

## **ABSTRAKT**

Cílem této bakalářské práce je rešerše možných metod měření rovnoběžnosti vodicích válců na flexotiskových strojích vyráběných ve firmě SOMA spol. s r. o. Dalším cílem je výběr optimální metody měření, která odpovídá požadavkům stanovené zadavatelskou firmou s ohledem na ekonomičnost řešení. Práce také obsahuje profil zadavatelské firmy a popis technologie flexotisku. Hlavním výstupem této bakalářské práce je metodika měření zvolenou měřicí metodou.

## **ABSTRACT**

The aim of this bachelor's thesis is searches of available methods of measurement of parallelism of guide rolls placed in flexoprinting machines manufactured by SOMA spol. s r. o. company. Next aim is selection of optimal method, which responds to requirements stated by the company and economical part of the issue. The main output is methodics of measurement of selected method.

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením pana Ing. Petra Mikeše a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, software atd.) uvedené v příloženém seznamu.

V Praze 26. června 2016

---

vlastnoruční podpis autora

## **PODĚKOVÁNÍ**

Na tomto místě bych rád poděkoval panu Ing. Petru Mikešovi za poskytnuté informace a rady k vyhotovení bakalářské práce, panu Ing. Miroslavu Podzemskému a panu Ing. Lukáši Skalickému za poskytnutí informací k technologii flexotisku a konstrukčnímu řešení stroje OPTIMA a připomínek k metodice měření objevujících se v mé práci.

<b>OBSAH</b>	<b>4</b>
<b>1 ÚVOD</b>	<b>5</b>
1.1 Charakteristika strojírenské společnosti SOMA spol. s. r. o.	5
1.2 Flexotiskové stroje řady SomaFlex	6
<b>2 PROBLEMATIKA A SOUČASNÝ STAV MĚŘENÍ ROVNOBĚŽNOSTI VODICÍCH VÁLCŮ</b>	<b>9</b>
2.1 Situace v SOMA spol. s. r. o.	9
2.1.1 Moduly stroje	9
2.1.2 Dráha materiálu	10
2.2 Vodící válce	11
2.2.1 Rovnoběžnost vodících válců	12
2.2.2 Dosavadní způsob měření rovnoběžnosti vodících válců	13
2.3.1 Konkurenční stroje	15
<b>3 ANALÝZA DOSTUPNÝCH MOBILNÍCH TECHNOLOGIÍ PRO 3D MĚŘENÍ</b>	<b>17</b>
3.1 Měřicí rameno	17
3.2 Paralign	18
3.3 Autokolimátor	18
3.4 Sada prizmat s přivařenou nastavitelnou tyčí	19
<b>4 NÁVRH METOD MĚŘENÍ ROVNOBĚŽNOSTI A VÝBĚR VARIANTY</b>	<b>20</b>
4.1. Autokolimátor	20
4.3 Měřicí rameno	21
4.4 Paralign	22
4.5 Výběr varianty	24
<b>5 METODIKA MĚŘENÍ ELEKTRONICKÝM AUTOKOLIMÁTOREM</b>	<b>25</b>
5.1 Přípravek na uchycení autokolimátoru	25
5.2 Kalibrace autokolimátoru	25
5.3 Úprava konstrukce strojů	26
5.4 Postup měření a ustavení vodících válců pomocí autokolimátoru	26
<b>6 ZÁVĚR</b>	<b>28</b>
<b>7 POUŽITÉ SYMBOLY A JEDNOTKY</b>	<b>29</b>
<b>8 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ</b>	<b>30</b>
<b>9 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ</b>	<b>31</b>

# 1 ÚVOD

## 1.1 Charakteristika strojírenské společnosti SOMA spol. s. r. o.

Roku 1992 vznikla privatizací samostatné divize Tesly Lanškroun firma SOMA spol. s. r. o. Společnost se zabývá výrobou, vývojem a prodejem strojů k potisku, řezání a laminování obalových materiálů.

V současnosti má firma kolem 300 zaměstnanců, kdy většinu z nich tvoří středoškolsky nebo vysokoškolsky vzdělaní lidé. V průběhu její existence se firma neustále rozvíjí, průběžně navyšuje počet pracovníků a také zvětšuje svůj areál. Fotografie na Obr. 1-1 je modelem firemních prostor, který byl vytvořen při posledním výrazném rozšíření v roce 2012, kdy byly bývalé chladírny zrekonstruovány a vzniklo nové technologické centrum a showroom Soma Globe (na obrázku nahoře). O dva roky později ještě přibylo školící centrum Villa Globe.

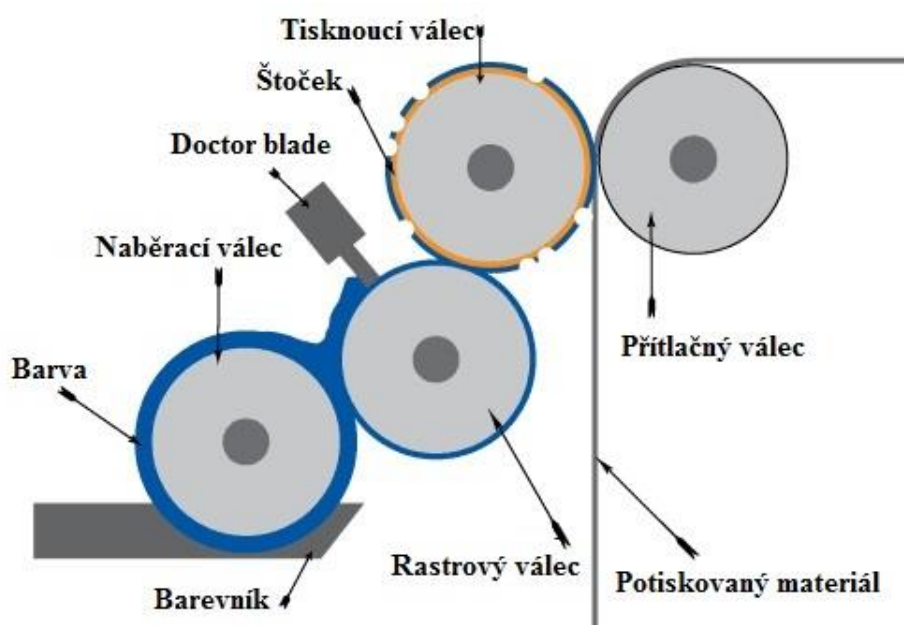


*Obr. 1-1 Areál společnosti [1]*

## 1.2 Flexotiskové stroje řady SomaFlex

Flexotisk, nebo také flexografie je technika tisku “z výšky”. V podstatě se jedná o moderní knihtisk, kdy je možné tisknout na téměř jakýkoliv nepórovitý materiál. Barva z barevníku je přenášena na keramický rastrový válec, z něho na štoček (= tiskařská forma z měkkého gumě podobného materiálu) s tisknutým vzorem, který je vyvýšen oproti netisknoucí ploše. Odtud je název technologie flexo. [2]

Firma SOMA spol. s.r.o. v programu SomaFlex produkuje tiskařské stroje tisknoucí na plastovou fólii, které jsou konstruovány s centrálním přitlačným válcem, kolem kterého se nachází 6 až 10 barevníků v závislosti na typu stroje. Tento způsob uspořádání klade velký důraz na geometrickou a rozměrovou přesnost centrálního válce, jehož průměr může dosahovat až 2600 mm.



Obr. 1-2 Schéma principu tisku [4]

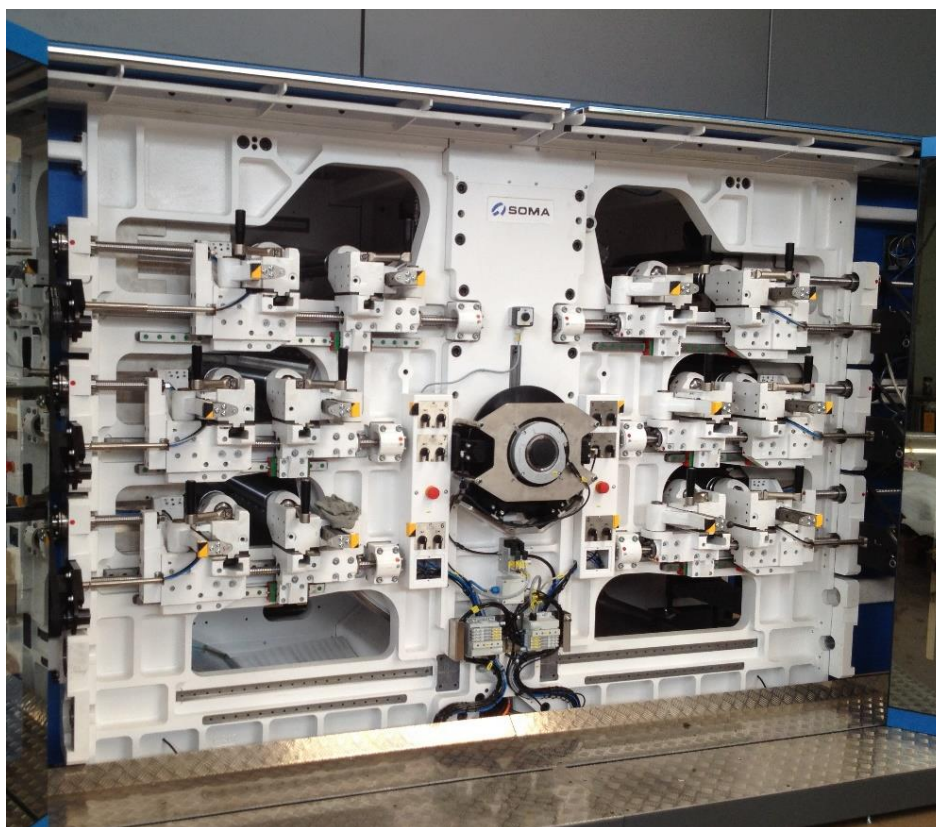
Obr. 1-2 ilustruje distribuci barvy z barevníku přes naběrací válec, rastrový válec na štoček na tisknoucím válci. Každý barevník obsahuje jinou barvu a jiný vzor, který je na štočku. Tyto vzory jsou sesynchronizované tak, že při projetí materiálu se natisknuté vzory od jednotlivých štočků „sečtou“ a výsledkem je finální požadovaný vzor.

Aby bylo možné rychle měnit tisknuté motivy, využívá se na štočku a tisknoucím válci technologie tzv. sleeveů (Obr. 1-3). Obvod sleeveu určuje délku tisknutého motivu, což je důležitá charakteristika stroje. Na strojích OPTIMA může být délka tisku od 240 mm do 600 mm.



*Obr. 1-3 Sleeve se štočkem [5]*

Na Obr. 1-4 je centrální válec (tisková jednotka). Válec je osazen osmi barevníky. Aby bylo dosaženo požadované tuhosti, je nosný rám odlitek. Jednotlivé válce jsou poháněny servomotory. Pro přesné polohování jsou používány kuličkové šrouby a lineární pohony.



*Obr. 1-4 Tisková jednotka Optimy při otevření dveří [autor]*

K produktům flexotiskových strojů patří zejména obalové materiály. Na Obr. 1-5 je ukázka konečného produktu – potisknuté role materiálu.



*Obr. 1-5 Navíjející se potisknutý materiál [6]*



## 2 PROBLEMATIKA A SOUČASNÝ STAV MĚŘENÍ ROVNOBĚŽNOSTI VOCIČÍCH VÁLCŮ

### 2.1 Situace v SOMA spol. s. r. o.

Pro ilustraci problému bude v této práci použit stroj OPTIMA v současnosti vyráběný firmou SOMA spol. s. r. o.



*Obr. 2-1 Optima [9]*

#### 2.1.1 Moduly stroje

Při montáži stroje se nejdříve sestaví základní rámy modulů a ty se pak rovnají podle tiskové jednotky, která je nejtěžší částí stroje a je s ní tak i nejobtížnější manipulace.

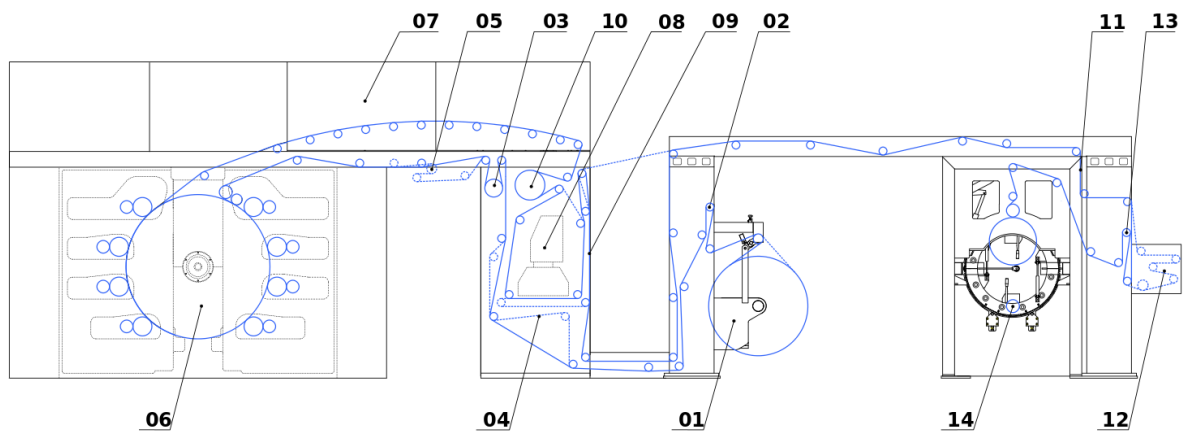
Příčnický, které spojují rámy modulu, jsou vyrobeny s přesností  $\pm 20\mu\text{m}$  délkového rozměru. Rámy samotné jsou vyrobeny s vysokou přesností rovinnosti, a proto můžeme chybu zanedbat. Uvažujeme tedy, že i když nebudou rámy modulu dokonale rovnoběžné (výchylka od rovnoběžnosti se pohybuje v řádech deseti tisícin stupně), zachovají si tuto výchylku v celé délce modulu. Tato skutečnost bude zužitkována v kapitole 4.



*Obr. 2-2 Vodící válec s příčnickou (natřené bílou barvou) [autor]*

### **2.1.2 Dráha materiálu**

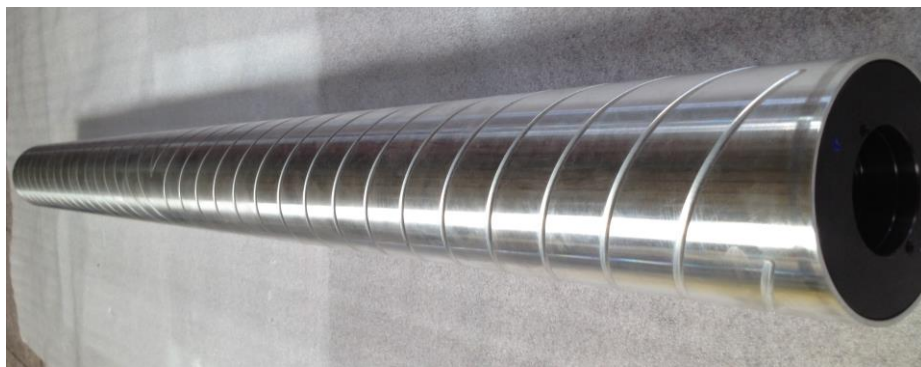
Aby mohl být potiskovaný materiál dopravován do všech částí stroje, které se podílejí na celém procesu tisku, je v celé jeho dráze rozmístěno množství válců, které jsou v drtivé většině případů nepoháněné. Na Obr. 2-1 je schéma dráhy materiálu s vyznačenými vodícími válci a částmi kompletního stroje OPTIMA ve variantě základního odvíjení a základního navíjení.



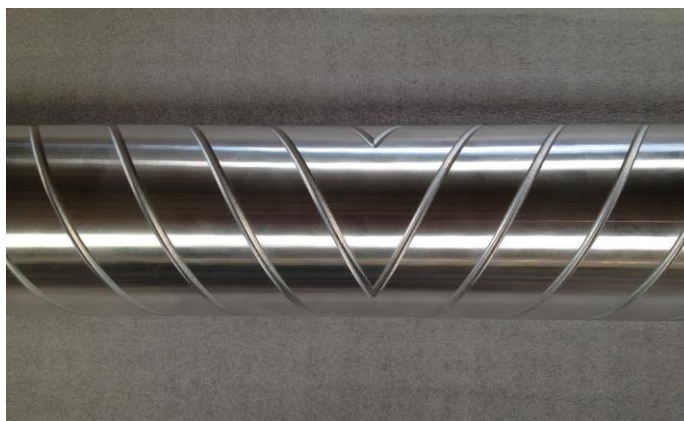
*Obr. 2-3 Dráha materiálu [7](popis v příloze)*

## 2.2 Vodicí válce

Jednotlivé válce jsou mezi sebou vzdáleny maximálně 650 až 700 mm. Na povrchu každého válce je od jeho středu vyfrézovaná dvojice spirál, které jsou orientovány podle smyslu točení válce tak, aby rozháněly materiál a dodatečně zajistili jeho vystředění. Pokud má některý vodicí válec vést materiál i zpětně, jsou na něm dvě dvojice spirál. Na stroji Optima, která poslouží jako příklad pro tuto práci, je délka těchto válců 1350 mm a průměr 100 mm.



*Obr. 2-4 Vodicí válec [autor]*



*Obr. 2-5 Zrcadlená spirála ve středu vodícího válce [autor]*

Všechny vodící válce jsou na ložiskách nasazených na tyči, která je uchycena v rámech modulu pomocí čepů (Obr. 2-2).

### **2.2.1 Rovnoběžnost vodících válců**

Rovnoběžnost vodících válců je kritérium, které výrazně ovlivňuje možnosti tisku. Odchytky od rovnoběžnosti mají totiž za důsledek nerovnoměrné rozložení napětí v průběhu materiálu, což může znamenat i deformaci potiskovaného materiálu, nebo jeho shrnování na stranu. Není podstatná přesná absolutní vzdálenost dvou válců, ale pouze jejich rovnoběžnost.

Donedávna se pro uchycování tyčí k rámu používaly prosté čepy. Takto rovnoběžnost válců ovlivňovalo především ustavení modulu vůči tiskové jednotce a po smontování stroje nebylo možné již odchytky dále korigovat. Poslední dobou se začal používat čep, ve kterém je vyfrézovaná drážka, do níž z vnějšku proniká šroub (Obr. 2-4). Tímto způsobem je možné dostatečně korigovat odchytky utahováním/povolováním šroubů. Nedořešen ale zůstává způsob jakým rovnoběžnost spolehlivě a efektivně měřit.

Při montáži se do prostředka díry čepu vloží tyč o průměru tyče, na které je vodící válec a šrouby se utáhnou. Tak je čep předpřipraven pro montáž vodícího válce, který se tak dostane do počáteční korigovatelné polohy, kdy se úhel mezi válcem a bočnicí blíží 90°.



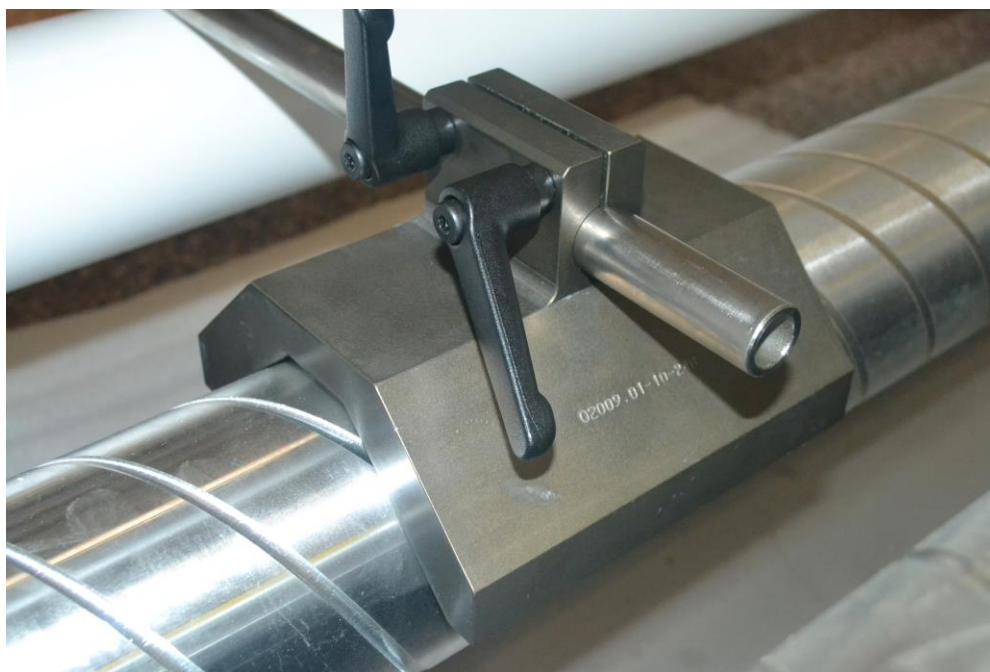
*Obr. 2-6 Čep [autor]*

### **2.2.2 Dosavadní způsob měření rovnoběžnosti vodicích válců**

V současné době se ve firmě SOMA měří několika způsoby. Z nichž každý má své omezení:

- a) Opásání dvou měřených válců svinovacím metrem. Takto je možné měřit odchylku od rovnoběžnosti jak vertikálního tak horizontálního směru ale s velkou chybou. Mezi válci nesmí být překážka, která by bránila změření svinovacím metrem.
- b) Použití vodováhy. Pomocí vodováhy se dá změřit sklon válce vůči vodní rovině a tak přesně ustavit válce ve vertikálním směru. Metoda ale nepodá žádnou informaci ohledně výchylek v horizontálním směru.
- c) Měření prizmatem s přivařenou tyčí nastavitelné délky. Tímto přípravkem se porovnává vzdálenost konců válců. Na jedné straně se přesně nastaví délka tyče a na druhé straně se zkouší, jestli se konec tyče dotkne povrchu válce nebo ne. Tento způsob kontroly rovnoběžnosti je při správném použití účinný a přesný. Velkou nevýhodou je ale nekompaktnost přípravku a špatná

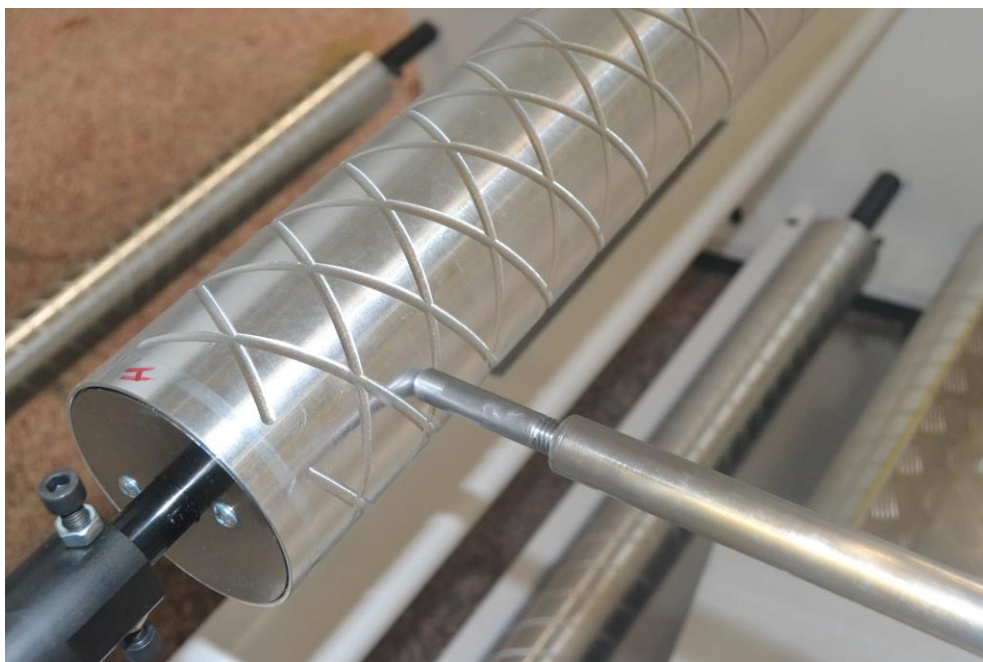
manipulace v hůře dosažitelných částech stroje. Mezi válci nesmí být překážka, která by znemožnila tyčí zkontrolovat vzdálenost.



*Obr. 2-7 Prizma s tyčí [autor]*

Na Obr. 2-7 je vidět přesně vyrobené prizma posazené na vodící válec, který je brán jako referenční. Na Obr. 2-8 je ukázka hrotu tyče dotýkající se dalšího válce, jehož poloha se posléze na základě měření upraví pomocí šroubů v čepu. Tento případ neilustruje problém, který nastává při montáži stroje u zákazníka. Tam se převezou odděleně jednotlivé moduly stroje už obsahující veškerá další zařízení, která vyplní prostor v průběhu celého stroje, a smontují se. Když se pak při ožívování stroje zjistí, že se potiskovaný materiál shrnuje na stranu nebo se objeví jiný problém pramenící z nerovnoběžnosti válců, je jen velmi těžké přijít na to, kde přesně je chyba a tedy který válec se má korigovat.





*Obr. 2-8 Tyč prizma [autor]*

### **2.3.1 Konkurenční stroje**

Na českém trhu není firma s podobným zaměřením jako SOMA spol. s r. o. Ta zároveň patří mezi světovou špičku. Nejblíže a silná konkurence je v Německu v podobě firmy WINDMÖLLER & HÖLSCHER, jejíž stroj velmi podobný stroji OPTIMA je na Obr. 2-6.



*Obr. 2-9 Miraflex A [8]*

Tyto dva stroje si nejsou podobné pouze zevnějškem. Používají stejnou technologii tisku a podobně je řešena i dráha materiálu a způsob upínání vodících válců (čepy se šrouby) a jejich provedení. Mezi konkurencí se také najdou stroje, které mají

válce připevněny na rámu bez možnosti dalšího seřízení. U těchto strojů se spoléhá na dostatečně přesné ustavení rámu modulů, což je ale i vzhledem k nárokům na montovací prostor (rovnost podlahy, atp.) obtížné, a proto tyto stroje nemají v tisku tak dobré výsledky jako např. Miraflex nebo Optima. [15]



# 3 ANALÝZA DOSTUPNÝCH MOBILNÍCH TECHNOLOGIÍ PRO 3D MĚŘENÍ

Tato analýza se zabývá charakteristikou měřicích přístrojů vybraných s ohledem na využitelnost při měření rovnoběžnosti vodicích válců.

## 3.1 Měřicí rameno

Měřicí rameno je univerzální měřicí přístroj. Skládá se nejčastěji ze spodní části, která slouží jako pevný bod měření v souřadnicovém systému, a dále pak z šesti kloubů spojených dvěma delšími částmi. Na posledním kloubu je rukojeť s hrotem, který se přikládá na měřený rozměr.

Funguje na základě snímání natočení v jednotlivých kloubech. Přesnost měření závisí na modelu. Například u produktu Faro Arm Prime je to  $\pm 0,059$  mm na měřicím rozsahu 3 m. Nejčastěji se používá k měření geometrie součástí, kdy výstupem měření mohou být i vyexportovaná CAD data nebo jen hodnota zobrazená na displeji přístroje.

Na Obr. 3-2 je ukázka měření geometrie vyrobené součásti za použití měřicího ramena.

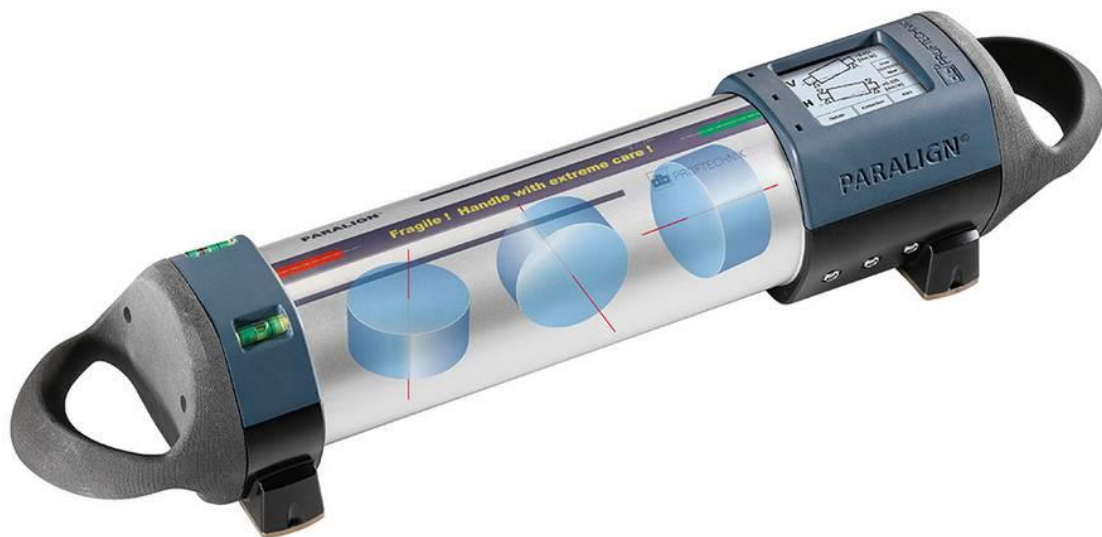


Obr. 3-2 Měřicí rameno [14]

### 3.2 Paralign

Paralign je patentovaný měřicí přístroj vyvinutý speciálně na měření rovnoběžnosti vodicích válců tiskařských strojů. Využití je zamýšleno převážně u strojů s válci velkých průměrů, kde je menší tolerance rovnoběžnosti, než  $\pm 0,1$  mm/m, která je požadována firmou SOMA spol. s r. o. Takové požadavky na přesnost kladou například papírenské stroje.

Na Obr. 3-2 jsou uvnitř přípravku naznačeny tři gyroskopy orientované tak, aby snímaly natočení v osách x, y, a z. Použité gyroskopy jsou velice přesné a využívají se například v družicích či řízených balistických střelách. Tento přístroj je velmi komplikovaný a kvůli použití hi-tech komponent není možné přiblížit se jeho výsledkům vyrobením vlastního přístroje za použití běžně dostupných gyroskopů.



*Obr. 3-3 Paralign [12]*

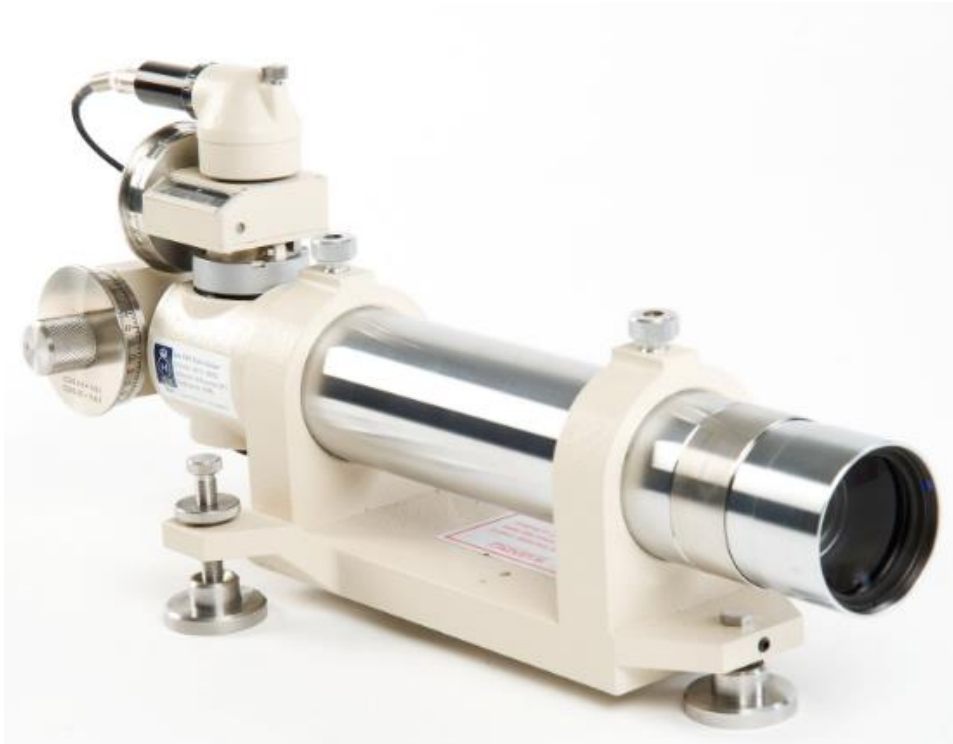
Paralign dosahuje velmi malé chyby  $\pm 4$   $\mu\text{m}/\text{m}$  a měření není omezeno překážkami mezi válci. [12]

### 3.3 Autokolimátor

Autokolimátor je optický měřicí přístroj, který měří lámavý úhel hranolů a optických klínů, určuje paralelnost reflexivních povrchů a měří úhel zrcadel. Z hlediska řešení problému rovnoběžnosti vodicích válců je zajímavá poslední zmíněná možnost měření. [11]

Autokolimátor vysílá světelný paprsek, jehož charakter závisí na specifikaci určitého přístroje. V okamžiku prvního zamíření měřicího paprsku na zrcátko, jehož úhel

je měřen, může být zrcátko od kolmého směru vychýleno maximálně o zorné pole autokolimátoru. Velikost zorného pole závisí na určitém produktu a je v řádech desítek minut úhlu. Jakmile je jednou zrcátko správně zaměřeno, je schopen autokolimátor měřit větší výchylky už zaměřeného zrcátka než je jeho zorné pole.



*Obr. 3.4 Autokolimátor [16]*

### **3.4 Sada prizmat s přivařenou tyčí**

V tomto případě se jedná o stejný způsob kontroly rovnoběžnosti vodicích válců, který se používal ve společnosti SOMA spol. s. r. o. doposud. Nemění se tedy princip měření a zůstává přesnost. Stejně tak ale také zůstává obtížná manipulace. Výstup měření nepodává žádnou informaci ohledně velikosti odchylky od ideálního stavu (hrot tyče se buď dotkne, nebo nedotkne druhého válce – metoda pokus omyl). Překážky mezi měřenými válci znemožňují měření. Pro spolehlivé použití na celém stroji by bylo nutné buď upravit konstrukci pro distribuci materiálu tak, aby vzdálenosti válců byly normalizované do několika řad nebo vyrobit celou sadu prizmat s přivařenou tyčí, což by kompenzovalo různou vzdálenost mezi válci. Neekonomičnost této varianty tedy spočívá v potřebě rozsáhlé změny konstrukce strojů tak, aby nebyly mezi válci překážky anebo aby bylo vyrobené velké množství měřících přípravků, které by byly schopné měření mezi různě vzdálenými válci.

## 4 NÁVRH METOD MĚŘENÍ ROVNOBĚŽNOSTI

V následující části jsou na základě předchozí analýzy uvedeny návrhy řešení dané problematiky. Z nich je posléze vybrána jedna varianta, která nejlépe obstojí z hlediska schopnosti měření a z ekonomického hlediska. U ekonomického hlediska je také třeba vzít v úvahu fakt, že přístrojů je potřeba několik: pro montáž ve firmě, pro montáž u zákazníka, pro servis a také pro firmy, kde si na zakázku nechává firma SOMA spol. s. r. o. vyrobít části strojů, kterými prochází dráha materiálu. Výsledná cena řešení tak bude několikanásobná.

### 4.1 Autokolimátor

Při použití autokolimátoru by byl měřen úhel sklonu vodícího válce s bočnicí modulu. Uvažované délce vodícího válce 1350 mm a jeho dovolené výchylce od rovnoběžnosti  $\pm 0,1$  mm/m odpovídá úhel odklonu od dokonale rovnoběžné osy  $0,004^\circ$ . Jak bylo zmíněno v části 2.1.1, můžeme považovat bočnici za dostatečně rovinnou. Pokud došlo k nerovnoběžnosti bočnic vlivem nepřesných příčníků, je úhel, kterým se bočnice vychyluje od dokonale rovnoběžného řádově menší než úhel, který potřebujeme rozlišit, abychom dosáhli požadované přesnosti. Přesnost elektronického autokolimátoru z Obr 4.1 při měření úhlu naklonění zrcadla je  $2,5'$  tedy  $0,0007^\circ$ . Je tak schopen rozlišit maximální dovolenou odchylku  $0,004^\circ$  mezi válcem a bočnicí.

Tato metoda nevyžaduje prostor mezi válci, u kterých se bude rovnoběžnost měřit. Jediná potřebná úprava je, že místo na rámu, kam se bude umísťovat zrcátko, nesmí být nalakováno. Nalakování totiž zapříčiňuje zhoršení rovinnosti povrchu bočnice. U každého válce tak bude muset být nenalakovaná plocha o výměře alespoň  $25\text{ cm}^2$ . Cena jednoho elektronického autokolimátoru na Obr. 4-1 se pohybuje kolem 400 000 Kč. A jeho zorné pole je  $42'$  tedy  $0,7^\circ$ .

Oproti dříve ukázanému autokolimátoru z Obr. 3-3 je tento méně přesný a má větší zorné pole. Pro tuto aplikaci bohatě postačí elektronický autokolimátor z Obr. 4-1.



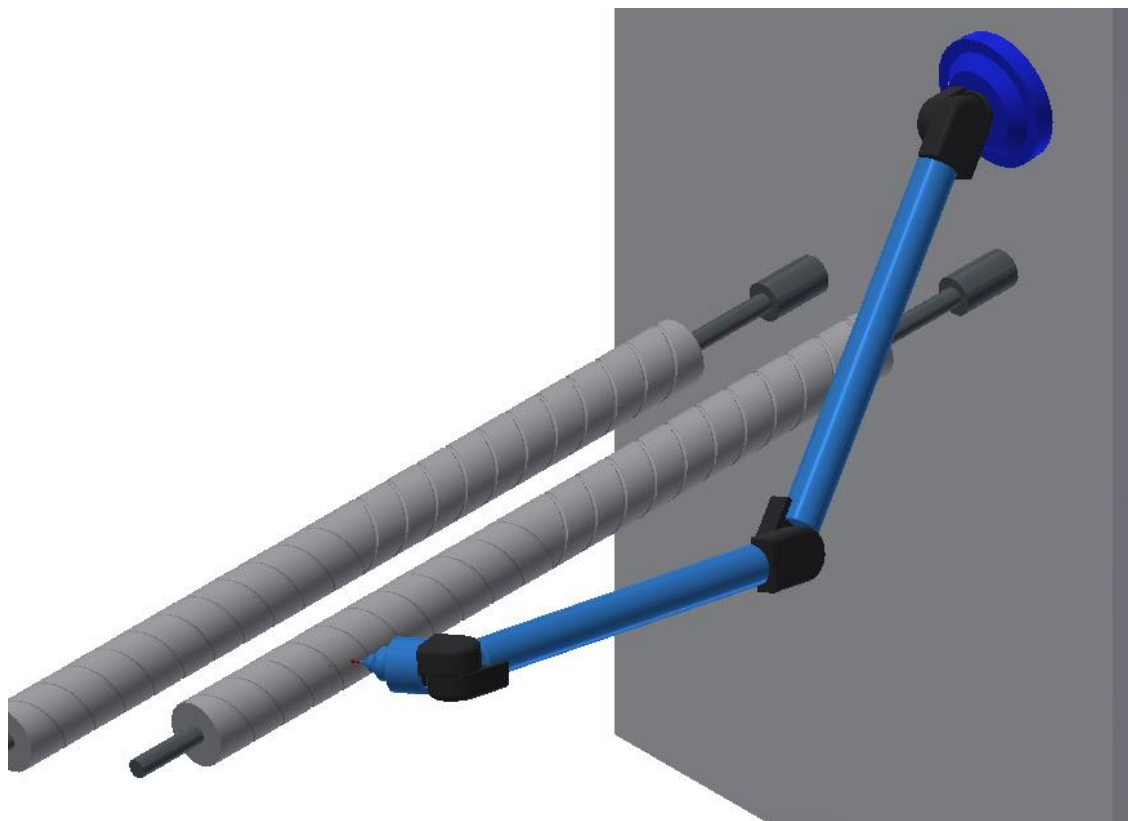
*Obr. 4-1 Elektronický autokolimátor [11]*

### **4.3 Měřicí rameno**

Tento univerzální měřicí přístroj zmíněný již v části 3.2 může být využit i k měření rovnoběžnosti vodicích válců. Upínání měřicího ramena je možné upravovat dle potřeb měření. V naší aplikaci by byla základna přístroje doplněna o magnet. Tak je možné upnout rameno k rámu jako na Obr. 4-3. Dále se dotykem hrotu ramene ve třech bodech na jednom a druhém konci válce zjistí dvě kružnice a přístroj vyhodnotí jejich střed. Stejným způsobem se postupuje u druhého válce. Již uvedená chyba měření  $\pm 0,059$  mm v rozsahu 3 metry se ale způsobem měření sčítá. Výsledná chyba pak překročí tolerovanou odchylku  $\pm 0,1$  mm/m, která dle zadání nesmí být překročena.

Měřicí rameno s rozsahem 3 metry je zmiňováno proto, že se počítá s překážkami uvnitř stroje a rameno se jim tedy bude muset vyhýbat a bude tak potřeba jeho větší délka. V ideálním případě bez překážek by se daly samozřejmě využít ramena s menším měřicím rozsahem, která dosahují větších přesností. Výsledný efekt sčítání měřicí nejistoty bude ale obdobný jako u delšího ramene.

Výstupem měření je absolutní vzdálenost získaných středů kružnic v souřadnicovém systému. Cena nejlevnějšího provedení Faro Arm se pohybuje kolem 1 mil. korun.

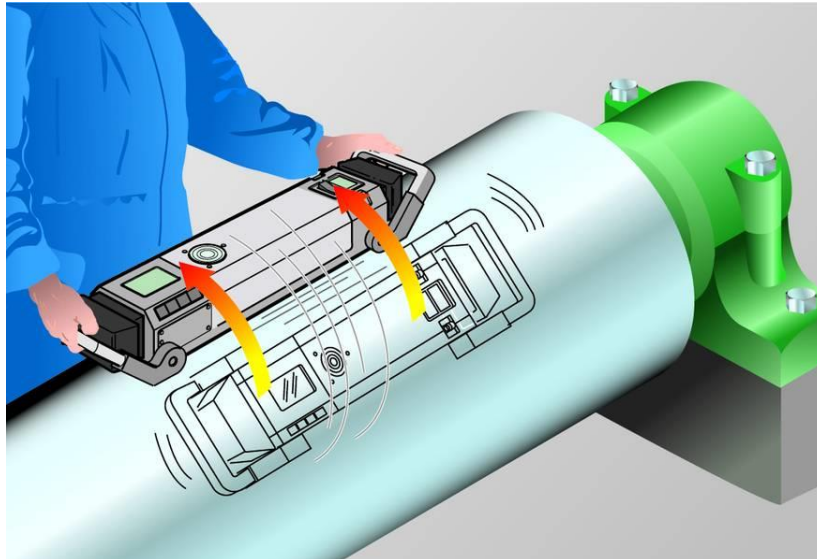


*Obr. 4-3 Měření měřicím ramenem [autor]*

Měřicí rameno sice dokáže měřit přes překážky, měření s ním nevyžaduje konstrukční úpravu stroje a má možnosti dalších využití. Jeho přesnost se ale při aplikaci k této problematice zhoršuje a zároveň cenově je to nejdražší řešení.

#### **4.4 Paralign**

Přípravek se podle Obr. 4-4 opíše část kružnice povrchu válce. Při tomto pohybu gyroskopy zaznamenají hodnoty natočení, ze kterých je zařízení schopné dopočítat polohu válce. První změřený válec se vezme jako referenční a jakmile se změří ostatní válce, přístroj odečte natočení válců vůči referenčnímu.

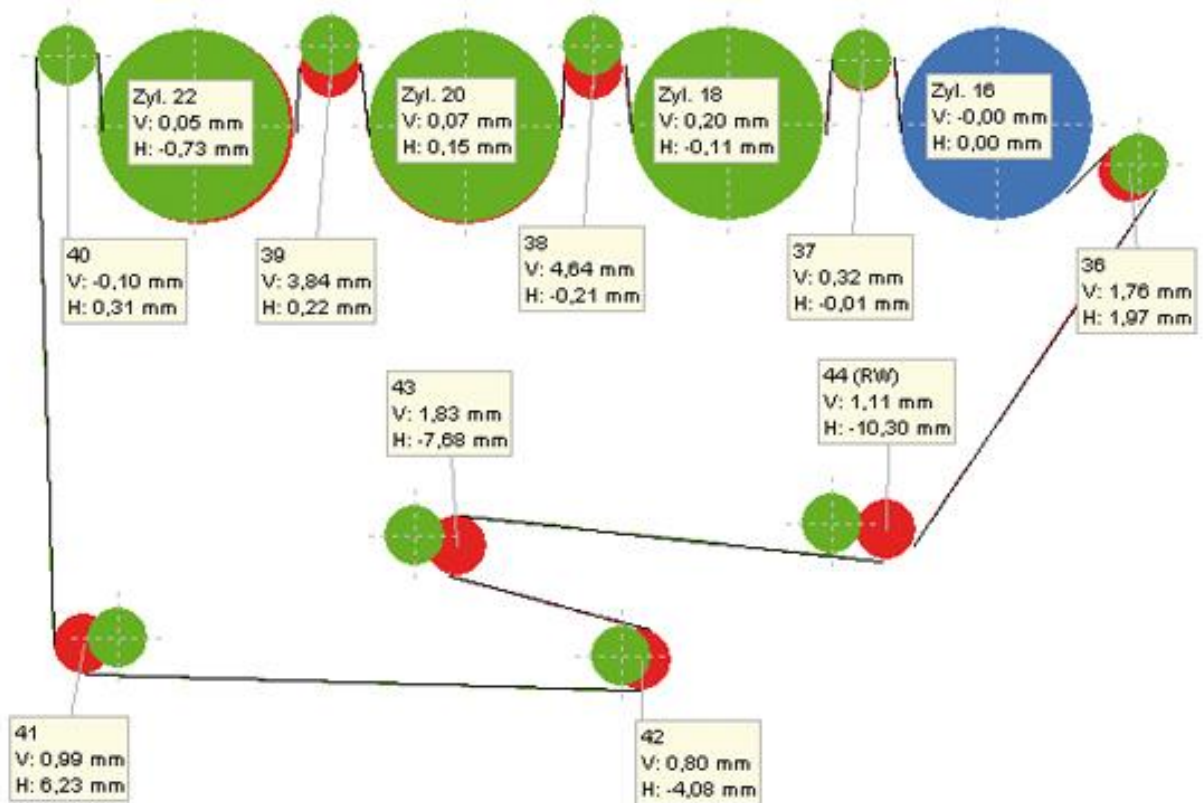


*Obr. 4-4 Měření pomocí Paralign [12]*

Zásadní problémem je, že tento produkt není na prodej. Společnost vlastní patent na tento Paralign sama vypracovává studie rovnoběžnosti vodících válců na objednávku.

Výstupem měření je dokument, kde se uvádí vychýlení konců válců ve vertikálním a horizontálním směru od referenčního válce (Obr. 3-4). Na obrázku je vidět modrý kruh představující referenční válec. Dále se vyskytují zelené a červené kruhy. Výskyt červeného kruhu značí odchylku od rovnoběžnosti válce. V rámečku je zaznamenána odchylka jednoho konce válce vůči druhému konci způsobující nerovnoběžnost vůči referenčnímu válci. Celková odchylka je rozdělena na vertikální (V) a horizontální (H) část.





Obr. 4-5 Studie pomocí Paralign [13]

#### 4.5 Výběr varianty

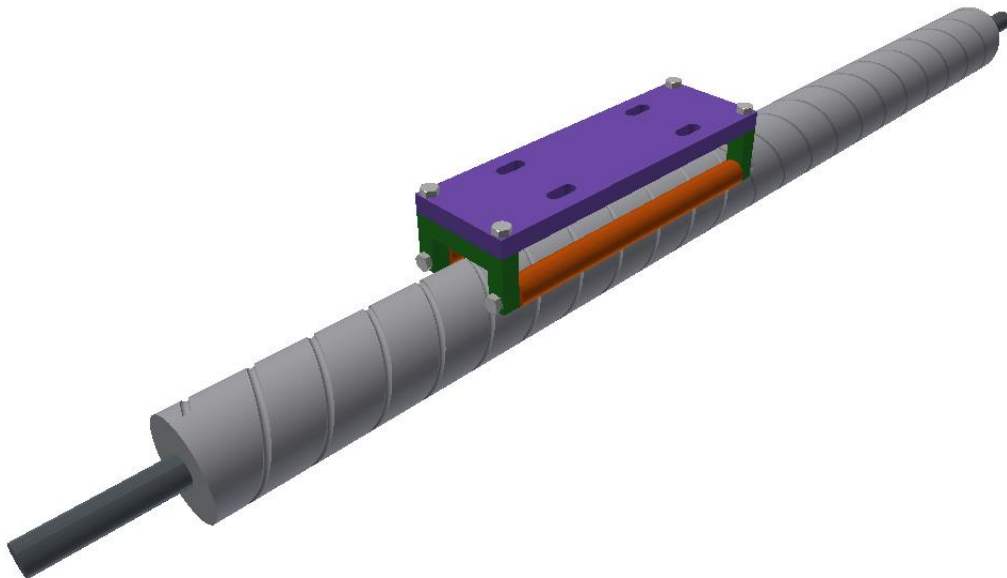
Z tří možných variant bylo vybráno měření pomocí autokolimátoru, konkrétně pomocí elektronického autokolimátoru, který je na Obr. 4-2. Tato varianta je přesnější a spolehlivější než měření pomocí prizmat s tyčí a není tolik omezena prostorem. Je také přesnější než měření měřicím ramenem a na rozdíl od Paralign může firma tuto metodu využívat sama.



# 5 METODIKA MĚŘENÍ ELEKTRONICKÝM AUTOKOLIMÁTOREM

## 5.1 Přípravek na uchycení autokolimátoru

Samotný autokolimátor nelze na vodící válec přidělat. K tomu poslouží navržený přípravek na Obr. 5-1. Ten se skládá z tří plechů tloušťky 20 mm a dvou válečků průměru 30 mm. Vrchní plech má čtyři drážky, přes které se pomocí šroubů a matic přidělá podstava autokolimátoru. Ostatní použité šrouby jsou lícované, aby bylo spojení jednotlivých prvků přípravku dostatečně přesné a tak bylo možné „odebrat“ osu válce.



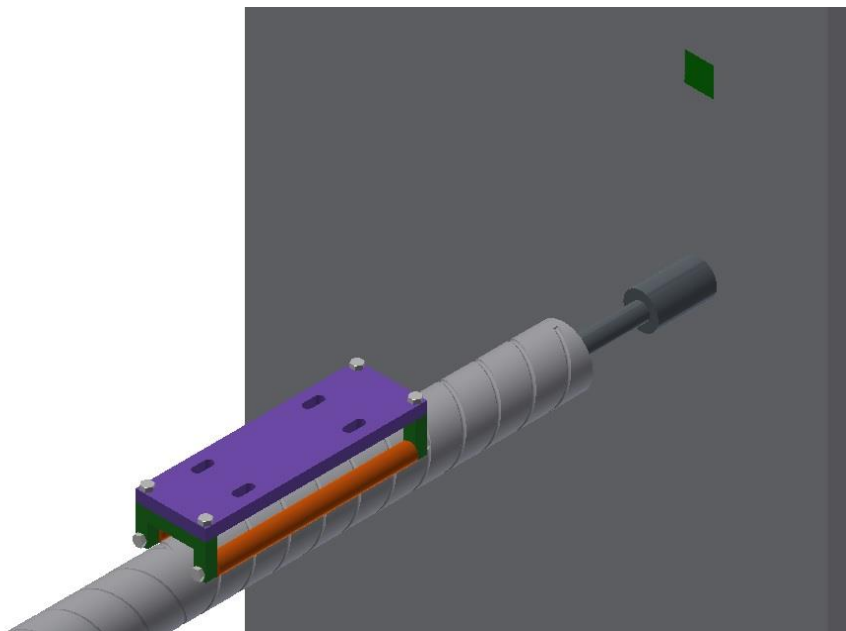
*Obr. 5-1 Přípravek k měření autokolimátorem [autor]*

## 5.2 Kalibrace autokolimátoru

Aby paprsek autokolimátoru skutečně souhlasil s osou válce a tam mohl měřit úhel odchýlení od kolmého směru vůči bočnici, je potřeba jej seřídít pomocí utahování/povolování šroubů v podstavě. K seřízení poslouží tisková jednotka, kde jsou válce uchyceny v čepech v přesných dírách. V podstatě se bude měřit úhel odklonu od kolmého směru válce, který už je dostatečně kolmý. Podstava autokolimátoru se seřídí tak, aby autokolimátor ukazoval deviační úhel blížíící se  $0,004^\circ$ . Jakmile nastavíme podstavu tak, aby přístroj vysílal rovnoběžný paprsek s osou válce, může se přejít k samotnému měření.

### 5.3 Úprava konstrukce strojů

V části 4.1 bylo zmíněno, že zrcátko přidělané na bočnici musí být na nenalakovaném povrchu. Úpravou bude tedy pouze určení místa, kam se nebude nanášet lak. V místě 30 cm od středu díry pro čep držící tyč od vodícího válce bude spodní strana nenalakované plochy čtverce o straně 5 cm.

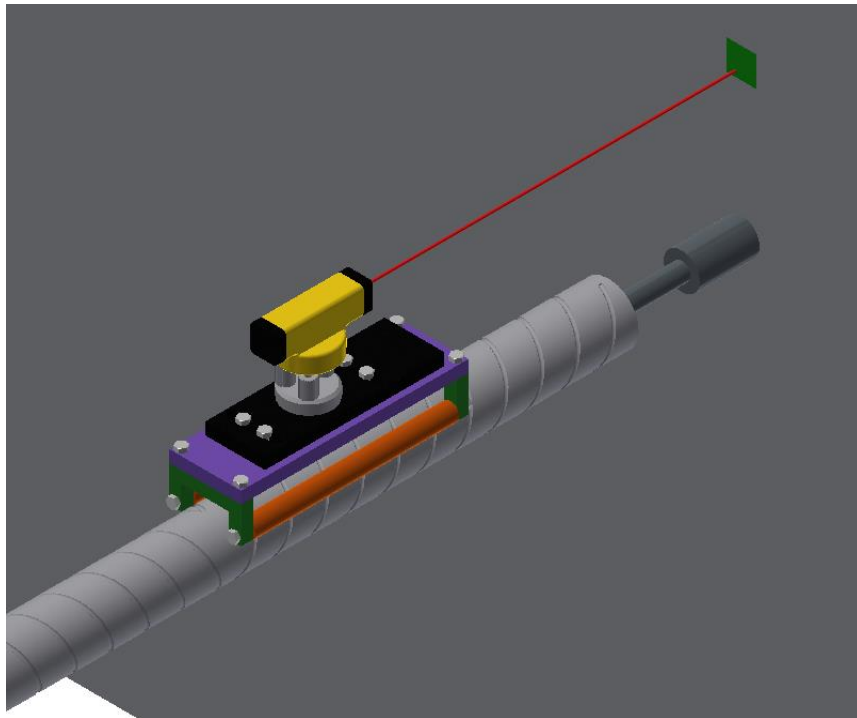


*Obr. 5-2 Nenalakovaná plocha bočnice (zeleně) [autor]*

### 5.4 Postup měření a ustavení vodících válců pomocí autokolimátoru

Nejprve se přeměří vodící válec ve svislém směru pomocí vodováhy a upraví se jeho poloha pomocí šroubů v čepu. Lepicí páskou se na nenalakované místo na bočnici přilepí zrcátko. Následně přiložíme na vodící válec přípravek, na kterém je uchycen autokolimátor. Zároveň je třeba kontrolovat, že je přípravek vodorovně. Zorné pole je dostatečně velké aby byl přístroj schopen zaměřit zrcátko (viz část 4.1), když bude válec v počáteční korigovatelné poloze (viz část 2.2.1). Autokolimátor změří deviační úhel, o který válec není kolmý na bočnici. Následně se znovu koriguje poloha válce. Měření se opakuje, dokud se deviační úhel nebude blížit  $0,004^\circ$ .

Obr. 5-3 ilustruje měření rovnoběžnosti vodících válců pomocí autokolimátoru.



*Obr. 5-3 Měření autokolimátorem*

## 6 ZÁVĚR

V rámci bakalářské práce byl navržen možný způsob měření rovnoběžnosti vodicích válců. Metoda se nezabývá absolutní vzdáleností válců, ale vztahuje všechny válce k jedné kolmé základně. Při montáži válců za pomoci této měřicí metody by mělo být možné dosáhnout menší než tolerovanou odchylku  $\pm 0,1$  mm vzdáleností měřených odpovídajících konců vodicích válců stanovenou zadavatelem – firmou SOMA.

Výhoda vybrané metody spočívá v mobilitě i ve schovívavosti ke konstrukci stroje. Není potřeba měnit uspořádání válců ani měnit polohy ostatních zařízení ve stroji, které zabraňují tomu, aby bylo vidět z jednoho válce na druhý. Jedinou lehkou konstrukční úpravou je nenalakování malé plochy na umístění zrcátka při měření.

V současné době ještě měřicí metoda nebyla realizována. Realizace prototypu se očekává v blízké době. Pokud se podaří aplikovat metodu podle předpokladů, otevře se pro firmu SOMA možnost tisknout na materiály choulostivější na proměnlivé napětí v jejich průřezu, jako například alobal.

## 7 POUŽITÉ ZKRATKY A JEDNOTKY

spol. s. r. o.	Společnost s ručením omezeným
Obr.	Obrázek
3D	3 Dimensional
m	metr
cm	centimetr
mm	milimetr
$\mu\text{m}$	mikrometr
$\pm \text{mm/m}$	tolerance v milimetrech na délku jednoho metru
$\pm \mu\text{m/m}$	tolerance v mikrometrech na délku jednoho metru
°	stupeň

## 8 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] SOMA engineering  
URL: <<http://www.soma-eng.com>>
- [2] *Flexo printing technology*.  
4th new and revised ed. St. Gallen: DFTA, 2000. ISBN 3855990050.
- [3] *Flexography: principles and practices 6.0*.  
Edition 6.0. 2013. ISBN 9780989437417.
- [4] Printing methods  
URL: <<https://printingmethods.wordpress.com/printing-techniques/flexography>>
- [5] Windwöller und Höschler  
URL: <<http://www.directindustry.com/prod/windmoller-holscher/product-28430-477694.html>>
- [6] AJS labels  
URL: <[http://www.ajslabels.com/graphics/process\\_flexo.jpg](http://www.ajslabels.com/graphics/process_flexo.jpg)>
- [7] SOMA engineering  
Firemní dokumentace
- [8] Windwöller und Höschler  
URL: <<http://www.wuh-lengerich.de/en/printing/printing-presses/flexographic-printing-presses/miraflex-a>>
- [10] Náradí professional  
URL: <<http://metrietools.cz/z6340-teleskop-merici-tyc-ideefix-65-320cm>>
- [11] Lasery a Optika  
<http://www.lao.cz/lao-info-49/elektronicky-autokolimator-249>
- [12] Paralign  
URL: <<http://www.pruftechnik.com/cn/top/press/editorials/paralign-levelign-geometrical-alignment.html>>
- [13] Paralign  
URL: <<http://www.pruftechnik.com/solutions/applications/roll-alignment.html>>
- [14] Měřicí rameno Faro  
URL: <<http://touchdmis.com/faro-arm-touch-portable-measuring-software>>
- [15] SOMA engineering  
Analýza konkurence firmy SOMA
- [16]  
URL: <<http://www.imeco-th.cz/detail?pid=40#>>

## 9 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

<b>Obr. 1-1</b> Areál společnosti [1]	<b>5</b>
<b>Obr. 1-2</b> Schéma principu tisku[4]	<b>6</b>
<b>Obr. 1-3</b> Slev se štočkem [5]	<b>7</b>
<b>Obr. 1-4</b> Tisková jednotka Optimy při otevření dveří	<b>7</b>
<b>Obr. 1-5</b> Navíjející se potisknutý materiál [6]	<b>8</b>
<b>Obr. 2-1</b> Optima [9]	<b>9</b>
<b>Obr. 2-2</b> Vodící válec s příčnický (natřené bílou barvou)	<b>10</b>
<b>Obr. 2-3</b> Dráha materiálu [7]	<b>11</b>
<b>Obr. 2-4</b> Vodící válec	<b>11</b>
<b>Obr. 2-5</b> Zrcadlená spirála ve středu vodícího válce	<b>12</b>
<b>Obr. 2-6</b> Čep	<b>13</b>
<b>Obr. 2-7</b> Prizma s tyčí	<b>14</b>
<b>Obr. 2-8</b> Tyč prizma	<b>15</b>
<b>Obr. 2-9</b> Miraflex A [8]	<b>15</b>
<b>Obr. 3-2</b> Měřicí rameno [14]	<b>17</b>
<b>Obr. 3-3</b> Paralign [12]	<b>18</b>
<b>Obr. 3-4</b> Autokolimátor [16]	<b>19</b>
<b>Obr. 4-1</b> Elektronický autokolimátor [11]	<b>21</b>
<b>Obr. 4-3</b> Měření měřicím ramenem	<b>22</b>
<b>Obr. 4-4</b> Měření pomocí Paralign [12]	<b>23</b>
<b>Obr. 4-5</b> Studie pomocí Paralign [13]	<b>24</b>
<b>Obr. 5-1</b> Přípravek k měření autokolimátorem	<b>25</b>
<b>Obr. 5-2</b> Nenalakovaná plocha bočnice	<b>26</b>
<b>Obr. 5-3</b> Měření autokolimátorem	<b>27</b>