

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

Návrh upínacích přípravků pro stroj

EMCO PC MILL 155

Fixtures Proposal for CNC Machine

EMCO PC MILL 155

Student:

Pavel Kubánek

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Marek Sadílek, Ph.D.

Ostrava 2012

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra obrábění a montáže

## Zadání bakalářské práce

Student: **Pavel Kubánek**  
Studijní program: B2341 Strojírenství  
Studijní obor: 2303R002 Strojírenská technologie  
Téma: **Návrh upínacích přípravků pro stroj EMCO PC MILL 155  
Fixtures Proposal for CNC Machine EMCO PC MILL 155**

Zásady pro vypracování:

1. Přehled současného stavu aplikací CAD/CAM systémů.
2. Přehled současného stavu zavádění upínacích přípravků v CAM systémech.
3. Konstrukční návrh řešení upínacích přípravků pro stroj EMCO PC MILL 155 v CAD systému.
4. Návrh řešení upínacích přípravků pro stroj EMCO PC MILL 155 v CAM systému.
5. Závěry pro realizaci v praxi.

Seznam doporučené odborné literatury:

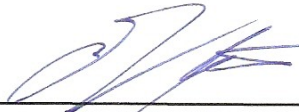
- [1] SADÍLEK, M. *CAM systémy v obrábění I. - II. doplněné vydání*. Ostrava : VŠB-TU Ostrava, 2010, 138 s. ISBN 978-80-248-2278-4.
- [2] JANDEČKA, K. *Programování NC strojů*. Plzeň : ZČU Plzeň, 2000. 159 s. ISBN 80-7082-692-4.
- [3] SADÍLEK, M. Vyspělé strategie ve 3D frézování. *MM Průmyslové spektrum*, 2004, č.12, 46-47 s. ISSN 1212-2572.
- [4] SONETECH s.r.o. *Integrovaný programovací systém pro číslicově řízené stroje - EdgeCAM - Frézování – EdgeCAM intelligent manufacturing*. Uživatelská příručka, 2005, 80 s.

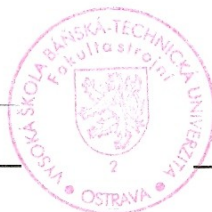
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Marek Sadílek, Ph.D.**

Datum zadání: 16.12.2011

Datum odevzdání: 21.05.2012

  
doc. Ing. Robert Čep, Ph.D.  
vedoucí katedry




  
prof. Ing. Radim Farana, CSc.  
děkan fakulty

## Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě ..... 16.5.2012 .....

  
.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své 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 předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě ..16.5.2012.....



.....  
podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Pavel Kubánek

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Záhumenní 52

Kravaře – Kouty

747 21

## ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

KUBÁNEK, P. *Návrh upínacích přípravků pro stroj EMCO PC MILL 155 : bakalářská práce*. Ostrava : VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra obrábění a montáže, 2012, 47 s. Vedoucí práce: SADÍLEK, M.

Bakalářská práce je zaměřena na návrh upínacích přípravků v CAD/CAM systémech pro stroj EMCO PC MILL 155. V teoretické části jsou uvedeny základní pojmy ze systému CIM (výroba integrovaná počítačem) a současný stav CAD/CAM systémů včetně zavádění upínacích přípravků do CAM systémů. V praktické části se práce zabývá CAD/CAM řešením mechanického upínače a svěráku RÖHM 721 UH a zavedením těchto upínacích přípravků do systému Mastercam. V poslední části je uvedeno jak změnit polohu upínačů v Mastercamu a docílit tak maximálního využití pracovního rozsahu stroje.

## ANOTATION OF THESIS

KUBÁNEK, P. *Fixtures Proposal for CNC Machine EMCO PC MILL 155 : Bachelor Thesis*. Ostrava : VŠB - Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Machining and Assembly, 2012, 47 p. Thesis head: SADÍLEK, M.

The thesis is focused on a proposal fixtures in CAD/CAM systems for CNC machine EMCO PC MILL 155. In the theoretical part provides the basic concepts of system CIM (computer integrated manufacturing) and the current state of CAD/CAM systems including the introduction of fixtures into the CAM systems. In the practical part the thesis deals the CAD/CAM solution to mechanical fixture and vise RÖHM 721 UH and the introduction of these fixtures into Mastercam. The last section described how to change the position of fixtures in Mastercam and thereby achieve maximum utilization of the working range of the machine.

## Obsah

<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK .....</b>	<b>8</b>
<b>1 ÚVOD .....</b>	<b>9</b>
<b>2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU APLIKACÍ CAD/CAM SYSTÉMŮ..</b>	<b>10</b>
2.1 HISTORIE CAD/CAM SYSTÉMŮ .....	10
2.2 UPLATNĚNÍ CAD/CAM SYSTÉMŮ V OBRÁBĚNÍ.....	10
2.3 VÝROBA SOUČÁSTÍ V CAD/CAM SYSTÉMECH .....	11
<b>3 POSTPROCESING.....</b>	<b>13</b>
3.1 ROZDĚLENÍ POSTPROCESORU .....	14
<b>4 SYSTÉM CIM A POPIS JEHO ZÁKLADNÍCH ČÁSTÍ .....</b>	<b>15</b>
4.1 CIM SYSTÉM .....	15
4.2 CAD SYSTÉM .....	16
4.3 CAM SYSTÉM.....	16
4.4 PPS SYSTÉM.....	16
4.5 CAPP SYSTÉM.....	16
4.6 CAPE SYSTÉM.....	17
4.7 CAQ SYSTÉM .....	17
<b>5 ZAVÁDĚNÍ POLOTOVARU A UPÍNACÍCH PŘÍPRAVKŮ V CAM SYSTÉMECH.....</b>	<b>18</b>
5.1 KONTROLA PROTI KOLIZI V REŽIMU SIMULACE A VERIFIKACE	18
<b>6 POPIS STROJE EMCO PC MILL 155 .....</b>	<b>20</b>
<b>7 KONSTRUKČNÍ NÁVRH UPÍNACÍCH PŘÍPRAVKŮ V CAD SYSTÉMU</b>	<b>21</b>
7.1 SVĚRÁK RÖHM 721 UH .....	21
7.1.1 CAD řešení svěráku RÖHM 721 UH.....	22
7.2 MECHANICKÝ UPÍNAČ .....	24
7.2.1 CAD řešení mechanického upínače .....	24

<b>8</b>	<b>NÁVRH ŘEŠENÍ UPÍNACÍCH PŘÍPRAVKŮ V CAM SYSTÉMU.....</b>	<b>26</b>
8.1	POSTUP KROKŮ V MASTERCAMU .....	26
8.2	ZPŮSOBY SIMULACE V MASTERCAMU.....	27
8.3	SIMULÁTOR STROJE EMCO PC MILL 155.....	29
8.3.1	Vytvoření simulátoru stroje .....	29
8.4	VLOŽENÍ SVĚŘÁKU RÖHM 721 UH DO CAM SYSTÉMU.....	31
8.5	VLOŽENÍ MECHANICKÉHO UPÍNAČE DO CAM SYSTÉMU .....	33
8.6	SIMULACE STROJE .....	36
8.6.1	Nastavení simulace stroje .....	36
<b>9</b>	<b>POZNATKY PRO PRAXI.....</b>	<b>41</b>
9.1	ZMĚNA POLOHY UPÍNAČŮ V MASTERCAMU .....	41
<b>10</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>44</b>
	<b>POUŽITÁ LITERATURA .....</b>	<b>45</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>46</b>

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Značení	Význam
CA	počítačem podporované systémy
CAA	počítačová podpora montáže výrobků
CAD	počítačem podporovaný návrh
CAE	počítačem podporované inženýrství
CAM	počítačem podporovaná výroba
CAMA	počítačová podpora údržby technických zařízení
CAPE	počítačová podpora výrobního inženýrství
CAPP	počítačová podpora při zpracování technologické dokumentace.
CAPPS	počítačová podpora plánování a řízení
CAQ	počítačová podpora řízení kvality výroby
CARS	počítačová podpora řízení průmyslových robotů a manipulátorů
CAT	počítačová podpora měření diagnostiky
CATS	počítačová podpora řízení dopravy a skladů
CIM	výroba integrovaná počítačem
CNC	počítačem číslicově řízený
NC	číslicově řízený
PLM	životní cyklus výrobku
PPS	výrobně plánovací systémy
X,Y,Z	osy souřadného systému
*.stl	přípona modelu vytvořeného ve formátu STL



# 1 ÚVOD

Stále silnější konkurenční prostředí nutí podnikatele používat novější a efektivnější výrobní technologie, které snižují výrobní náklady. Dnes už použití samotných CNC strojů nestačí, proto se většina podniků snaží do výroby zavést systém CIM a jeho části CAD/CAM systémy.

V současnosti je stále více požadováno, aby byl NC program co nejbezpečnější a odpadlo tak náročné seřizování a kontrola programu. Proto se stále více do CAD/CAM systému zavádějí upínací přípravky. Díky tomuto zavedení upínacích přípravků může CAD/CAM systém odhalit případné kolize nástroje s upínacími přípravky.

Hlavním úkolem této práce je vytvoření modelů upínacích přípravků pro stroj EMCO PC MILL 155 a popis jejich zavádění do CAM systému Mastercam. Tyto modely mohou využít studenti z katedry obrábění a montáže k ověření správnosti NC programu.

Druhotným úkolem práce je popis základních částí systému CIM, tedy i CAD/CAM systémů a vytvoření simulátoru stroje EMCO PC MILL 155. V předposlední kapitole se tato práce věnuje praktické změně polohy upínacích přípravků v systému Mastercam.

Po přečtení této práce by se měl čtenář orientovat v základních částech systému CIM a v současném stavu CAD/CAM systému včetně zavádění upínacích přípravků do CAD/CAM systému. Dále by měl zvládnout vytvořit upínací přípravky v CAD systému a úspěšně je zavést a nastavit v systému Mastercam. V tomto systému by měl zvládnout vytvořit simulátor konkrétního stroje.

## **Cíle bakalářské práce:**

- Popsat současný stav CAD/CAM systémů a systému CIM
- Konstrukční řešení upínacích přípravků.
- Vytvoření modelů upínacích přípravků v CAD systému.
- Vytvoření základního simulátoru stroje EMCO PC MILL 155.
- Popsat vložení upínacích přípravků do systému Mastercam.
- Popsat nastavení simulace obrábění.
- Popsat nastavení změny polohy upínacích přípravků v Mastercamu pro realizaci v praxi.

## **2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU APLIKACÍ CAD/CAM SYSTÉMŮ**

Neustálý konkurenční boj ve strojírenství vyvíjí tlak na konstruktéry a technology tak, že se musí potýkat s novými problémy a pracovat na nových řešeních. Zlepšení kvality, zlepšení drsnosti povrchu, zkrácení výrobních časů, rychlá změna výrobního programu a jiné nutné změny, to je jen několik málo problémů, které se musí vyřešit. Řešením složitých situací, které se velmi často objevují v praxi, je použití integrované výroby počítačem (CIM) a s ním související CAD/CAM systémy. [1]

### **2.1 HISTORIE CAD/CAM SYSTÉMŮ**

Historie a vývoj CAD/CAM systémů není příliš dlouhá. Je to dáno hlavně tím, že CAD/CAM systémy jsou silně propojené s vývojem výpočetní techniky. Počátky CAD jsou datovány od 50. let 20. století, kdy vznikl geometrický jazyk ATP. Dalším významným mezníkem je rok 1963, kdy bylo prezentováno vykreslení a manipulace grafických objektů na displeji, což můžeme považovat za začátek interakční počítačové grafiky.

První CAD/CAM systémy byly určeny pro oblast obrábění a dnes mají v této oblasti většinové postavení. Ze začátku se využívaly hlavně děrné štítky nebo děrné pásky. Zavedení CNC systému u obráběcích strojů mělo za následek zvýšení produktivity a efektivnosti obráběcích procesů. CNC stroje se v současnosti používají v hromadné, malosériové i v kusové výrobě. Dnes jsou CAD/CAM systémy důležitým pomocníkem všech firem ve strojírenství při generování NC kódu pro CNC obráběcí stroje. [1]

### **2.2 UPLATNĚNÍ CAD/CAM SYSTÉMŮ V OBRÁBĚNÍ**

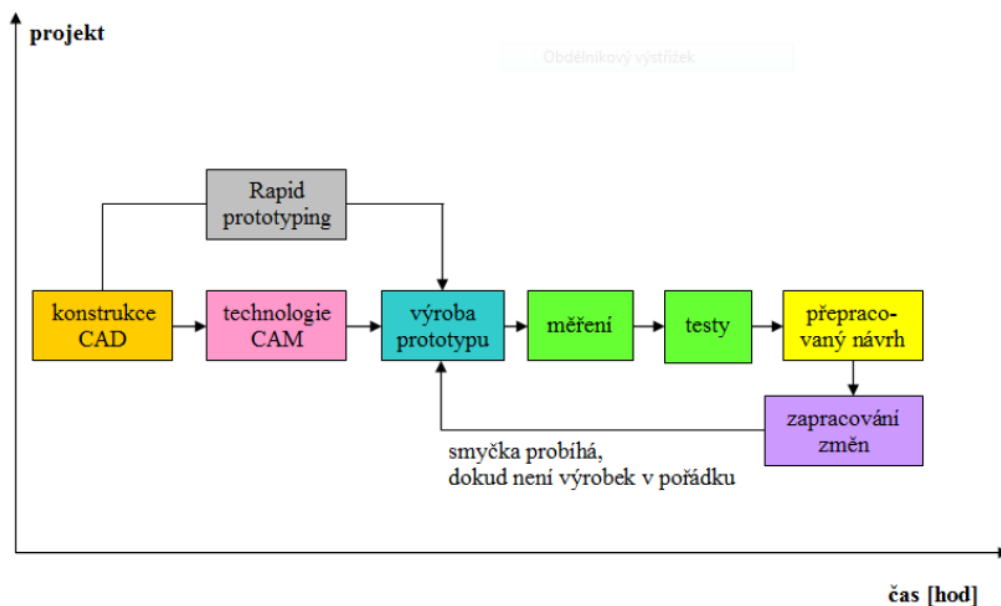
Většina firem, ale i živnostníků se v současnosti, z konkurenčních důvodů, snaží zavést CNC obráběcí stroje do výrobního procesu. Produktivita, efektivnost, přesnost a rychlost výroby jsou rozhodující existenční faktory firmy. [1]

Se zpracováním technologie souvisí i realizace některých speciálních operací, jako je hrubování složitých rotačních nebo nerotačních tvarů ve víceosém režimu obrábění. Řešená technologie je podmíněna možnostmi jednotlivých pracovišť NC strojů. [2]

Primární zavádění CAD/CAM systému je v oblasti obrábění kovacích zápustek, forem, a dalších tvarově složitých součástí. Tento známý fakt o použití je výsadou minulosti – doby začátku uplatnění CNC systému. V současnosti se CAD/CAM systémy zavádí i v běžné strojírenské praxi. [1]

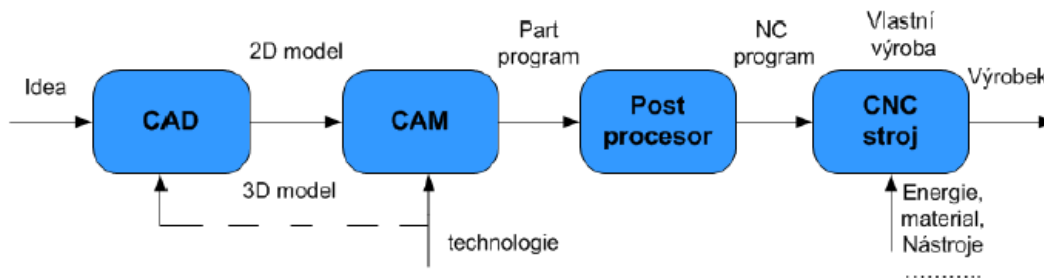
## 2.3 VÝROBA SOUČÁSTÍ V CAD/CAM SYSTÉMECH

Tato podkapitola velice stručně pojednává o základním postupu výroby součástí od počátečního nápadu až po konečný výrobek.



Obr. 1 Proces vývoje výrobku při použití CAD/CAM systému [1]

Postup výroby součástí v CAD/CAM systémech si můžeme představit jako souhrn všech činností probíhajících v jednotlivých rozhraních, které doprovázejí vytvoření součástí, od počátečního bodu návrhu, až po konečný bod výroby, jejímž výsledkem je určitý produkt. Tyto činnosti můžeme vidět na obr. 2 [1]



Obr. 2 Hierarchie výroby součástí pomocí CAD/CAM systému [3]

**Idea** = je v podstatě myšlenka, která představuje nejvolnější možný vstup do systému, bývá omezena rozměrovými a jinými požadavky na budoucí vyráběné součásti.

**CAD** = je modul pro počítačovou podporu výroby. Myšlenka budoucího výrobku se přenesou do počítače (tzv. vymodelováním součástí), k tomu se využije některý ze softwarů, tzv. CAD programy.

**CAM** = je modul pro počítačovou podporu výroby, pracuje jak geometrickými útvary v rovině, tak modely součástí. Výsledkem činnosti CAM modulu je partprogram.

**Postprocesor** = zpracovává informace z geometrického a technologického procesoru již s ohledem na konkrétní NC stroj a použitý řídicí systém.

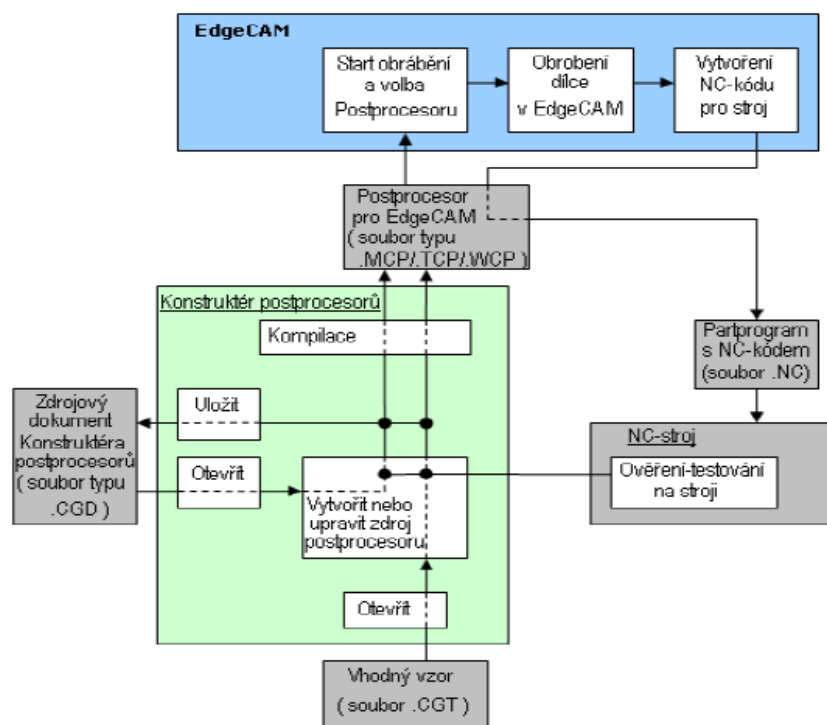
Výše uvedené pojmy jsou detailněji popsány v dalších kapitolách.

### 3 POSTPROCESING

V současnosti se díky využití různých CAD/CAM systémů podařilo výrazným způsobem zvýšit produktivitu předvýrobních operací. CAD/CAM systémy bezpochyby umožnily kvalitativní skok v řešení mnoha technických problémů využitím povrchových, objemových modelářů a dalších problémově zaměřených subsystemů, zlepšily řešení různých speciálních problémů, např. v odvětví parních turbin při výrobě a konstrukci turbinových lopatek atd. Abychom mohli vygenerovat NC kódy v CAD/CAM systémech, musíme použít programové moduly tzv. postprocesory. [2]

Kvalitní CAM systém se nemůže obejít bez kvalitního postprocesoru. Postprocesor převádí naprogramované pohyby stroje do řeči, které stroj rozumí, a vykonává tak určené pohyby. Některé stroje mohou mít jiný řídicí systém, a proto musíme k úpravě postprocesoru přistupovat velmi zodpovědně. [4]

Ne v každém případě máme možnost mít k dispozici požadovanou kombinaci obráběcího stroje a řídicího systému. Proto mají CAD/CAM systémy generátory postprocesorů, které můžou vytvořit další možnosti postprocesorů. Zvládnutí této problematiky nám umožňuje produkovat postprocesory pro různé kombinace řídicího systému a obráběcího stroje, ale také postprocesory, které mají určité funkce (např. kontrolu životnosti nástroje během opracování). [2]



Obr. 3 Průběh vytvoření postprocesoru a jeho vazeb [1]

### 3.1 ROZDĚLENÍ POSTPROCESORU

Rozdělení postprocesoru lze popsat podle více kritérií: [1]

- Podle počtu os, pro které se generuje současný pohyb nástroje:
  - jednoosé,
  - dvouosé,
  - trojosé, atd.
- Podle počtu řídicích systémů pro které se generuje NC program.
- Podle typu generovaných NC dat (diskrétní a “splinové” postprocesory).

Další možné rozdělení postprocesorů:

- Adaptivní.
- Neadaptivní.
- Parametrické.
- Neparametrické.

## 4 SYSTÉM CIM A POPIS JEHO ZÁKLADNÍCH ČÁSTÍ

CAD, CAM, CAE a další jsou anglické zkratky počítačových systémů, které patří do výroby integrované počítačem tzv. CIM. Všechny tyto systémy vycházejí z počítačové grafiky. Řeší celý návrh nových výrobků a jejich realizaci.

Kvůli vysokým hardwarovým nárokům byly tyto systémy používány ve specifických odvětvích, např. vojenský průmysl, automobilový průmysl a letectví. Dnes se tyto systémy díky rychlému rozvoji výpočetní techniky rozšířily i do běžného průmyslu. [1]

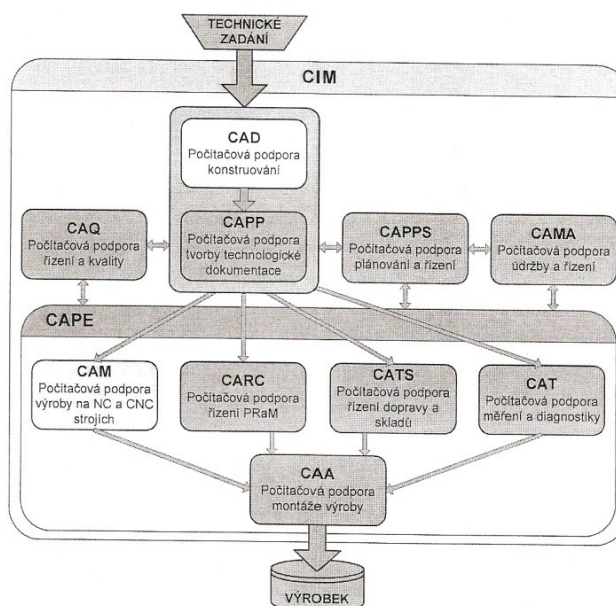
### 4.1 CIM SYSTÉM

CIM (Computer Integrated Manufacturing) = výroba integrovaná počítačem.

Tento produkt zahrnuje řízení celého podniku. Uplatňuje počítačovou podporu ve všech bodech výroby. Jeho účelem je zabrat všechny předchozí systémy od CAD přes CAM, CAE a řídit tok informací od nápadu až po konečnou realizaci výrobku. [1]

Cílem zavádění CIM je:

- zvýšení produktivity práce,
- zkrácení průběžné doby vývoje a výroby,
- zvýšení kvality výroby a výrobků,
- zvýšení časového a výkonového využití výrobních zařízení,
- snížení materiálové a energetické náročnosti.



Obr. 4 Schéma uspořádání dílčích CA systémů v komplexu [1]

Neexistuje standardní definice CIM. Je to skoro jako „filozofie“ výroby. CIM koncepce vznikla jako důsledek prudkého rozvoje průmyslových a počítačových technologií. [5]

Počítačem integrovaná výroba byla poprvé popsána v roce 1973 Josephem Harringtonem v knize “Computer Integrated Manufacturing”. Tento nápad vzbudil nevídanou pozornost. Všeobecně představoval novou filozofii řízení celého podniku. [6]

## **4.2 CAD SYSTÉM**

CAD (Computer Aided Desing) = počítačem podporovaný návrh

Je souhrnný pojem pro všechny činnosti, při kterých je výpočetní technika používaná přímo, nebo nepřímo při vývoji a konstrukci výrobku. Důležitou část současných CAD systémů tvoří matematické a geometrické modelování součástek a počítačová grafika. Dnešní CAD systémy už nejsou jen systémy, kdy se technická dokumentace tvořila kreslením čar. Jsou to systémy, v kterých se dokumentace tvoří z vyhotoveného objemového modelu, přičemž jsou k dispozici různé podpůrné nástroje na technické výpočty a analýzy. [5,7]

## **4.3 CAM SYSTÉM**

CAM (Computer Aided Manufacturing) = počítačem podporovaná výroba.

CAM je systém, který připravuje programy a data pro řízení NC strojů pro automatickou výrobu. Používá při tom geometrické a další informace vytvořené v CAD systémech. V užším pojetí představuje automatizované operativní řízení výroby na dílenské úrovni a zajišťuje i automatický sběr dat o reálném stavu výrobního procesu, NC výrobním systému a automatických dopravnících. [1]

## **4.4 PPS SYSTÉM**

PPS (Production Planning Systems) = výrobně plánovací systémy

Jedná se o použití výpočetní techniky pro celou řadu úloh řízení výroby a plánování. PPS systém musí zabezpečit rozplánování průběhu objednávky, tj. musí se koordinovat průběh objednávky ve výrobě tak, aby se v optimálních relacích splnila její realizace. [1,7]

## **4.5 CAPP SYSTÉM**

CAPP (Computer Aided Process planning) = počítačová podpora při zpracování technologické dokumentace.



Po vývojové a konstrukční fázi, v které se vytvořil návrh výrobku, následuje návrh technologie výroby. Návrh způsobu výroby, který je zapsán do technologické dokumentace, je vytvořený v rámci technologické přípravy výroby. Tato část předvýrobních fází je často jedna z nejnáročnějších a nejpracnějších v přípravné etapě výrobního procesu. Výstupem CAPP systému jsou různé formy technologické dokumentace (obrázkové, slovní a tabulkové technologické postupy), NC programy. CAPP tvoří důležité propojení mezi CAD/CAM systémy. [7,8]

#### **4.6 CAPE SYSTÉM**

CAPE (Computer Aided Production Engineering) = počítačová podpora výrobního inženýrství.

CAPE vytváří subsystém počítačové integrované výroby CIM. Zajišťuje počítačovou podporu všech úkonů spojených s výrobou součástky, např. programování výrobní techniky, dopravních, skladovacích a obslužných zařízení, zkoušení a diagnostiku výrobku. Tímto systémem je možno zkrátit čas uvedení výrobku na trh, zvýšit kvalitu a snížit náklady výroby. [8]

#### **4.7 CAQ SYSTÉM**

CAQ (Computer Aided Quality) = počítačová podpora řízení kvality výroby.

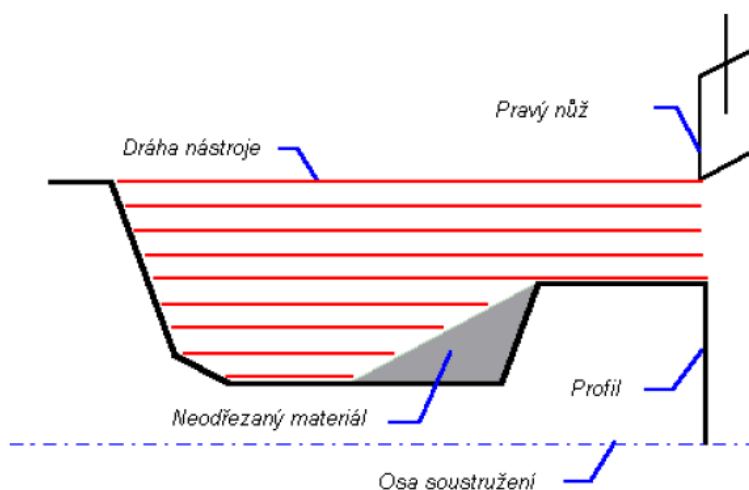
CAQ systém zajišťuje zabezpečení kontroly výrobku a řízení kvality výroby. Hlavními úkoly kontroly je technická diagnostika výrobních zařízení, kontrola výrobních plánů a kontrola výrobní dokumentace. Cílem CAQ systému je zvýšit kvalitu výrobku a zkrátit zpětné působení vyhodnocených jakostních parametrů na výrobní a předvýrobní fáze. [1]

## 5 ZAVÁDĚNÍ POLOTOVARU A UPÍNACÍCH PŘÍPRAVKŮ V CAM SYSTÉMECH

Polotovary se dá chápat jako výchozí tvar pro obrábění. Základním principem je nakreslení polotovaru, či upínek, nebo jejich vložení z CAD systému. Jednoduché tvary lze rychle nakreslit přímo v CAM systému, ale složitější tvary např. odlitky a výkovky, je vhodnější vložit z výkonnějšího CAD systému. [1]

Vytvořit polotovary a upínací prvky lze těmito způsoby: [1]

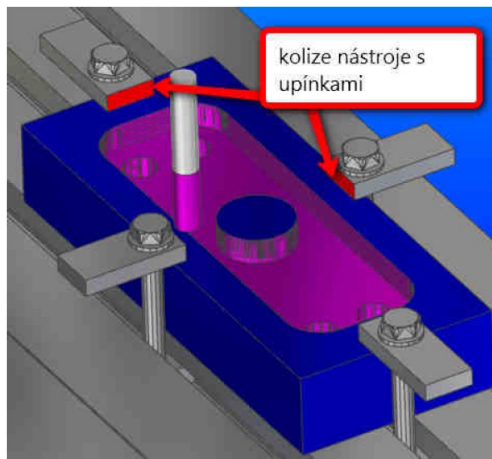
- vložení polotovaru či upínacích přípravků z CAD/CAM systému,
- nakreslení polotovaru či upínacích přípravků v systému CAM,
- vytvořením tzv. automatického polotovaru,
- vytvoření polotovaru z již vytvořené dráhy nástroje (obr. 5),
- použití modelu polotovaru ze simulace obrábění.



Obr. 5 Dráha nástroje vytvořená pravým nožem vybraná jako dynamický polotovary pro levý nůž. [9]

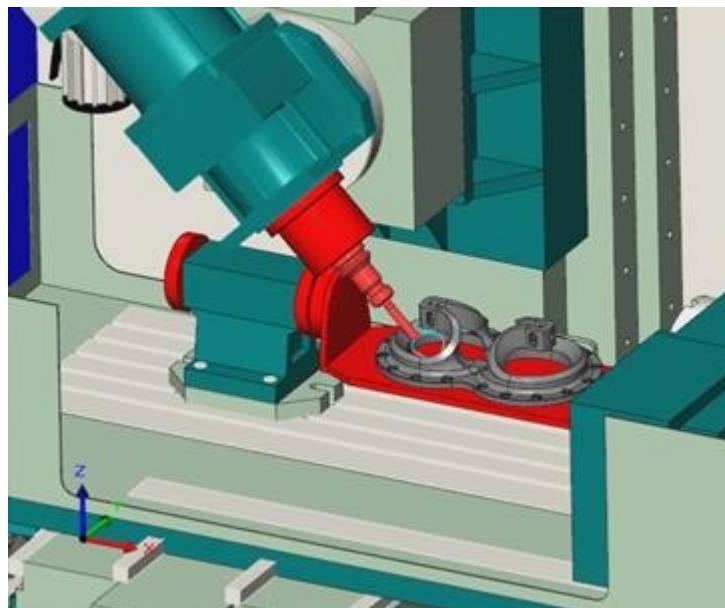
### 5.1 KONTROLA PROTÍ KOLIZI V REŽIMU SIMULACE A VERIFIKACE

Další oblastí CAM systémů, která ve velké míře přispívá ke zvyšování efektivity obrábění, je kvalitní vizualizace a verifikace vytvořeného NC programu. Jednoduchá vizualizace a verifikace vytvořeného NC programu je již standardně vestavěna do většiny CAM systémů. Pomocí této verifikace lze kontrolovat kolizi nástroje s obrobkem nebo upínkami. Verifikace také analyzuje případný zbytkový materiál, nebo podřezání. [1]



*Obr. 6 Kolize ve verifikaci v systému EdgeCAM [10]*

Některé CAM systémy umí simulovat a verifikovat kolize s materiálem a upínkami nejen pro držák nástroje a vřeteno, ale i celý obráběcí stroj, včetně jeho plné geometrie a pohybů (obr. 7). Pomocí speciálních modulů lze nastavit rozměry a kinematiku konkrétního stroje, vložit jeho řídicí systém a provést simulaci a verifikaci pohybu stroje. Modelovaný obráběcí stroj je ovládán stejnými řídicími funkcemi, a proto se simulace stroje chová stejně jako skutečný stroj v dílně. [1]



*Obr. 7 Kolize v simulaci stroje v systému Mastercam*

Některé systémy mohou simulaci uložit do komprimovaného \*.exe souboru. Takový soubor lze pak spustit a prezentovat na jakémkoli počítači bez nainstalované aplikace příslušného programu. Toto vylepšení umožňují např. SolidCAM, EdgeCAM a Mastercam. [1]

## 6 POPIS STROJE EMCO PC MILL 155

EMCO PC MILL 155 (obr. 8) je tříosá CNC obráběcí frézka s řídicím systémem SINUMERIC 810/840D a slouží pro výuku studentů na katedře obrábění a montáže. Hlavní technické parametry stroje jsou popsány v tabulce 1.

Tabulka 1 Technické parametry stroje EMCO PC MILL 155

Rozsah v osách X/Y/Z	300 / 200 / 300 [mm]
Rychloposuv	7.5 [m/min]
Upínací plocha stolu	520 x 180 [mm]
Maximální zatížení stolu	20 [kg]
Výkon hlavního pohonu	4 [kW]
Rozsah otáček	150 –10000 [ot/min]
Počet nástrojů	10
Rozměry stroje D x Š x V	1502 x 1284 x 1925 [mm]
Hmotnost stroje	700 [kg]



*Obr. 8 Stroj EMCO PC MILL 155*

## 7 KONSTRUKČNÍ NÁVRH UPÍNACÍCH PŘÍPRAVKŮ V CAD SYSTÉMU

Tato kapitola popisuje konstrukční návrh upínacích přípravků pro předepsaný stroj EMCO PC MILL 155. K tomuto úkolu byl použit CAD software AUTODESK Inventor 2011. Hlavním úkolem je vytvoření modelu upínacích přípravků. Tyto modely budou sloužit k výuce studentů na katedře obrábění a montáže, kteří budou moci využít tyto modely k ověření NC programu v CAM systému Mastercam.

Jako upínací přípravky byly zvoleny: svěrák RÖHM 721 UH, který je k dispozici na katedře obrábění a montáže, a mechanické upínače navržené pro stroj EMCO PC MILL 155.

### 7.1 SVĚRÁK RÖHM 721 UH

Svěrák RÖHM 721 UH (obr. 9) je klasický strojní svěrák s pevnou a pohyblivou čelistí. Technické parametry svěráku popisuje tabulka 2



Obr. 9 Svěrák RÖHM 721 UH [11]

Tabulka 2 Technické parametry svěráku [11]

Délka	283 [mm]
Šířka	107 [mm]
Výška	72,6 [mm]
Šířka čelistí	90 [mm]
Výška čelistí	24,6 [mm]
Max. rozevření čelistí	90 [mm]
Hmotnost	6,7 [kg]

### 7.1.1 CAD řešení svěráku RÖHM 721 UH

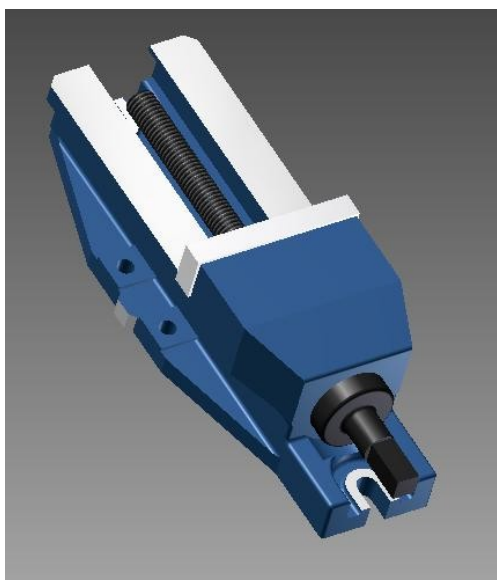
Úkolem CAD řešení je vytvoření sestavy svěráku RÖHM 721 UH tak, aby model rozměrově odpovídal skutečnému svěráku a dal se použít k ověření NC programu.

Postup vytvoření svěráku:

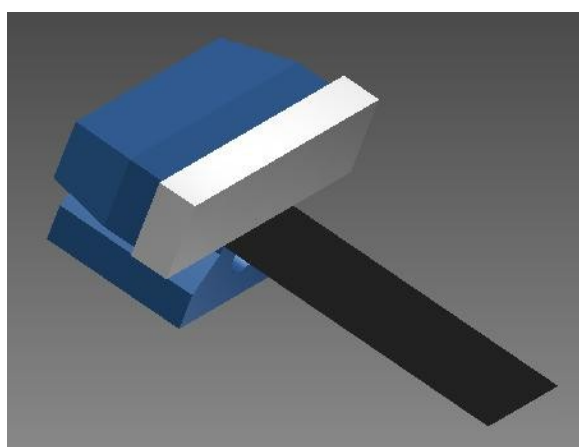
- Vymodelování pevné čelisti
- Vymodelování posuvné čelisti
- Vytvoření sestavy svěráku

#### Vymodelování čelistí

Pevná i posuvná čelist (obr. 10,11) byly vymodelovány podle technických parametrů svěráku. Díky tomu lze odhalit případné kolize již v CAM systému. Právě s čelistmi jsou nejčastější kolize, a proto musí co nejvíce odpovídat skutečnosti.



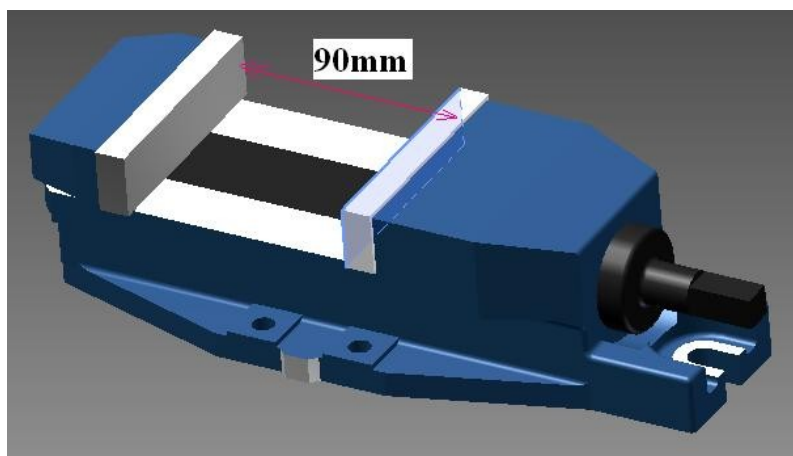
*Obr. 10 Vymodelovaná pevná čelist*



*Obr. 11 Vymodelovaná posuvná čelist*

## Vytvoření sestavy svěráku

Vytvoření sestavy spočívá v zavazbení pevné a posuvné čelisti. Čelisti jsou zavazbeny tak, aby vzdálenost mezi nimi byla 90mm podle maximálního rozevření svěráku (obr.12).

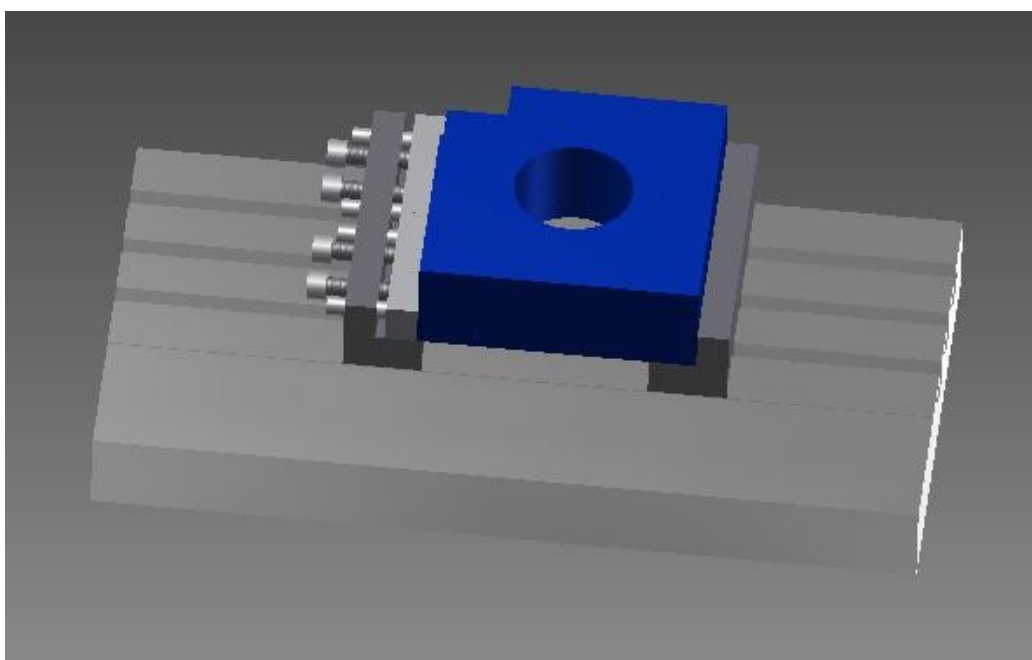


*obr. 12 Sestava svěráku RÖHM 721 UH*

Takto vytvořená sestava bude stačit k vložení do systému Mastercam. Upínací elementy svěráku nejsou zařazeny do sestavy z důvodu, že kolize s nimi je velice nepravděpodobná.

## 7.2 MECHANICKÝ UPÍNAČ

Tato podkapitola se zabývá návrhem mechanického upínače pro stroj EMCO PC MILL 155. Technická dokumentace upínače je k dispozici v přílohách 1 - 7. Výhodou tohoto upínače oproti svěráku je nižší výška. Upínač má výšku 50 mm, u svěráku je 72,6 mm. Díky tomu upínač umožňuje používat nástroje s větším vyložení. Druhou hlavní výhodou je možnost upnutí větších obrobků než u svěráku, jehož maximální rozevření je pouze 90mm. Sestavu upínače s upnutým obrobkem a pracovním stolem stroje můžeme vidět na obr. 13.



*Obr. 13 Sestava mechanického upínače*

### 7.2.1 CAD řešení mechanického upínače

Cílem této podkapitoly bude vytvoření dvou sestav z důvodu dvou možností upnutí obrobku pomocí mechanického upínače. První sestava bude umožňovat upnutí obrobku nad pracovním stolem a druhá upnutí obrobku ležícího na pracovním stole.

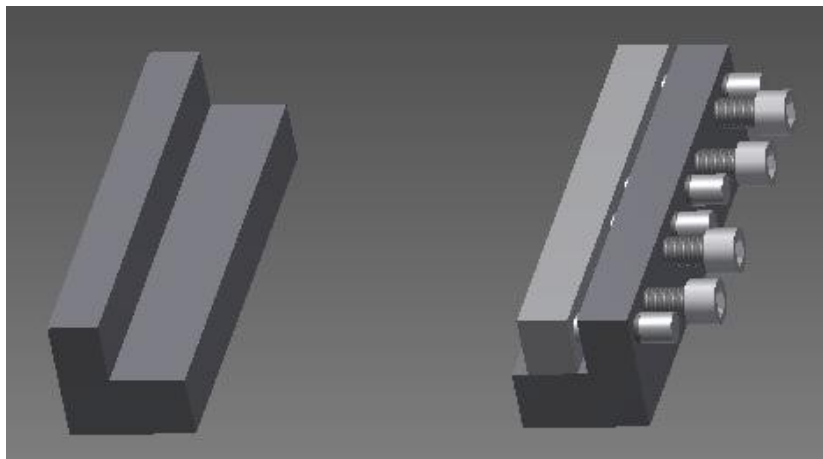
#### **Postup vytvoření mechanického upínače:**

- Vymodelování součástí upínače (pevný doraz, upínací doraz, posuvná kostka, vodící tyč, šroub M12).
- Vytvoření sestavy upínače upnutí nad stůl.
- Vytvoření sestavy upínače upnutí na stůl.



### Vytvoření sestavy „upnutí nad stůl“

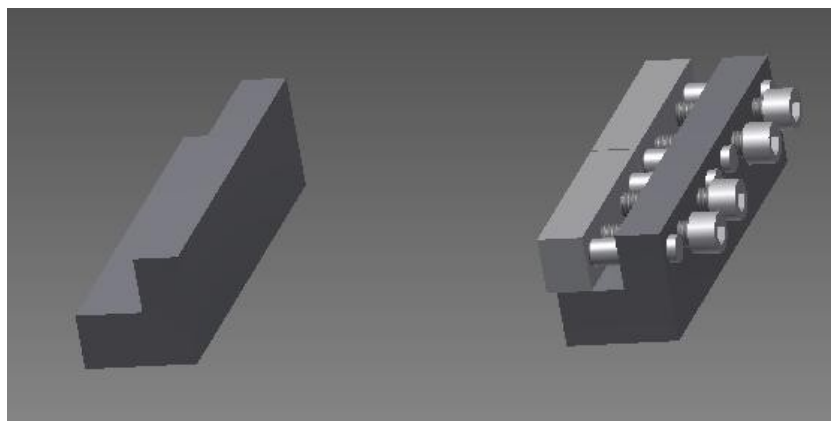
Tato sestava umožňuje upnutí obrobku nad pracovním stolem. Díky tomu lze vrtat průchozí otvory, aniž by se poškodil stůl frézky.



*Obr. 14 Sestava upínače „upnutí nad stůl“*

### Vytvoření sestavy „upnutí na stůl“

Stroj EMCO PC MILL 155 má rozsah v ose Z pouze 300 mm (viz Tabulka 1). To omezuje vyložení nástrojů, výšku upínačů i výšku obrobku. Tato sestava umožňuje upnutí obrobku přímo na pracovní stůl a tak minimalizovat jeho výšku.



*Obr. 15 Sestava upínače „upnutí na stůl“*

Takto vytvořené sestavy budou stačit k vložení do systému Mastercam. Upínací elementy upínače nejsou zařazeny do sestavy z důvodu, že kolize s nimi je velice nepravděpodobná. I kdyby nastala kolize s upínacím šroubem, tak je tento šroub nahrazen plným materiálem a systém by kolizi nahlásil.

## 8 NÁVRH ŘEŠENÍ UPÍNACÍCH PŘÍPRAVKŮ V CAM SYSTÉMU

Úkolem této kapitoly je CAM řešení upínacích přípravků. K tomuto řešení byl použit systém Mastercam X<sup>5</sup> a upínací přípravky popsané v kapitole 7. Mastercam X<sup>5</sup> je velice výkonný nástroj CAD/CAM určený k navrhování dílců a kompletních obráběcích procesů.

### 8.1 POSTUP KROKŮ V MASTERCAMU

#### 1. Zvolení typu stroje

Zvolení typu stroje je závislé na způsobu obráběcí technologie (soustruh, frézka..). Pokud je k dispozici postprocesor daného stroje, může se již zde zadat konkrétní stroj.

#### 2. Vložení obrobku

Vložit obrobek jde několika způsoby: buď se vytvoří v Mastercamu, nebo se vloží z CAD systému.

#### 3. Polohování obrobku

Je potřeba přesunout obrobek do nulového bodu. Zvolí se místo nulového bodu na obrobku a pomocí funkce „transformace“ příkazem „přesun do počátku“ se zapoložuje.

#### 4. Vložení polotovaru

Stejně jako u obrobku je zde na výběr více možností, polotovar se může nakreslit, nebo automaticky vložit přímo v Mastercamu, nebo u složitějších polotovarů (odlitky, výkovky) je efektivnější vložení z CAD systému.

#### 5. Vložení upínače

Vložit upínače lze dvěma způsoby, a to pomocí makra, nebo vložení z CAD systému a následně jejich zapoložování.

#### 6. Zavedení potřebných obráběcích operací

Obráběcí operace se v Mastercamu zavádějí pomocí „drah nástrojů“ v nástrojových panelech.

#### 7. Výběr upínače

V Mastercamu lze vybrat upínače pouze v simulaci stroje. *Simulace stroje/ nastavení spuštění simulace/upínač*

#### 8. Simulace obrábění

V simulaci obrábění sledujeme správnost drah nástroje a případné kolize. Díky tomu se může vygenerovat bezpečný NC kód.

## 9. Generování NC kódu

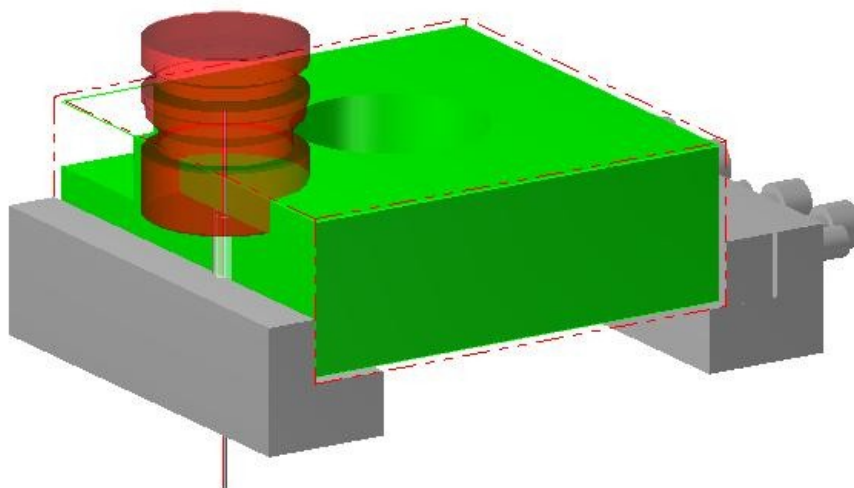
Po bezproblémové simulaci se může vygenerovat NC kód.

## 8.2 ZPŮSOBY SIMULACE V MASTERCAMU

V Mastercamu existují tři základní způsoby simulace obráběcích procesů. Každý z těchto způsobů zobrazuje upínače jinak. Úkolem této podkapitoly bude popsat všechny tři simulační režimy a jejich způsob zavádění upínacích přípravků.

### Simulace drah nástroje

Simulace drah nástroje je základní způsob simulace v systému Mastercam. Tato simulace nás ale neupozorňuje na případné kolize nástroje a obrobku, nebo kolize držáku s obrobkem (obr. 16)

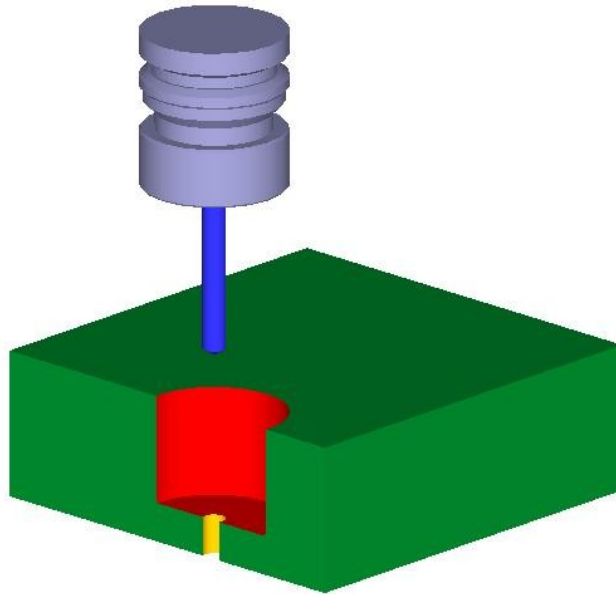


*Obr. 16 Simulace drah nástroje*

Podle obr. 16 můžeme vidět, že simulace drah nástroje zobrazuje upínací přípravky, ale pokud nástroj najede do upínače, tak nehlásí žádnou chybu, proto je tato simulace nevhodná pro zjišťování případných kolizí nástroje, nebo různých částí stroje s upínacím zařízením.

### Verifikace

Verifikace neboli ověření je jedním z nejčastějších způsobů kontroly obráběcích operací v CAM systémech a Mastercam není výjimkou. Ve verifikaci se může lehce rozpoznat např. nedořezaný materiál, ale kolize nástroje s obrobkem nikoli. Lze zjistit pouze případnou kolizi držáku nástroje s neodebraným materiálem. Materiál, který odebírá držák, zčervená (obr.17).



*Obr. 17 Verifikace v Mastercamu*

Verifikace v Mastercamu nedokáže upínací přípravky zobrazit (obr.17), proto taky nedokáže odhalit případné kolize s nimi. Z tohoto důvodu je verifikace nevhodný způsob ověření případných kolizí nástroje a upínače.

### **Simulace stroje**

Dostáváme se k poslednímu způsobu kontroly obráběcích operací v Mastercamu, simulaci stroje. V tomto režimu lze jako v jediném zjistit případné kolize nástroje s upínači. Podrobnější popis je v následující podkapitole 8.3 a v podkapitole 8.6

## 8.3 SIMULÁTOR STROJE EMCO PC MILL 155

Za účelem ověření správnosti NC programu a případných kolizí nástroje s upínači, nebo částmi stroje jsem se rozhodl vytvořit simulátor stroje EMCO PC MILL 155. V systému Mastercam jde zjistit případné kolize s upínači právě jenom v simulaci stroje, který ale nemá škola k dispozici, proto ho bude nutné vytvořit z jiného již existujícího stroje, který je zabudován v Mastercamu.

### Hlavní úkoly simulátoru stroje:

- Zobrazit geometrii stroje a jeho kinematiku.
- Upozornit na kolizi nástroje a upínače.
- Upozornit na kolizi nástroje a části stroje.
- Upozornit na kolizi nástroje a obrobku (geometrie, která nemá být obráběná).
- Upozornit na kolizi různých částí stroje.
- Upozornit na překročení rozsahu os stroje.

### 8.3.1 Vytvoření simulátoru stroje

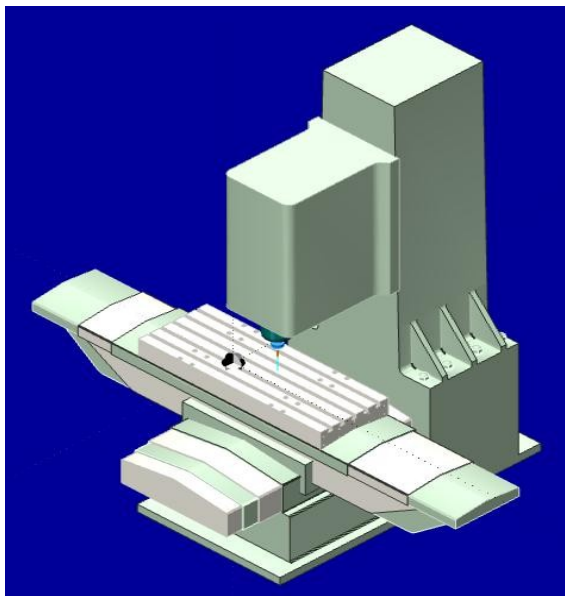
K vytvoření simulátoru stroje potřebujeme znát jeho technické parametry (viz tabulka 1). Veškeré vytvořené části stroje musí být v souboru **\*.stl**, aby mohly být vloženy do systému Modulworks ve kterém se definuje konkrétní stroj. V systému Modulworks není možná transformace ani otočení jednotlivých částí stroje, proto se musí již vymodelovat vzhledem k nulovému bodu stroje.

#### Postup vytvoření simulátoru stroje:

- Vymodelovat jednotlivé části stroje
- Založit novou složku: EMCO PC MILL 155 (v adresáři C:\Users\Public\Documents\shared mcamx5\ModuleWorks\MachSim) a uložit do ní všechny vytvořené modely stroje.
- Vybrat podobný stroj jako EMCO PC MILL 155 a uložit jako (pozor uložit do adresáře C:\Users\Public\Documents\sharedmcamx5\ModuleWorks\MachSim\EMCO PC MILL 155). Název souboru musí být stejný jako název složky. Tedy EMCO PC MILL 155.
- Otevřít kopii a upravit stroj.

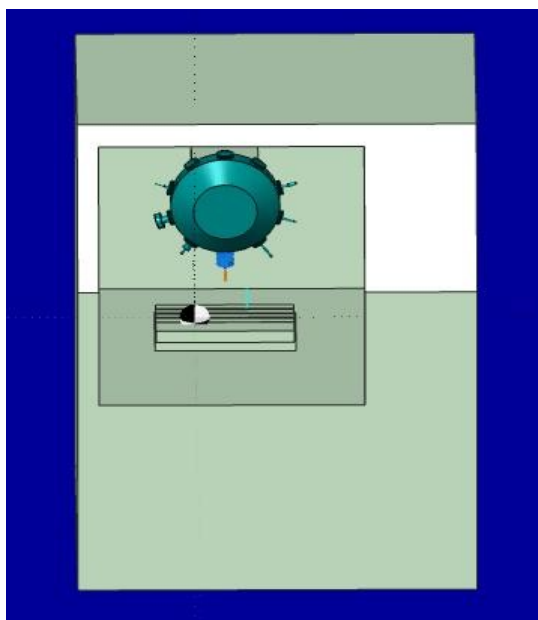
Pro simulátor EMCO PC MILL 155 byly vymodelovány tyto součásti: pracovní stůl stroje, nástrojová hlava, komponent v ose Z, komponent v ose Y a základní rám stroje. Pomocí těchto modelů lze vytvořit jednoduchý simulátor stroje EMCO PC MILL 155.

Pro vytvoření simulátoru stroje byl zvolen podobný stroj 1\_3AXGEN\_VMC (obr. 18), který je k dispozici v základním výběru strojů v systému Mastercam. Jde o klasickou tříosou frézku, která má stejnou kinematiku jako stroj EMCO PC MILL 155. Je tedy nejjednodušší na úpravu.



*Obr. 18 Stroj 1\_3AXGEN\_VMC*

Po nahrazení všech potřebných prvků stroje je simulátor EMCO PC MILL 155 (obr. 19) téměř připraven k použití, stačí už jen změnit rozsah jednotlivých os podle tabulky 1.



*Obr. 19 Simulátor stroje EMCO PC MILL 155*

Pozor, takto vytvořený simulátor je jen simulátor, nemá nic společného s postprocesorem!

## 8.4 VLOŽENÍ SVĚŘÁKU RÖHM 721 UH DO CAM SYSTÉMU

K vložení svěřáku RÖHM 721 UH do CAM systému se využije CAD návrh z kapitoly 7. Jedná se o sestavu svěřáku, kterou popisuje podkapitola 7.1.1.

Existují dvě možnosti vložení svěřáku, a to pomocí „*Soubor/Vložení do souboru*“ a pomocí „*transformace*“ zapolohovat svěřák k obrobku, nebo pomocí makra. Po dotazu na distributora Mastercamu o možnosti vložení upínacích přípravků pomocí maker bylo odpovězeno, že jsou v Mastercamu makra značně složitá, ale že se budou tímto problémem zabývat. Nezbývá tedy nic jiného než použít první z uvedených možností.

### Postup vložení svěřáku do Mastercamu

#### 1. Vložení sestavy svěřáku

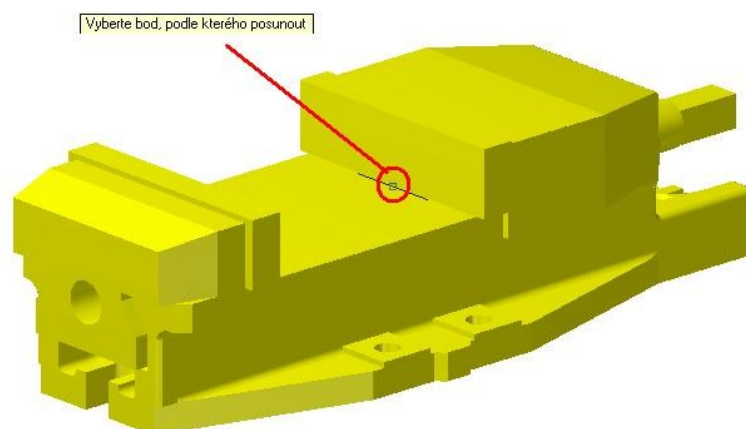
Sestava svěřáku se vloží pomocí „*Soubor/Vložení do souboru*“.

#### 2. Změna hladiny svěřáku.

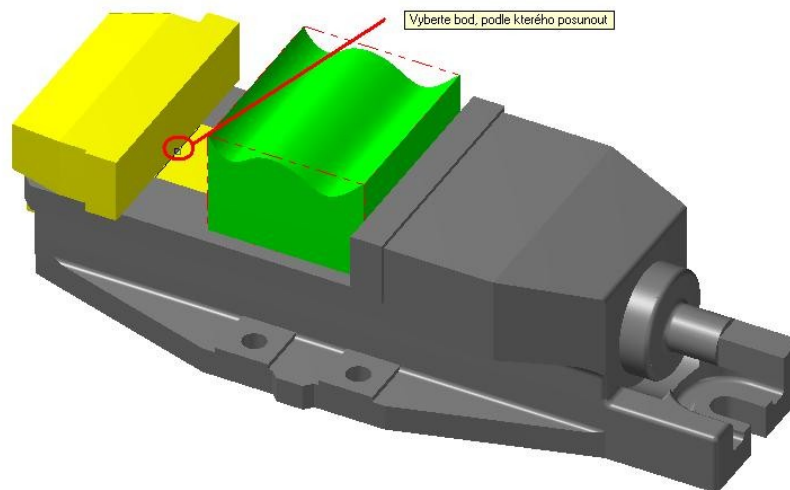
Po vložení svěřáku je každá čelist, pevná i posuvná, v jiné hladině. Pro další kroky bude efektivnější obě čelisti převést do stejné hladiny. Vyberou se obě čelisti a ve funkci „*Analýza*“ příkaz „*Vlastnosti prvků*“ lze změnit číslo hladiny i barvu. Tlačítkem „*Na celý výběr*“ se provede aplikování změn na obě součásti a stačí jen potvrdit.

#### 3. Zapolohování svěřáku

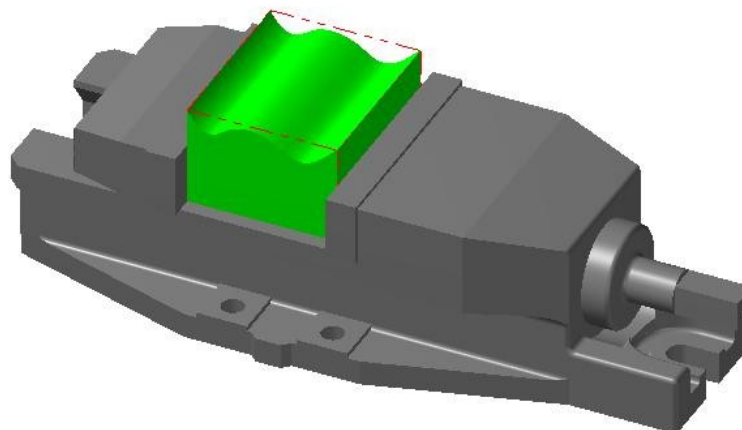
K zapolohování svěřáku se použije funkce „*transformace*“ příkaz „*posunutí*“. Nejdříve se přesune celý svěřák tak, aby pevná čelist doléhala k obrobku (obr. 20) a posléze se přesune pohyblivá čelist na obrobek (obr.21). Mastercam dokáže najít polovinu hrany obrobku i dané čelisti. To umožní upnout obrobek přesně ve středu upínací plochy svěřáku (obr.22).



Obr. 20 Transformace pevné čelisti k obrobku.



*Obr. 21 Transformace posuvné čelisti k obrobku.*



*Obr. 22 Upnutý obrobek ve svěráku.*

#### **4. Nastavení obráběcích operací**

Pomocí funkce „*dráhy nástrojů*“ lze zvolit potřebné obráběcí operace.

#### **5. Nastavení simulace stroje**

Nastavení simulace stroje se provádí ještě před samotným spuštěním simulace ve funkci „*simulace stroje*“ v příkazu „*nastavení spuštění simulace*“. Podrobnější popis nastavení simulace je v podkapitole 8.6.

#### **6. Simulace stroje**

Po správném nastavení by měla simulace zobrazovat případné kolize a upozorňovat na ně chybovým hlášením a zčervenáním kolizních součástí. Podrobnější popis je v podkapitole 8.6.



## 8.5 VLOŽENÍ MECHANICKÉHO UPÍNAČE DO CAM SYSTÉMU

K vložení mechanického upínače do CAM systému se využije CAD návrh z kapitoly 7. Jedná se o sestavy mechanického upínače, které popisuje podkapitola 7.2.1.

Stejně jako v předchozí podkapitole se bude mechanický upínač vkládat pomocí „*Soubor/Vložení do souboru*“. Dříve než se upínač vloží, mělo by se rozhodnout, jak bude obrobek upnut. Zda bude upnutý nad stolem, nebo ležící na stole. Z tohoto důvodu byl vytvořen jednoduchý výkres L profilu pevného dorazu (příloha 8), ze kterého studenti zjistí základní parametry upínače. Na základě těchto parametrů se budou schopni rozhodnout, jaký způsob upnutí zvolit.

### Postup vložení mechanického upínače do CAM systému:

#### 1. Vložení sestavy upínače

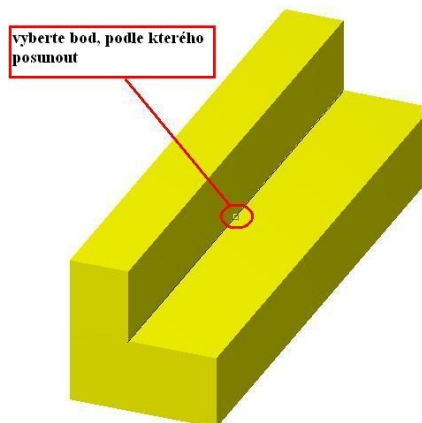
Zvolená sestava upínače se vloží pomocí „*Soubor/Vložení do souboru*“.

#### 2. Změna hladiny upínače

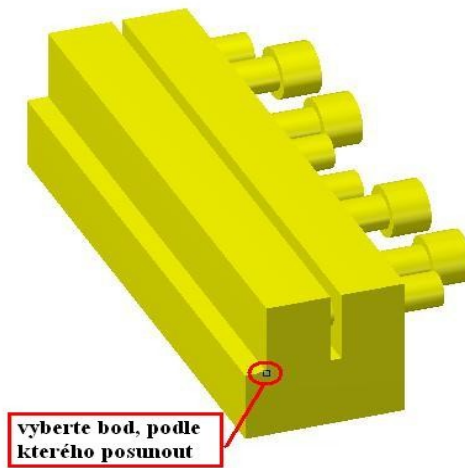
Po vložení upínače je každá část stejně jako u svěráku v jiné hladině. Oproti svěráku má ale upínač více částí a vybírat části po jedné je zbytečně zdlouhavé a neefektivní, proto doporučuji vybírat prvky upínače pomocí pole, což zabere minimum času. Změna hladiny se provede stejně jako u svěráku ve funkci „*Analýza*“ příkaz „*Vlastnosti prvků*“.

#### 3. Zapolohování upínače

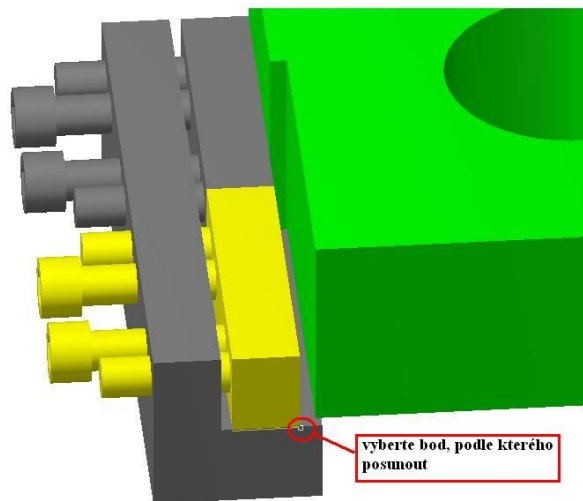
K zapolohování upínače se použije stejně jako u svěráku funkce „*transformace*“ příkaz „*posunutí*“. Jako první se k obrobku přesune pevný doraz (obr. 23) a poté se přesune upínací doraz (obr. 24). Na rozdíl od svěráku může upínač upnout i strany obrobku, které jsou osazené. K tomu je potřeba přesunout jednu posuvnou kostku společně se šrouby a vodícími tyčemi (obr. 25).



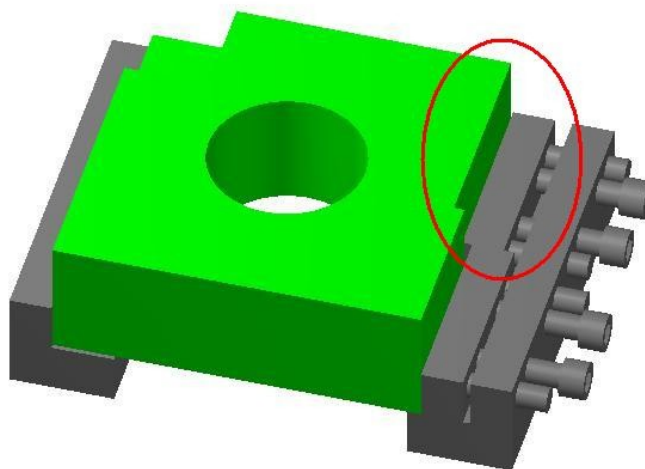
Obr. 23 Transformace pevného dorazu.



*Obr. 24 Transformace posuvného dorazu.*



*Obr. 25 Transformace posuvné kostky.*



*Obr. 26 Upnutý osazený obrobek pomocí upínače.*

#### **4. Nastavení obráběcích operací**

Pomocí funkce „*dráhy nástrojů*“ se zvolí potřebné obráběcí operace.

#### **5. Nastavení simulace stroje**

Nastavení simulace stroje se provádí ještě před samotným spuštěním simulace ve funkci „*simulace stroje*“ v příkazu „*nastavení spuštění simulace*“. Podrobnější popis nastavení simulace je v následující podkapitole 8.6.

#### **6. Simulace stroje**

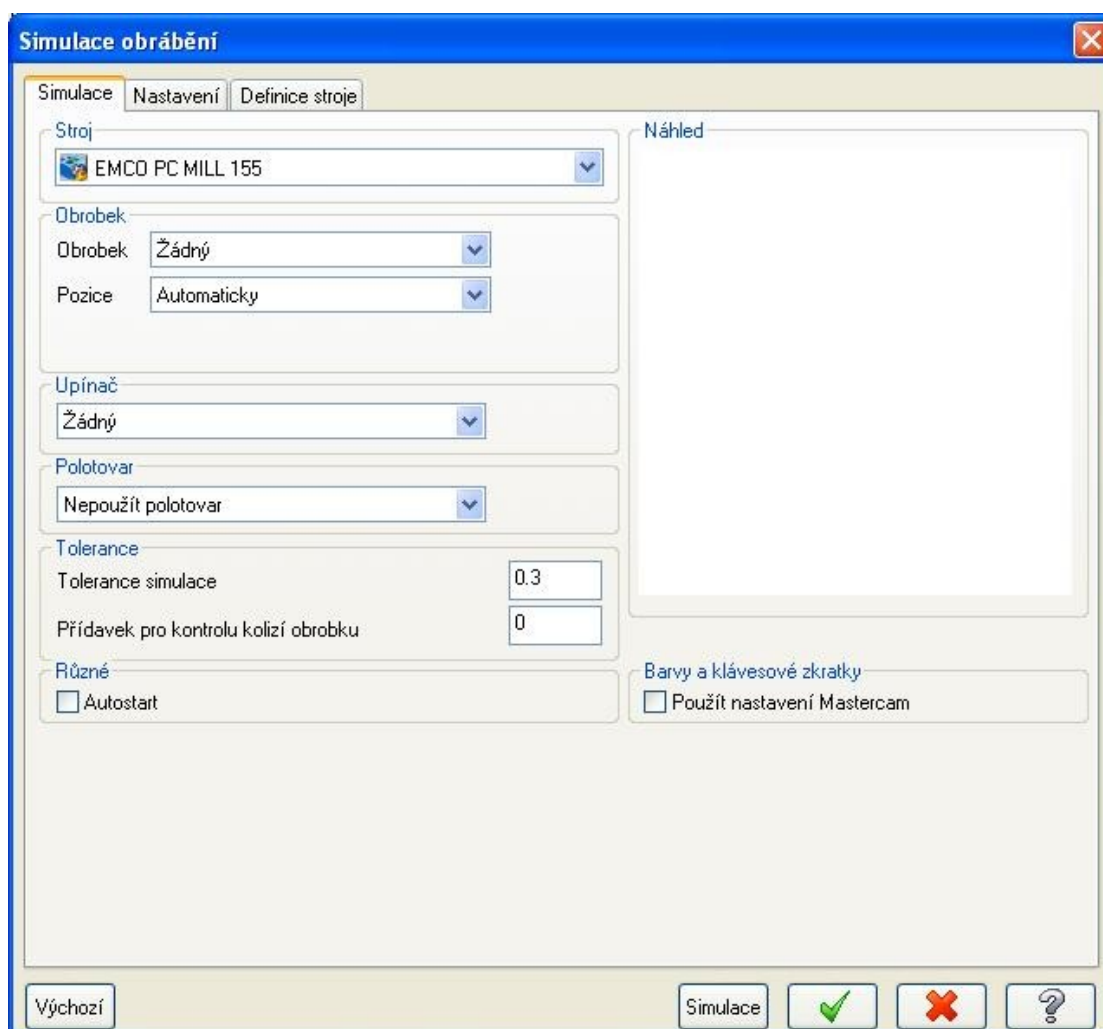
Po správném nastavení by měla simulace zobrazovat případné kolize a upozorňovat na ně chybovým hlášením a zčervenáním kolizních součástí. Podrobnější popis je v následující podkapitole 8.6.

## 8.6 SIMULACE STROJE

Jak už bylo popsáno v podkapitole 8.3, je simulace stroje jediný možný způsob, jak v Mastercamu odhalit kolize upínacích přípravků s částmi stroje. V této podkapitole bude řešeno jak nastavit simulaci stroje tak, aby se kolize zobrazily jak chybovým hlášením, tak barevnou změnou kolizních součástí.

### 8.6.1 Nastavení simulace stroje

Na nastavení simulace stroje závisí, jestli se zobrazí případné kolize, či ne, proto je toto nastavení velice důležité. Do nastavení simulace se dostane pomocí funkce „*simulace stroje*“ příkaz „*nastavení spuštění simulace*“. Po tomto spuštění se objeví okno Simulace obrábění (obr. 27).



Obr. 27 Okno simulace obrábění

V okně simulace obrábění se nastavují čtyři parametry, a to stroj, obrobek, upínač a polotovary. Další parametry se ponechávají beze změny.

## 1. Stroj

V nastavení stroje je na výběr široká škála strojů. Vybereme stroj EMCO PC MILL 155, který byl vytvořen v podkapitole 8.3.

## 2. Obrobek

Způsoby vybrání obrobku:

- Všechny prvky (simulace bude brát všechny prvky, které jsou vloženy v Mastercamu jako obrobky).
- Vybrané prvky (je možné vybrat jednu i více součástí).
- Z hladiny (po vybrání čísla hladiny bude simulace brát za obrobek všechny prvky, které se nacházejí ve zvolené hladině).
- Žádný.
- Načíst z STL (načtení součásti z STL souboru).

## 3. Upínač

Způsoby vybrání upínače:

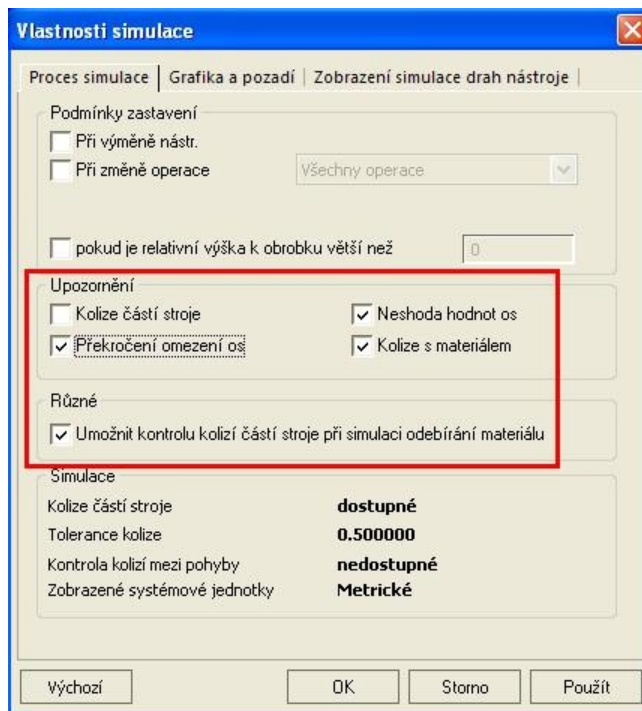
- Vybrané prvky (je možné vybrat jednu i více součástí, ale vzhledem k tomu, že některé upínače mají i desítky součástí, tak je tento způsob neefektivní).
- Z hladiny (nejjednodušší způsob výběru upínače, po vybrání čísla hladiny bude simulace brát za upínač všechny prvky, které se nacházejí ve zvolené hladině).
- Žádný.
- Načíst z STL (načtení součásti z STL souboru).

## 4. Polotovar

Způsoby vybrání polotovaru:

- Nepoužít polotovar.
- Použít definici z Mastercamu (simulace převezme polotovar, který byl nadefinován v Mastercamu).
- Z hladiny (po vybrání čísla hladiny bude simulace brát za polotovar všechny prvky, které se nacházejí ve zvolené hladině).
- Načíst STL soubor (načtení součásti z STL souboru).

Po výběru všech parametrů se může spustit simulace. V tomto režimu je ještě potřeba v příkazu „*vlastnosti simulace*“ nastavit určité parametry. Tyto parametry jsou zobrazeny na obr. 28.

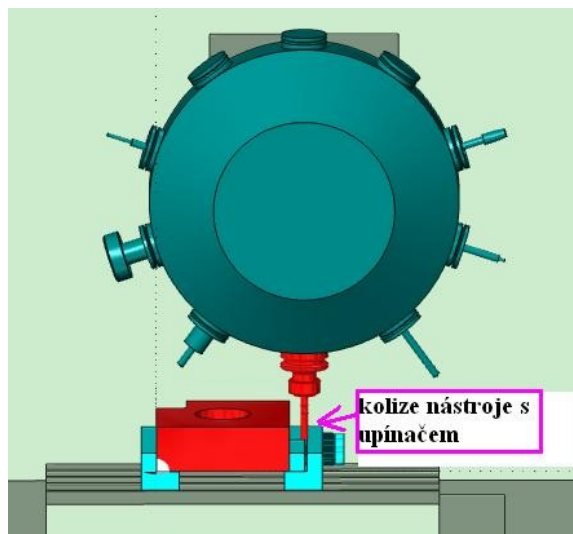


Obr. 28 Vlastnosti simulace

### Možnosti nastavení simulace

Z výše uvedených způsobů zavádění obrobku, upínače a polotovaru je zřejmé, že existuje více možností nastavení simulace. Zde se bude simulovat pouze kolize nástroje s upínačem, proto bude stačit kombinovat nastavení vložení obrobku a upínače.

Jako první je zobrazena simulace (obr. 29), kde byl obrobek vybrán jako všechny prvky a upínač z hladiny. To že nám zčervenal obrobek, zapříčinilo nastavení obrobku ze všech prvků. Ve výpisu simulace (obr. 30) se objevuje hlášení kolize nástroje s obrobkem. Simulace tedy bere jako obrobek i upínač.



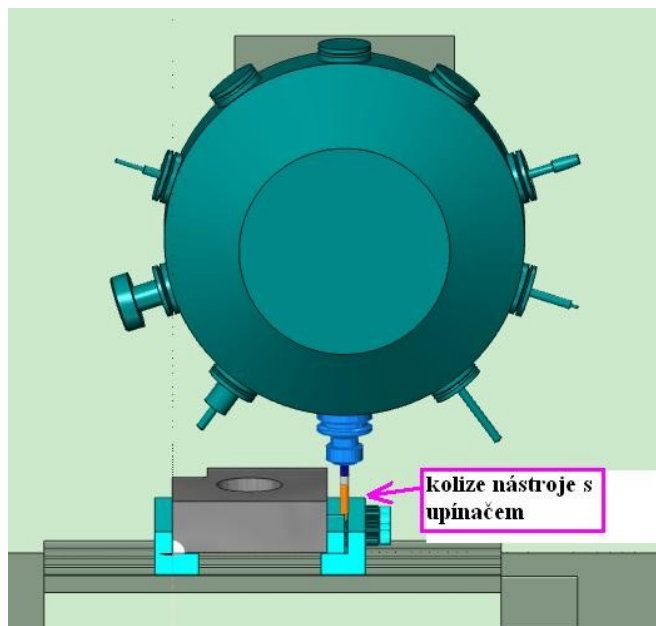
Obr. 29 Kolize při nastavení obrobku ze všech prvků a upínače z hladiny

Blok	Poznámka
Operace 1 : #1 -	
Nástroj	
0	No. 110 - Vrták - d = 10 - 10. DRILL
Kolize	
28 - 32	Kolize mezi tool a workpiece, range: more than 5...

Obr. 30 Hlášení kolize v simulaci

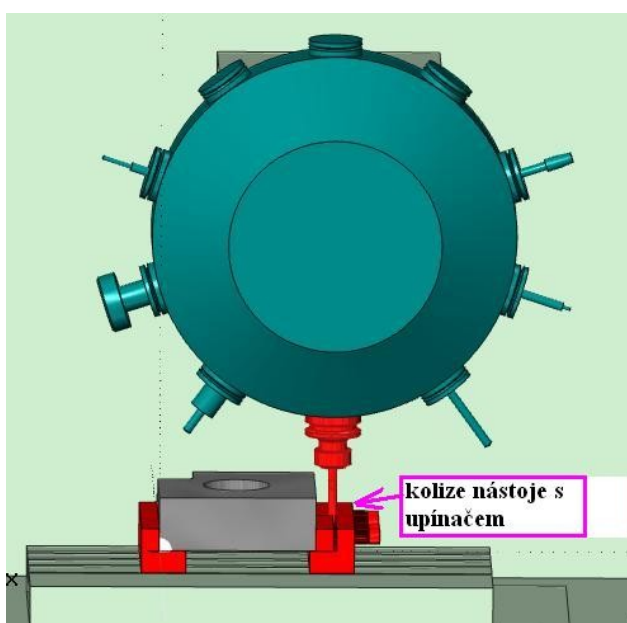
Nastavit obrobek ze všech prvků jde ale jenom, když je polotovár vytvořen v Mastercamu. Kdyby byl polotovár vložen z CAD systému a obrobek nastaven ze všech prvků, simulace by brala za obrobek i polotovár. To by způsobilo hlášení kolizí i s materiálem, který má být odebírán, proto je v takové situaci potřeba obrobek vybrat z hladiny a polotovár z jiné hladiny. V nastavení simulace by se tedy obrobek, upínač a polotovár vybraly každý z určité hladiny. Tím se docílí, že při kolizi nástroje a upínače zčervená jak nástroj, tak upínač. Zatímco při odebírání materiálu simulace žádné chybové hlášení zobrazovat nebude.

Pro další simulaci se tedy nastaví: obrobek z jedné hladiny a upínač z jiné hladiny. Na obr. 31 je vidět, že simulace nesignalizuje kolizi mezi nástrojem a upínačem a upínač ignoruje.

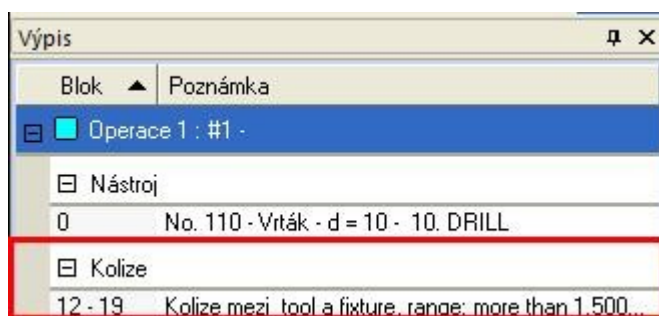


Obr. 31 Kolize při nastavení obrobku a upínače z jiné hladiny.

Od dodavatele přišlo vysvětlení, že chyba není v nastavení simulace, ale v simulátoru stroje, proto je potřeba, ještě než se spustí simulace, upravit stroj. Každý simulátor stroje, který je k dispozici v Mastercamu, je standardně nastaven tak, aby hlásil kolize nástroje s částmi stroje a obrobkem, proto se musí do nastavení přidat ještě upínače. Po spuštění simulace v záložce „stroj“ příkaz „upravit stroj“ v položce „ccl“ stromu konstrukce stroje se v pravém sloupci vybere možnost „Add Object“, z otevřené nabídky se vybere položka „fixture“ a stačí už jen uložit změny. Po těchto změnách se opět vybere obrobek z jedné hladiny a upínač z jiné hladiny. Na obr. 32 lze vidět, že při kolizi zčerveneá nástroj i upínač a ve výpisu simulace (obr. 33) se objevuje hlášení kolize mezi nástrojem a upínačem.



Obr. 32 Kolize při nastavení obrobku a upínače z jiné hladiny. Po úpravě stroje



Obr. 33 Hlášení kolize mezi nástrojem a upínačem

Z výše uvedených možností nastavení simulace je zřejmé, že nejlepší způsob je výběr upínače a obrobku z jiné hladiny. Tento způsob zajišťuje správné zobrazení kolizí a to jak barevnou změnou kolizních součástí, tak chybovým hlášením.

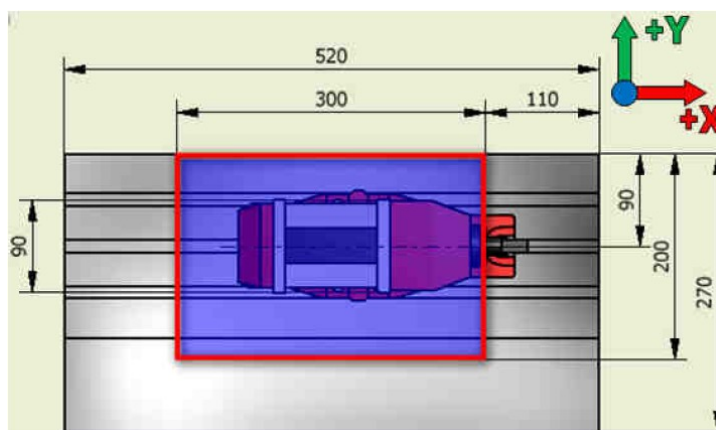


## 9 POZNATKY PRO PRAXI

Tato kapitola popisuje základní poznatky pro praktické zavádění upínacích přípravků do Mastercamu. Upínací přípravky vložené do Mastercamu by měly mít stejnou pozici jako v reálném stroji. Aby odpovídala pozice upínače v Mastercamu pozici upínače ve stroji, musí docházet ke komunikaci mezi technologem, programátorem a seřizovačem. Seřizovač by měl dostat dokumentaci, podle které bude schopen zavést upínací přípravky ve stroji stejně, jak je zavedl programátor v Mastercamu. Tuto komunikaci může zajišťovat systém CIM.

### 9.1 ZMĚNA POLOHY UPÍNAČŮ V MASTERCAMU

Polotovár by měl být umístěn doprostřed upínací plochy stolu tak, aby bylo možné co nejvíce využít pracovní rozsah stroje (obr. 34).

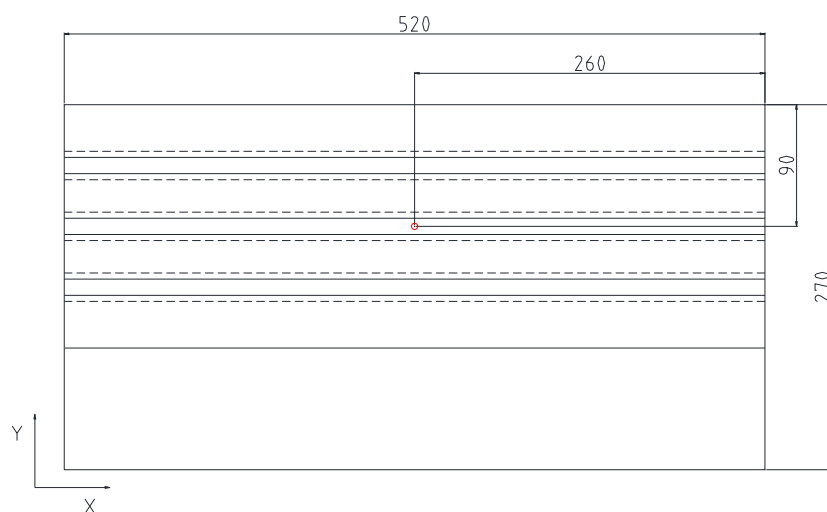


Obr. 34 Pracovní rozsah stroje [10]

Mastercam vkládá obrobek s upínacími přípravky automaticky podle velikosti na střed upínací plochy. Problémem je, že upínače nejsou symetrické, proto Mastercam vždy umístí obrobek mimo střed upínací plochy. Oba dva vytvořené upínače, tedy svěrák RÖHM 721 UH a mechanický upínač jsou nesymetrické podle osy Y. Dochází tedy k posunu v ose X.

Opravit chybu posunutí v ose X je velice snadné. Stačí znát umístění nulového bodu obrobku. Po spuštění funkce „*simulace stroje*“ příkaz „*nastavení spuštění simulace*“ v kolonce „*obrobek*“ se vybere možnost „*pozice*“ a „*posunutí v XYZ*“. V ose X se přepíše stávající hodnota na hodnotu požadovanou.

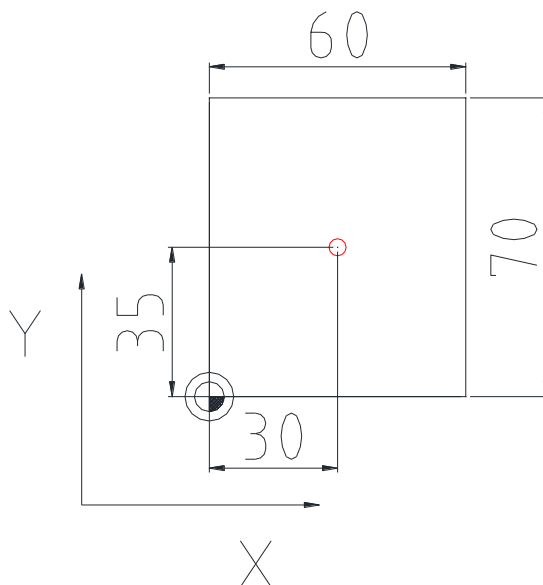
Posunutí v XYZ je vlastně posunutí nulového bodu. Nulový bod stoje je v simulátoru umístěn doprostřed upínací plochy (obr. 35). To proto, aby se nám dobře počítalo případné posunutí.



Obr. 35 Střed upínací plochy stolu

**Příklad posunutí:**

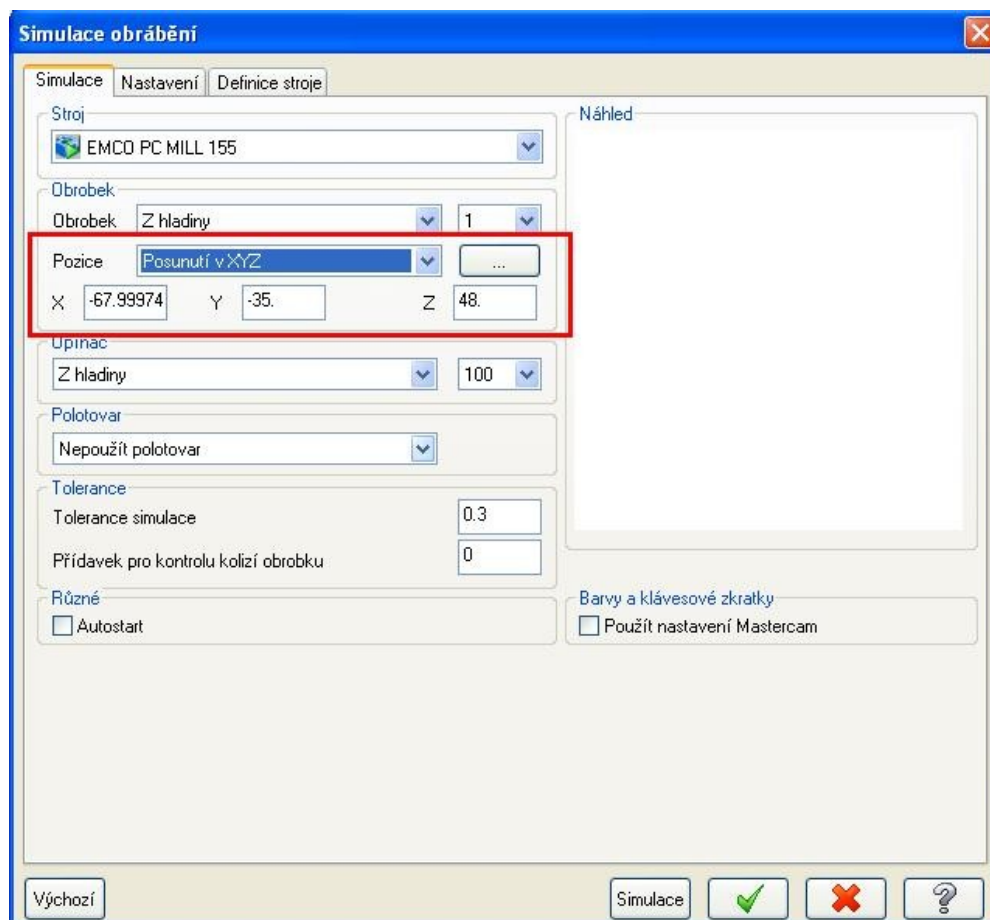
Máme kostku o rozměrech 60x70x60 mm. Nulový bod se nachází v levém dolním rohu (obr. 36). Potřebujeme přesunout střed kostky na střed upínací plochy (obr. 35).



Obr. 36 Rozměry obrobku

Střed kostky a střed upínací plochy stolu bude tedy v rovině XY splývat v jeden bod. Na obr. 36 lze vidět, že nulový bod obrobku je posunut oproti středu v X ose o -30 mm a v Y o -35 mm. Jelikož je nulový bod umístěn v levém dolním rohu, posunutí v Z ose je 0,

ale to jenom v případě, že obrobek bude ležet na stole. Jestli bude pro upnutí použit například svěrák, bude posunutí v Z ose 48 mm, což je vzdálenost od povrchu stolu ke spodní hraně čelisti svěráku.



Obr. 37 Posunutí XYZ

Po zvolení posunutí XYZ se v jednotlivých souřadnicích objeví parametry automatického posunutí (obr. 37). Lze vidět, že v Y a Z ose souřadnice posunutí souhlasí. V X ose se změní posunutí na -30. Po této změně bude obrobek posunut přesně do středu upínací plochy stolu a upínače se tomuto posunutí přizpůsobí, tím se docílí maximálního využití pracovního rozsahu stroje.

## 10 ZÁVĚR

V teoretické části této práce byl popsán základní přehled CAD/CAM systémů včetně popisu posprocesoru, základních částí systému CIM a technické parametry stroje EMCO PC MILL 155.

V praktické části se řešil CAD/CAM návrh upínacích přípravků. V CAD návrhu tato práce počítala, že má čtenář základní vědomosti o modelování v CAD systémech. Proto je zde popis modelování přípravků popsán jen okrajově. Protože se počítá s výrobou mechanického upínače, byla v CAD systému vytvořena technická dokumentace, která je k dispozici v přílohách. Návrh mechanického upínače byl limitován hlavně zatížením stolu, jenž je pouze 20 kg, proto byly jeho rozměry navrženy tak, aby jeho hmotnost byla co nejmenší. Praktická část byla primárně zaměřena na postup vložení upínacích přípravků do systému Mastercam. Čtenář se dozvěděl základní kroky v tomto systému a měl by znát všechny způsoby simulace a ověření. Pomocí této práce by měl být schopen vložit vytvořené upínací přípravky do systému Mastercam a odsimulovat obráběcí operace tak, aby případné kolize systém nahlásil jak zčervenáním kolizních součástí, tak hlášením kolize ve výpisu simulace. V této práci byl také popsán postup na vytvoření vlastního simulátoru stroje, který zvyšuje přesnost ověření obráběcích operací a zaručuje tak vygenerování bezpečnějšího NC programu. Všechny postupy týkající se vložení upínacích přípravků do systému Mastercam a nastavení simulace obrábění budou sloužit jako návod ve výuce pro studenty z katedry obrábění a montáže.

V návaznosti na tuto práci se předpokládá vznik diplomové práce, v které by se řešilo vkládání upínacích přípravků pomocí maker a vytvoření detailního simulátoru stroje EMCO PC MILL 155.

## POUŽITÁ LITERATURA

- [1] SADÍLEK, M. *CAM SYSTÉMY V OBRÁBĚNÍ I. - II. doplněné vydání*. Ostrava: VŠB – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA, 2010. 143 s. ISBN 978-80-248-2278-5
- [2] JANDEČKA, K.; ČESÁNEK, J.; KOŽMÍN, P. *PROGRAMOVÁNÍ NC STROJŮ*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2000. 159 s. ISBN 80-7082-692-4
- [3] KELLER, P. *Prezentace přednášek – 2. část* [online]. Liberec: Katedra výrobních systémů TU Liberec, FS, 2005 [cit.2012-02-3]. Skripta elektronická. Programování a řízení CNC strojů. Dostupné z WWW: < <http://www.tul.cz/> >
- [4] delcam [online]. 2008 [cit.2012-02-3]. Dostupné z WWW: <<http://www.delcam.cz>>
- [5] VASKÝ, J. ; NEMLAHA, E. ; MASÁR, L. *CAD/CAM systémy*. Bratislava: Slovenská technická univerzita, 2003. 255 s. ISBN 80-227-1882-3
- [6] PETERKA, J.; KURIC, I.. *CAD/CAM systémy – významný prvok integrovanej výroby*. Časopis Infoware, č.8/98, Bratislava, 1998, s.24-27
- [7] KURIC, I.; KOŠTURIÁK, J.; JANÁČ, A.; PETERKA, J.; MARCINČIN, J. *Počítačom podporované systémy v strojárstve*. Žilina: Žilinská univerzita, 2002. 351 s. ISBN 80-7100-948-2
- [8] KOŽMÍN P. *Kdy nasadit NC technologie a CAM řešení*. Příspěvek na semináři pořádaný na KTO s firmou Expert&Partner. Plzeň, ZČU únor 2001.
- [9] SONETECH s.r.o. *Integrovaný programovací systém pro číslicově řízené stroje – EdgeCAM – Soustružení – EdgeCAM intelligent manufacturing*. Uživatelská příručka, 80 stran, pdf dokument, 2005
- [10] BROŽÍČEK, T. *Tvorba upínacích přípravků pro EMCO PC MILL 155 při využití CAD/CAM systému EdgeCAM*. – bakalářská práce. Ostrava: VŠB – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA, 2010. 49 s.
- [11] RÖHM Spanntechnik [online]. 2009 [cit. 2012-04-4]. Dostupné z WWW: <<http://www.roehm.biz/>>.

## **SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha 1 – Výkres sestavy mechanického upínače

Příloha 2 – Seznam položek sestavy mechanického upínače

Příloha 3 – Výrobní výkres pevného dorazu

Příloha 4 – Výrobní výkres upínacího dorazu

Příloha 5 – Výrobní výkres posuvné kostky

Příloha 6 – Výrobní výkres vodící tyče

Příloha 7 – Výrobní výkres čtvercové matice

Příloha 8 – Výkres L-profilu upínače

### **Poděkování**

Rád bych poděkoval vedoucímu práce Ing. M. Sadílkovi, Ph.D. za odborné rady, které přispěly k vyšší kvalitě obsahové i formální stránky předkládané práce a T. Kubánkovi za odborné rady, které mi pomohly při návrhu Mechanického upínače.