

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

DOPRAVNÍK S UPÍNÁNÍM A ODMĚŘOVÁNÍM

CONVEYOR WITH CLAMPING AND MEASURING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

ALEŠ POLÁK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JIŘÍ DVOŘÁČEK

BRNO 2012

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav konstruování

Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Aleš Polák

který/která studuje v bakalářském studijním programu

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

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

Dopravník s upínáním a odměřováním

v anglickém jazyce:

Conveyor with clamping and measuring

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Cílem bakalářské práce je konstrukční návrh dopravníku pro přísun hliníkových profilů ke kotoučové pile s těmito parametry:

1. Přísun hliníkových eloxovaných profilů bez poškození povrchu. 2. Zajistit kolmost řezu profilu. Max. dovolená úhlová odchylka roviny řezu od roviny x-y a x-z je $0^{\circ}01'$. Upnutí profilu musí splňovat stanovenou kolmost k rovině y-z pilového kotouče a to v rovině x-y a v rovině x-z.3. Vybavení odměřovacím systémem pro nastavení délky děleného profilu min. s přesností $\pm(0,025 + 0,02 \times L)$, kde L je efektivní odměřovaná délka v metrech (odměřovací systémy s magnetickým páskem)4. Délka zpracovávaných profilů je do 6m. Průřezy podle katalogu KANYA do rozměru jedné strany průřezu do 200mm.

Cíle bakalářské práce:

Bakalářská práce musí obsahovat (odpovídá názvům jednotlivých kapitol v práci):

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

Forma práce: Průvodní zpráva, Technická dokumentace

Typ BP: konstrukční

Účel zadání: pro potřeby průmyslu

Seznam odborné literatury:

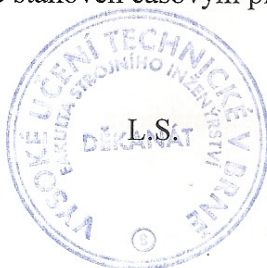
katalogy Visimpex a.s.

Shigley, J. E. a kol.: Konstruování strojních součástí. Vutium Brno, 2010, pp.1186,ISBN
978-80-214-2629-0

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jiří Dvořáček

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2011/12.

V Brně, dne 22.11.2011



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

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan

ABSTRAKT

Práce popisuje v první části současné způsoby dělení a odměrování hliníkových profilů a analýzu konkrétního válečkového dopravníku s odměrovacím zařízením pro přísun hliníkových profilů k rychlořezné kotoučové pile. Druhá část je zaměřena na konstrukční návrh nového dopravníku s upínáním pro přísun hliníkových profilů a návrh odměrovacího zařízení, vycházející z analýzy v první části.

KLÍČOVÁ SLOVA

Dopravník, upínání, válečkový dopravník, odměrování, kotoučová pila, hliníkový profil.

ABSTRACT

The first profile of the thesis describes current methods of segmenting and measuring of aluminium profile and analysis of a specific roller conveyor with a measuring device for feeding aluminium profile to a high-speed circular saw. The second section is focused on designing a new conveyor with clamps for feeding aluminium profile and designing measuring equipment based on the analysis in the first part.

KEY WORDS

Conveyor, clamping, roller conveyor, measuring, circular saw, aluminium profile

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

POLÁK, A. *Dopravník s upínáním a odměrováním*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2012. 52 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jiří Dvořáček.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci *Dopravník s upínáním a odměřováním* psal samostatně pod vedením Ing. Jiřího Dvořáčka s využitím uvedených zdrojů.

V Brně 24. Května 2012

.....
Aleš Polák

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat především vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Jiřímu Dvořáčkovi za zodpovědné vedení, za čas, který mi věnoval a užitečné rady při tvorbě bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat vedení firmy Visimpex a její divize Kanya za zadání projektu bakalářské práce a následnou spolupráci, zejména pak zaměstnancům divize Kanya za průběžnou nápomoc při řešení problémů.

OBSAH

ÚVOD	13
1. PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ	14
1.1 Přehled dělicích strojů na hliníkové profily	14
1.1.1 Rozdělení podle směru posuvu kotouče do záběru	14
1.1.2 Rozdělení kotoučových pil podle způsobů manipulace	15
1.2 Přehled způsobů upínání profilů na pile	17
1.2.1 Rozdělení podle způsobu upnutí	17
1.3 Stručný přehled odměřovacích senzorů pro lineární pohyb	19
1.3.1 Magnetické snímání polohy	19
2. FORMULCE ŘEŠENÉHO PROBLÉMU, TECHNICKÁ A VÝVOJOVÁ ANALÝZA	21
2.1 Rychlořezná kotoučová pila	21
2.1.1 Pneumatický svěrač	22
2.1.2 Technické parametry pily	22
2.2 Původní dopravník	23
2.3 Konstrukční nedostatky	24
2.3.1 Kotvení	24
2.3.2 Válečková dráha	25
2.3.3 Odměřovací zařízení	27
3. VYMEZENÍ CÍLŮ PRÁCE	28
3.1 Zadané parametry	28
3.2 Parametry vycházející z rešerše původního dopravníku	29
3.3 Další faktory ovlivňující návrh	29
4. NÁVRH METODICKÉHO PŘÍSTUPU K ŘEŠENÍ	30
5. NÁVRH VARIANT ŘEŠENÍ A VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY	31
5.1 Volba profilu konstrukce a způsobu kotvení	31
5.1.1 Kotvení do podlahy	32
5.2 Způsob upínání profilu při řezání	34
5.2.1 Varianta 1 – kombinace horizontálního a vertikálního pneumatického upínání	34
5.2.2 Varianta 2 - horizontální pneumatické upínání	35
5.3 Válečková dráha	35
5.4 Odměřovací zařízení	36
5.4.1 Varianta 1 – ručně poháněný jezdec	36
5.4.2 Varianta 2 – elektricky poháněný jezdec	37
5.4.3 Výběr varianty odměřování	37
6. KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	38
6.1 Konstrukce válečkové dráhy	38
6.1.1 Poloha jednotlivých válečků	38
6.1.2 Minimální počet válečků	39
6.1.3 Konstrukce polohovacího zařízení	39

6.2	Nosná konstrukce	40
6.2.1	Detailní popis konstrukce	41
6.2.2	Způsob montáže	41
6.2.3	Výpočet průhybu konstrukce	42
6.3	Odměřovací zařízení	43
6.3.1	Princip činnosti odměřovacího zařízení	44
6.3.2	Uložení dílčích částí odměřování	45
6.4	Vyhodnocení ceny	45
7.	ZÁVĚR	46
8.	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	47
9.	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN	49
10.	SEZNAM OBRÁZKŮ	50
11.	SEZNAM TABULEK	51
12.	SEZNAM PŘÍLOH	52

ÚVOD

Mezi hlavní priority každé dnešní firmy patří finanční zisk, budování jména firmy, zvyšování kvality produktů, ale také modernizace výrobní haly nebo zrychlování všech procesů v dílnách i v kancelářích. S touto ideou přichází řada problémů a otázek kde a jak ušetřit čas bez ztráty kvality výrobků. S každou, i když nepatrnou, změnou mohou v širším měřítku pohledu přicházet velké úspory. Dalším aspektem pro změny, zejména ve výrobních prostorech, je bezpečnost a komfortnost operátorů ve výrobě. S tím souvisí modernizace a inovace strojů a nářadí, se kterými se pracovníci dostávají denně do styku.

Hlavně z těchto důvodů vzniklo zadání bakalářské práce, ve které se zaměřuji na analýzu současného dopravníku na přísun hliníkových profilů ke kotoučové rychlořezné pile (dále jen původní dopravník), který nevyhovuje potřebám firmy a následně návrh nového zařízení s určenými parametry. Předpokládaným výstupem této práce je výkresová dokumentace sestavy a 3D model funkčního zařízení, které splňuje podmínky zadání ve všech bodech, zároveň zařízení vyhovuje z pohledu ergonomie pracovníka, jednoduchosti údržby a oprav a pořizovací ceny. Předmětem konstrukce bude jednoúčelové zařízení, které bude připojeno na konkrétní stroj. Tudíž zařízení bude vyrobeno ve dvou kusech pro dvě pily na výrobní hale.

1. PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

1.1 Přehled dělicích strojů na hliníkové profily

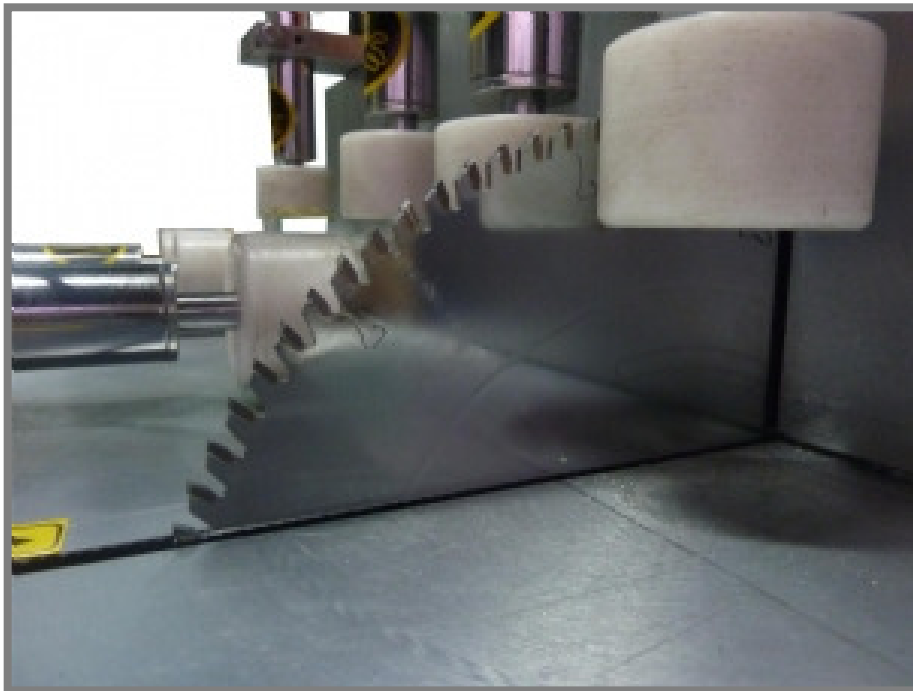
V současné době se používá pro dělení (řezání) materiálu řada způsobů a typů pil. Pily se dělí podle pohonu, typu řezného nástroje a podle řezaného materiálu. Mezi nejpoužívanější způsoby dělení patří [1]:

- dělení rozřezáváním (pilový list, pilový kotouč, pilový pás),
- dělení rozbrušovacím kotoučem,
- dělení třecím (frikčním) kotoučem,
- dělení rotačních součástí upichovacím nožem na soustruhu,
- dělení stříháním a lámáním,
- tepelné dělení (plamen, elektrický oblouk, plazma, laser, elektronový paprsek)
- dělení nekonvenčními metodami obrábění (elektrojiskrové řezání, vodní paprsek, atd.).

Tato práce řeší řezání a upínání hliníkových profilů a trubek, pro které se používá převážně dělení pilovým kotoučem, proto je zde probírán pouze tento způsob dělení.

1.1.1 Rozdělení podle směru posuvu kotouče do záběru

- ze spodu nahoru (obr. 1-1)
- shora dolů



Obr. 1-1 Pila s přísuvem kotouče ze spodu nahoru. [2]

U prvního způsobu konstrukčního řešení – posuv kotouče ze **spodu nahoru**, je nutné zajistit obrobek upínacím zařízením ve vertikální poloze proti pohybu posuvu kotouče do záběru ale často i v horizontální poloze proti možnému pohybu způsobeným vibracemi nebo jinými vlivy. Přesto má tento způsob velkou výhodu

v tom, že veškeré poháněcí a pohybové ústrojí zařízení je umístěno pod pracovním stolem.

U druhého způsobu konstrukčního řešení – posuv kotouče **shora dolů** jsou síly od hlavního řezného pohybu a posuvu kotouče zachyceny pracovním stolem a dorazem v druhé ose. Pro tento způsob řezání stačí upínání ve vertikální poloze (obr. 1-2).

1.1.2 Rozdělení kotoučových pil podle způsobů manipulace

1.1.2

Celý proces řezání materiálů (za předpokladu strojního pohonu kotouče) se dá podle úrovně automatizace rozdělit na kotoučové pily:

- Ruční
- Poloautomatické
- Automatické

Ruční kotoučové pily

Ruční kotoučové pily (obr. 1-2) se vyznačují lehkou jednoduchou konstrukcí. Veškeré operace (posuvy, upínání, odměřování) jsou prováděny ručně. Strojně je zajištěn pouze hlavní řezný pohyb kotouče. Využití je v kusové výrobě a hobby dílnách.



Obr. 1-2 Ruční kotoučová pila PEGAS 400 ALOX M [3]

Poloautomatické kotoučové pily

U poloautomatických pil (obr. 1-3) jsou pohyby posuvů zajištěny hydraulickým nebo pneumatickým systémem. Často i upínání obrobků je provedeno pneumatickými válci. Ruční práce je nutná pouze pro vkládání profilů na pracovní stůl a odměřování na danou délku. Tyto pily jsou vhodné pro malosériovou výrobu.



Obr. 1-3 Poloautomatická kotoučová pila Bomar AL 600 [4]

Automatické pily

Automatické kotoučové pily (obr. 1-4) jsou oproti poloautomatickým pilám vybaveny i automatickým posuvem obrobku na danou délku. Jedná se tedy o CNC stroje kde do řezacího, měřicího ani vkládacího procesu člověk nezasahuje. Tyto stroje mají hlavní využití pro výroby s velkou sérií opakujících se délek profilů.



Obr. 1-4 Automatická kotoučová pila PEGAS 400 ALOX CNC [3]

1.2 Přehled druhů upínání profilů na pile

1.2

Upínací zařízení slouží k pevnému upevnění profilu při řezání. Správně navržené upínací zařízení musí být dostatečně tuhé, aby zabraňovalo vibracím od kotouče, zároveň je dostatečně polohovatelné a mělo by být schopno rychle upnout a rychle uvolnit řezaný profil.

1.2.1 Rozdělení podle způsobu upnutí

1.2.1

- ruční
- mechanické
- pneumatické / hydraulické

Ruční upínání

Ruční upínání je využíváno jen u některých ručních kotoučových pil, kde se nekladou velké nároky na přesnost. Při ručním upnutí se jednou rukou drží obrobek a druhou rukou se provádí posuv nástroje. Jedná se o upínání a dělení profilu na malých ručních pilách, které se využívají v hobby dílnách, stavbách atd.

Mechanické upínání

Mezi mechanické způsoby upínání patří například svěráky (obr. 1-5). U tohoto způsobu je sice potřeba ručního pohonu pro pohyb čelistí, ale při samotném řezání lidská síla není zapotřebí. Oproti vzduchovému nebo hydraulickému upínání je zde větší časová náročnost na upnutí. Mechanické svěráky se používají ve výrobě, kde

není k dispozici rozvod tlakového vzduchu anebo při kusové výrobě. Upínací svěráky se nejčastěji vyskytují v horizontální poloze.



Obr. 1-5 Kotoučová pila 315 Ferox CS s mechanickým ručně ovládaným svěrákem [3]

Pneumatické / hydraulické upínání (obr. 1-6)

Tento způsob je hojně rozšířen díky své rychlosti, přesnému upnutí a možnosti automatizace. Při tomto způsobu upínání se využívá tlaku stlačeného vzduchu nebo tlaku hydraulického oleje. Pneumatického či hydraulického upnutí se využívá ve velkosériových i malosériových závodech a je využíván převážně na poloautomatických a automatických pilách. Upínací svěrače mohou být uloženy vertikálně, horizontálně nebo kombinací pro lepší fixaci, zejména u složitějších profilů např. trojúhelníkového průřezu.



Obr. 1-6 Horizontálně uložené pneumatické upínání kotoučové pily MEP COBRA 352/MA [5]

1.3 Stručný přehled odměřovacích zařízení pro lineární pohyb

1.3

Pro odměrování polohy lineárních posuvů existuje z hlediska automatizační techniky několik druhů snímačů fungujících na rozdílném fyzikálním principu.

Senzory se podle fyzikálního principu dělí na:

- Chemické
- Indukční
- Kapacitní
- Magnetické
- Optické
- Odporové
- Piezoelektrické

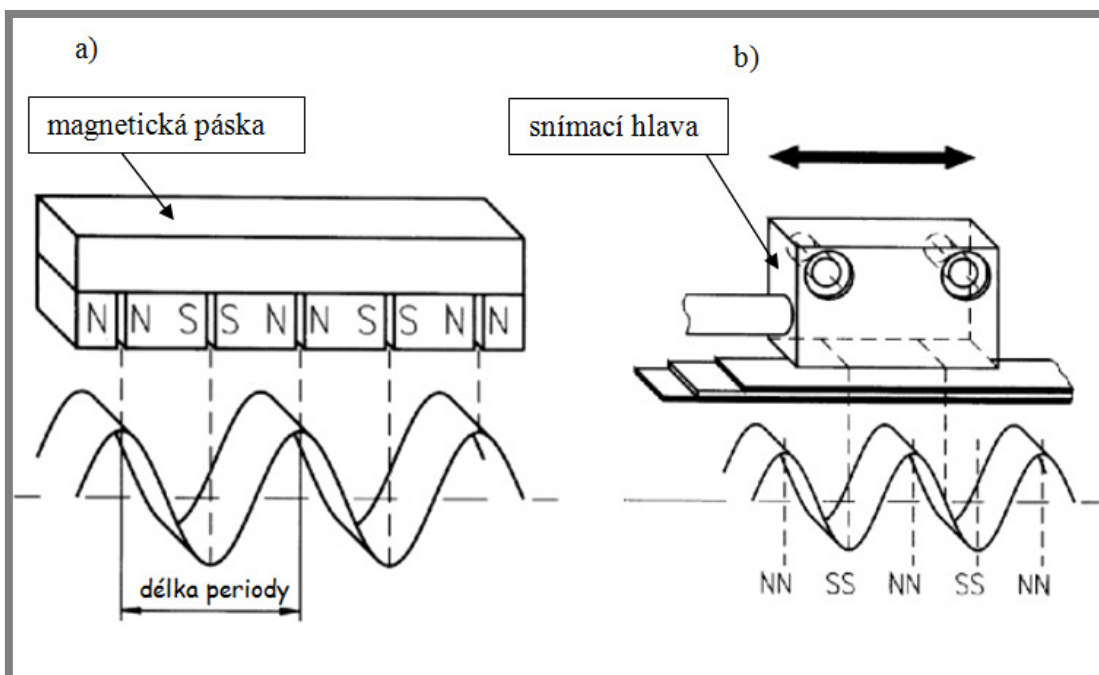
Každý z uvedených druhů snímačů má specifické výhody určující směr využití. Při řezání hliníkový profilů se využívá vysokoobrátkových kotoučových pil, u kterých při řezání vznikají malé třísky hliníku, tudíž senzor pracuje v prašném hliníkovém prostředí. Pro případ využití senzorů pro odměrování v prostředí, kde se dělí hliníkové profily, se nejčastěji využívá **magnetického principu** snímání polohy a právě proto se dále budu zaměřovat na tento způsob snímání.

1.3.1 Magnetické snímání polohy

1.3.1

Princip měření těchto snímačů je založen na snímání proměnného magnetického pole speciální magnetické pásky (obr. 1-7a) prostřednictvím snímací hlavy (obr. 1-7b), která se pohybuje nad páskou ve výšce několika milimetrů. Tím, že jde o bezkontaktní sledování magnetického pole, je celý tento systém velmi odolný proti znečištění, zejména pak nemagnetickými materiály, jako je hliník, mosaz nemagnetická ocel [6].

Magnetické pásky se podle druhu výrobce mohou vyrábět na kovovém podkladu a s různými druhy zakrytování - hliníkové či plastové pásky.



Obr. 1-7 Princip magnetického snímače [6]

Rozlišení magnetických snímačů se pohybuje mezi 25 až 1 μm . Cena snímačů je dána typem snímače v závislosti na vzduchové mezeře mezi magnetickou páskou a snímací hlavou. V tabulce (tab. 1-1) je ukázka typů snímačů, jejich přesnosti s velikostí vzduchové mezery v závislosti na ceně převzaté od výrobce [7], které jsou vhodné na použití při odměřování hliníkových profilů na kotoučové pile.

Tab. 1-1 Typy magnetických snímačů [7]

Typ snímače	Rozlišitelnost v [μm]	Velikost vzduchové mezery v [mm]	Cena uváděná výrobcem v [Kč]
TMLS-25B	25	max 1	1368
TMLS-05A-05	5	max 2,5	2370
TMLS-05A-02	5	max 1	2370
TMLS-01A-02	1	max 1	2940



Obr. 1-8 Magnetický snímač TML S-25B se zakrytovanou magnetickou páskou [7]

2. FORMULACE ŘEŠENÉHO PROBLÉMU, TECHNICKÁ A VÝVOJOVÁ ANALÝZA

2

Předmětem této práce je inovace nepoháněného válečkového dopravníku sloužícího jako podávací zařízení pro přísun obrobků (hliníkový profilů) k pile pro firmu Visimpex a.s – divize Kanya. Kanya se zabývá dodávkami hliníkových profilů a trubek, konstrukčními návrhy, a také obráběcími úpravami profilů pro konkrétního zákazníka. Právě řezání profilů je nejčastější strojírenskou operací prováděnou ve výrobní hale firmy.

Podle rozdělení v kapitole 1. je ve firmě používána poloautomatická kotoučová pila s pohybem kotouče shora dolů a pneumatickým horizontálním upínáním. Odměrování je zajištěno pomocí nezakrytované magnetické pásky s pohyblivým snímačem.

Fotografie v následující kapitole byly pořízeny vlastním fotografickým zařízením.

2.1 Rychlořezná kotoučová pila

2.1

Firma Kanya využívá pro dělení hliníkových profilů poloautomatickou rychlořeznou kotoučovou pilu PEGAS 400 ALOX S viz (obr. 2-1). Tato pila je vybavena pneumatickým upínačem obrobků a hydraulickým pohonem pro přísuvný pohyb nástroje. Pracovní postup spočívá v ručním vložení obrobku do pracovního prostoru a zapnutí pracovního cyklu. Pneumatický upínač sevře obrobek a kotouč provádí vertikální řez zvolenou rychlostí. Po dokončení řezu se kotouč automaticky zvedne do původní polohy a pneumatický svěrač uvolňuje sevření obrobku.



Obr. 2-1 Rychlořezná kotoučová pila PEGAS 400 ALOX S [3]

2.1.1 Technické parametry pily

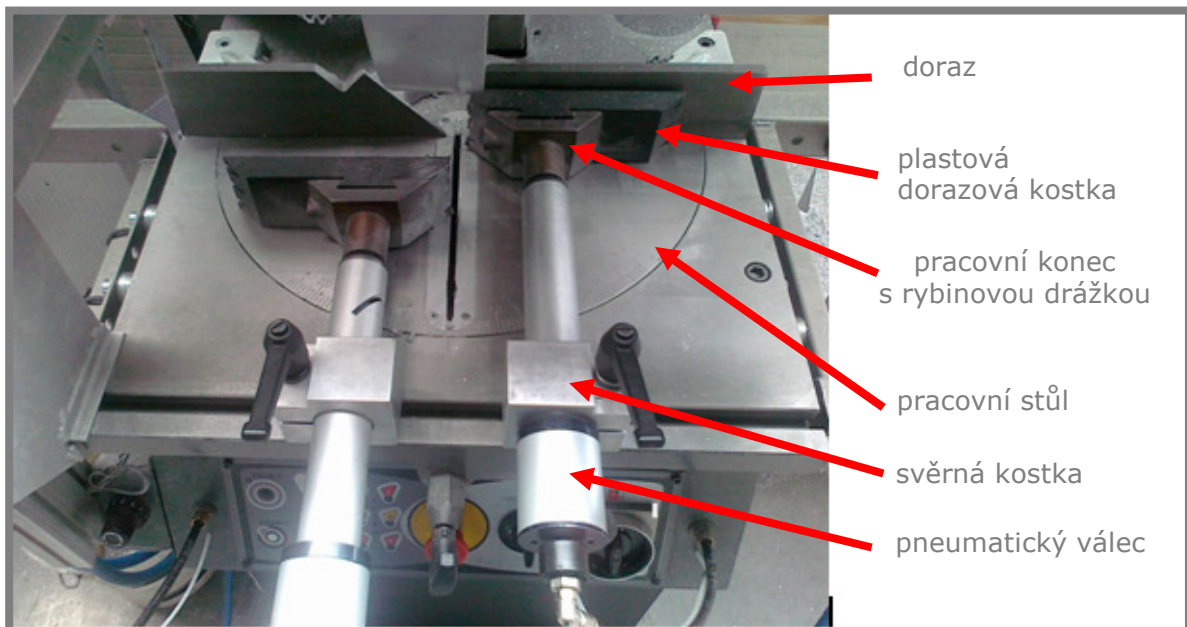
Poloautomatická rychlořezná kotoučová pila PEGAS 400 ALOX S (r. v. 2007)

Tab. 2-1 Technické parametry pily [15]

Motor	Třífázový
Výkon motoru	2,2 kW
Otáčky motoru	2800 ot./min
Kotouč	ϕ 400 mm t= 4 mm
Otáčky kotouče	350 ot./min
Řezací úhel	$\pm 45^\circ$
Objem nádrže emulse	0,8 litru
Hmotnost pily	900 kg
Provozní tlak	6-8 bar

2.1.2 Pneumatický svěrač

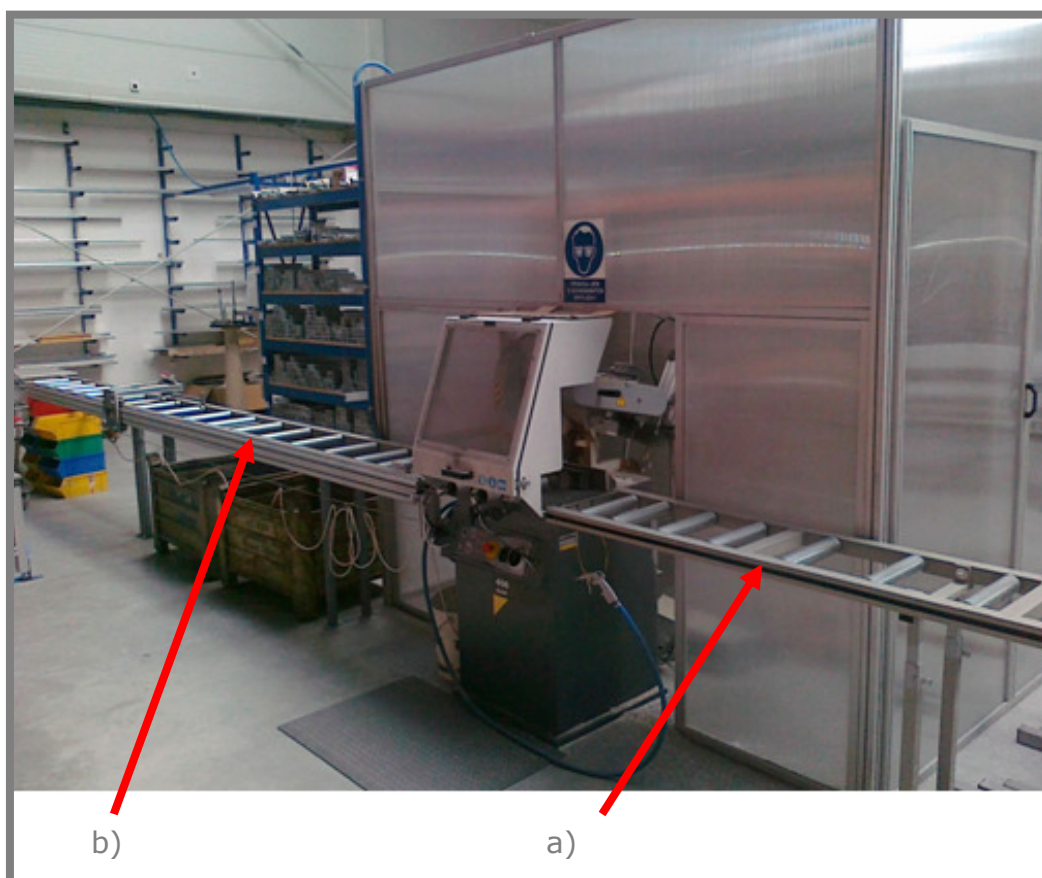
Pneumatický svěrač je složen ze dvou jednočinných pneumatických válců, které fixují obrobek před i za kotoučem pily viz (obr. 2-2). Pneumatické válce jsou připevněny k pracovnímu stolu přes svěrnou kostku pro rychlé nastavení pracovní polohy. Samotný zdvih válce je 8 mm. Pracovní konce pneumatických válců jsou opatřeny držákem s rybinovou drážkou, ke které je připevněna plastová dorazová kostka.



Obr. 2-2 Pneumatický svěrač

2.2 Původní dopravník

Předmětem analýzy je nepoháněný podávací válečkový dopravník (obr. 2-3), který je rozdělen na dvě samostatné části, připevněné k pile – primární podávací část (dále jen primární dopravník) a sekundární odměřovací část (dále jen sekundární dopravník). Základní konstrukcí obou dopravníků je svařenec z obdélníkových plechových profilů. Válečková dráha je složena z kovových válečků, nasunutých na nepohyblivou osu, která je upevněna do konstrukce. Tento dopravník je nevyhovující v mnoha ohledech, často má za následek nepřesné řezání profilů a vznik zmetků.



Obr. 2-3 Původní dopravník s pilou a) primární dopravník b) sekundární dopravník

2.3 Konstrukční vady původního dopravníku

Původní dopravník má řadu konstrukčních nedostatků, díky kterým vznikají nepřesnosti ve výrobě. Jedná se o konstrukci, která nebyla navržena pro tento konkrétní typ stroje. Jedná se hlavně o nedostatečnou výškovou variabilitu nohou a válečkové dráhy.

2.3.1 Kotvení

Současný způsob upevnění dopravníku k podlaze a ke stroji je nedostatečně tuhé a má za následek vznik vibrací při řezání a manipulaci s obrobky na dopravníku. Kotvení do podlahy je zajištěno přes závitovou tyč M10, kdy v podlaze je použita chemická kotva a noha dopravníku je k závitové tyči připevněna dvojicí matic (obr. 2-4).



Obr. 2-4 Kotvení nohy původního dopravníku

Kotvení ke stroji je zajištěno obdobným způsobem jako do podlahy. Přesnou polohu zajišťuje skupina podložek navlečených na šroubu mezi strojem a dopravníkem (obr. 2-5). Tento způsob kotvení není dostatečně tuhý a přispívá k celkové nestabilitě konstrukce.



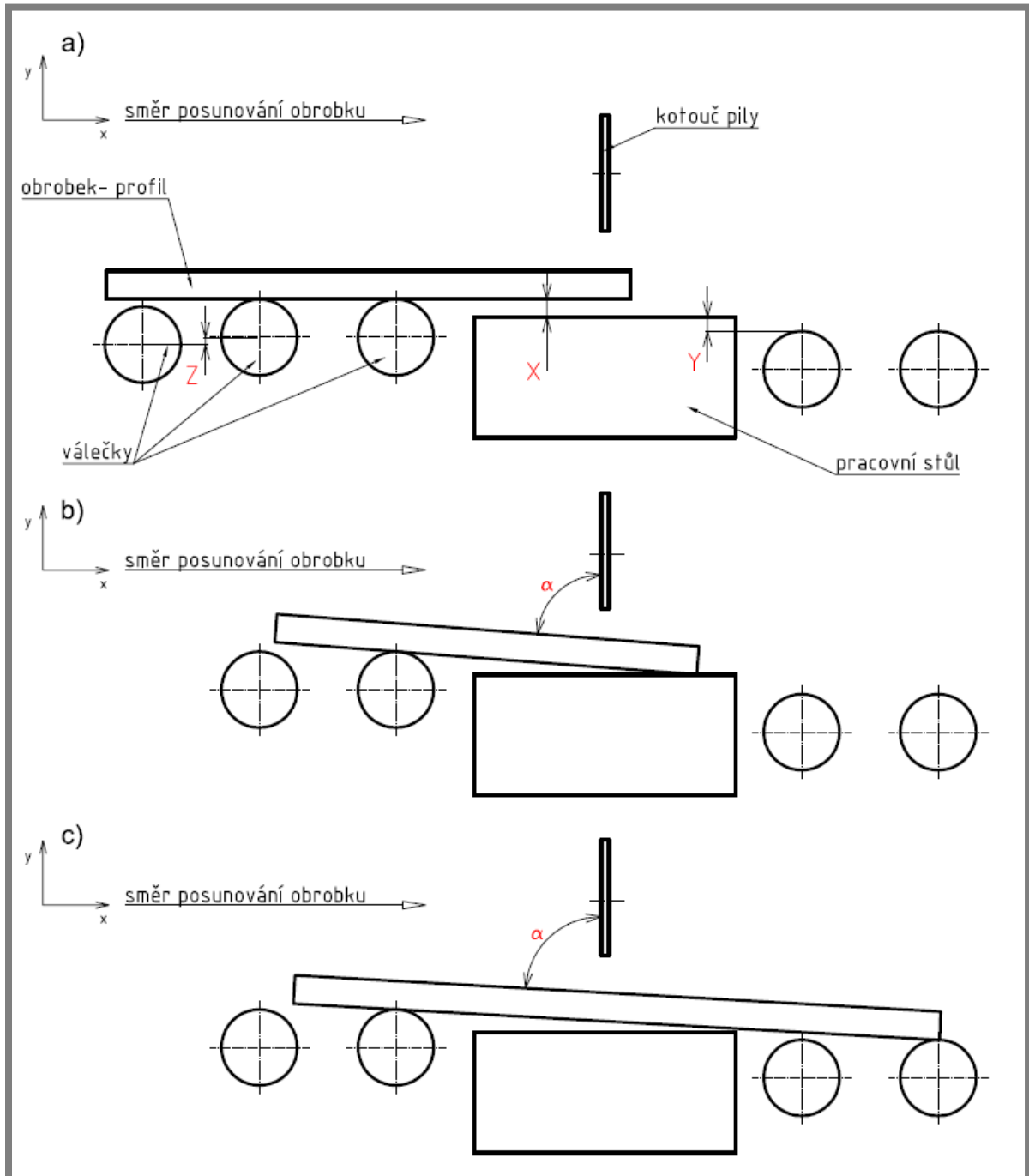
Obr. 2-5 Kotvení původního dopravníku k pile

2.3.2 Válečková dráha

Na primární a sekundární válečkové dráze se nachází 13 a 21 kovových válečků, které jsou navlečeny na osku bez ložiska. Osky válečků jsou upevněny do čtvercových profilů přes vyvrtané díry. Tímto způsobem uložení je zajištěna **stálá poloha válečků** a nelze tedy válečky výškově upravovat při rozdílné výšce jednotlivých válečků. Takže některé válečky jsou vždy mimo záběr a nebyly takřka nikdy použity. Tato vůle je zakreslena kótou Z ve schematickém obrázku 2-6 a). To má za následek větší opotřebení a namáhání ostatních válečků, nerovnoměrné rozložení zatížení konstrukce a také to může způsobovat nechtěné prohýbání profilů odložených delší dobu na dopravníku.

Nejzásadnějším konstrukčním problémem souvisejícím s válečkovou dráhou, je vzájemná poloha primárního a sekundárního dopravníku vůči pracovnímu stolu pily. Primární dopravník je nadsazený o 4 mm proti pracovnímu stolu pily a sekundární dopravník je naopak podsazený o 3 mm. Ve schématu 2-6 a) se jedná o kóty X a Y. Pravděpodobně se jedná o přesahy úmyslně vytvořené pro pozvolné posouvání obrobku bez zadržávání z primárního dopravníku na pracovní stůl a následně ze stolu na sekundární dopravník. Vlivem těchto přesahů je obrobek nepřesně upnut do řezací polohy pod úhlem $\alpha \neq 90^\circ$ vůči řezacímu kotouči v rovině x-y viz obr. 1-6 b), c). Úchylka od 90° se pohybuje v minutách až stupních úhlu v závislosti na délce řezaného obrobku. Při řezání krátkých obrobků, při němž odchylka od kolmosti řezu je nepřijatelná, použije obsluha pily pro nastavení správné kolmosti řezu vyrovnávací distanční podložky vyrobené z odřezků. Těmito podložkami podepřou obrobek na

sekundární straně řezného kotouče a pak je upnou pneumatickým svěračem. Tímto způsobem mohou docílit požadované kolmosti řezu za cenu delšího času při upínání a nebezpečí úrazu či poškození pily způsobené volně ležící podkládací podložkou vedle řezného kotouče.



Obr. 2-6 Schéma polohy válečkových dráh původního dopravníku

2.3.3 Odměřovací zařízení

Sekundární část původního dopravníku obsahuje odměřovací zařízení (obr. 1-7), které nebylo součástí původní konstrukce. Odměřovací jednotka je posazena na jezdce s vlastní dráhou, která je paralelně připojena na konstrukci sekundárního dopravníku. Snímač polohy je situován na vnitřní straně jezdce a polohu určuje z magnetické pásky nalepené na vnitřní straně konstrukce. Magnetická páska je nalepená přímo na konstrukci a je nezakrytovaná. Jezdec je vybaven aretačním šroubem, pro ustavení v požadované poloze.

Nedostatkem současného zařízení je mírně zvlněný magnetický pásek, což má za následek mystifikaci snímače a tudíž i výslednou relativní hodnotu vzdálenosti. Jako dalším problematickým prvkem je aretační šroub, který při utahování posouvá jezdce. Úchylka touto konstrukční vadou se pohybuje v desetinách milimetru.



Obr. 2-7 Odměřovací zařízení

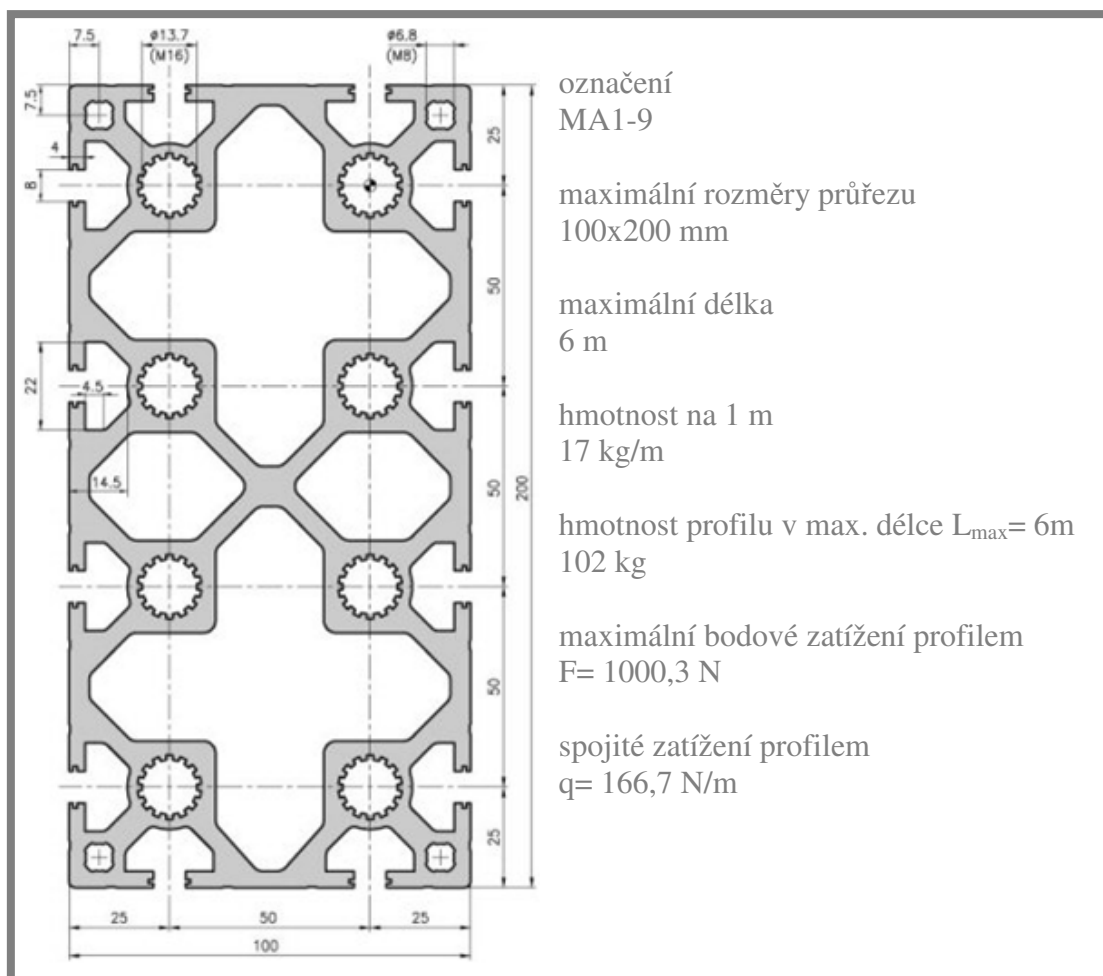
3. VYMEZENÍ CÍLŮ PRÁCE

Tato práce má za cíl analyzovat současné zařízení, které je popsáno v kapitole 2, a návrh nového zařízení, splňující požadavky firmy, které jsou popsány v zadání. Další parametry, se kterými budu pracovat při konstrukčním návrhu, vycházejí z nedostatků analyzovaných na původním dopravníku, a také z charakteru prostředí a způsobu jak bude zařízení používáno.

V následující části jsou vypsány parametry ovlivňující konstrukční návrh.

3.1 Zadané parametry

- Ochrana eloxovaného povrchu řezaných hliníkových profilů při posuvu po dopravníku, po pile i při upínání.
- Zaručit kolmost řezu ve všech rovinách na odchylku $0^{\circ}01'$
- Přesnost odměřovacího systému minimálně na $\pm (0,025 + 0,02 \cdot L)$, kde L je délka odměřovaného profilu v metrech.
- Konstrukce dopravníku umožňující přísun všech profilů dle katalogu KANYA. Na obr. 3-1 jsou parametry a průřez největšího profilu z katalogu určující maximální možné zatížení konstrukce řezaným profilem.



Obr. 3-1 Parametry největšího profilu z katalogu Kanya MA1-9 [8]

3.2 Parametry vycházející z rešerše původního dopravníku

3.2

- nastavitelná výška jednotlivých válečku
- uložení válečku přes valivé ložisko
- tuhost konstrukce
- pevné kotvení ke stroji a k podlaze
- přesné odměřování dané tuhou nepohyblivou konstrukcí

3.3 Další faktory ovlivňující návrh

3.3

- prašné prostředí hliníkových pilin
- řezání z různých délek profilů (využití zbytků)
- použití hliníkových profilu a dalších komponentů dle katalogu KANYA na konstrukci zařízení
- cena

4. NÁVRH METODICKÉHO PŘÍSTUPU K ŘEŠENÍ

Konstrukční návrh dopravníku pro přísun profilů k pile s upínáním a ověřováním jsem rozdělil na čtyři dílčí části. Nosná konstrukce, upínání, válečková dráha a odměřování. Každou část je zpracována s vytvořením variant řešení a volbou nejvhodnějšího způsobu konstrukce. V závěru vybrané varianty jednotlivých částí sestavím do kompaktního celku a vytvořím výkresovou dokumentaci.

V následujících dvou kapitolách jsou uvedeny obrázky modelů, vytvořené pomocí softwaru Autodesk Inventor Professional 2010 s využitím programu KanyaThek 3D, který slouží k úpravě a generování modelů profilů i komponent z katalogu KANYA a dále je využit program Auto CAD 2010.

V první části je řešena nosná konstrukce dopravníků. Při volbě vhodné varianty nosných profilů konstrukce je nutné zvolit správný profil, aby byla skloubena maximální tuhost konstrukce a minimální vibrace s cenou profilů, která se výrazně odráží v rozměrech průřezu. V kapitole 6 je proveden výpočet průhybu nosného profilu při zatížení z hlediska nebezpečí nepřesného řezání těžkých profilů. První část je také zaměřena na návrh profilů nohou dopravníku a následné kotvení do podlahy.

Druhá část se zabývá upnutím obrobku v řezací poloze. Návrh variant upínání vychází z pohledu funkčnosti a ceny provedení. Varianty upnutí jsou uvedeny v přehledu způsobu upínání v první kapitole. Volil jsem mezi variantou horizontálního pneumatického upínání pneumatickými válci nebo kombinací horizontálního a vertikálního způsobu upnutí pneumatickými válci.

Ve třetí části je řešena válečková dráha. V prvním kroku je důležitý správný výběr válečku podle parametrů, ve kterých bude váleček pracovat. Dále se zaměřím na výpočet optimálního rozestupu jednotlivých válečků na dráze, aby bylo možné řezat profily maximální délky 6 metrů, ale i zbytky různých rozměrů a zároveň byl profil vždy vhodně podepřen s využitím minimálního množství válečků. Následně budu řešit konstrukci nastavovacího mechanismu výšky polohy válečku.

V závěrečné čtvrté části je navrženo odměřovací zařízení podle daných parametrů. Postup spočívá ve zvolení zařízení, volbě optimálního způsobu provedení, a následné konstrukčního umístění na sekundární dopravník s ohledem na nedostatky původního zařízení.

Vybrané varianty a způsoby řešení jsou konzultovány se zadavatelem zadání, což může mít výrazný vliv na volbu řešení a finální koncept.

5. NÁVRH VARIANT ŘEŠENÍ A VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY

5

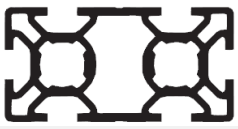


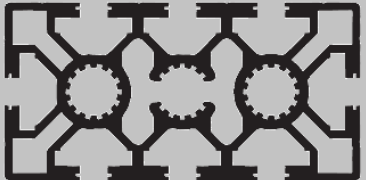
Návrh optimálních variant je rozdělen podle návrhu metodického postupu v kapitole 4. V každé podkapitole jsou uvedeny způsoby řešení a odůvodnění výběru každé varianty. Značení profilů a komponent vychází z katalogu KANYA.

5.1 Volba profilu konstrukce a způsobu kotvení

5.1

Při volbě optimálního tvaru průřezu profilu jsem vycházel z charakteru zatěžování a požadavků na konstrukci. Konstrukce obou dopravníků bude tvořena dvěma nosnými profily a několika páry nohou, jejichž počet bude určen délkou dopravníku. Vzhledem k míjivému charakteru zatěžování v jednom směru jsem zvolil obdélníkový tvar profilu s delší stranou ve směru zatížení. V tab. 5-1 jsem vypsal několik možných variant obdélníkových profilů dle katalogu KANYA, které se liší momentem setrvačnosti a rozměry v závislosti na ceně.

Tab. 5-1 Výběr obdélníkových profilů z katalogu KANYA [8]

č.p.	Schéma průřezu	Označení dle katalogu	Hlavní rozměry mm	Moment setrvačnosti		Cena za 1 m Kč
				I_x	I_y	
				cm ⁴		
1		B01-6	30x60	20,52	5,20	364
2		C02-3	40x80	64,90	17,70	625
3		C01-3	40x80	81,95	22,74	819
4		A01-2	50x100	149,8	41,25	999

Jako optimální variantu pro konstrukční řešení konstrukce obou dopravníků jsem zvolil profil č. 2 – C02-3. Hlavní roli při výběru hrála cena a moment setrvačnosti ve směru zatížení I_x . V případě, že profil C02-3 nebude vhodný po výpočtové stránce v konstrukčním řešení, zvolím profil vyšší řady.

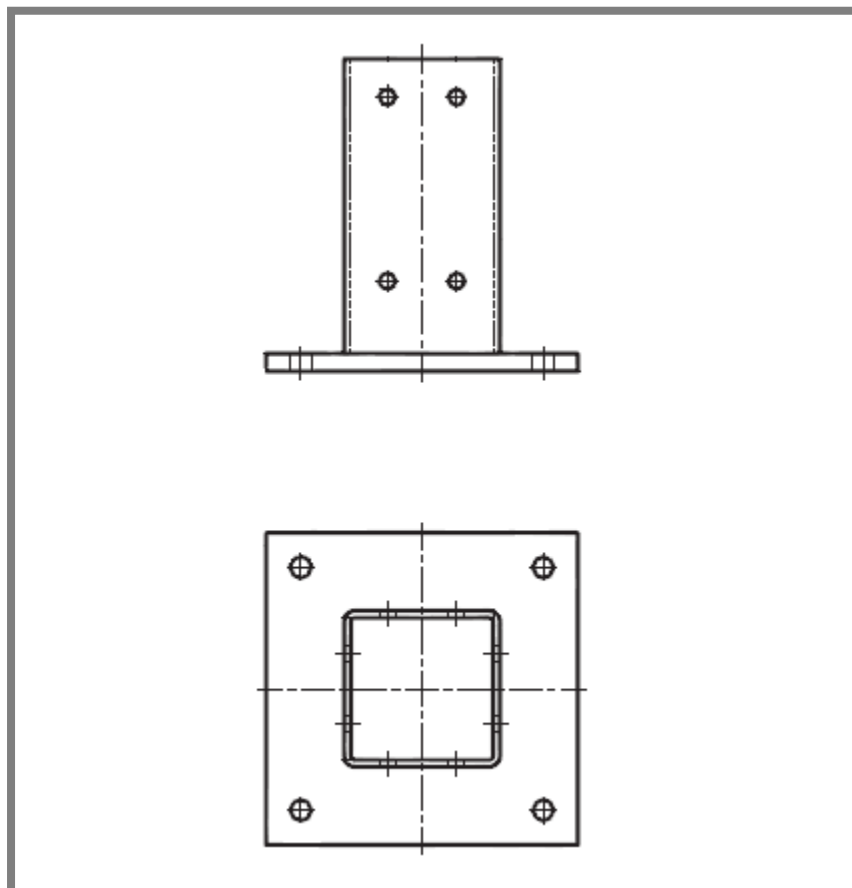
Rozměry a další komponenty nosné konstrukce jsou uvedeny v konstrukčním návrhu v kapitole 6.

5.1.1 Kotvení do podlahy

Způsobů spojení zařízení s podlahou existuje podle katalogu KANYA celá řada. Jedná se o různě nastavitelné nohy, kolečka, úhelníky nebo uzavřené držáky profilů. Dále se u každé varianty nabízí spousta způsobů provedení pro různé typy aplikací. Mezi hlavní parametry pro výběr způsobu ukotvení, ze kterých vycházím, patří tuhé ukotvení nosných profilů, možnost ukotvení do podlahy pomocí spojovacího materiálu a flexibilní nastavení výšky nohy.

Varianta 1 – Uzavřené držáky sloupků označení C47-36

Tento způsob kotvení je založen na pevném spojení profilu a držáku pomocí šroubů s maticemi vloženými do drážek v profilu. Profil je vložen do držáku. Držák je následně přišroubován k podlaze. Na obr. 5-1. je nárys a půdorys uzavřeného držáku.

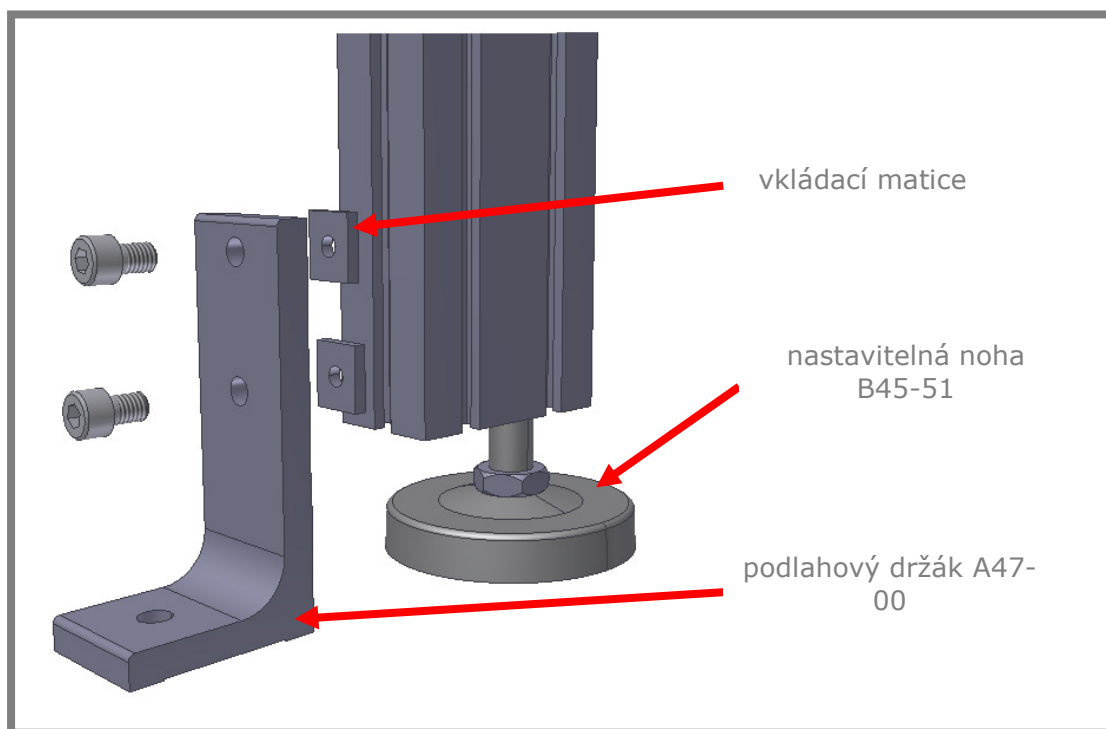


Obr. 5-1 Nárys a půdorys uzavřeného držáku C47-36 [8]

Varianta s uzavřeným držákem je dostatečně tuhá, nastavitelnost výšky nohy je zajištěna volným pohybem matic v drážkách profilu při povolených šroubech. Nevýhodou je nepřesné ruční nastavování výšky nohy.

Varianta 2 – Nastavitelná noha s podlahovým držákem

Tento způsob fixace obr. 5-2 je založen na našroubování nastavitelné nohy B45-51 do osy profilu a na zajištění podlahovým držákem A47-00, který je přišroubován k profilu přes matice vložené do drážky profilu. Volný pohyb matice v drážce profilu umožňuje nastavení výšky nohy a následnou aretaci šrouby na podlahovém držáku a maticí na závitě v ose profilu. Závitová tyč nastavitelné nohy má průměr 16 mm.



Obr. 5-1 Nastavitelná noha s podlahovým držákem [8]

Srovnání a výběr varianty

Obě varianty splňují parametry tuhosti, fixace do podlahy, výškového nastavení nohy a jsou vhodné pro použití dané aplikace. Varianta č. 2 má výhodu v přesnějším nastavení výšky pomocí otáčení nastavitelné nohy, proto volím tuto variantu do konstrukčního řešení dopravníků.

5.2 Způsob upínání profilu při řezání

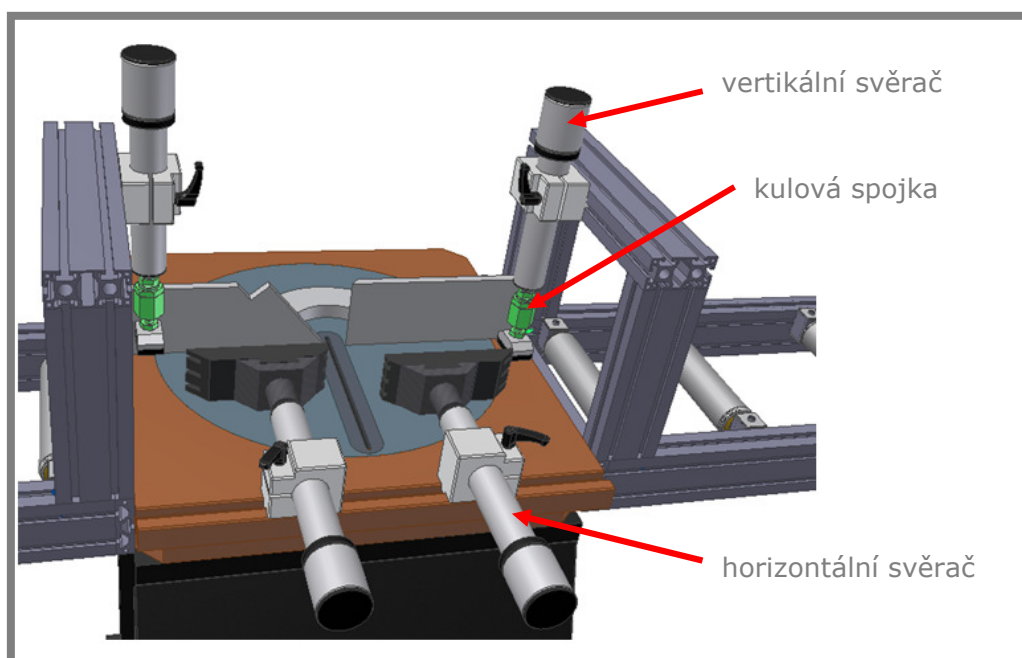
Pro upínání profilu při řezání se používají různé způsoby upnutí popsané v první kapitole. Při návrhu variant upínání vycházím z faktu, že je k dispozici rozvod tlakového vzduchu. Využití pneumatiky v tomto případě je ideálním způsobem pro realizaci. Proto obě varianty návrhu vychází z pneumatického způsobu upínání. Výchozím strojem pro návrh se stala poloautomatická kotoučová pila, popsaná ve 2. kapitole. Pila již obsahuje jeden pár horizontálních pneumatických svěračů.

5.2.1 Varianta 1 – kombinace horizontálního a vertikálního pneumatického upínání (obr. 5-1)

Prvotní myšlenkou při zadávání této práce ze strany firmy bylo vytvoření dostatečně kolmého řezu za využití kombinace současného horizontálního pneumatického systému s dalším paralelně připojeným pneumatickým systémem, který při upnutí vytvoří novou horizontální řezací rovinu, dostatečně kolmou ke kotouči pily. Tato rovina by byla položena rovnoběžně nad pracovním stolem a profil by se při řezání nedotýkal pracovního stolu ani válečkové dráhy, takže by nedocházelo k nepřesnému řezání způsobenému nevyrovnanými válečky, jak je uvedeno v podkapitole 2.3.2. Design tohoto zařízení je poměrně složitý a cenově nevýhodný, proto jsem od této varianty upustil a zvolil jsem jednodušší způsob kombinovaného upnutí. Vycházel jsem z předpokladu, že již bude možno výškově nastavovat válečkové dráhy na dopravnících, budu tedy moci použít pracovní stůl jako řezací rovinu dostatečně kolmou ke kotouči a využít ji jako doraz vertikálního směru upnutí.

Popis vertikálního upínacího svěrače

Pro návrh pneumatického svěrače jsem použil stejné pneumatické válce od dodavatele pily Pegas pro kompatibilitu a jednotnost údržby. Při použití upínacích válců ve dvou osách vzniká nebezpečí častého vychylování vertikálního pístu z osy pohybu vlivem tlaku od druhého páru válců. Proto je mezi pracovní konec a pístní tyč vložena kulová spojka [9], která umožňuje výkyv až 5° a chrání tak válce proti poškození.



Obr. 5-1 kombinované pneumatické upínání

Nevýhodou této varianty je nebezpečí poškození povrchu upínaného profilu. Nebezpečí nastane, když jeden pár válců dotlačí profil ve své rovině na doraz a následně druhý pár válců dotlačí profil na doraz v druhé rovině kolmé na první. Z tohoto důvodu by bylo nutné upravit dorazové plochy přidáním plastového obložení např. z materiálu polyamid 6GF 30 nabízený firmou FERONA THYSSEN PLASTICS [10]. Při použití dalšího páru pneumatických válců je třeba do nákladu na úpravu započítat nejen samotné válce, ale i pneumatické komponenty jako hadice, šroubení, spojky a regulátor tlaku vzduchu na nové válce.

5.2.2 Varianta 2 – horizontální pneumatické upínání

5.2.2

Jako druhou variantu navrhuji ponechat původní pár pneumatických válců, kde v nové verzi dopravníku s nastavitelnými válečky již nebude vznikat nepřesné upnutí. V horizontální rovině je profil upnut pneumatickými svěráky a na pracovní desku je tlačěn vlastní tíhou.

Obě varianty jsou podmíněny přesným nastavením válečkové dráhy dopravníků a použitím přesných válečků. Použitím kombinovaného upnutí je nutné provést zásah do konstrukce pily pro připojení paralelního pneumatického obvodu. Tím roste náročnost konstrukce i cena. Proto volím variantu č. 2 – původní způsob horizontálního upínání a pro získání kolmého řezu budu navrhovat přesné uložení válečků na obou dopravnících.

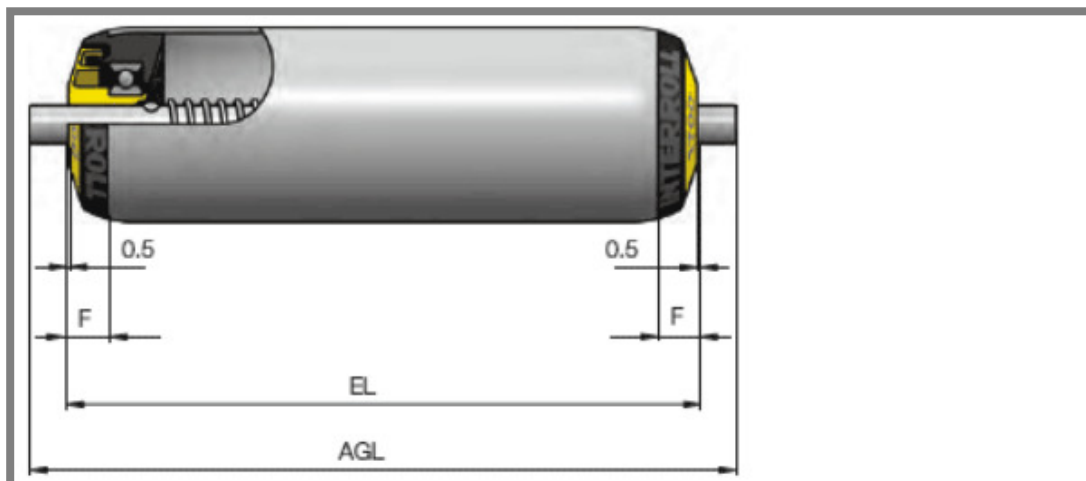
5.3 Válečková dráha

5.3

Návrh válečků je v případě přesného odměřování na válečkovém dopravníku prioritní záležitostí. Výběr válečku bude záviset na parametrech rozepsaných v kapitole 3. Jedná se zejména o tuhé a přesné uložení přes valivé ložisko s možností malé axiální síly, vhodný materiál povrchu válečku, maximální únosnost, vyráběná délka válečku pro maximální rozměr profilu dle katalogu KANYA.

Při volbě válečku vycházím z nejnepříznivějšího možného zatížení a to od největšího profilu v plné délce, položený na jeden váleček. Limitní hodnota je tedy $F = 1000,3 \text{ N}$. Rozměry válečku volím dle obr 5-2. pro největší možný řezaný rozměr strany profilu 200 mm. Materiál pláště válečku volím z pozinkované ocele, která se osvědčila v původním dopravníku. Uložení válečku bude realizováno přes hřídel o průměru 10 mm.

Jako optimální variantu podle parametrů jsem zvolil váleček od výrobce Interroll [11] s označením **S1700_50mm_Steel** s kuličkovými ložisky 6002 2RZ zakrytované polyamidovými pouzdry.



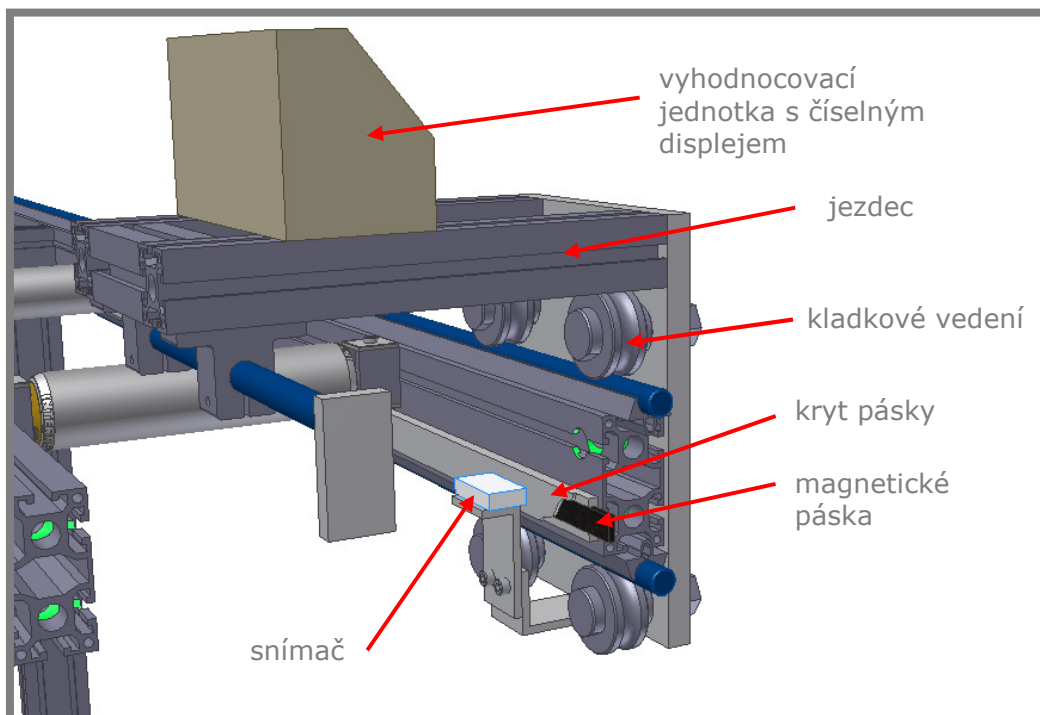
Obr. 5-2 váleček Interroll S1700 _50mm _Steel [11]

5.4 Odměřovací zařízení

Návrh variant odměřovacích zařízení vychází ze způsobů uvedených v první kapitole. Základem je způsob snímání polohy pomocí magnetické pásky a příslušného snímače. Výsledné varianty se liší pouze v konstrukčním způsobu provedení a pohonu odměřovacího jezdce.

5.4.1 Varianta 1 – ručně poháněný jezdec

Způsob ručně poháněného jezdce odměřovacího zařízení je inovací původního zařízení popsaného v kapitole 2. Nepatrnou, ale zásadní změnou je použití modernějšího snímače a hlavně magnetické pásky v pouzdře viz obr. 5-3, které přišroubováno na vnitřní stranu profilu vedení.

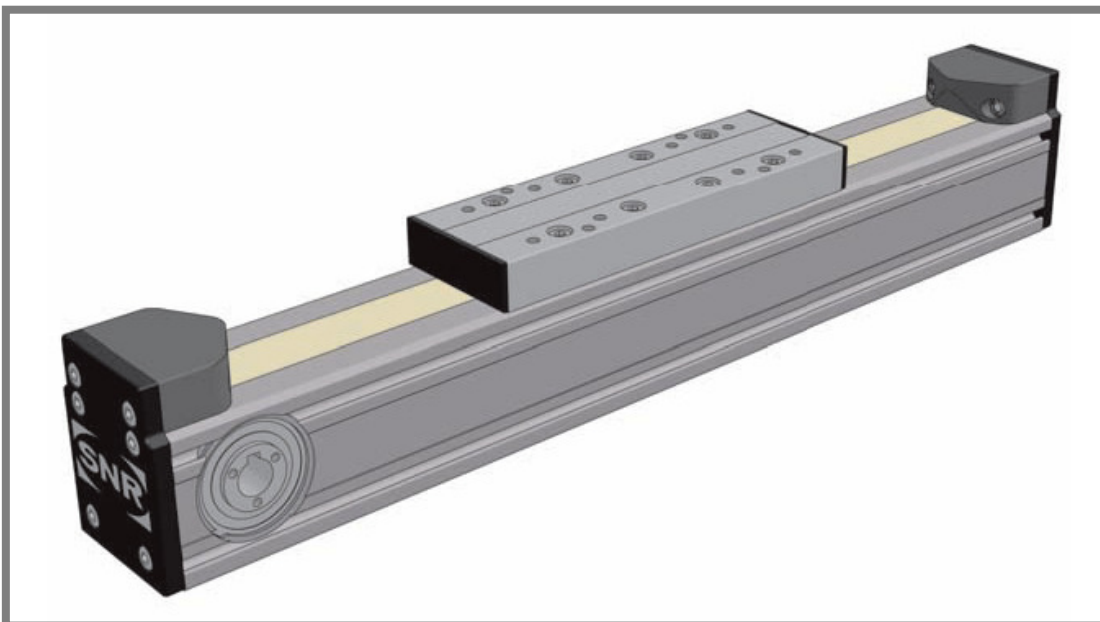


Obr. 5-3 Detail ručně poháněného odměřovacího systému se zakrytovanou magnetickou páskou

5.4.2 Varianta 2 – elektricky poháněný jezdec

Druhá varianta elektricky poháněného jezdce je založena na odstranění lidského faktoru při posouvání jezdce na požadovanou vzdálenost. Principem je nastavení řezané délky na číselníku řídicí jednotky. Jezdec je poté automaticky posunut na danou vzdálenost od kotouče a obsluha pouze posune profil po doraz na jezdcí.

Konstrukce elektricky poháněného jezdce je odlišná od ručně poháněného jezdce. Pohyb je realizován pomocí systému od firmy SNR pro lineární pohyb (obr. 5-4). Jedná se o speciální obdélníkový profil s vnitřním synchronním řemenovým vedením, kde k řemenu je připojený jezdec, který se pohybuje po horní straně profilu, a na řemenici je umístěna planetová převodovka s elektromotorem. Celková operační délka jezdce je rovna 5 m. Výrobky o rozměrech mezi 5 až 6 metry budou řezány na délku doplnku do 6 ti metrů. Na obr. 5-4 je pro přehlednost profil zobrazen ve zkrácené délce.



Obr. 5-4 Poháněné lineární vedení AXC Z od firmy SNR [12]

Na druhé straně dopravníku je umístěný obdobný profil ale s nepoháněným jezdce. Oba jezdcí jsou spojeny nad válečkovou dráhou, kde je umístěn doraz. Celý pohyb je snímán pomocí magnetické pásky se snímačem a vyhodnocován řídicí jednotkou.

5.4.3 Výběr varianty odměřování

Druhá varianta odměřovacího systému je mnohem rychlejší a pohodlnější způsob nastavování řezané délky, ale za vyšší pořizovací náklady. Přesto jsem se po domluvě s vedením firmy rozhodl zpracovat návrh automatického pohonu odměřování pro získání přehledu o možnostech modernizace zázemí výrobní haly.

6. KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

Konstrukční návrh je řešen na základě vybraných variant v předchozí kapitole. Jako první je uvedeno řešení válečkové dráhy, kde osově vzdálenosti válečků jsou určující pro rozměry nosné konstrukce primárního dopravníku. Rozměry konstrukce sekundárního dopravníku jsou závislé na parametrech odměřovacího zařízení.

6.1 Konstrukce válečkové dráhy

Při návrhu válečkové dráhy vycházím z faktu, že je pila určena pro řezání profilů různých délek v rozmezí cca (10 cm až 6 m). Nejkratší profily budou položeny pouze na pracovním stole pily a nebudou zasahovat do dopravníků. S rostoucí délkou profilů je však nutné zajistit, aby volné konce profilů byly dostatečně podepřeny.

6.1.1 Poloha jednotlivých válečků

Pro návrh vzdáleností válečků od pily volím podmínku, že profil musí být podepřen minimálně ve dvou třetinách svojí délky. To znamená, že maximální vzdálenost volného letmo položeného konce je jedna třetina délky a pak musí být použit další váleček. Poloha prvního válečku je dána konstrukcí dopravníku a rozměrem pracovního stolu pily. Vzdálenost prvního válečku od kotouče pily tedy je:

$$X_1 = A_1 = 348 \text{ mm}$$

Vzdálenosti dalších válečků od kotouče pily a osově vzdálenosti jsou zakótovány na obr. 6-1 a jsou dány vztahy:

$$X_n = \frac{X_{n-1} \cdot 3}{2}$$

$$A_n = X_n - X_{n-1}$$

kde:

X_n mm

n -

A_n mm

vzdálenost n-tého válečku od kotouče pily

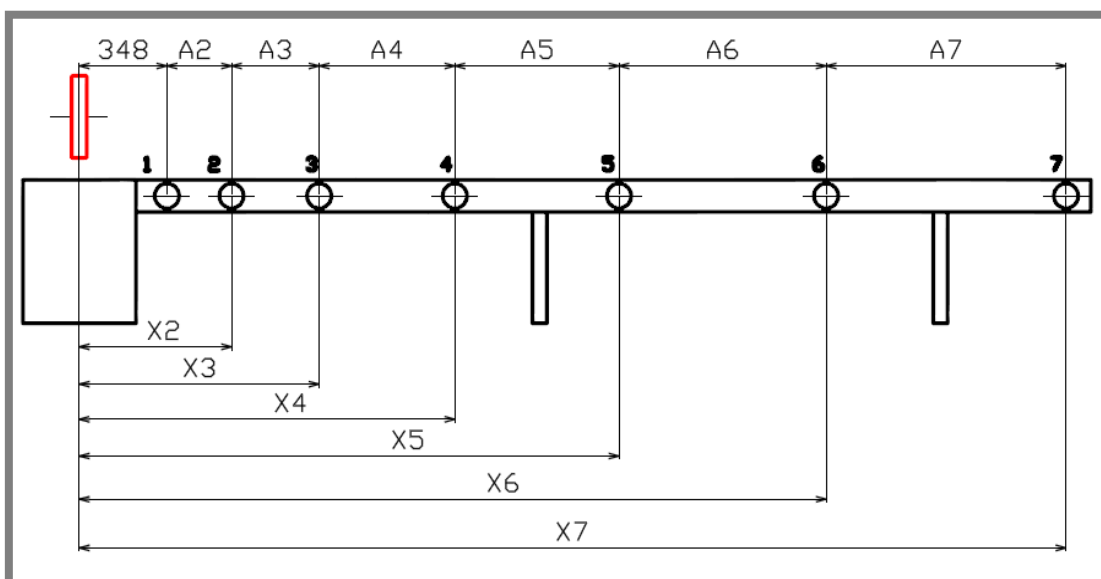
číslo válečku

osová vzdálenost n-tého válečku od přichozího válečku

Vypočítané hodnoty jsou zapsány do tabulky 6-1.

Tab. 6-1 Hodnoty vzdáleností poloh válečků

n	X_n	A_n
-	mm	mm
1	338	338
2	508	169
3	761	254
4	1141	380
5	1711	570
6	2567	856
7	3850	1283
8	5775	1925



Obr. 6-1 Vzdálenosti válečků na dopravníku

6.1.2 Minimální počet válečků

6.1.2

Minimální počet válečků vychází z maximální možné délky profilů položených na dopravníku $L = 6$ m. Hodnota 6 m je limitní a nikdy nenastane, protože při řezání je uřezaný profil kratší než 6 m. Výchozí podmínkou je opět minimálně dvoutřetinová podpora profilu a jedna třetina volného konce.

$$X_n = \frac{L_{max} \cdot 2}{3} = \frac{6000 \cdot 2}{3} = 4000 \text{ mm}$$

kde:

L_{max} mm maximální délka řezaných profilů
 X_n mm vzdálenost válečku od kotouče pily

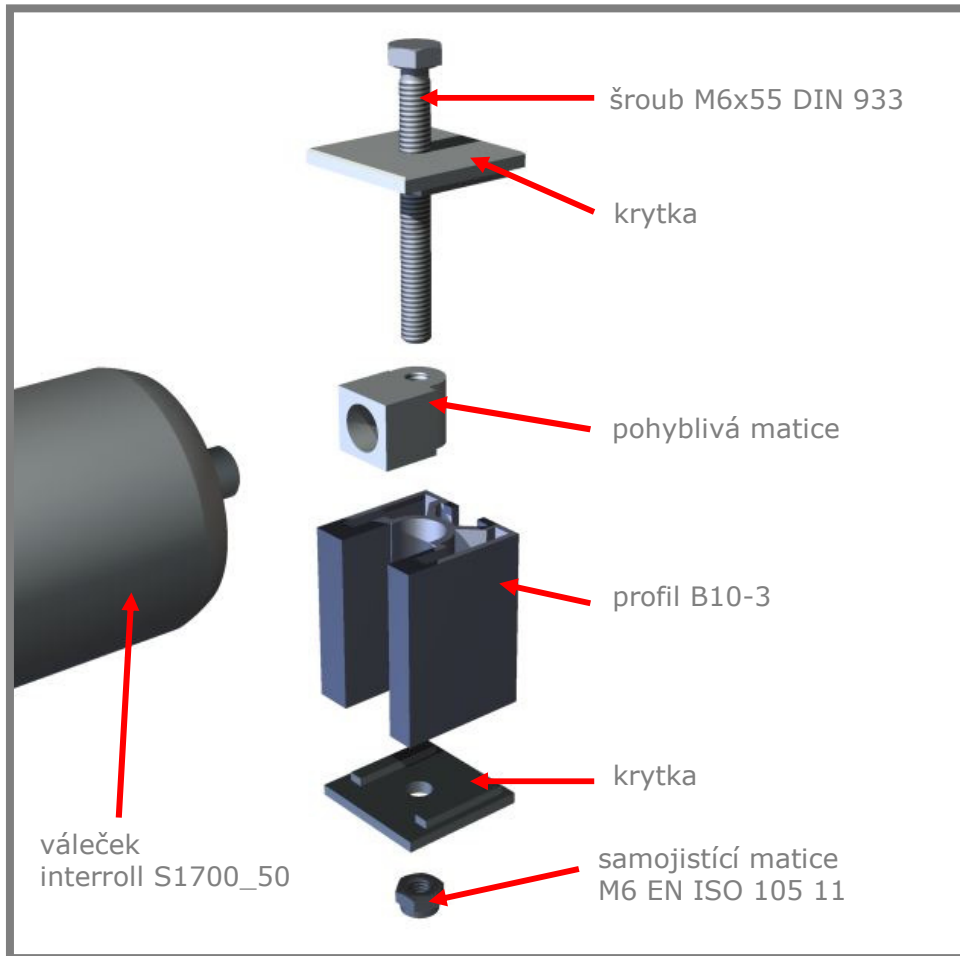
Počet válečků volím podle tab. 6-1, kde nejbližší hodnota je 3850 mm pro sedm válečků. Vzdálenost je sice menší o 150 mm, ale výpočet byl proveden s limitní hodnotou. Proto je tento rozdíl zanedbatelný.

Pro sekundární dopravník volím válečků 9 vzhledem k jeho délce 5 m s tím, že osové vzdálenosti posledních tří válečků jsou různé a neshodují se s tabulkou 6-1.

6.1.3 Konstrukce polohovacího zařízení

6.1.3

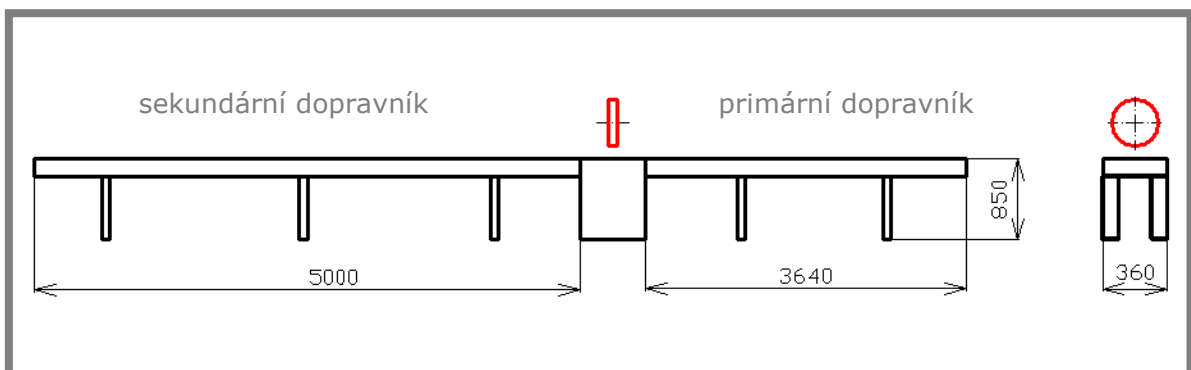
Váleček je na každém svém konci uložen do polohovacího zařízení (obr 6-2), pro optimální nastavení výšky válečku. Polohovací zařízení se skládá z profilu B10-30, ve kterém je vložena pohyblivá matice držící váleček. Poloha matice se nastaví otáčením šroubu M6x55 DIN 933 s plným závitem až k hlavě. Aretace šroubu zajišťuje samojistící matice M6 EN ISO 105 11.



Obr. 6-2 Polohovací zařízení válečku

6.2 Nosná konstrukce

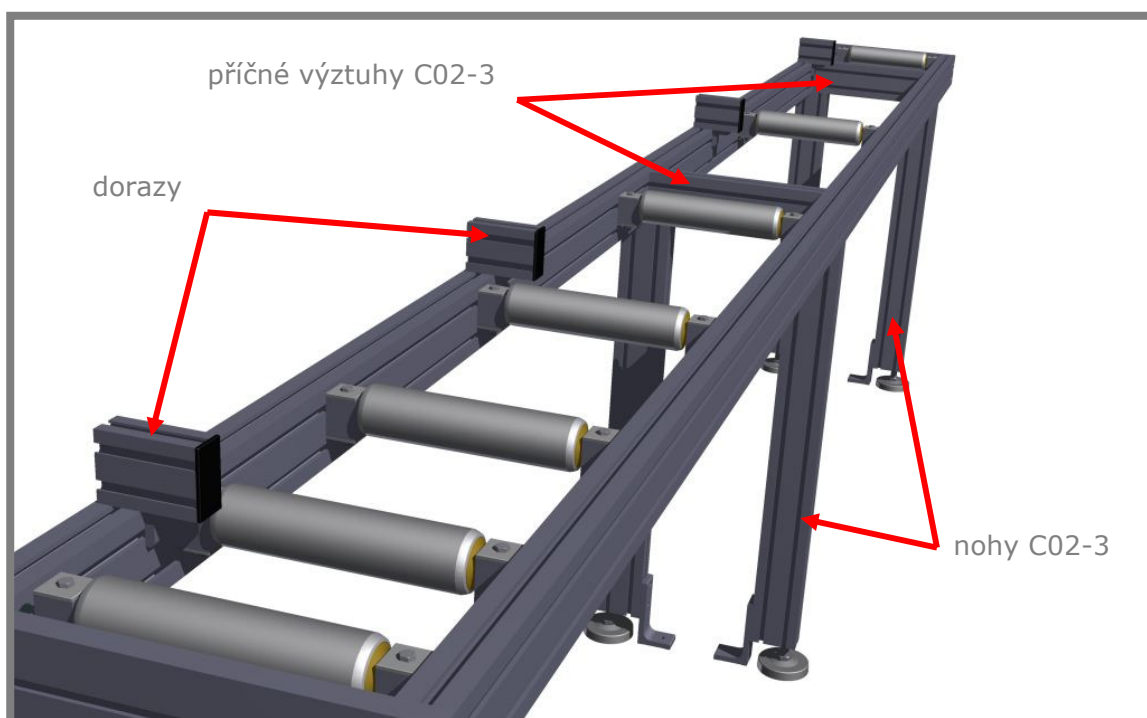
Nosná konstrukce primárního i sekundárního dopravníku je sestavena z profilů o rozměrech 40x80 a označení C02-3 dle kapitoly 5.1. Rozměr primárního dopravníku je dán osovými vzdálenostmi a počtem válečků válečkové dráhy v kapitole 6.1 a rozměr sekundárního dopravníku vychází z délky odměřovacího zařízení. Základní rozměry dopravníků jsou schematicky zakresleny na obr. 6-3.



Obr. 6-3 Základní rozměry dopravníků

6.2.1 Detailní popis konstrukce

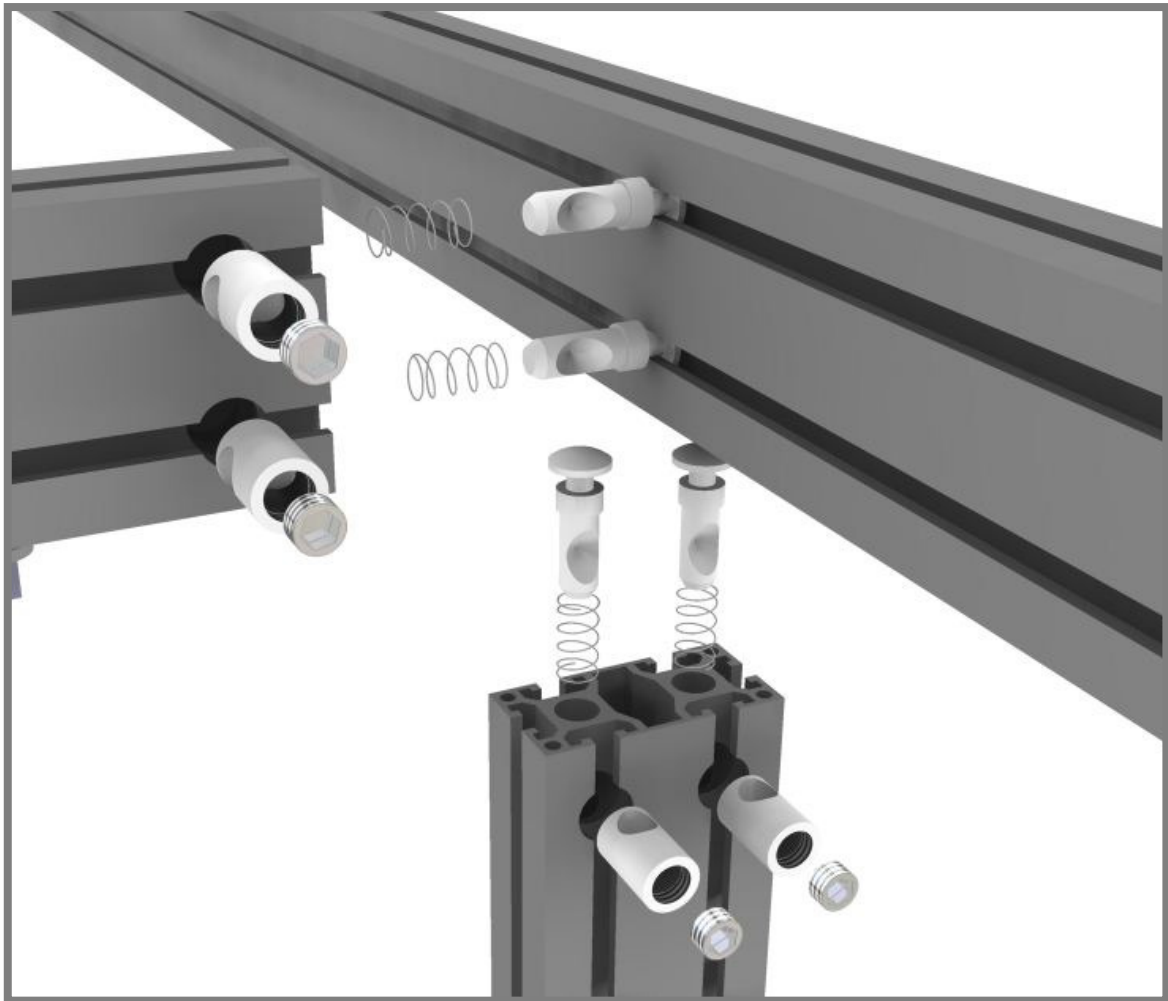
Primární i sekundární dopravník jsou ze stejných profilů a konstrukce jsou autentické. Rozdíl mezi konstrukcemi jednotlivých dopravníků je v délce a sekundární dopravník má navíc jeden pár nohou. Hlavními nosníky celé konstrukce je jeden pár profilů C02-3, které tvoří orámování válečkové dráhy. Dále je konstrukce doplněna o příčné výztuhy, nohy a dorazy. Nohy jsou konstruovány ze stejného profilu C02-3, kde delší strana profilu nohy je situována tak, aby zabraňovala vibracím v rovině x-z. Dorazy na dopravnících jsou délkově nastavitelné, jsou složeny z komponentů katalogu KANYA a slouží pro přesné ustavení dlouhých profilů. Celá konstrukce primárního dopravníku je na obr. 6-4



Obr. 6-4 Konstrukce primárního dopravníku

6.2.2 Způsob montáže

Jednotlivé díly konstrukcí jsou k sobě spojovány rozebíratelným spojením tzv. PVS spojkami, jejichž dílčí části jsou zobrazeny na obr. 6-5. Standardní PVS spojka je složena z kotvy, která je vložena do drážky jednoho profilu. V druhém profilu je nutné vyvrtat otvor pro další část spojky- váleček. Mezi váleček a kotvu je vložena pružina. Spojení kotvy s válečkem zajišťuje speciální šroub s vnitřním šestihranem bez hlavy, který má na svém konci kuželové zakončení.



Obr. 6-5 Způsob montáže- PVS spojky

6.2.3 Výpočet průhybu konstrukce

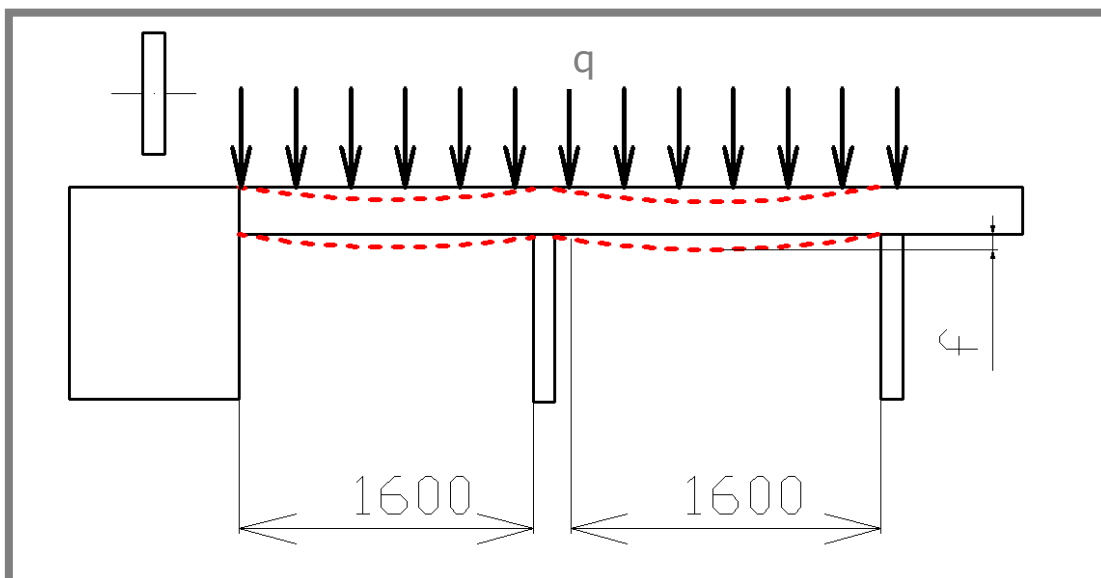
Při dimenzování celé konstrukce jsem vybral obdélníkový profil o rozměrech 40x80 mm, který zaručí dostatečnou tuhost. Pro kontrolu provádím výpočet průhybu nosné konstrukce při maximálním zatížení na jeden nosník viz obr. 6-6. Vzorec pro výpočet vychází z katalogu KANYA [8]

$$F_1 = q \cdot l = 166,7 \cdot 1,6 = 266,72 \text{ N}$$

$$f = \frac{0,0037 \cdot F_1 \cdot l^3}{I_x} = \frac{0,0037 \cdot 266,72 \cdot 1,6^3}{64,9} = 0,062 \text{ mm}$$

kde:

f	mm	maximální průhyb nosníku
F_1	N	maximální síla na délce 1,6 m nosníku od největšího profilu
l	m	vzdálenost mezi nohama dopravníku
I_x	cm ⁴	moment setrvačnosti nosného profilu
q	N/m	spojité zatížení od největšího zatěžovacího profilu viz obr. 3.1



Obr. 6-6 Schéma průhybů nosníků nosné konstrukce primárního dopravníku

Vypočítaná hodnota průhybu je zanedbatelná a nemá výrazný vliv na úchytku kolmosti řezu.

6.3 Odměřovací zařízení

6.3

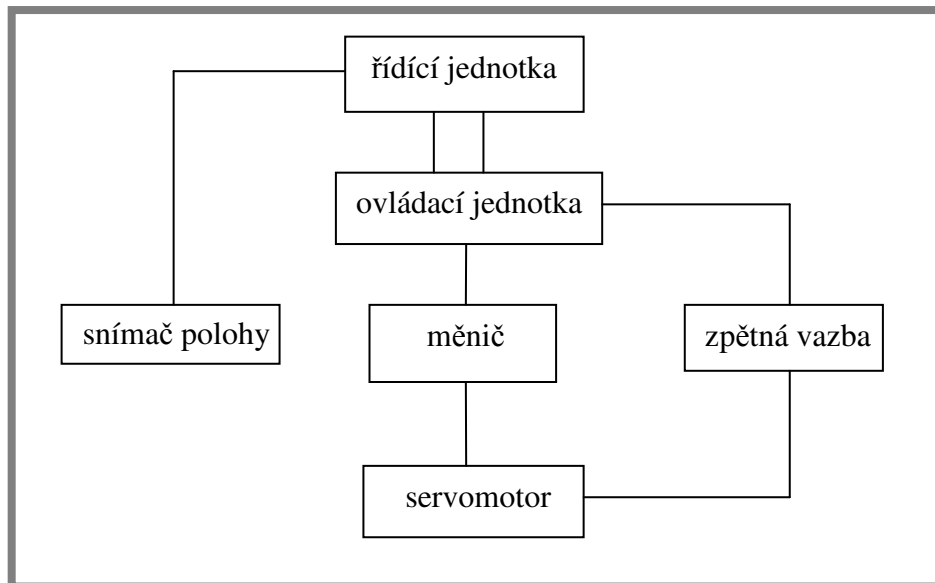
Návrh odměřovacího zařízení jsem převzal z nabídky od společnosti LENZE s.r.o., která za pomoci výpočtového programu DSD (drive solution designer) vytvořila nabídku pro konkrétní zařízení. Návrh spočíval ve zvolení optimálního motoru s převodovkou, měniče, poháněného a nepoháněného vedení podle zadaných parametrů- hmotnosti jezdce, maximální rychlosti pohybu, zrychlení jezdce aj.

Výstupem z nabídky od firmy LENZE s.r.o. je servomotor s planetovou převodovkou s příslušným FM měničem a ovládací jednotkou. Označení podle nabídky LENZE s.r.o. je zapsáno do tabulky 6-2. 3D modely byly staženy z online katalogu [13].

Tab. 6-2 Označení dílčích částí odměřovacího zařízení

zařízení	označení
motor	MCS 06C41LRS0P1
převodovka	GPA00-1
FM měnič	E84AVTCE5512SX0
Ovládací jednotka	EZAEBK1001
Poháněné vedení	AXC60ZHW
Nepoháněné vedení	BGCH35BL

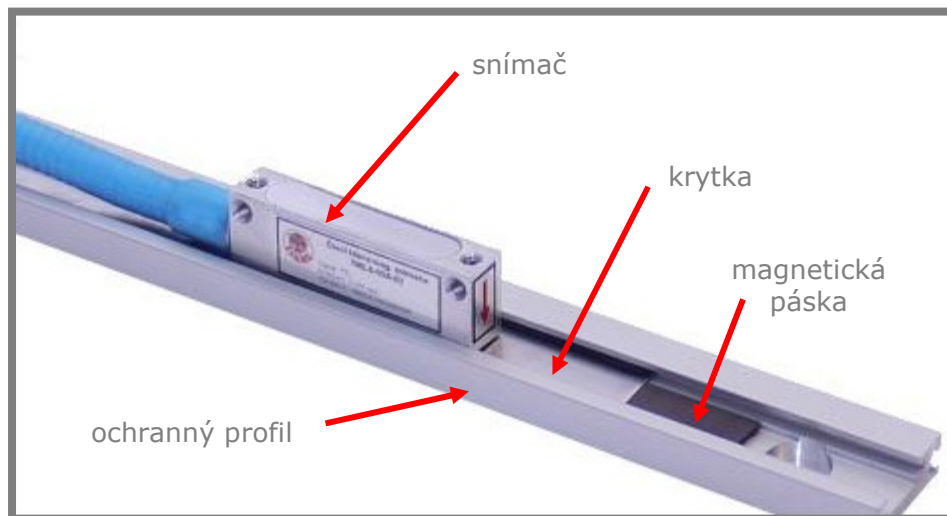
Odměřovací zařízení z nabídky výše uvedené nesplňovalo požadovanou přesnost odměřování, proto jsem musel odměřovací zařízení doplnit o další komponenty upravující výslednou přesnost požadované polohy jezdce. Jedná se o řídicí jednotku a snímač s magnetickou páskou, které jsou zařazeny do obvodu. Schematický obvod odměřování je zobrazený na obr. 6-7.



Obr. 6-7 Schematický obvod odměřovacího zařízení

Magnetickou pásku v zakrytovaném profilu se snímačem viz obr. 6-8 a řídicí jednotku volím z nabídky společnosti JIRKA a spol., s.r.o. [7].

- snímač (parametry v kap. 1.3.1) TMLS-05A-05
- magnetická páska MT-02
- ochranný profil pásky AP-02



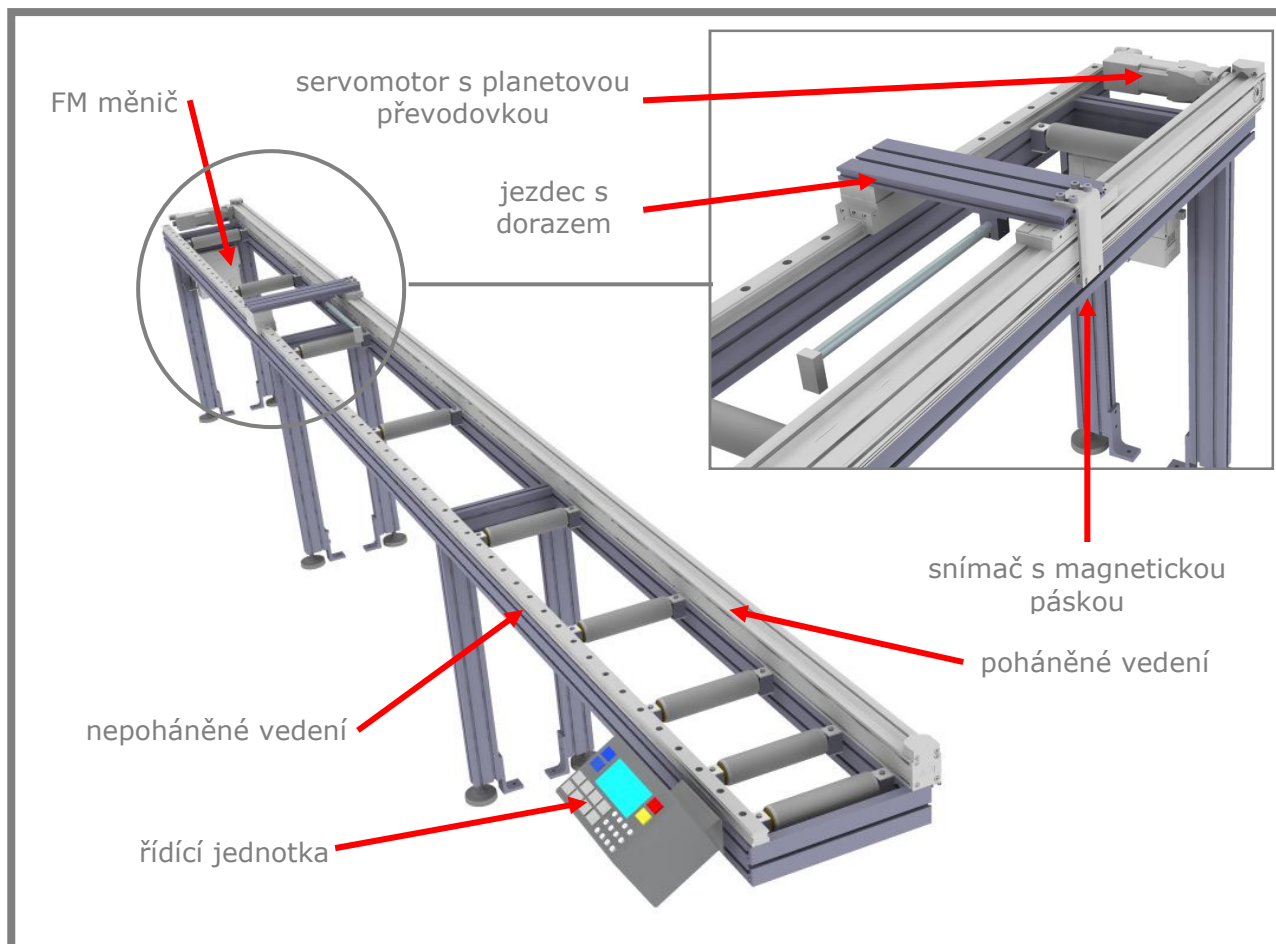
Obr. 6-8 Magnetická páska MT-02 v profilu AP-02 se snímačem TMLS-05A-05 [7]

6.3.1 Princip činnosti odměřovacího zařízení

Řídící jednotka obsahuje číselník, kde operátor zadá požadovanou hodnotu délky profilu. Řídící jednotka posílá datový kód požadované délky do ovládací jednotky motoru, která ze zadané vzdálenosti upraví zrychlení a rychlost servomotoru přes měnič. Servomotor je schopen snímat svou polohu a signalizuje ji přes zpětnou vazbu do ovládací jednotky, ale není dostatečně přesný. Proto je do systému zaveden snímač polohy s magnetickou páskou, který vysílá další signál o poloze jezdce. Oba signály o poloze jsou vyhodnoceny v řídicí jednotce, která provede korekturu polohy, je-li to potřeba.

6.3.2 Uložení dílčích částí odměřování

Všechny části odměřovacího zařízení jsou uloženy na konstrukci sekundárního dopravníku. Popis základních částí odměřování je na obr. 6-9. Další pohledy na 3D modely jsou v příloze č. 3. 3D modely poháněného a nepoháněného vedení byly staženy z online katalogu [14].



Obr. 6-9 Základní části odměřování na sekundárním dopravníku

6.4 Vyhodnocení ceny

V tabulce 6-3 jsou uvedeny orientační ceny dílčích částí rozdělené podle dodavatelů komponentů. Uvedená cena není konečná a výsledná cena se může lišit od orientační kalkulace v tabulce 6-3.

Tab. 6-3 Orientační cena dílčích částí dopravníků

Název	Cena
-	[Kč]
Konstrukce, válečky, vyráběné díly, spojovací materiál	26 000
Poháněné a nepoháněné vedení	61 000
Servomotor, planetová převodovka, ovládací jednotka	66 600
Řídící jednotka, magnetický snímač, magnetická páska, ochranný profil	24 000

7. ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo analyzovat a následně navrhnout zařízení pro přísun, odměřování a upínání hliníkových profilů na rychlořezné kotoučové pile. V první části jsem analyzoval nedostatky původního zařízení s rozбором možných způsobů technologie řezání, upínání a odměřování. Na základě výsledků a parametrů ze zadání jsem zpracoval návrh nového zařízení. Tím jsem splnil podmínky zadání

Bakalářská práce bude zároveň sloužit jako podklad při rozhodování o výběru inovace dopravních a odměřovacích zařízení ve firmě, zadávající parametry zadání. Ve výsledku se reálné zařízení může lišit od navrženého zařízení v bakalářské práci.

Další vývoj bakalářské práce by se mohl zabývat analyzováním principu činnosti odměřovacího zařízení, návrhem programování PLC- řídicí jednotky, pevnostní analýzou konstrukce, výpočtem pomocí MKP, analyzováním vyrobeného zařízení a vyhodnocením rozdílů a nedostatků navrženého a reálného zařízení, návrhem technologického postupu montáže, kompletní technickou dokumentací.

8. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] HUMÁR, Anton. Technologie I., technologie obrábění 2. část. ÚST FSI VUT. [Online PDF dokument] 2004. [Cit. 21. května 2012]. Dostupné na: URL: < http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory-save/TI_TO-2cast.pdf>
- [2] Automatic feed and cut mitre saw wolf 55. Wolftech machine. [Online] 2010. [Cit. 21. května 2012.]. Dostupné na: URL: <<http://www.wolftechmachine.com/en/?part=incele&id=623&urun=252>>
- [3] Pegas gonda s.r.o. [Online]. [Cit. 21. května 2012]. Dostupné na: URL: < <http://www.pegas-gonda.cz/cz/>>
- [4] Bomar AL 600. LEGNEX spol. s r.o. [Online] 2011. [Cit. 21. května 2012]. Dostupné na: URL: < <http://www.legnex.cz/216,bomar-al-600.html>>
- [5] COBRA 352. LEGNEX spol. s r.o. [Online] 2011. [Cit. 21. května 2012]. Dostupné na: URL: < <http://www.legnex.cz/225,mep-cobra-352-ma.html>>
- [6] VOJÁČEK, Antonín. Odměrování polohy s přesností na 0,001 mm. HW server. [Online] 30. Zář 2010. [Cit. 21. května 2012]. Dostupné na: URL: <<http://automatizace.hw.cz/odmerovani-polohy-s-presnosti-na-0001-mm>>
- [7] Magnetické lineární snímače. JIRKA a spol., s.r.o. [Online]. [Cit. 21. května 2012]. Dostupné na: URL: < <http://www.jirkapol.cz/linearni-snimace-pro-stroje-tmls05-1-1-262.html>>
- [8] VISIPEX, a.s. Firemní katalog Kanya PVS. Listopad 2009, str. 168. [Cit. 21. května 2012].
- [9] Kulová spojka na pístní tyč. Stránský a Petržík - pneumatické válce spol. s r.o. [3D online katalog] 2012. [Cit. 21. května 2012]. Dostupné na: URL: < <http://www.stranskyapetrzik.cz/pneu/pneumaticke-valce/upinaci-prislusenstvi-menu/upinaci-prislusenstvi-na-pistni-tyc-menu/upinaci-prislusenstvi-kulova-spojka-na-pistni-tyc/>>
- [10] Feron thyssen plastics. [Online] 2010. [Cit. 21. května 2012]. Dostupné na: URL: < <http://www.feronathyssen.cz/>>
- [11] Univerzální válec dopravníku série S1700. Interroll. [Online]. [Cit. 21. května 2012]. Dostupné na: URL:<<http://www.interroll.cz/?wm=m%282082%29sp%281500%2C1513%29>>

- [12] Linear motion. NTN-SNR Industry. [Online PDF dokument] 2010. [Cit. 21. května 2012]. Dostupné na: URL: <http://www.ntn-snr.com/industry/fr/en-en/file.cfm/docilmcat2gbb_opts2.pdf?contentID=6823>
- [13] Drive solution catalogue. Lenze, s.r.o. [3D online katalog] Duben 2010. [Cit. 21. května 2012]. Dostupné na:
URL: <<http://dsc.lenze.de/dsc/deepLink.jsp?lang=D>>
- [14] Linear motion. NTN-SNR Industry. [3D online katalog]. [Cit. 21. května 2012]. Dostupné na:
URL:<<http://www.tracepartsonline.net/%28S%28bmo4naisbxjqr2dvk0im1b4%29%29/ws/snr/index.aspx?lang=en>>
- [15] Návod k obsluze kotoučové pily ALOX 400 S. Pegas-gonda s.r.o. 2007, str. 22. [Cit. 21. května 2012].

9. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN**Seznam veličin**

A_n	mm	osová vzdálenost n-tého válečku od příchozího válečku
F_1	N	zatěžující síla profilu
F	N	maximální zatížení od nejtěžšího zatěžujícího profilu
f	mm	maximální průhyb nosníku
I_X	cm ⁴	moment setrvačnosti ve směru osy X
I_Y	cm ⁴	moment setrvačnosti ve směru osy Y
L	m	délka odměřovaných profilů
L_{max}	m	maximální délka řezaných profilů
n	-	číslo válečku
q	N/m	spojité zatížení od největšího zatěžujícího profilu
t	mm	tloušťka kotouče
X	mm	přesah původního primárního dopravníku nad stolem pily
X_n	mm	vzdálenost n-tého válečku od kotouče pily
Y	mm	přesah stolu pily nad původním sekundárním dopravníkem
Z	mm	Osová vzdálenost původních válečků dopravníků v ose y
l	m	vzdálenost mezi nohama dopravníku
α	°	úhel mezi kotoučem a obrobkem v rovině X-Y
ϕ	mm	průměr kotouče

10. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1-1	Pila s přísuvem kotouče ze spodu nahoru. [2]	13
Obr. 1-2	Ruční kotoučová pila PEGAS 400 ALOX M [3]	14
Obr. 1-3	Poloautomatická kotoučová pila Bomar AL 600 [4]	15
Obr. 1-4	Automatická kotoučová pila PEGAS 400 ALOX CNC [3]	16
Obr. 1-5	Kotoučová pila 315 Ferox CS s mechanickým ručně ovládaným svěrákem [3]	17
Obr. 1-6	Horizontálně uložené pneumatické upínání kotoučové pily MEP COBRA 352/MA [5]	18
Obr. 1-7	Princip magnetického snímače [6]	19
Obr. 1-8	Magnetický snímač TML S-25B se zakrytovanou magnetickou páskou [7]	19
Obr. 2-1	Rychlořezná kotoučová pila PEGAS 400 ALOX S [3]	20
Obr. 2-2	Pneumatický svěrač	21
Obr. 2-3	Původní dopravník s pilou a) primární dopravník b) sekundární dopravník	22
Obr. 2-4	Kotvení nohy původního dopravníku	23
Obr. 2-5	Kotvení původního dopravníku k pile	24
Obr. 2-6	Schéma polohy válečkových dráh původního dopravníku	25
Obr. 2-7	Odměřovací zařízení	26
Obr. 3-1	Parametry největšího profilu z katalogu Kanya MA1-9 [8]	27
Obr. 5-1	Nárys a půdorys uzavřeného držáku C47-36 [8]	31
Obr. 5-2	váleček Interroll S1700 _50mm _Steel [11]	35
Obr. 5-3	Detail ručně poháněného odměřovacího systému se zakrytovanou magnetickou páskou	35
Obr. 5-4	Poháněné lineární vedení AXC Z od firmy SNR [12]	36
Obr. 6-1	Vzdálenosti válečků na dopravníku	38
Obr. 6-2	Polohovací zařízení válečku	39
Obr. 6-3	Základní rozměry dopravníků	39
Obr. 6-4	Konstrukce primárního dopravníku	40
Obr. 6-5	Způsob montáže- PVS spojky	41
Obr. 6-6	Schéma průhybů nosníků nosné konstrukce primárního dopravníku	42
Obr. 6-7	Schematický obvod odměřovacího zařízení	43
Obr. 6-8	Magnetická páska MT-02 v profilu AP-02 se snímačem TMLS-05A-05 [7]	43
Obr. 6-9	Základní části odměřování na sekundárním dopravníku	44

11. SEZNAM TABULEK**11**

Tab. 1-1	Typy magnetických snímačů [7]	20
Tab. 2-1	Technické parametry pily	22
Tab. 5-1	Výběr obdélníkových profilů z katalogu KANYA [8]	31
Tab. 6-1	Hodnoty vzdáleností poloh válečků	38
Tab. 6-2	Označení dílčích částí odměřovacího zařízení	43
Tab. 6-3	Orientační cena dílčích částí dopravníků	45

12. SEZNAM PŘÍLOH

1. výkres sestavy
2. seznam položek
3. model
4. přiložené CD obsahuje:
 - bakalářskou práci ve formátu PDF
 - přílohy ve formátu PDF
 - přílohy 1 a 2 ve formátu dwg.