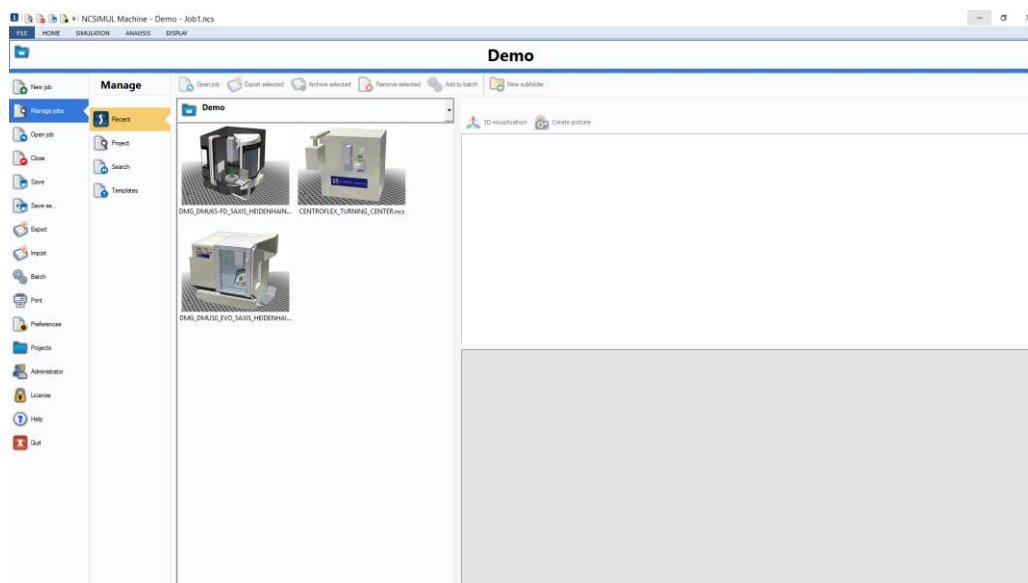


Příloha 6

Tvorba projektu

Po spuštění programu se mi zobrazila úvodní stránka programu (Obr. P6-1 Úvodní stránka NCSIMUL MACHINE). Na této stránce jsem našel jednoduchý přehled a obsah všech již vytvořených projektů, které jsem doposud vypracoval. Součástí programu jsou projekty „Public“ a „Demo“, kde je knihovna několika strojů sloužící jako ukázka různých funkcí.

Nejprve jsem začal tvorbou nového projektu. Nový projekt jsem založil kliknutím na ikonu *Projects*¹, kde jsem měl na výběr hned z několika možností. Jednotlivé druhy projektů se liší především podle toho, kolik dat sdílí do složky „Public“. V této složce jsou pak sdílená data, která můžeme využívat do dalších projektů. Vytvořil jsem lokální projekt, protože nebudu potřebovat sdílet soubory své práce dalším projektům a pojmenoval jsem ho „bakalářská práce“.



Obr. P6-1 Úvodní stránka NCSIMUL MACHINE

Model frézky Slovtos FCM 22 CNC

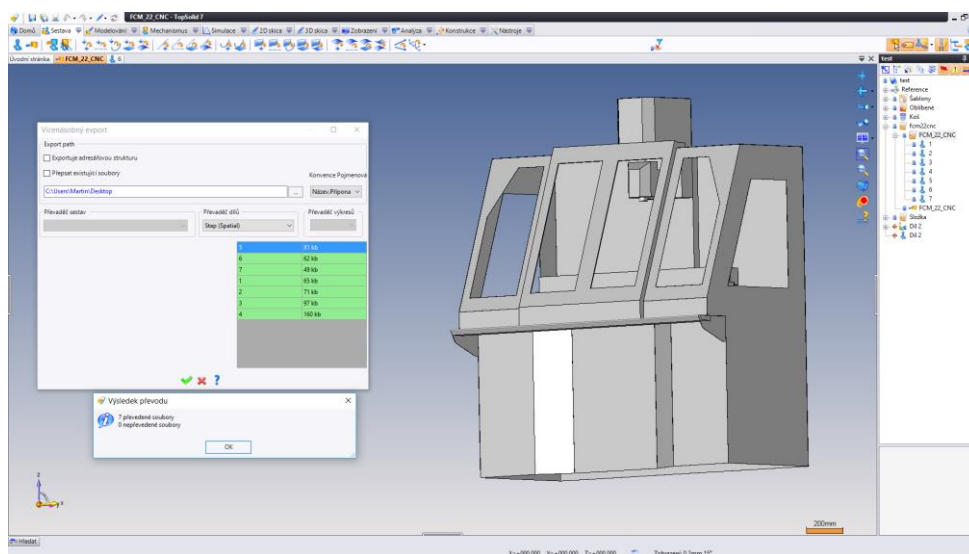
Abych mohl pokračovat, musel jsem získat virtuální model školní frézky Slovtos FCM 22 CNC. Tento model byl ve škole již vytvořený v rámci BP² (*KOTAS, METODIKA SESTAVENÍ PARTPROGRAMU PRO 3D FRÉZOVÁNÍ V TECHNOLOGICKÉM CAMU*,

¹ Projekty

² Bakalářská práce

2012). Domluvil jsem se s vedoucím mé práce a autorem modelu panem Kotasem na jeho dalším použití. Model obsahuje vše důležité pro správnou funkci mého programu a zároveň neobsahuje zbytečné detaily, které sám výrobce nedoporučuje kvůli zpomalování programu při výpočtech.

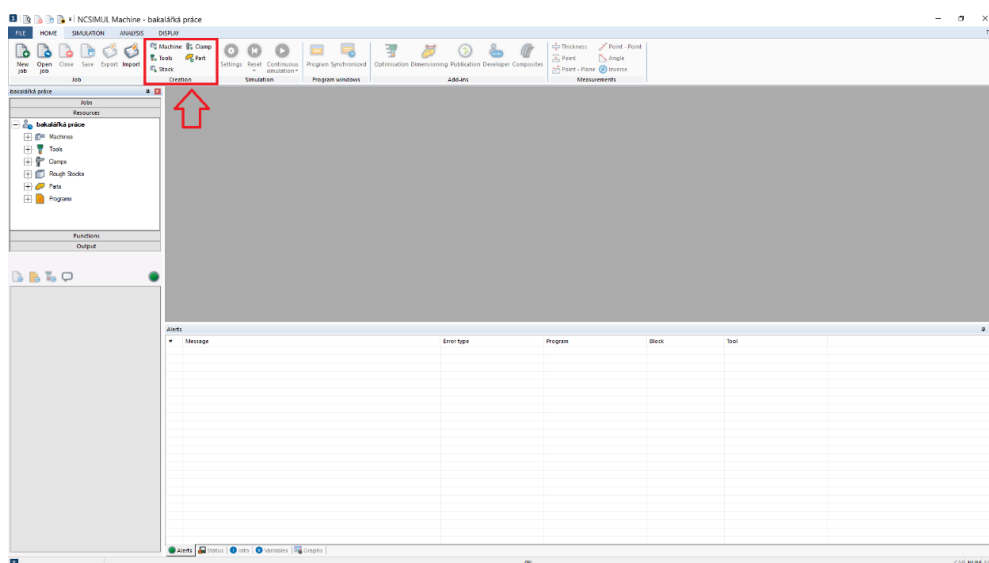
Model byl vytvořený pomocí programu TopSolid, proto jsem ho také otevřel právě v tomto programu a jednotlivé díly modelu exportoval do formátu Step. Oba programy jsou spolu kompatibilní.



Obr. P6-2 Export částí modelu do formátu Step

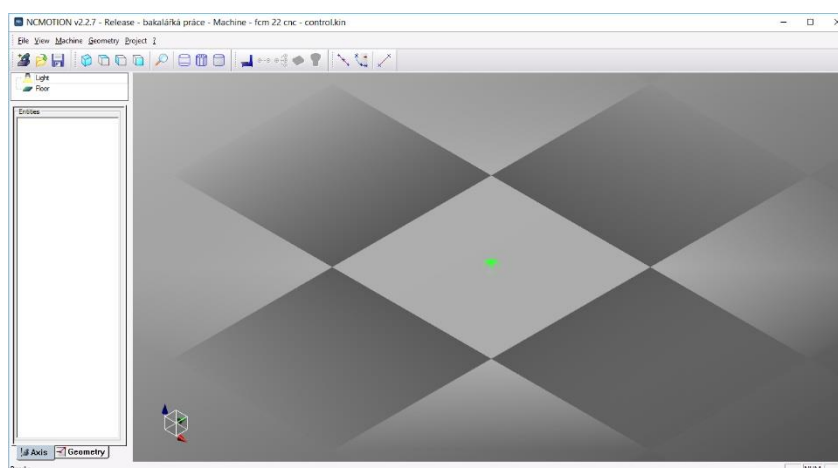
Import modelu

Části modelu jsem měl již připravené, proto jsem mohl začít postupně sestavovat virtuální model v prostředí NCSIMUL MACHINE. Po otevření projektu s názvem „bakalářská práce“ se mi zobrazila domovská stránka nového projektu (Obr. P6-3 Otevřený projekt). Na levé straně je strom sloužící jako knihovna celého projektu. Tam se shromažďují jednotlivé stroje, nástroje, upínací prvky, polotovary, hotové součástky a NC programy potřebné ke správné funkci. V horní části obrazovky je lišta funkcí, pomocí které jsou tyto prvky vytvářeny.



Obr. P6-3 Otevřený projekt

Pro import modelu stroje slouží ikona *Machine*³ (označená viz Obr. P6-3 Otevřený projekt). Po kliknutí jsem zadal jméno přidávaného stroje a otevřelo se mi okno, kam jsem mohl rovnou nahrát řídicí systém a kinematiku stroje. Vzhledem k tomu, že kinematiku stroje jsem měl teprve vytvářet, využil jsem součást programu NCMOTION (Obr. P6-4 NCMOTION). NCMOTION slouží právě k sestavení celého stroje a jeho kinematiky tak, aby se choval co nejvíce jako stroj reálný.

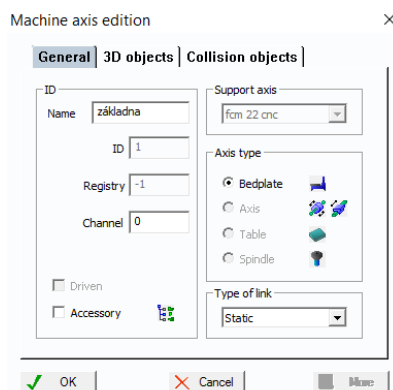


Obr. P6-4 NCMOTION

Nyní jsem se v NCMOTION mohl pustit do nahrávání připravených 3D souborů. Začal jsem importem základny (anglicky bedplate), protože je nejdůležitější a postupně na ní budu importovat ostatní 3D modely. Kliknul jsem na modrou ikonu na liště funkcí

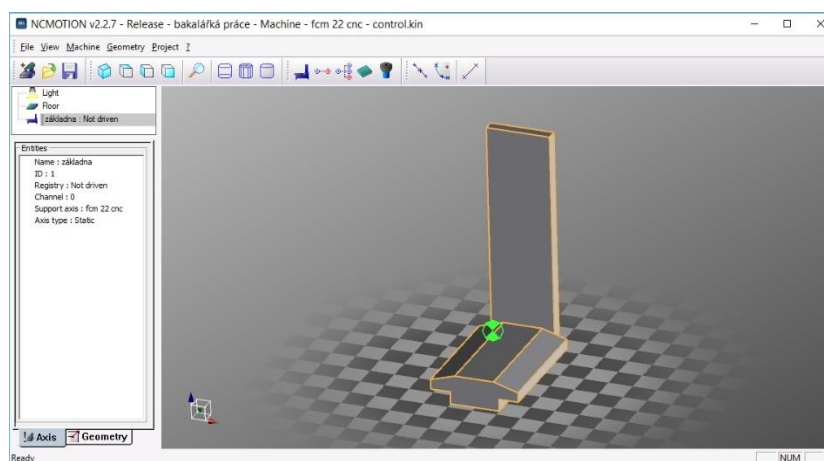
³ Stroj

s názvem *bedplate*⁴. Znovu se mi otevřelo nové okno (Obr. P6-5 Okno pro import 3D modelu), kde jsem zadal název a typ importované součásti, jestli je statická nebo dynamická.



Obr. P6-5 Okno pro import 3D modelu

V záložce *3D objects*⁵ jsem určil pozici a definoval barvu. Dále zde můžeme definovat objekty ve tvaru krychle či válce, nebo importovat vlastní 3D model. Stroj mám kompletně připravený, a proto budu ve své práci vždy pouze přidávat 3D objekty. Zvolil jsem tedy vložení základny jako modelu pomocí cesty do adresáře s exportovanými díly. Potvrzením se mi model automaticky aplikoval na pracovní plochu NCMOTION (Obr. P6-6 Importovaná základna).



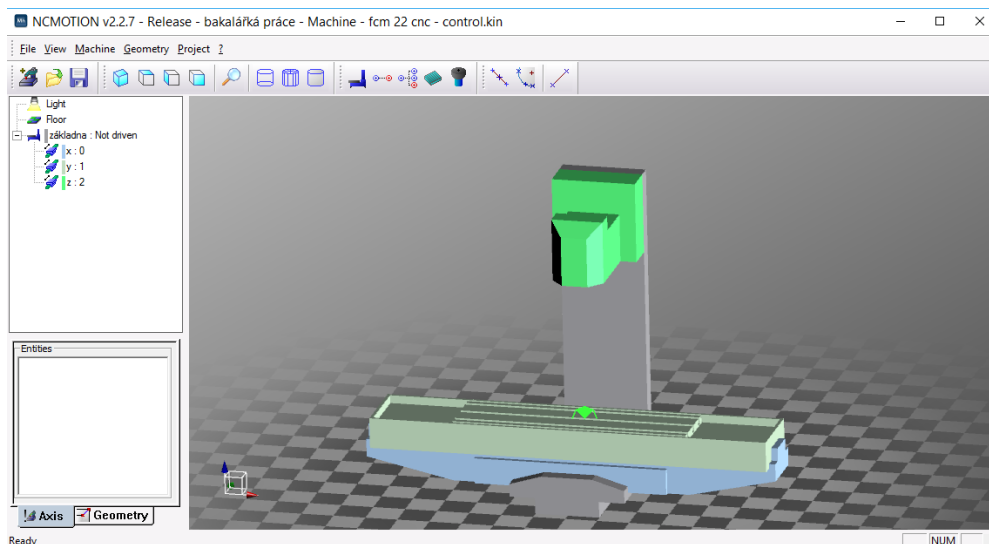
Obr. P6-6 Importovaná základna

Po importu základny jsem postupně importoval pohyblivé prvky, kterými jsou příčné saně, podélný stůl a vřeteník. K vložení dynamických částí modelu slouží ikona

⁴ základna

⁵ 3D objekty

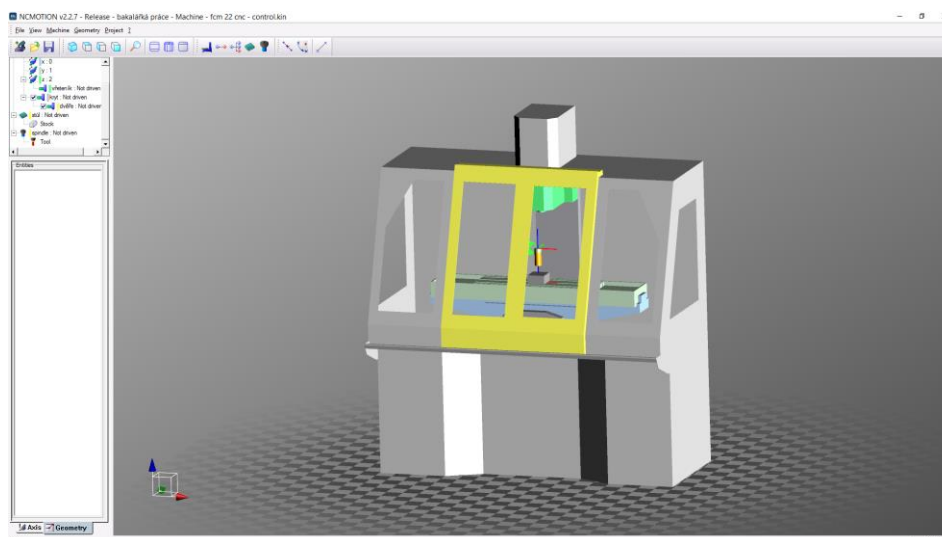
pro přidání osy. Postup je totožný jako u přidávání základny, s tím rozdílem, že dynamické prvky jsou odlišeny jinou barvou než ostatní komponenty stroje pro lepší vizualizaci. Záměrně jsem se při volbě barvy vyhýbal modré a červené barvě, protože NCSIMUL kolize označuje právě těmito barvami. Jednotlivé modely jsem pojmenoval podle směru jejich pohybu jako osy x, y a z.



Obr. P6-7 Import pohyblivých os x, y a z

Posledním důležitým krokem pro kompletaci stroje je přidání vřetena do vřeteníku, stolu a dalších doplňků stroje. Pro vložení vřetena a stolu slouží na funkční liště stejnojmenné ikony. S vložení samotného krytu stroje jsem měl potíže, protože jsem zpočátku nemohl nikde najít funkci pro vložení doplňků. Inspiroval jsem se tedy v projektu „Demo“, kde kryt a další prvky přidávají jako základnu, pouze je následně označují zaškrtnutím políčka *accessory*⁶.

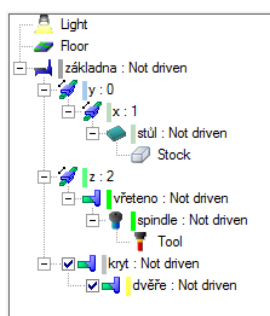
⁶ Doplňek



Obr. P6-8 složená frézka Slotos FCM 22 CNC

Nastavení směrů os

Po sestavení stroje bylo nezbytné určit návaznost částí stroje a nastavit správný směr pohybu dynamických prvků, protože jsem ho při importu neřešil. Návaznost jsem vyřešil přetažením jednotlivých částí stroje ve stromu programu a vytvořil jsem hierarchii. To znamená, že jsem části stroje seřadil tak, aby každá část náležela prvku, na kterém je závislá. Pro kinematiku je velmi důležité, aby do SW NCSIMUL bylo zadáno například, že v našem případě x (podélný stůl) není přímo závislý na základně, ale na y (příčné saně). Tato osa pak náleží základně.

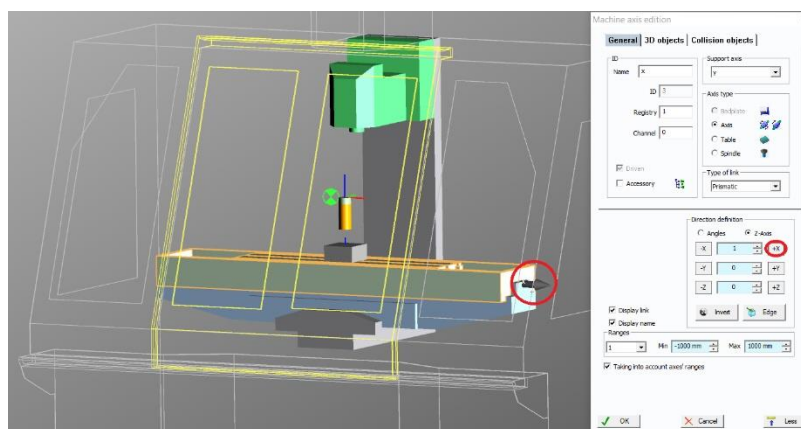


Obr. P6-9 Strom sestaveného stroje

Směr pohybu os jsem nastavil podle konvence v SW NCSIMUL. Kliknutím na osu ve stromu programu jsem znovu otevřel okno pro 3D import modelu a v záložce *more*⁷ jsem určil směr pohybu. Názornou ukázkou jsem provedl pro osu x (podélný stůl).

⁷ více

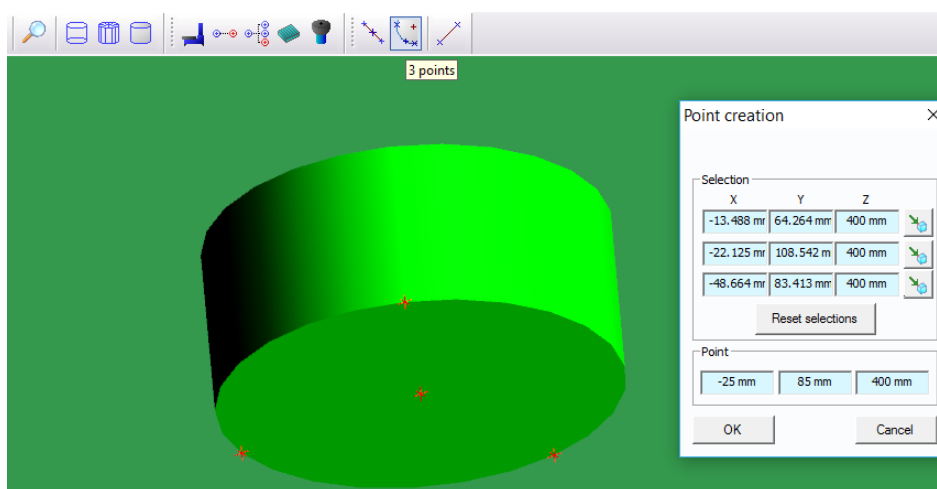
Zde jsem zaškrtnl směr +X (viz Obr. P6-10 Směr pohybu osy x). U nastavení dalších os jsem postupoval stejně vždy v kladném směru působení dle konvence.



Obr. P6-10 Směr pohybu osy x

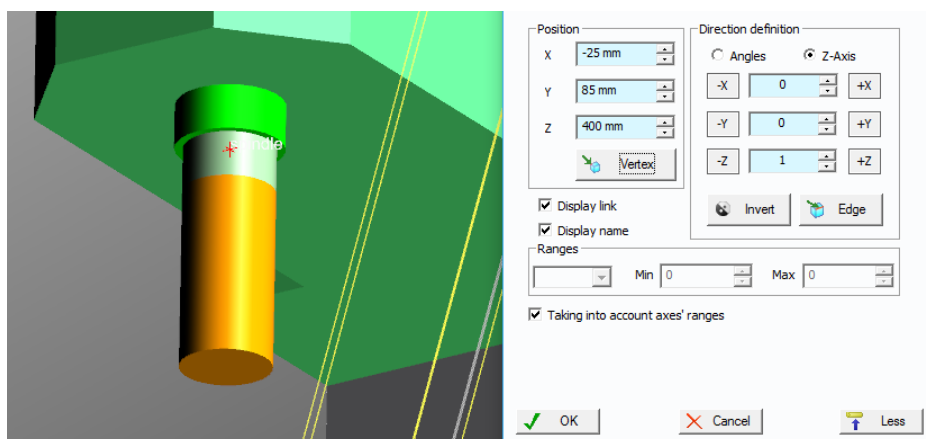
Umístění nástroje

Jak si můžeme všimnout na předchozím obrázku (Obr. P6-10 Směr pohybu osy x), nástroj není umístěn ve vřetenu, ale je umístěn někde ve „vzduchoprázdnu“. Na liště funkcí jsem vyhledal ikonu *3 points*⁸ a v novém okně jsem postupně definoval tři různé body na kružnici pro nalezení středu vřetena. Pro umístění nástroje do správné polohy jsem použil funkci „Vertex“, kterou najdeme v okně pro import 3D modelu. Tato funkce spojuje vybranou součást s předem určeným středem. Nástroj jsem tak jednoduše vložil přímo do středu vřetena.



Obr. P6-11 střed vřetena

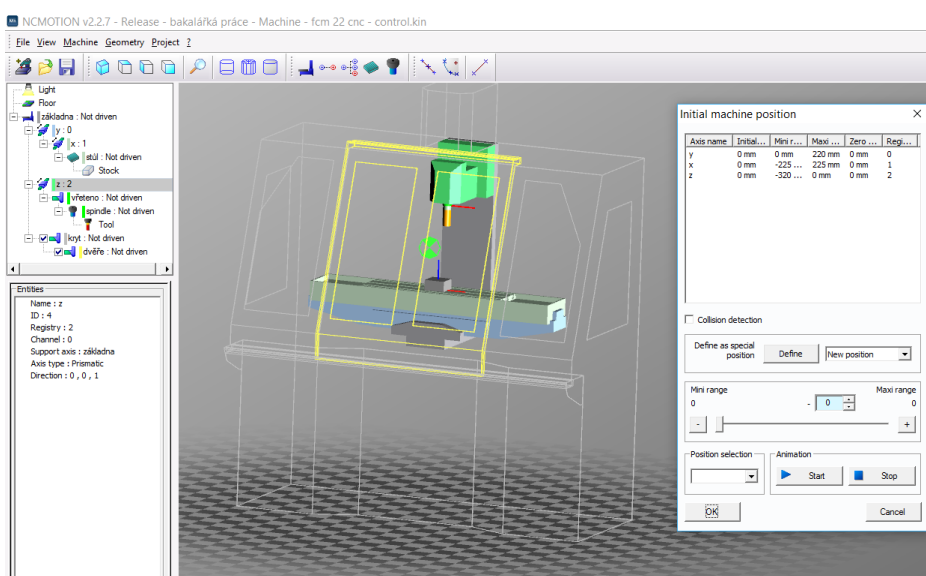
⁸ Tři body



Obr. P6-12 Umístění nástroje pomocí funkce Vertex

Pracovní zdvihy os

Směry pohybu os mám již nastavené, ale pro kontrolu jsem je nejdříve zkontroloval. K tomu jsem z rozbalovací záložky *stroj* použil funkci počáteční poloha stroje. Objevilo se mi nové okno určené ke korekci a kontrole pohybů. Jelikož jsem vše nastavil správně a nejedná se o složitější stroj (např. pětiosou frézku), všechny části vykonávaly správné pohyby. Pokračoval jsem určením správných pracovních zdvihů os, aby nedocházelo k pohybům mimo konstrukci stroje. Vycházel jsem z podkladů od vedoucího mé práce o základních parametrech frézky FCM 22 CNC, kde je udáván pracovní zdvih os školní frézky 450 x 220 x 320 mm. Parametry se v programu dají snadno přepsat a okamžitě je můžeme pomocí animace ověřit. Pohyby všech os fungovaly správně, a proto jsem volbu potvrdil a práci uložil.

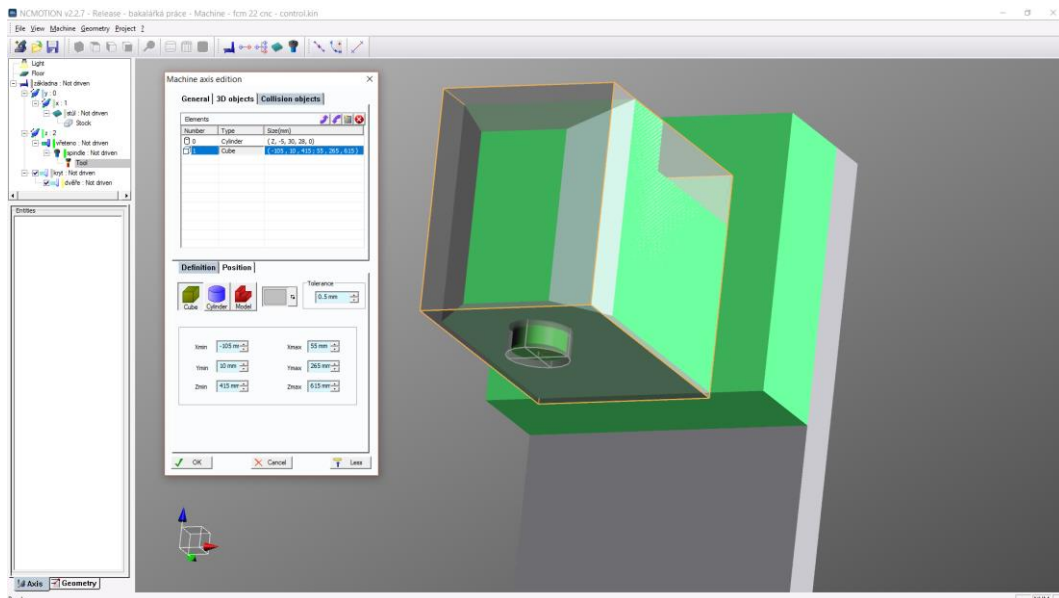


Obr. P6-13 pracovní zdvihy os

Detekce kolizí

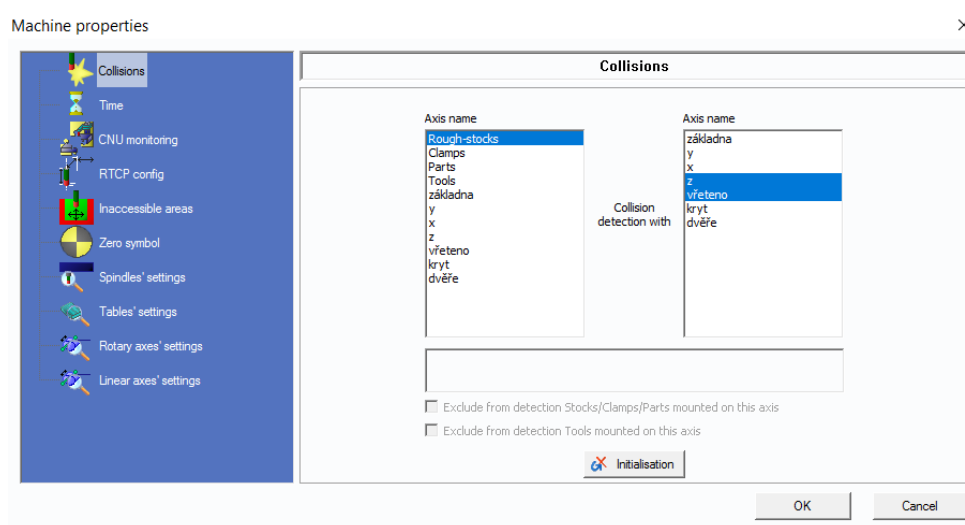
Detekce kolizí je jednou z primárních cílů verifikačních SW, proto je velmi důležité, aby program NCSIMUL odhalil všechny kolizní stavy. NCSIMUL při průběhu simulace sleduje všechny části, které spolu nesmí přijít do kontaktu. Kvůli snadnějšímu přístupu pro program a také z hlediska větší jistoty bezpečnosti definujeme jednoduché kolizní objekty. Těmito objekty ochráníme nejrizikovější místa pracovního prostoru, u mého stroje především vřeten a vřeteníků.

Záložku určenou k tvorbě kolizních objektů jsem otevřel rozkliknutím dané části stroje v okně pro import 3D modelu. Zde můžeme jako kolizní tvar vytvořit kvádr, krychli, válec nebo také importovat 3D model. Použil jsem kvádry na zakrytí vřeteníku a válec na obalení vřetena. Objekty jsem záměrně vytvořil větší než samotné části stroje. Důvodem je, aby NCSIMUL ohlásil kolizi již při nebezpečném přiblížení dvou částí, které nesmí kolidovat. To znamená určitou nevýhodu při průběhu simulace, protože SW ohlásí kolize, ke kterým ve skutečnosti nedochází. Ve výsledku to však vnímám jako výhodu, jelikož nás program vždy upozorní, když se dva objekty dostanou do nebezpečné blízkosti. Samotná tvorba kolizních objektů je jednoduchá. Definujeme jejich velikost v souřadnicovém systému zadáním šesti parametrů (viz Obr. P6-14 Tvorba kolizních objektů na vřetenu a vřeteníku).



Obr. P6-14 Tvorba kolizních objektů na vřetenu a vřeteníku

Když mám vytvořené kolizní objekty, zbývá pouze určit, které části nesmí přijít do kontaktu. Z rozbalovací záložky *stroj* jsem zvolil možnost *Machine properties*⁹. Otevřelo se mi nové okno s různými nastavitelnými parametry. Prozatím jsem se zaměřil pouze na kolize. Každému prvku kinematického modelu jsem postupně určil ostatní části stroje, které spolu vzájemně nesmí přijít do kontaktu. Dle svého uvážení jsem určil, že polotovary, stůl, upínací systém ani výrobek nesmí přijít do styku s vřetenem a vřeteníkem (z). Nástroj smí přijít do kontaktu výhradně s výrobkem. Ostatní prvky nemohou přijít do kontaktu díky nastavenému pracovnímu zdvihu os, proto nebylo nutné je více určovat.



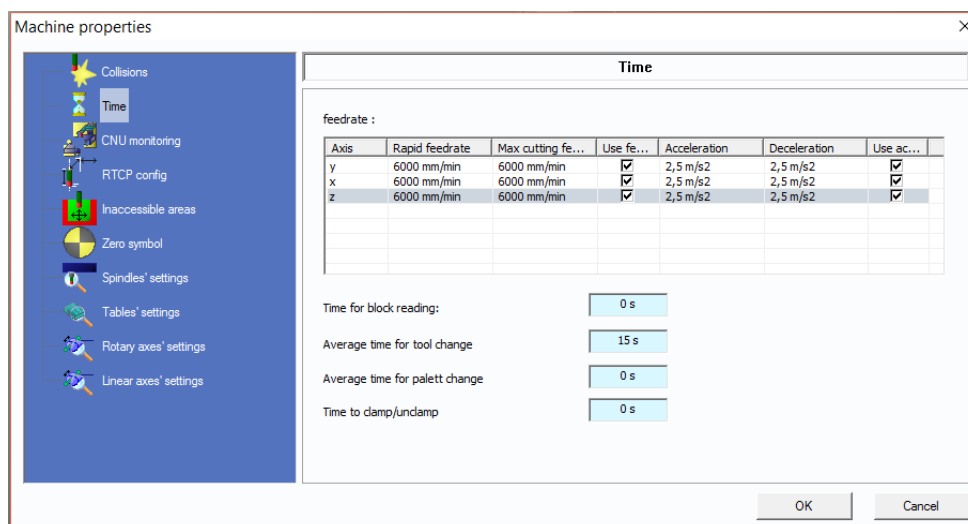
Obr. P6-15 Nastavení kolizí pro polotovary

Vlastnosti stroje

Stroj jsem měl úspěšně sestavit a zajistil jsem, aby docházelo k vhodné detekci kolizních stavů. Zaměřil jsem se tedy na důležité vlastnosti stroje, které ovlivňují optimalizaci obráběcího procesu a samozřejmě strojní čas. Odhadovaný strojní čas v programu NCSIMUL by se při dostatečném, a především správném nastavení vlastností pro virtuální model neměl téměř vůbec lišit od času reálného. Pokračoval jsem v okně (Obr. P6-15 Nastavení kolizí pro polotovary) s vlastnostmi stroje. Zde je mnoho možností, jak ovlivnit budoucí chování našeho stroje při simulaci a tím i výsledek obrábění. Platí pravidlo, že čím více informací o našem stroji získáme a uplatníme, tím lépe. Kromě kolizí, které jsem nastavil v předešlém kroku, se dále zabýval nastavením vřetene stroje a záložkou *time*¹⁰.

⁹ Vlastnosti stroje

¹⁰ čas

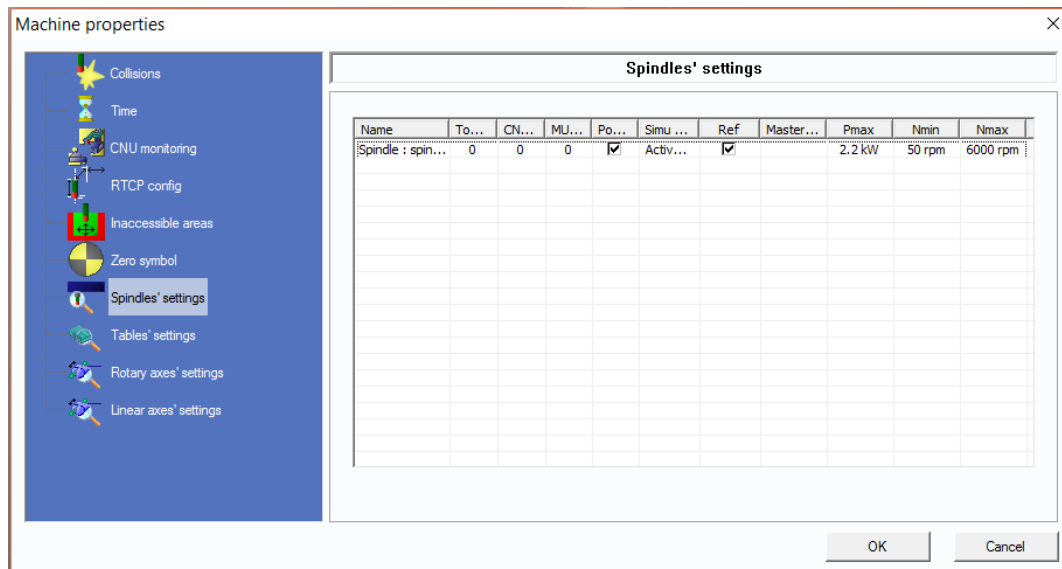


Obr. P6-16 Záložka čas

Záložka *time* je pro přesný výpočet doby obrábění zásadní. S vedoucím práce jsme se rozhodli tyto základní parametry frézky FCM 22 CNC najít přímo v řídicím systému stroje. Odečtená data jsme následně ověřili použitím maximálních hodnot stroje. Ačkoliv se velikost rychloposuvu běžně liší od velikosti pracovního posuvu, v případě školní frézky jsou obě hodnoty 6 000 mm/min. Těmito daty jsem vyplnil záložku *time* (Obr. P6-16 Záložka čas). Aby program pracoval se zadanými maximálními hodnotami, je nutné zaškrtnout všechna pole ve sloupci „use feedrate“ neboli použití rychloposuvu a pracovního posuvu. K výpočtu zrychlení jsem použil informace od společnosti MIKRONEX. Ta mi sdělila, že frézka FCM 22 CNC dosáhne maximálního pracovního posuvu 6 000 mm/min přibližně za 0,04 sekundy. Přibližnou hodnotu zrychlení 2,5 m/s² jsem získal výpočtem ze vzorečku pro zrychlení. Pro zpomalení jsem použil stejnou hodnotu jako pro zrychlení. Dále jsme společně s vedoucím mé práce provedli pokus, při kterém jsme naměřili průměrný čas potřebný k výměně nástroje na našem stroji. Školená obsluha stroje zvládne výměnu nástroje přibližně za 15 sekund. Čas pro čtení bloku jsem nechal nastavený na nule, protože řídicí systém využívá funkci kontinuálního běhu a načítá si jednotlivé bloky programu dopředu. Nicméně se při tomto režimu občas náhodně zastaví, kvůli načítání souvislých bloků. Přesnou délku „zastavení“ nelze definovat.

V nastavení záložky vřetene jsem pouze z technické dokumentace doplnil výkon motoru vřetene 2,2 kW a použil jsem ověřené otáčky vřetene odečtené z řídicího systému 50–6000 ot/min. NCSIMUL pro otáčky vřetene používá jednotku „rpm“ (revolutions per minute) neboli otáčky za minutu, proto není nutné nic přepočítávat. Vyplněné vlastnosti

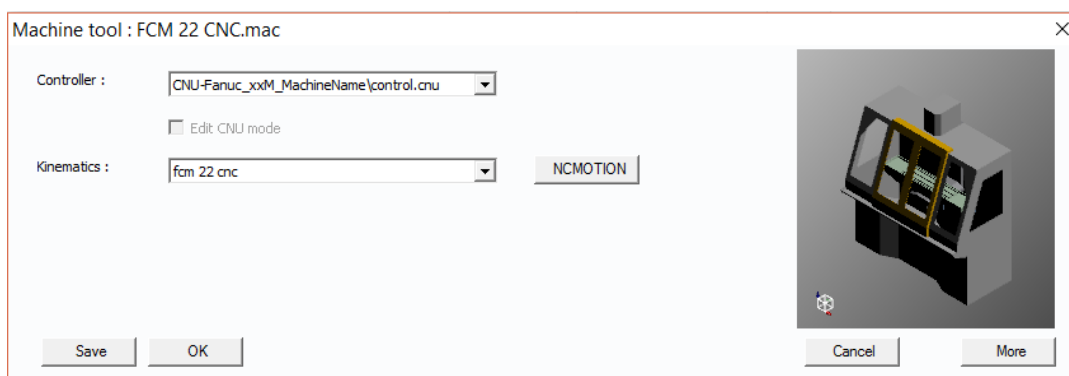
stroje jsem potvrdil kliknutím na tlačítko „ok“ a práci uložil. Stroj jsem měl téměř připravený. Posledním krokem k úspěšné kompletaci stroje byl import řídicího systému. Řídicí systém se nahrává přímo v NCSIMUL MACHINE, proto jsem NCMOTION mohl zavřít.



Obr. P6-17 Nastavení výkonů a otáček vřetene

Řídicí systém stroje

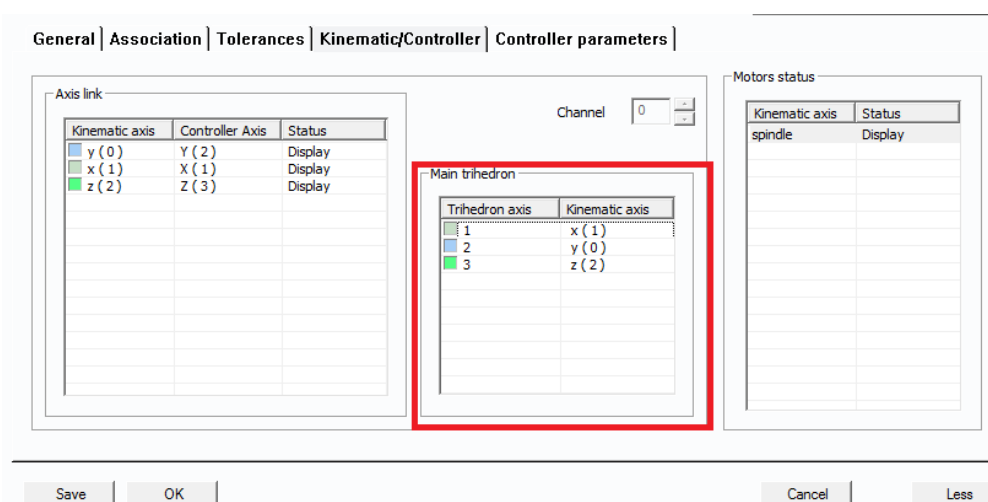
Zavřením části NCMOTION jsem se dostal zpět do okna (Obr. P6-18 Import řídicího systému Fanuc), kde jsem původně mohl rovnou nahrát kinematiku. Zde je potřeba do kolonky řídicí systém nahrát požadovaný řídicí systém. Pokud řídicí systém nemáme, jednou z možností je vypůjčit si jeden z řídicích systémů v projektu „Demo“. Postupoval jsem podobně, protože jsem nesehnal řídicí systém Mikroprog. Nechal jsem si poradit od svého školitele ve firmě Centersoft s.r.o., který mi na základě zkušeností se školní frézou a SW NCSIMUL doporučil řídicí systém Fanuc, který by z dostupných měl být systému Mikroprog nejvíce podobný.



Obr. P6-18 Import řídicího systému Fanuc

Samotný import znovu není nic těžkého, přesto mě překvapilo, že řídicí systém nelze jednoduše vložit pomocí cesty do adresáře. Pro import řídicího systému jsem v počítači musel vyhledat složku s mým projektem a systém zkopírovat do složky s řídicími systémy.

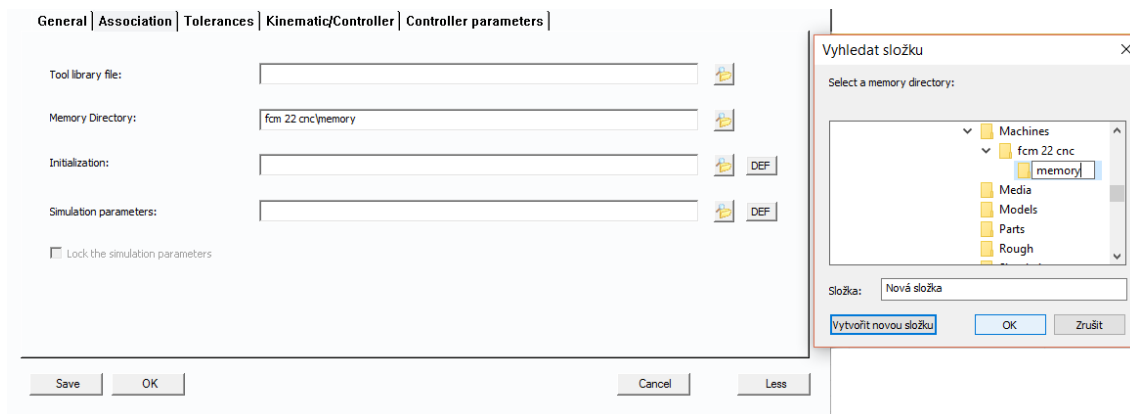
Před uložením a dokončením našeho stroje se ještě podíváme do složky více v pravém dolním rohu otevřeného okna (Obr. P6-18 Import řídicího systému Fanuc). Zde můžeme zkontrolovat a případně upravovat vlastnosti řídicího systému, měnit tolerance zobrazení, přidat knihovnu nástrojů a další. Kvůli funkčnosti jsem především zkontroloval, zda v záložce *Kinematic/Controller*¹¹ jsou mé osy označeny jako 1, 2 a 3. V mém případě byly osy seřazeny správně (Obr. P6-19 Kontrola kinematiky/řídicího systému). V opačném případě je nutná editace přepsáním hodnot.



Obr. P6-19 Kontrola kinematiky/řídicího systému

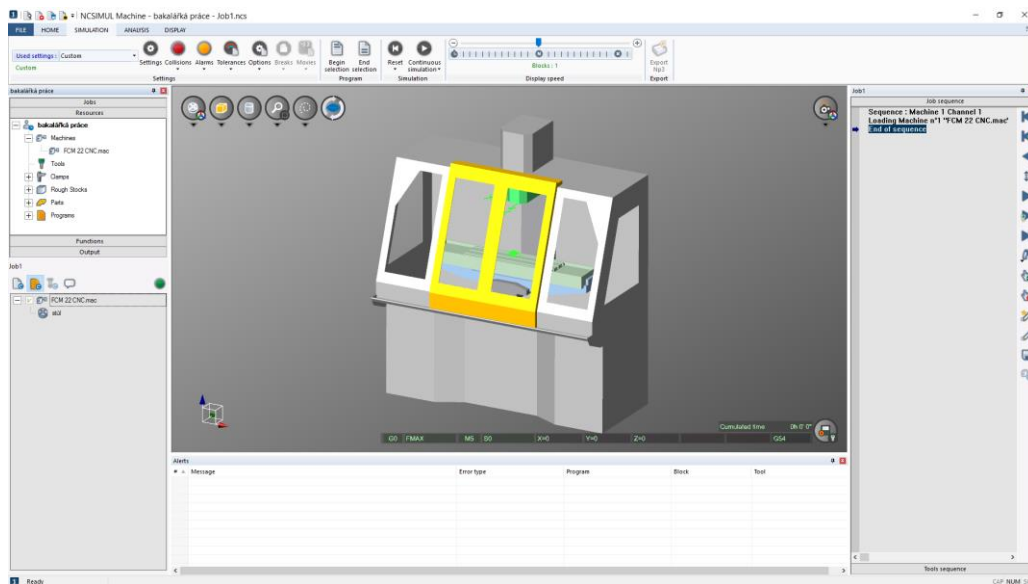
¹¹ kinematika/řídicí systém

Do záložky asociace můžeme nahrát zmíněnou knihovnu nástrojů, ale hlavně musíme vytvořit adresář paměť. Tento adresář je velmi důležitý. Pokud tak neučiníme, při použití stroje nám vyskočí chybové hlášení, které nás upozorní právě na tuto chybějící složku paměť. Po sestavení kinematiky stroje jsem projekt uložil.



Obr. P6-20 Tvorba složky paměť

Pro kontrolu jsem stroj zkusil nahrát. Systém nenahlásil žádné chyby. Ověření předpokladu, že jsem stroj s kinematikou vytvořil správně, je předmětem další části mé bakalářské práce.



Obr. P6-21 Nahraný kompletní stroj FCM 22 CNC