



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A ROBOTIKY

INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND ROBOTICS

AUTOMATICKÁ VÝMĚNA OBROBKŮ

AUTOMATIC WORKPIECE CHANGER

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Vlastimil Hrbáček

VEDOUcí PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Radim Blecha, Ph.D.

BRNO 2018

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky
Student: **Vlastimil Hrbáček**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Základy strojírenství
Vedoucí práce: **Ing. Radim Blecha, Ph.D.**
Akademický rok: 2017/18

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

Automatická výměna obrobků

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Automatická výměna obrobků se u obráběcích strojů podílí na zkrácení neproduktivního strojního času a tím na zvyšování produktivity stroje.

Student se seznámí s možnými způsoby automatické výměny obrobku u obráběcího stroje.

Cíle bakalářské práce:

Popsat principy používané automatické výměny obrobků u obráběcích strojů se zaměřením na obráběcí centra.

Seznam doporučené literatury:

MAREK, Jiří, et al. Konstrukce CNC obráběcích strojů III. 1. Praha: MM publishing, s.r.o., 2014. MM speciál. ISBN 978-80-260-6780-1.

MM Průmyslové spektrum. MM Průmyslové spektrum [online]. Praha: MM publishing, s. r. o., 2016 [cit. 2016-11-04]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com>

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2017/18

V Brně, dne 26. 10. 2017

L. S.

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

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

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá popisem automatické výměny obrobků u CNC obráběcích center. Popisuje náležitosti zabývající se danou problematikou. Je zde popsáno členění automatické výměny obrobků. Čtenář je schopen získat pohled na realizaci automatické výměny obrobků

ABSTRACT

This bachelor's thesis deals with description of automatic workpieces change of CNC machines. Also it describes all matters connected with this issue. It describes division of automatic workpieces change. Dear reader gets look at the possibilities of realization workpieces change.

KLÍČOVÁ SLOVA

Automatická výměna obrobků, výměníky, manipulátory, technologické palety

KEY WORDS

Automatic workpiece change, exchanger, manipulator, technological pallets

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

HRBÁČEK, V. *Automatická výměna obrobků*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2018. 39 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Radim Blecha, Ph.D.

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval Ing. Radimu Blechovi, Ph.D. za vedení mé bakalářské práce.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

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

V Brně dne 25.5.2018

.....

Vlastimil Hrbáček

OBSAH

1	ÚVOD	15
2	MORFOLOGIE AVO U OBRÁBĚCÍCH CENTER	17
2.1	Ustavení polohy obrobku	18
2.1.1	Technologická paleta	18
2.1.2	Nosná deska	19
2.2	Výměníky, manipulátory palet	20
2.2.1	Otočné manipulátory	20
2.2.2	Lineární výměníky	20
2.2.3	Univerzální manipulátory a roboty	21
2.2.4	Bezpaletové systémy	22
2.3	Zásobníky a dopravní systémy	23
2.3.1	Válečkové dopravníky	23
2.3.2	Pásové dopravníky	23
2.3.3	Závěsné dopravníky	24
2.3.4	Odkladové místa a regály	24
2.4	Upínání a polohování palety a obrobku	25
2.4.1	Upínání obrobku	25
2.4.2	Upínání palet	26
3	UKÁZKY ZAVEDENÝCH SYSTÉMŮ AVO	29
3.1	APC – Automatický systém výměny palet od firmy Fermat	29
3.1.1	Popis cyklu výměny palet	29
3.2	Systémy od firmy Misan	30
3.2.1	Pružný výrobní systém Mazak Palletech HNC5000II	30
3.2.2	Manipulátor DIAX-500	30
3.3	Výměna palet na obráběcím centru TH-630 od firmy Tailift	32
4	ZÁVĚR	33
5	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	35
6	SEZNAM OBRÁZKŮ	37
6.1	Seznam obrázků	37

1 ÚVOD

V dnešní rozvinuté době se automatická výměna obrobků (AVO) stala již dávno nepostradatelnou součástí převážně velkosériových výrob. Počátek vývoje je datován do 80. let minulého století. Důraz je kladen především na čas, cenu a v neposlední řadě i bezpečnost výroby při dosažení požadované kvality, tvarové a rozměrové přesnosti.

Zavedení AVO u obráběcích center (OC) bylo nezbytným krokem vývoje v automatizaci výroby. U OC dochází k výraznému zrychlení výroby. Při poměrně malých vstupních nákladech se investice velmi rychle vrací. Při pořizování je nutno také zvážit zakoupení dalších nástrojů automatizace jako třeba automatickou výměnu nástrojů (AVN). Zrychlení jedné části výrobního procesu by nebylo k užitku, kdyby se se pak čekalo na druhou část výrobního procesu a vznikaly by pak zbytečné prostoje.

Nedostatek pracovníků na trhu práce zvedá cenu lidské práce. Automatizace je v tomto ohledu optimální řešení. Člověk většinou není schopen provést výměnu tak kvalitně jako automatizované zařízení.

Automatizace výroby je zvýšenou zátěží pro logistiku, proto musí být chod firmy dobře sladěn. Nesmí vznikat nadbytečné skladové zásoby. Vstupní materiál musí být do firmy dovážen kontinuálně v souladu s logistikou Kanban, tedy stále množství skladových zásob a dobrá domluva mezi odběratelem a dodavatelem. Hotové produkty, nebo obrobky musí být od strojů postupně dopravovány v technologické paletě na další pracoviště. Vhodným řešením mohou být dopravníky. V souladu s filozofií Just in Time (JIT) se zbytečně nehromadí sklady hotovými výrobky a jsou odváženy k zákazníkovi. Nemůže být náhodou, že technologie JIT vznikla rovněž v 80. letech minulého století. Příklad automatizované výroby je zobrazen na obrázku 1.1. [1], [4],



Obr. 1.1: Automatizovaná svařovací linka automobilky KIA (Teplička nad Váhom) [10]

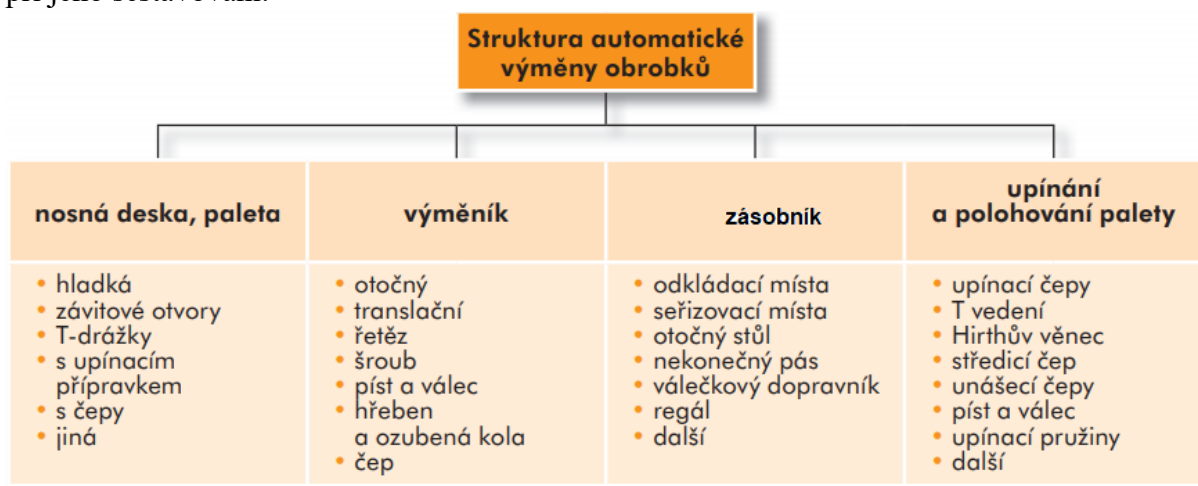
2 MORFOLOGIE AVO U OBRÁBĚCÍCH CENTER

Použití AVO je opodstatněno především u obráběcích center. Přináší zkrácení strojních časů a zvyšuje stupeň využití stroje. Užití je podmíněno vhodnou výrobní sérií. Jedná se především o velkosériové výroby.

Z důvodu velké škály obrobků nelze AVO tak jednoduše kategorizovat jako třeba automatickou výměnu nástrojů (AVN), kde jsou jednotlivé nástroje odstupňovány do řad. Jsou tedy normalizovány. Automatická výměna nástrojů lze díky tomu lépe a přesněji popsat. Její realizace a výsledné provedení vykazuje větší stálost výsledného systému.

AVO je přizpůsobeno požadavkům zákazníka na konkrétní typ výroby. Je zde více možností provedení a různý stupeň automatizace výměny obrobků. Při zavádění je nutno vyhodnotit celý výrobní i nevýrobní proces a zvolit optimální řešení, které bude výhodné jak ekonomicky tak technologicky. Dále musí být určeno jak řešit situace při selhání AVO (např. vlivem poruchy stroje) a předejít tak většímu výrobnímu výpadku.

Morfologie (struktura) AVO je pěkně zobrazena na obrázku 2.1. Jednotlivé části ve struktuře mohou, ale nemusí být v systému zastoupeny. Jejich zastoupení bývá taky někdy diskutabilní. Tabulka na obrázku popisuje systém výstižně a dává možnost zvolit optimální při jeho sestavování.



Obr. 2.1: Morfologie automatické výměny obrobků [1]

Nosná deska nebo technologická paleta dávají možnost provést upnutí obrobku mimo pracovní čas a prostor stroje. Výměník umožní výměnu technologických palet nebo přímo obrobků v požadované rychlosti. Zásobník je schopen pojmout větší množství palet nebo obrobků a tím zajistí chod systému na delší dobu. Upnutí a polohování palety je taktéž velmi důležité. Při nedostačném upnutí může začít soustava vibrovat a výsledná kvalita součástí bude mizivá. Projeví se to i na větším opotřebení nástroje a zkracuje se rovněž i životnost stroje. [1], [5]

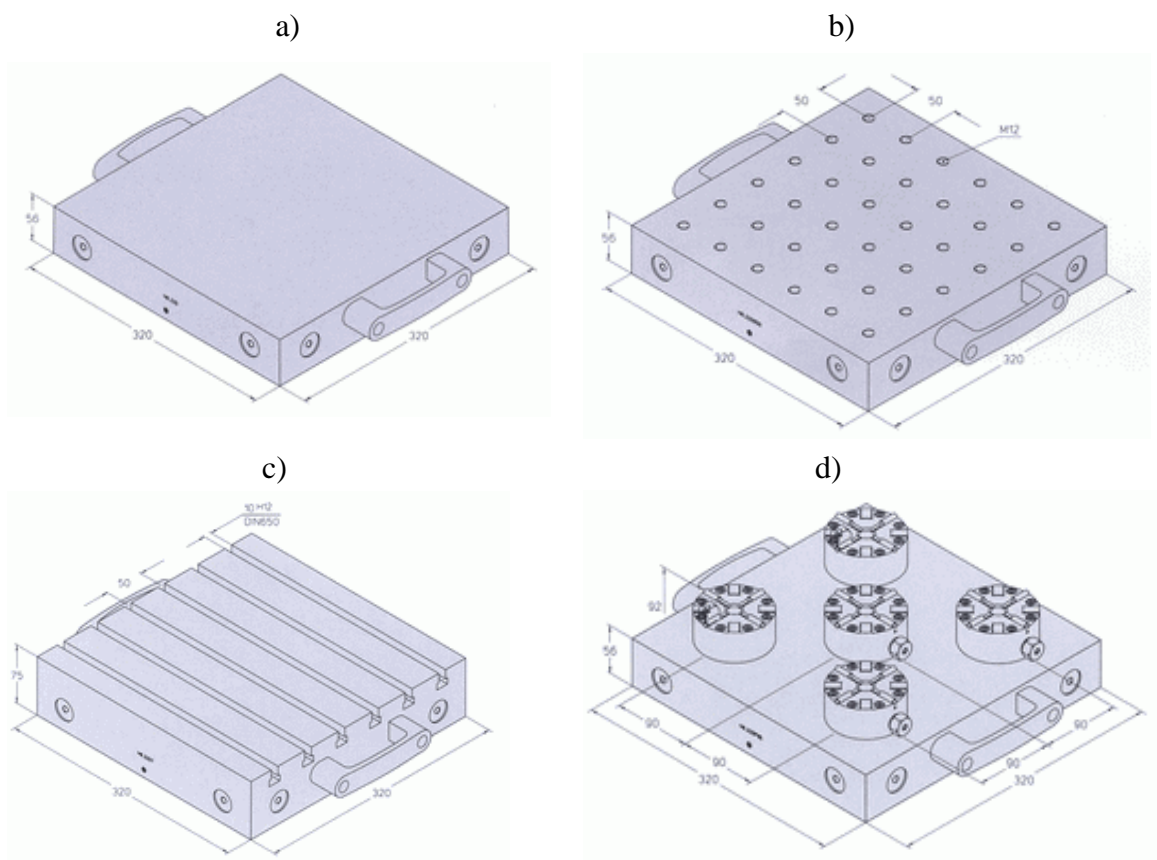
2.1 Ustavení polohy obrobku

2.1.1 Technologická paleta

Jedná se o způsob přenesení pracovního stolu stroje mimo jeho pracovní prostor. Na palety jsou kladeny velmi vysoké požadavky. Především musí vykazovat tuhost a musí být přesně vyrobeny. Dále je důležitý způsob manipulace s nimi. Dle váhy mohou být přizpůsobeny pro ruční nebo strojní manipulaci.

Důležitým aspektem technologické palety je způsob provedení upínací části, které vyhotoveno s ohledem na obráběnou součást, aby bylo umožněno upnutí. Upínací plocha může být:

- *Hladká* – lze využít i magnetického upnutí nebo jiných přípravků. Jedná se o univerzální provedení palety (obr. 2.2a).
- *Se závitovými otvory* – zajišťuje polohu obrobku. Zmenšuje se tuhost palety. Možnost zanesení a poškození závitové části palety. Obtížné čištění a renovace závitů (obr. 2.2b).
- *S T drážkami* – umožňuje přesné ustavení obrobku. Zvyšuje se požadavek na výšku palety (obr. 2.2c).
- *Speciální provedení* – umožňuje širokou škálu provedení dle potřeb zákazníka třeba provedení se sklíčovými (obr. 2.2d) a další. [6] ,[1]



Obr. 2.2: Provedení upínací plochy u technologických palet [6]

Na palety jsou kladeny velmi vysoké nároky na výslednou kvalitu zpracování. Projevuje se to na poměrně vysokých cenách. Proto jsou plně pochopitelné tendence směřující k mezinárodní normalizaci základních přípojovacích rozměrů technologických palet. Palety odlišných výrobců jsou vyráběny ve stejných velikostech, což umožňuje zákazníkům objednávat palety různých výrobců, dle technických specifikací. Mohou být tedy používány stejné zařízení pro manipulaci a upínání palet.

Kromě přenosných technologických palet se může používat i paleta strojní. Ta je rovněž považována za velmi důležitý konstrukční prvek, na který jsou kladeny velmi vysoké technické požadavky. Je požadována tuhost a přesnost. Musí být zajištěna odpovídající tuhost upnutí obráběné součásti. Nejčastěji se na horní upínací na ploše těchto palet vyskytují T-drážky. Strojní palety musí umožnit vlastní manipulaci, zpevnění a opakovaně přesné polohování přímo v pracovním prostoru stroje. Na paletu jsou obrobky upínány pomocí upínek nebo šroubů. U velmi sofistikovaných palet, například u svislých obráběcích center, jsou obrobky upínány hydraulicky. Během manipulace zůstávají obrobky bezpečně upnuty pomocí hydrauliky. [5], [1]

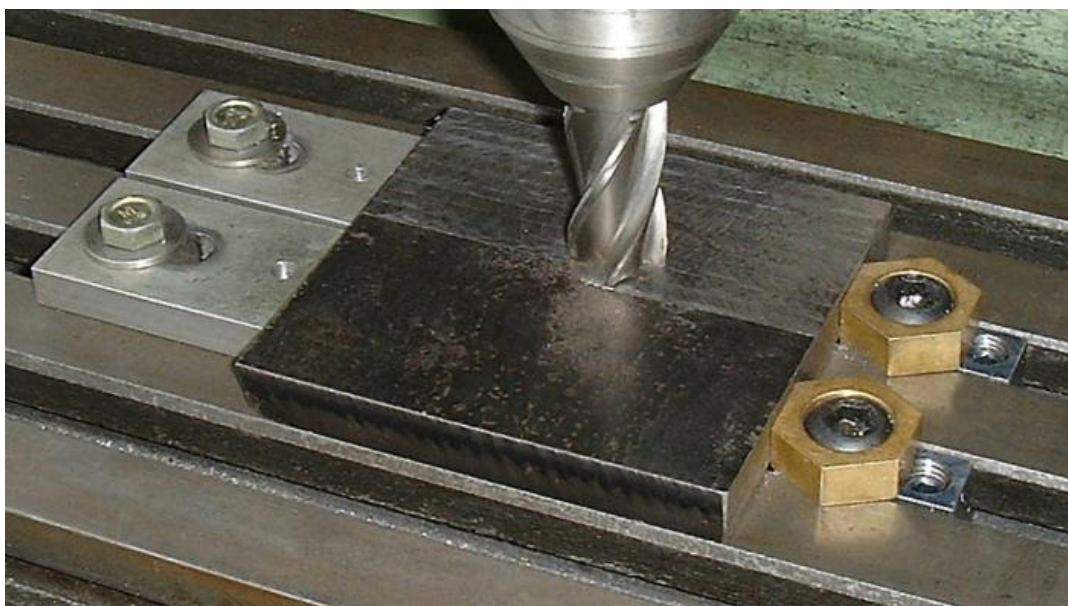
2.1.2 Nosná deska

Na nosnou desku jsou kladeny podobné nároky jako na technologickou paletu. Nosná deska je méně univerzální. Více se zaměřuje na tvarově složitější výrobky a je používána zpravidla pro jeden kus obrobku. Je nutno zajistit přesné ustavení obrobku vzhledem k souřadnému systému obráběcího centra. Výsledné provedení nosné desky závisí na obrobku.

Typické nosné desky mají spodní plochu (myšlena ta, po které se pohybují) hladkou. Nenachází se na ní žádné výstupky ani úchopové body. Mezi jednotlivými obráběcími centry jsou zpravidla přepravovány po nekonečných pásech nebo válečkových tratích.

Obrobek na nosnou desku ustavuje zpravidla obsluha stroje. Ustavení je prováděno vzhledem k ustavovacím a dosedacím plochám technologické palety.

Nosná deska může být nahrazena jednoúčelovými přípravkami připevněnými na technologické paletě (obr. 2.4). [1], [5]



Obr. 2.4: Jednoúčelový přípravek k ustavení obrobku [7]

2.2 Výměníky, manipulátory palet

Jedná se nepostradatelnou součást ve většině případů nezbytnou pro automatizaci výroby. Umožňují rychlou výměnu obrobků (technologických palet). Zaručují odpovídající přesnost a rychlost výměny (manipulace).

2.2.1 Otočné manipulátory

Otočné manipulátory jsou části ve většině případů nezbytnou pro automatizaci výroby. Umožňují rychlou výměnu obrobků (technologických palet). Zaručují odpovídající přesnost a rychlost výměny (manipulace). Na obrázku 2.4 je zobrazen paletový otočný manipulátor, jenž je součástí obráběcího centra TH 630. [8]



Obr. 2.4: Otočný manipulátor obráběcího centra TH 630 od firmy Tailift [8]

2.2.2 Lineární výměníky

Jsou tvořeny dvouplošným stolem. Na jehož vrchní ploše se nachází dvě úložná místa. Uspořádání palet může mít různé řešení. Může být umístěn před strojem, nebo lze použít tzv. kyvadlové řešení, další možností je uspořádání do dvou kolmých os. Použití lineárního výměníku je zobrazeno, jenž je součástí obráběcího centra firmy Trumpf (obr. 2.5).



Obr. 2.5: Lineární výměník u TruLaser Cell 7040 [9]

2.2.3 Univerzální manipulátory a roboty

Jsou naprosto samostatnou součástí, které jsou vybaveny samostatnými pohony a mají svoje vlastní řídicí systémy. Použití je omezeno hmotností obrobku a pracovním prostorem stroje. Značnou výhodou je univerzálnost a možnost roboty přeprogramovat a poměrně jednoduše přemístit. [11]



Obr. 2.6: Robot KUKA KR 360-3 (pro přenos části karosérie v automobilovém průmyslu) [11]

2.2.4 Bezpaletové systémy

Značnou výhodou je absence palety, tím pádem cena značně padá. Lze, ale použít pouze ve speciálních případech. Jako jsou třeba dlouhotočné automaty. Mohou být již součástí obráběcích center nebo se vyskytují jako přídatná zařízení v takovém případě je nutno myslet na odpovídající rozšíření pracovního prostoru stroje.

Jedním z představitelů bezpaletových systémů jsou podavače tyčí. Používají se převážně u soustruhů. Mají za úkol přisun materiálu do pracovního prostoru stroje. Obsahují vodící kanál a tyče jsou v něm posunovány pomocí tlačníku. Po zasunutí tyče o požadovanou vzdálenost, která může být zajištěna pomocí dorazu. Je tyč upnuta sklíčidlem soustruhu. Na trhu se vyskytují jednovřetenové podavače tyčí a také vícevřetenové podavače. Počet se odvíjí dle počtu vřeten na soustruhu. Nejčastěji se vícevřetenové podavače vyrábí s šesti vřeteny. [12]



Obr. 2.7: SPACESAVER SS 2220 podavač tyčí (max. délka tyče 1525 mm) [13]

2.3 Zásobníky a dopravní systémy

Jedná se především a přepravu palet, nebo obrobků mezi pracovišti. Podle vzdálenosti dopravní trasy se volí způsob dopravy. Vstup a výstup nákladu bývá zajišťován pomocí manipulátoru. Po dobu přepravování musí být dodrženy dané požadavky na teplotu, čistotu a vlhkost okolí.

2.3.1 Válečkové dopravníky

Doprava přepraveného tělesa, která může fungovat bez dodávání elektrické energie. V takovém případě se využívá potenciální energie tělesa. Válečkový dopravník tedy klesá dolů. Jedná se o gravitační provedení válečkového dopravníku. Druhou možností je pohánění válečků. Zde již je potřeba přívod elektrické energie a stoupání dopravníku je zde také omezeno. Udává se maximálně 25°. Bývají mnohdy osazeny bočním vedením materiálu a čidly pro automatické řízení. Lze použít pro obrobky s vyšší vahou. [14]



Obr. 2.8: Gravitační válečkový roztažitelný dopravník UNI-FLEX [14]

2.3.2 Pásové dopravníky

Jedná se o způsob dopravy určen zejména k přepravě sypkých materiálů, nebo menších a lehčích předmětů. Skládá se z pohyblivého pásu vyrobeného z pryže, textilu, nebo plastu. Druhou částí je nosná konstrukce dopravníku. Další částí jsou pomocné válečky, hnací a hnané válce. Dopravník je určen pro přepravu především ve vodorovné poloze. [15]



Obr. 2.9: Pásový dopravník, šířka 110 mm, nosnost 20 kg/m [15]

2.3.3 Závěsné dopravníky

Prostorová dopravní zařízení pro dopravu převážně kusového materiálu v pravidelných dodávkách. Jsou tvořeny soustavou závěsných zařízení pojíždějících po dráze, která jsou většinou umístěny v určité výšce. Dráha je zpravidla pevně připevněna ke stropu. Obrovskou výhodou závěsného dopravníku je využití místa pomocí závěsného systému umístěného na stropě výrobní haly. Nezvětšuje se tak moc pracovní prostor stroje.



Obr. 2.10: Příklad použití závěsného dopravníku [16]

2.3.4 Odkladové místa a regály

Jsou místa, kde většinou není zajištěno pravidelného pohybu skladovaných částí, což má za následek zvýšeného nároku na logistiku výroby. Při používání těchto způsobů skladování u automatizované výroby by se mělo zajistit, aby to co do regálu přišlo, jako první z něho taky jako první odešlo. Není vhodné kombinovat v regálech větší množství výrobních sérií.



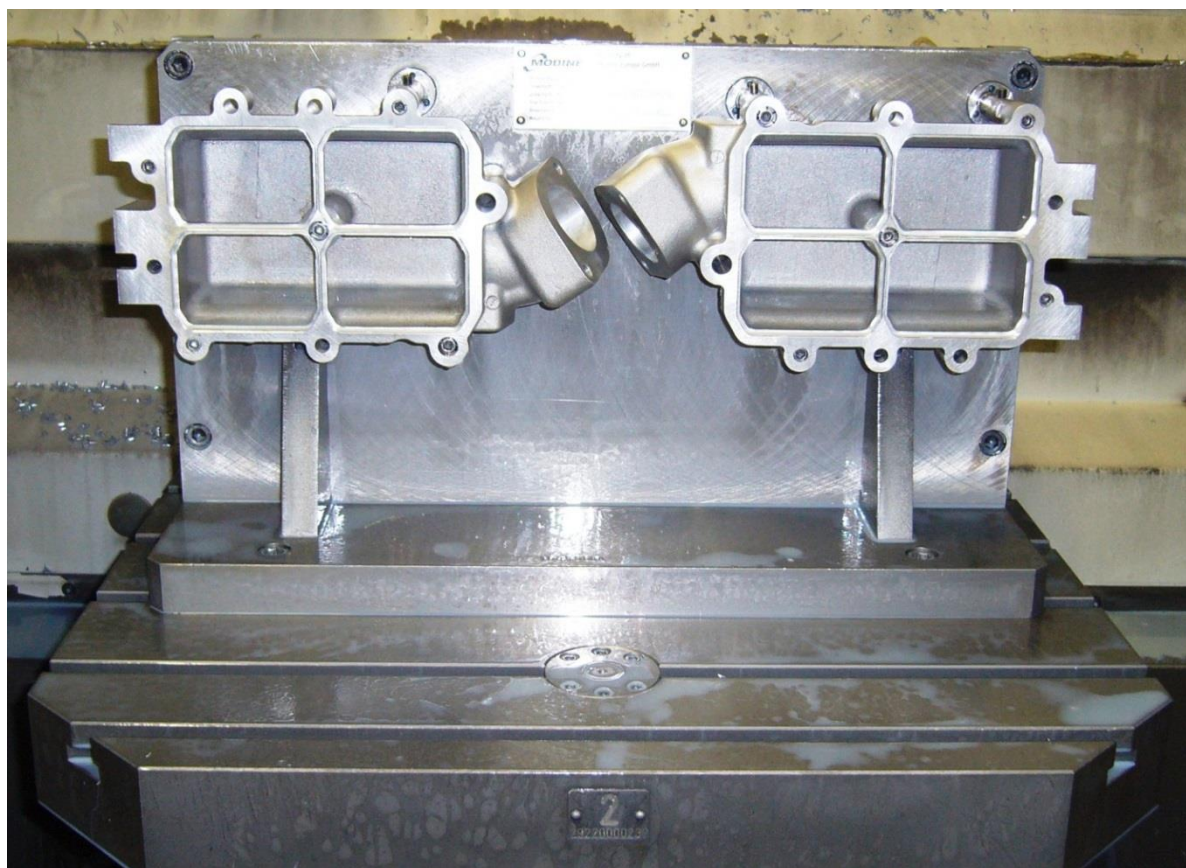
Obr. 2.11: Skladovací systém přírub (různých velikostí) [17]

2.4 Upínání a polohování palety a obrobku

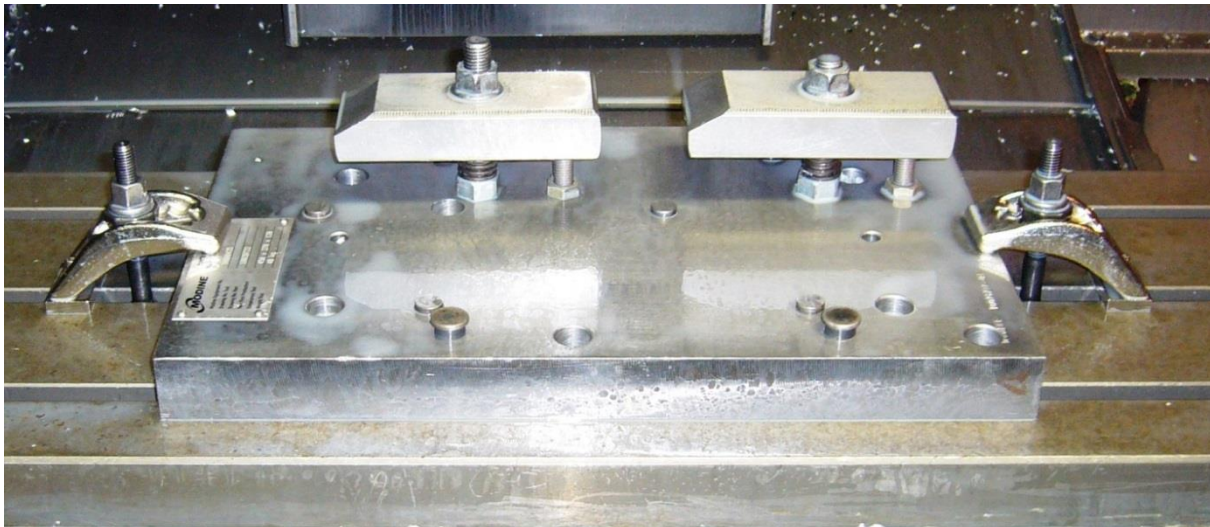
Jedná se o naprosto nezbytnou součást každé výměny obrobků. U obráběcích center je nezbytné přesné napolohování obrobku. Tuhé upnutí je rovněž velmi důležité pro požadovaný výsledek obrábění. Výsledná volba zvoleného upnutí závisí na velikosti, tvaru a hmotnosti upínané soustavy. Dále pak na požadované přesnosti výroby, velikosti tolerancí a požadované jakosti výsledného výrobku. Rovněž je důležitý i faktor velikosti série a typ obrábění.

2.4.1 Upínání obrobku

Při automatizované výměně se obrobky mohou upínat do technologických palet nebo na nosné desky. Další možností je upínat přímo na pracovní stůl stroje. To je v případě otočného zdvojeného pracovního stolu. Upnutí by mělo být zvoleno, tak aby byla součást upnuta ve správné poloze. Většinou jsou upnutí navrhovány s požadavkem rovnoběžnosti ploch obrobku s plochami technologické palety. Jedním z možných upnutí je upínání pomocí upínek (obr. 2.13). Mohou se využít téměř veškeré druhy upínání, pokud je dané upnutí vhodné. Upínat lze i pomocí vaček nebo do kleštiny (obr.2.12). Nevýhodou při použití kleštiny je malá pracovní škála pro upnutí průměrů. Princip upínání kleštiny je založen na vtahování kleštiny do kuželové dutiny upínače, nebo opačně na vtahování kužele do rozpínacího trnu. [18]



Obr. 2.12: Přívavek pro upínání pomocí kleštin [18]



Obr. 2.13: Upínání pomocí upínek [18]

Opakovatelná přesnost upnutí u přesnějších upínacích zařízení se pohybuje v toleranci 1 μm (např. systém MacroNano) až 5 μm (např. systém Delphin BIG) v závislosti na použitém paletizačním systému, takže odpadají obavy z nepřesného upnutí. Takto přesné upnutí uživatel ocení při práci na více strojích. Přesnosti upnutí se dosahuje pomocí karbidových referencí (dorazů), které zajišťují upnutí obrobku (vhodno upínat i paletu s vyšší přesností) do přesného místa. Rovněž lze zajistit i stejná upínací síla pomocí systému System 3R, což je naprosto stěžejní pro dosažení přesnosti a opakovatelnosti. Pro upnutí obrobku je System 3R je zobrazen na obrázku 2.14. [5]



Obr. 2.14: Upnutí obrobku pomocí System 3R [19]

2.4.2 Upínání palet

Při automatizované výměně se kladou zvýšené požadavky na kvalitu upnutí a polohování palety. Kromě tradičních způsobů upínání jako jsou T-drážky, čepy, atd., existuje tzv. Zero-point-systém (systém nulového bodu). Celek pro upnutí palety je pevně mechanicky ukotven ke stolu a na své horní ploše je osazen mechanismy pro upínání. Paleta má na své dolní straně

čepy, které přesně zapadají do upínacích mechanismů první části palety. Systém je zobrazen na obr. 2.14.[20]



Obr. 2.14: Ukázka řešení upínání systémem nulového bodu (Schunk GmbH & Co. KG)[21]

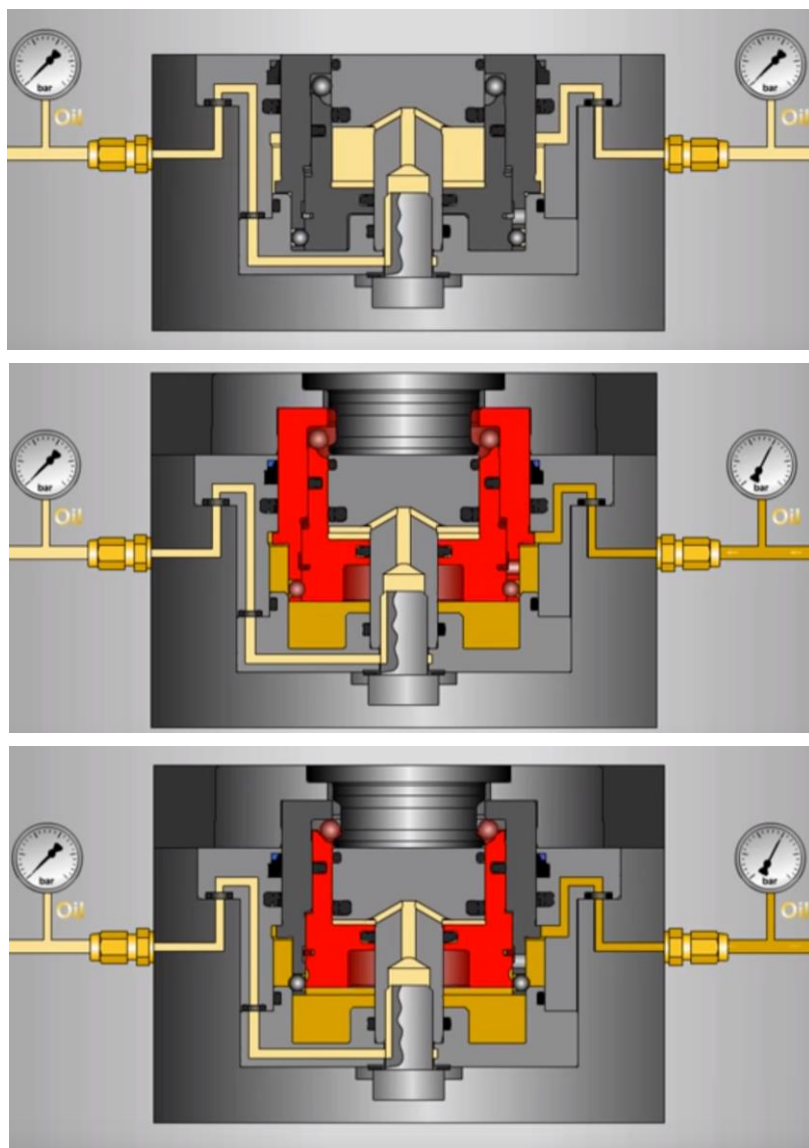
Na obrázku 2.15 je detail upínacího mechanismu v řezu spolu se zapadajícím čepem. Upínání je řešeno pružinami (mechanicky) a uvolňování čepu je zpracováno hydraulicky, nebo pneumaticky. [20]



Obr. 2.15: Řez upínačem (Schunk GmbH & Co. KG) [21]

Upínání obrobku pomocí hydraulického Zero-point-systemu od firmy Roemheld je realizováno pomocí dvou hydraulických okruhů ve kterých je pracovní médium (olej).

Samotné upnutí je realizováno pohybem dvou speciálních těles a v nich umístěných kuliček. Postup upnutí lze vidět na obrázku 2.16. Pracovní médium (olej) postupně vytlačuje přírubové části nahoru až do zasunutí kuliček a upnutí palety.



Obr. 2.16: Zero-point-system Roemheld postup upínání[22]

3 UKÁZKY ZAVEDENÝCH SYSTÉMŮ AVO

Kapitola popis a ukázka zavedených systémů AVO, ukazuje zavedené systémy automatické výměny obrobků. Vzhledem k velké pestrosti obrobků není jednoduché najít univerzální řešení, které by mělo být hledáno vždy pro konkrétní typy obrobků.

3.1 APC – Automatický systém výměny palet od firmy Fermať

Automatický paletizační systém na obráběcích strojích eliminuje ztrátové neproduktivní časy. V průběhu obrábění na jedné paletě je umožněna manipulace s druhou paletou, kde mohou být obrobky odebírány nebo naopak upínány. Systém umožňuje použití dvou nebo více palet. Záleží na technologických požadavcích zákazníka.

3.1.1 Popis cyklu výměny palet

Proces výměny palet je dělen do čtyř základních fází. V první fázi najede paleta z odkládací polohy k ložeti osy X po přesném vedení pomocí řetězového mechanismu otočného stolu a uzamčení nastavené polohy. Ve druhé fázi je paleta nasunuta do fixovací polohy nad otočný stůl. Třetí fáze je spuštění palety na otočný stůl, přesné zafixování palety je zajištěno pomocí centrovacích čepů a hydrauliky. Ve čtvrté fázi po zafixování palety se mechanismus výměny palet odsune od otočného stolu a paleta na otočném stole je připravena na pracovní cyklus. Cyklus výměny palety trvá přibližně sto sekund. Obráběcí centrum s APC je na obrázku 3.1.[23]



Obr. 3.1: Obráběcí centrum s APC od firmy Fermať [23]

3.2 Systémy od firmy Misan

3.2.1 Pružný výrobní systém Mazak Palletech HNC5000II

Firma nabízí stavebnicové řešení výrobních systémů, které nabízí široký výběr pro zákazníky. Základní stavebnice je složena z jednoho stroje, šesti úložných míst pro palety a jedné nakládací stanice. Základní sestava lze pak libovolně rozšířit až do výrobního systému s šestnácti obráběcími centry, 240 paletami a robotizovaným systémem nástrojového hospodářství. Velký stupeň automatizace je zde zajištěn pomocí on-line plánovacího systému, který kompletně zohledňuje lidské i hmotné zdroje a automaticky provádí korekce plánu dle reálného stavu výroby na jednotlivých pracovištích a schvalovat nebo provést drobné úpravy automaticky korigovaného plánu. Parametry viz. PŘÍLOHA 1 [24]



Obr. 3.2: Palletech HCN 5000II (Vodorovné obráběcí centrum) [24]

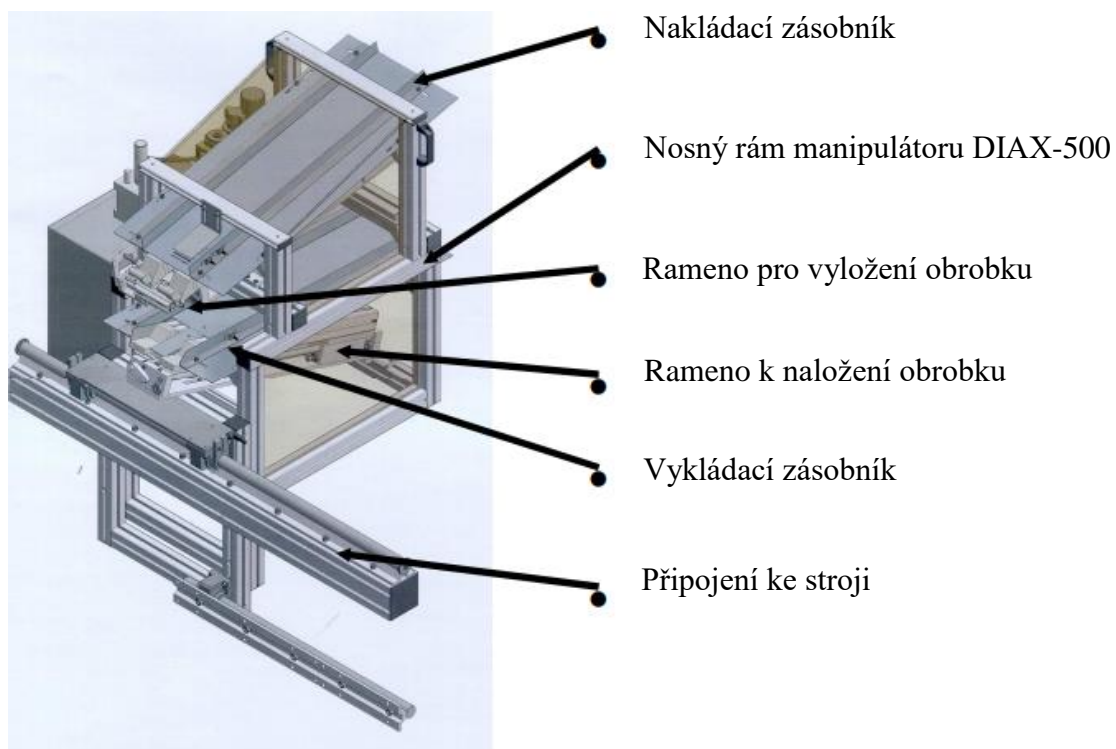
3.2.2 Manipulátor DIAX-500

Jedná se o dynamický manipulátor od firmy Misan pro nakládání a vykládání hřídelových polotovarů. Jedná se o ideální prostředek pro zkvalitnění a zefektivnění sériových výrob na CNC soustruzích převážně pro CNC soustruhy značky Okuma. Na obrázku 3.3 lze vidět manipulátor jako součást obráběcího centra. Specifikace manipulátoru viz. PŘÍLOHA 1.



Obr. 3.3: Manipulátor DIAX-500 s obráběcím centrem [25]

Na obrázku 3.4 jsou popsány jednotlivé součásti z kterých se manipulátor skládá. Je složen ze dvou ramen. Jedno rameno je určeno pro nasazení obrobku, druhé rameno je pro vyložení obrobku. Další částmi jsou dva zásobníky (vykládací a nakládací). Stabilita konstrukce je zajištěna nosným rámem



Obr. 3.4: Schéma manipulátoru DIAX-500 [4]

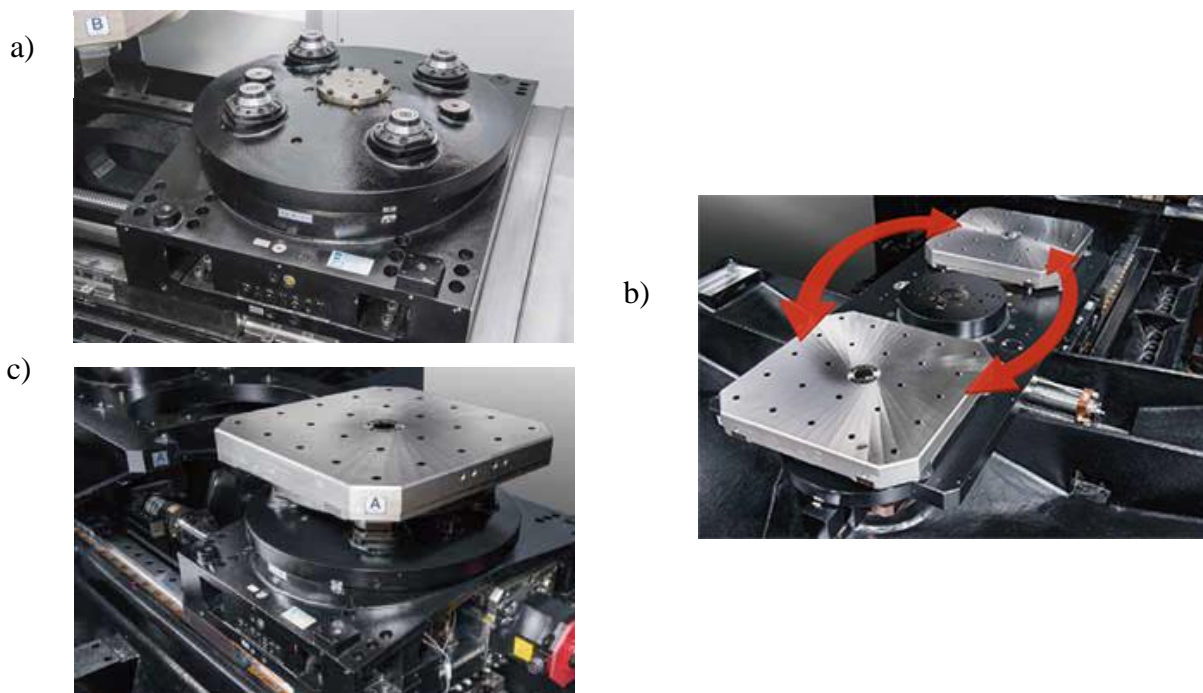
3.3 Výměna palet na obráběcím centru TH-630 od firmy Tailift

Obráběcí horizontální centrum TH-630 (obr. 3.5) je široce uznáváno v průmyslové výrobě pro svou efektivitu v obráběcím procesu.



Obr. 3.5: Obráběcí centrum TH 630 od firmy Tailift [8]

Umístění palety je zajištěno pomocí čtyř kuželů zajišťuje vysokou přesnost polohování (obr. 3.6a). Podélný a svislý posuv pracovního stolu stroje je zajištěn pomocí vedení vyrobeného z vysoce kvalitní litiny. Tím je zajištěna velká tuhost stroje a minimální vibrace. Výměna palet je realizována pomocí otočného manipulátoru. Otáčivý pohyb manipulátoru je realizován díky hydraulickému válci (obr. 3.6b). Pohyb pracovního stolu je realizován servomotorem (obr. 3.6c).



Obr. 3.6: Obráběcí centrum TH 630 od firmy Tailift [8]

4 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo popsat principy automatické výměny obrobků používané u obráběcích center. Automatická výměna obrobků je nepostradatelnou součástí automatizace výroby. Výrobní závody se snaží být co nejpřesnější, nejefektivnější a ekonomicky prosperující. K tomu je AVO skvělým nástrojem.

Druhý bod bakalářské práce popisuje skladbu AVO podle profesora Marka. Dané rozdělení je poměrně výstižné. Nicméně AVO nelze jednoduše členit. Důvodem je především absentující normalizace obrobků, která není možná. Jednotlivé části jsou popsány a je uvedeno použití ve výrobním procesu.

Třetí bod bakalářské práce se zabývá aplikací AVO v průmyslu od jednotlivých výrobců. V současnosti panuje trend kompatibility mezi díly jednotlivých výrobců. Což umožňuje dělat systémy AVO stavebnicovým systémem. Nicméně kombinace jednotlivých dílů nelze dělat automaticky.

5 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] MAREK, Jiří, et al. Konstrukce CNC obráběcích strojů III. 1. Praha: MM publishing, s.r.o., 2014. MM speciál. ISBN 978-80-260-6780-1.
- [2] MM Průmyslové spektrum. MM Průmyslové spektrum [online]. Praha: MM publishing, s. r. o., 2016 [cit. 2018-05-11]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com>
- [3] APC- Automatický systém výměny palet, 2010. *Fermatmachinery.com* [online]. Brno: Fermat Group [cit. 2018-05-12]. Dostupné z: <http://www.fermatmachinery.com/apc-automaticky-system-vymeny-palet>
- [4] NOVÁK, T. Deskripce systémů automatické výměny obrobků u obráběcích center. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. 31 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Petr Blecha, Ph.D.
- [5] MAREK, Pavel, 2015. Automatizace obsluhy obráběcích strojů. *Digitovarna.cz* [online]. Brno: MM [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: <http://www.digitovarna.cz/clanek-84/automatizace-obsluhy-obrabecich-stroju-11927.html>
- [6] Palletizing System 8000HPS320, 2010. *Edm-products.com* [online]. Germany: EDM [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: <http://www.edm-products.com/8000/Pallets320.htm>
- [7] Jednoúčelový přípravek, 2015. In: *Homews.co.uk* [online]. United Kingdom: Homenews [cit. 2018-05-23]. Dostupné z: <http://www.homews.co.uk/LrgTableClamp17.jpg>
- [8] Tailift TH 630, 2014. *Tailiftgroup.com* [online]. Taiwan: Tailift [cit. 2018-05-23]. Dostupné z: <http://www.tailiftgroup.com/machining-center/th-630.html>
- [9] Lineární výměník, 2018. In: *Trumpf.com* [online]. Praha: TRUMPF [cit. 2018-05-23]. Dostupné z: https://www.trumpf.com/cs_CZ/produkty/stroje-systemy/3d-laserove-rezaci-stroje/trulaser-cell-serie-7000/
- [10] FRANTIŠEK DVOŘÁK, 2008. Výroba aut - karosárna. In: *IDNES* [online]. Praha: iDNES [cit. 2018-05-12]. Dostupné z: https://auto.idnes.cz/foto.aspx?foto1=FDV25cec6_Body_shop_7.jpg
- [11] Robot KUKA KR 360-3, 2017. In: *Blumenbecker.cz* [online]. Praha: BLUMEBECKER [cit. 2018-05-23]. Dostupné z: <https://www.blumenbecker.cz/cs/company-area/obchod/roboty-kuka/kuka-roboty-velmi-vysoka-nosnost/>
- [12] VODA, P. Konstrukce podavače tyčového materiálu pro CNC soustruh. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2013. 106s. Vedoucí diplomové práce Ing. Jirí Tůma.
- [13] Podavač tyčí SPACESAVER SS 2220, 2018. In: *Cnctech.cz*[online]. Ostrava: CNC TECHNOLOGY [cit. 2018-05-23]. Dostupné z: <https://www.cnctech.cz/podavace-tyci>

- [14] Gravitační válečkový dopravník, 2009. In: *Logtech.cz* [online]. Ostrava: LOGTECH [cit. 2018-05-23]. Dostupné z: <http://www.logtech.cz/?page=zbozi&Igen=4&IIgen=&IIIgen=&IVgen=&stranka=1&detail=3>
- [15] Pásový dopravník, 2017. In: *Manutan.cz* [online]. Ostrava: MANUTAN [cit. 2018-05-23]. Dostupné z: <https://www.manutan.cz/cs/mcz/pasovy-dopravnik-sirka-110-mm-nosnost-20-kg-m>
- [16] Overhead Conveyor System, 2018. In: *In.all.biz* [online]. India: ALLBIZ [cit. 2018-05-23]. Dostupné z: <https://in.all.biz/overhead-conveyor-system-g399346>
- [17] Skladovací systém přírub, 2018. In: *Ohra.cz* [online]. Brno: OHRA [cit. 2018-05-23]. Dostupné z: <https://www.ohra.cz/reference/thermowave/>
- [18] Upínání obrobků, 2015. *Rluc.kr-olomoucky.cz* [online]. Olomouc: ELUC [cit. 2018-05-23]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1211>
- [19] System3R, 2017. In: *Gfms.com* [online]. Podolí: GFMS [cit. 2018-05-23]. Dostupné z: <http://www.gfms.com/s3r/en/about-system-3r.html>
- [20] DOČEKAL, V. *Možnost manipulace s nástroji a obrobky u CNC obráběcích strojů v soudobé praxi*, Brno, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. 2016, 106s., Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Radek Knoflíček, Dr.
- [21] VERO-S Quick-Change Pallet System, 2018. *Schunk.com*[online]. Brno: SCHUNK [cit. 2018-05-23]. Dostupné z: https://schunk.com/br_en/homepage/vero-s/
- [22] Stark system 3000, 2015. In: *Youtube.com* [online]. Berlín: ROEMHELD [cit. 2018-05-23]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=XIhxDuPmfg8>
- [23] Automatický systém výměny palet, 2010. In: *Fermatmachinery.com* [online]. Brno: Fermat [cit. 2018-05-23]. Dostupné z: <http://www.fermatmachinery.com/apc-automaticky-system-vymeny-palet>
- [24] Mazak Palletech, 2008. In: *Misan.cz* [online]. Lysá nad Labem: MISAN [cit. 2018-05-23]. Dostupné z: <http://www.misan.cz/clanky/2008-10-14-pruzny-vyrobní-system-mazak-palletech/>
- [25] Manipulátor DIAX-500, 2008. In: *Misan.cz* [online]. Lysá nad Labem: MISAN [cit. 2018-05-23]. Dostupné z: <http://www.misan.cz/misan/katalog-detail/diax-500-manipulator-diax-500/?viewpart=1>

6 SEZNAM OBRÁZKŮ

6.1 Seznam obrázků

- Obr. 1.1: Automatizovaná svařovací linka automobilky KIA
- Obr. 2.1: Morfologie automatické výměny obrobků
- Obr. 2.2: Provedení upínací plochy u technologických palet
- Obr. 2.4: Jednoučelový přípravek k ustavení obrobku
- Obr. 2.4: Otočný manipulátor obráběcího centra TH 630 od firmy Tailift
- Obr. 2.5: Lineární výměník u TruLaser Cell 7040
- Obr. 2.6: Robot KUKA KR 360-3
- Obr. 2.7: SPACESAVER SS 2220 podavač tyčí
- Obr. 2.8: Gravitační válečkový roztažitelný dopravník UNI-FLEX
- Obr. 2.9: Pásový dopravník
- Obr. 2.10: Příklad použití závěsného dopravníku
- Obr. 2.11: Skladovací systém přírub
- Obr. 2.12: Přípravek pro upínání pomocí kleštin
- Obr. 2.13: Upínání pomocí upínek
- Obr. 2.14: Upnutí obrobku pomocí System 3R
- Obr. 2.14: Ukázka řešení upínání systémem nulového bodu
- Obr. 2.15: Řez upínačem
- Obr. 2.16: Zero-point-system Roemheld postup upínání
- Obr. 3.1: Obráběcí centrum s APC od firmy Fermat
- Obr. 3.2: Palletech HCN 5000II
- Obr. 3.3: Manipulátor DIAX-500 s obráběcím centrem
- Obr. 3.4: Schéma manipulátoru DIAX-500
- Obr. 3.5: Obráběcí centrum TH 630 od firmy Tailift
- Obr. 3.6: Obráběcí centrum TH 630 od firmy Tailift

PŘÍLOHA 1

Parametry Palletech HCN 5000II (Vodorovné obráběcí centrum)

Max. velikost obrobku	ø800 × 1000 mm
Paleta	500 × 500 mm
Zatížení palety	700 kg
Vřeteno	18000 ot/min, 25 kW
Rychloposuv v ose X/Y/Z	60 m/min
Výměna nástroje tříska/tříska	2,7 s
Specifikace nástrojů	CAT 40
Počet nástrojů na každém stroji	40-330 nástrojů
Počet strojů	1 – 16
Počet palet (uložených v jedné úrovni)	6 – 200
Počet palet (uložených ve dvou úrovních)	12 – 200
Počet nakládacích stanic	1-8
Transportní robot	1

Standardní specifikace manipulátoru DIAX 500			
Rozsah použití	Největší průměr polotovaru D max	mm	50
	Nejmenší průměr polotovaru D min	mm	12
	Největší délka polotovaru L max	mm	250
	Nejmenší délka polotovaru L min	mm	30
	Způsob upnutí pro L < 3D		letmo v čelistech nebo kleštině sklíčidla
	Způsob upnutí pro L > 3D		mezi hroty s unašečem nebo sklíčidlo + koník
	Čas vyložení/naložení	sekunda	5
Zdvih / posuv	Zdvih nakládací / vykládací ruky (osa X)	mm	500
	Podélný pojezd manipulátoru do seřizovací polohy (osa Z)	mm	500
	Zdvih válce otevírání / zavírání dveří	mm	300
	Rychlost vykládacího ramene	mm/min	50 000
	Rychlost nakládacího ramene	mm/min	50 000
	Rychlost příčného ramene	mm/min	60 000
	Rychlost válce ovládání dveří	mm/min	50 000
Řízení	typ autonomního řídicího systému	FESTO	FC600
	Počet vstupů		24
	Úroveň vstupů	Volt	24V
	Počet výstupů		12
	Úroveň výstupů	Volt	24V
Vnější rozměry	Výška manipulátoru	mm	1090
	Šířka manipulátoru	mm	680
	Délka manipulátoru	mm	910
Hmotnost	Hmotnost včetně elektroskříně a řídicího systému	kg	45
Spotřeba	Spotřeba elektrické energie	W	50
	Spotřeba stlačeného vzduchu	m ³ /hod	0,5