

Testovací stolice teleskopických krytů

Marek Horskák

Bakalářská práce
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav výrobního inženýrství
akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Marek HORSÁK**
Studijní program: **B 3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Technologická zařízení**

Téma práce: **Testovací stolice na teleskopické kryty**

Zásady pro vypracování:

- Teoretická část práce zaměřena na konstrukci výrobních strojů a zařízení pro testování součástí
- Návrh a rozbor variant řešení testovací stolice pro teleskopické kryty obráběcích strojů
- Zpracování výkresové dokumentace zvolené varianty
- Ekonomický rozbor zvoleného řešení

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Dle doporučení vedoucího práce

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Ondřej Bílek, Ph.D.

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

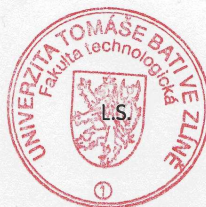
19. února 2010

Termín odevzdání bakalářské práce:

2. června 2010

Ve Zlíně dne 19. ledna 2010

doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



doc. Ing. Miroslav Maňas, CSc.
vedoucí katedry

Příjmení a jméno: Horský Marek

Obor: Technologická zařízení

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 3.6. 2010

.....

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevýdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Cílem této práce je navržení testovací stolice pro dlouhodobé zkoušky, simulující vysouvání a zasouvání teleskopických krytů na obráběcím stroji. Obsahem práce je rozbor variant řešení testovací stolice, zpracování výkresové dokumentace pro zvolenou variantu a ekonomický rozbor. Práce je řešena ve spolupráci s firmou TECNIMETAL - CZ, a.s.

Klíčová slova: testovací stolice, teleskopické kryty, výkresová dokumentace

ABSTRACT

The aim of this work is to design a benchmark stand for long-term tests, simulating the ejection and retraction of telescopic casing for manufacturing machines. The content of this work is analysis for alternative benchmark stand solutions, processing of drawings for the selected alternative and economic analysis. The work has been solved in cooperation with TECNIMETAL - CZ, co.

Keywords: benchmark stand, telescopic casing, drawings

Motto

“

“

Per aspera ad astra

Through obstacles to the stars

”

”

(přes překážky ke hvězdám)

Vergilius

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 KONSTRUKCE ČÁSTÍ STROJŮ, MECHANIZMY, OVLÁDÁNÍ	12
1.1 ZÁKLADNÍ POJMY	12
1.2 KINEMATICKÉ MECHANIZMY	14
1.3 TEKUTINOVÉ MECHANIZMY	15
1.3.1 Hydraulické mechanizmy	16
1.3.2 Pneumatické mechanizmy.....	17
2 TESTOVACÍ ZAŘÍZENÍ, ZAŘÍZENÍ KONTROLNÍ	20
2.1 UNIVERZÁLNÍ ZKUŠEBNÍ STROJE.....	20
2.2 DYNAMICKÉ A ÚNAVOVÉ STROJE.....	21
2.2.1 Elektrodynamické stroje.....	21
2.2.2 Servo-hydraulické jedno-sloupové.....	21
2.2.3 Servo-hydraulické stolní.....	22
2.2.4 Servo-hydraulické vysokokapacitní	22
2.2.5 Biaxiální	23
2.2.6 Servoelektrické.....	23
2.2.7 Vysokorychlostní.....	23
2.2.8 Trhací stroj ZWICK Z150.....	24
2.3 REZONANČNÍ STROJE.....	25
2.4 TVRDOMĚRY	25
2.4.1 Univerzální	25
2.4.2 Rockwell	25
2.4.3 Vickers	25
2.4.4 Brinell.....	25
2.4.5 Přenosné	25
2.4.6 Shore	25
2.5 PRUŽINOMĚRY.....	26
2.6 PADOSTROJE.....	26
2.6.1 Charpyho kladivo	26
3 MONTÁŽNÍ PROCES	29
3.1 ORGANIZACE MONTÁŽNÍHO PROCESU.....	30
3.1.1 Interní montáž	31
3.1.2 Externí montáž	32
3.2 ČLENĚNÍ MONTÁŽNÍHO PROCESU.....	33
3.3 PRÁCE PŘI MONTÁŽI	37
3.3.1 Struktura montážních činností.....	37
3.3.2 Montážní pracoviště	39
4 TELESKOPICKÉ KRYTY	42

II	PRAKTICKÁ ČÁST	44
5	KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ TESTOVACÍ STOLICE	45
5.1	KONKRÉTNÍ PŘÍKLADY KRYTŮ	45
5.1.1	Teleskopický kryt 1	45
5.1.2	Teleskopický kryt 2	46
5.1.3	Teleskopický kryt 3	46
5.2	RÁM TESTOVACÍ STOLICE	47
5.3	KOLEJNICE	49
5.4	UPÍNACÍ DESKY PRO TELESKOPICKÉ KRYTY	49
5.4.1	Pevná deska	50
5.4.2	Posuvná deska	51
5.4.3	Návrh pohonu pro posuvnou desku	52
5.5	BEZPEČNOSTNÍ DORAZY	53
5.6	VIZUALIZACE TESTOVACÍ STOLICE S TELESKOPICKÝMI KRYTY	53
6	EKONOMICKÝ ROZBOR	55
	ZÁVĚR	56
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	57
	SEZNAM OBRÁZKŮ	59
	SEZNAM TABULEK	61
	SEZNAM PŘÍLOH	62

ÚVOD

Úkolem mé bakalářské práce je navrhnout testovací stolicí pro teleskopické kryty obráběcích strojů. Součástí práce je výkresová dokumentace a ekonomický rozbor daného řešení.

Teleskopické kryty slouží k ochraně vodicích drah, včetně, hřídelí, sloupků a jiných citlivých částí obráběcích strojů. Ať jsou to horizontální, vertikální, příčné či šikmé – není žádná situace, pro kterou by se nedaly kryty vyrobit. Teleskopické kryty výrazně zvýší spolehlivost a životnost strojů.

V teoretické části mé bakalářské práce se budu zabývat základním rozdělením mechanismů a rozdělením testovacích zařízení. V dalších bodech se zmíním o montáži a o samotných teleskopických krytech.

V praktické části mé práce se pak budu zabývat konstrukčním řešením testovací stolice pro teleskopické kryty.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 KONSTRUKCE ČÁSTÍ STROJŮ, MECHANIZMY, OVLÁDÁNÍ

Snahy o zhotovení nejrůznějších strojů a zařízení, které by vykonávaly nějakou činnost za člověka sahají do dávné minulosti. Nejdříve to byla jednoduchá zařízení založena na jednoduchých mechanizmech. Později s rostoucím poznáním fyzikálních zákonů je využíváno k různým účelům stále složitějších mechanismů, což vedlo ke specializaci použití mechanismů pro určitý typ činnosti (klikové mechanismy - parní stroje, spalovací motory; kulisové mechanismy - obráběcí stroje). Principiálně mohou mechanismy taky velmi přesně realizovat požadované pracovní pohyby při malém počtu členů mechanismu umístěných v poměrně malém prostoru. Tyto vlastnosti pak nacházejí uplatnění v konstrukci různých strojů a zařízení. Jsou to zejména stroje textilní, polygrafické, sklářské, obráběcí, tvářecí, balící, dopravní, kožedělné, zemědělské.

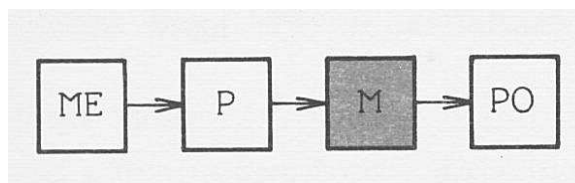
Zvyšující se výkonové parametry uvedených strojů vyžadují odpovídající metody návrhu a výroby použitých mechanismů. Rozvoj výpočetní techniky a numericky řízených obráběcích strojů umožňují použití analytických metod jak v konstrukci tak při výrobě (vačkové mechanismy).

Nevhodně použité mechanismy vedou k funkčním poruchám nebo k omezení životnosti, resp. k poruchám jednotlivých částí mechanismů, což ovlivňuje využití strojů.

1.1 Základní pojmy

Na rozdíl od převodů, které konají rovnoměrný otáčivý pohyb (např. řemenové převody, převody ozubenými koly), konají mechanismy nerovnoměrný periodický pohyb např. kloubové, vačkové, klikové, hydraulické a pneumatické mechanismy.

Mechanismy (M) jsou funkční celky v hnacím systému obr.1. Mají přeměnit a přenést energii dodávanou motorem (síla, pohyb) na pracovní orgány (např. nástroje) tak, aby mohly pracovat podle stanoveného programu.



obr.1. Blokové schéma hnacího systému [1]

ME – měnič energie (motor), P – převodovka, M – mechanismus, PO – pracovní orgán

Přeměna a přenos se dějí podle nelineární závislosti (přenosová funkce, pohybový zákon) dané kinematickými rozměry členů. V některých speciálních případech odpadá některý z funkčních celků (např. hlavní člen - motor je bezprostředně spojen s částí hnacím). Motorickou část (ME) nazýváme hnacím mechanismem.

Část spojení motoru a pracovní částí stroje (P) pak převodovým mechanismem. Z uvedeného tedy plyne, že pracovní stroj se skládá z mechanismů. Existuje řada různých strojů, jejichž podstatou jsou tytéž mechanismy. Za mechanismy budeme tedy pokládat soustavu navzájem pohyblivě spojených těles s jednoznačnými pohyby všech jeho členů.

Mají-li mechanismy dvojnásobnou pohyblivost, tedy dva stupně volnosti, nazývají se diferenciály. Mechanizmy s víceznačnou pohyblivostí mají značné použití u regulovaných a automatických pracovních strojů. Pohyb pracovního ústrojí je regulován v předepsaných odchylkách řídicím systémem, který dává jednotlivé impulsy k přestavení mechanismů.

Mechanismy mohou být:

1. kinematické (mechanické), např. různě uspořádaná táhla, páky a vedení u spalovacích motorů, kompresorů a čerpadel, kloubové mechanismy u výložníků jeřábů, nůžkové nebo šroubové mechanismy zvedáků, vačkové mechanismy ventilových rozvodů spalovacích motorů, řízení nástrojů u soustružnických automatů a pracovního pohybu u potravinářských, textilních, kožedělných a balících strojů vačkami a pod.

2. elektrické (probírají se v předmětech o elektrotechnice)

3. hydraulické, např. hydraulické převody s plynulou změnou otáček u obráběcích strojů a vozidel, hydraulické lisy a zvedáky, dálková ovládní, regulace a automatizace strojů a zařízení atd.

4. pneumatické, např. pneumatické nástroje (šroubováky, utahováky, vrtačky, brusky, sbíječky), mechanizace a automatizace strojů a zařízení, servomotory (např. u vozidlových brzd) a pod.

Hydraulické a pneumatické mechanismy se jedním slovem nazývají tekutinové mechanismy. Často se používají kombinace uvedených mechanismů, např. mechanismy elektrohydraulické a hydropneumatické.

V posledním období mají pro mechanizaci a automatizaci pracovních procesů ve všech průmyslových odvětvích stále větší důležitost hydraulické mechanizmy. Všechny hydraulicky řízené a ovládané pracovní operace nejrůznějších strojů mohou být plně automatizovány. K tomu je ovšem nutné účelné spojení hydraulických a elektrických konstrukčních prvků, např. spínačů, ventilů, relé a pod.

Výhody pneumatických mechanismů zase spočívají v tom, že nositel energie - tlakový vzduch - je k dispozici na většině pracovišť průmyslových podniků. Jejich použití je však hospodárné pouze pro síly asi do 30 MN. Pro větší síly vycházejí příliš velké rozměry zařízení. Protože je vzduch stlačitelný, nehodí se pneumatické mechanizmy pro všechny účely. Tam, kde se vyžaduje rovnoměrný pohyb, osvědčily se pneumohydraulické systémy.

1.2 Kinematické mechanizmy

Kinematický mechanismus je soustava těles, která jsou navzájem určitým způsobem spojena v jeden celek a vykonávají předem určené pohyby. Úkolem mechanismu je vykonávat příslušný pohyb a přitom i určenou operaci (např. rozváděcí mechanismus motoru uděluje předepsaný pohyb ventilu, klikový mechanismus motoru mění přímočarý pohyb pístu na rotační pohyb klikového hřídele). Moderní výkonné stroje vyžadují, aby jejich mechanizmy byly konstruovány jednoduše, s malou hmotností, dobrou účinností a dlouhou životností.

Výhody kinematických mechanismů :

- možnost dosažení značných rychlostních a silových převodů jednoduchými a spolehlivými mechanickými prostředky.
- malá náročnost na výrobu.
- necitlivost na změny teploty.
- nevyžaduje se zařízení na výrobu tlaku pracovní látky a pro její rozvod.

Nevýhody :

- velká hmotnost.
- značné setrvačné síly.

- nevyvážené hmoty.
- velké tření.
- zpravidla nelze měnit rychlost buď vůbec, nebo je plynulá změna rychlosti možná jen v menším rozsahu.
- chod nebývá klidný a tichý.
- nebývá pojištění proti přetížení

Mechanismy můžeme dělit z několika hledisek. Z hlediska teorie je důležité rozdělení na mechanismy rovinné a prostorové, z hlediska praxe je vhodné členění mechanismů podle konstrukčních znaků a podle funkce na mechanismy :

- kloubové
- klikové
- šroubové
- kulisové
- vačkové
- s přerušovaným pohybem
- regulační a brzdící

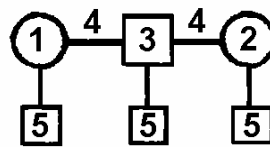
1.3 Tekutinové mechanismy

Jsou to mechanismy, které využívají k přenosu energie mezi generátorem (čerpadlem, kompresorem) a motorem tekutinu - olej, vzduch a pod.

V tekutinových mechanismech se využívají tyto druhy energie: tlaková, pohybová, deformační a tepelná. Každý tekutinový mechanismus přenáší všechny druhy současně, Podle toho, který druh energie převažuje, se tyto mechanismy rozdělují na hydrostatické a pneumostatické, u nichž se převážně využívá tlaková energie a na hydrodynamické a pneumodynamické, využívající při přenosu převážně pohybovou energii.

1.3.1 Hydraulické mechanismy

Pod pojmem hydraulického mechanismu rozumíme soustavu hydraulických prvků, kterými je možno tlakovou kapalinou přenášet energii. Hydraulický obvod je sestaven (obr. 2) jednak ze zdroje tlakové kapaliny 1, z hydraulického motoru 2, ve kterém je převedena tlaková energie kapaliny na energii mechanickou. Dále z řídicí části 3, kterou lze ovládat tlak v obvodu a tím vyvozené síly, směr toku a množství kapaliny a dále z potrubí 4, které spojuje jednotlivé části hydraulického zařízení, a konečně z různých doplňkových zařízení 5.



Obr. 2. Hydraulický obvod [2]

Použití hydraulických pohonů při konstrukci strojů bylo zejména v posledních letech podmíněno řadou výhod, které tyto pohony poskytují a k nimž zejména patří :

- jednoduchý přenos velkých sil a kroutících momentů při malých rozměrech a malé hmotnosti hydraulických prvků a to s možností plynulé regulace síly a kroutícího momentu,
- jednoduché a plynulé nastavení otáček pohonu nebo rychlostí přímočarého pohybu ve velkém rozsahu s možností reverzace ;
- velmi jednoduchá přeměna rotačních pohybů na přímočaré a obráceně
- snadný rozvod energie i na málo přístupná a od sebe vzdálená místa
- jednoduchá a spolehlivá ochrana před přetížením vestavěním pojistného prvku do okruhu;
- jednoduché a centrální řízení s možností využití elektrického ovládaní;
- jednoduchá montáž, údržba i pořizovací cena (možnost použití typizovaných prvků);
- možnost kontroly sil (momenty);
- možnost častých a rychlých změn smyslu pohybu (malé momenty setrvačnosti);
- časově na sobě závislé pohyby mohou být řízeny podle předem určeného programu hydraulicky, elektrohydraulicky nebo elektronicky.

Přes všechny uvedené přednosti a výhody je zapotřebí vždy zvážit použití hydraulického pohonu, neboť tato zařízení mají i své nevýhody, z nichž je nutné uvést :

- nutnost pečlivé a přesné výroby hydraulických prvků vzhledem k tlakovým a objemovým ztrátám, které ovlivňují účinnost hydraulických mechanismů;
- nelze udržet absolutně konstantní rychlosti nebo otáčky při měnícím se zatížení - působí zde vlivy stlačitelnosti oleje, pružnosti potrubí, změna viskozity a pod.
- náročnost na čistotu a tím i důslednost údržby;
- možnost vzniku kmitů v hydraulickém obvodu a hydraulických rázů;
- značné oteplování hydraulického obvodu, přenos tepla na jiná zařízení strojů;

1.3.2 Pneumatické mechanismy

Pneumatický mechanismus je každé zařízení, ve kterém se využívá k přenosu energie mezi hnacím hnaným členem plynu, nejčastěji vzduchu. Hnacím členem pneumatického mechanismu je generátor proudu plynu nesoucího příslušnou formu energie. Generátorem může být např. kompresor; vyvíječ plynu apod. Hnaný člen mechanismu umožňuje převedení energie proudu plynu na jiný druh nositele energie, popřípadě může uskutečnit i přeměnu její formy. Pro hnané členy pneumatických mechanismů se používá názvu pneumatický motor.

Při sledování pneumatických mechanismů, zejména pokud jde o možnosti jejich použití, rozhodují vedle technických parametrů přinášené energie i některé další okolnosti.

Použití pneumatických mechanismů přináší tyto výhody :

- rozvod energie je jednoduchý a se zřetelem k nízké hodnotě tlaku i lehký;
- hmotnost plynu je malá ve srovnání s kapalinami a pevnými látkami. Malá hmotnost plynu se projeví příznivě při náhlém zastavení nebo spuštění proudu nositele;
- mohou pracovat při značném rozpětí teplot, aniž by tím byla podstatně ovlivněna jejich účinnost. Pracují – li pneumatické mechanismy při nízkých teplotách musí být zajištěno odlučování vodních par;

- mohou pracovat ve výbušném prostředí, při čemž je jejich cena nižší než cena elektrických mechanismů ve speciálním provedení;
- jejich použití je výhodné při realizaci technologických procesů, u kterých by např. olej prosáklý netěsnostmi u hydraulických mechanismů zhoršil kvalitu výrobků. Jde zejména o chemický, potravinářský, textilní, papírenský průmysl;
- lze jich použít v provozech, ve kterých je nebezpečí vznícení od otevřeného ohně nebo od rozžhavených částí zařízení;
- umožňují jednoduché zapojení do automatických pracovních cyklů stroje;
- tlakové ztráty vznikající vlivem tření jsou u pneumatických mechanismů 4-5 krát menší než u hydraulických mechanismů. Lze proto pracovat s vyššími rychlostmi v potrubí, ovšem poměrně nízké hodnoty tlaku neumožňují této výhody plně využít, nemá-li se výrazně snížit přenos tlaku;
- nevyžadují zpětný odvod plynu z motoru s výjimkou uzavřených pneumatických mechanismů, kterých se zatím používá ve velmi omezeném rozsahu

Nevýhody pneumatických mechanismů lze shrnout do těchto bodů :

- plyny mají malý odpor proti deformaci, takže i poměrně malé změny zatížení se projeví nepříznivě v činnosti mechanismu;
- nízký provozní tlak je příčinou toho, že pneumatické mechanismy jsou vhodné pro malé výkony. Jinak vycházejí rozměrné, těžké a drahé ve srovnání s hydraulickými mechanismy;
- řízení pohybové frekvence lze sice provádět jednoduše, avšak průtok plynu ventilem je při dosažitelných malých tlakových spádech velmi citlivý ke změnám zatížení;
- mazání pneumatických mechanismů činí jisté potíže, protože vzduch není schopen zanést spolehlivě olej na všechna místa, která mají být mazána;

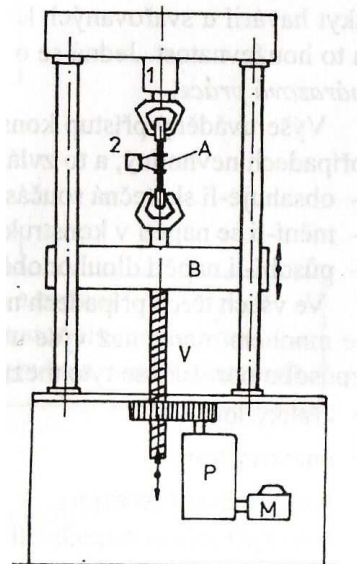
- proudové ztráty jsou v dané mezeře u pneumatických mechanismů značně větší než u mechanismů hydraulických obr. 120.
- výroba stlačeného vzduchu je 6 až 8 krát dražší než výroba elektrického proudu a asi 4 krát dražší než výroba stlačeného oleje; [1]

2 TESTOVACÍ ZAŘÍZENÍ, ZAŘÍZENÍ KONTROLNÍ

Testovací zařízení slouží ke zkoušení mechanických vlastností a mechanických charakteristik materiálů. Zkušební stroje jsou buď jednoúčelové (používají se pro jeden druh zkoušek), nebo univerzální (pomocí vhodných přípravků lze provádět různé druhy zkoušek).

2.1 Univerzální zkušební stroje

Umožňují provádět testování materiálu v tahu, tlaku, ohybu a provádět zkoušky odlupovací, odtrhávací a třecí.



Obr. 3. Schéma univerzálního
zkušebního stroje [6]

Stroj tvoří pevný rám, v jehož horní části je umístěn dynamometr 1 – zařízení pro měření síly. Zkušební těleso A je jedním koncem uchyceno k dynamometru a druhým koncem k pohyblivému příčnicku B. Příčnick je uváděn do pohybu motorem M, přes vřeteno V a převodovou skříň P. Při pohybu příčnicku dochází k postupnému zatěžování a deformaci zkušebního tělesa. Deformace tělesa je registrována průtahoměrem 2. [6]

2.2 Dynamické a únavové stroje

Tyto zkušební stroje jsou určeny jak ke statickému, tak k dynamickému testování materiálů. Namáhání může být jednoosé, dvouosé nebo víceosé. Vzorek lze testovat staticky nebo cyklicky od velmi malých frekvencí až po vysoké.

2.2.1 Elektrodynamické stroje



Obr. 4. Elektrodynamický stroj Electropuls E3000 [10]

2.2.2 Servo-hydraulické jedno-sloupové



Obr. 5. FastTrack™ 8840 DynaMight [10]

2.2.3 Servo-hydraulické stolní



Obr. 6. FastTrack™ 8870 [10]

2.2.4 Servo-hydraulické vysokokapacitní



Obr. 7. FastTrack™ 8806 [10]

2.2.5 Biaxiální



Obr. 8. FastTrack™ 8850 [10]

2.2.6 Servoelektrické



Obr. 9. FastTrack™ 8860 [10]

2.2.7 Vysokorychlostní



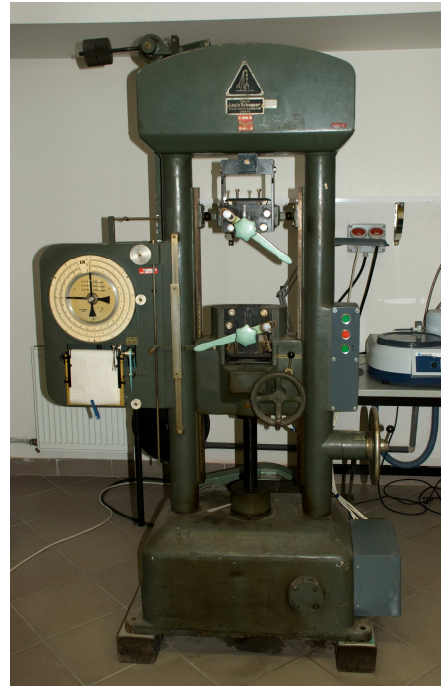
Obr. 10. FastTrack™ VHS [10]

2.2.8 Trhací stroj ZWICK Z150

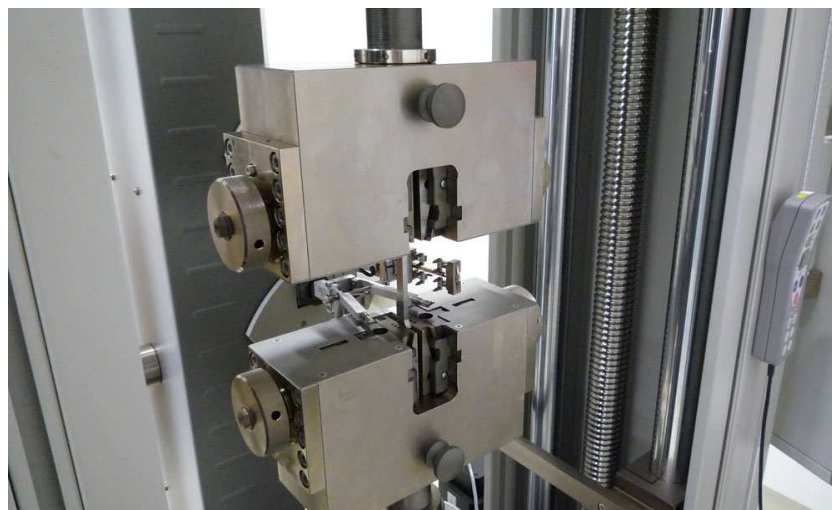
Trhací stroj řady Allround-Line ZWICK Z150 umožňuje statické zkoušky tahem plochých a válcových tyčí, tlakem, třibodovým ohybem a lomovou houževnatost (CT tělesa) s maximálním zatížením až 150kN. [8]



Obr.11. Trhací stroj Zwick 7150 [8]



Obr. 12. Trhací stroj Louis Schopper [9]



Obr. 13. Čelisti pro uchycení vzorků [8]

2.3 Rezonanční stroje

Rezonanční zkušební stroje zatěžují zkušební vzorek či konstrukční prvek dynamickým a zároveň statickým zatížením. Dynamické zatížení je vytvářeno vibračním systémem (rezonátorem), který pracuje společně se zkoušeným vzorkem ve vlastní frekvenci. [10]

2.4 Tvrdoměry

2.4.1 Univerzální

Používají se pro zkoušky podle Rockwella, Brinella, Vickerse, Knoop a pro vtlačování kuličky (zkoušení plastů). Stupně zatěžování od 10 N do 30 000 N.

2.4.2 Rockwell

Pro zkoušky podle Rockwella pro všechny metody. Široký program tvrdoměrů v provedení analogovém, digitálním a automatickém.

2.4.3 Vickers

Pro zkoušky dle Vickerse/MicroVickerse, včetně možnosti vybavení vyhodnocováním pomocí CCD-kamery a vlasového kříže.

2.4.4 Brinell

Pro zkoušky dle Brinella s možností testu i HBT v digitálním provedení s LCD displejem.

2.4.5 Přenosné

Pokrokové řešení kontroly tvrdosti pro objemné nebo nepřenosné vzorky .

2.4.6 Shore

Kompletní program tvrdoměrů v provedení analogovém, digitálním a automatickém.[10]

2.5 Pružinoměry

Tato zařízení jsou vhodná ke zkoušení tažných a tlačných pružin.



Obr. 14. Pružinoměr INSTRON® SF1240 série [10]

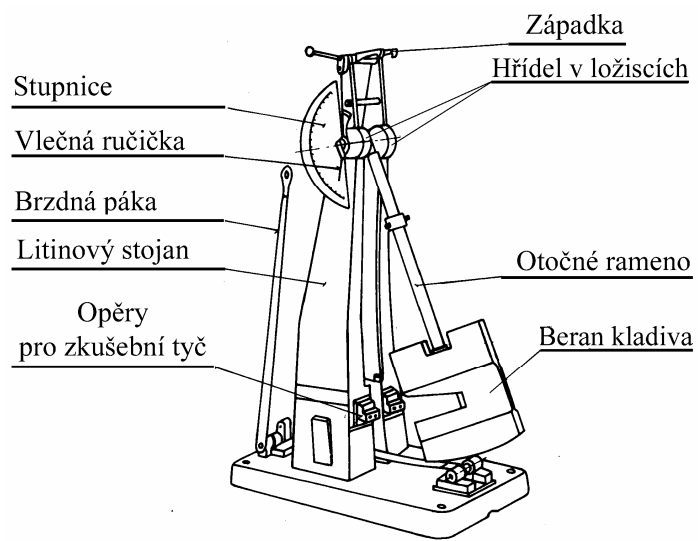
2.6 Padostroje

2.6.1 Charpyho kladivo

Používá se jako zkušební stroj pro zjišťování vrubové houževnatosti materiálu.

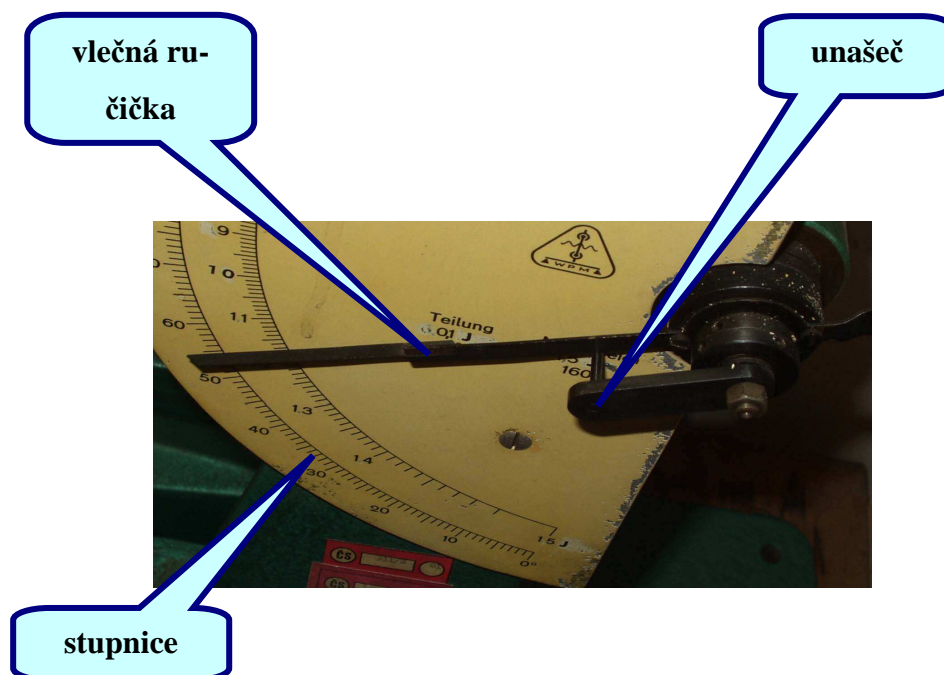
Charpyho kladivo se skládá z:

- masivního litinového stojanu
- hřídele, která je ve stojanu uložena pomocí kvalitních ložisek
- otočného ramene, které je pevně uchyceno směrem ke hřídeli
- beranu zavěšeného na otočném rameni
- unašeče pevně spjatým s hřídelí, který při ohybu unáší vlečnou ručičku (obr. 10)
- vlečné ručičky (obr. 10)
- stupnice (obr. 10)
- pásové brzdy
- páky, ovládající brzdu



Obr. 15. Schéma Charpyho kladiva [8]

Obr. 16. Skutečné Charpyho
Kladivo [8]



Obr. 17. Unašec unáší vlečnou ručičku [8]



Obr. 18. Kladivo Psd 300/150 [8]

Charpyho kladivo druhé generace typu Psd 300/150 s hydraulickým zdvihem beranu kladiva a elektronickým určováním nárazové práce. [8]

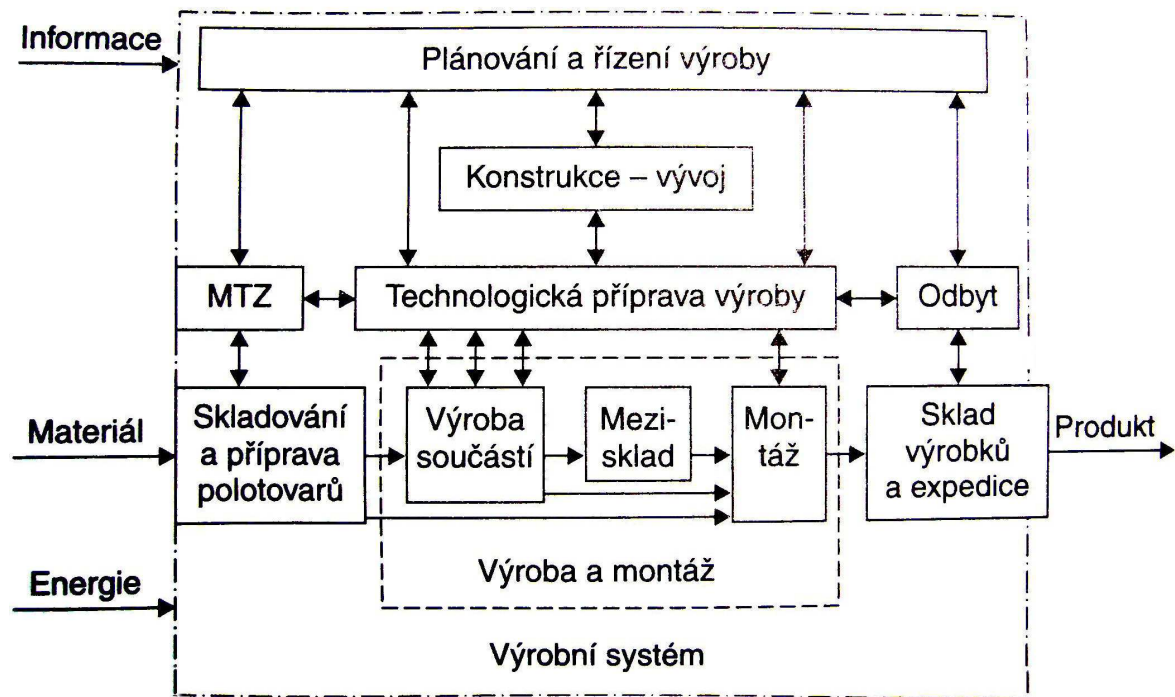
3 MONTÁŽNÍ PROCES

Montáž je v podstatě závěrečnou fází výrobního procesu ve strojírenství a zaujímá z tohoto pohledu v rozvoji strojírenských technologií zvláštní postavení. Vzhledem k nízkému stupni mechanizace, automatizace i organizačnímu propracování, zaujímá montáž velkou část (kolem 30 až 50%) pracnosti ve strojírenské výrobě. V hromadné výrobě je toto procento menší, v kusové výrobě větší.

V souboru strojírenských technologií má montážní proces následující zvláštnosti:

- značný podíl ručních prací u jednotlivých činnostech,
- rozdíly v množství a kvalitě použitých montážních technologií, pořadí a počtu montážních operací,
- nižší úroveň technologické přípravy montáže i vlastního procesu, zejména v nižších typech výroby,
- montáž je nutno synchronizovat s výrobou součástí, které jsou často vyráběny na různých místech a v různém čase,
- přímá účast lidského činitele vnáší do procesu řadu předem nedefinovaných vlivů, které mohou komplikovat řízení procesu,
- při montáži se mohou současně uplatňovat technologické, manipulační a kontrolní činnosti s různým stupněm automatizace,
- vytváří se koncentrace materiálu a zvyšují se nároky na manipulaci a plynulost toku materiálu,
- inovace výrobku téměř vždy znamená změnu v montážní technologii.

V montáži dochází ke koncentraci výsledků technických a organizačních opatření z předcházejících úseků výrobního procesu, jeho přípravy, materiálně technického zajištění (MTZ), a plánování. Začlenění montáží ve výrobním procesu naznačuje obr. 10.



Obr. 19. Schéma výrobního procesu [2]

3.1 Organizace montážního procesu

Způsob organizace montážního procesu závisí především na typu a rozsahu výroby, na pracnosti vlastní montáže, na dodavatelsko odběratelských vztazích a na vybavení podniku.

Jako příklad organizace montážního procesu lze uvést následující podíl jednotlivých činností, které byly zjištěny rozбором montáže obráběcích strojů (tab.1).

Tab. 1. Podíl činností v montáži obráběcích strojů

Činnost	Podíl (%)	Vlastní montáž	Podíl (%)
Doprava	4	Ruční manipulace	11
Přizpůsobovací práce	43	Spojování	37
Příprava montáže	13	Kontrola	26
Vlastní montáž	27	Seřazení polohy	15
Časové ztráty	13	Demontáž a opětovná montáž	11

Z uvedeného je zřejmé, že montáž bude ovlivněna řadou faktorů, z nichž nejdůležitější jsou:

- vliv konstrukčního řešení z hlediska koncepce a složitosti jak jednotlivých konstrukčních skupin, podskupin, tak celých výrobků. Konstrukční řešení může podstatně ovlivnit pracnost montáže, možnosti mechanizace a automatizace montážních prací, metody vyměnitelnosti součástí i skupin, jejich velikosti, hmotnosti, počtu apod.

Neméně důležitá otázka v tomto směru je také členění výrobků do jednotlivých konstrukčních celků, které značně ovlivňuje pracovní rozdělení vlastní montáže.

- vliv technologie a organizace z hlediska faktorů (výrobní program, sériovost, pořadí a obsah montážních operací, použití progresivních technologií, formy organizace, velikost dávek a jejich zadávání do montáže, průběžná doba, produktivita, pracnost atd.), které ve vzájemné koordinaci zajišťují, resp. ovlivňují časovou a prostorovou strukturu montáže (pracovních sil, předmětů a prostředků).
- vliv pracovních sil a pracovních podmínek, zejména z hlediska jejich kvalifikace, počtu, profesí, pracovních schopností a výkonu, ale také z hlediska pracovního prostředí, režimu práce na montáži, způsobu odměňování apod.
- vliv pracovních prostředků, tj. vybavenosti montážních pracovišť nástroji, přípravky, jejich počtu, druhu, univerzálnosti či jednoúčelovosti, jejich stupeň mechanizace a automatizace apod.

V zásadě rozeznáváme dvě základní formy montáže: interní a externí.

3.1.1 Interní montáž

Může být řešená jako stacionární (nepohyblivá), nebo pohyblivá.

Stacionární montáž, se používá nejčastěji v kusové výrobě, může být

- **soustředěná** – celé montáži je vyhrazeno jedno stacionární pracoviště a provádí ji jedna skupina pracovníků,
- **rozčleněná** – celá montáž se dělí na montáž dílčích celků a na konečnou montáž a provádí ji jednotlivé specializované skupiny dělníků na stacionárních pracovištích,
- **přerušovaná proudová** – montáž na stacionárních pracovištích, kdy specializované skupiny pracovníků nají vymezen jen určitý rozsah prací a přecházejí od jednoho stacionárního pracoviště ke druhému. Používá se v kusové a malosériové výrobě.

V opakované malosériové výrobě může být nepohyblivá montáž organizována jako

- **fázová** – montuje se skupina součástí nebo celý stroj na jednom místě skupinou vysoce kvalifikovaných pracovníků,
- **skupinová** – uplatňuje se hlavně při větším výrobním rozsahu, kdy se výrobek člení na jednotlivé sestavy, montované na specializovaných pracovištích, specializovanými pracovníky, jejichž kvalifikaci lze lépe využít.

Pohyblivá montáž, používá se ve velkosériové výrobě,

- **předmětná** – volný pohyb montovaného předmětu, kdy předmět prochází jednotlivými specializovanými pracovišti, na nichž vykonávají pracovníci jen určitou opakující se operaci, přičemž sled operací není třeba dodržet,
- **linková** – nucený pohyb montovaného předmětu (plynulý, nebo přerušovaný), který je dán taktem montážní linky, sled operací je nutno dodržet,
- **nepřerušovaná proudová** – montovaný předmět nebo pracovníci i pracovní nástroje, pomůcky a zařízení se pohybují, přičemž se většinou používá varianty s pohybujícím se výrobkem. Uplatňuje se nejčastěji v hromadné výrobě.

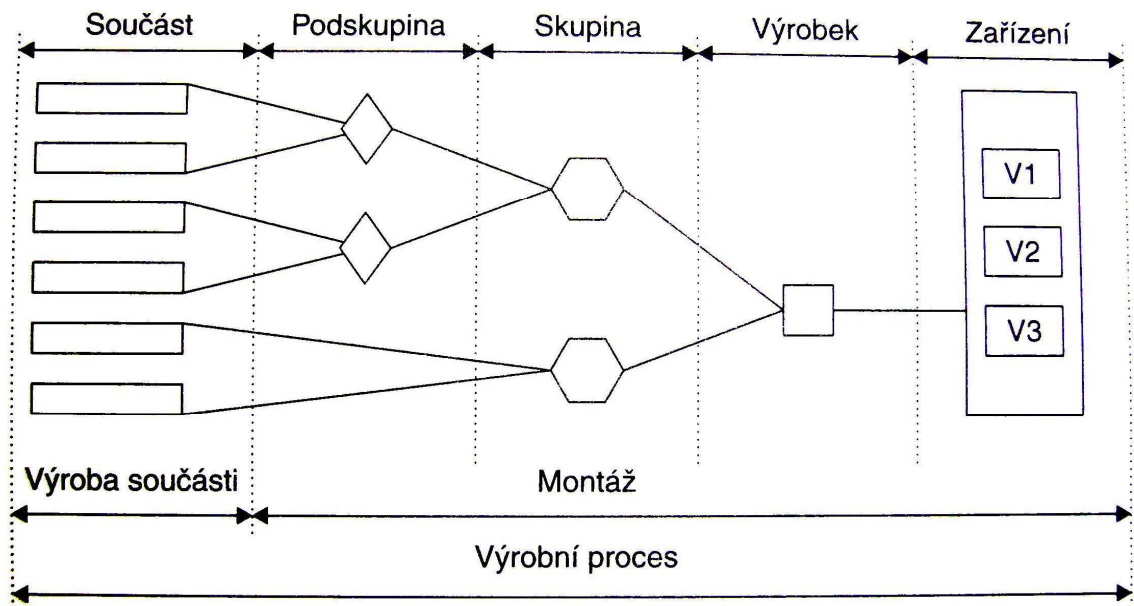
3.1.2 Externí montáž

Při montáži celků (zařízení) přímo na místě určení, mimo výrobní závod, se používá externí montáž – např.:

- velkých strojů a zařízení (tzv. technologických dodávek),
- mostů a konstrukcí,
- vzduchotechnických zařízení,
- potrubí a armatur,
- elektromontáže (silnoproudá zařízení, rozvodné sítě),
- měření, regulace a automatizace technologických zařízení.

3.2 Členění montážního procesu

Z hlediska montáže se každý složitější strojírenský výrobek člení do tzv. *montážních prvků*, to jsou skupiny a části strojů, které mohou být montovány odděleně a nezávisle na ostatních částech výrobku. Členění výrobků na menší celky (obr. 11.) je obvykle ve shodě s jeho konstrukční dokumentací.



Obr. 20. Členění montážního procesu [2]

Součást – část výrobku, která je zhotovena z jednoho kusu materiálu, základní prvek každého montážního procesu. Základní součástí je nazývána hlavní součást, kterou začíná montáž (výrobku, skupiny, podskupiny)

Podskupina – spojení určitého množství součástí, a to nezávisle na tom, jak jsou spojeny, a jakým způsobem byly zhotoveny:

podskupiny I. řádu – přímo montované do skupin,

podskupiny II. řádu – montované do podskupiny I. řádu

podskupiny III. řádu – montované do podskupiny II. řádu atd.

Základní podskupina je hlavní podskupina, kterou začíná montáž skupiny.

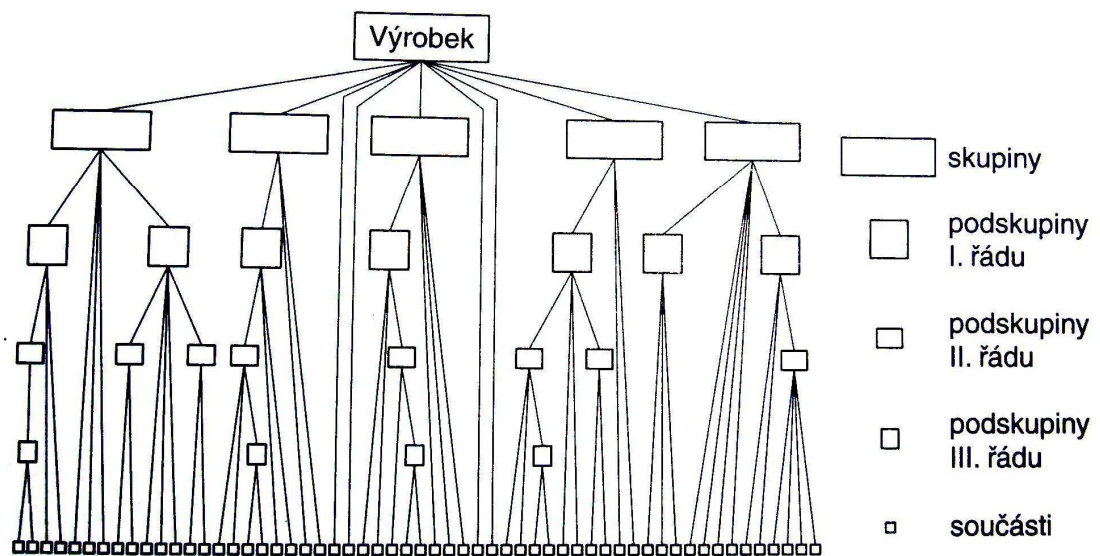
Skupina – nejvyšší montážní prvek, vzniká spojením jedné nebo několika podskupin a dalších součástí. Základní skupina je hlavní skupina, kterou začíná konečná montáž výrobku.

Výrobek – vzniká spojením skupin, je to většinou konečný produkt montáže.

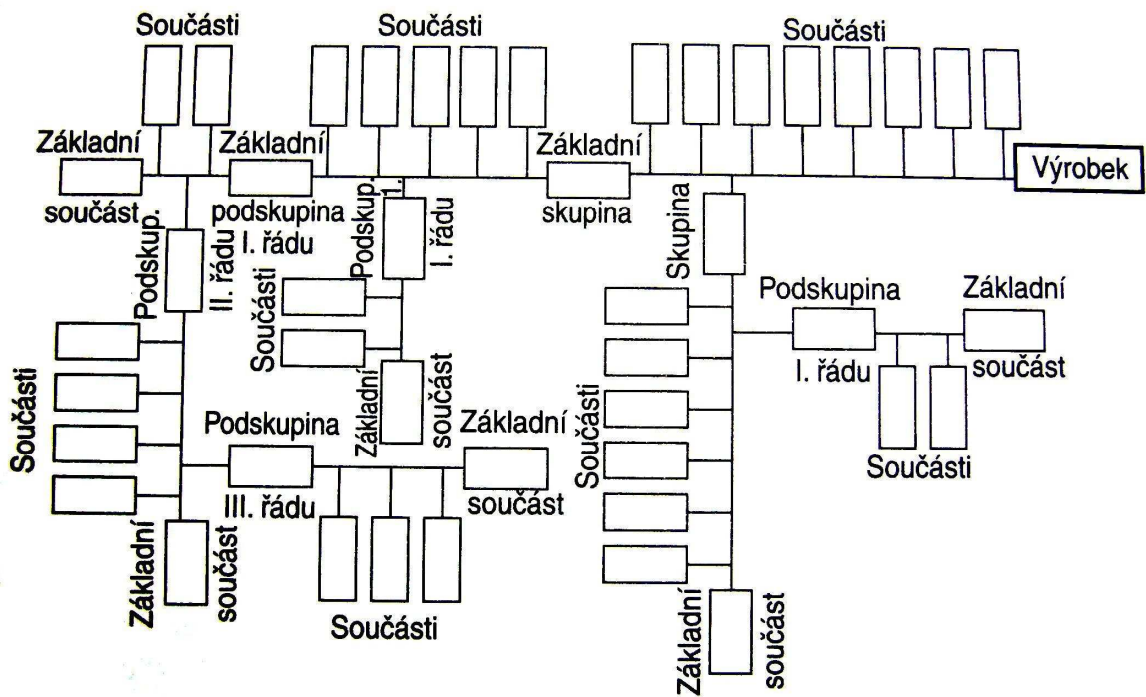
Zařízení – soubor několika různých výrobků, který má plnit určitou funkci.

Schéma montážních prvků (obr. 12) – vyjadřuje rozdělení výrobku do montážních prvků, u složitějších výrobků však nedává ještě dostatečný přehled o pořadí sestavování výrobku z jeho jednotlivých součástí, podskupin a skupin, a proto se u nich sestavuje **technologické schéma montáže** (obr. 13), které lépe vyjadřuje posloupnost montáže jednotlivých prvků v konečný výrobek. Každá součást, podskupina i skupina, se vyjadřuje ve schématu obdélníkem, v jehož jednotlivých rubrikách je uvedeno číslo výkresu nebo pozice, název a montovaný počet součástí. Základní součásti, podskupiny a skupiny se zvláště označí popisem u příslušné rubriky.

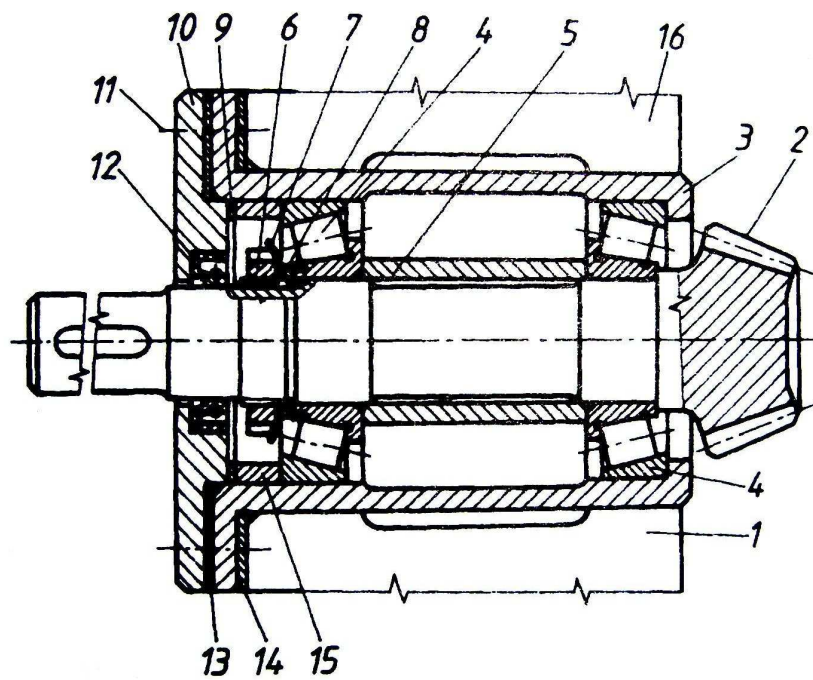
Podklady pro vypracování montážního schématu jsou konstrukční výkresy sestav a podsestav spolu s kusovníkem (příklad je v tab. 2), technické podmínky dodávky daného stroje a hospodářské podmínky, jako jsou termíny dodávek a počty kusů.



Obr. 21. Schéma montážních prvků [2]



Obr. 22. Technologické schéma montáže [2]



Obr. 23. Vstupní hřídel (k tab. 2) [2]

Tab. 2. Součásti pro montáž hřídele (kusovník) – viz. obr. 14

Seznam součástí					
Název součásti	Pozice	Kusy	Název součásti	Pozice	Kusy
Spodek skříně	1	1	Kroužek	9	1
Kuželový pastorek	2	1	Víko	10	1
Pouzdro	3	1	Šroub s drážkou	11	2
Kuželíkové ložisko	4	2	Gufero	12	1
Rozpěrná trubka	5	1	Kroužek	13	1
Koncová matice KM	6	1	Kroužek	14	2
Pojistná podložka MB	7	1	Rozpěrná trubka	15	1
Distanční kroužek	8	1	Vrchní díl skříně	16	1

Sestavování montážních schémat má mimořádný význam při zpracovávání technologických postupů montáže, neboť určuje postup a pořadí montáže celého výrobku. Sestavují se především pro montáž složitých strojírenských výrobků. Z montážního schématu musí být patrné jaké součásti a v jakém pořadí jsou vzájemně spojovány, jaké je třeba navrhnout rozmístění součástí (zařízení, pracovišť) pro správnou organizaci montáže.

Technologický postup montáže (příklad je v tab. 3) je souhrn operací souvisejících se spojováním hotových součástí, sestav a podsestav ve výrobek pomocí přípravků, zařízení a nářadí, který odpovídá požadavkům a technickým podmínkám.

Montážní operace je část montážního postupu, kterou koná na jednom pracovišti s jednou montážní jednotkou jeden pracovník nebo pracovní četa.

Tab. 3. Zjednodušený montážní technologický postup

Skupina		Převodová skřín
Podskupina		Vstupní hřídel
Operace č.	Znak	Popis práce
5	A	<ul style="list-style-type: none"> - ložiska 4 promýt v technickém benzínu, naplnit mazivem - narazit na pastorek 2 vnitřní kroužek ložiska 4 s klecí na doraz - nasunout rozpěrnou trubku 5 - narazit 2. vnitřní kroužek ložiska 4 s klecí na pastorek 2 - navléknout distanční kroužek 8 a podložku 7 - našroubovat matici 6, utáhnout a zajistit

10	B	<ul style="list-style-type: none"> - narazit vnější kroužek ložiska 4 do pouzdra 3 na doraz - vsunout celek A do pouzdra 3 - narazit vnější kroužek ložiska 4 do pouzdra 3 - vsunout rozpěrnou trubku
15	C	<ul style="list-style-type: none"> - narazit Gufero 12 do víka 10
20	D	<ul style="list-style-type: none"> - vložit celek B do spodku skříně 1 - vymezit vůli ložisek a soukolí s protikusem pomocí kroužků 14 - smontovat obě poloviny skříně (1 a 16) - vložit kroužek 9 - šrouby 11 připojit celek C přes kroužek 13 k celku B a skříně 1
25		<ul style="list-style-type: none"> - kontrolovat vůle a chod soukolí

Pracovní úsek je část operace, která se provádí s jedním určitým spojením týmž nástrojem.

Pracovní poloha je část operace prováděná při stejné poloze přípravku a montážního prvku.

Montážní základna je soubor ploch a prvků součástí, které určují její polohu vzhledem ke druhým, dříve sestaveným součástem, nebo základním plochám.

3.3 Práce při montáži

3.3.1 Struktura montážních činností

Montážní činnosti vykonávané při montáži strojírenských výrobků lze v podstatě rozdělit do několika skupin.

- Přípravné:

- příprava pracoviště, přípravků, pomůcek, náradí, součástí – pracoviště je třeba vybavit potřebnými upínacími pomůckami, náradím a úložným zařízením a všechny tyto prostředky ustavit a seřadit do poloh dostupných pracov-

níkům, upevnit základní součásti (skupiny) na rošt, stojan, paletu, do přípravku apod.;

- čištění a povrchové úpravy součástí – spojovací materiál a součásti dovezené z meziskladu či přímo z výroby je v mnoha případech nutno očistit, umístit do příslušných schránek, kazet, zásobníků, kontejnerů, vozíků apod. Některé je nutno promazat (ložiska naplnit mazivem) apod.

- **Přízpusobovací** – úprava ploch, tvaru a rozměru, třídění (výběr), vyvažování rotačních součástí, značkování součástí.

Práce spojené s úpravou součástí, podskupin a skupin zahrnují především všechny dodatečné úpravy tvarů a rozměrů, jak to vyžaduje přesnost jejich budoucího spojení. Jsou to dokončovací a lícovací práce, které zpravidla záleží v dodatečném úběru třísky nejrůznějšími způsoby (pilováním, zabrušováním, zaškrabáváním apod.). Potřeba lícovacích prací vyplývá z toho, že není ve všech případech hospodárné (a někdy ani technicky možné) vyrobit všechny součásti s takovou přesností, aby je nebylo třeba dodatečně upravovat podle potřeby montáže. Tyto práce jsou nejvíce zastoupeny v kusové a malosériové výrobě, kde se součásti vyrábějí na univerzálních strojích při nedostatečném vybavení speciálními výrobními a kontrolními přípravky. Značný rozsah lícovacích prací je jednou z hlavních příčin velké pracnosti montáže a proto je nutno, aby požadované přesnosti tvaru a rozměrů bylo dosaženo již při výrobě součástí, která je plně mechanizována.

- **Spojovací** – šroubování, lisování, nýtování, svařování, pájení, lepení, zalemování, skolíkování, narážení apod.

Spojovací montážní práce jsou hlavní skupinou prací při montáži, neboť se jimi dosahuje vzájemného ustavení a spojení jednotlivých součástí, podskupin a skupin ve finální výrobek. Způsoby spojování jsou velmi rozmanité, což je dáno různým materiálem a konstrukčním řešením spojení součástí a montážních jednotek.

- **Manipulační** – nasouvání a vysouvání, vkládání a vyjímání, ustavení a naklápění, upínání a odepínání, nakládání a vykládání, přemísťování.

Manipulace s materiálem zahrnuje práce spojené s přípravou a přísunem součástí na příslušná montážní pracoviště, manipulaci s materiálem a nářadím související s provedením jednotlivých výrobních a kontrolních operací (operační manipulace), s do-

pravou montovaných předmětů a náradí mezi jednotlivými pracovišti (mezioperační manipulace), a konečné práce spojené se skladováním součástí a smontovaných celků.

- **Kontrolní** – měření připojovacích rozměrů, zkoušení funkce.

Kontrolní a zkušební práce záleží v kontrole jakosti součástí, spojení, uložení, vůle, stability apod. U montážních skupin a výrobků se kontroluje především jejich správná funkce, např. pomocí zkušebního běhu (kontrola tichosti chodu, brzdění, otáčení, posouvání, volnoběhu, trvanlivosti apod.) a kontroluje se také vzhled. Jde vesměs o velmi důležité pomocné operace, na nichž závisí dosažení požadované jakosti výrobků.

- **Ostatní** – konečná povrchová úprava (lakování), konzervace a balení, příprava pro transport.

3.3.2 Montážní pracoviště

Snížení pracnosti i námahy pracovníků je podmíněno mechanizací montážních prací. Základním předpokladem je řešení dopravy a manipulace, řešení přístupových cest pro dopravu součástí na jednotlivá pracoviště, mezi nimi a odvoz smontovaných celků k místu dalšího určení.

Použité prostředky jsou závislé na hmotnosti přepravovaných jednotek, sortimentu a sériovosti; jsou to:

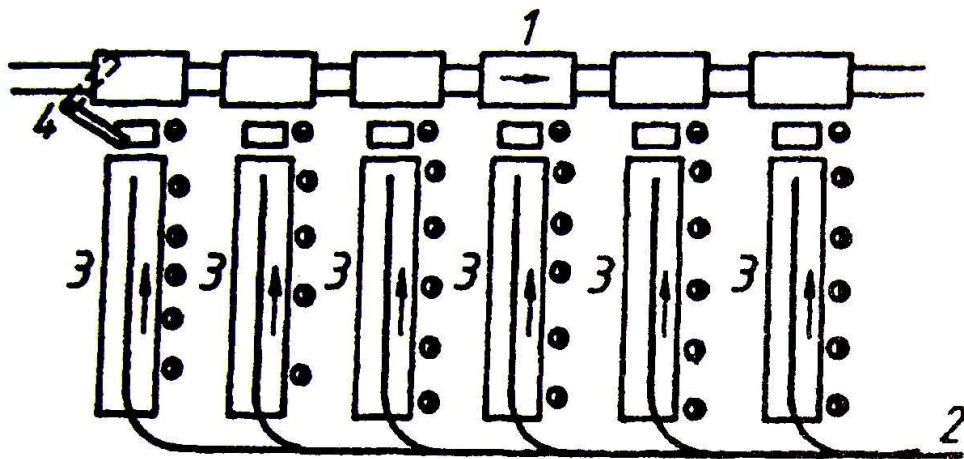
- vozíky různých typů (ruční, motorové, elektrické, plošinové, paletové, regálové, vysokozdvizné, jeřábové apod.),
- dopravníky (pásové, článkové, válečkové, vibrační, poděsné aj.)
- jeřáby (otočné, konzolové, mostové apod.)
- speciální zařízení – válečkové tratě, skluzy, hydraulické zdvihací plošiny, manipulátory a celá řada univerzálních či jednoúčelových zařízení.

Vlastní pracoviště tvoří:

- zařízení pro ustavení a upnutí základní součásti (lože, spodní díl skříně, stojan apod.) jsou to např. pracovní stoly se svěraky, upínací rošty, montážní

desky nebo palety s upínacími přípravky, které jsou umístěny na montážním dopravníku či vozíku a přesouvají se k dalším pracovištím,

- zásobníky pro uložení potřebných spojovacích a montovaných součástí i přemontovaných celků,
- zařízení pro uložení a pohon nářadí pro práce prováděné na pracovišti (odkládací kazety, pružné závěsy apod.).



Obr. 24. Schéma montážní linky pro hromadnou montáž [2]

1 – montáž výrobku (skupiny), 2 – přísun součástí (podskupin), 3 – montáž skupin a podskupin, 4 – nakládání a základní skupiny (podskupiny součástí)

Pracovní linky pro hromadnou nepřerušovanou proudovou montáž (obr. 10.9) musí splňovat tyto podmínky:

- mechanizovanou mezioperační i předoperační dopravu,
- montážní přípravky umožňující nastavení nejvhodnější polohy pro danou práci,
- umístění montovaných součástí, palet, zásobníků, nářadí i ovládacích elementů (páky, tlačítka) co nejbližší montovaným celkům a v dosahu rukou pracovníka či manipulátoru,
- zásobníky se součástkami umístěné po obou stranách, příp. při jejich větším počtu stupňovitě nad sebou (při větší hmotnosti se používá závěsných dopravníků, víceposchodových skluzů, pojízdných plošin apod.),

- náradí (větších hmotností) zavěšené nad pracovištěm,
- uložení součástí podle sledu jejich montování,
- podle možností je vhodnější uspořádání pro práci v sedě,
- při montáži skupin se používají přípravky, které jsou maketami navazujících součástí, což umožňuje přesné dodržení rozměrů, popř. funkční přezkoušení smontované skupiny před jejím zařazením do vyššího celku,
- použití speciálních montážních stanic zejména pro spojovací činnosti (šroubovací, nýtovací, lisovací, svařovací apod.). [2]

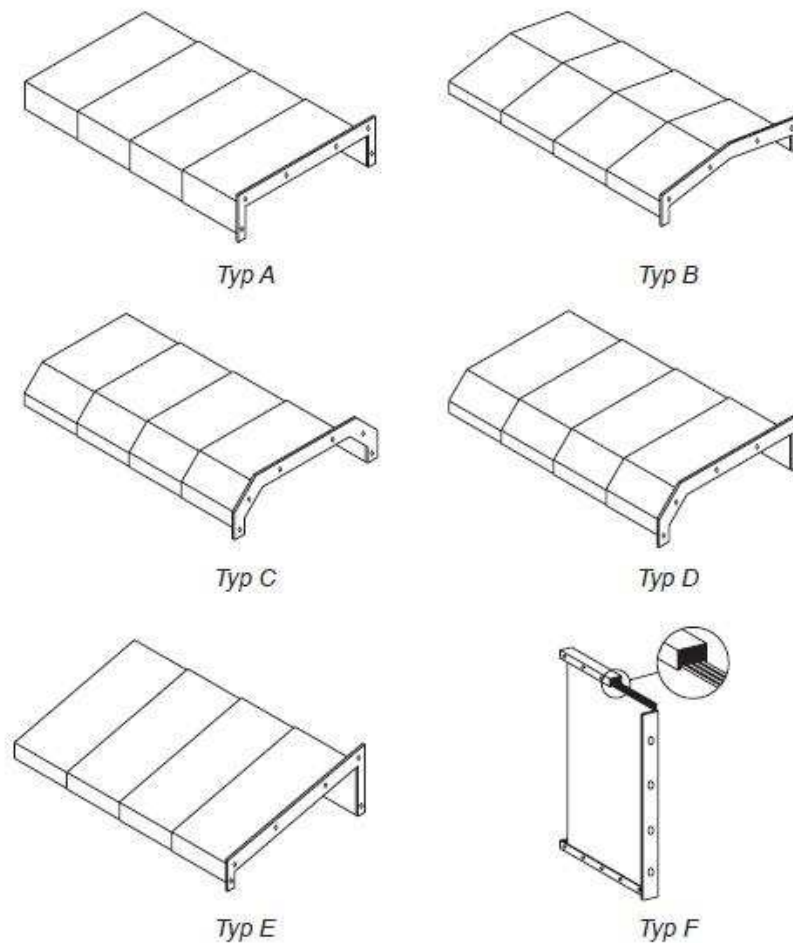
4 TELESKOPICKÉ KRYTY

Teleskopické kryty jsou svojí konstrukční podstatou určeny k maximální ochraně lineárních pojezdů. Svou robustní konstrukcí a použitým materiálem jsou předurčeny k ochraně:

- žhavými šponami, které vznikají při třískovém obrábění
- chladicí kapalinou, která je použita při obrábění
- těžkým břemenem, které může dopadnout na jinak nechráněný lineární pojezd
- úrazem obslužného personálu stroje

TYPY TELESKOPICKÝCH KRYTŮ

Tyto tvary lze mezi sebou kombinovat a dosáhnout tak požadovaného výsledného tvaru, který bude vhodný pro konkrétní pracovní pozici.



Obr. 25. Typy teleskopických krytů [7]

Teleskopické kryty jsou zhotoveny ze speciálního ocelového plechu. Standardní tloušťka plechu se pohybuje od 1,5 mm do 3 mm. Pro speciální aplikace lze vyrobit teleskopický kryt z nerezového ocelového plechu.

Teleskopické kryty jsou určeny pro ochranu lineárních vedení a hnacích a trapézových šroubovic všech pojezdových os.

Teleskopické kryty je možné do značné míry přizpůsobit požadavkům aplikace. V procesu návrhu lze zohlednit prostor, který je k dispozici a podle těchto možností kryt navrhnout.

[7]



Obr. 26. Teleskopický kryt [7]



Obr. 27. Teleskopický kryt v horizontální pracovní pozici [7]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ TESTOVACÍ STOLICE

V praktické části mé bakalářské práce se budu zabývat konstrukčním řešením testovací stoličky pro teleskopické kryty. Testovací stolička má být dle zadání firmy TECNIMETAL univerzální pro tři typy teleskopických krytů, jejichž dokumentaci firma dodala. Kryty se liší délkou, jak v roztažené tak ve stažené poloze, šířkou i tvarem.

Dalším z požadavků firmy je navrhnout regulovatelný pohon stoličky o rychlosti až 50 m/min.

Testovací stoličku budu konstruovat v CAD programu Catia v5r16.

5.1 Konkrétní příklady krytů

5.1.1 Teleskopický kryt 1

Konstrukční řešení je v příloze č.1

Počet dílů: 5 ks

Tloušťka plechu: 2,5 mm

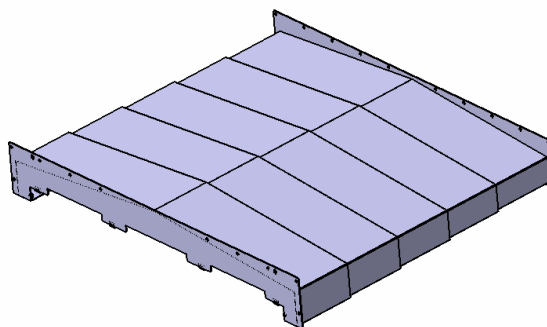
L_{max} : 944 mm

L_{min} : 274 mm

Zdvih H : 670 mm

Rychlost výsuvu v : 40 m/min

Hmotnost: 38 kg



Obr. 28. Teleskopický kryt 1 v roztažené poloze

5.1.2 Teleskopický kryt 2

Konstrukční řešení je v příloze č.2

Počet dílů: 8 ks

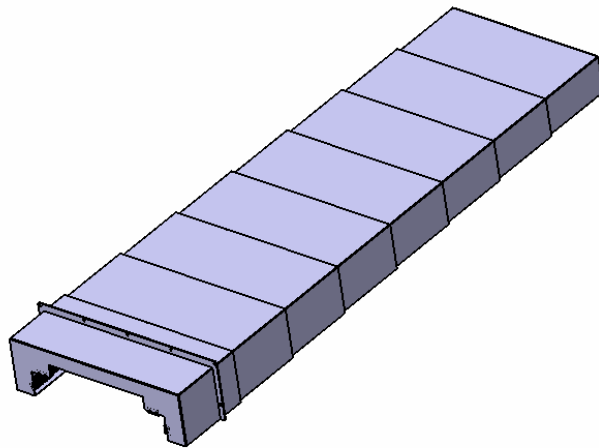
Tloušťka plechu: 1,5 mm

L_{max} : 1625 mm

L_{min} : 288 mm

Zdvih H : 1337 mm

Rychlost výsuvu v : 40 m/min



Obr. 29. Teleskopický kryt 2 v roztažené poloze

5.1.3 Teleskopický kryt 3

Konstrukční řešení je v příloze č.3

Počet dílů: 6 ks

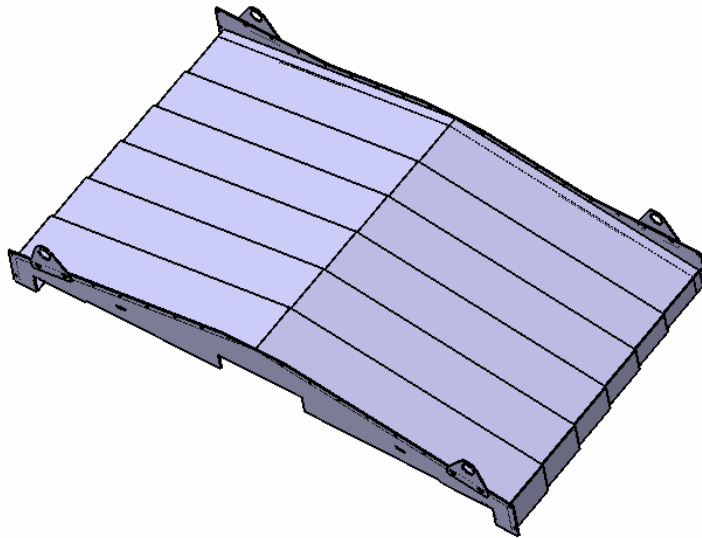
Tloušťka plechu: 3 mm

L_{max} : 1145 mm

L_{min} : 300 mm

Zdvih H : 845 mm

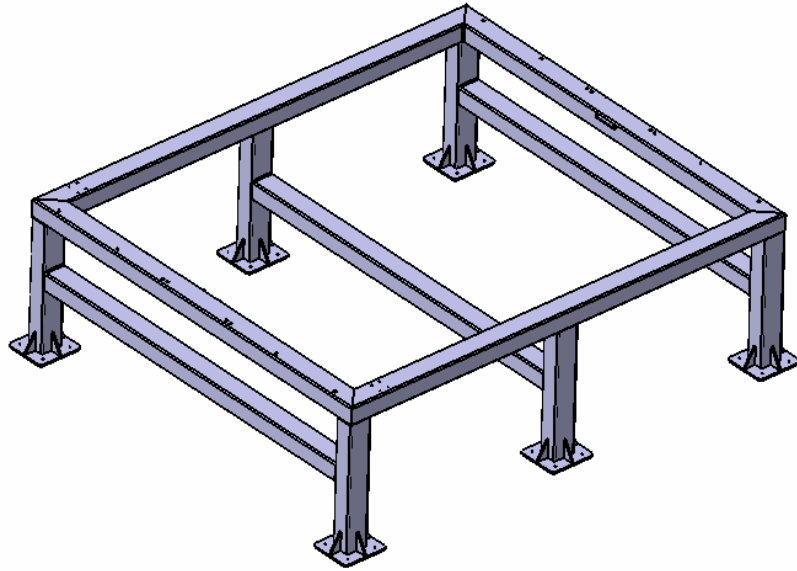
Rychlost výsuvu v : 30 m/min



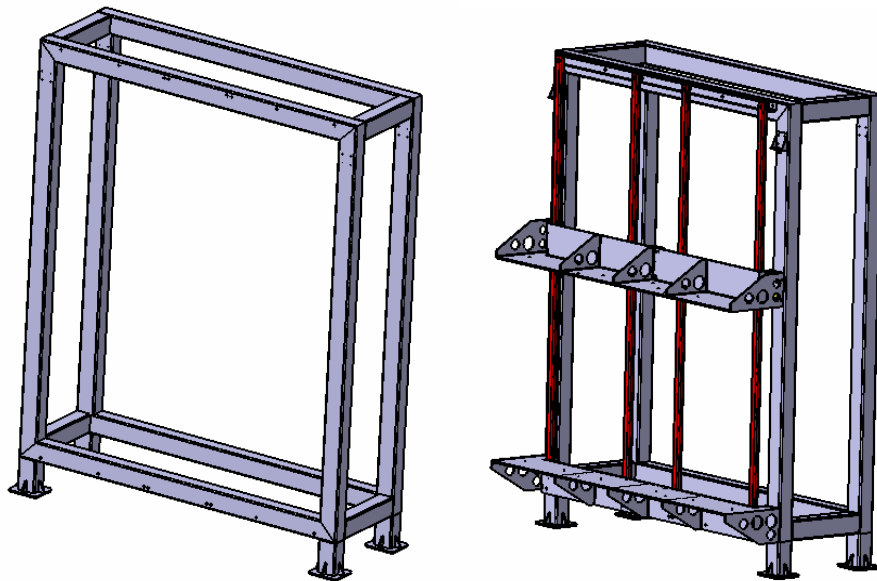
Obr. 30. Teleskopický kryt 3 v roztažené poloze

5.2 Rám testovací stolice

Při návrhu rámu testovací stolice jsem zvažoval, zda stolicu navrhnout ve svislé či vodorovné poloze. Vzhledem k rozměrům stolice a hmotnosti krytů jsem si zvolil variantu kdy je stolice ve vodorovné poloze. Rám testovací stolice (příloha V) bude svařen z trubek o normalizovaném profilu 120 x 100 mm, bude mít délku 2600 mm, šířku 2220 mm a výšku 800 mm. Jelikož bude hmotnost teleskopických krytů dosti velká, měl by mít rám dostatečnou tuhost, proto volím poněkud robustnější konstrukci. Při montáži testovací stolice na zkušebnu bude rám ukotven k podkladu pomocí šroubů.



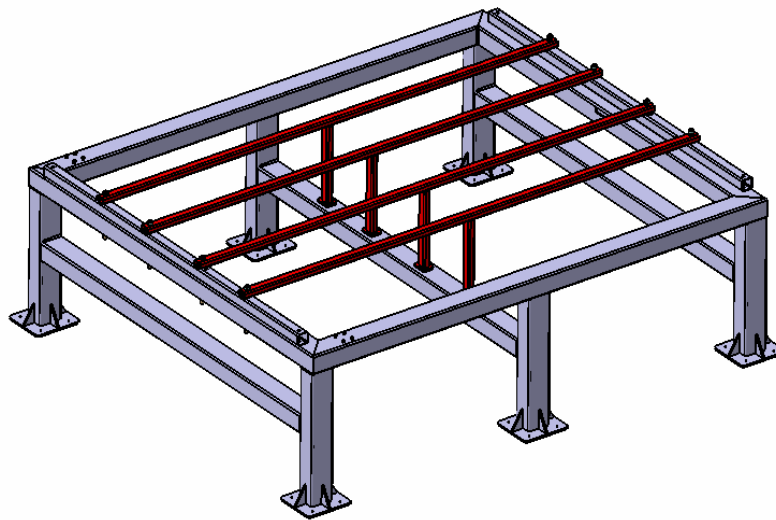
Obr. 31. Rám testovací stolice



Obr. 32. Varianta rámu testovací stolice ve vertikální poloze

5.3 Kolejnice

Kolejnice (příloha IX) budou sloužit pro vedení teleskopických krytů na testovací stolici. Kolejnice budou uchyceny na rámu testovací stolice, přes normalizovaný profil o rozměrech 60 x 60 mm, pomocí šroubů. Každý z krytů má jiný rozměr roztečí vedení a aby byla zajištěna univerzálnost stolice musí být kolejnice nastavitelné. Nastavitelnost kolejnic bude pomocí roztečných děr v rámu stolice. Kolejnice jsou ve středu vybaveny podpěrnou nohou, která se opírá o výztuhu rámu stolice, aby nedocházelo k velkému průhybu kolejnic.



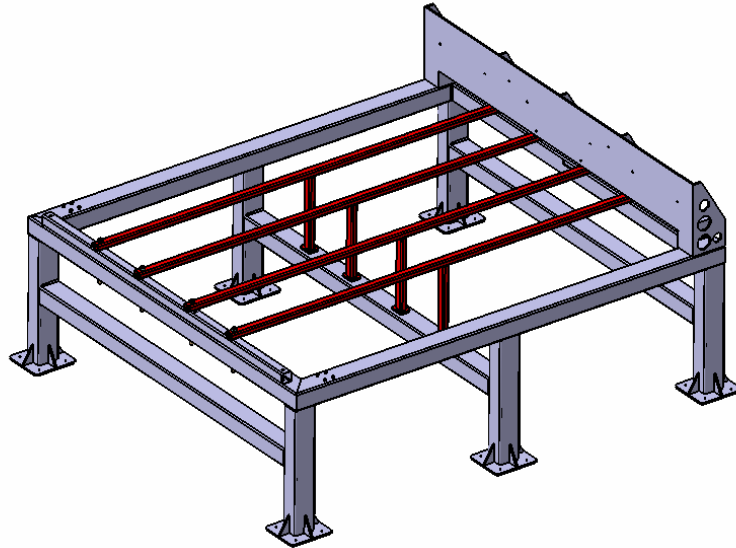
Obr. 33. Rám s kolejnicemi

5.4 Upínací desky pro teleskopické kryty

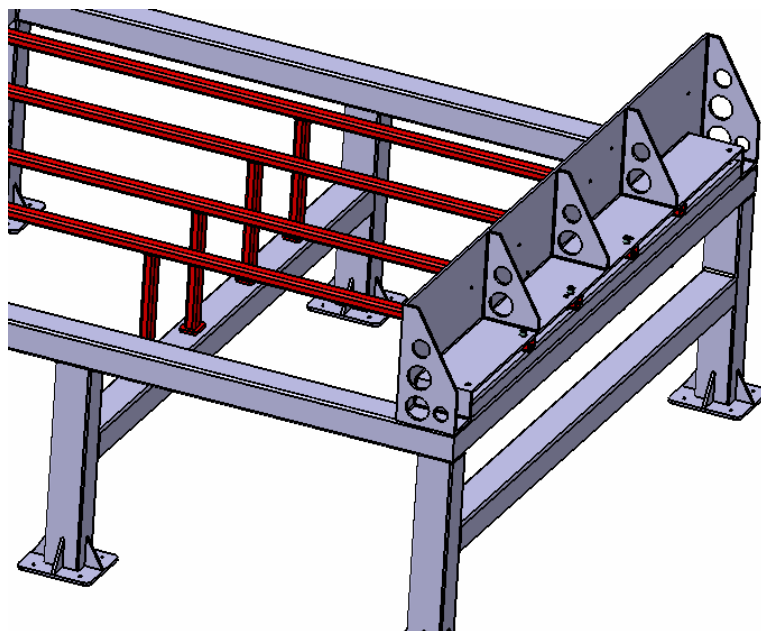
Teleskopický kryt bude na zkušební stolici uchycen pomocí upínacích desek, přičemž jedna deska bude pevná a druhá posuvná. Upnutí krytu na desce bude zajištěno pomocí upínek a šroubů. Pro vyšší tuhost desky na ni bude navařeno žebrování. Aby deska nebyla příliš těžká bude v žebrování vyrobeno odlehčení.

5.4.1 Pevná deska

Pevná deska bude na rámu navařena, popř. by mohla být ukotvena pomocí šroubů a pod ní bude prostor pro posunutí lineárních pojezdů do poloh, které odpovídají roztečím pro vedení krytů.



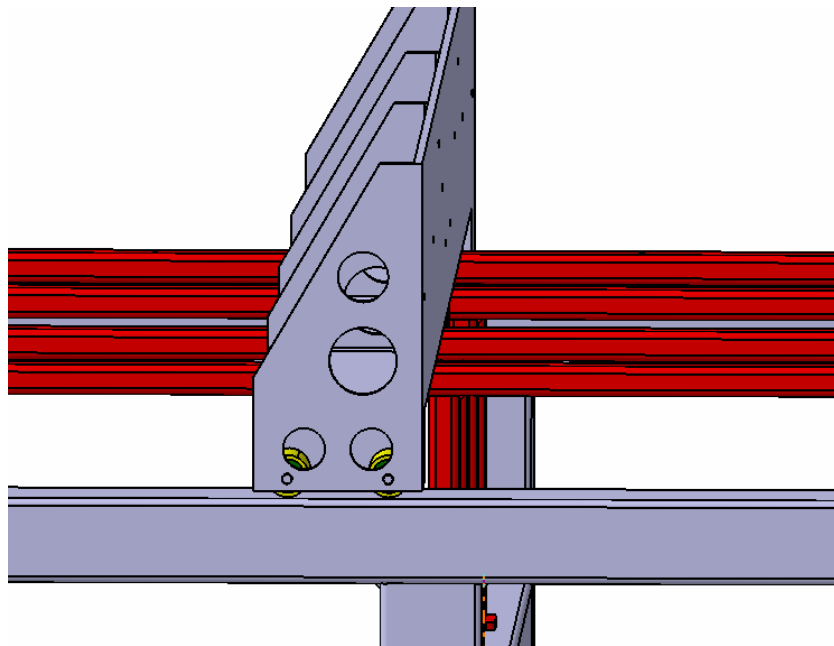
Obr. 34. Rám s pevnou deskou



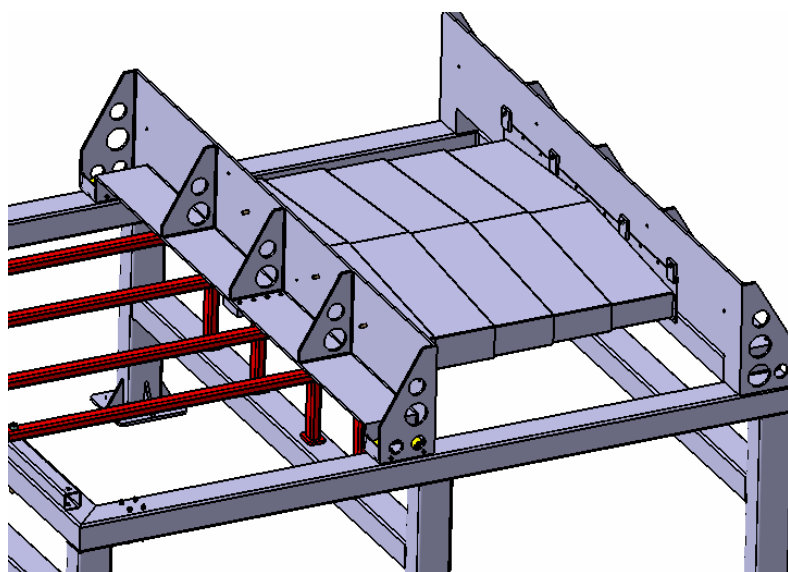
Obr. 35. Pevná deska s žebrováním

5.4.2 Posuvná deska

Posuvná deska bude na rámu jezdit pomocí válečků. Válečky jsem zvolil od firmy MISUMI, výhodou je, že se dají objednat přes internet. Válečky jsou s ložiskem a na vnějším průměru válečku je uretan. Díky pogumovanému povrchu je pohyb desky bezhlučný. Váleček je uchycen na hřídeli pomocí závlaček. Posuvná deska bude obdobná jako deska pevná jen s malými úpravami. Jiné budou rozteče pro upínky a v desce budou vyfrézovány otvory pro pojízdné válečky.



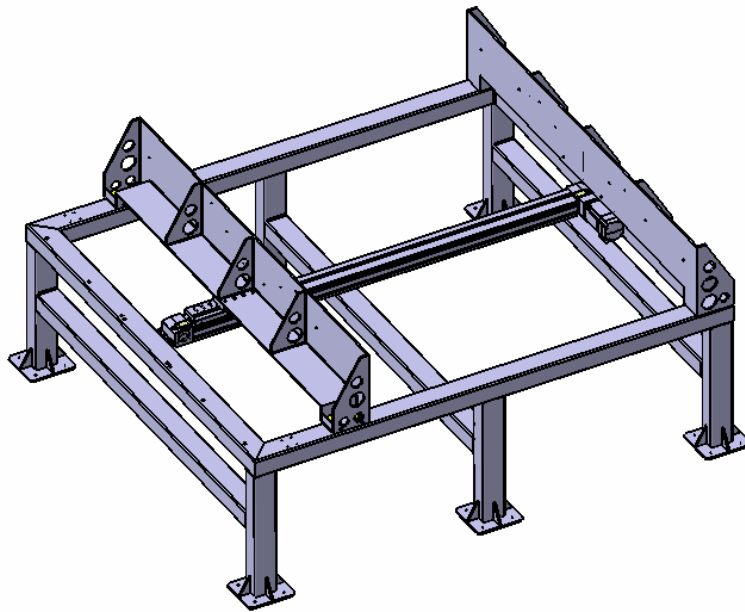
Obr. 36. Posuvná deska



Obr. 37. Uchycení krytu na desce

5.4.3 Návrh pohonu pro posuvnou desku

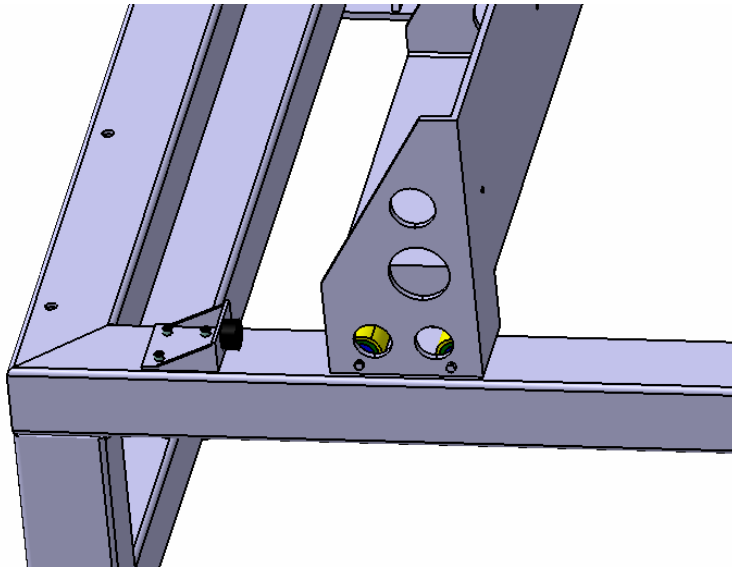
Pohyb bude zajištěn pomocí vedení s ozubeným řemenem, které bude poháněno elektromotorem. Vedení s ozubeným řemenem jsem zvolil od firmy FESTO. Samozřejmě je na trhu více firem, které zařízení nabízí, ale jak jsem se dozvěděl tak FESTO je jedna z nejkvalitnějších firem a má pobočku i ve Zlíně. Zařízení se dá objednat i přes internet, navíc se z internetových stránek firmy dalo zařízení stáhnout ve 3D formátu a do konstrukčního řešení vložit, což mně ulehčilo práci než kdybych měl zařízení překreslovat. Dále FESTO nabízí k vybranému vedení katalog, ve kterém doporučuje všechny potřebné komponenty jako upínací patky, šrouby, motor s převodovkou, snímače koncových poloh a způsob ovládání posuvu. Lineární vedení bude na rámu uchyceno šrouby. Posuv desky je možné navrhnout i jiným způsobem, např. pomocí hydrauliky nebo ocelového hřebenu se servomotorem. Pneumatický pohon nelze použít, protože je potřeba nastavit pro každý typ krytu jinou výchozí i konečnou polohu, což u pneumatického pohonu nelze.



Obr. 38. Rám stoly s lineárním vedením

5.5 Bezpečnostní dorazy

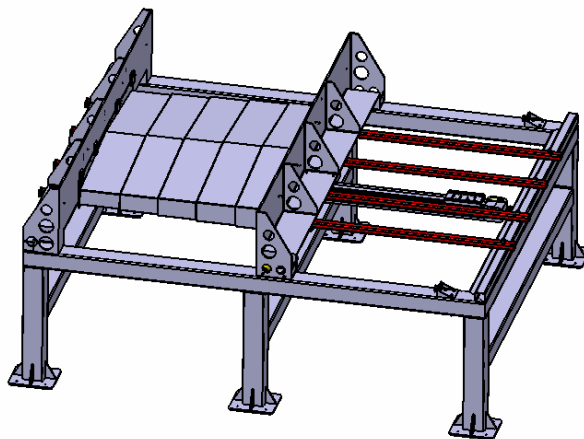
Aby nedošlo k překročení maximálního zdvihu lineárního vedení bude rám stolice vybaven bezpečnostními dorazy. Dorazy budou ocelové konstrukce, na níž bude upevněn silikonový váleček. Váleček lze objednat od firmy MISUMI. Bezpečnostní dorazy budou upevněny na rámu stolice pomocí šroubů, popř. mohou být na rám navařeny.



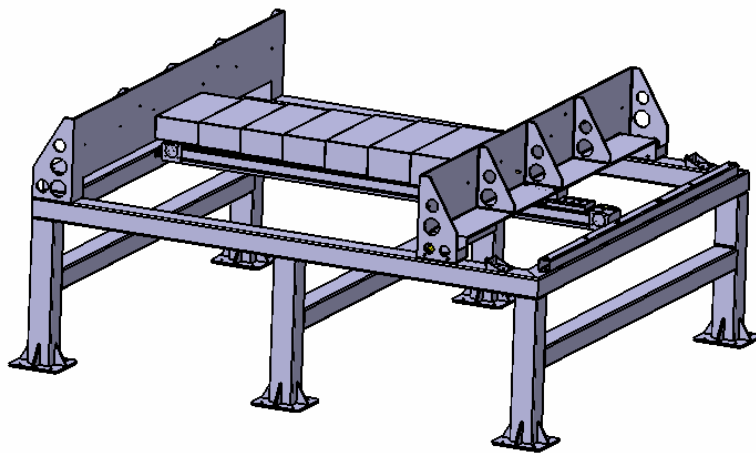
Obr. 39. Bezpečnostní doraz

5.6 Vizualizace testovací stolice s teleskopickými kryty

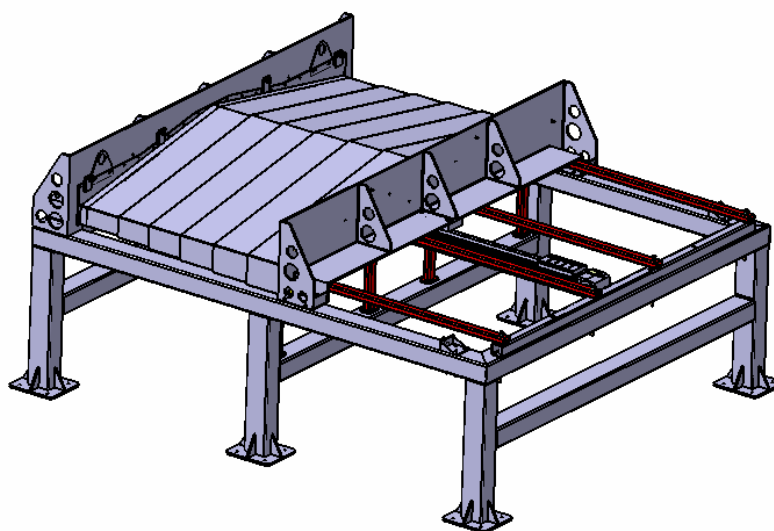
Na obrázcích je testovací stolice poskládaná z komponentů. Komponenty jsou navrhovány a poskládány v Catii v5r16. Obrázky a 3D model (přílohové CD) dokazuje univerzálnost testovací stolice pro všechny tři typy krytů.



Obr. 40. Testovací stolice s krytem 1



Obr. 41. Testovací stolice s krytem 2



Obr. 42. Testovací stolice s krytem 3

6 EKONOMICKÝ ROZBOR

Součástí konstrukčního návrhu má být na požadavek firmy TECNIMETAL ekonomický rozbor pro zvolenou variantu.

Ceny zjištěné z katalogů firem:

Válečky s ložisky MISUMI.....	79,70 €	/ks
Hřídel pro válečky MISUMI.....	8,30 €	/ks
Silikonová pryž na bezpečnostní dorazy MISUMI.....	13,20 €	/ks
Profil svařovaný s obdélníkovým průřezem EN 10 219, roz. 120x100x6.....	601,33	Kč/m
Profil svařovaný s obdélníkovým průřezem EN 10 219, roz. 50x35x3.....	96,28	Kč/m
Profil svařovaný s obdélníkovým průřezem EN 10 219, roz. 60x60x3,5.....	183,07	Kč/m
Šroub s válc. hlavou a vnitř. šestihranem M 8x120.....	15,6	Kč/ks
Matice M 8.....	1,68	Kč/ks
Šroub s válc. hlavou a vnitř. šestihranem M 10x45.....	6,74	Kč/ks
Matice M 10.....	3,41	Kč/ks
Šroub s válc. hlavou a vnitř. šestihranem M 16x230.....	210	Kč/ks
Matice M 16.....	10,45	Kč/ks
Šroub s válc. hlavou a vnitř. šestihranem M 10x35.....	8,15	Kč/ks

Válečky s ložisky MISUMI.....	4 ks.....	318,8 €.....	8289 Kč
Hřídel pro válečky MISUMI.....	4 ks.....	33,2 €.....	863 Kč
Silikonová pryž na bezpečnostní dorazy MISUMI.....	2 ks.....	26,4 €.....	686 Kč
Profil svařovaný s obdélníkovým průřezem 120x100.....	20 m.....		12027 Kč
Profil svařovaný s obdélníkovým průřezem 50x35.....	12 m.....		1156 Kč
Profil svařovaný s obdélníkovým průřezem 60x60.....	4 m.....		733 Kč
Šroub s válc. hlavou a vnitř. šestihranem M 8x120.....	8 ks.....		125 Kč
Matice M 8.....	8 ks.....		14 Kč
Šroub s válc. hlavou a vnitř. šestihranem M 10x45.....	8 ks.....		54 Kč
Matice M 10.....	8 ks.....		28 Kč
Šroub s válc. hlavou a vnitř. šestihranem M 16x230.....	8 ks.....		1680 Kč
Matice M 16.....	8 ks.....		84 Kč
Šroub s válc. hlavou a vnitř. šestihranem M 10x35.....	4 ks.....		33 Kč
Lineární vedení FESTO.....			63 551 Kč
Motor FESTO.....			30 990 Kč
Axiální konstrukční sada (převodovka + komponenty) FESTO.....			7454 Kč
Válcovaný plech na výrobu desek.....			3560 Kč

Celková suma.....131327 Kč
 Při přepočtu Eur na Kč počítám s kurzem 1€ = 26 Kč

ZÁVĚR

V mé bakalářské práci jsem se zabýval konstrukčním návrhem zkušební stolice pro teleskopické kryty. Práce byla řešena ve spolupráci s firmou TECNIMETAL, u které jsem měl možnost zúčastnit se exkurze, abych viděl jak takový kryt vypadá. Od firmy jsem obdržel výkresovou dokumentaci tří typů krytů včetně modelů v 3D formátu. V CAD programu jsem navrhl 3D konstrukci testovací stolice (součást přílohového CD), ze které jsem později zhotovil výkresovou dokumentaci (PI – PXXXVIII). Testovací stolice je dle požadavku firmy univerzální na všechny tři typy krytů. Dále jsem navrhl pohon pro posuvnou desku a vypracoval ekonomický rozbor dané varianty.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1] VOLEK, F. *Základy konstruování a části strojů II : Mechanizmy strojů*. 2. vyd. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Academia centrum : Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2009. 89 s. ISBN 80-7318-111-8.

[2] ŘASA, J., HANĚK, V., KAFKA, J. *Strojírenská technologie 4 : Návrhy nástrojů, přípravků a měřidel Zásady montáže*. Praha 5 - Smíchov : Scientia spol. s r. o., 2003. 505 s. ISBN 80-7183-284-7.

[3] VOLEK, F. *Základy konstruování a části strojů I*. 1. vyd. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Academia centrum : Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2009. 168 s. ISBN 978-807318-654-8.

[4] VOLEK, F. *Základy pružnosti a pevnosti*. 1. vyd. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Academia centrum : Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2004. 157 s. ISBN 80-7318-200-9.

[5] KUNÁT, T. *Konstrukce upínacích čelistí pro zkoušky nízkocyklické únavy*. Zlín, 2009. 56 s. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

[6] PTÁČEK, L., et al. *Nauka o materiálu I*. Brno : Akademické nakladatelství cerm, s.r.o., 2003. 516 s. ISBN 80-7204-283-1.

Internetové zdroje:

[7] *Hennlich* [online].[cit. 2010-01-20]. Hennlich - Krytování strojů Hennlich. Dostupné z WWW: <www.hennlich.cz/index.php?f=808>.

[8] *Zkouška rázem v ohybu* [online].[cit. 2010-01-20].

Dostupné z WWW:

<www.simd.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=89&Itemid=80>.

[9] *Mech.fd.cvut.cz* [online]. 2000-2010 [cit. 2010-01-20]. Laboratoř experimentální mechaniky K618 Florenc - mech . Dostupné z WWW: <<http://mech.fd.cvut.cz/labs>>.

[10] *Igitur* [online].[cit. 2010-03-9]. Igitur spol. s.r.o, Univerzální zkušební stroje, Dynamické a únavové stroje, Rezonanční stroje, Tvrdoměry, Pružinoměry, Padostroje. Dostupné z WWW: <<http://www.igitur.cz/index.php>>.

Seznam použitých symbolů a zkratk

L_{max} Maximální délka teleskopického krytu v roztažené poloze

L_{min} Minimální délka teleskopického krytu ve stažené poloze

H Zdvih (rozdíl délky krytu v roztažené poloze a stažené poloze)

v Rychlost posuvu

CAD Computer Aided Design - počítačem podporované navrhování

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Blokové schéma hnacího systému.....	12
Obr. 2. Hydraulický obvod.....	16
Obr. 3. Schéma univerzálního zkušebního stroje.....	20
Obr. 4. Elektrodynamický stroj Electropuls E3000.....	21
Obr. 5. FastTrack™ 8840 DynaMight.....	21
Obr. 6. FastTrack™ 8870.....	22
Obr. 7. FastTrack™ 8806.....	22
Obr. 8. FastTrack™ 8850.....	23
Obr. 9. FastTrack™ 8860.....	23
Obr. 10. FastTrack™ VHS.....	23
Obr. 11. Trhací stroj Zwick Z150.....	24
Obr. 12. Trhací stroj Louis Schopper.....	24
Obr. 13. Čelisti pro uchycení vzorků.....	24
Obr. 14. Pružinoměr INSTRON® SF1240 série.....	26
Obr. 15. Schéma Charpyho kladiva.....	27
Obr. 16. Skutečné Charpyho kladivo.....	27
Obr. 17. Unášec unáší vlečnou ručičku.....	27
Obr. 18. Kladivo Psd 300/150.....	28
Obr. 19. Schéma výrobního procesu	30
Obr. 20. Členění montážního procesu.....	32
Obr. 21. Schéma montážních prvků.....	34
Obr. 22. Technologické schéma montáže.....	35
Obr. 23. Vstupní hřídel.....	35
Obr. 24. Schéma montážní linky pro hromadnou montáž.....	40

Obr. 25. Typy teleskopických krytů.....	42
Obr. 26. Teleskopický kryt.....	43
Obr. 27. Teleskopický kryt v horizontální pracovní pozici.....	43
Obr. 28. Teleskopický kryt 1 v roztažené poloze.....	45
Obr. 29. Teleskopický kryt 2 v roztažené poloze.....	46
Obr. 30. Teleskopický kryt 3 v roztažené poloze.....	47
Obr. 31. Rám testovací stolice.....	48
Obr. 32. Rám testovací stolice ve vertikální poloze.....	48
Obr. 33. Rám s kolejkami.....	49
Obr. 34. Rám s pevnou deskou.....	50
Obr. 35. Pevná deska s žebrováním.....	50
Obr. 36. Posuvná deska.....	51
Obr. 37. Uchycení krytu na desce.....	51
Obr. 38. Rám stolice s lineárním vedením.....	52
Obr. 39. Bezpečnostní doraz.....	53
Obr. 40. Testovací stolice s krytem 1.....	53
Obr. 41. Testovací stolice s krytem 2.....	54
Obr. 42. Testovací stolice s krytem 3.....	54

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Podíl činností v montáži obráběcích strojů.....	30
Tab. 2. Součásti pro montáž hřídele (kusovník) – viz. obr. 14.....	36
Tab. 3. Zjednodušený montážní technologický postup.....	36

SEZNAM PŘÍLOH

- PI Výrobní výkres teleskopického krytu 1
- PII Výrobní výkres teleskopického krytu 2
- PIII Výrobní výkres teleskopického krytu 3
- PIV Sestava testovací stolice
- PV Výkres rámu - svařenec
- PVI Výkres pevné desky - svařenec
- PVII Výkres posuvné desky - svařenec
- PVIII Výkres bezpečnostního dorazu - svařenec
- PIX Výkres kolejnice - svařenec
- PX Výrobní výkres přední desky bezpečnostního dorazu
- PXI Výrobní výkres spodní desky bezpečnostního dorazu
- PXII Výrobní výkres pryžového držáku bezpečnostního dorazu
- PXIII Výrobní výkres výztuhy bezpečnostního dorazu
- PXIV Výrobní výkres kolejnice
- PXV Výrobní výkres podpěrné nohy kolejnice
- PXVI Výrobní výkres podložky podpěrné nohy kolejnice
- PXVII Výrobní výkres přední desky pevné desky
- PXVIII Výrobní výkres spodní desky pevné desky
- PXIX Výrobní výkres vnitřního žebra pevné desky
- PXX Výrobní výkres krajního žebra pevné desky
- PXXI Výrobní výkres boční desky pevné desky
- PXXII Výrobní výkres malé spodní desky pevné desky
- PXXIII Výrobní výkres přední desky posuvné desky
- PXXIV Výrobní výkres spodní desky posuvné desky

PXXXV Výrobní výkres vnitřního žebra posuvné desky

PXXXVI Výrobní výkres krajního žebra posuvné desky

PXXXVII Výrobní výkres boční desky posuvné desky

PXXXVIII Výrobní výkres spodní desky posuvné desky

PXXXIX Výrobní výkres dorazové desky pevné desky

PXXX Výrobní výkres trubky rámu A

PXXXI Výrobní výkres trubky rámu B

PXXXII Výrobní výkres výztuhy rámu

PXXXIII Výrobní výkres nohy rámu

PXXXIV Výrobní výkres výztuhy nohy rámu

PXXXV Výrobní výkres podpěrné trubky

PXXXVI Výrobní výkres desky podstavce

PXXXVII Výrobní výkres distanční desky

PXXXVIII Výrobní výkres upínky

PXXXVIX Kusovník testovací stolice

PXXXX Kusovník – bezpečnostní doraz

PXXXXI Kusovník – kolejnice

PXXXXII Kusovník – pevná deska

PXXXXIII Kusovník – posuvná deska

PXXXXIV Kusovník – rám

PXXXXV Katalogový list - pohon s ozubeným řemenem EGC-120- -TB-KF - 556815

PXXXXVI Katalogový list - servomotor EMMS-AS-100-S-RSB - 550124

PXXXXVII Katalogový list - axiální konstrukční sada EAMM-A-L62-80G - 557989