

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N 2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: Strojírenská technologie - technologie obrábění

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Analýza systému managementu měření ve firmě Astos Machinery a.s.

Autor: **Bc. Michal CHAMULA**

Vedoucí práce: **Ing. Zdeněk POSPĚCH, Ph.D.**

Zadání

1. Úvod
2. Analýza současného stavu
3. Identifikace oblastí s potenciálem zlepšení
4. Návrh nápravných opatření
5. Závěr

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této práce. Práci jsem prováděl pod vedením p. Ing. Petra Zemana, jakožto konzultanta z firmy a Zdeňka Pospěcha PhD z fakulty strojní ZČU.

V Plzni dne:

.....

podpis autora

Anotační list diplomové práce

AUTOR	Příjmení Bc. Chamula	Jméno Michal	
STUDIJNÍ OBOR	2303T004 - Strojírenská technologie - technologie obrábění		
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Ing. Pospěch Ph.D.	Jméno Zdeněk	
PRACOVÍŠTĚ	ZČU - FST - KTO		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Analýza systému managementu měření ve firmě Astos Machinery a.s.		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KTO	ROK ODEVZD.	2016
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	69	TEXTOVÁ ČÁST	60	GRAFICKÁ ČÁST	9*
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Tato diplomová práce se zabývá systémem managementu měření ve strojírenském podniku Astos Machinery a.s., analýzou stávajícího stavu, oblastí s potenciálem na zlepšení a návrhem případných nápravných opatření.
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	Metrologie, měření, měřidlo, přípravek,

Summary of diploma sheet

AUTHOR	Surname Bc. Chamula	Name Michal	
FIELD OF STUDY	2303T004 - Strojírenská technologie - technologie obrábění		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Pospěch Ph.D.	Name Zdeněk	
INSTITUTION	ZČU - FST - KTO		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Analysis of measurement management system in the company Astos Machinery a.s.		

FACULTY	Mechanical engineering	DEPARTMENT	KTO	SUBMITTED IN	2016
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 a equivalent A4)

TOTAL- LY	69	TEXT PART	60	GRAPHICAL PART	9*
----------------------	----	------------------	----	---------------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	This thesis deals with the management system of measurement in engineering company Astos Machinery Inc., an analysis of the current status, potential areas for improvement and proposing possible corrective actions.
KEY WORDS	Metrology, measurement, measuring gauge, measuring equipment

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat celému vedení firmy, ASTOS Machinery a.s. a Machinery Desig s.r.o., za podporu a poskytnuté informace pro vypracování této práce. Dále také děkuji vedoucímu mé diplomové práce, Zdeňku Pospěchovi PhD., především za ochotu, cenné rady a odbornou pomoc.

Obsah

1 Úvod	10
1.1 Cíl práce	10
2 Představení společnosti	11
2.1 Produktové portfolio	11
2.1.1 Dopravníky	11
2.1.2 Zdvihací zařízení	12
2.1.3 Filtrační stanice	12
2.1.4 Zakrytování strojů	13
2.1.5 Speciální projekty	13
2.2 Zákazníci	13
2.3 Organizační struktura	14
2.4 Dělení společnosti Astos Machinery	15
2.4.1 Výrobní podnik	15
2.4.2 Konstrukční kancelář	15
2.5 Vize a hodnoty společnosti	16
3 Analýza současného stavu	17
3.1 Popis provedení analýzy	17
3.2 Výrobní prostory	18
3.2.2 Dějírna	18
3.2.3 Obrobna a lisovna	19
3.2.4 Svařovna	19
3.2.5 Kontrola	20
3.2.6 Lakovna	21
3.2.7 Montáž	21
3.2.8 Expedice	22
3.2.1 Činnosti související s metrologií na jednotlivých pracovištích	22
3.3 Materiálové toky	23
3.4 Průchod výrobku výrobním procesem	23
3.5 Oddělení kontroly kvality	24
3.5.1 Měrový řád podniku	24

3.5.2	Kontrolní plány	24
3.5.3	Organizační struktura oddělení OTK	25
3.5.4	Definice odpovědnosti	26
3.5.5	Stávající metrologické vybavení	26
3.5.6	Pomůcky využívané při výkonu OŘJ	27
3.5.7	Ověřování správnosti měřidel v podniku	28
3.5.8	Vlastní měření	28
3.5.9	Záznamy o měření	28
3.5.10	Způsobilost k provádění měření	29
3.5.11	Stávající dispozice prostor pro provádění kontroly kvality	29
3.6	Zhodnocení a návrh nápravných opatření	30
4	Návrh kontrolního měřícího přípravku	32
4.1	Popis zamýšleného zařízení	32
4.1.1	Požadavky a specifikace zadavatele	32
4.2	Obecný popis měřících přípravků	33
4.3	Měřený produkt	34
4.3.1	Měřené údaje	35
4.3.2	Výrobní nepřesnosti měřeného produktu	36
4.4	Vývoj přípravku	37
4.4.1	Vývojová verze č.1	37
4.4.2	Vývojová verze č.2	39
4.4.3	Vývojová verze č.3	40
4.4.4	Vývojová verze č.4	42
4.5	Finální verze	45
4.5.1	Popis finální verze	46
4.5.2	Seřízení a ověření přesnosti přípravku	47
4.5.3	Popis průběhu měření	48
4.5.4	Měření souosostí	48
4.5.5	Vyhodnocení souosostí	49
4.5.6	Měření rovinnosti	49
4.5.7	Vyhodnocení rovinnosti	50
4.6	Technický návrh	50
4.6.1	Nepřesnost soustavy lineárního vedení a číselníkový úchylkoměr	50

4.6.3 Kalibry	51
4.6.3.1 Návrh kalibru č.1	52
4.6.3.2 Návrh kalibru č.2	55
5. Technickoekonomické hodnocení projektu	56
5.1 Kusovník	57
5.2 Vyráběné díly	58
5.3 Nakupované díly	62
5.4 Reklamace	63
6. Závěr	64
7. Seznam použitých zdrojů	65
Seznam použitých obrázků	65
Seznam použitých tabulek	67
Seznam použitého software	68
Seznam použitých značek a symbolů	68
8. Přílohy	69

1 Úvod

Metrologie je obor zabývající se jednotností a správností měření. Slovo jako takové je složené z řeckého metron = měřidlo/míra a logos = slovo. Setkáváme se s ní prakticky už od narození, kdy jako jeden z prvních úkonů porodních asistentů přichází měření a vážení novorozence. Převážná většina činností a služeb je tak spojena s metrologií a ta tvoří prakticky nepostradatelný obor v činnostech člověka.

Přesné měření je také základním předpokladem k zajištění výroby kvalitních produktů. Tím pádem se podílí na spokojenosti zákazníka. Samotný úkon měření a kontroly kvality často představuje neproduktivní čas výroby, ovšem bez zaručení správnosti hodnot požadovaných veličin si jakost a kvalitu lze jen těžko představit.

1.1 Cíl práce

Cílem této práce je analýza systému řízení jakosti, náprava metrologického pořádku a návrh požadovaných nápravných opatření. Práce se bude týkat systému řízení jakosti (dále jen SŘJ) ve strojírenském podniku Astos Machinery a.s. Bude provedena analýza stávajícího stavu oblastí s potenciálem zlepšení a na základě uskutečnění těchto kroků budou navržena potřebná nápravná opatření. Závěrem celé práce bude zpracováno technickoekonomické zhodnocení.

2 Představení společnosti



Obr.č.1 logo firmy [5]

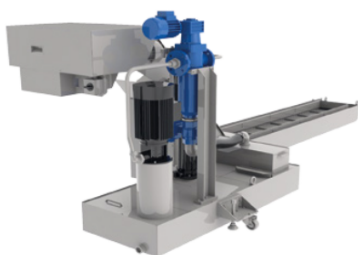
Akciová společnost Astos Machinery je tradičním výrobcem dopravníkových systémů k obráběcím strojům, lisům a jiným kov zpracujícím systémům. Dále se zaměřuje na výrobu filtračních stanic, zdvihacích zařízení a zakrytování obráběcích strojů. Spolu s výrobcí obráběcích strojů firma řeší specifické požadavky v oblasti vývoje a je schopna nabídnout zpracování a následnou realizaci celého třískového hospodářství tzv. na klíč.

2.1 Produktové portfolio

2.1.1 Dopravníky

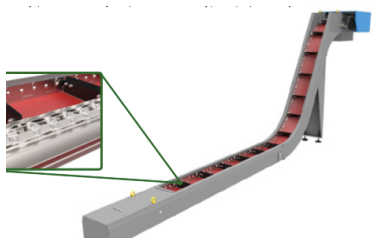
Jedná se o linky využívané k transportu drobného (špony) a kusového materiálu.

článkové



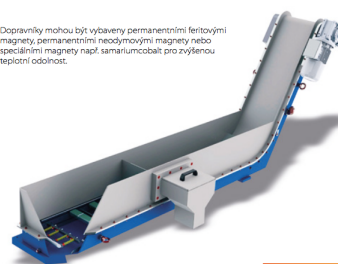
Obr.č.2 článkový dopravník [5]

hrablové



Obr.č.3 hrablový dopravník [5]

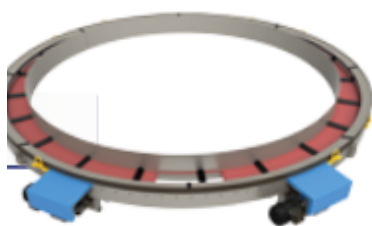
magnetické



Obr.č.4 magnetický dopravník [5]

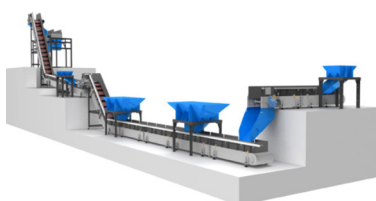
Dopravníky mohou být vybaveny permanentními feritovými magnety, permanentními neodymovými magnety nebo speciálními magnety např. samariumcobalt pro zvýšenou teplotní odolnost.

kruhové



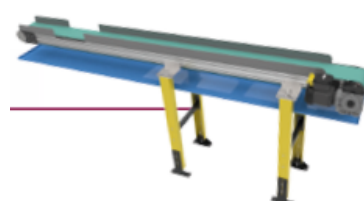
Obr.č.5 kruhový dopravník [5]

dopravníkové linky



Obr.č.6 dopravníková linka [5]

speciální řešení



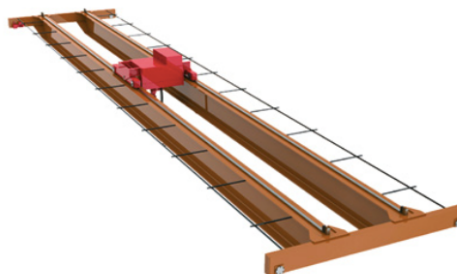
Obr.č.7 spec. řešení dopravníků [5]

2.1.2 Zdvihací zařízení

Průmyslové halové jeřáby k zdvihání různě těžkých břemen, od 500 kg a po 10 tun.



Obr.č.8 otočný jeřáb [5]

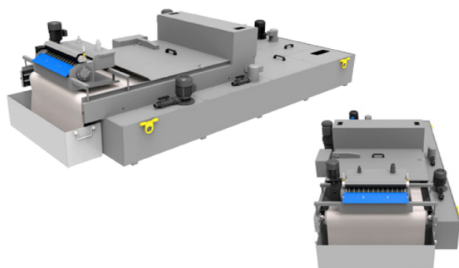


Obr.č.9 mostový jeřáb [5]

2.1.3 Filtrační stanice

Zařízení k filtraci použitých procesních kapalin obsahujících nečistoty a špony.

pásová filtrační stanice



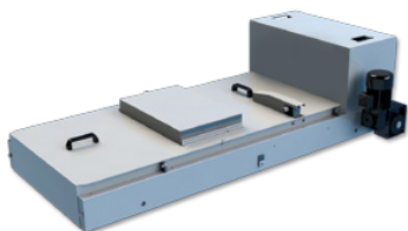
Obr.č.10 pásová filtrační stanice [5]

bubnová filtrace



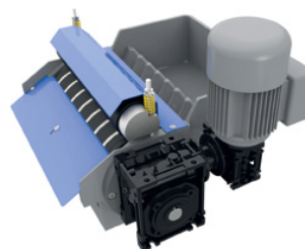
Obr.č.11 bubnová filtrační stanice [5]

samostatný pásový filtr



Obr.č.12 pásový filtr [5]

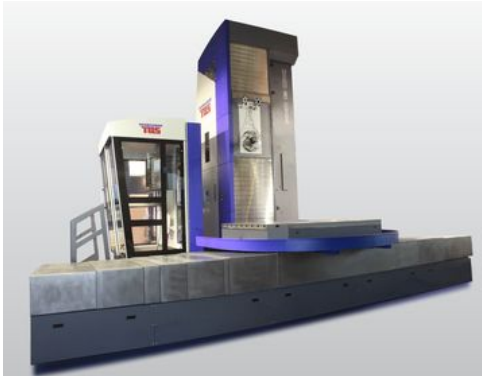
magnetický separátor



Obr.č.13 magnetický filtr [5]

2.1.4 Zakrytování strojů

Kompletní zakrytování včetně kabin či teleskopických krytů vodících ploch různých typů obráběcích strojů.



Obr.č.14 krytování horizontální vyvrtávačky [10]



Obr.č.15 krytování soustruhu [11]

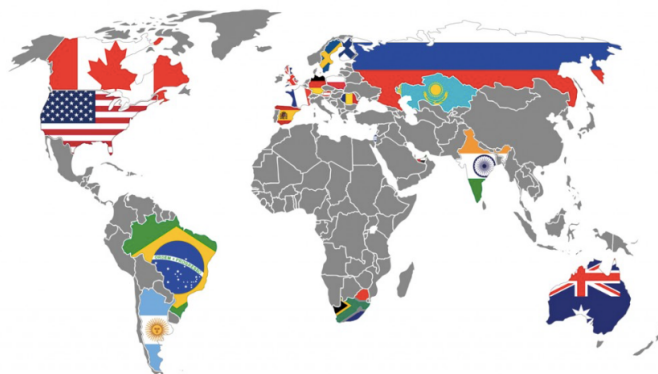
- soustruhy řady MASTURN
- hrotové brusky BUC, BUB
- horizontální vyvrtávačky, obráběcí centra

2.1.5 Speciální projekty

Do této kategorie patří rozsáhlé dopravníkové linky s výsypkami, drtiči popř. dalším příslušenstvím, projektované dle přání zákazníka tzv. na klíč.

2.2 Zákazníci

Za svou historii dodala společnost své výrobky více než 270 koncovým zákazníkům a to jak na území České republiky tak v zahraničí. Mezi hlavní odběratele patří tyto společnosti viz tabulka č...



Obr.č.16 export výrobků [5]

Tab.č.1 hlavní odběratelé [5]

Tuzemští	Zahraniční
TOS Varnsdorf/ Hulín/ Čelakovice	TBT-Tiefbohrtechnik GMBH (DE)
Fermat Machine Tool s.r.o.	Fabryka Urzadzeń Mechanicznych - Poreba (PL)
Kovosvit MAS a.s.	Maxjas Oy (FI)
GANES s.r.o.	Volkswagen Slovakia a.s. (SK)

2.3 Organizační struktura

Statutární orgán společnosti se skládá z představenstva, které odpovídá za chod podniku. Představenstvo je složeno ze tří osob, generálního ředitele a dvou členů, výrobního a obchodního ředitele. Tyto osoby mají nejvyšší rozhodující pravomoc a jsou oprávněné jednat jménem společnosti.

Společnost je organizačně rozdělena na výrobní závod, konstrukční a vývojovou kancelář. Výrobní závod se skládá z jednotlivých středisek - provozy jako např. technická příprava výroby, sklad, dělárna, svařovna, montáž, lakovna, za jejich chod jsou odpovědní jednotliví vedoucí pracovníci - mistři. Za konstrukční a vývojovou kancelář je zodpovědný vedoucí a jeho zástupce.

Nedílnou součástí společnosti je personální oddělení, finanční oddělení, kvalita, informační technologie. Každou tuto oblast vede řídicí pracovník, který je zodpovědný za chod daného oddělení.

2.4 Dělení společnosti Astos Machinery

Společnost je rozdělena do dvou oblastí, výrobního podniku ASTOS Machinery a konstrukční vývojové kanceláře MACHINERY Design. Celá společnost momentálně čítá zhruba 150 zaměstnanců.

2.4.1 Výrobní podnik



Obr.č.17 pohled na halu B [5]

Výrobní prostory se nachází na severozápadním cípu České republiky ve městě Aši. Areál se skládá z několika budov, výrobních, montážních hal, skladů materiálu a dalších prostorů. V jedné z hal jsou kanceláře pro oddělení TPV a vedení podniku. Původní výrobní podnik, který sídlil v tomto

areálu, sahal až do doby první republiky. V současné době je areál z větší části zrekonstruován a plánují se již další modernizace.

2.4.2 Konstrukční kancelář

Společnost se v roce 2008 rozrostla o konstrukční a vývojovou kancelář sídlící ve vědeckotechnickém parku v Plzni na Borech. Kancelář čítá několik konstruktérů, technologů a administrativních pracovníků. Pracovníci se zde věnují zejména vývoji a práci na nových projektech.



Obr.č.18 pohled na budovu B2 VTP [5]

2.5 Vize a hodnoty společnosti

Dosahovat spokojenosti zákazníka kvalitou a komplexností našich služeb.
Uspokojovat zájmy vlastníka. Motto: našim řešením získáte technický náskok!

- Originalita a unikátnost řešení - díky realizovanému vývoji jsme nositeli několika patentů a chráněných řešení.
- Kvalita, spolehlivost, životnost - to je typická charakteristika výrobků z produkce firmy Astos, které obstojí i v nejnáročnějších provozech s nízkými provozními náklady.

Priority

- tradice a dlouhodobé obchodní vztahy se zákazníky
- kvalitní produkty
- přizpůsobení se požadavkům zákazníka
- stabilní obrat a zisk
- inovace výrobků
- oblast BOZP a životní prostředí

Potenciální hrozby

- konkurenční prostředí - expanze levnějších firem (např. z Číny)
- pracovní síla - podnik se nachází s kraji s velkou nezaměstnaností ovšem i velkou nekvalifikovaností

3 Analýza současného stavu

Firma Astos a.s., v posledních několika letech ve velké míře investuje do modernizací, ať už je to v rámci dlouhodobého či krátkodobého majetku. Vytvářejí se nové produkty a zákazníci vyžadují stále kvalitnější a výkonnější výrobky. Aby byla ovšem zajištěna požadovaná kvalita, musí k tomu být náležitě předpoklady a tím je v neposlední řadě správně fungující management měření v podniku. V následujících kapitolách je provedena analýza managementu měření ve výše popsaném podniku s důrazem na zlepšení slabých míst. Patřičné nápravné opatření bude následně řešeno i z technickoekonomické stránky.

3.1 Popis provedení analýzy

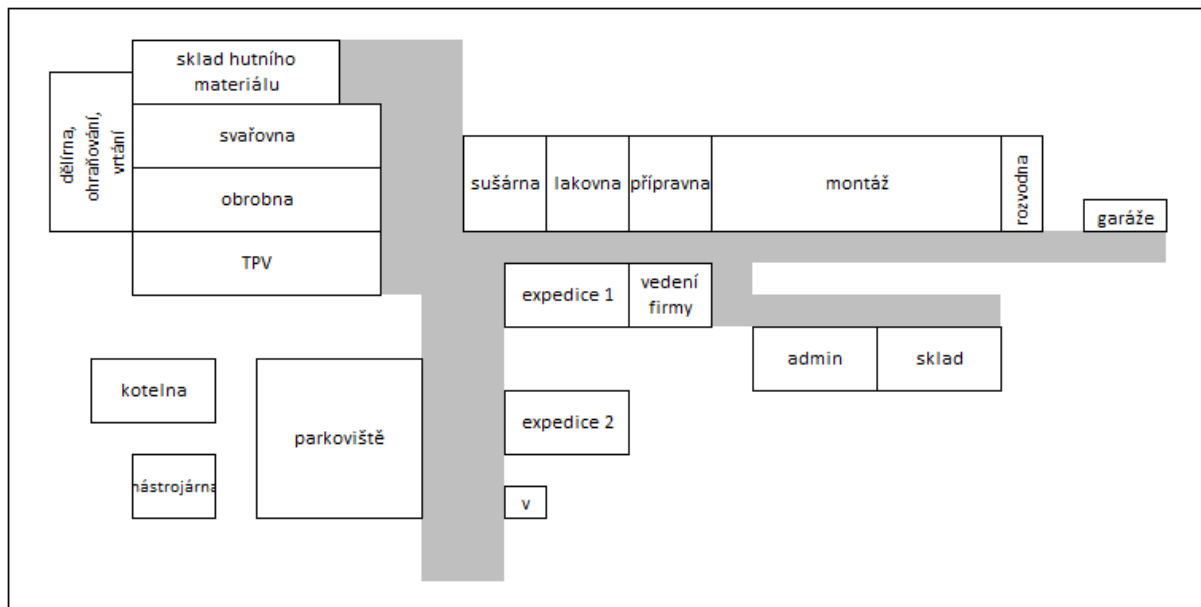
Náplní následujících kapitol bude analýza průchodu výrobku výrobním procesem s důrazem na systém managementu měření a z výsledků předložen návrh jednotlivých nápravních opatření.

V první fázi bude předmětem analýzy výroba, seznámení s jednotlivými pracovišti jako dělárna, obrobna, svařovna, montáž. Pro lepší orientaci vystává za nutné seznámení i s ostatními souvisejícími odděleními jako konstrukce, technologie, nákup, sklady atd. Kvalita jednotlivých aspektů jako dokumentace, záznamů, postupů, používaných měřidel a nakládání s nimi bude detailně rozebráno v kapitole u jednotlivých skupin.

Předmětem další fáze bude rozbor či návrh zjištěných nápravních opatření.

3.2 Výrobní prostory

Výrobní prostory podniku se skládají z několika objektů, mezi které patří čtyři výrobní haly, sklad nakupovaných dílů a hutního materiálu, expedice a objekty pro technickou přípravu výroby. Areál je, z hlediska rozložení budov, poměrně členitý a mezi některými objekty je nutný přechod venkovním prostředím. Rozpracované či hotové dílce je nutno přepravovat na montáž taktéž venkovním prostředím. Děje se tak prostřednictvím zakrytovaných vozíků a tak je kvalita výrobků zabezpečena před nepříznivými vlivy počasí.



Obr.č.19 dispoziční plán provozu Aš [5]

3.2.2 Dělírna

Zde probíhá dělení materiálů tyčovin na pásových či kotoučových pilách a dělení plechových tabulí. Plechy se dělí na pálicích strojích pomocí plazmy a laseru přesně na míru, podle jednotlivých dodaných kontur. Materiál se transportuje z nedalekého skladu hutního materiálu, což zaručuje ideální chod tohoto pracoviště.



Obr.č.20 dělirna - pálicí stroje [5]

3.2.3 Obrobna a lisovna

Obrobna je pracoviště, kde jednotlivé polotovary podléhají třískovému obrábění a tváření. Firma disponuje obráběcími stroji a tvářecími lisy středně dlouhého stáří, avšak repasovanými a také několika novými stroji. Technika, nacházející se na tomto pracovišti přesně odpovídá výrobnímu programu

společnosti a není nutností využívat nejmodernější stroje. Mezi nejužívanější techniku patří pálicí plazmový stroj, ohraňovací lis, tvářecí lisy s výkonem 250 a 300 tun a další. K dispozici jsou však i další stroje, standardně využívané ve strojírenství, jako např. brusky, vrtačky, nástrojařské frézky, ohýbačky, zkružovačky a další.



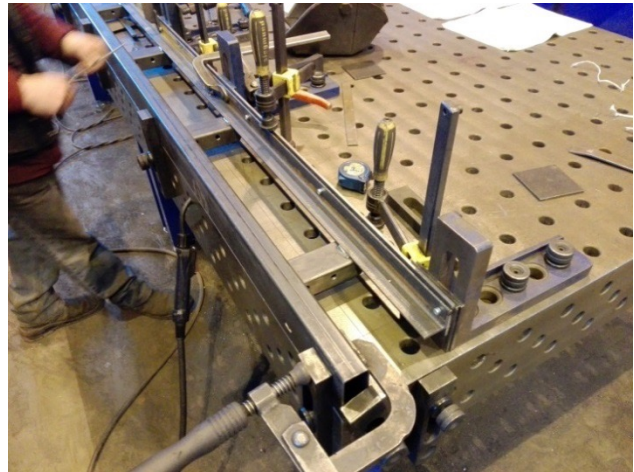
Obr.č.21 obrobna - ohraňovací stroj [5]

Obecně lze ovšem říci, že čím více techniky společnost má, tím více prostředků musí vydat k jejich provozu a udržení v chodu.

3.2.4 Svařovna

Na svařovně se jednotlivé dílce spojují pomocí běžně používaných metod MMA (obalová elektroda) a MIG, MAG, TIG (kontrolovaná atmosféra). Svařované díly

jsou dle potřeby upínány pomocí upínek a speciálních přípravků na svařovací stoly, pro zajištění potřebných rozměrových tolerancí. Toto ustavování je jednou z nejdůležitějších věcí při operaci svařování, jelikož se významně podílí na výsledné rozměrové přesnosti svařence.



Obr.č.22 svařovna - upínání svařence [5]

3.2.5 Kontrola

Pracoviště kontroly kvality nebo také oddělení řízení jakosti (OTK), se skládá ze dvou stanovišť. Větší prostory jsou věnovány velkým svařencům, na kterých se kontrolují výsledné rozměry a těsnost skříní vůči průsakům penetrační zkouškou. Druhé, menší stanoviště je k dispozici pro kontrolu malých dílců, přesných plechů, obrobků a dalších dílů, ze kterých se svařence teprve stanou nebo dílů, které pokračují dále na pracoviště montáže. Kontrolní činnosti se skládají z měření



Obr.č.23 část pracoviště OTK [5]

rozměrů jednotlivých dílců a svařenců za podpory základních měřících pomůcek (posuvné měřítko, pásmo). Měně častěji, ale přece jen dochází ke kontrole geometrických tolerancí, pokud je tomu tak uvedeno ve výkresové dokumentaci. K tomu se využívají úhlooměry, číselníkové úchylkoměry a další metrologické vybavení.

Společnost nedisponuje žádným souřadnicovým 3D měřícím strojem a to z toho důvodu, že ke stávajícímu výrobnímu programu zkrátka není takovéto zařízení podmínkou. Souřadnicový stroj by zde uplatnění jistě našel, ale jeho využívání by bylo vzhledem k pořizovací ceně stroje nedostatečné. Vysoké uplatnění zde najdou provozní měřící pomůcky "orientační měřidla" typu šablony

nebo kalibru. Tyto měřidla si společnost vyrábí sama, podléhají pouze vnitropodnikové kalibraci a můžeme tedy říct, že z pohledu legální metrologie jsou neoficiální. Pracovišti kontroly se ještě budu věnovat v kapitole, kde bude proveden rozbor jednotlivých nedostatků a nápravných opatření.

3.2.6 Lakovna

Lakovna se skládá z přípravný a samotného lakovacího boxu. V přípravě se dílce očistí mycím zařízením, následně osuší a požadovaná místa se zakryjí krycí páskou k zamezení nástřiku barvy. Následně dojde k samotnému lakování nástřikem práškové vodou ředitelné barvy v požadovaných odstínech RAL. Lakovna se nachází před pracovištěm montáže, a tak oschlé součásti pokračují právě tam.



Obr.č.24 lakovna [5]

3.2.7 Montáž

Montáží popisujeme činnost sestavování dílčích částí v jeden jediný výsledný celek. Tomuto pracovišti je věnována jedna velká výrobní hala, kde dochází ke kompletaci celých dopravníků, filtračních stanic a ostatních produktů, které společnost nabízí. V blízkosti tohoto provozu se nachází sklad nakupovaných komponent, odkud je pomocí boxů distribuován potřebný materiál a součásti. Po zkompletování jsou všechny produkty podrobeny potřebnému, v mnohých případech někdy i několikahodinovému, testovacímu provozu. Testovacím provozem



Obr.č.25 provoz montáže [5]

dochází k zaběhnutí určitých komponent a také k celkovému testu funkčnosti výrobku.

3.2.8 Expedice

Na konci celého výrobního procesu je výrobek připraven k balení a distribuci zákazníkovi. K tomuto účelu slouží dvě dostatečně prostorné haly, které umožňují skladování na dobu nezbytně nutnou, než dojde k transportu. Výrobky jsou šetrně uloženy a baleny z důvodu zamezení možnému vzniku vad či poklesu jakosti.



Obr.č.26 ukládání hotových výrobků [5]

3.2.1 Činnosti související s metrologií na jednotlivých pracovištích

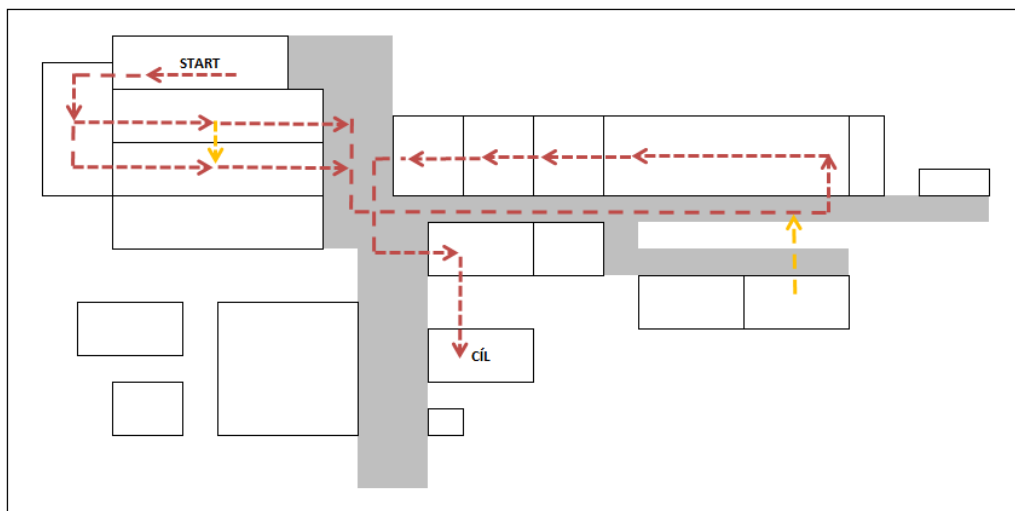
- sklady (hutní materiál a nakupované komponenty) - dávkování jednotlivých komponent tj. měření délky a jiných veličin
- dělírna - operace dělení, ohraňování a vrtání vyžadují rozměrové měření vstupního materiálu a kontrolu rozměrů během operací tj. mezioperační kontrola.
- obrobna - během třískového obrábění tj. při ustavování např. na starších strojích, nutnost odměřování napozicování.
- svařovna - odměřování napozicování při ručním svařování. Svařování je ruční bloukové, MIG/MAG/TIG.
- montáž - měření jednotlivých komponent při sestavování a pozicování
- lakovna - měření tloušťky nátěru dílců a celků
- nástrojárna - přidružené pracoviště obrobny (servis nástrojů), měření funkčních ploch a rozměrů nástrojů

3.3 Materiálové toky

Materiálový tok hraje důležitou roli při průchodu zakázky výrobním podnikem, kdy se z materiálu (polotovaru) postupně stává hotový výrobek následně pak větší celky a finální produkt. Je důležité, aby se jednotlivé toky a trasy materiálů neovlivňovaly a nekřížily. Tak lze zajistit bezproblémový průchod jednotlivých částí výrobou.

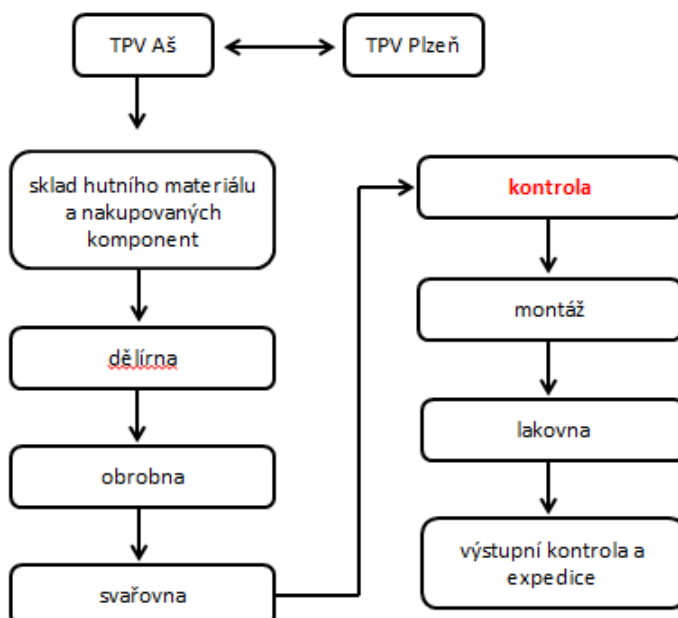
Tok materiálu:

sklad → dělírna → svařovna, obrobna → kontrola → + sklad nakupovaných komponent → montáž → lakovna → výstupní kontrola → expedice



Obr.č.27 tok materiálu v provozu Aš [5]

3.4 Průchod výrobku výrobním procesem



Obr.č.28 schéma materiálového toku v provozu Aš [1]

3.5 Oddělení kontroly kvality

3.5.1 Měrový řád podniku

Metrologický řád určuje postup metrologického zabezpečení v oblasti kontrolního, měřicího a zkušebního zařízení ve vazbě na legislativu a splnění zákonných podmínek při dodavatelské činnosti na vyhrazených zařízeních. Firma má zpracovaný měrový řád podniku. Ten je k dispozici v papírové a elektronické PDF formě na lokálním serveru. Dokument čítá několik oblastí a specifikuje:

- účel směrnice
- oblast platnosti
- pojmy a zkratky
- odpovědnost
 - popis činnosti
 - organizační část - orgány státní správy, Astos a.s.
 - technická část - údržba, postup při vzniku závady, ověřování a kalibrace
- související předpisy
- metrologická evidence měřidel
 - popis vedení
 - evidence
 - lhůty pro kalibraci pracovních měřidel

Revidace jednotlivých dokumentů:

Měrový řád podniku, r. 2010

Směrnice pro řízení jakosti, r. 2009

3.5.2 Kontrolní plány

Pro každé výrobní oddělení a určitý typ výrobku jsou sestaveny kontrolní plány, které proběhly revidací v roce 2014 v rámci investic do tohoto úseku. Kontrolní plány obsahují kontrolní činnosti pro jednotlivé pracovní operace, četnost úkonu měření, kritickost - konečný vliv na kvalitu výrobku, dané měřidlo pro určitou kontrolní činnost a opakovatelnost úkonu. Plány jsou rozděleny podle operací např. dělení, obrábění, tváření atd. a jejich jednotlivých kontrolních

činností. Dále jsou jednotlivé kontrolní operace rozděleny podle rizikovosti z hlediska následné pracnosti a četnosti použití daného úkonu.

Jednotlivé kontrolní plány a jejich aktualizace:

	revizace
1) Kontrolní plán pro dělírnu a obrobnu	2014
2) Kontrolní plán pro svařovnu	2015
3) Kontrolní plán pro montáž dopravníků CDT, DHR, DM	2014
4) Kontrolní plán pro montáž filtrací PF, MS	2014
5) Kontrolní plán pro klíčové komponenty	2014

Výňatek jednoho z kontrolních plánů

Kontrolní plán pro montáž CDT/DHR, schválil: F. Heger, platný od 1.11.2014						
Číslo zakázky:			Typ/rozměr:		Datum:	
Zákazník:			Poznámka:		Podpis:	
Operace	poř. č.	*Krit.	Četn. ost	Kontrolní činnosti	Měřidlo	
Dělení materiálu- stříhání,řezání,pále ni	1	A	B	Nový dodavatel: Kontrola jakosti před zpracováním,Kontrola správnosti použité třídy materiálu - jakosti před zpracováním	1. Certifikát jakosti materiálu od dodavatele.	
	2	C	C	Ověřený dodavatel: Kontrola jakosti před zpracováním,Kontrola správnosti použité třídy materiálu - jakosti před zpracováním		
	3	B	B	Kontrola rozměrů před dělením / s / ř / p	metr / posuvné měřidlo	
	4	B	B	Kontrola ohrotování hran po stříhání / ř / p	vizuelně	
	5	A	B	Kontrola ohybů - úhel - zda není omylem doplňkový / OhL	úhломěr	
	6	A	A	Kontrola rozměrů po dělení / s / ř / p (délkové rozměry / ...)	metr / posuvné měřidlo / úhломěr	
Obrábění materiálu- vrtání,frézování,so ustružení, broušení	7	B	B	Kontrola rozměrů před obráběním (přidavek na opracování)	posuvné měřidlo / úhломěr / metr	
	8	A	B	Kontrola rozměrů po obrobení	posuvné měřidlo / spec. Měř. Zař. / kalibr	
	9	B	C	Kontrola ohrotování hran po obrobení	vizuelně	
	10	A	A	Kontrola rozměrů děr a závitů (je-li požadována v TD)	kalibr	
	11	A	A	Kontrola souosovosti děr (je-li požadována v TD)	kalibr	
	12	A	B	Kontrola svrtání přírub - dle výkresu (souosost, rovinnost)	kalibr	
	13	A	B	Kontrola ovality větších děr - zejména u svařenců	kalibr	
	14	A	B	Kontrola házivosti břidel a čepů - zejména u dílu obráběných na ...	měřidlo házivosti - měřit ...	

Obr.č.29 detail kontrolního plánu [5]

3.5.3 Organizační struktura oddělení OTK

- hlavní metrolog (odpovídá za OTK)
- 2 pracovníci

3.5.4 Definice odpovědnosti

Astos Aš, a.s. odpovídá za úroveň metrologie, dodržování obecně platných předpisů - zákona č.505/90 Sb. v platném znění a prováděcí vyhlášky v platném znění. Odpovídá rovněž za řízení kontrolního, měřicího a zkušebního zařízení při jím prováděných činnostech.

3.5.5 Stávající metrologické vybavení

K dispozici jsou standardní základní ruční měřidla běžně používaná ve strojírenské výrobě. Podnik nedisponuje souřadnicovým měřícím strojem či podobnými přístroji, to je dáno především předmětem výroby. Firma nevyrábí tak přesné součásti, aby takovou techniku náležitě využila. Jednou z podskupin měřidel, která se zde hojně využívá jsou měřicí přípravky, používané k vlastním potřebám. Měřicí přípravky si firma sama a vyrábí. Tyto přípravky se používají pro měření sériově vyráběných dílů dopravníků a filtračních stanic. Veškerá měřidla jsou evidována a pravidelně kontrolována.



Obr.č.30 měřidla (zleva posuvné měřidlo, kalibry, teodolit) [5]

Posuvné měřidlo, kalibry a další základní měřidla nacházejí uplatnění i v provozu např. na obrobě svařovně a montáži. Teodolit je pak speciální měřidlo využívané pro zaměřování velkých svařenců a celků.



Obr.č.31 kontrolní přípravek pro článek pásu [5]

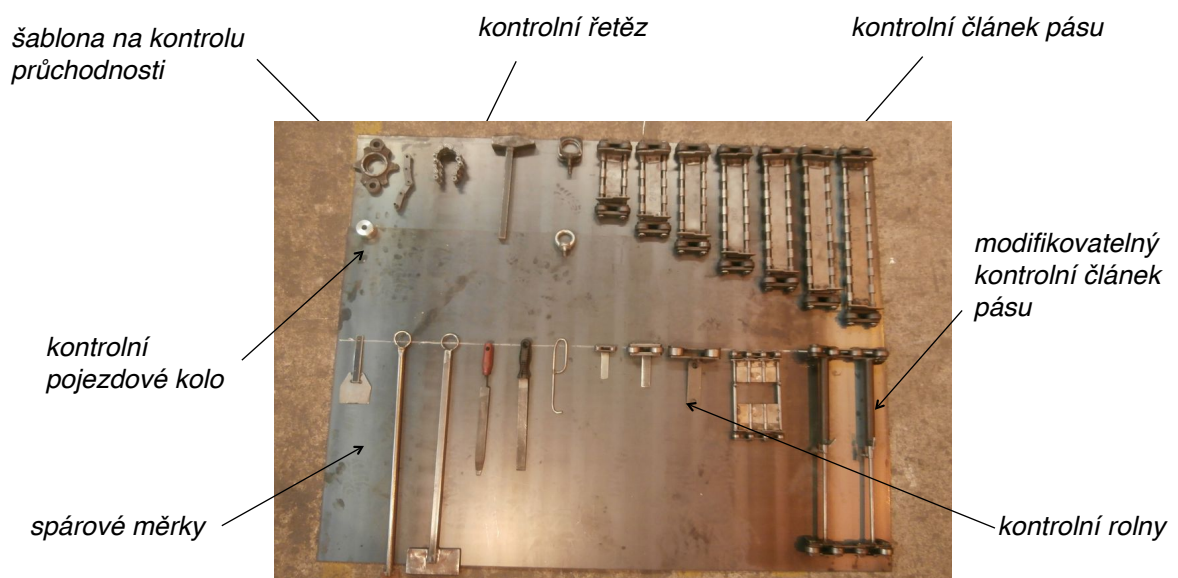
V tabulce viz níže, je uveden výčet nejpoužívanějších měřidel a středisek, kde se nejčastěji využívají.

Měřidlo	použití
Posuvné měřítko (analogické, digitální) přesnost 0,02mm	veškerá výrobní střediska
sada koncových měrek, DIN861/1	OTK, obrobna, svařovna, montáž
válcové kalibry a měrky	OTK, obrobna, svařovna, montáž
úhlové, spárové měrky	OTK, svařovna, montáž
teodolit	OTK, svařovna
číselníkový úchylkoměr, přesnost 0,01mm	obrobna, svařovna, OTK
měřič tloušťky nátěru (1um)	lakovna, OTK
nožová pravítka	OTK
mikrometr	OTK, nástrojárna

Tab.č.2 nejčastěji užívaná měřidla [5]

3.5.6 Pomůcky využívané při výkonu OŘJ

Pracovníci mají k dispozici tabuli se speciálními jednorúčelovými měřidly - sada kontrolních měrek a kalibrů, především pro výrobu článkových dopravníků.



Obr.č.32 tabule s kontrolními měřidly [5]

Na několika místech v provozu, ať už na pracovišti OŘJ, tak třeba v prostorách obrobny, svařovny a montáže, jsou zřízeny informační tabule, sloužící výrobním pracovníkům



Obr.č.33 informační tabule [5]

3.5.7 Ověřování správnosti měřidel v podniku

Kalibrace a recalibrace měřidel je pravidelně prováděna externě akreditovanou firmou. Jednotlivé kalibrační dokumenty jsou uchovávány, jak v originální papírové podobě v archivu, tak v digitální na serveru.

3.5.8 Vlastní měření

Měření probíhá na samostatném pracovišti kontroly kvality a smí jej vykonávat pouze k tomu vyškolený a pověřený pracovník. Při měření se využívá měřidel oddělení OTK. Kontrola rozměrů dílců se provádí podle platných vnitropodnikových kontrolních plánů. Plány jsou rozděleny podle operací např. dělení, obrábění, tváření atd. a jejich jednotlivých kontrolních činností. Dále jsou jednotlivé kontrolní operace rozděleny podle rizikovosti z hlediska následné pracnosti a četnosti použití daného úkonu.

3.5.9 Záznamy o měření

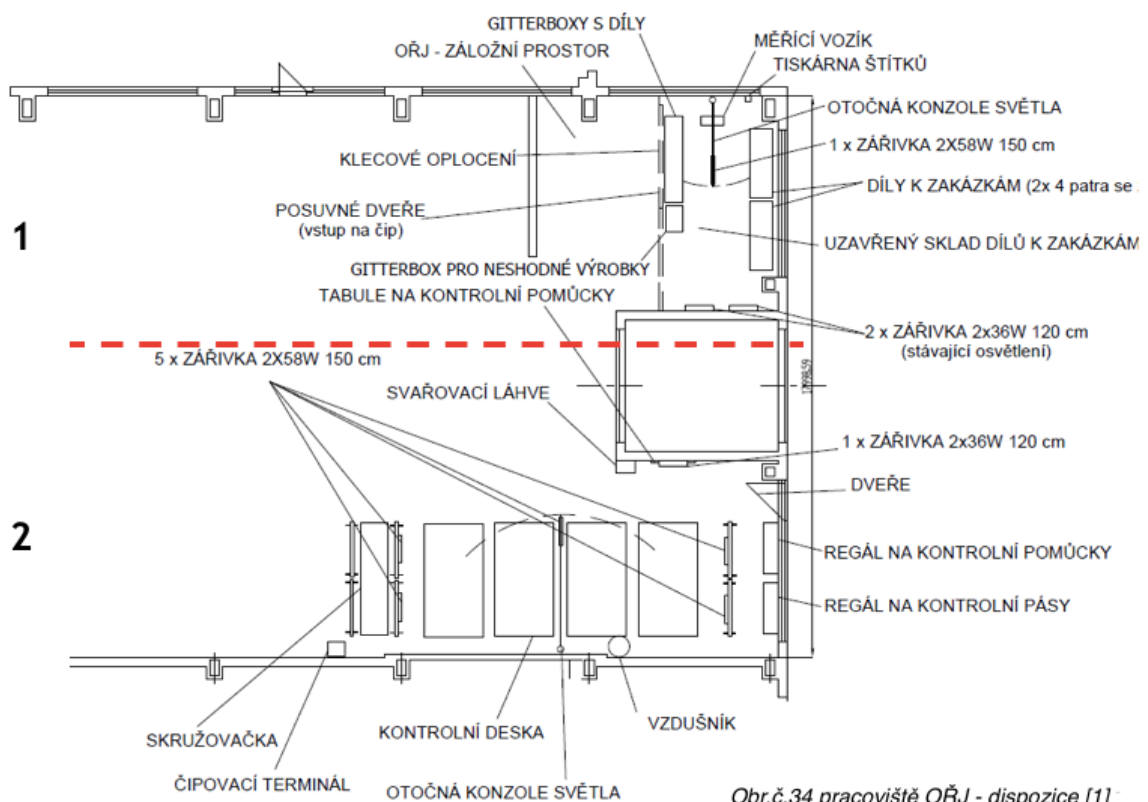
Ze všech provedených kontrolním měření jsou vytvořeny elektronické záznamy o měření, kde je uveden druh zkoušky, podmínky při měření, výsledky měření a osoba, která toto měření vykonávala.

3.5.10 Způsobilost k provádění měření

Jednou ročně probíhá školení kontroly kvality, jednak pracovníků oddělení kontroly kvality, ale i výrobních dělníků a mistrů. V průběhu roku jsou dle potřeby tvořeny prezentace na určité téma kontroly kvality, ať už nedostatečné nebo jen pro prevenci a zasílány všem předním pracovníkům na odděleních.

3.5.11 Stávající dispozice prostor pro provádění kontroly kvality

Na stávající dispozici jsou dvě pracoviště oddělená pomyslnou čárkovanou čarou viz obr.č.23 a označeny jako prostory 1 a 2. Na stanovišti jedna dochází ke kontrole malých lehkých dílců o hmotnosti v řádech kilogramů, kdežto v prostoru dva ke kontrole velkých svařenců transportovaných jeřábem. Obě stanoviště jsou součástí výrobní haly a jejich prostor není téměř nijak oddělen. Nad celou halou se pohybuje mostový jeřáb nutný k transportu větších celků a tak nemůže být oddělen veškerý prostor OTK. Na pracoviště OTK dochází pracovník pouze v případě měření a jeho stanoviště je tedy jinde.



Obr.č.34 pracoviště OŘJ - dispozice [1]

3.6 Zhodnocení a návrh nápravných opatření

Měrový řád

Měrový řád a směrnice kontroly kvality lze z pohledu požadavků normy ISO10012 považovat za dostatečné a obsahují veškeré údaje, které norma požaduje. Poslední revidace proběhla v roce 2010, což je před pěti lety. Vůči novým výrobkům resp. metodám, které podnik využívá ho lze bez problémů využívat dále.

Kontrolní plány

Zpracování kontrolních plánů měřících operací jednotlivých výrobních úkonů je provedeno ve formě tabulek, kde jsou přesně definovány metrologické činnosti, jejich pořadí, četnost, počet měřených hodnot atd. Jako malý nedostatek se jeví nedostatečná specifikace daného měřidla, kdy chybí označení přesnosti. Je zde uveden pouze jeden typ měřidla, ale už není definována jeho charakteristika tzn. přesnost. Doporučuji tedy zajistit doplnění údajů o přesnostech měřidel v kontrolních plánech tzn. rozšířit jej o další sloupec s označením bližší specifikace měřidla.

Měřidla

Stávající certifikovaná a kalibrovaná měřidla, jsou pro výrobní program této firmy adekvátní a není nutná investice v tomto směru. V oblasti svépomocí vyráběných necertifikovaných kontrolních měřících přípravků je situace odlišná. Podstata výrobního programu společnosti tkví, v převážné míře, ve výrobě opakujících se produktů a tak jsou při měření výsledné kvality využívány vlastní měřící přípravky a měřidla. Oddělení kontroly kvality disponuje několika měřícími přípravky a kalibry např. viz obr. č.32, ale chybí zde přípravek pro nově vyráběné dílce resp. svařence. Návrh tohoto kontrolního přípravku bude předmětem této práce viz kapitola č.4.

Dokumentace měření

Veškeré metrologické úkony jsou dokumentovány do příslušných archů a zálohovány, jak v papírové, tak elektronické podobě, např. pomocí softwaru MS

Excel. Dokument o měření obsahuje základní data o měření a to: předmět měření, použité měřidlo, data měření, počet opakování a pracovníka, který výkon prováděl. Chybí zde ovšem např. údaje o prostředí měření tzn. teplota, tlak, vlhkost. To je na druhou stranu omluvitelné požadovanou přesností, na které se měření provádí.

Vykonávání činností měření

Měření probíhá podle platných vnitropodnikových kontrolních plánů. Plány zahrnují veškeré možné metrologické činnosti, ovšem reálně používané jsou jen některé a pouze jen tehdy, pokud to vyžaduje technická dokumentace. Typicky se jedná o operace s četností A a rizikovostí A (A=nejvyšší, C=nejmenší).

Prostory k výkonu činnosti

Prostory k výkonu metrologické činnosti jsou poměrně zaostalé a jejich separace od zbytku výrobních prostor se jeví jako nedostatečná. Bylo by vhodné celý prostor oddělit od zbytku výrobní haly a to k zajištění určité kvality činností a zamezení rušení tohoto pracoviště resp. vlastního úkonu měření. Zástěna není možná vzhledem k nutné manipulaci s většími celky. Prostor oddělit reflexní páskou na podlahu (vytvořit tak zónu OTK) a seznámit personál s pravidly přístupu a chování na tomto pracovišti. Prostor 1 (viz obr č.27), rozšířit a vytvořit zde stabilní stanoviště pracovníka OTK. K zamyšlení přichází montovaná konstrukce z profilů ITEM, sololitových a plexisklových desek, která by posloužila jako pracovna pro měření menších celků či přesnějších dílců. Vytvoří se tak plnohodnotná halová kancelář a kvalitní pracovní prostředí pro pracovníka.



Obr.č.35 montovaná halová kancelář [9]

4 Návrh kontrolního měřícího přípravku

Z důvodu neustálého zkvalitňování výroby a k zajištění větší spokojenosti zákazníků firma plánuje vyrábět díly s vyšší přesností v tomto případě články pásů resp. celé dopravníkové pásy. Pás s označením CDT100LP je nový odlehčený pás, který prošel řadou vylepšení, mimo jiné přesnějšími tolerancemi. Jednotlivé články se plánují svařovat na svařovacím automatu pomocí speciálních přípravků. V rámci produkce kvalitnějších výrobků se bude každý x-tý svařenec finálně měřit, zda odpovídá kvalitě, potažmo výkresové dokumentaci. V minulosti se již tento druh dopravníkového pásu vyráběl, ovšem v některých případech se objevily reklamace od zákazníků. Tyto reklamace byly pravděpodobně zapříčiněny nedostatečným kontrolováním tolerancí svařence.

4.1 Popis zamýšleného zařízení

Jedná se o kontrolní měřící přípravek pro měření předem definovaných rozměrů svařence článku pásu článkového dopravníku. Svařenec bude vyráběn (svařován) na svařovacím automatu v několika set kusové sérii. Přípravek bude užíván pracovníkem OTK ke kontrole správnosti rozměrových tolerancí svařence.

4.1.1 Požadavky a specifikace zadavatele

požadavek	důvod
Šířková modifikatelnost	Výroba dopravníků tzn. i pásů různých šířek
Rychlost úkonu měření	Zajištění kvality, kontrola každého x-tého svařence
Jednoduchá obsluha	Ulehčení práce obsluhujícímu personálu
Nízká cena	Jednouúčelové měřící zařízení
Nízká hmotnost	Ustavení přípravku na pracovní stůl bez větší nároků

Tab.č.3 požadavky na měřící přípravek [5]

4.2 Obecný popis měřících přípravků

Upínací, kontrolní a měřící přípravky slouží k zajištění přesného upínání či k rozměrové kontrole. Většinou se jedná o robustní kovový stůl tzv. stand, na který se pomocí upínačů připevní měřený dílec. Měření probíhá jednak specializovanými měřicími pomůckami přímo upravenými k tomuto účelu (kalibry, měrky) nebo na 3D souřadnicovém měřicím zařízení, kdy je stand připevněn na stůl tohoto stroje.

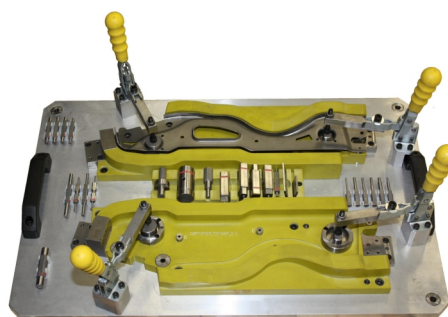
Přípravky zajišťují kontrolu např. lisovaných dílů, pozic komponentů, kontrolu tvarů, montáž dílů či sestav a kontrolu svařenců. Kontrolní přípravky jsou standardně konstruovány ze slitin hliníku, umělého dřeva (SikaBlock, Ebazell a.j.), překližky, plastu, polyuretanu, teflonu či jiných materiálů.

Z výčtu materiálů můžeme usoudit, že se jedná o lehké a dobře opracovatelné materiály. Přípravky jsou ve velké míře vyráběny přímo na míru řešenému problému v kusové výrobě. Jsou vyvíjeny a často upravovány podle měřeného etalonového dílce, jelikož je důležité přípravek přesně zkalibrovat. Pohony těchto zařízení zajišťuje mechanická, hydraulická, pneumatická či jiná síla.

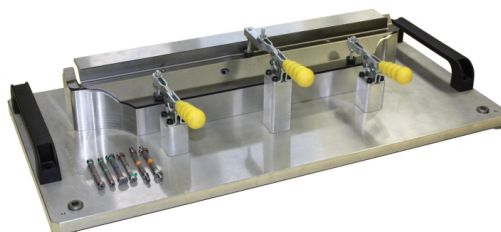
Oblast využití čítá automobilový, strojírenský, nábytkářský průmysl, montážní provozy či kontrolní pracoviště.



Obr.č.36 svařovací přípravek Weldproject [3]



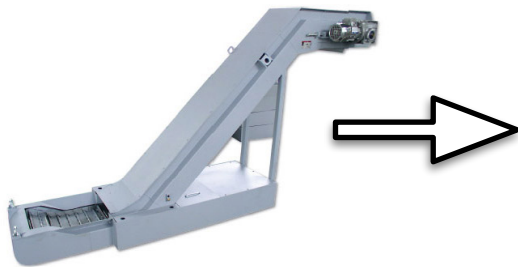
Obr.č.37 kontrolní přípravek Rosta [4]



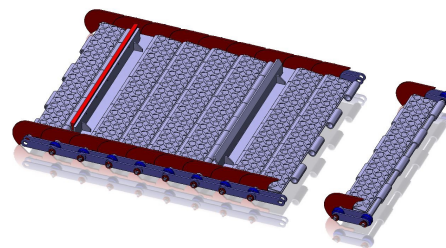
Obr.č.38 kontrolní přípravek Rosta [4]

4.3. Měřený produkt

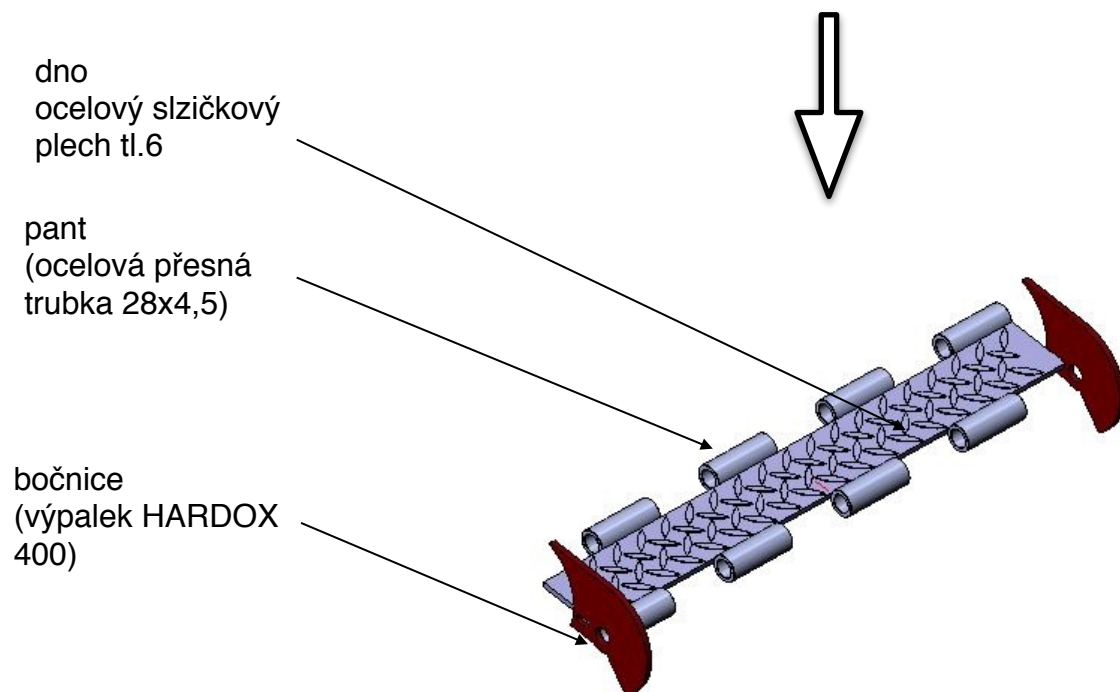
Cílovým produktem, který bude měřen pomocí měřícího přípravku je svařenec článku pásu, článkového dopravníku typu CDT. Jedná se o ocelový svařenec skládající se ze tří dílců - dna, pantů a bočnic. Schéma viz níže popisuje situaci umístění resp. funkci svařence. Svařenec je článek pásu dopravníku využívaného primárně na transport kovového materiálu - třísek.



Obr.č.39 článkový dopravník [5]



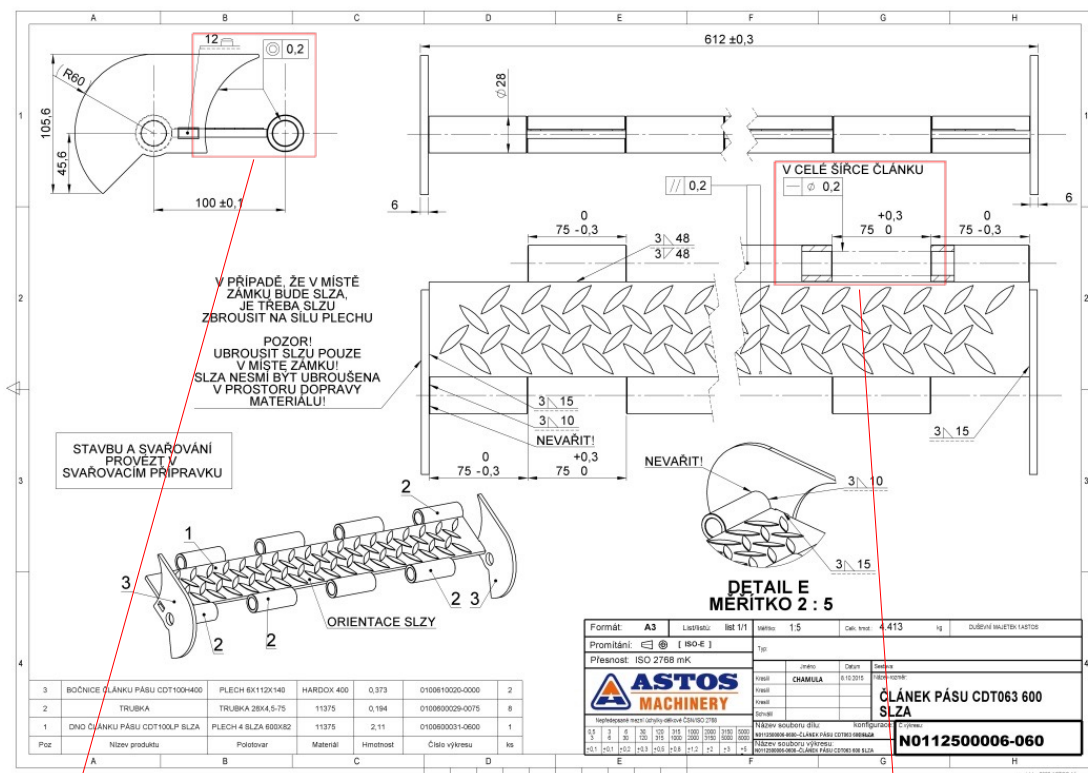
Obr.č.40 dopravníkový pás [5]



Obr.č.41 článek dopravníkového pásu [5]

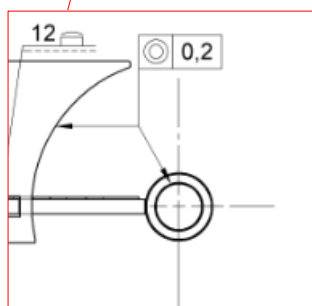
4.3.1 Měřené údaje

Firma si přeje pomocí přípravku měřit následující parametry viz obr.č.34, detaily A a B. Jedná se o sousost pantů, sousost pantů a rádiusu bočnice. Dále pak rovnoběžnost os pantů s dnem, což můžeme vyjádřit jako rovinnost dna. Tyto rozměrové tolerance jsou pro funkci článku pásu stěžejní a v minulosti často docházelo k jejich nedodržování. V praxi se ukázalo, že ostatní rozměry svařence jsou méně důležité a tak s nimi přípravek v rámci měření nepočítá.



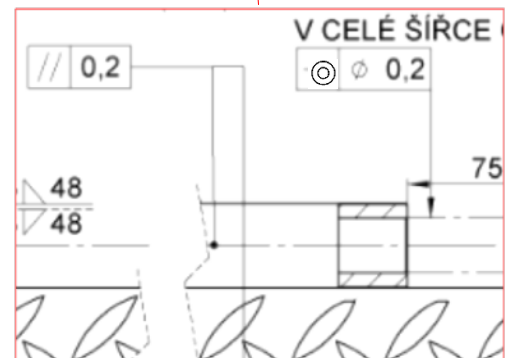
detail A

Obr.č.42 výkresová dokumentace článku pásu [5]



Dodržení sousosti vnitřního průměru pantu s rádiusem bočnice.

detail B



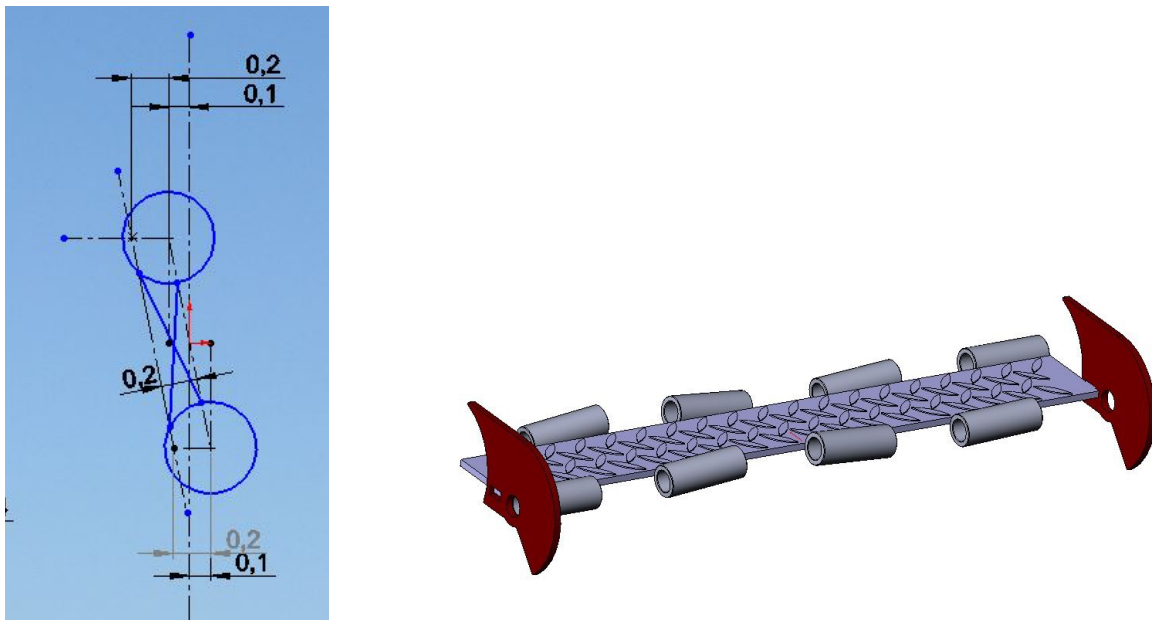
Dodržení rovnoběžnosti os pantů s dnem článku a sousosti jednotlivých pantů vůči sobě.

4.3.2 Výrobní nepřesnosti měřeného produktu

Svařenec bude vyráběn resp. svařován pomocí svařovacího robota. Jednotlivé dílce se zasadí do svařovacího přípravku viz obr. č.X a následně dojde ke svaření. Maximální nepřesnost celého svařence je dána výrobní nepřesností (při svařování) a nepřesností jednotlivých komponent zvláště pak trubiček, sloužících později jako pant článku pásu.

součást	materiál	mj [ks]
pant	trubka ocelová Ø28x4,5 (ČSN EN 10305-1)	8
výpalek bočnice	PLECH 6mm, HARDOX400	2
dno	PLECH 6mm, SLZA S235	1

Přípustné výrobní nepřesnosti jsou dány tolerancemi udanými na výkresové dokumentaci a nastíněny na obrázcích.



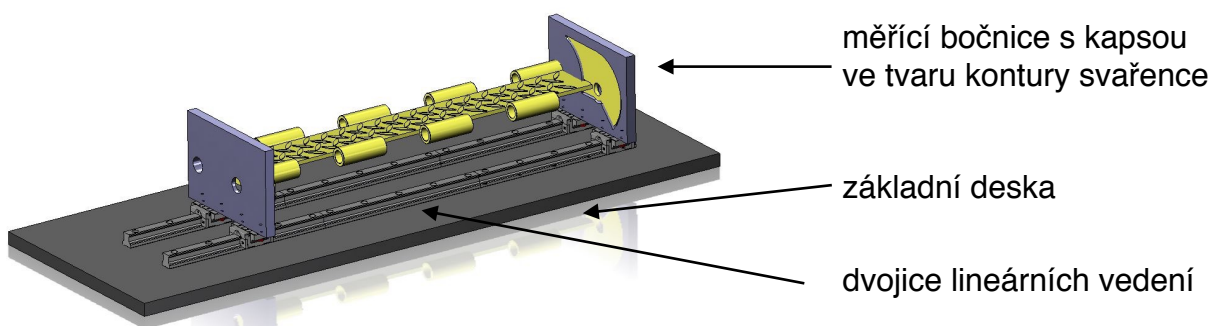
Obr.č.42.1 vizualizace nepřesností svařence[5]

4.4. Vývoj přípravku

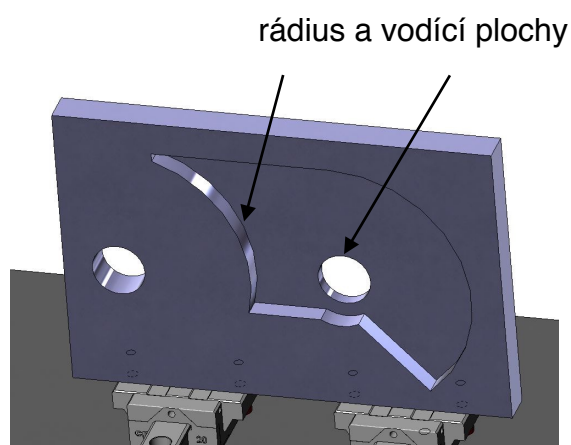
V následujících podkapitolách je uveden vývoj kontrolního měřícího přípravku a popsány provedené úpravy a jejich důvody. Projekt byl veden zpracovatelem této práce a v průběhu vývoje probíhaly pravidelné porady s konzultantem o jednotlivých verzích, jejich nedostatcích a naopak přednostech. Tyto podněty se pak následně promítaly v dalších verzích. Jako software pro tvorbu modelu přípravku posloužil CAD systém Solidworks 2010.

4.4.1 Vývojová verze č.1

Tato verze je jakýmsi startovacím bodem konstrukce požadovaného zařízení. Jelikož firma ve svých výrobcích hojně využívá světelné závory, optická a ultrazvuková čidla, má vize směřovala k měření souososti za využití těchto komponent.



Obr.č.43 verze 1 měřícího přípravku [5]



Obr.č.44 bočnice přípravku [5]

Měřící bočnice byla nejprve zamýšlena tak, že bude kopírovat celou konturu boku svařence. Později se ale ukázalo, že je tato myšlenka zbytečná a nutností je pouze požadovaný rádius a vodící plochy pro vedení kalibru.

V této verzi bylo zamýšleno měření celého profilu bočnice, tím by docházelo ke kontrole sousosti rádiusu vzhledem k ostatním plochám bočnice. Měření sousosti pantů by probíhalo bezdotykově pomocí ultrazvuku nebo opticky tzv. na průsvit. Měřicí bočnice by byly upevněny na dvojici lineárních vedení, které by zajišťovaly šířkovou modifikatelnost zařízení. Aretaci v dané poloze by zajišťovala brzda lineárního vedení. Brzda je přes pohybovaný díl pevně spojena s vozíkem lineárního vedení a speciální vozík lineárního vedení s aretací.



Obr.č.45 mechanická brzda lineárního vedení [2]

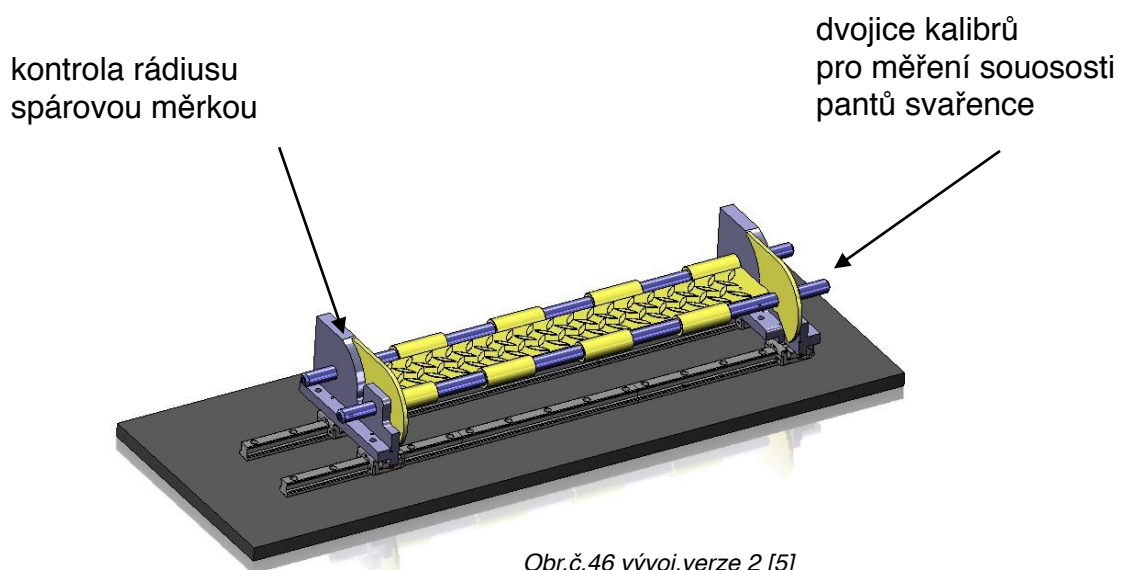
Tato vývojová verze byla později zamítnuta a to z důvodu značné složitosti vyplývající z nutnosti testování nestandardních měřících metod a časově náročnějšímu testování. Aretační vozíky jsou oproti standardním finančně náročnější, což se ukázalo jako další důvod pro neúspěch této vývojové verze.

Zjistěné nedostatky
- neprověřené možnosti optického měření sousosti
- vyšší cena soustavy lineárního vedení s brzdou
- zvýšená složitost celku (přídavné elektronické zařízení, měření-vyhodnocování)
- nemožnost měření rovinnosti dna

Tab.č.4 nedostatky měřícího přípravku v.1 [5]

4.4.2 Vývojová verze č.2

Ve verzi 2 došlo k úpravě měření sousosti pantů, kdy jsou použity kontrolní kalibry. Kalibry by se protáhly skrze měřící bočnice a zároveň panty svařence. Tyto kalibry by zároveň sloužily jako aretace svařence při měření sousosti rádiusu bočnice. Sousost rádiusu bočnice by se kontrolovala pomocí spárové měřky (plechu tloušťky 0,2mm) na zhotoveném rádiusu kontrolní měřící bočnice. Lineární vedení bylo ještě použito stávající s nabídkou vozíků s aretací.

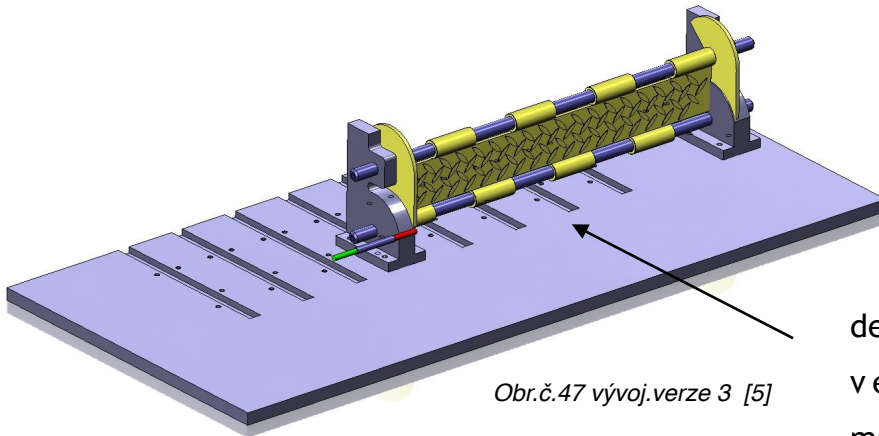


Tab. č. 5 nedostatky měřícího přípravku v. 2 [5]

Zjistěné nedostatky
- vyšší pořizovací cena vozíku lineárního vedení s aretací
- kontrola spárovou měrkou na kulaté ploše je možná jen do určité tloušťky spáry (i tak se jedná o nestandardní řešení)
- není zajištěno měření rovinnosti dna

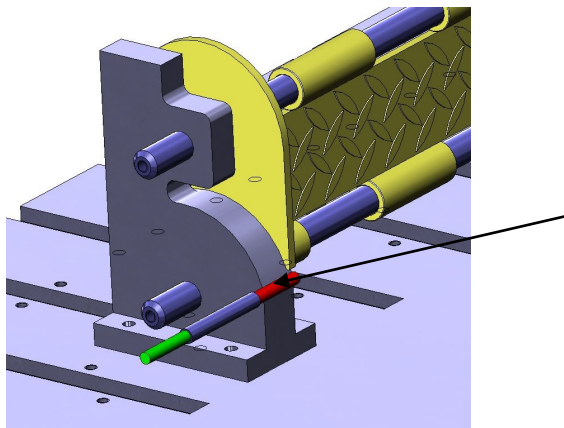
4.4.3 Vývojová verze č.3

U vývojové verze 3 byla přepracován systém šířkové modifikace a dvojice lineárních vedení zaměněno za drážkové vodící plochy. Zároveň došlo ke změně měřidla kontroly sousosti rádiusu, kdy byl nově použit, na míru vyrobený, válcový kalibr.



Obr.č.47 vývoj.verze 3 [5]

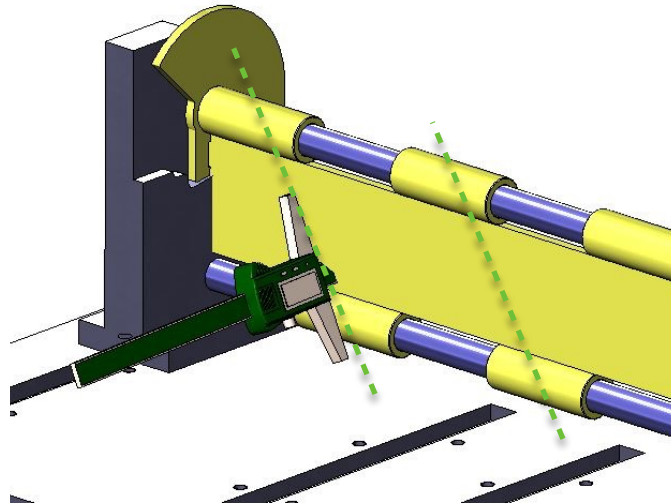
Na základní desce je vyrobeno drážkové vedení pro šířkovou modifikovatelnost s aretací pomocí šroubových spojů.



Obr.č.48 kalibr verze 3 [5]

Válcový kalibr pro měření tloušťky spáry, tím pádem sousosti rádiusu boku svařence s vnitřním průměrem pantu - ten je polohově zajištěn velkým kalibrem.

Měření rovinnosti dna bylo uvažováno, pro jednoduchost, za pomoci hloubkoměru na dotek (opření) mezi jednotlivými panty a odměřením vzdálenosti (hloubky) k ploše dna. Hloubkoměr by musel mít dostatečně dlouhé opěrné plochy min. rozteč článku pásu tzn. 100 mm.



Obr.č.49 zamýšlené měření rovinnosti [5]

Po konzultaci s konzultantem s firmy se ukázalo, že se tato vývojová verze také jeví jako nedostatečná. Použit drážkových vodičů není špatnou myšlenkou, ovšem problém by mohl nastat v samotném přestavování pozic. Jednak možným zanesením drážkových ploch a také nepřesným napozicováním k zavedení šroubů do příslušných děr. Pohyb bočnice v drážce by byl, vlivem tření, značně zhoršen.

Spárová měrka byla zaměněna za válcový kalibr a měřící bočnice upravena, aby zde vznikla dostatečná spára pro vedení kalibru.

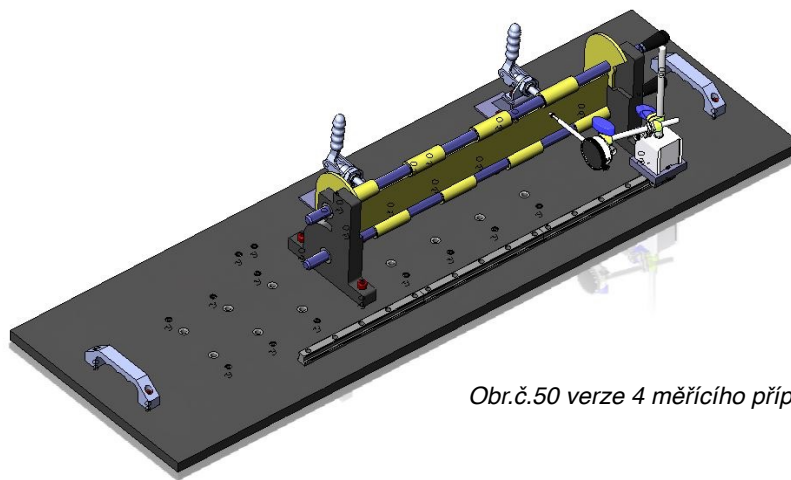
Použití hloubkoměru pro měření rovinnosti dna článku pásu by teoreticky možné bylo, avšak tato metoda není dostatečně komfortní a při měření většího množství svařenců by znamenala časové prodloužení celého úkonu měření. Od tohoto způsobu se také upustilo.

Zjistěné nedostatky
- přesné napozicování bočnic v drážkovém vedení (z důvodu šroubových spojů) může být obtížná
- měření rovinnosti dna nemusí být ideální z hlediska předpokládaného času měření

Tab.č.6 nedostatky měřícího přípravku v.3 [5]

4.4.4 Vývojová verze č.4

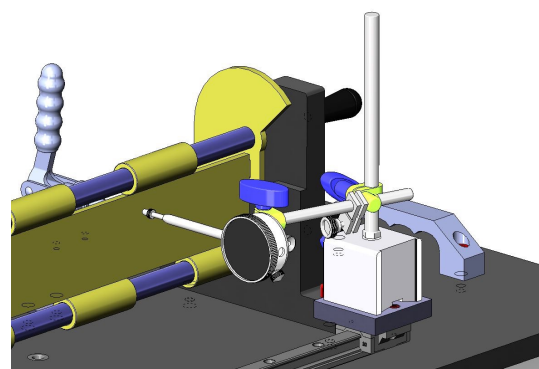
Verze 4 je před finální verzí měřícího kontrolního přípravku. Šířková modifikace je zajištěna pomocí předdefinovaných pozic - otvorů pro kolík a závitů pro šroubové spoje, opatřených závitovými pouzdry kvůli životnosti. Měření rovinnosti dna bylo přepracováno na princip odpichu číselníkového úchylkoměru za pomoci lineárního vedení, ke kterému je úchylkoměr přichycen. Dvojice upínačů slouží k zajištění svařence ve stabilní poloze resp. eliminace vůlí v uložení kontrolní kalibr-měřící bočnice-svařenec.



Obr.č.50 verze 4 měřícího přípravku [5]

Tato verze již obsahovala pouze drobné nedostatky, které jsou uvedeny na následujících obrázcích.

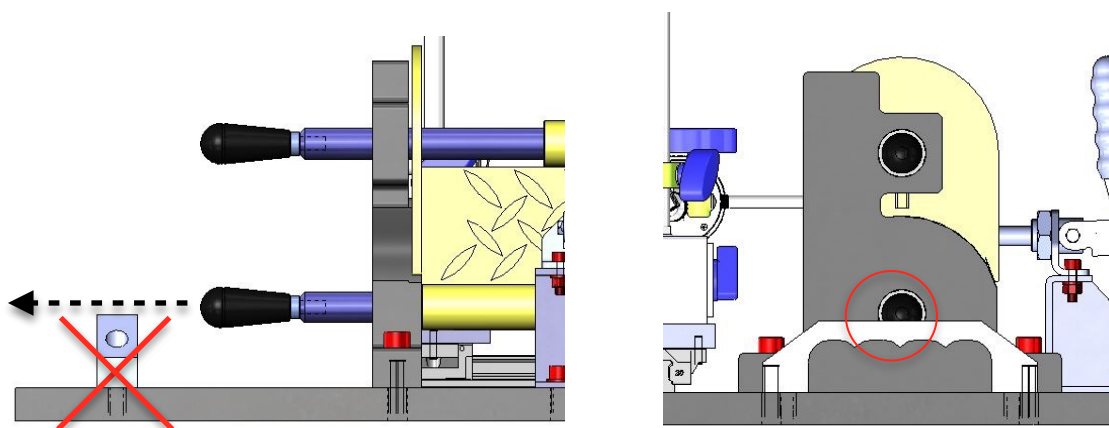
Stojánek na číselníkový úchylkoměr není špatným krokem, byť je vybaven aretací v daných polohách, neposkytuje stoprocentně kontrolovatelnou reprezentaci polohy při přestavování do různých poloh. Rovinnost se bude měřit v krajních polohách šířky dna (řekněme výškách od základní desky).



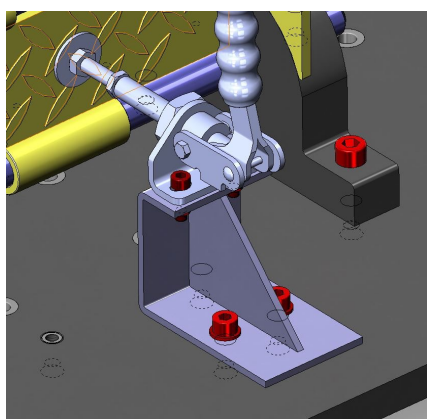
Obr.č.51 dílenský stojánek pro úchylkoměr [5]

Při přestavování nebude jednoznačně zaručena opakovatelnost polohy stojánku, což může vést k zanesení chyby do výsledku měření.

Umístění chytu viz následující obrázky se ukázalo jako konstrukční chyba. Umístění chytu bylo v nesprávné pozici, kde by docházelo k znepřístupnění prostoru pro zavádění kalibru. Chyty byly přesunuty do krajních poloh (rohů) základní desky a ze dvou rozšířeny na čtyři kusy.



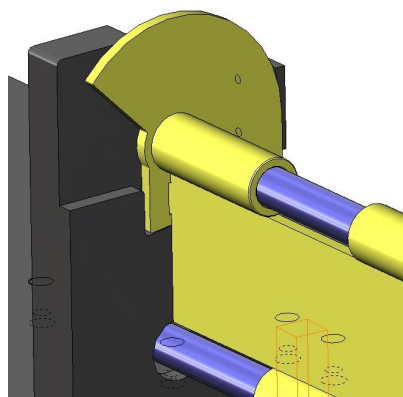
Obr.č.52 nesprávná pozice chytu [5]



Obr.č.53 držák upínače [5]

Po dohodě s konzultantem byl změněn i držák upínače z plechového svařence na hliníkový monoblok. Svařenec držáku z ocelového plechu byl zamýšlen z důvodu snížení nákladů za přípravek.

Svařenec je při vlastním úkonu měření v přípravku držen pomocí velkého kalibru. Při zakládání, může docházet ke stavu, kdy není poloha svařence nijak zajištěna a obsluhující pracovník by musel dbát zvýšené pozornosti při vkládání velkých kalibrů. Tomu by se dalo předejít stavitelnými dorazy, které by zajišťovaly přesnou polohu svařence v době, kdy není jištěn kalibrem. Tento podnět byl zaznamenán a vyřešen v konečné finální verzi přidáním stavitelného dorazu.



Obr.č.54 detail založení [1]

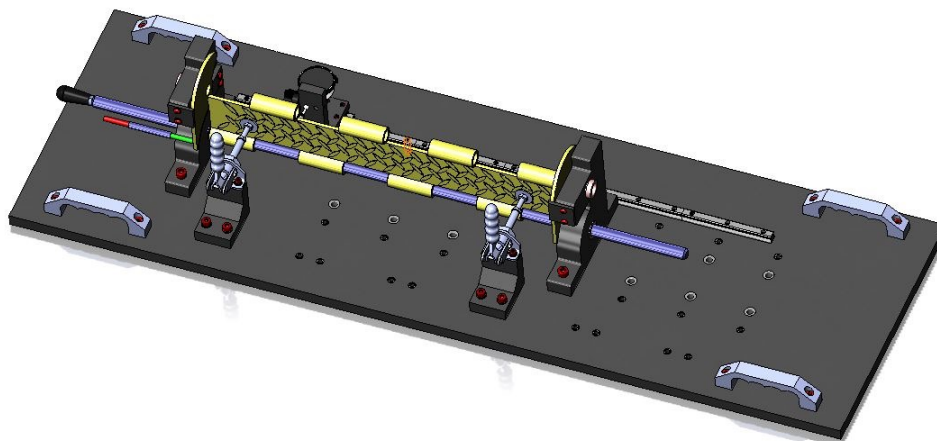
Tab.č.7 drobné nedostatky měřícího přípravku v.4 [5]

Zjistěné nedostatky
- zajištění pozice svařence při zakládání
- magnetický stojánek vyměnit za držák
- rozšířit kontrolní bočnice ke zvýšení tuhosti
- svařované držáky upínačů zaměnit za hliníkové monolity

Veškeré nedostatky byly eliminovány a vytvořena tak finální verze kontrolního měřícího přípravku, která je náplní následující kapitoly.

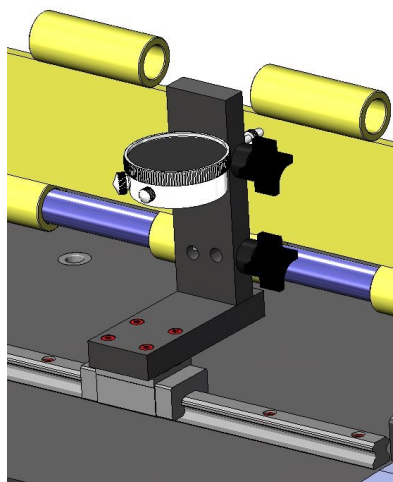
4.5 Finální verze

Na následujícím obrázku je zobrazena finální verze kontrolního měřicího přípravku a výčet posledních úprav resp. jejich řešení.

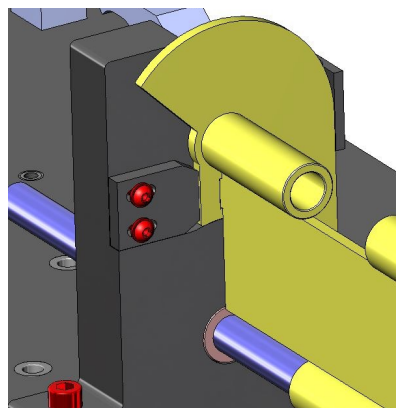


Obr.č.55 finální verze měřicího přípravku [5]

Stojánek číselníkového úchylkoměru zaměněn za držák s předdefinovanými pozicemi pro měření rovinnosti. Úchylkoměr bude zajištěn pomocí aretačního šroubu. K dispozici je dvojice pozic pro měření a to z důvodu možného výskytu možné nepřesnosti při svařování pantů a dna (výskyt rozměrnějšího svaru). Rozdíl mezi pozicemi je v řádech milimetrů, což je dostatečné pro případnou odchylku ve velikosti svaru.



Obr.č.56 stojánek číselníkového úchylkoměru [5]



Jednoznačná poloha svařence při zakládání je zajištěna stavitelným dorazem, který se přesně napolohuje v rámci seřízení přípravku.

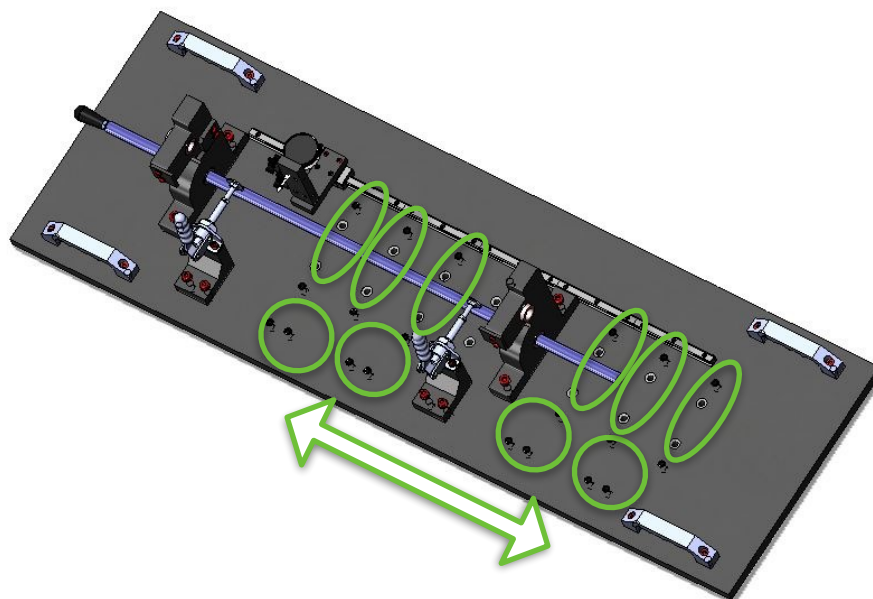
Obr.č.57 stavitelný doraz [5]

úpravy
- zajištění pozice svařence při zakládání
- upraven držák pro číselníkový úchylkoměr s přidáno víc pozic pro měření
- rozšířeny kontrolní bočnice pro zvýšení tuhosti a zajištění opěry pro vedení kalibru
- nové tužší držáky upínačů
- přidány úchyty a upraveny pozice z důvodu vedení hlavních válcových kalibrů

Tab.č.8 finální úpravy měřícího přípravku [5]

4.5.1 Popis finální verze

Základ zařízení tvoří hliníková deska s řadou předdefinovaných otvorů pro měřící bočnice a upínače. Pomocí těchto pozic je zajištěna modifikatelnost přípravku pro měření různých šířek (zadavatel udává krok 100 mm) svařenců. Měřící bočnice jsou s deskou spojeny pomocí čepů a šroubových spojů a tak by měla být splněna jejich kolmost vůči základní desce. Deska je vybavena čtyřmi úchyty pro bezproblémovou manipulaci. Celé zařízení váží cca 80 kg a k jeho transportu bude potřeba dvou osob. Zařízení bude umístěno na pevný stůl, kde bude zkalibrováno a



Obr.č.58 šířková modifikatelnost měřícího přípravku [5]

následně užíváno. Nepředpokládá se jeho přesouvání, nicméně je to možné, avšak za podmínky, že bude poté opětovně zkalibrováno.

4.5.2 Seřízení a ověření přesnosti přípravku

Jelikož má přípravek řadu komponent z nichž nějaké umožňují jejich přestavitelnost je důležité zajištění ověření, zda v těchto polohách a při opakovaném přestavení, pozice odpovídají modelové situaci. V podstatě se jedná o kontrolu přesnosti funkce přípravku.

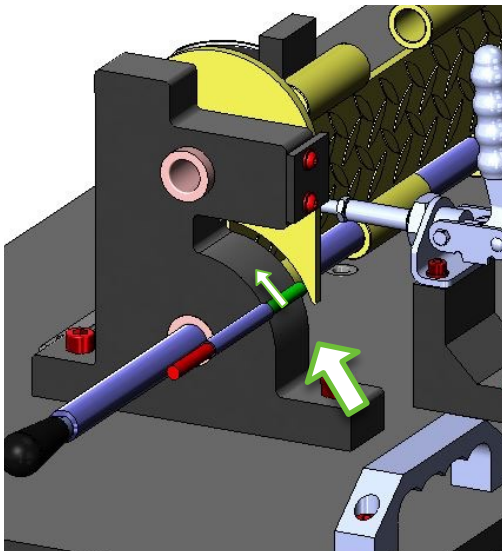
Seřízením je míněno ověření a případné zajištění sousosti otvorů bočnic pro vedení kalibru ve všech přestavitelných polohách. Dále pak nastavení délky upínače resp. jeho upínací síly. Tu je možno provádět měřením délky výsuvného elementu ve vysunuté úvratí při dotyku s dnem článku pásu a přidáním 1 mm na vyvození určitého předepnutí. Nastavení dorazů bude provedeno tak, aby se maximálně eliminovaly vůle v založení součásti do přípravku, ale nebyla nijak omezena manipulace se svařencem. Kalibrace číselníkového úchylkoměru bude v kompetenci externí akreditované firmy, která ji provede. Ověření přesností jednotlivých kalibrů bude provedeno externí firmou disponující požadovanou technikou.

4.5.3 Popis průběhu měření

Svařenec bude zasazen do měřícího přípravku. Následně budou probíhat jednotlivá měření viz kapitoly 4.5.4 a 4.5.5.

4.5.4 Měření sousostí

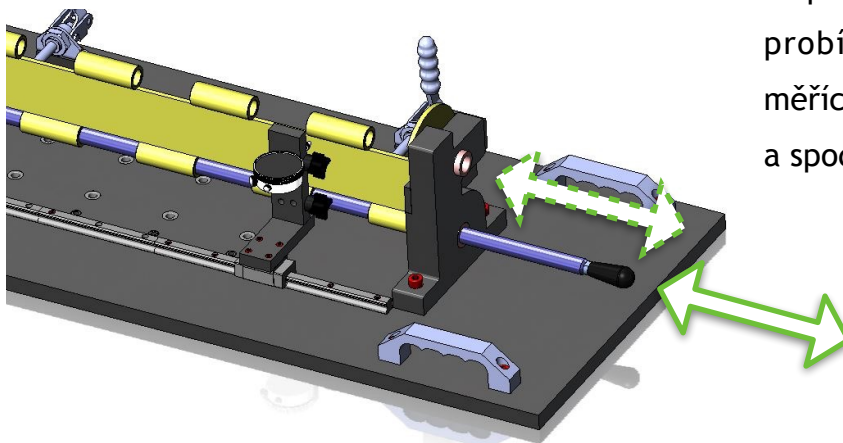
K měření sousosti rádiusu bočnice článku pásu s pantem je k dispozici na míru vyrobený válcový kalibr (správný průměr= 7,9 mm, zmetkový průměr= 8,15). Kalibr metrolog navede do spáry viz obr.č.41, mezi bočnicí a měřící bočnicí a provede měření po křivce kontury rádiusu bočnice. Vodorovnou polohu osy kalibru zajišťuje konstrukce měřící bočnice tzn. její dostatečná šířka. Po kontrole celé délky spáry pracovník vede kalibr zpět a vyjme ho.



Obr.č.59 měření sousosti rádiusu [5]

Měření sousostí jednotlivých pantů vůči sobě, se provádí pomocí měřícího kalibru. Kalibr se navede otvorem v měřící bočnicí a dál se vkládá skrze svařenec

resp. jednotlivé panty. Měření probíhá na obou otvorech měřící bočnice tzn. na horním a spodní sérii pantů.



Obr.č.60 měření sousosti rádiusu [5]

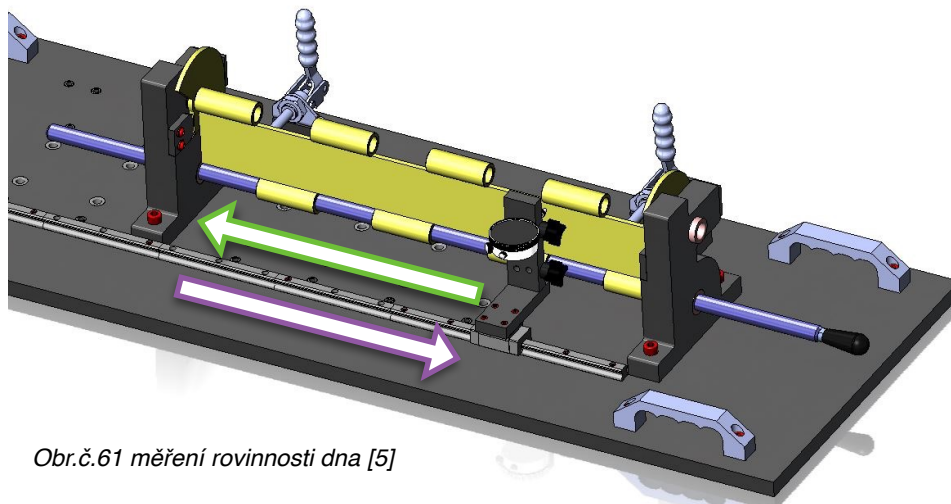
4.5.5 Vyhodnocení souosostí

Souosost jednotlivých pantů je vyhovující pokud lze kontrolní kalibr bez problémů vést skrz jednotlivé panty od počátečního až po koncový. V případě, že kalibr nelze protáhnout nebo se někde v nějaké vzdálenosti zasekne, není souosost splněna.

Souosost bočnice článku pásu je vyhovující, pokud lze správná strana kontrolního kalibru vést bez problémů spárou v celém svém rozsahu a zmetková nikoliv. V případě, že se kalibr v nějakém místě zadrhne a nelze jej vést dál nebo kontrolní spárou prochází, lze vést zmetková část kalibru, jedná se o nedodržení tolerance souososti. V případě splnění podmínky souososti v dané toleranci, zaznamená pracovník do protokolu “splněno”.

4.5.6 Měření rovinnosti

Měření rovinnosti se provádí na rovinné ploše svařence. Oba rychloupínače se přesunou do polohy zajištěno, čímž se eliminují případné vůle v uložení hlavního kalibru. Vozíkem s číselníkovým úchylkoměrem se najede poblíž koncového bodu dna tzn. ke svaru s bočnicí. Úchylkoměr se přisune k měřenému povrchu, zaaretuje pomocí aretačního šroubu a vynuluje. Následně je tažen vozík směrem k druhé bočnici a pohyb ustává těsně před ní. Po celou dobu obsluhující pracovník sleduje indikátor úchylkoměru a největší výchylku zapíše do protokolu. Následně dojde k přesunu úchylkoměru do pozice 2 viz obr.č. na držáku a provede se stejný postup měření směrem zpět. Pracovním opět zapíše nejvyšší indikovanou hodnotu.



Obr.č.61 měření rovinnosti dna [5]

4.5.7 Vyhodnocení rovinnosti

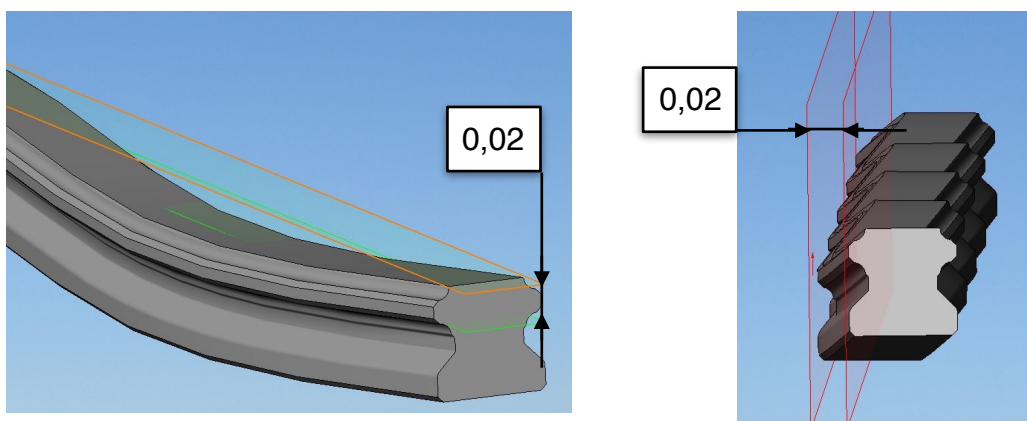
Toleranční pole pro vzniklé nepřesnosti má hodnotu 0,2 mm. Pokud jedna z hodnot dosáhne vyšší hodnoty než je povolená mez, jedná se o porušení této tolerance a svařenec se stává zmetkem.

4.6 Technický návrh

Předmětem této kapitoly je ověření tolerancí a celkové přesnosti.

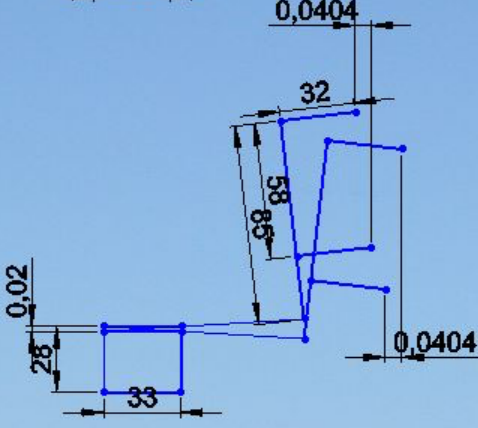
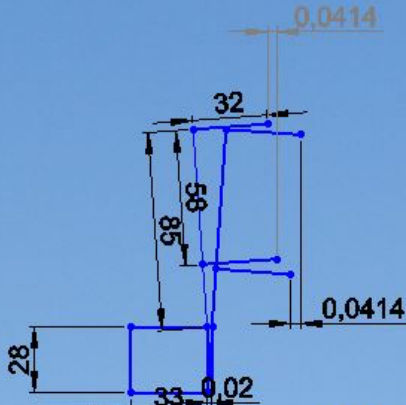
4.6.1 Nepřesnost soustavy lineárního vedení a číselníkový úchylkoměr

U vybraného komponentu vedení, o rozměrové přesnosti “standart”, dodavatel udává výslednou úchylku rovnoběžnosti ploch vozíku (horní a boční) s plochami lineárního vedení o hodnotě 0,02 mm na metru délky vedení. Tuto úchylku můžeme zjednodušit a použít jí pro lepší orientaci pouze na lineární vedení viz obr. č.43. Na obrázcích je toleranční pole zobrazeno pomocí dvou rovin a případné nepřesnosti jsou mnohonásobně zvětšené.



Obr.č.62 vizualizace výrobních tolerancí kolejnice [5]

Celková nepřesnost soustavy na měření rovinnosti dna je daná součtem nepřesností od lineárního vedení, vozíku, držáku pro číselníkový úchylkoměr a úchylkoměrem. Velikost celkové nepřesnosti je zmíněna v tabulce viz níže.

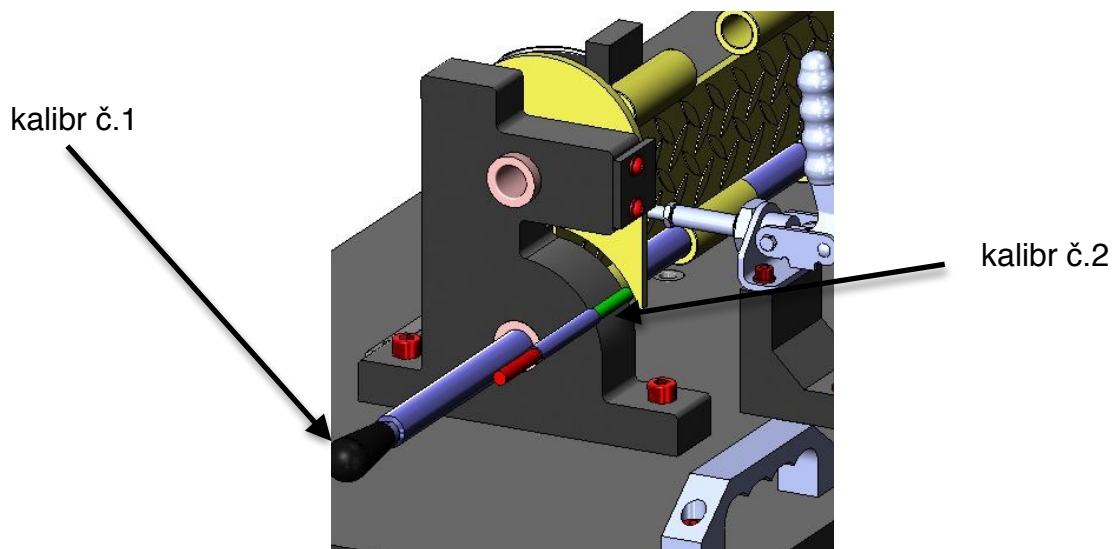
Stav 1 - horní vodící plocha	Stav 2 - boční vodící plocha
	
max. odchylka = 0,0404mm	max. odchylka = 0,0414mm

Obr.č.63 vizualizace vzniklých nepřesností soustavy úchylkoměru

S touto nepřesností musí obsluha měřícího zařízení počítat a zařadit ji do výsledků měření.

4.6.3 Kalibry

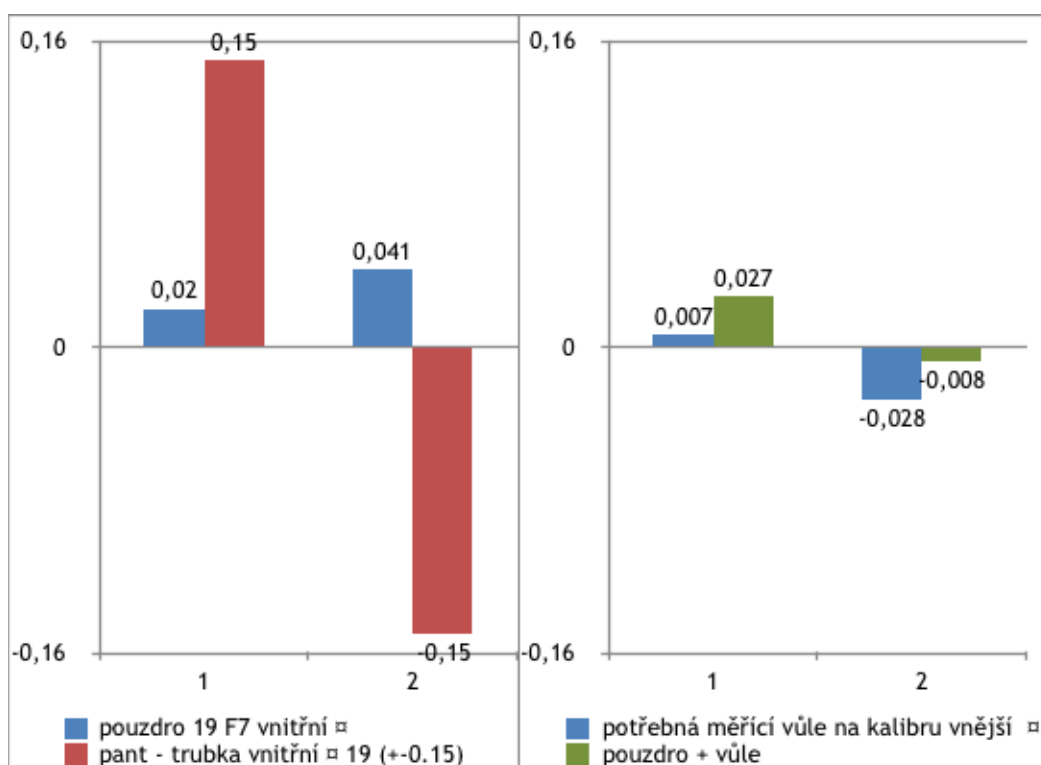
Součástí přípravku jsou dva kalibry. Jeden pro měření sousosti pantů článku pásu, kalibr č.1 a druhý pro měření sousosti rádiusu bočnice s vnitřním průměrem pantu, kalibr č.2. V následujících kapitolách je uveden jejich návrh.



Obr.č.64 vizualizace kalibrů [5]

4.6.3.1 Návrh kalibru č.1

Při návrhu tohoto kalibru je vycházeno z posuvného uložení s malou vůlí nebo nepatrným přesahem, jakožto nejpřesnějším ručně rozebíratelným strojním spojením. To bude vhodné pro měřicí přípravek z důvodu zajištění patřičných vypovídajících hodnot měření. Uložení, které se pro tento stav hodí je charakterizováno jako H7/js6 (j6). Potřebná síla pro montáž takového uložení je uváděná jako zatlačení rukou. Uložení je vhodné např. pro náboje ozubených kol, řemenic, pouzder zkrátka tam, kde je vyžadována co nejmenší vůle a vysoká přesnost.



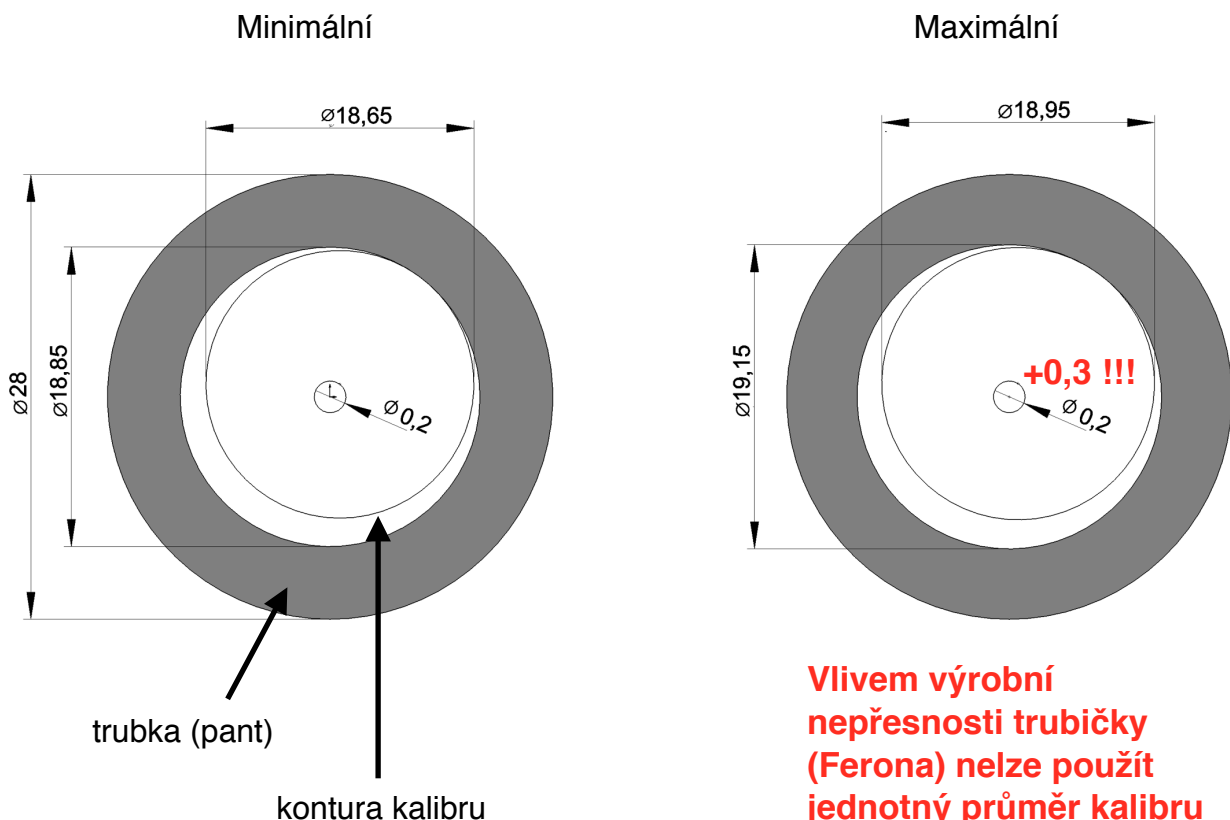
	dolní úchylka [mm]	horní úchylka [mm]	max. rozměr [mm]	min. rozměr [mm]
vodící pouzdro Ø19 F7	0,02	0,041	19,041	19,02
potřebná měřicí vůle na kalibru	0,0065	-0,0275	19,0065	18,9725
pant - trubka vnitřní Ø19 (+-0.15)	0,15	-0,15	19,15	18,85
pant + tolerance sousososti 0,2mm			18,95	18,65

Tab.č.9 tabulka tolerancí [5]

Výše uvedená tabulka obsahuje hodnoty jednotlivých rozměrových úchylek částí přípravku pro vyjádření velikosti průměru kalibru č.1.

Následující skica popisuje stav maximálního a minimálního průměru kalibru. Zjistilo se, že pokud bude použita trubička pantu o vnitřním průměru 18,85 mm, což je garantovaný dolní mezní rozměr udávaný výrobcem, k měření bude zapotřebí kalibr o průměru 18,65 mm. V případě maximálního garantovaného vnitřního průměru trubičky 19,15 mm, pro změření souososti na 0,2 mm zapotřebí kalibr s odlišným průměrem!

Z tohoto důvodu nelze přesně vyjádřit finální průměr měřícího kalibru, jelikož výrobní nepřesnost použitých dílců a je značně velká. Pro zajištění požadované přesnosti, by bylo nutné použít přesně soustružené trubičky na vnitřní průměr např. 18H9 (0/+0,05), což by zvětšilo toleranční pole souososti na relativně únosnou mez 0,25 mm.



Vlivem výrobní nepřesnosti trubičky (Feron) nelze použít jednotný průměr kalibru 18,65 mm, dojde k odchylce souososti o 0,3 !!!

Řešení vzniklého problému:

- 1) Opatřit několik průměrů kalibrů tzn. v rozpětí 18,65 až 18,95 a po změření vnitřních průměrů několika pantů (předpokládá se že jedna série tyčí od výrobce bude mít stejný vnitřní průměr) použít příslušný průměr kalibru.

- 2) Zvýšit výrobní přesnost polotovarů svařence resp. svařence např. vrtáním pantů na požadovaný jednotný průměr. Za tohoto předpokladu by bylo možné použít jednotný průměr kalibru.

V ekonomickém zhodnocení je zahrnuta varianta č.2.

Materiál kalibru č.1

Při kontrolní činnosti s kalibrem bude jeho konstrukce zatížena několika vlivy. Z největší části otěrem t.j. od posuvu v uložení. Dále je důležité zajistit dostatečnou životnost kalibru z hlediska zachování jeho rozměrů, t.j. zajištění jeho přesnosti a rozměrové stability.

Cesta kovových materiálů

Materiál ČSN 12050.1 / ČSN 15142 nebo ČSN 16343, kalený, popuštěný, povrchově zakalený a přebroušený na kulato. Materiál 12050.1 je levný, nenáročný na pořízení. U dvou dalších uvedených ocelí je pořízení relativně nenáročné, ovšem jejich cena je oproti "C45" zhruba dvojnásobná. Kalení zaručí dostatečnou tuhost a druhé kalení (povrchu) zvýšenou tvrdost povrchu a tím odolnost vůči abrazivnímu opotřebení. Po tepelném zpracování bude nutno povrch přebrousit k zajištění požadované rozměrové toleranci.

Cesta kompozitních materiálů

Kompozitní materiál zajišťuje vysokou tuhost při nízké hmotnosti. Nelze ovšem zaručit dostatečnou odolnost vůči abrazivnímu opotřebení. Cena zjišťována nebyla, jistě by záviselo na druhu použitého kompozitu, ale ze zkušeností

pracovníku pracujících s těmito materiály, by se tolik nelišila od ceny kovových kalibrů. V ekonomickém hodnocení je použit materiál 12050.1.

4.6.3.2 Návrh kalibru č.2

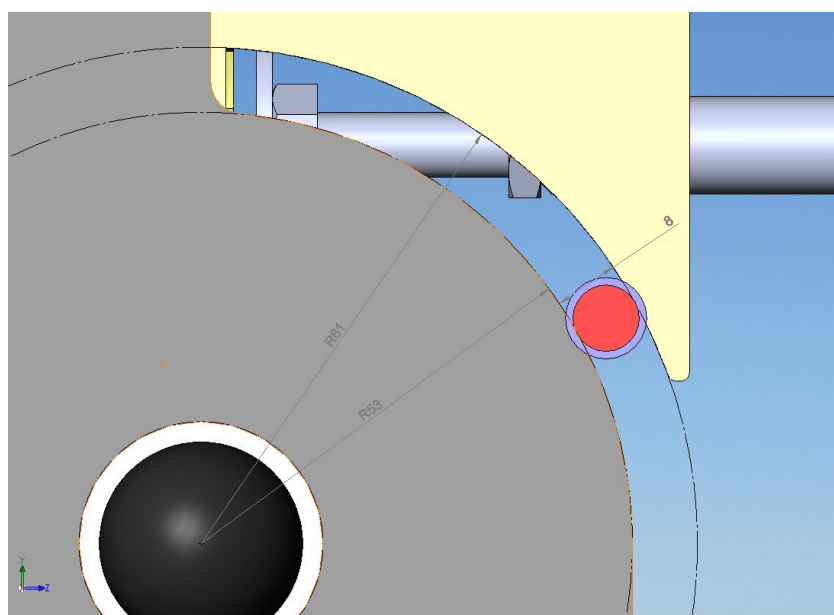


Velikost spáry mezi rádiusem bočnice článku pásu a rádiusem měřící bočnice je závislá na uložení pantů svařence a kalibru č.1. V ideální případě, kdy jsou všechny osy totožné (souosé), je výška spáry 8 mm. Tento rozměr je brán z modelu Solidworks. Jde o ideální stav, kdy nejsou uvažovány žádné vůle.

Řešení tohoto kalibru je přímo závislé na řešení problému s kalibrem č.1 resp přesností pantů svařence. I zde se nabízí dvě možnosti:

- 1) Použití sady válcových kalibrů, jelikož přesně nevíme koncovou velikost spáry při použití pantů s hrubší výrobní tolerancí. Při měření bude nutno ověřit vstupní velikost spáry, podle ní vybrat kalibr o průměru 0,2mm menší a jím ověřit stav po celé délce spáry.
- 2) Při vyšší výrobní přesnosti pantů použít jednotný kalibr. Kalibr by měl dvě funkční části - správnou $\varnothing 7,9\text{mm}$ a zmetkovou $\varnothing 8,15\text{mm}$. Jeho délka bude 150 mm, což je z ergonomického hlediska příznivé. Délka obou funkčních ploch bude 40 mm a to z důvodu opření o profil měřící bočnice (tloušťka 40 mm).

V ekonomickém zhodnocení je zahrnuta varianta 2.



Obr.č.65 vedení kalibru č.2 a nastínění situace [5]

Materiál kalibru č.2

Při kontrolní činnosti s kalibrem bude jeho konstrukce zatížena z větší části jen otěrem t.j. od posuvu v uložení. I zde je důležité zajistit dostatečnou životnost kalibru z hlediska zachování jeho rozměrů t.j. zajištění jeho přesnosti a rozměrové stability. V tomto případě je nejvhodnější použít materiál 12050.1, kalený, popuštěný, povrchově zakalený a přebroušený na kulato.

Materiál 12050.1 je levný, nenáročný na pořízení. Kalení zaručí dostatečnou tuhost a druhé kalení povrchu zvýšenou tvrdost povrchu a odolnost vůči abrazivnímu opotřebení. Po tepelném zpracování bude nutno povrch přebrousit k zajištění požadované rozměrové toleranci.

5. Technickoekonomické hodnocení projektu

Úkolem technickoekonomického hodnocení je stanovit výsledné stanovisko, zda má řešení z ekonomické stránky smysl. Různá hodnocení poslouží pro různé druhy a typy produktů, ať už jde o výrobní operace, služby, distribuované výrobky nebo výrobky pro vlastní spotřebu. V tomto případě se jedná o zařízení vyrobené pro vlastní spotřebu a tak se ekonomické hodnocení značně zeštíhlí. Abychom ovšem dospěli k závěru zda má projekt smysl, je nutné jej opřít o nějaký podnět a ekonomické hodnocení konkretizovat. Zde je výhodné srovnávat vůči případné reklamaci.

Technickoekonomické hodnocení se tak v tomto případě skládá ze stanovení nákladů potřebných k výrobě zadaného zařízení a vyčíslení nákladů za reklamační řízení. Pro výpočet jsou použity dostupné informace firmy a internetu, některé jsou stanoveny odborným odhadem, proto je třeba je chápat pouze jako orientační.

Pokud ovšem hodnotíme projekt, je vhodné se zpět vrátit na samotný začátek tvorby projektu a zamyslet se nad tím, jaký byl vůbec hlavní podnět.

Z důvodu neustálého zkvalitňování výroby a k zajištění ještě větší spokojenosti zákazníků firma plánuje vyrábět díly s vyšší přesností.

5.1 Kusovník

součást	stav	mj [ks]
0.0 Měřicí přípravek	vyráběný díl - samovýroba	1
1. základní deska celek	vyráběný díl - samovýroba	1
1.1 deska	vyráběný díl - samovýroba	1
1.2 kolíkové pouzdro DIN 179- 10.1-20	nakupovaný díl	22
1.3 závitové pouzdro 10.1 x 20 (M8)	nakupovaný díl	30
2. kontrolní bočnice	vyráběný díl - samovýroba	2
2.1 tělo bočnice	vyráběný díl - samovýroba	1
2.2 doraz přední	vyráběný díl - samovýroba	1
2.3 doraz zadní	vyráběný díl - samovýroba	1
2.5 šroub M6 s vnitřní šestihranem	nakupovaný díl	4
2.6 šroub M10 s vnitřní šestihranem	nakupovaný díl	2
2.7 kolíkové pouzdro DIN 179 30x20-40	nakupovaný díl	2
3. kalibr velký	vyráběný díl - samovýroba	1
4. kalibr malý	vyráběný díl - samovýroba	1
5. upínač celek	vyráběný díl - samovýroba	1
5.1 držák upínače	vyráběný díl - samovýroba	2
5.2 upínač	nakupovaný díl	2
5.3. šroub M10 s vnitřní šestihranem	nakupovaný díl	4
5.4. podložka plochá M10	nakupovaný díl	4
6. držák číselníkového úchylkoměru	vyráběný díl - samovýroba	1
6.1 spodní část držáku	vyráběný díl - samovýroba	1
6.2 horní část držáku	vyráběný díl - samovýroba	1
6.3 šroub M5 s vniř. šestihranem	nakupovaný díl	4
6.4 stavěcí šroub s koncovnou	nakupovaný díl	4

7. číselníkový úchylkoměr	nakupovaný díl	1
8. lineární vedení	nakupovaný díl	1
8.1 kolejnice	nakupovaný díl	1
8.2 vozík lin. vedení	nakupovaný díl	1
8.3 šroub M6 s vnitř. šestihranem	nakupovaný díl	18
9. chyt celek (i se šroubama)	nakupovaný díl	4

Tab.č.10 kusovník [5]

5.2 Vyráběné díly

Vyráběné díly si bude f. ASTOS vyrábět svépomocí na svých výrobních strojích. U níže uvedených dílů byl sestaven technologický postup s oceněním dle standardních cen. Ocenění jednotlivých operací bylo konzultováno s technologi a odbornými pracovníky s dostatečnou praxí.

deska

DESKA				
operace	popis	stroj	čas [min]	cena [Kč]
nákup mat.	AL deska 1400x450x20mm, Feron (34kg/220kč/kg)	-	-	7480
frézování	kompletní opracování	B300	39	1650
kontrola	rovinnost horní plochy, kolmost děř (18x Ø18 s horní plochou)	-	60	600
celkem			99	2250

Tab.č.11 nástin výroby základní desky [5]

KONTROLNÍ BOČNICE				
operace	popis	stroj	čas [min]	cena [Kč]
řezání	AL tyč 200x200x40	STG250	-	300,0
kompletní opracování	frézování (hrubování + dokončování) s 1 přeupnutím	B300	75	3125
kontrola	rádus, kolmos spodní plochy, kolmost děř vůči boku	-	15	160
celkem			90	3585,0

Tab.č.12 nástin výroby kontrolní bočnice [5]

Tab.č.13 nástin výroby předního dorazu [5]

DORAZ PŘEDNÍ				
operace	popis	stroj	čas [min]	cena [Kč]
nákup. mat.	AL tyč 40x5	-	-	3,1
řezání	na délku 42mm	STG250	5	66,7
vrtání	díry Ø7mm	VR4	4	66,7
celkem			9	136,4

Tab.č.14 nástin výroby zadního dorazu [5]

DORAZ ZADNÍ				
operace	popis	stroj	čas [min]	cena [Kč]
nákup. mat	AL tyč (40x10)	-	-	6,6
řezání	na délku 46mm	STG250	5	66,7
frézování	opracovat dle výkresu	F3V	10	250,0
celkem			15	316,7

Tab.č.15 nástin výroby spodní části držáku [5]

SPODNÍ ČÁST DRŽÁKU				
operace	popis	stroj	čas [min]	cena [Kč]
nákup. mat	AL tyč (40x20)		-	44,6
řezání	na délku 155mm	STG250	5	66,7
kompletní opracování	frézování (hrubování + dokončování)	F3V	20	833,3
kontrola	(rovnoběžnost ploch - horná spodní)	-	15	150
celkem			40	1050

Tab.č.16 nástin výroby horní části držáku [5]

HORNÍ ČÁST DRŽÁKU				
operace	popis	stroj	čas [min]	cena [Kč]
nákup. mat	AL tyč (40x20)	-	-	41,8
řezání	na délku 145mm	STG250	5	66,7

kompletní opracování	frézování (hrubování + dokončování)	F3V	20	833,3
kontrola	(kolmost styčné plochy s osama děř, rovnoběžnost přední a zadní strany)	-	15	150
celkem			40	1050

Tab.č.17 nástin výroby držáku upínače [5]

DRŽÁK UPÍNAČE				
operace	popis	stroj	čas [min]	cena [Kč]
nákup. mat	AL tyč (80x80)	-	-	182,5
řezání	na délku 80mm	STG250	5	66,7
kompletní opracování	frézování (hrubování + dokončování)	F3V	20	833,3
kontrola	(rovnoběžnost dosedacích ploch)	-	15	150
celkem			40	1050

Tab.č.18 nástin výroby kalibru č.1 [5]

KALIBR Č. 1 (VELKÝ)				
operace	popis	stroj	čas [min]	cena [Kč]
nákup. mat	Taž.ocel kruh. Ø20 h9 (C45K), 1,2m (54kč/kg)	-	-	159,8
řezání	na délku 1000mm	STG250	5	66,7
soustružení	soustružit hrubovat na průměr 19mm	SU63	15	500
kalení	Kalení na 58HRC - kooperace	kooperace	-	100
broušení	brousit na kulato podle výkresu	BU28	15	500
kontrola	Kontrola průměru	-	15	150
celkem			50	1476,5

Tab.č.19 nástin výroby kalibru č.2 [5]

KALIBR Č.2 (MALÝ)				
operace	popis	stroj	čas [min]	cena [Kč]
nákup. mat	Taž. ocel kruh. Ø12 h9 (C45K), 160mm (24kč/kg)	-	-	3,36
řezání	na délku 150mm	STG250	5	66,7
soustružení	Soustružit hrubovat dle výkresu	SU63	20	650
kalení	Kalení na 58HRC - kooperace	kooperace	-	100
broušení	brousit na kulato podle výkresu	BU28	15	500
kontrola	Kontrola průměrů	-	15	150
celkem			50	1470,1

Tab.č.20 suma vyráběných dílů [5]

VYRÁBĚNÉ DÍLY				
popis	mj [ks]	čas [min]	cena za ks [Kč]	cena [Kč]
deska	1	99	2250,0	2250,0
kontrolní bočnice	2	90	3585,0	7170,0
doraz přední	2	9	136,4	272,9
doraz zadní	2	15	316,7	633,3
kalibr velký	1	50	1476,5	1476,5
kalibr malý	1	50	1470,1	1470,1
držák číselníkového úchylkoměru	1	80	2100,0	2100,0
stojan upínače	2	15	150,0	300,0
suma vyráběné díly				15672,8

5.3 Nakupované díly

Tab.č.21 suma nakupovaných dílů [5]

NAKUPOVANÉ DÍLY				
díl	výrobce	mj [ks]	cena za ks [Kč]	cena [Kč]
kolíkové pouzdro DIN 179-10.1-20	ELESA-GANTER	22	200	4400
vrtací pouzdro 10.1 x 20 (M8)	Precitool	30	19,6	588
šroub M6x14 ISO7380-1 10.9	Akros	12	1,42	17,04
šroub M10x50, 8.8 DIN912	Akros	8	7,88	63,04
kolík Ø10mm - 40mm	ELESA-GANTER	4	120	480
kolíkové pouzdro DIN 179 30x20-40	Precitool	4	358	1432
upínák pákový ojnicový	Amro	2	700	1400
podložka plochá 10,5 DIN125-1A	Akros	4	1	4
šroub M5x30 8.8 DIN912	Akros	22	1,63	35,86
stavěcí šroub s koncovkou M6	ELESA-GANTER	4	30	120
Číselníkový indikátor 60/10x0,01 mm	Somet	1	590	590
lin. vedení kolenice HGR15R	HIWIN	1m	6465	6465
Vozík lin vedení - HGH15CA	HIWIN	1	930	930
chyt AG-25F140_55	ELESA-GANTER	4	80	320
suma nakupované díly				16844,94

Tab.č.22 suma materiálových nákladů na výrobu [5]

NÁKLADY NA VÝROBU				
				cena [Kč]
suma vyráběné díly				15672,8
suma nakupované díly				16844,94
suma celkem				32517,8

5.4 Reklamace

V průběhu roku 2015 došlo k reklamaci od jedné renomované německé firmy. Jednalo se o špatně vyrobený celosvařovaný dopravníkový pás, složený právě ze svařenců, které by byly předmětem měření na měřicím přípravku. Články čítaly řadu nepřesností a chod celého pásu v dopravníku byl nedokonalý. Největší nepřesnosti se vyskytovaly v sousostí mezi rádiusem bočnice a pantem článku pásu, což je patrné z obrázku č.66. Zákazníkovi se vyrobil pás nový v rámci reklamačního řízení. Celkové náklady na reklamaci byly nemalé a jejich orientační výčet je zobrazen v tabulce č.23.

Pokud srovnáme celkové náklady na reklamaci s celkovými výrobními náklady na měřicí přípravek, jistě dojdeme k závěru, že se takové zařízení vyplatí a má své opodstatnění, byť je jeho cena zhruba poloviční oproti uvažované reklamaci. Pokud půjdeme do detailu, nemáme zde uvedeny náklady vyvolané ušlým ziskem ve chvíli, kdy byla část výrobní linky zákazníka zastavena, právě z důvodu nefunkčnosti pásu článkového dopravníku. V neposlední řadě také zákazník ztrácí důvěru v dodavatele zařízení, což mu jistě nedělá dobrou pověst.



Obr.č.66 nepřesnosti článků pásu[5]

Tab.č.23 suma nákladů na reklamaci [5]

Orientační vyčíslení nákladů za reklamaci	
úkon	cena [Kč]
servis - analýza	2000,00
náklady na operace	1302,51
materiálové náklady	9419,14
servis - montáž	4000,00
NÁKLADY celkem	16721,65

6. Závěr

Cílem této diplomové práce byla analýza systému managementu měření a z ní vyplývající návrh nápravných opatření. Vlivem neustálého vývoje a požadované kvality od zákazníků, firma směřuje k výrobě přesnějších strojních částí resp. výrobků. Tomu samozřejmě musí odpovídat management měření, metrologické pracoviště, personál a adekvátním měřicí vybavení.

Při zpracování této práce proběhlo seznámení s provozem firmy Astos a.s. a průchodem jednotlivých výrobků výrobním procesem. Následně byla zhotovena analýza managementu měření několika oblastí např.: předpisy, dokumentace, používaná měřidla a zázemí pro výkon metrologických činností. Ta poukazuje na jisté nedostatky a z nich vyplývající návrhy nápravných opatření.

V oblasti metrologické dokumentace se objevují drobné chyby jako např. nedostatečná charakterizace měřidel v měřících plánech. Vlastní pracoviště kontroly kvality je poněkud zaostalé a mohlo by se tak zrekonstruovat resp. nově vystavět, oddělit ho od výrobní haly a vytvořit tak adekvátní prostor pro kvalitní výkon této činnosti. Nejpodstatnější změna se odehrává v metrologickém vybavení a tou je návrh nového kontrolního měřicího přípravku pro kontrolu požadovaných dílců.

Měřicí přípravek prošel vývojem a vytvoření několika verzí, od počátečních úvah až po konečnou verzi. Vzhledem k tomu, že je práce pojata spíše koncepčně, nejsou všechny detaily návrhu zařízení vypracované do produkční podoby. Zařízení bylo navrhováno s ohledem na specifikace dané zadavatelem, které práci udávají hlavní myšlenku a směr. Jedná se např. o modifikovatelnost zařízení, vlastní výrobu a přiměřenou finanční náročnost.

Celý projekt byl technickoekonomicky zhodnocen a srovnán s proběhlou reklamací. Náklady na výrobu přípravku oproti vzniklé reklamaci, případně další, jasně poukazují na to, že se investice do takového kontrolního měřicího zařízení jistě vyplatí.

Myslím, že stanovené zadání s vypracováním této práce nikterak nekoliduje a že některé ze zde obsažených myšlenek mohou pomoci při budoucí realizaci takového měřicího zařízení.

7. Seznam použitých zdrojů

- [1] ČSN EN ISO 10012:2003. ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT. Praha, 2003
- [2] LEINVEBER J., VÁVRA P. Strojnické tabulky. ALBRA - pedagogické nakladatelství, 2003
- [3] HOSNEDL, S., KRÁTKÝ J. Příručka strojního inženýra Brno. Computer Press, 1999
- [4] MLČOCH L., SLIMÁK I. Řízení kvality a strojírenská metrologie. 1. vyd. Praha: SNTL, 1987
- [5] ASTOS a.s.. duševní majetek f.ASTOS. Aš, 2016
- [6] HIWIN s.r.o. [online]. obrázkový materiál, 2016, Dostupný na World Wide Web: <http://www.hiwin.cz/cz/produkty/linearni-vedeni/kulickove-vedeni>
- [7] WELDPROJECT s.r.o., obrázkový materiál, 2016, Dostupný na World Wide Web: <http://www.weldproject.cz/reference3.html>
- [8] ROSTRA s.r.o., obrázkový materiál, 2016, Dostupný na World Wide Web: <http://www.rostra.cz/?page=produkty/reference&fgal2cat=8>
- [9] KAISER+KRAFT, obrázkový materiál, 2016, Dostupný na World Wide Web: <http://www.kaiserkraft.cz/prostorove-systemy/halove-kancelare/c/63934-KK/>
- [10] TOS VARNSDORF, obrázkový materiál, 2016, Dostupný na World Wide Web: <http://www.tosvarnsdorf.cz/cz/produkty/horizontalni-vyvrtavacky-stolove/whnq-13-15-cnc/>
- [11] KOVOSVIT MAS, obrázkový materiál, 2016, Dostupný na World Wide Web: <http://www.kovosvit.cz/cz/produkty/technologie-soustruzeni/cnc-univerzalni-hrotove-soustruhy/masturn-550-cnc>

Seznam použitých obrázků

- Obr.č.1 logo firmy [5]
- Obr.č.2 článkový dopravník [5]
- Obr.č.3 hrablový dopravník [5]
- Obr.č.4 magnetický dopravník [5]
- Obr.č.5 kruhový dopravník [5]
- Obr.č.6 dopravníková linka [5]

- Obr.č.7 spec. řešení dopravníků [5]
- Obr.č.8 otočný jeřáb [5]
- Obr.č.9 mostový jeřáb [5]
- Obr.č.10 pásová filtrační stanice [5]
- Obr.č.11 bubnová filtrační stanice [5]
- Obr.č.12 pásový filtr [5]
- Obr.č.13 magnetický filtr [5]
- Obr.č.14 krytování horizontální vyvrtávačky [5]
- Obr.č.15 krytování soustruhu [5]
- Obr.č.16 zákazníci [5]
- Obr.č.17 pohled na halu B [5]
- Obr.č.18 pohled na budovu B2 VTP [5]
- Obr.č.19 dispoziční plán provozu Aš [5]
- Obr.č.20 dělírna - pálicí stroje [5]
- Obr.č.21 obrobna - ohraňovací stroj [5]
- Obr.č.22 svařovna - upínání svařence [5]
- Obr.č.23 část pracoviště OŘJ [5]
- Obr.č.24 lakovna [5]
- Obr.č.25 provoz montáže [5]
- Obr.č.26 ukládání hotových výrobků [5]
- Obr.č.27 tok materiálu v provozu Aš [5]
- Obr.č.28 schéma materiálového toku v provozu Aš [5]
- Obr.č.29 detail kontrolního plánu [5]
- Obr.č.30 měřidla (zleva posuvné měřidlo, kalibry, teodolit) [5]
- Obr.č.31 kontrolní přípravek pro článek pásu [5]
- Obr.č.32 tabule s kontrolními měřidly [5]
- Obr.č.33 informační tabule [5]
- Obr.č.34 pracoviště OŘJ - dispozice [5]
- Obr.č.35 montovaná halová kancelář [5]
- Obr.č.36 svařovací přípravek Weldproject [3]
- Obr.č.37 kontrolní přípravek Rosta [4]
- Obr.č.38 kontrolní přípravek Rosta [4]
- Obr.č.39 článkový dopravník [5]
- Obr.č.40 dopravníkový pás [5]
- Obr.č.41 článek dopravníkového pásu [5]
- Obr.č.42 výkresová dokumentace článku pásu [5]
- Obr.č.42.1 vizualizace nepřesností svařence [5]
- Obr.č.43 verze 1 měřícího přípravku [5]
- Obr.č.44 bočnice přípravku [5]
- Obr.č.45 mechanická brzda lineárního vedení [2]
- Obr.č.46 vývoj.verze 2 [5]

- Obr.č.47 vývoj.verze 3 [5]
- Obr.č.48 kalibr verze 3 [5]
- Obr.č.49 zamýšlené měření rovinnosti [5]
- Obr.č.50 verze 4 měřicího přípravku [5]
- Obr.č.51 dílenský stojánek pro úchylkoměr [5]
- Obr.č.52 nesprávná pozice chytu [5]
- Obr.č.53 držák upínače [5]
- Obr.č.54 detail založení [5]
- Obr.č.55 finální verze měřicího přípravku [5]
- Obr.č.56 stojánek číselníkového úchylkoměru [5]
- Obr.č.57 stavitelný doraz [5]
- Obr.č.58 šířková modifikatelnost měřicího přípravku [5]
- Obr.č.59 měření sousosti radiusu [5]
- Obr.č.60 měření sousosti radiusu [5]
- Obr.č.61 měření rovinnosti dna [5]
- Obr.č.62 vizualizace výrobních tolerancí kolejnice [5]
- Obr.č.63 vizualizace vzniklých nepřesností na držáku úchylkoměru [5]
- Obr.č.64 vizualizace kalibrů [5]
- Obr.č.65 vedení kalibru č.2 a nastínění situace [5]
- Obr.č.66 nepřesnosti článků pásu[5]

Seznam použitých tabulek

- Tab.č.1 hlavní odběratelé [5]
- Tab.č.2 nejčastěji užívaná měřidla [5]
- Tab.č.3 požadavky na měřicí přípravek [5]
- Tab.č.4 nedostatky měřicího přípravku v.1 [5]
- Tab.č.5 nedostatky měřicího přípravku v.2 [5]
- Tab.č.6 nedostatky měřicího přípravku v.3 [5]
- Tab.č.7 drobné nedostatky měřicího přípravku v.4 [5]
- Tab.č.8 finální úpravy měřicího přípravku [5]
- Tab.č.9 výpočtová tabulka [5]
- Tab.č.10 kusovník [5]
- Tab.č.11 nástin výroby základní desky [5]
- Tab.č.12 nástin výroby kontrolní bočnice [5]
- Tab.č.13 nástin výroby předního dorazu [5]
- Tab.č.14 nástin výroby zadního dorazu [5]
- Tab.č.15 nástin výroby spodní části držáku [5]
- Tab.č.16 nástin výroby horní části držáku [5]
- Tab.č.17 nástin výroby držáku upínače [5]

Tab.č.18 nástin výroby kalibru č.1 [5]

Tab.č.19 nástin výroby kalibru č.2 [5]

Tab.č.20 suma vyráběných dílů [5]

Tab.č.21 suma nakupovaných dílů [5]

Tab.č.22 suma materiálových nákladů na výrobu [5]

Tab.č.23 suma nákladů na reklamaci [5]

Seznam použitého software

MAC OS - Numbers, Pages

Solidworks 2010

Seznam použitých značek a symbolů

zkratka	jednotky	popis
m	[kg]	hmotnost
t	[s]	čas
π	[-]	Ludolfovo číslo
\emptyset	[mm]	průměr
M14	[mm]	metrické označení závitu
l	[mm]	délka

8. Přílohy

PŘÍLOHA č. 1

Výkres sestavy kontrolního měřícího přípravku.

PŘÍLOHA č. 2

Kompletní CAD model s vývojovou historií přípravku v softwaru Solidworks na přiloženém CD.