



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE  
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

# NÁVRH ZAKLADCÍHO ZAŘÍZENÍ PRO EXPERIMENTÁLNÍ CNC STROJ

DESIGN OF STOWING DEVICE FOR EXPERIMENTAL CNC MACHINE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

MAREK MIŠÚN

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

ING. MARTIN SLANÝ, Ph.D.

BRNO 2015

## **ABSTRAKT**

Táto bakalárska práca sa zaoberá konštrukčným riešením zakladacieho mechanizmu pre malý experimentálny CNC zariadenie a zautomatizovanie zakladacieho cyklu. Práca obsahuje popis manipulačných zariadení, druh výrobnéj technológie na spracovanie zakladača, návrh vhodného riešenia a technicko-ekonomické vyhodnotenie. Súčasťou práce je výkresová dokumentácia zakladacieho mechanizmu a ďalších komponentov, ktoré sú súčasťou mechanizmu.

### **Kľúčové slová**

automatizácia, zakladací mechanizmus, CNC zariadenie, výrobné technológie

## **ABSTRACT**

This thesis deals with the construction of the stowing device for small experimental CNC machine and automation of the stowing cycle. The work describes the handling equipment, type of production technology for processing the binder, design appropriate solutions and techno-economic evaluation. Part of the work is drawings stowing mechanism and other components that are part of the mechanism.

### **Key words**

automation, stowing mechanism, CNC machine, technology of production

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

MIŠŮN, M. *Návrh základacího zařízení pro experimentální CNC stroj*. Brno 2015. Bakalárska práca. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. 41 s. příloh. Vedúci práce Ing. Martin Slaný.

## PREHLÁSENIE

Prehlasujem, že som bakalársku prácu na téma **Návrh základacího zařízení pro experimentální CNC stroj** vypracoval(a) samostatne s použitím odbornej literatúry a prameňov, uvedených na zozname, ktorý tvorí prílohu tejto práce.

---

Dátum

---

Marek Mišún

## **POĎAKOVANIE**

Ďakujem môjmu vedúcemu bakalárskej práce Ing. Martinovi Slanému, Ph.D za jeho ochotu, trpezlivosť a odborné rady, ktoré som použil pri vypracovaní tejto práce. Ďalej chcem poďakovať svojej rodine, ktorá mi bola po celej dobe veľkou oporou.

**OBSAH**

ABSTRAKT.....	4
PREHLÁSENIE.....	5
POĎAKOVANIE.....	6
OBSAH.....	7
ÚVOD.....	9
1 MECHANIZÁCIA A AUTOMATIZÁCIA.....	10
1.1 Prínosy automatizácie.....	11
1.2 Problémy pri zavádzaní automatizačnej techniky.....	12
1.3 Efektívnosť automatizácie.....	12
1.4 Automatizácia strojárskaj výroby.....	12
1.5 Automatizácia strojárskych výrobných procesov s využitím priemyselných robotov a manipulátorov.....	13
1.6 Prostriedky automatizovanej výroby.....	14
1.7 Etapy realizácie súčiastky.....	16
1.8 Manipulácia s materiálom.....	16
2 POČÍTAČOM PODPOROVANÉ SYSTEMY – CA SYSTEMY.....	17
2.1 Význam CA systémov.....	17
2.2 Dôvody zavádzania CA systémov.....	17
2.3 Realizácia súčiastky CA systéme.....	17
2.4 Druhy CA – systémov.....	17
3 POLOAUTOMATY, AUTOMATY, AUTOMATICKÉ VÝROBNÉ ZARIADENIA.....	19
3.1 Mechanizácia a automatizácia vedľajších úkonov.....	20
3.2 Manipulačné zariadenia a ich rozdelenie.....	21
4 ZAKLADACÍ SYSTÉM.....	23
4.1 Funkcia zautomatizovaného mechanizmu.....	24
4.2 Požiadavky na zakladací mechanizmu.....	24
4.3 Technologickosť zariadenia.....	24
4.4 Návrhy.....	24
4.5 Materiál.....	28
4.6 Použité CNC stroje.....	29
4.7 CAD model vyhovujúceho návrhu.....	31
5 TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOTENIE.....	37
5.1 Časová náročnosť s pôvodným zakladacím systémom.....	37
5.1 Časová náročnosť s novým zakladacím systémom.....	37
ZÁVER.....	39
ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV.....	40

ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK.....	41
ZOZNAM PRÍLOH.....	42

## ÚVOD

Vývoj technických systémov, ktoré odstraňujú namáhavú a opakujúcu sa fyzickú prácu človeka, sa nazýva mechanizácia. Inovácie konštrukcie strojov kladie čoraz vyššie nároky na riadenie a narastá požiadavka na rýchlosť riadenia. Mechanizácia v oblastiach riadiacich systémov vyžaduje automatické pracujúce systémy bez zásahu obsluhy. Samočinne pracujúce systémy, ktoré oslobodzujú obsluhu od riadiacej a kontrolnej činnosti nazývame automatizácia. Automatická výroba sa realizuje bez priameho zásahu obsluhy. Riadenia vykonáva automatické zariadenie, takže celý systém pracuje automaticky. Aj v takejto automatizovanej výrobe obsluha pracuje. Ľudia tu pracujú ako údržbári, nastavovači, opravári a pod. Automatizácia vyžaduje zvyšovanie kvalifikácie obsluhy. Automatizácia zväčšuje výrobné kapacity, zvyšuje kvalitu produktov, zvyšuje produktivitu výroby a zároveň šetrí výrobné náklady. Výroba je efektívnejšia a znižuje nároky na energiu. Keďže vylučuje nedostatky ľudského faktora, umožňuje zaviesť výrobné procesy najmä tam kde to doteraz nebolo možné. Automatizácia umožňuje výrobcom obstáť vo svetovej konkurencii [1].

Cieľom tejto bakalárskej práce je vypracovanie funkčného CAD modelu zautomatizovaného zakladacieho systému pre experimentálne CNC zariadenie, výber vhodného návrhu zakladacieho systému a výber adekvátnych výrobných technológií na spracovanie hlavných komponentov.

## 1 MECHANIZÁCIA A AUTOMATIZÁCIA

Zvyšovanie produktivity práce predpokladá využívanie nových výrobných technológií, požívanie výkonných strojov, obmedzenie ľudského faktoru z výrobného procesu. *Mechanizácia* výrobných strojov predstavuje teda náhradu ľudskej pracovnej sily, čo samozrejme zvyšuje výkon. Pracovné priebehy strojov sú plno mechanizované, zostáva k riešeniu mechanizácie upínania, podávanie, doprava polotovaru medzi stroje. *Automatizácia* sleduje ďalšie zvýšenie produktivity, samočinné riadenie pracovného procesu vrátane podávania, poprípade aktívna kontrola. Mechanizácia a automatizácia určuje rôzne vývoje stupne strojového zariadenia. Mechanizačné snahy sa vyskytovali aj v minulosti boli podmienené tými istými pohnútkami ako dnes. Mechanizácia je prechodným stupňom k úplnej automatizácii celého technologického procesu. Automatizácia celého pracovného cyklu umožňuje ešte väčšie zvýšenie produktivity ako u mechanizácií. Pre tento účel sú stroje vybavené riadiacim obvodom určujúcu veľkosť a sled pracovných otáčok, posuv, zapínanie a zastavenie stroja [2].

Prostriedky k realizácii mechanizácie a automatizácie delíme na [2]:

- prostriedky k mechanizácii a automatizácii pracovných úkonov
- prostriedky k mechanizácii a automatizácii vedľajších úkonov pracovného procesu
- zariadenie kontrolné a riadiace

Pri riešení mechanizácie a automatizácie príslušného výrobného úseku musíme brať do úvahy časový interval, hľadať také riešenie, ktoré v danom čase bude optimálne, pričom riešiteľ si bude uvedomovať časové obmedzenia platnosti a životnosti riešenia a bude prinútení postupného prechodu k vyššiemu stupňu riešenia po určitej dobe [2].

Komplexné riešenie výrobnej technológie pomocou mechanizácie a automatizácie môžeme rozdeliť do niekoľkých stupňov [2]:

- 0.stupeň – pôvodný stav, pôvodná technológia výroby,
- 1.stupeň – dochádza k náhrade opotrebovaných zariadením novými, istá technická úroveň. Stroje sú usporiadané na pracovisku tak, aby sa zlepšila organizácia práce,
- 2.stupeň – pri pôvodnej výrobnej technológii dochádza k mechanizácii niektorých úkonov tí, že niektoré operácie, ktoré sú doposiaľ vykonávané ručne sú mechanizované strojovou činnosťou,
- 3.stupeň – rozsiahla mechanizácia pracovného prostredia, zavádzanie výkonnejších strojných zariadení a mechanizačných prostriedkov s poloautomatickým pracovným cyklom. Zmena výrobných technológií a zavedenie nove technologické postupy,
- 4.stupeň – vychádza zo stupňa 3, niektoré fázy výrobného cyklu sú vykonávané automaticky,



- 5.stupeň – celý proces výrobnéj technológie je plno automatizovaný ako pracovné operácie, tak aj medzioperačné úkony. Činnosť pracovníkov je presunutá do oblasti riadenia a údržbárskych funkcií,
- 6.stupeň – automatizovaný pracujúci systém bez ľudí, kde technologický celok je plno riadený počítačom, pričom umožňuje adaptívnu zmenu programu alebo režimu technológie tak, že optimálne využíva celý systém a rešpektuje zmenené požiadavky na výrobu,

### **1.1 Prínosy automatizácie**

Prínosy, ktoré očakávame od realizovanej automatizácie, tvorí protiváhu nákladom na automatizáciu [3].

#### **Zvýšenie akosti**

Automatizácia umožňuje zavedenie operačných a medzioperačných kontrol bez nárastu kontrolných pracovníkov. Odstránenie ľudských zásahov do výrobných procesov zvyšuje kvalitu aj spoľahlivosť a zvyšuje presnosť [3].

#### **Vysoká produkcia**

Tím ako sa skracuje živnosť výrobku, je nutné vyrobiť čo najviac výrobkov za relatívne krátky čas [3].

#### **Stabilita výrobného procesu**

Stabilita výrobného procesu je nielen nutná pre dosiahnutie vysoké ale aj rovnomernej kvalite výrobku, ale i pre schopnosť dodržať výrobné normy a náklady [3].

#### **Optimalizácia výrobného procesu**

Automatizácia umožňuje rýchle a presné meranie niektorých parametrov, vyhodnotenie zistených a prevedenie potrebného zásahu v reálnom čase. Môžeme dosiahnuť optimálnych nákladov, optimálneho časového priebehu a optimálne čerpanie materiál [3].

#### **Rýchle a presné informácie o stave celého výrobného procesu**

Zložitosť súčasných výrobných technológií, rastú aj požiadavky na ich riadenie, ktoré si nemôžeme predstaviť bez potrebných informácií. Presné a rýchle informácie sú pri riadení výroby sú nevyhnutné. Automatizácia umožňuje tieto informácie získať a distribuovať ich na potrebné miestna vo výrobe [3].

### **1.2 Problémy pri zavádzaní automatizačnej techniky**

Pri posudzovaní návrhu na automatizáciu sa môžeme stretnúť s nedocenením až odmietavým postojom. Niektoré argumenty k nesprávnemu postoju k automatizácii [3]:

- automatizácia je finančne náročná,
- automatizácia je nespoľahlivá a prináša neistoty,
- automatizácia je zbytočná,
- automatizácia sa vyplatí iba pre hromadnú výrobu a nie pri výrobu v malých sériách,

### **1.3 Efektívnosť automatizácie**

Automatizáciu uplatňujeme v prípade technologických operáciách, ktoré sú pre človeka ťažké, zdravotne rizikové, vyžadujú namáhavú a stereotypnú prácu, ktorú obsluha ťažké zvláda. V určitých prípadoch však každá výrobná organizácia uvažuje o automatizácii technologických procesov vychádza najmä z ekonomického hľadiska [3].

Prínosy automatizácie vo výrobe je nutné plánovať už pred zavedením automatizácie a cieľavedome sa usilovať počas návrhu a realizácie. Efektívnosť zavedenia automatizácie výrobného zariadenia závisí na celej rade podmienok. Prínos zavedenia automatizačnej techniky môže vo výrobe vyplývať z nasledujúcich účinkov [3]:

- Automatické výrobné zariadenia s novou technológiou a upraveným výrobkom môže byť zdrojom úspor materiálu a energií potrebných k zaisteniu výroby,
- Zníženie strát v technologickom procese vplyvom vyššej vyťaženia kvalitných výrobkov z výroby, než tomu bolo v pôvodnom výrobnom systéme,
- Zavedenie automatického výrobného zariadenia prináša zvýšenie výkonu stroja, zvýšenie produkcie výroby vzhľadom k skôr používanému technologickému zariadeniu,
- Zníženiu podielu priamej ľudskej práce na výrobe a z toho plynúca úspora mzdových prostriedkov, pokiaľ nie sú úspory zvýšenou potrebou pracovníkov údržby nového, spravidla zložitejšieho, automatického zariadenia,

### **1.4 Automatizácia strojárskej výroby**

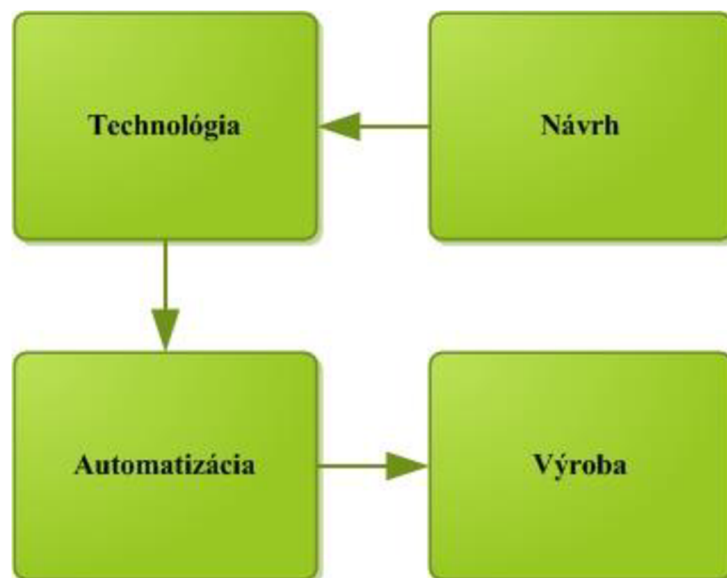
Pre dnešnú strojársku výrobu je charakteristická rastúca komplexnosť strojárskych súčiastok, zvyšujúca variabilnosť výrobkov, skracovanie inovačných časov a predovšetkým silnejúca konkurencia. Hlavný cieľ nespočíva len v zvyšovaní produktivity práce, ale vo využití progresívnych moderných technológií, využitie výkonných strojov a zariadení, aplikovanie výpočtovej techniky do všetkých činností v strojárskom podniku a zavedenie informačných technológií. Veľkú pozornosť je venovaná i predvýrobným etapám – návrh konštrukčnej, technologickej a projektovej dokumentácie – ak aj organizácii a plánovaniu a riadeniu výroby [4].

### 1.5 Automatizácia strojárskeých výrobných procesov s využitím priemyselných robotov a manipulátorov

Automatizácia jednotlivých technológií je možné vytvorením potrebných štruktúr zariadení uspořobených pre prácu v automatickom cykle. Pritom treba brať do úvahy existenciu zoskupených zariadení a prispôbiť ich pre automatický režim práce. Pri vývoji nových výrobných zariadení sa musia počítať s funkciou subsystému operačnej manipulácie, ktorej je nositeľom robot alebo manipulátor, ako integrovanou funkciou automatizovanej sústavy. Automatizácia strojárskej výroby obsahuje komplex otázok, ktorému musí predchádzať zvládnutie poznatkov zo strojárskej technológie, výrobných prostriedkov a systémov, plánovania, organizácie a riadenia výroby ako i automatizačnej, regulačnej a počítačovej techniky a informačných technológií [4].

Pri zavádzaní automatizácie do výrobného procesu je nutné splniť nasledujúce predpoklady [5]:

- dokonalé poznanie výrobného procesu,
- dostupnosť automatizačných prostriedkov s vyhovujúcou presnosťou a spoľahlivosťou,
- voľba technológie výroby,
- voľba výrobného postupu,
- automatizácia materiálového toku,
- automatizácia informačného toku,



Obr.1.5.1 Návrh – technológia – automatizácia – výroba [4].

## 1.6 Prostriedky automatizovanej výroby

Technologické procesy môžu byť vo všeobecnosti diskkrétne a spojité. Metalurgia je klasický príklad nepretržitého technologického procesu. Vstupná surovina sa kontinuálne mení na konečný produkt. Pozornosť v takejto výrobe je zameraná na obsluhu, kontrolu a riadenie. Pre strojársku výrobu je charakteristická vysoká prácnosť technologických procesov [5].

*Pre diskrétnu výrobu* je charakteristická, že pracovný predmet (súčiastka) sa premiestňuje na pracovné miesta postupne. Súčiastka je spracováva na rôznych strojov, rôznymi nástrojmi a za použitia rôznych technologických operácií. Počas realizácie súčiastky sa vykonáva celý rad pomocných, kontrolných a výrobných operácií. Vzniká zložitý komplex úloh, ktoré je potrebné riadiť [5].

*Automatizácia strojárskej výroby* je základ, ktorým sa rieši intenzifikácia výroby a potreba pružného reagovania na požiadavky spotrebiteľa. Inovačný cyklus sa výrobkov sa skraca. Automatizáciu a počítačovú podporu je preto nutné zamerať nielen na samostatný technologický proces ale aj na prípravné práce, ktoré sú často veľmi náročné z hľadiska celkovej časovej štruktúry [5].

Výrobné prostriedky v automatizovanej výrobe sa určujú predovšetkým na základe [5]:

- technologických postupov,
- rozmerov a stupňa zložitosti vyrábaných súčasti,
- typu výroby,

Hromadná, sériová, malosériová a kusová výroba má svoje špecifiká, ktoré sa týkajú využitia výrobných zariadení (tvárniace stroje, obrábacie stroje a pod.), nástrojov, prípravkov ako aj kvalifikácie pracovníkov obsluhujúci tieto zariadenia. Takisto polotovary sú rozdielne pre iný typ výroby. Rozdielny charakter bude mať automatizácia a počítačová podpora hromadnej a veľkosériovej a iný charakter automatizácia malosériovej a kusovej výroby [5].

V hromadnej a veľkosériovej výrobe sa používa tieto automatizované prostriedky [5]:

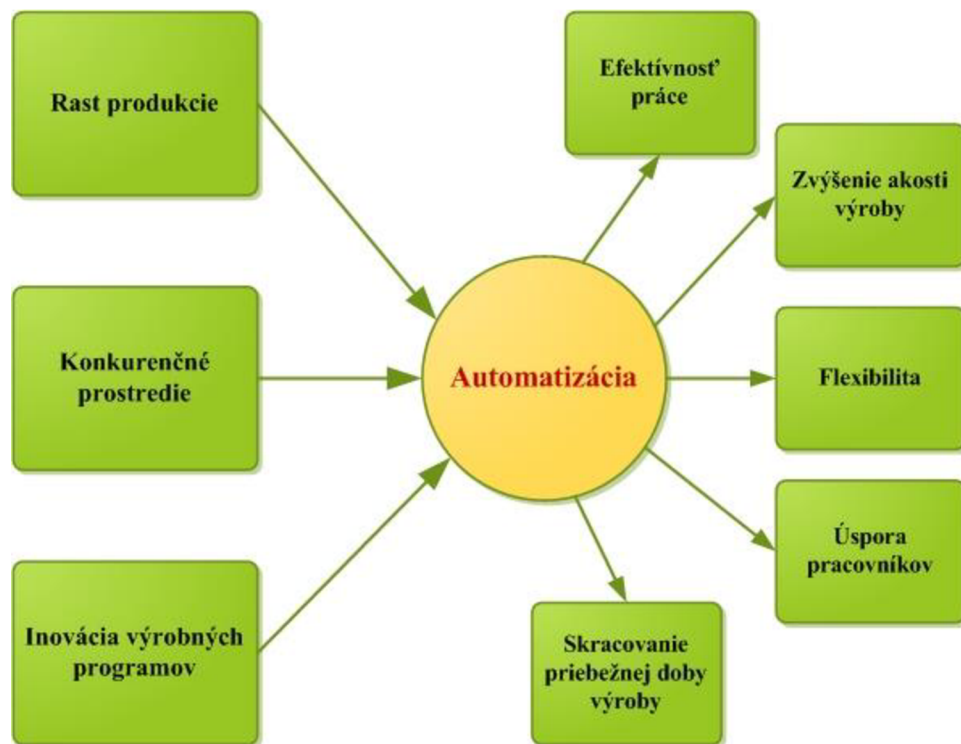
- automaty riadené vačkami,
- špeciálne jednoúčelové stroje,
- automatické výrobné linky,
- rotorové stroje a pod.

Malá a stredná sériová výroba je na celom svete zastúpená 75% objemom strojárkej výroby. Charakteristické pre tieto výroby je, že často mení výrobný sortiment. Preto je vhodné požiť také prostriedky automatizácie, ktoré by umožňovali pružne

reagovať na zmeny výroby. Základnými prostriedkami sú stroje s programovým riadením a obrábacie centrá [5].

V malosériovej a kusovej výrobe sa používajú nasledovné prostriedky pre automatizovanú výrobu [5]:

- stroje s nárazkovým riadením,
- prestaviteľné viacúčelové výrobné stroje,
- číslicové riadené stroje – NC stroje,
- obrábacie centrá,
- NC stroje v spojení s CAD/CAM systémami.



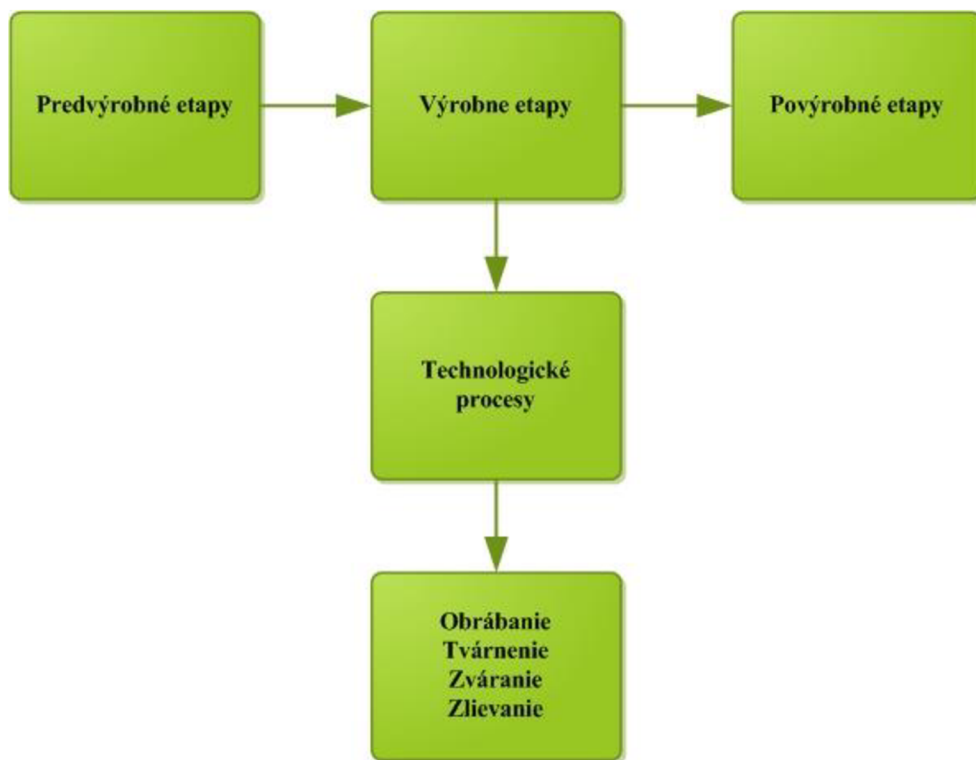
Obr.1.6.1 Vplyv a efekty automatizácie[4]

### 1.7 Etapy realizácie súčiastky

*Predvýrobná etapa* zahŕňa všetky činnosti nevýrobných útvarov celú problematiku výskumu, vývoja, projekcie, konštrukcie, technologickej prípravy výroby. V tejto etape sa uskutočňuje technická príprava výroby (TPV) [5].

*Výrobná etapa* zahŕňa úsek od začatia výroby až po odovzdanie do skladu. Do výrobné etapy sa zahŕňa aj montáž [5].

*Povýrobná etapa* zahŕňa skladovanie súčiastok, konzerváciu, balenie, expedíciu, uvedenie súčiastky do prevádzky u odberateľa [5].



Obr.1.7.1 Členenie výrobného procesu [4].

### 1.8 Manipulácia s materiálom

Manipulácia s materiálom je takzvaný pohyb materiálu, pri ktorom sa nemenia jeho mechanické ani fyzikálne vlastnosti. Jedná sa o skladanie, skladovanie, prepravu, premiestňovanie materiálu v dielňach alebo v skladoch. Pozostáva z dopravy, prepravy, skladovej a výrobné manipulácii. Hlavné funkcie manipulácie s materiálom sú:

- zabezpečiť prísun materiálu, ktorý výroba potrebuje,
- zabezpečiť priestorové a časové rozmedzie medzi výrobou a spotrebou (preprava na miesto použitia),
- zabezpečiť čistý priebeh výrobného procesu,

## 2 POČÍTAČOM PODPOROVANÉ SYSTEMY – CA SYSTEMY

### 2.1 Význam CA systémov

Popularita a pozornosť, ktorá je venovaná CA systémom, je daná predovšetkým ekonomickými prínosmi po zavedení takýchto systémov do praxe. Počítačom podporovaný systém je nástroj, ktorý výrazne môže konkurencie schopnosť podniku [5].

### 2.2 Dôvody zavádzania CA systémov

Výrobok, ktorý ma byť konkurencieschopný a dobre predajný, musí spĺňať dané požiadavky ako sú [5]:

- kvalita a funkčnosť,
- nízka cena,
- dobrý dizajn,
- bezpečnostné a ergonomické aspekty.

Tieto požiadavky si vynútili hľadať prostriedky ako urýchliť a skvalitniť inžinierske činnosti.

### 2.3 Realizácia súčiastky CA systéme

Realizáciu súčiastky je možné rozdeliť do dvoch etáp [5]:

- etapa vývojovo návrhová,
- etapa technický a technologicko-realizačná,

V návrhovej etape sa po modelovacích, simulačných a analyzačných činnostiach vyhotovuje kompletná konštrukčná a technologická dokumentácia, respektíve sú generované CAD a CAPP dáta. Pri počítačovej podpore sa všeobecné tieto systémy alebo táto etapa realizácie súčiastky nazýva ako počítačová podpora inžinierskych prác – CAE [5].

Pre druhú etapu sú charakteristické rôzne automatizované systémy (výroba, montáž, doprava, skladovanie) s počítačovou podporou. Počítačová podpora tejto etapy sa nazýva počítačová podpora výrobného inžinierstva – CAPE [5].

### 2.4 Druhy CA – systémov

*CAD (Computed Aided Design)* systémy predstavujú počítačové návrhy resp. počítačom podporovaný návrh súčiastky alebo počítačovú podporu tvorby konštrukčnej dokumentácie. Jedná sa o programové vybavenie pre geometrické a matematické modelovanie súčiastok a ich vlastností. Patria sem úlohy interaktívneho modelovania a konštruovania, vytváranie grafických modelov a objektov, manipulácia s modelmi a transformácia týchto modelov do digitálnej formy [5].

*CAPP (Computer Aided Process Planning)* reprezentuje počítačovou podporu pri návrhu a tvorbe technologickej dokumentácie. Na základe konštrukčnej dokumentácie sa navrhuje technologická dokumentácia. V technologickej dokumentácii sú informácie, ktoré určujú čo sa ide vyrábať, ako (aké výrobné metódy), kde (na ako strojnom zariadení, čím (akými nástrojmi, pri upnutí) a za akých podmienok (technologické podmienky). Výstupom CAPP systémov je technologická dokumentácia, ktorá slúži okrem samostatnej výroby aj pre operatívne plánovanie a riadenie výroby [5].

*CAM (Computer Aided Manufacturing)* označenie pre oblasť výroby podporovanú počítačom. CAM systémy zahrňujú počítačové číslicové riadenie (CNC) výrobnej techniky, robotov, medzioperačnej dopravy výrobkov, polotovarov, náradia. CAM ako software slúži na prípravu CAD dát vo výrobnom procese a na uskutočnenie simulácií výrobného procesu [5].

*CAD/CAM (Computer Aided Design / Computer Aided Manufacturing)* je počítačom podporovaný systémy s integrovanou podporou návrhu a súčasne aj výroby súčiastky. Zriedkavo sa používa aj skratka CADM (Computer Aided Design and Manufacturing). Systémy CAD/CAM integrujú modelovanie súčiastky a jeho konštrukčný návrh, návrh technologickej dokumentácie vo forme NC programov a operatívne riadenie výroby do jedného počítačového systému [5].

*PPS (Production Planning System)* systémy podporujú plánovanie a riadenie výroby tak, aby bola optimálna z kapacitného, ekonomického a časového hľadiska. Ide o úlohy ekonomických kalkulácií, vytváranie optimálnych ročných, mesačných, denných výrobných plánov s ohľadom na výrobné kapacity výrobných zariadení [5].

*CAPE (Computer Aided of Production Engineering)* je subsystémom počítačom integrovanej výroby (CIM) a zahŕňa počítačovú podporu všetkých činností spojených s realizáciou samotnej výroby výrobku. Táto etapa počítačovej podpory plynule nadhadzuje na aplikáciu počítačovej podpory v technickej príprave výroby a je nevyhnutná pre zabezpečenie podmienok súbežného inžinierstva [5].

*CIM (Computer Integrated Manufacturing)* nepredstavuje systém ale integráciu systémov zúčastňujúcich sa priamo alebo nepriamo na realizácií súčiastky. CIM nepredstavuje jeden systém ale komplex systémov navzájom integrovaných, ktoré sa zúčastňujú pri realizácií súčiastky. Ako základ pre širšiu integráciu CA systémov v podniku sa uvažujú systémy CAD, CAD/CAM, CAM, CAPP, CAQ a PPS systémy [5].

*CAQ (Computer Aided Quality)* predstavuje počítačom podporovanú kvalitu, pričom CAQ lepšie vystihuje pojem počítačom riadená kvalita. Počítačové riadenie kvality sa prelína všetkými CA systémami, pretože riadenie kvality sa nechápe len ako výstupná kontrola, ale ako neustály proces ovplyvňovania a zlepšovania kvality vo všetkých stupňoch realizácie súčiastky. To znamená ak konštrukcií a technológií, v samostatnej výrobe ale aj počas montáže a iných činnostiach. V súčasnosti majú CAQ systémy veľký význam najmä z hľadiska zavádzania noriem radu ISO 9000 [5].



CAE (*Computer Aided Engineering*) počítačom podporované inžinierstvo. Tento pojem skôr známy ako automatizácia inžinierskych prác (AIP) respektíve počítačom podporované inžinierske práce. Jedná sa o súbor inžinierskych činností, ktoré sa uskutočňujú v predvýrobných etapách realizácie súčiastky. Zahŕňa systémy ako CAD, CAD/CAM a CAPP. Myslia sa tým všetky činnosti vo vývojovo-návrhovej etape, keď súčiastka je podrobovaná mnohým analýzám, testuje sa rôzne varianty, optimalizuje sa návrh [5].

### 3 POLOAUTOMATY, AUTOMATY, AUTOMATICKÉ VÝROBNÉ ZARIADENIA

Strojné zariadenia, ktoré umožňujú realizáciu výrobných technológií sú [2]:

- s ručným ovládaním – bez automatizácie: pracovné parametre, veľkosť zdvihu, pracovných nástrojov a ich priebeh činnosti sú riadené obsluhou. Príkladom môže byť strojárna výroba, kde sa nachádza rada obrábacích strojov a u každého je obsluha, ktorému je dodávaný materiál alebo polotovary.
- s čiastočnou automatizáciou: stroj obsahuje niektoré funkcie s automatickým pracovným cyklom. Ostatné funkcie stroja musíme ručne ovládať. Zautomatizovanie niektorých funkcií sa zjednoduší obsluhu, je fyzické menej náročná, zrýchli sa čas obsluhy a skráti sa doba potrebná pre vykonanie celého pracovného cyklu ale obsluha je stále potrebná pri riadení stroja.
- poloautomaty: pracovný cyklus stroja prebieha keďže automaticky, prísun materiálu k stroju a od stroja, spustenie i vypnutie stroja vykonáva obsluha. Jeden pracovník môže tak súčasne obsluhovať niekoľko strojov. Od úplnej zautomatizovanej prevádzky sa poloautomatický výrobný úsek sa odlišuje chýbajúcimi mechanizmami vykonávanými samočinnými medzioperačnými činnosťami a riadiacim centrom.
- automaty: pracovný cyklus stroja je samočinné riadený, prebieha bez zásahu obsluhy, stroj je vybavený medzioperačnými mechanizmami vykonávanými prísunom nového materiálu a odkladanie hotových výrobkov. K obsluhu stroja nie je potrebný žiadny pracovník, iba k údržbe.
- komplexné automatické zariadenia: celý pracovný cyklus je riadený počítačom. Z hlavného zásobníku, predstavujúceho vlastné skladovacie stredisko, je materiál privádzaný k automatom a po skončení každej operácie ale súboru operácií sa polotovary alebo hotové výrobky vracajú zas do skladu. Všetky fázy pracovného cyklu prebiehajú samočinne, bez obsluhy a ich činnosť je obmedzená iba na servis a údržbu stroja.

Stroje s ručnou obsluhou alebo automatickou sú buď určené pre široký sortiment výrobkov a preto je vybavený veľkým množstvom pracovných parametrov sú označované ako univerzálne stroje. Pre jednu určitú pracovnú operáciu u jedného alebo u malého množstva výrobkov zas označujeme stroj ako jednoúčelový [2].

Univerzálne stroje sú zložitejšie než jednoúčelové, sú určené pre kusovú, malosériovú alebo sériovú výrobu. Pracovné parametre týchto strojov rozdeľujem na plynulé a stupňovito meniteľné. U plynulé zmeny môžeme nastaviť ich optimálnu hodnotu pre danú pracovnú operáciu, u stupňovito meniteľných najbližšej vyhovujúcej hodnote [2].

Jednoúčelové stroje sú určené pre kusovú, malosériovú a veľkosériovú ale najviac je vhodné pre sériovú výrobu. Pracovné parametre sú stanovené tak, aby boli optimálne pre pracovné operácie, na ktorej vykonávanú je stroj určený [2].

Univerzálne i jednoúčelové stroje sú po stránke konštrukčne prevedené nestavebnicové alebo stavebnicové [2].

U nestavebnicového prevedenia tvorí celý stroj konštrukčne neoddeliteľný celok, kde sa časti jednotlivých funkčných skupín prelínajú. Stroj je ako celok je zvyčajne jednoduchší a menších rozmerov než stroj stavebnicový, konštrukčné riešenia neumožňujú dodatočné zmeny [2].

U stavebnicového prevedenia sa stroj skladá z funkčných celkov aj po konštrukčnej stránke ako samostatné moduly. Pri zostavení funkčných modulov vznikne stroj s požadovanou funkciou. Pridaním alebo ubránim modulov je možnosť hocikedy meniť funkciu stroja [2].

### **3.1 Mechanizácia a automatizácia vedľajších úkonov**

Prostriedky k mechanizácii a automatizácii vedľajších úkonov výrobných procesov sú [2]:

- manipulačné zariadenia,
- dopravníky,
- zariadenia pre kontrolu,
- kopírovacie zariadenia,
- pomocné prostriedky (zásobníky, násypky, snímače, senzory).

Tieto prostriedky slúžia k vykonávaniu pomocných úkonov doposiaľ vykonávaných obsluhujúcim pracovníkom. Podľa ich konštrukcie a úrovni riadenia sú tieto mechanizmy riadenie pracovníkom alebo sú riadene pomocou poloautomatickým alebo automatickým pracovným zariadením [2].

Najčastejšou pomocnou operáciou je vkladanie a vyberanie polotovarov zo stroja, výmena nástrojov, podávanie polotovarov a ich premiestňovanie. Ak vzdialenosti na premiestňovanie sú malé, potom túto činnosť vykonávajú stabilné manipulátory ale ak sú vzdialenosti veľké tak túto činnosť vykonávajú pomocou mobilných manipulátorov, dopravníkov [2].

Činnosť dopravníkov je obmedzená len na prepravu predmetov, ktoré sú na nich voľne položené. Majú 1 stupeň voľnosti, a ich činnosť je nepretržitá alebo pretržitá [2].

Manipulátory vykonávajú okrem prepravy predmetov mnoho ďalších funkcií. Premiestňujú predmety po rovine alebo v priestore, menia ich orientáciu, odoberajú a odkladajú predmety. Majú viac stupňov voľnosti, vyžadujú k činnosti zložité riadiace a hnacie zariadenia [2].

### **3.2 Manipulačné zariadenia a ich rozdelenie**

Podľa danej funkcie, stupňa riadenia a zložitosti prevedenia delíme manipulačné zariadenia na [2]:

#### **Jednouúčelové manipulátory**

Sú to väčšinou súčasti obsluhovaného stroja, konštrukčne i tvarovým prevedením s ním súvisia, často nemávajú vlastnú hnaciu jednotku a svoj pohyb odvodzujú od hnacieho mechanizmu stroja. Nazývame ich podávače, podávacie zariadenia. Názov jednouúčelové vystihuje skutočnosť, že sú určené pre manipuláciu s jedným určitým predmetom, funkcie realizované manipulátory sú jednoduché, spočívajú väčšinou vo výmene nástroja, opracovaného predmetu alebo podávanie materiálu do stroja a jeho vyberanie.

#### **Univerzálne manipulátory**

Konštrukčné prevedenie, riadením, spôsob pohonu a sledom funkcií je nezávislé na obsluhovanom stroji. Sú to samostatné mechanizmy, často aj mobilné, ktoré delíme do niekoľkých skupín:

- Synchronne manipulátory
- Programovateľné manipulátory
- Manipulátory s pevným programom
- Manipulátory s premenlivým programom
- Kognitívne roboty

### **Synchronne manipulátory**

Riadenie týchto manipulátorov vykonáva približne riadiaci operátor. Predstavujú vlastne zosilňovacie ústroje pre zosilňovanie silových a ohybových veličín, poprípade popudu vyvolaných riadiacim operátorom. Výkonné ústroje je buď samostatné, umiestnené mimo pracovníka alebo je upevnené na paži človeka. Synchronne manipulátory sú zložité mechanizmy používajú sa predovšetkým pri výskumu, práci v laboratóriách, všade tam kde sa nedá vylúčiť funkcia obsluhy.

### **Programovateľné manipulátory**

Sú riadené programovým ústrojom. Svojím prevedením, pohonom, funkciou a riadiacim ústrojom sú na obsluhovanom stroji nezávislé.

### **Manipulátory s pevným programom**

Program sa nemení behom činnosti manipulátoru, je stály, riadiace ústroje je jednoduché, často i mechanické. Tento typ je veľmi rozšírený, poznáme ho pod názvom priemyselný robot.

### **Manipulátory s premenlivým programom**

Majú možnosť prepínania alebo voľby programu, väčšinou podľa operácie, v ktorej sa manipulátor nachádza. Sú riadené adaptívne, prejavujú samostatnosť v správaní. Tiež ich poznáme pod názvom priemyselné roboty.

### **Kognitívne roboty**

Sú to mechanizmy s funkciou vnímania a racionálneho rozmýšľania – samozrejme bez voľného jednania a citového vnímania. Predstavujú špičku vo vývoji manipulačných zariadení. Môžu byť riadené počítačom, od informačných systémov, ako sú napr. počítače, sa však líšia svojim fyzikálnym vplyvom na svoje prostredie. To znamená, že premiestňujú objekty, pracujú s nástrojmi. Úkony a činnosť vykonávaná manipulačnými mechanizmami môžu byť napríklad:

- prevažne manipulačné – slúži k premiestňovaniu predmetov a vykonáva rôzne úkony s uchopeným ústrojom,
- výrobovo technologická – vykonávajú niektoré technologické operácie doteraz realizované výhradne výrobnými zariadeniami (zváranie, vŕtanie, sústruženie),
- manipulačná a technologická – manipulátor je vybavený úchopným ústrojom na uchopenie manipulovaného predmetu, tak aj nástrojom, ktorý pri uchopení predmetu vykoná určitý technologický úkon (napr. vyňatie výlisku z lisu a počas tejto manipulácie prevedie odstrihnutie vtokového náliatku)

## 4 ZAKLADACÍ SYSTÉM

Predošlý systém zakladania PVC fólie spočíval v manuálnom ukladaní na pracovnú plochu obsluhou. Pred začiatkom pracovného cyklu CNC stroja, obsluha musela vykonať niekoľko manuálnych operácií v určitom časovom rozmedzí, aby stroj bezchybne vykonal pracovný cyklus. Strojný čas CNC zariadenia sa pohybuje v rozpätí 1,24 ÷ 2,52 min, záleží od množstva osadzovaných prvkov na PVC fóliu. Čas pri vykonaní manuálnych operácií obsluhy, ktoré slúžia na uloženie fólie je rozmedzí 20 – 30 s, dĺžka zakladacieho času závisí od zručnosti pracovníka. Najviac času zaberá centrovanie fólie na pracovnom stole. Výhodou tohto spôsobu zakladanie je vizuálna kontrola hotového produktu obsluhou, ale tento spôsob je možno nahradiť automatizovanými kontrolnými systémami. Hlavnou nevýhodou je prítomnosť obsluhy. Tzv. ľudský faktor, ktorý môže spôsobiť chybovosť hotového produktu, pri nedôslednom uložení fólie.

Postup manuálnych operácií obsluhy:

- výber fólie zo vstupného zásobníka,
- centrovanie fólie na pracovnom stole,
- upnutie fólie (magnetickými páskami ),
- odopnutie fólie,
- umiestenie do výstupného zásobníka,

Na základe týchto faktorov, bolo dôležité zamerať sa najmä na zautomatizovanie zakladacieho procesu a konštrukciu zariadenia. Výroba zakladacieho zariadenia bude riešená nielen z pohľadu konštrukcie, spôsobu výroby, ale aj súčasne budú predstavené dva možné návrhy. U každého návrhu sú brané do úvahy prínosy danej technológie ale aj negatíva.

Hlavné dôvody zautomatizovania zakladacieho procesu sú:

- skrátenie času pri zakladaní fólie,
- automatizácia procesu, minimalizácia prítomnosti obsluhy,
- zvýšenie produktivity,
- optimalizácia zakladacieho procesu,
- zabezpečenie čistého procesu pri výrobe,

#### 4.1 Funkcia zautomatizovaného mechanizmu

Funkcia zakladacieho zariadenia slúži na zjednodušenie a zautomatizovanie zakladania PVC fólii na pracovný stôl CNC stroja. Zabezpečenie stáleho a minimálneho prerušovaného materiálového toku bez prítomnosti obsluhy.

#### 4.2 Požiadavky na zakladací mechanizmu

Vhodný návrh by mal byť z konštrukčného hľadiska jednoduchý, nenáročný na výrobu a následnú údržbu a možno očakávať dosiahnutie vysokej živnosti.

Hlavné požiadavky, ktoré boli zohľadnené pri návrhu:

- polohovanie musí byť jednoznačné,
- priechodnosť PVC fólii vo vedení musí byť spoľahlivá,
- konštrukčná jednoduchosť,
- minimálne pasívne odpory pri pohybe,
- ekonomicky nenáročná výroba,
- minimálny počet neštandardných a netylizovaných konštrukčných prvkov,
- minimálna prítomnosť obsluhy,
- spôsob upnutia zakladacieho systému na CNC stroj,

#### 4.3 Technologickosť zariadenia

Hodnotenie technologickosti výrobku sa vykonáva z dôvodu hospodárnej výroby, či je súčasť vyrobiteľná, vyrobiť ju najproduktívnejšou metódou, dosiahnuť stanoveného tvaru, akosti a ceny. Všeobecne je hodnotenie realizované predovšetkým z dôvodu tvaru, geometrie, dodržanie výrobných rozmerov a akosti materiálu. Z vyššie spomínaného je možné potvrdiť, že konečný tvar a funkčnosť zakladacieho mechanizmu je možné dosiahnuť bez väčších komplikácií.

#### 4.4 Návrhy

Komplexná automatizácia predstavuje integrovanú automatizáciu všetkých druhov procesov od návrhu zakladacieho mechanizmu, cez TPV (výber strojov, druh automatizačného zariadenia), fyzickú realizáciu až po kontrolu a montáž. Vyznačuje sa využitím výpočtovej techniky vo všetkých etapách.

### Návrh č.1

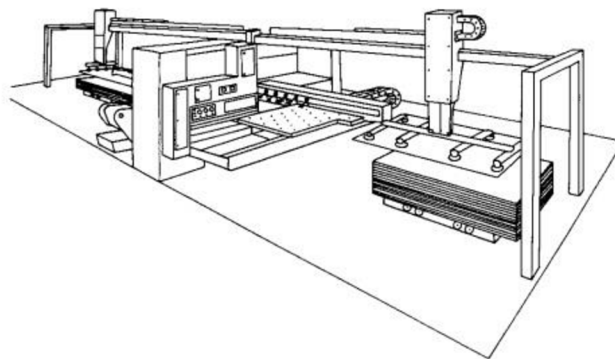
Prvotný koncept zautomatizovania zakladacieho mechanizmu bol prísavkový pneumatický poháňaný zakladač (obr. 4.4.1). Tento typ podávacieho mechanizmu má elektrický pohon jazdí po konštrukcii tzv. moste nad CNC strojom a stohom PVC fólii, ktoré sú uložené v zásobníku vedľa stroja. PVC fólie sú priamo alebo vo zväzkoch uskladnených vodorovne v stohov. Rameno zakladača je zavesené na pojazdnom moste na stĺpikoch. Na zdvihnutie fólie z hornej strany stohu a nám slúži elektricky riadená výveva. Ustanovenie podávaného kusu na pracovnú plochu CNC stroja je vykonávaný pomocou dorazmi alebo kolíkmi. Odoberanie PVC fólii po pracovnom procese sa vykonáva tiež pomocou pneumatického prísavkového mechanizmu. Vysoká cena jednotlivých komponentov na zostavenie prísavkového pneumatického zakladača a zložitosť celého zariadenia nie je vhodné na návrh daného zakladacie mechanizmu.

#### Výhody:

- účinné a rýchle,
- veľký zdvih,
- rýchly priamočiary pohyb,
- spoľahlivosť,
- jednoduchá údržba,

#### Nevýhody:

- vysoké vstupné náklady,
- zaberá veľkú plochu,
- Problém kolmého odoberania materiálu,



Obr.4.4.1 Prísavkový pneumatický poháňaný zakladač [6].

### Návrh č.2

Pri ďalšom návrhu bol využitý automatizovaný zakladací komponent od firmy HP (Hewlett - Packard). Pri použití tohto typu mechanizmu sa musela zmeniť celá koncepcia predošlého nepohyblivého rámu (obr. 4.4.2). Pôvodná konštrukcia rámu bola nevyhovujúca z niekoľkých dôvod:

- nestabilita konštrukcie (pri zmene konštrukcie),
- nedostatok priestoru na uloženie zásobníka a zakladacieho mechanizmu,



Obr. 4.4.2 Pôvodná konštrukcia rámu.

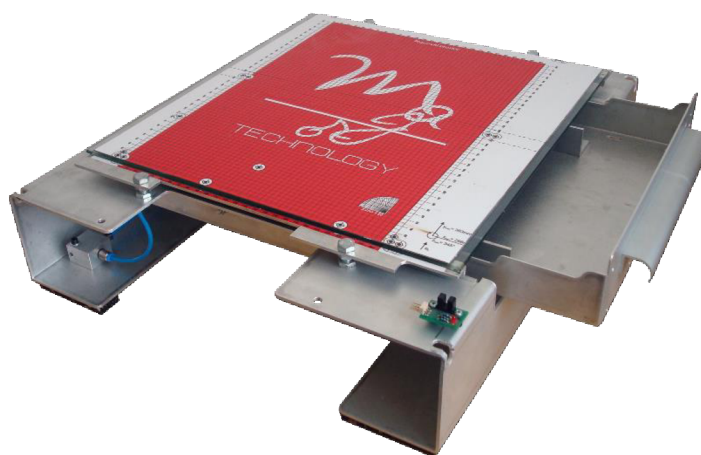
Nová konštrukcia rámu disponuje priestorom pre zásobník PVC fólie a zakladací mechanizmus (obr. 4.4.3). Princíp zakladacieho cyklu spočíva v tom, že automatizovaný mechanizmus odoberá zo zásobníku fóliu a presunie ju na určenú pracovnú pozíciu, kde bude prebiehať pracovný cyklus. PVC fólie sú uložené v zásobníku a majú vymedzený smer pomocou vodiacich líšt. Bez vodiacich líšt by sa mohla fólia zaseknúť v zakladacom mechanizme. Ustanovenie podávaného kusu na pracovnú plochu stroja je vykonávaný pomocou vodiacich líšt bez. Pri skončení pracovného procesu, CNC stroj pomocou pneumatickej prísavky odoberie hotový kus a umiestni ho do výstupného zásobníka. Následne vyšle požiadavku zakladaciemu mechanizmu na dodanie novej fólie na pracovný stôl.

Konštrukcia nového rámu bola vyrábaná plošným tvárnením – ohýbaním, tá istá metóda výrobných technológií bola použitá na výrobu zásobníka.



Zautomatizovaný zakladací mechanizmus tvoria komponenty ako:

- rám,
- zásobník,
- zakladacia jednotka,
- vodiace lišty,
- lineárny posuv,



Obr. 4.4.3 Nová konštrukcia rámu.

Návrh konštrukcie bol riešený najmä s ohľadom na cenu. Jednoduchosť návrhu a možnosť využitia laserovej technológie a plošného tvárnenia bolo možné dosiahnuť relatívne nízkych výrobných nákladov.

#### 4.5 Materiál

Na výrobu komponentov bol zvolený materiál zliatiny hliníka. Jedná sa o zliatinu hliníku, ktorá svojim zložením zaručuje dlhodobú životnosť, nízku hmotnosť, odolná voči korózii, nenáročnosť údržby a má vynikajúci pomer kvality a ceny. Na výrobu komponentov ako rám, pracovný stôl zásobník bol použitý materiál zliatina hliníka AlMg3 norma AW-5754 H22. A na vymeniteľné komponenty ako vodiace lišty na pracovnom stole, v zásobníku a úchytka zásobníka bol použitý materiál zliatina hliníka AlMgSi0.5 norma EN AW-6060. Chemické zloženie a mechanické vlastnosti sú uvedené v tab. 4.5.1, tab. 4.5.2, tab. 4.5.3, tab. 4.5.4.

Tab.4.5.1 Chemické zloženie materiálu AlMg3 (norma AW-5754 H22) [7].

Chemické zloženie (hm. %)									
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Al
<b>max.</b>	0,50	0,40	0,10	0,40	4,00	0,05	0,20	0,20	[-]

Tab.4.5.2 Mechanické vlastnosti materiálu AlMg3 [7].

Mechanické vlastnosti	
Pevnosť v ťahu $R_m$ [MPa]	270
Pevnosť v klzu $R_p$ [MPa]	185
Ťažnosť $[A_{10\%}]$	3

Tab.4.5.3 Chemické zloženie materiálu AlMgSi0.5 (norma EN AW-6060) [7].

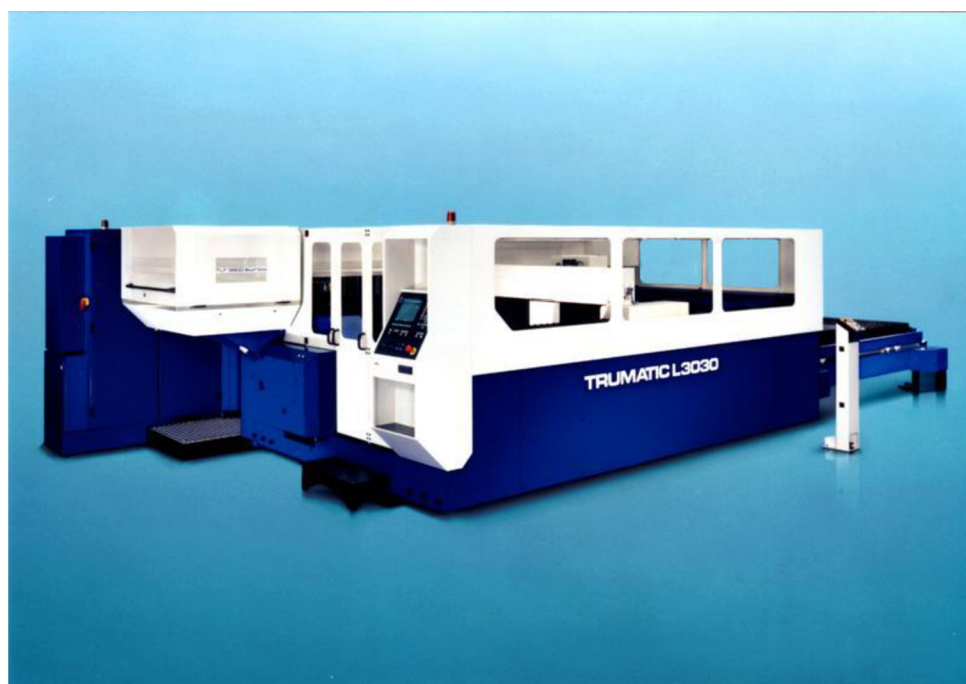
Chemické zloženie (hm. %)									
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Al
<b>max.</b>	0,70	0,40	0,10	0,10	0,90	0,10	0,20	0,20	[-]

Tab.4.5.4 Mechanické vlastnosti materiálu AlMgSi0.5 [7].

Mechanické vlastnosti	
Pevnosť v ťahu $R_m$ [MPa]	210
Pevnosť v klzu $R_p$ [MPa]	145
Ťažnosť $[A_{10\%}]$	10

#### 4.6 Použité CNC stroje

Výroba polotovarov (rám, zásobník a plechový stôl) bola vykonávaná na laserovom centre Trumatic L 3030 od firmy TRUMPF (obr. 4.6.1). Tento 2D laserový rezací stroj pracuje tak, že pohybujúca rezacia laserová hlava opracováva pevne uložený obrobok na výmennom pracovnom stole. Maximálne rozmery výpalku a základné technické parametre stroja sú uvedené v tab. 4.6.1.



Obr. 4.6.1 Laserové centrum TRUMPF Trumatic L3030.

Tab. 4.6.1 Technické parametre stroja Trumatic L 3030 [8].

<b>Pohyb v ose X</b>		1500 mm
<b>Pohyb v ose Z (výška)</b>		115 mm
<b>Min. programovateľný prírastok</b>		0,01 mm
<b>Opakovacia presnosť</b>		±0,03 mm
<b>Polohovacia presnosť</b>		±0,1 mm
<b>Posuv v ose X a Y</b>		60 m.min <sup>-1</sup>
<b>Súbežný posuv</b>		85 m.min <sup>-1</sup>
<b>Max. hmotnosť obrobku</b>		710 kg
<b>Hrúbka rezaného materiálu</b>	<b>Hliník</b>	0,5 ÷ 8mm
	<b>Korozivzdorná oceľ</b>	0,5 ÷ 12 mm
	<b>Oceľ</b>	0,5 ÷ 20 mm

Na dokončenie daných komponentov, ktoré budú tvoriť základací mechanizmus bol využitý ohraňovací lis TrumaBend V85S od firmy TRUMPF (obr. 4.6.2). Tento lis je vybavený väčším počtom ohýbacích nástrojov a systémom automatickej kontroly uhlov ABC, ktoré prostredníctvom meraní nastaví ohýbaní uhol na požadovanú hodnotu. Základné technické parametre stroja sú uvedené v tab. 4.6.2.



Obr. 4.6.2 Ohraňovací lis TrumaBend V85S

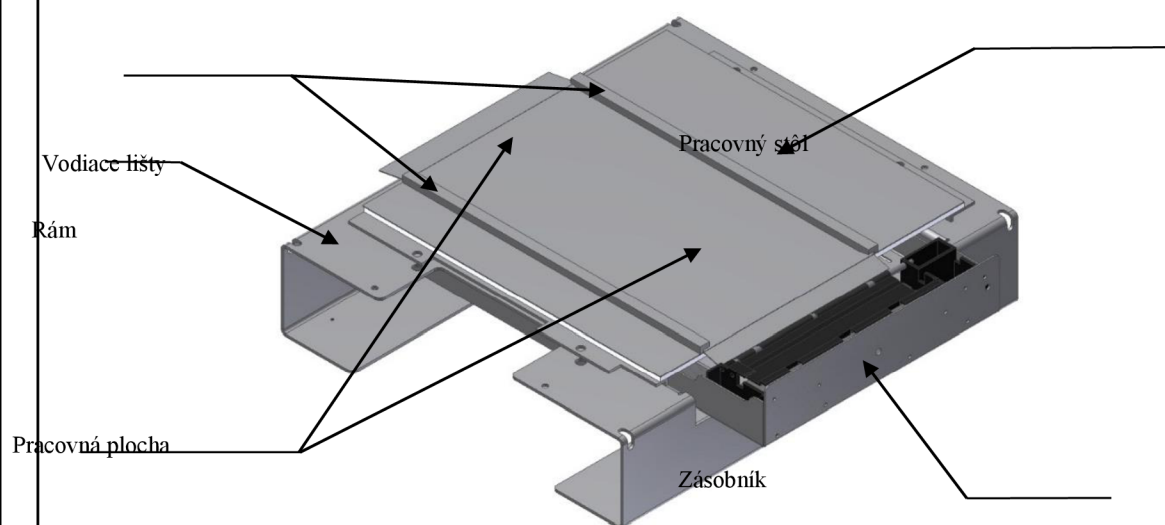
Tab. 4.6.2 Technické parametre stroja TrumaBend V85S [9].

<b>Lisovacia sila</b>	850 kN
<b>Dĺžka ohranenia</b>	2500 mm
<b>Využitelná montážna výška</b>	385 mm
<b>Vyloženie</b>	410 mm
<b>Pracovná rýchlosť</b>	1 mm / s
<b>Zdvih</b>	215 mm
<b>Zdvih zadného dorazu</b>	600 mm
<b>Riadenie stroja</b>	CNC - Control DA 58

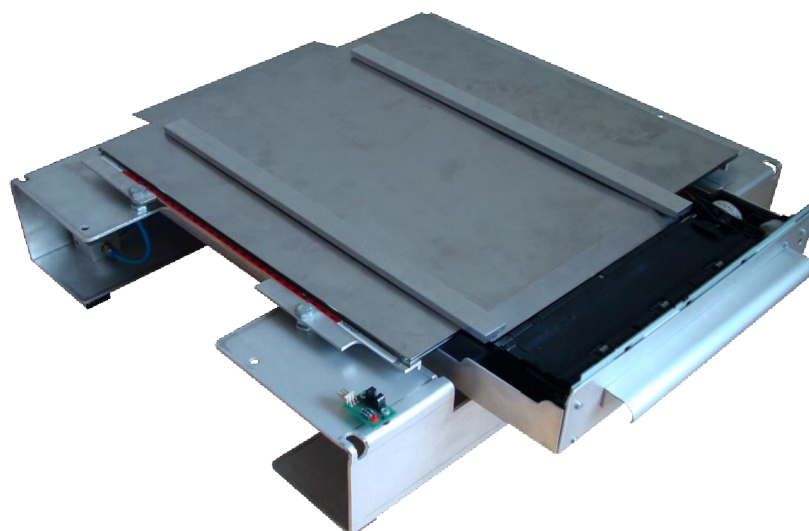
#### 4.7 CAD model vyhovujúceho návrhu

Pre možnosť posúdenia správnosti návrhu základacieho mechanizmu z hľadiska uskutočniteľnosti výroby, montáž a funkčnosti, je vytvorený CAD model v 3D modelovacom systéme Autodesk Inventor 2012. Obr.4.7.1 popisuje jednotlivé komponenty zostavy podávacieho mechanizmu vytvoreného v CAD systéme. Na obr. 4.7.2 je znázornená zostava reálneho výrobku.

#### Finálna konštrukcia základacieho mechanizmu



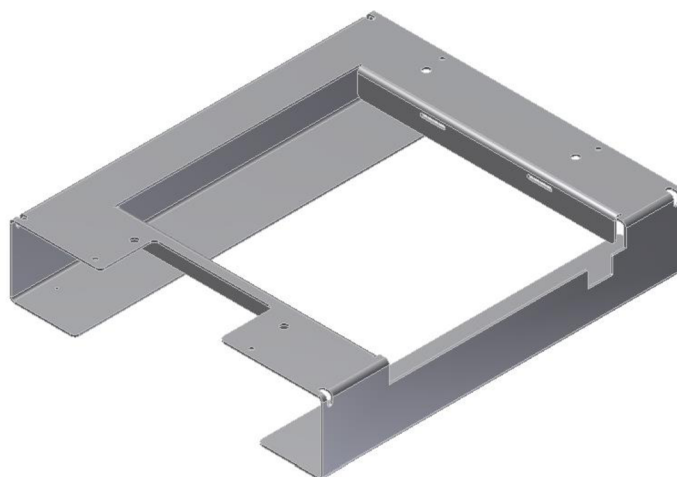
Obr. 4.7.1 3D zostava základacieho mechanizmu.



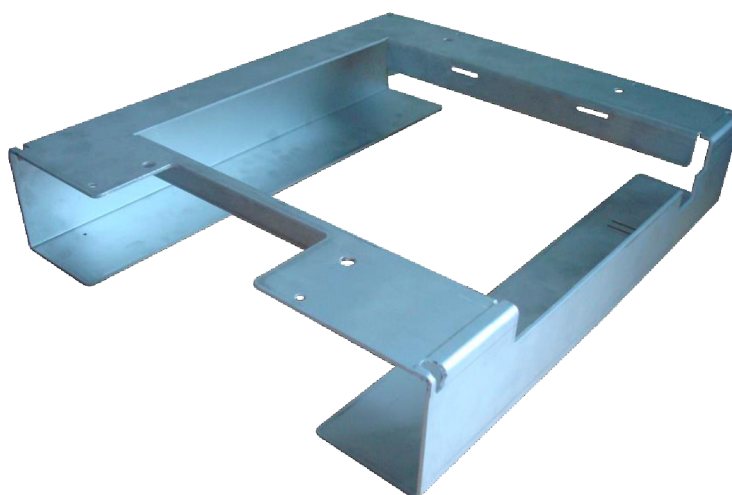
Obr. 4.7.2 Hliníková zostava základacieho mechanizmu.

### **Rám**

Nový základný nepohyblivý rám CNC stroja je celistvý (obr. 4.7.4). Nosný rám sa realizuje v konštrukciách pre malé stroje s minimálnym počtom pohyblivých častí a sú vytvorené ako jeden celok. Rám umožňuje rozloženie všetkých funkčných skupín stroja v priestore rámu. Ukážka 3D modelu na obr. 4.7.3.



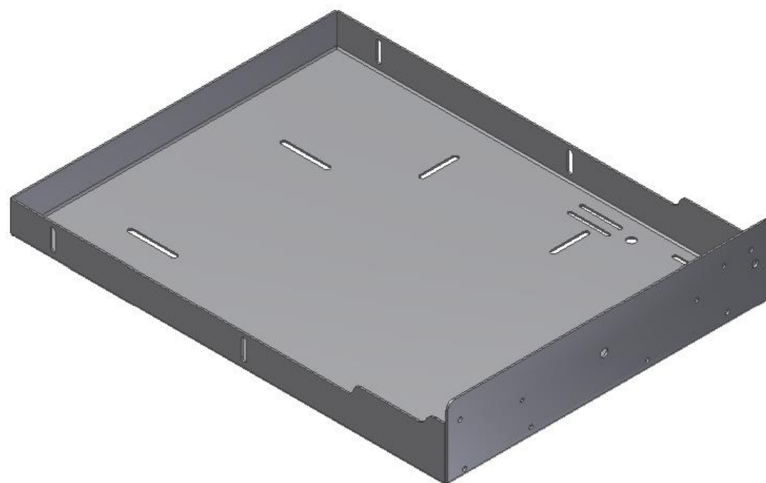
Obr. 4.7.3 3D model hliníkového rámu.



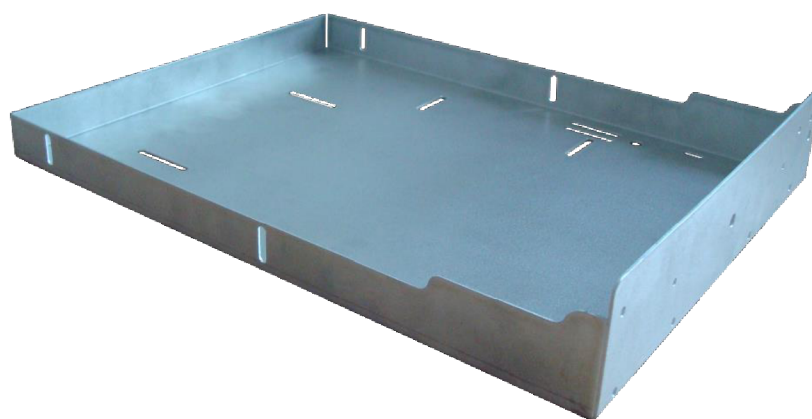
Obr. 4.7.4 Hliníkový rám.

**Zásobník**

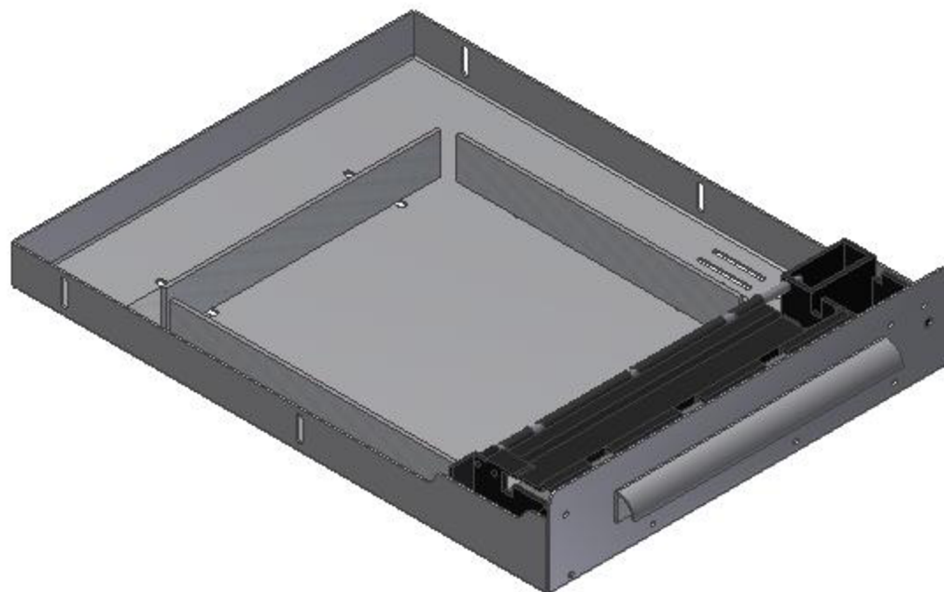
3D model zásobníka na obr. 4.7.5. Na obr. 4.7.6 je znázornený reálny výrobok. V zásobníku je uložený podávací mechanizmus, PVC fólie a vymedzovacie lišty (obr. 4.7.7) je umiestnený na spodnej časti rámu a spôsob upnutia pomocou lineárneho posuvu. Kapacita zásobníka 50 fólii formátu A4 (210 x 420 mm).



Obr. 4.7.5 3D model zásobníka.



Obr. 4.7.6 Hliníkový zásobník.



Obr. 4.7.7 3D model zásobníka s ďalšími komponentami.

### **Podávací mechanismus**

Podávací mechanismus, ktorý sa nachádza v zásobníku, slúži na zakladanie PVC fólii na pracovnú plochu kde nasledovne prebieha programový cyklus experimentálneho CNC stroja. Pohon mechanismu zabezpečuje krokový motor. Pre konštrukciu bol využitý automatický podávací mechanismus od firmy HP (Hewlett – Packard), ktorý je dodávaný ako servisný komponent (obr. 4.7.8).



Obr. 4.7.8 3D model zakladacieho mechanismu.



### **Vymedzovacie lišty**

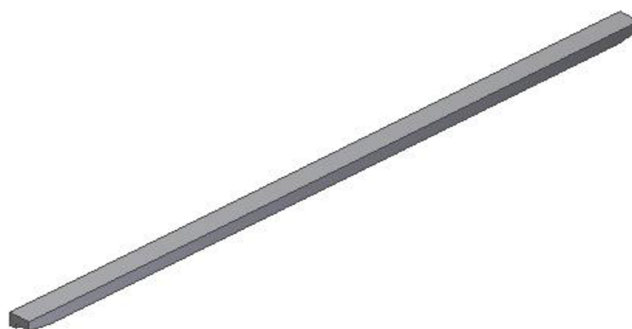
Vymedzovacie lišty slúžia na zarovnanie, vymedzenie pohybu PVC fólie a priameho toku materiálu do zakladacieho mechanizmu (obr. 4.7.9). Vymedzovacie lišty sa významne podieľajú na presnom zavádzaní fólie do podávacieho mechanizmu a zabraňuje skríženie fólie a prípadnom zaseknutí systému.



Obr. 4.7.9 3D model vymedzovacej lišty.

### **Vodiace lišty na pracovnom stole**

Postranné vodiace lišty vykonávajú funkciu na vymedzenie pohybu do strán a bezproblémový priebeh zakladania PVC fólie na pracovnom stole CNC stroja (obr. 4.7.10).



Obr. 4.7.10 Vonkajšia vodiaca lišta.

### **Lineárny posuv**

Na posuv zásobníka bol použitý lineárny posuv značky Bee SLIDE (obr. 4.7.11). Lineárne posuvy slúžia k presnému posuv a opakovateľnému lineárnemu pohybu schránok. Sú určené pre náročnejšie aplikácie a vyššie zaťaženia. Tento druh posuvu sa využíva k dosiahnutiu hladkého, plynulého pohybu ohýbaných profilov, medzi nimi je uložené valivé vedenie. Pri posuve zásobníka zamedzuje vznik trenia. Poskytuje čo najviac možný najpresnejší pohyb a minimálnu možnú vôľu medzi jednotlivými komponentmi.



Obr. 4.7.11 Bee SLIDE lineárny posuv [10].

## 5 TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOTENIE

### 5.1 Časová náročnosť s pôvodným základacím systémom

Pôvodný systém zakladania spočíval v manuálnom ukladaní na pracovnú plochu pracovníkom. Hlavnou nevýhodou tohto spôsobu ručného zakladania je stála prítomnosť pracovníka pri CNC zariadení. V prípade, že pracovník vykonáva inakšiu operáciu na vedľajšom stroji dôjde k predĺženiu medzioperačného času pre upnutie fólie. Prítomnosť obsluhy poskytuje istú výhodu v priamej vizuálnej kontrole správneho priebehu procesu osadzovania a kompletnosti finálneho výrobku.

Celkový výrobný čas výrobnej dávky je zložený zo strojného a medzioperačného času. Strojné časy sú pre jednotlivé druhy osadzovaných fólií konštantné a obsluha na to nemá vplyv. Medzioperačné časy závisia na zručnosti na obsluhu a zažitie rutínnej operácie výmeny jednotlivých druhov PVC fólií na centrovanie značky predtlačenej na stole i na fóliách. Strojný čas pre jednotlivé druhy fólie sú uvedené v tab.5.1.1.

Tab.5.1.1 Strojné časy pri výrobe.

Druh fólie	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Strojný čas [sec]	84	60	127	194	65	33	79	65	55
								Σ	13 min 16 sec

Medzioperačné časy na výmenu fólií sa pohybuje v rozmedzí od 20 do 90 sekúnd.

Takýto výrazný časový rozptyl je daný niekoľkými faktormi:

- obsluha v danú chvíľu obsluhuje inakší stroj,
- pri osadzovaní sady (10 rôznych typov fólie) nutnosť nahrania nového CNC programu,
- obsluha umiestni fólie na zlé centrovacie značky a je potrebné vykonať prepnutie fólie,

Celkový výrobný čas na jednu sadu pri uvažovaní priemerných hodnôt výmeny fólií potom činí 18 minút a 40 sekúnd.

### 5.1 Časová náročnosť s novým základacím systémom

Pri použití nového základacieho systému sa strojné časy nemenia. Dôjde k stabilizovaniu času, keď čas na výmenu akéhokoľvek druhu fólie je 16 sekúnd. Pri uvažovanej 1 sady (10 fólií) budú medzioperačné časy konštantné a to odpovedá času 2 minúty a 40 sekúnd. Automatizácia procesu umožňuje takú úpravu CNC programu, do ktorého budú zahrnuté všetky typy fólií a aj cyklus pre výmenu jednotlivých fólií. Odpadne tak potreba nahrávania jednotlivých samostatných programov, nevyhnutná u pôvodnej varianty. Celkový výrobný čas jednej sa bude 15 min.

V celkovom porovnaní oboch uvažovaných variant dôjde k zníženiu celkového výrobného času o 3 minúty a sekúnd. Pri výrobnej dávke 150 sad (1500 fólií) zodpovedá výrobného času u pôvodnej varianty 48 hodín a 40 minút, zatiaľ čo u nového navrhnutého systému bude potrebný čas odpovedať 37 hodín.

## ZÁVER

Hlavnou témou tejto práce bolo konštrukčné riešenie zakladacieho mechanizmu pre experimentálne CNC zariadenie a zautomatizovanie zakladacieho cyklu. Bolo navrhnuté kompletne riešenie zadanej témy a nasledovné riešenie návrhu a spôsobu výroby zakladacieho mechanizmu. Pre konštrukčnú prácu bol využitý 3D modelovací program Autodesk Inventor 2012.

Súčasný návrh zakladacieho mechanizmu skrátil celkový výrobný čas na 15 minút, oproti pôvodnému systému, ktorý mal čas 18 minút a 40 sekúnd. Časová úspora u súčasnej varianty je nižšia o 23 %. Následne nový návrh a konštrukcia znížila celkový čas pri výrobnej dávke 150 sad, čas predošlého systému dosiahol 48 hodín a 40 minút a musela byť obsluha bezprostredne prítomná u výrobného procesu (čas medzi jednotlivými výmenami fólií je až moc krátky, aby sa obsluha mohla plno sústrediť na inakšiu činnosť, ktorá sa netýka daného stroja), zatiaľ čo súčasný návrh mal celkový čas 37 hodín. Obsluha je neustále nevyhnutná ale iba v časovom intervale, kde je čas potrebný na doplnenie PVC fólií do zásobníka. Okrem časovej úspory, nová konštrukcia zakladacieho mechanizmu zlepšila prístup k elektrickým zväzkom káblov v prípade servisu, taktiež sa zväčšil priestor pre výmenu rezných nožov.

Automatizovaný zakladací mechanizmus svoju funkciu splnil, aj keď má svoje nedostatky. Pre budúci rozvoj zakladacieho zariadenia by som odporučil opatřit stroj kontrolnými snímačmi pre sledovanie odoberaného prvku a senzormi na snímanie polohy fólie pre presnejšie umiestenie na pracovnú plochu.

## ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

1. Mechanizácia a automatizácia [online]. 2008 [cit. 2013-05-26]. Dostupné z: <http://jerryenko.szm.com/web/1.2..html>
2. MATIČKA, Robert a Jaroslav TALÁCKO. Mechanizmy manipulátorů a průmyslových robotů. 2., přeprac. vyd. Praha: SNTL, 1991, 269 s. ISBN 80-030-0567-1.
3. LACKO, Branislav. Automatizace a automatizační technika. Vyd. 1. Praha: Computer Press, 2000, x, 97 s. ISBN 80-722-6246-7.
4. Automatizácia strojárkej výroby s využitím priemyselných robotov a manipulátorov. Fakulta výrobných technológií TU v Košiciach so sídlom v Prešove [online]. 2007 [cit. 2013-05-26]. Dostupné z: <http://web.tuke.sk/fvtpo/journal/pdf07/4-str-73-74.pdf>
5. KURIC, Ivan. CA systémy – počítačom podporované systémy. Strojnícka fakulta Žilinská univerzita [online]. 1995-99 [cit. 2013-05-21]. Dostupné z: <http://fstroj.utc.sk/web/kma/student/ca/kap2/ca%20texty%20kap2.htm>
6. RUMÍŠEK, Pavel. MECHANIZACE VE STROJÍRENSTVÍ. *VUT-FSI, Ústav strojírenské technologie* [online]. Brno, 2003 [cit. 2013-05-26]. Dostupné z: [http://ust.fme.vutbr.cz/tvareni/opory\\_soubory/mechanizace\\_a\\_automatizace\\_\\_rumisek.pdf](http://ust.fme.vutbr.cz/tvareni/opory_soubory/mechanizace_a_automatizace__rumisek.pdf)
7. Hliník a jeho slitiny. *Alubra* [online]. 2008 [cit. 2013-05-26]. Dostupné z: [http://www.alubra.cz/velkoobchod\\_new.html](http://www.alubra.cz/velkoobchod_new.html)
8. Laser Cutting Centers. *AD-AM TRADE* [online]. 2005 [cit. 2013-05-26]. Dostupné z: <http://www.ad-am.co.il/Laser+Press/TRUMPF-TC600-ihs-gmbh.pdf>
9. *Giga Technologies s.r.o.* [online]. © 2000—2013 [cit. 2013-05-26]. Dostupné z: <http://stroje.technolog.cz/ru/top10/news2.php>
10. Homedecorhardware. Hafele – All Other Products [online]. 2012 [cit. 2013-05-21]. Dostupné z: <http://www.homedecorhardware.com/hf-432-44-930.html>

**ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK**

Skratka	Jednotka	Popis
<b>2D</b>	[-]	dvojrzmerný priestor
<b>3D</b>	[-]	trojrozmerný priestor
<b>CA</b>	[-]	Computer Aided
<b>CAD</b>	[-]	Computed Aided Design
<b>CAD/CAM</b>	[-]	Computer Aided Design / Computer Aided Manufacturing
<b>CADM</b>	[-]	Computer Aided Design and Manufacturing
<b>CAE</b>	[-]	Computer Aided Engineering
<b>CAM</b>	[-]	Computer Aided Manufacturing
<b>CAPE</b>	[-]	Computer Aided of Production Engineering
<b>CAPP</b>	[-]	Computer Aided Process Planning
<b>CAQ</b>	[-]	Computer Aided Quality
<b>CIM</b>	[-]	Computer Integrated Manufacturing
<b>CNC</b>	[-]	Computer Numeric Control
<b>HP</b>	[-]	Hewlett - Packard
<b>PPS</b>	[-]	Production Planning System
<b>PVC</b>	[-]	Polyvinylchlorid
<b>TPV</b>	[-]	Technologický Postup Výroby

Symbol	Jednotka	Popis
<b>R<sub>m</sub></b>	[MPa]	Pevnosť v ťahu
<b>R<sub>p0,2</sub></b>	[MPa]	Pevnosť v klzu

**ZOZNAM PRÍLOH**

Príloha 1	Výkres zostavy zakladacieho mechanizmu
Príloha 2	Výkres súčasti rám - laser
Príloha 3	Výkres súčasti rám - diery
Príloha 4	Výkres súčasti rám - drážky
Príloha 5	Výkres súčasti rám - ohyb
Príloha 6	Výkres súčasti zásobník - laser
Príloha 7	Výkres súčasti zásobník - diery
Príloha 8	Výkres súčasti zásobník - drážky
Príloha 9	Výkres súčasti zásobník - ohyb
Príloha 10	Výkres súčasti pracovný stôl
Príloha 11	Výkres súčasti zadná lišta
Príloha 12	Výkres súčasti pravá lišta
Príloha 13	Výkres súčasti ľavá lišta
Príloha 14	Výkres súčasti vodiaca lišta



