v podstatě pouze v oblasti řezu a na zadním konci pily, kam emulze a odpad zanáší samotný pilový kotouč. Z tohoto důvodu je „límec“ kolem pily svažován dolů do středu stojanu, kde je následně umístěna vana, kterou je možno v případě čištění vysunout jak z přední, tak ze zadní části stojanu. Vysuvná vana je následně také vypádována a na jejím dně se nachází odtokový otvor.



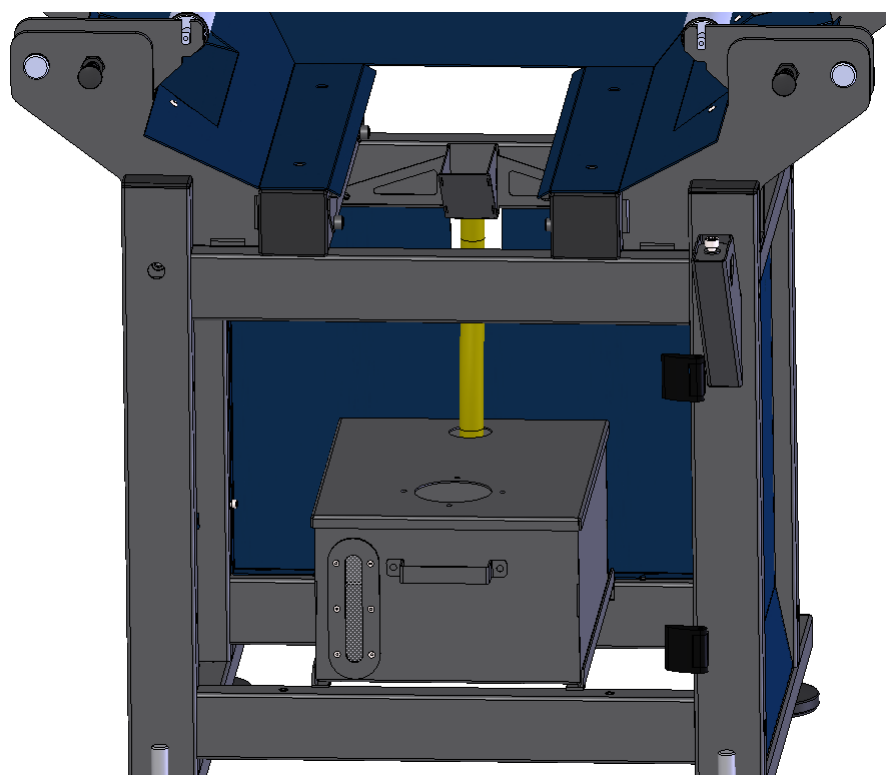
Obr. 9) Částečně vysunutá vana pod pilou

Následný svod odtékající emulze zpět do nádrže je zajištěn prostřednictvím nálevky (Obr. 10), která je umístěna pod otvorem vany uvnitř stojanu (obr.9). Tato nálevka poté ústí v hadici, která je již zavedena přímo do nádrže s emulzí. Dalším možným řešením by bylo

umístit hadici přímo na vanu. Tato alternativa by však poměrně znesnadňovala jakoukoliv manipulaci.

### 5.3 Nádrž

Nádrž na emulzi (Obr.10) na jejímž víku je umístěné čerpadlo, které bylo dodáno s původní pilou je posazeno na dvou profilech tvaru „L“ ve spodní části stojanu. Na obou kocích jsou umístěna madla pro snadnou manipulaci. Celá nádrž má prostý tvar kvádru. Následně je v ní vložena další menší nádoba, do které je zavedena odtoková hadice Tato nádoba je zde umístěna pro zachytávání jemnějšího odpadu, který se dostal přes síťovou krytku ve vaně. Principiálně jde o to, že částice klesají na dno v této menší nádobě a emulze poté volně vytéká do velké nádrže. Díky tomu je snadné nádrž pravidelně udržovat bez hromadění se odpadu vyndáním nádoby na odpad a zabraňuje se tím také vnikání nečistot do čerpadla a ucpávání rozvodných hadiček.



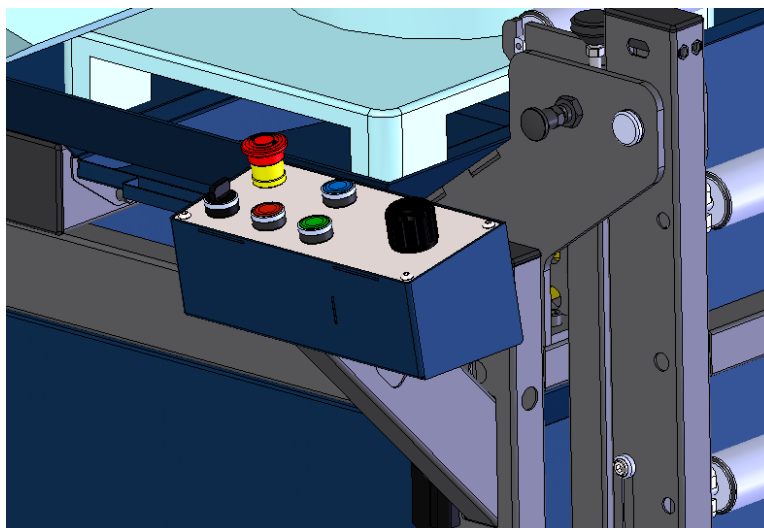
Obr. 10) Umístění nálevky a nádrže na emulzi

Čerpadlo je, jak již bylo zmíněno, umístěné na víku nádrže. Jedná se o stejné čerpadlo, které dodává výrobce spolu s pilou. Je poháněno motorem, jehož parametry jsou popsány v kapitole dvě v (Tab. 1).

V původním řešení byla emulze umístěna v průhledné nádrži tudíž nenastával problém s indikováním stavu hladiny. Nyní je však nádrž plechová a je celá zakrytá víkem tudíž je na přední straně umístěn stavoznak, aby bylo možné snadno a rychle určit obsah emulze v nádrži. Stavoznak je řešen jako podélný výřez v nádrži, jež je vyplněn akrylátovým sklem, to je následně přitaženo přes přírubu k nádrži a těsnění (Obr. 10). Výrobce udává, že by stroj měl mít k dispozici zhruba 15 litrů chladící emulze. Celá nádrž má objem 20 litrů, přičemž se nepočítá, že by byla zaplněna emulzí po horní hranu.

## 5.4 Ovládací panel

Původní ovládání stroje bylo umístěno v pravé přední části stojanu pod vanou (obr. 4). V novém návrhu je celý ovládací panel umístěn na vyčnívajícím profilu a jeho deska s ovládacími prvky je směřována vzhůru směrem k uživateli přibližně ve výšce pasu (Obr. 11). Jelikož je v tomto panelu umístěné jak elektrické, tak hydraulické ovládání stroje, je prostor uvnitř něj rozdělen nedílnou přepážkou. Pod nerezovou vrchní deskou panelu je pak umístěno těsnění, aby nemohlo dojít k nechtěnému vniknutí emulze. Ve spodní části jsou dva otvory, kterými je následně vyvedena kabeláž a hydraulika dále do profilu pod panelem poté do vnitřní části stojanu a posléze do pily.



Obr. 11) Nový ovládací panel

Staré ovládání zahrnovalo kolečko k regulaci posuvu pily, tlačítko pro zapnutí a tlačítko pro vypnutí chodu stroje, přepínač dvou rychlostních stupňů a nouzové tlačítko. Jedinou nevýhodou tohoto systému ovládání byla absence tlačítka pro vypnutí a zapnutí čerpadla na emulzi. Čerpadlo se tedy spouštělo automaticky vždy při uvedení pily do chodu. Pokud obsluha nechtěla během řezání přívod emulze, musela tedy zcela zavřít dva kohoutky ústící u pilového pásu, přičemž čerpadlo dále zbytečně běželo. Proto je v novém návrhu přidáno tlačítko pro přerušení běhu čerpadla.

## 5.5 Válečková dráha

Válečková dráha byla navržena tak aby se rozkládala směrem dolů podél stojanu. Skládá se z vstupní a výstupní části, oba kusy jsou totožné a každá funguje nezávisle na druhé. Jedinou odlišností obou stran jsou dorazy, které k nim lze připevnit podle situace a potřeb.

Pro určení některých základních vlastností komponentů je třeba určit možný nejzatíženější stav dráhy. Z údajů výrobce vyplývá, že největší řezaný materiál může mít rozměry 220x220 mm. I když těleso takových rozměrů a hmotnosti pravděpodobně nikdy nebude na tomto stroji řezáno je s ním počítáno čistě teoreticky, aby nebyl omezen potenciál pily. Po další úvaze byla zvolena maximální délka s tímto průřezem na 1600 mm. Dále tedy základním vzorcem z hustoty ocele vypočítáme hmotnost tělesa.

$$m = (a^2 \cdot l) \cdot \rho_o = 0,22^2 \cdot 1,6 \cdot 7800 = 604 \text{ kg} \quad (1)$$

Následně lze přistoupit k navrhování samotné válečkové dráhy, je nutné počítat se zadanými požadavky a to sice, že na pile s rozloženou dráhou budu možné řezat profily v délkách zhruba 20 až 2500 mm bez dalších přidaných prvků jako jsou výsuvné válečkové stojany. Podpora kratších profilů do délky přibližně 225 mm je stabilně zajištěna samotným stolem pily, další podepření je nutné zajistit pomocí válečků a to tak, aby řezaný profil setrval ve vodorovné pozici a byl stabilní.

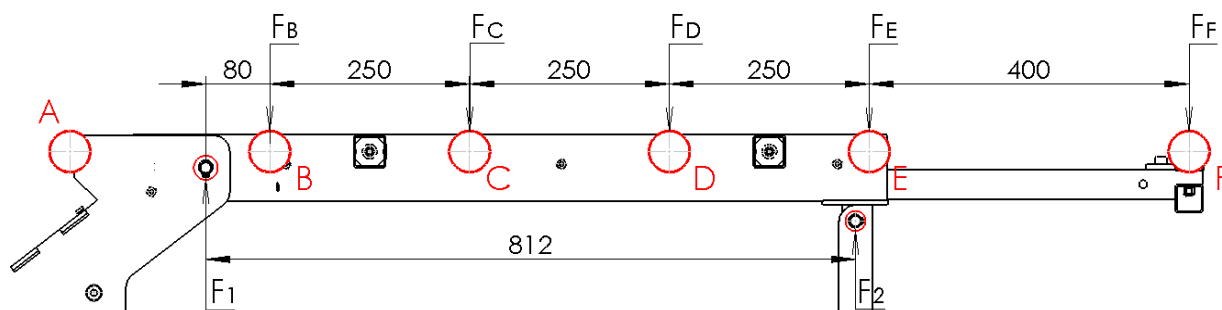
Při umísťování válečku nejbližšího k pile je potřeba brát také v potaz rozměry a funkci samotné pily, a to především v polohách, kdy je nastavena do jiných úhlů, než je  $90^\circ$ . Výsledkem tedy je, že nejbližší podporný bod je možné umístit 275 mm od pilového pásu na obou stranách. Tento váleček je umístěn mezi nástavci, na kterých je následně zavěšená dráha, zůstává tak funkční i v případě, že je dráha ve sklopené pozici. V případě rozměrů ramen dráhy nastává omezení vzhledem k tomu, že dráha by se měla skládat dolů podél stojanu, její délka je tak omezena výškou v jaké je umístěna pila, délka je tedy zvolena na 850 mm s přihlédnutím na následující umístění výsuvného válečku.

Pro zajištění stability a lepšího rozložení váhy je na konec dráhy přidán ještě teleskopická část dráhy s jedním válečkem, která se při skládání zasune do nosných profilů. Aby bylo zabráněno neúmyslnému vysouvání či zasouvání teleskopického segmentu je na boku dráhy umístěn aretační čep, který zapadá do děr umístěných podél vsouvaného profilu, je tak možné nastavit různé vzdálenosti posledních dvou válečků od sebe. Maximální délka i s výsuvným válečkem je navrhována tak, aby byla schopna stabilně podepřít břemeno o délce minimálně 2500 mm, toho by bylo docíleno podporou do dvou třetin celkové délky což je v tomto případě 1667 mm. Konstrukce dráhy dovoluje délku výsuvného válečku na 400 mm což ve výsledku dává celkovou délku od pilového pásu 1750 mm a umožňuje tak stabilně podepřít dokonce 2625 mm. Co se týče volby počtu válečků, před výpočtem rozložení zatížení v části „Válečky“ je pro další postup zvolen počet 6 válečků na obou stranách dráhy. Přičemž první váleček je připevněn ke stojanu a nelze ho tedy sklopit.



Obr. 12) Samostatně stojící segment dráhy

Každá strana dráhy je připevněna k podstavci dvěma čepy, které prochází skrze pouzdra přivařená v ramenech dráhy. Čepy jsou z jedné strany osazené a na druhé mají drážku pro pojistný kroužek. K podstavci jsou připevněny čtyři svařované nástavce (obr. 7) na kterých jsou pak prostřednictvím čepů, dráhy volně zavěšeny. Dále je proveden výpočet průměrů čepů. Nejprve je určeno, jaké síly mohou v čepích potenciálně působit při zatížení nejtěžším tělesem. Základní výpočet je proveden podle rozložení sil na (Obr.13).



Obr. 13) Znázornění zatížení dráhy

(2)

$$F_2 = \frac{F_B \cdot 80 + F_C \cdot 330 + F_D \cdot 580 + F_E \cdot 830 + F_F \cdot 1230}{812}$$

$$F_2 = \frac{927,1 \cdot 80 + 927,1 \cdot 330 + 927,1 \cdot 580 + 1179 \cdot 830 + 1046 \cdot 1230}{812} = 3920 \text{ N}$$

(3)

$$F_1 = F_B + F_C + F_D + F_E + F_F - F_2$$

$$F_1 = 927,1 + 927,1 + 927,1 + 1179 + 1046 - 3920 = 1086 \text{ N}$$

Tyto síly se rozloží mezi dva čepy na každé straně. Pokračujeme výpočtem průměru podle dovoleného napětí v ohybu. Pro čepy byl zvolen materiál 11 523, hodnota dovoleného napětí v ohybu vyčtená z tabulek je 175 MPa. Délka čepu pak vychází ze šířky použitého profilu na rameno dráhy.[8]

(4)

$$M_{o\check{c}1} = \frac{F_1}{2} \cdot l_{\check{c}1}$$

$$M_{o\check{c}1} = \frac{1086}{2} \cdot 44 = 23,9 \text{ N} \cdot \text{m}$$

(5)

$$d_{n\check{c}1} = \sqrt[3]{\frac{M_{o\check{c}1} \cdot 32}{\pi \cdot \sigma_{dov}}}$$

$$d_{n\check{c}1} = \sqrt[3]{\frac{23,9 \cdot 32}{\pi \cdot 175}} = 11,2 \text{ mm}$$

Velikost prvního (více zatíženého) čepu je zvolena s rezervou 15 mm. U druhé strany provedeme stejný výpočet.



$$M_{o\check{c}2} = \frac{F_2}{2} \cdot l_{\check{c}2}$$

$$M_{o\check{c}2} = \frac{3920}{2} \cdot 34 = 66,6 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$d_{n\check{c}2} = \sqrt[3]{\frac{M_{o\check{c}2} \cdot 32}{\pi \cdot \sigma_{dov}}}$$

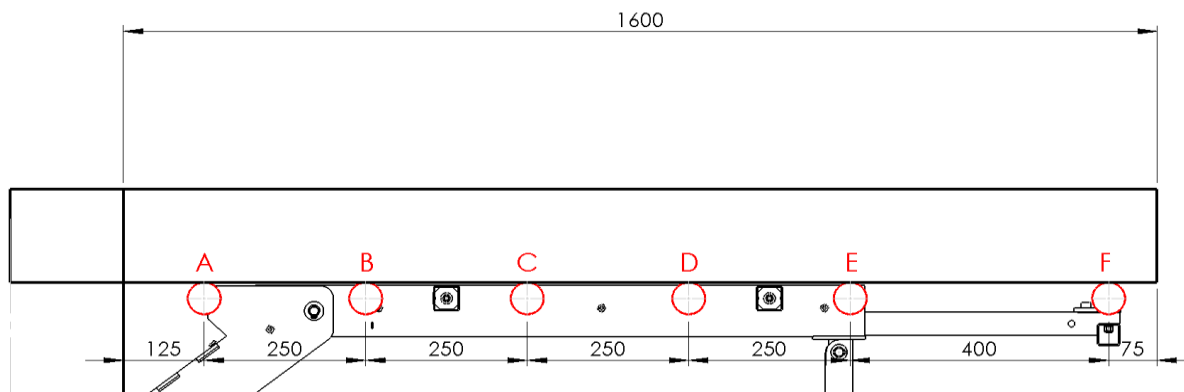
$$d_{n\check{c}1} = \sqrt[3]{\frac{66,6 \cdot 32}{\pi \cdot 175}} = 15,7 \text{ mm}$$

U toho čepu je tedy opět s rezervou zvolen průměr 17 mm.

Jedním z požadavků na návrh také bylo vyřešit problém s emulzí, která ztéká pro řezaných profilech mimo stojan nebo ještě častěji vytéká přímo z konců řezaných profilů, takováto situace nastává v případě řezání dutých profilů, kde se přebytečná kapalina hromadí uvnitř, až nakonec přeteče. Tento problém je vyřešen přidáním svažujícího se plechu pod válečky (Obr. 12). Emulze tak po tomto plechu stéká zpět do vany pod pilou a dále do nádrže.

### 5.5.1 Válečky

Při výběru válečků je nutné dívat se na několik důležitých vlastností. V první řadě na únosnost válečků, proto musí být stanovena nejvyšší možná síla působící na válečky v případě zatížením největším možným materiálem. Zde se vychází z předchozích výpočtů hmotnosti a také z počtu válečků. V programu Matcad byli provedeny výpočty rozložení váhy na jednotlivé válečky. Následující náskres a přehled hodnot nám ukazuje, že nejzatíženějším válečkem v případě nejdelšího břemene je váleček „E“, který nese váhu 120 kg.



Obr. 14) Znáznornění válečků s břemenem

Tab 3) Přehled rozložení hmotnosti

	Stůl	Vál. A	Vál. B	Vál. C	Vál. D	Vál. E	Vál. F
Hmotnost	23,6 kg	70,8 kg	94,4 kg	94,4 kg	94,4 kg	120 kg	106,5 kg

Dále je potřeba, aby byli válečky odolné vůči okolním nepříznivým podmínkám jako je především vystavení emulzi, která může například vytékat z konců dutých profilů, či vodě jež může ulpívat na profilech po přinesení z venkovních prostor. Tato odolnost je potřeba jak na povrchu válečku, tak v oblasti ložisek.

Posledním parametrem je způsob instalace válečku v tomto případě je zvolena možnost s vyfrézovanou drážkou na konci hřídele. Toto řešení umožní snadnou instalaci, nastavení a zabrání případnému protáčení hřídele válečku.

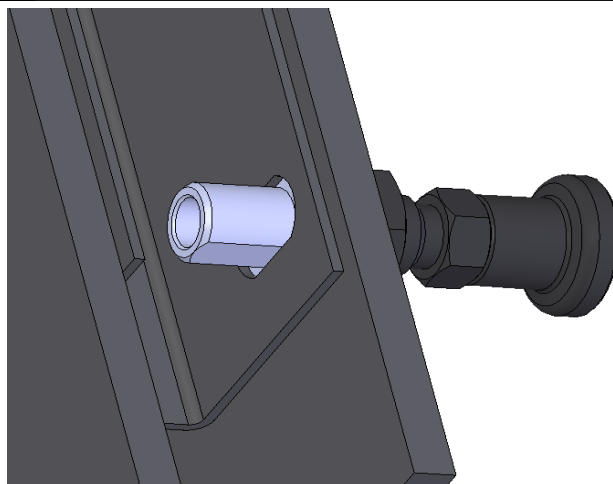
Po zvážení těchto požadavků a zhodnocení několika různých dodavatelů válečků byla zvolena firma LOŽISKA DRAŠAR s.r.o. a následně dle katalogu byla vytvořena objednávka. Na (Obr. 15) můžete vidět výkres válečku z katalogu výrobce jedná se tedy o váleček s pláštěm tvořeným přesnou ocelovou trubkou o tloušťce 2 mm, labyrintovým těsněním a jednořadými kuličkovými ložisky. Vzhledem k potřebné šířce dráhy a dodavatelem nabýzeným rozměrům je zvolen váleček s objednací číslem TRM/50X2/A14/SW12/EL=300. Maximální zatížení těchto válečků je pak 240 kg což splňuje požadky i při zatížení v extrémním případě.[9]



Obr. 15) Výstřižek z katalogu LOŽISKA DRAŠAR s.r.o. [9]

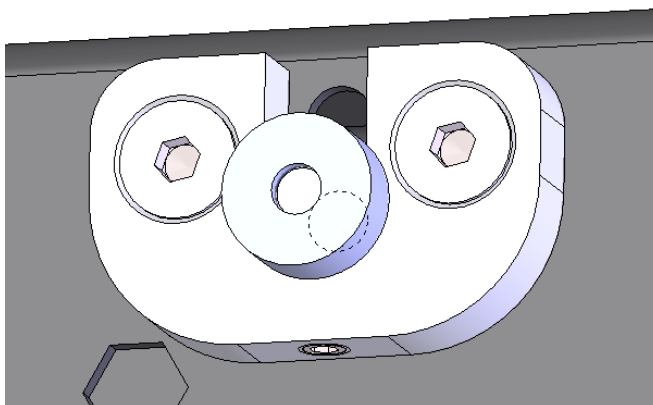
### 5.5.2 Aretace a vyrovnávání

Pokud chceme zajistit kolmý řez za všech podmínek musíme mít celou dráhu vyrovnanou v jedné rovině se stolem pily na kterém probíhá samotný řez. Jako první krok při nastavování je nutné vyrovnat obě poloviny dráhy do vodorovné polohy. Nejdříve je nutné vyrovnat pomocí nastavitelných nožek samotný stojan s pilou. Následně je potřeba rozložit obě dráhy a opět je pomocí nastavitelných nožek vyrovnat do jedné vodorovné linie se stojanem. Aby však bylo zajištěno opětovné rozkládání a skládání dráhy bez neustálého přeměřování, jsou na koncích každé dráhy dva aretační čepy a dvě nastavitelná pouzdra (Obr. 16). Po samotném prvotním vyrovnání může následovat zajištění pouzder na místě. Nejdříve tedy vsuneme oba čepy do volných pouzder čímž určíme jejich správnou polohu a následně pouzdra dotáhneme přes stěnu profilu maticí. Dále pak můžeme čepy opět vysunout, dráhu sklopit a při příštím rozkládání nejdříve zajistit tuto aretaci a následně dopravit stavitelné nožky v případě potřeby.



Obr. 16) Aretační pouzdro bez matice a čep

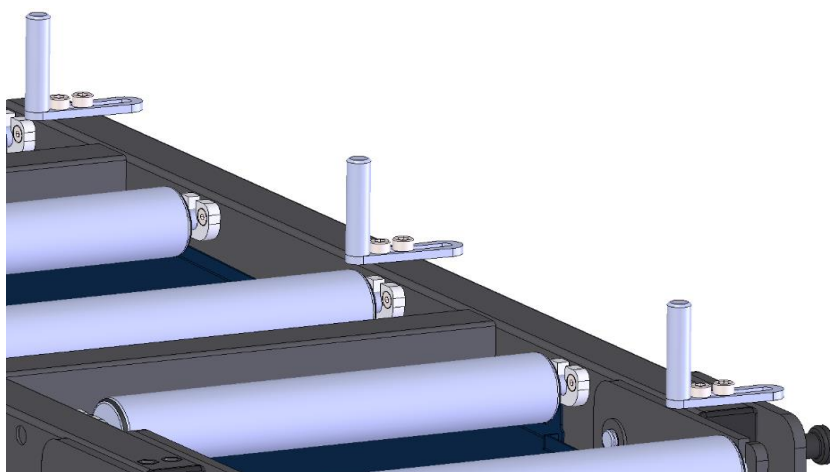
Co se týče vyrovnávání jednotlivých válečků do roviny se stolem pily. V popisovaném návrhu je váleček na obou koncích zaveden do drážky na boku dráhy, ve které se poté dá posouvat nahoru či dolů pomocí stavěcího šroubu (Obr.17). Poté co se obě dvě strany válečku nastaví do potřebné roviny, zafixuje se na obou koncích šroubem v ose válečku. Všechny válečky by měli být nastaveny do roviny se stolem pily, aby nedocházelo například k přetěžování výše položených válečků.



Obr. 17) Segment ustavování válečku

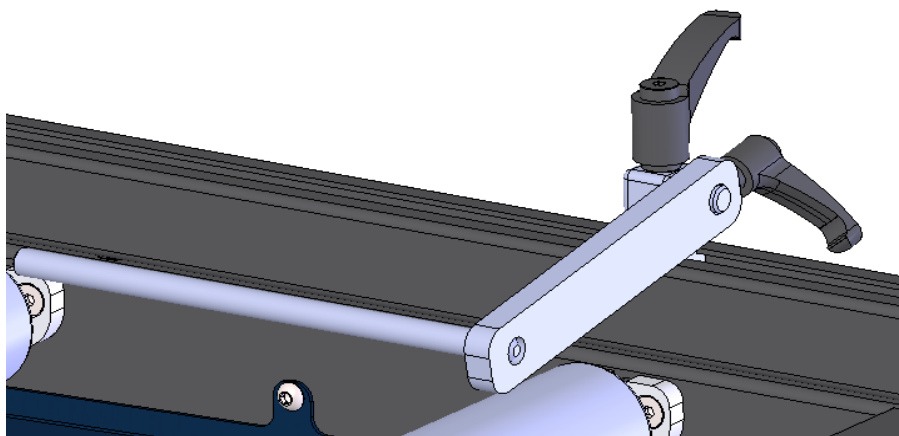
### 5.5.3 Boční a délkové dorazy

Jedním z prvků usnadňujících manipulaci s děleným materiálem na válečkové dráze jsou tři boční dorazové kolíky na boční straně vstupní poloviny dráhy. Tyto dorazy se dají nastavit pomocí drážky ve spodní části dorazu a dvou šroubů tak, aby byly přesně v jedné rovině se zadní stěnou svěraku pily (Obr. 18). To následně usnadňuje vkládání materiálu, kdy obsluha nejprve naloží dělený materiál na válečkovou dráhu, kde ho poté přisune na dorazy a následně posouvá po dráze do svěraku a na protější dráhu, ve výsledku jde o pro pilu šetrnější způsob vkládání.



Obr. 18) Boční dorazy na vstupní dráze

Na výstupní polovině dráhy je pak podélně umístěna lišta s délkovým dorazem (Obr. 19). Celý systém se skládá z dutého ocelového profilu s vypálenou podélnou drážkou, v níž se posouvá kostka, která se po dotažení spodního protikusku umístěného uvnitř profilu zafixuje na místě. Na kostce je navařen čep, na kterém se je volně nasazeno rameno s tyčkou na jedné ze stran. Tento systém je inspirován původním krátkým dorazem umístěným na stole pily. V případě, že obsluha potřebuje nastavit délku materiálu, která je kratší než 400 mm může použít rameno nasazené tyčkou směrem k pile a nastavit tak menší rozměry v případě nastavování větších rozměrů je pak vhodné využít rovnou stranu, kde je maximální nastavitelná délka 1280 mm. Po nasazení a vhodného natočení se následně rameno dotáhne v poloze pomocí regulovatelné páky. Samotnou polohu dorazu musí obsluha odměřit například metrem, pravítkem či jiným způsobem.

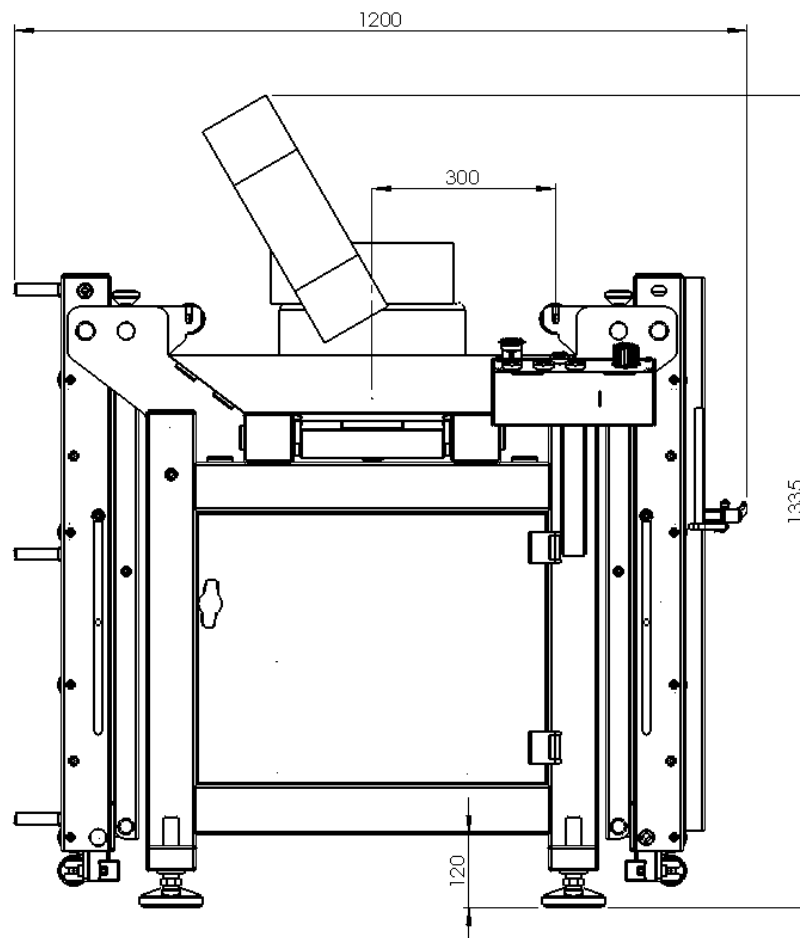


Obr. 19) Délkový doraz na výstupní dráze

## 6 CELKOVÉ ROZMĚRY A SPECIFIKACE

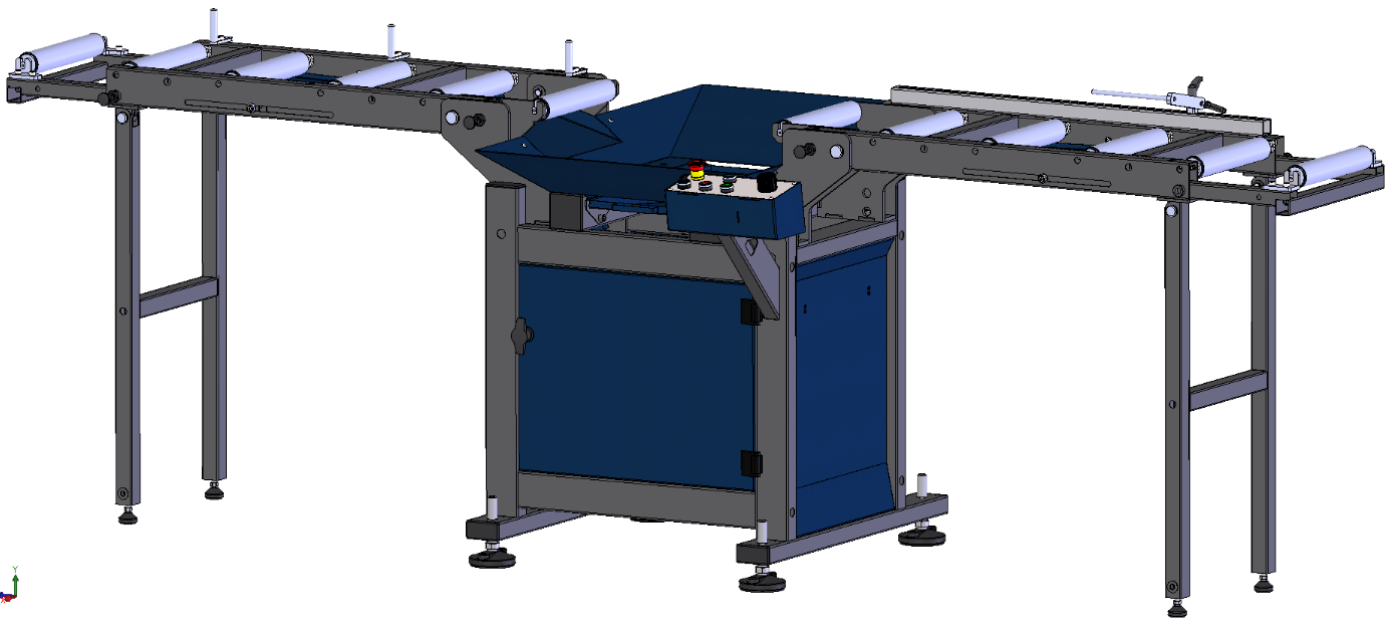
Shrnutí všech podstatných rozměrů a vlastností je tedy následující:

- Výška podstavce po horní plochu stolu pily: 990 mm
- Celková šířka při rozložení obou stran dráhy: 3450 mm
- Maximální vzdálenost pilového pásu a nejbližšího válečku: 1700 mm
- Prostor pod stojanem pro paletový vozík: 120 x 580 mm
- Celková šířka podstavce se složenými drahami 1200 mm
- Váha stojanu s válečkovými drahami bez pily 102 kg
- Vydímatelná vana pod pilou
- Nádrž na emulzi, 15 l
- Výškově stavitelné nohy
- Individuálně nastavitelné válečky
- Teleskopický váleček na konci drah
- Aretace složené i rozložené polohy pomocí čepů
- Možnost vypnout čerpadlo na emulzi
- Variabilita dorazů obou válečkových drah



Obr. 20) Základní rozměry složeného podstavce s pilou

Podstavec se skládá ze tří hlavních samostatně složitelných částí, a to sice ze samotného podstavce na němž je umístěna pila a následně ze dvou válečkových drah které lze snadno rozložit. Obě dráhy lze také bez obtíží zcela odpojit či přestavět podle požadavků provozovatele. Stejným způsobem je zkonstruován i zbytek konstrukce, není tedy problém během provozu tento prototyp upravovat například výměnou jednotlivých profilů ze kterých se podstavec skládá.



Obr. 21) Celkový model s částečně vysunutými válečky

## 7 ZÁVĚR

Hlavním cílem této práce bylo vytvořit náhradní vylepšené řešení stojanu pro pásovou gravitační pilu PILOUS ARG 220 Plus s přihlédnutím na požadavky konkrétního provozu. Mezi tyto požadavky patřila především snadná manipulace, zlepšený odvod emulze a vytvoření válečkové dráhy pevně spojené se stojanem.

V první kapitole je nejdříve pro uvedení do tématu vytvořena stručná rešerše pásových pil, jejich upínání a podpory materiálu u těchto pil. V následující kapitole je pak popsán současný nahrazovaný stav a zhodnocení jednotlivých nedostatků, které bylo potřeba při návrhu nového stojanu napravit.

V následující a také nejpodstatnější části je pak popsán celý návrh, volba jednotlivých komponentů a vše je doplněno o obrázky 3D CAD modelu vytvářeného během tohoto navrhování. V průběhu byla také z modelu vytvořena výkresová dokumentace, jejíž část naleznete v příloze této práce. Poslední kapitola stručně shrnuje základní parametry nového návrhu. Ve výsledku lze říci, že veškeré požadavky byli v konstrukčním návrhu splněny.





## 8 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Pásové pily na kov manuální. *Pilous* [online]. Brno: Pilous, 2016 [cit. 2019-05-09]. Dostupné z: <https://www.pilous.cz/metal/pasove-pily-na-kov/manualni>
- [2] Pásové pily na kov gravitační. *Pilous* [online]. Brno: Pilous, 2016 [cit. 2019-05-09]. Dostupné z: <https://www.pilous.cz/metal/pasove-pily-na-kov/gravitacni>
- [3] Pásové pily na kov hydraulicko gravitační. *Pilous* [online]. Brno: Pilous, 2016 [cit. 2019-05-09]. Dostupné z: <https://www.pilous.cz/metal/pasove-pily-na-kov/hydraulicko-gravitacni>
- [4] Pásové pily na kov hydraulické poloautomaty. *Pilous* [online]. Brno: Pilous, 2016 [cit. 2019-05-09]. Dostupné z: <https://www.pilous.cz/metal/pasove-pily-na-kov/hydraulicke-poloautomaty>
- [5] Pásové pily na kov automatické. *Pilous* [online]. Brno: Pilous, 2016 [cit. 2019-05-09]. Dostupné z: <https://www.pilous.cz/metal/pasove-pily-na-kov/automaticke>
- [6] Dopravníky Pilous. *Pilous* [online]. Brno: Pilous, 2016 [cit. 2019-05-09]. Dostupné z: <https://www.pilous.cz/metal/dopravniky>
- [7] LEINVEBER, Jiří a Pavel VÁVRA. *Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření*. 5., upr. vyd. Úvaly: Albra, 2011. ISBN 978-80-7361-081-4.
- [8] SHIGLEY, Joseph Edward, Charles R. MISCHKE a Richard G. BUDYNAS, VLK, Miloš, ed. *Konstruování strojních součástí*. Přeložil Martin HARTL. V Brně: VUTIUM, 2010. Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN 978-80-214-2629-0.
- [9] Dopravníkové válečky. *Drasar* [online]. Svatava: Drasar, 2014 [cit. 2019-05-09]. Dostupné z: <http://www.drasar.cz/Dopravnikove-komponenty/Dopravnikove-valecky>



## 9 SEZNAM ZKRATEK, SYMBOLŮ, OBRÁZKŮ A TABULEK

### 9.1 Seznam tabulek

TAB 1) HLAVNÍ PARAMETRY PILY .....	23
TAB 2) MAXIMÁLNÍ ŘEZANÉ ROZMĚRY .....	24
TAB 3) PŘEHLED ROZLOŽENÍ HMOTNOSTI .....	33

### 9.2 Seznam obrázků

OBR. 1) GRAVITAČNÍ PÁSOVÁ PILA PILOUS ARG 220 PLUS [2].....	19
OBR. 2) MECHANICKÝ SVĚRÁK NA UPRAVOVANÉ PILE .....	20
OBR. 3) DOPRAVNÍK PILOUS D 300 [6] .....	21
OBR. 4) TĚLESO STOLU NA UPRAVOVANÉ PILE.....	24
OBR. 5) STÁVAJÍCÍ STOJAN A ŘEŠENÍ OVLÁDACÍHO PANELU.....	25
OBR. 6) SOUČASNÉ ŘEŠENÍ PODPORY MATERIÁLU.....	26
OBR. 7) ZÁKLADNÍ KONSTRUKCE STOJANU .....	27
OBR. 8) PŘÍKLAD POUŽITÉHO SPOJE, POHLED UVNITŘ PROFILU.....	28
OBR. 9) ČÁSTEČNĚ VYSUNUTÁ VANA POD PILOU .....	28
OBR. 10) UMÍSTĚNÍ NÁLEVKY A NÁDRŽE NA EMULZI.....	29
OBR. 11) NOVÝ OVLÁDACÍ PANEL .....	30
OBR. 12) SAMOSTATNĚ STOJÍCÍ SEGMENT DRÁHY .....	31
OBR. 13) ZNÁZORNĚNÍ ZATÍŽENÍ DRÁHY .....	32
OBR. 14) ZNÁZORNĚNÍ VÁLEČKŮ S BŘEMENEM .....	33
OBR. 15) VÝSTŘIŽEK Z KATALOGU LOŽISKA DRAŠAR S.R.O. [9].....	34
OBR. 16) ARETAČNÍ POUZDRO BEZ MATICE A ČEP .....	35
OBR. 17) SEGMENT USTAVOVÁNÍ VÁLEČKU .....	35
OBR. 18) BOČNÍ DORAZY NA VSTUPNÍ DRÁZE .....	36
OBR. 19) DÉLKOVÝ DORAZ NA VÝSTUPNÍ DRÁZE .....	36
OBR. 20) ZÁKLADNÍ ROZMĚRY SLOŽENÉHO PODSTAVCE S PILOU.....	37
OBR. 21) CELKOVÝ MODEL S ČÁSTEČNĚ VYSUNUTÝMI VÁLEČKY .....	38

### 9.3 Seznam symbolů

Symbol	Jedotka	Popis
$m$	[kg]	Hmotnost nejtěžšího tělesa
$a$	[mm]	Délka strany průřezu nejtěžšího tělesa
$l$	[mm]	Celková délka nejtěžšího tělesa
$\rho$	[kg·m <sup>-3</sup> ]	Hustota oceli
$F_B$	[N]	Síla působící na váleček B
$F_C$	[N]	Síla působící na váleček C
$F_D$	[N]	Síla působící na váleček D
$F_E$	[N]	Síla působící na váleček E
$F_F$	[N]	Síla působící na váleček F
$F_1$	[N]	Síla působící na čepy ve stojanu
$F_2$	[N]	Síla působící na čepy v nohách dráhy
$l_{\xi 1}$	[mm]	Délka čepu 1
$l_{\xi 2}$	[mm]	Délka čepu 2
$M_{o\check{c}1}$	[Nm]	Maximální ohybový moment čepu 1
$M_{o\check{c}2}$	[Nm]	Maximální ohybový moment čepu 2
$\sigma_{dov}$	[MPa]	Dovolené napětí v ohybu
$d_{n\check{c}1}$	[mm]	Návrhový průměr čepu 1
$d_{n\check{c}2}$	[mm]	Návrhový průměr čepu 2

## 10 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1. Výkres sestavy: P01-S ve formátu .pdf

Příloha č. 2. Výkres sestavy: A02-11-S ve formátu .pdf

Příloha č. 3. Výrobní výkres: A02-0167 ve formátu .pdf

Příloha č. 4. Výkres svařence: A02-0143 ve formátu .pdf