

CAD, CAM, CIM systémy

Petr Vavruška, Jaroslav Rybín, Matěj Sulitka

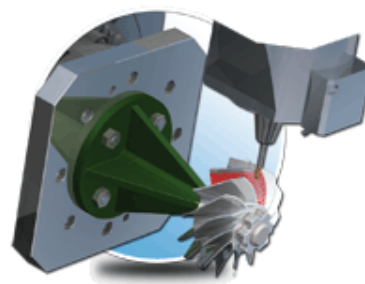
Abstrakt:

Článek je zaměřen na přiblížení současné situace na trhu v oblasti CAD/CAM systémů. Není zde uveden vyčerpávající přehled všech výrobců těchto systémů, ale důraz je kladen především na zajímavé funkce, které jsou pro uživatele k dispozici při vytváření NC programů, či při jejich verifikaci před skutečným obráběním na stroji.

1 Úvod

Používání CAD/CAM systémů se stalo běžnou samozřejmostí a v drtivé většině případů produkce by si již technologové - programátoři CNC strojů tvorbu technologické přípravy dat neuměli představit bez ulehčení práce, jaké tyto systémy bezpochyby nabízejí. Spektrum výrobců systémů CAD, CAM, či celkových řešení v podobě systémů CAD/CAM se však neustále rozrůstá a orientace ve výhodách jednotlivých systémů je stále složitější. Je samozřejmostí, že mezi jednotlivými výrobci je neustálý konkurenční boj o zákazníky. V této době, která není pro průmysl obecně příliš příznivá, však můžeme zaznamenat trend v podobě uzavírání partnerství mezi některými výrobci CAM systémů. Výrobci se mezi sebou domluví tak, aby byl daný CAM systém specializovaný na určitou oblast produkce. Nová taktika skrývá ten účel, že si partnerské společnosti svými produkty vzájemně nekonkurují. Jako příklad lze uvést společnost Planit, která zahrnuje poskytování podpory ze strany systémů EdgeCAM, AlphaCAM, Radan, Jobshop a Cabinet Vision. Programový systém EdgeCAM je doporučován převážně pro účely obrábění kovů (frézování i soustružení), AlphaCAM především pro obrábění dřeva a pro zhotovování kamenných výrobků a Radan je SW určený pro produkci plechových výrobků (vystřihování, ohýbání, atd.). Doplnující SW Jobshop slouží pro ekonomické záznamy a výpočty a SW Cabinet Vision pro návrh a tvorbu konstrukce, či designu nábytku ze dřeva.

Na strojírenském veletrhu EMO 2009 bylo z této oblasti k vidění velké množství prezentujících firem, ale převážná část se k vystavování postavila pasivně a jejich poutače byly pouze doprovázeny promítaným videem. Pokud však návštěvník projevil určitý zájem a položil i určité konkrétní otázky, bylo mu poté v některých případech umožněno nahlédnutí do monitoru připraveného PC a s asistencí odborníka byly předvedeny ukázky funkcí daného systému. Nutno je však dodat, že v některých případech byl návštěvník pouze odkázan na zastupení firmy v daném státě, či mu bylo sděleno, že bude kontaktován v brzké době po výstavě. Výjimkou byly firmy, které byly domluveny s výrobcí obráběcích strojů a přitahovaly návštěvníky živými ukázkami obrábění, či tzv. obráběním "na sucho" (bez úběru materiálu) přímo na strojích. Tím přilákaly mnoho návštěvníků a dokázaly tak vyvolat zájem oproti konkurenci.



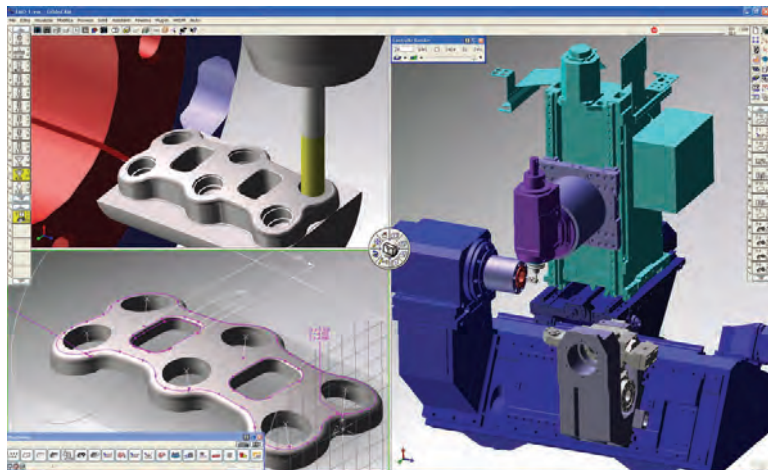
Obr. 1: Příklad simulace obrábění v PowerMILL

2 CAD/CAM systémy

V současné době je na trhu v této oblasti patrná určitá stagnace v inovacích týkajících se přímo funkcí pro generování dráhy nástroje pro dokončovací operace. Je to způsobeno prudkým nástupem CAM systémů pro víceosé obrábění v minulosti, které dosud obsahují postačující funkce pro tvorbu řídicích NC programů pro standardní případy obrábění. Výrobci CAM systémů se nyní spíše zaměřují na tvorbu komfortních uživatelských prostředí, tedy různých vylepšení ovládání daného SW a efektivního využití hardware v daném PC. Dále je možné zaznamenat určitý sklon ke tvorbě maker, usnadňujících nástrojové hospodářství, doplňování knihoven s nástroji a vylepšování simulace obrábění se strojem (viz např. obr. 1).

Tím však není řečeno, že by se vývoj funkcí pro obrábění zastavil a už v žádném případě není pravda, že by již nebylo co inovovat. Zaznamenat můžeme určitý vývoj funkcí pro hrubovací operace, např. funkce pro pětiosé hrubování, nebo hrubovací strategie pro vysokorychlostní obrábění. Zároveň se také dostávají do podvědomí CAM systémy, určené pro programování robotů. Tyto systémy se v základu neliší od standardních CAM systémů, jelikož musí také generovat dráhy pro různě složité prostorové řízení nástroje. CAM systémy pro roboty však musí být vybaveny modulem, který umožní nastavit různé technologické hlavice a zpřístupní modifikaci dráhy nástroje (nájezdy a výjezdy), podle funkce daného robota (ohraňovací, řezací, svářečí, frézovací, lakovací, brousící, tryskací, atd.). Další funkcí potom bývá i vizualizace soustavy robot a obrobek při kontrole vytvořené dráhy nástroje viz např. v SW Robotmaster (kapitola 2.3 na str. 183.)

2.1 GibbsCAM a Cimatron



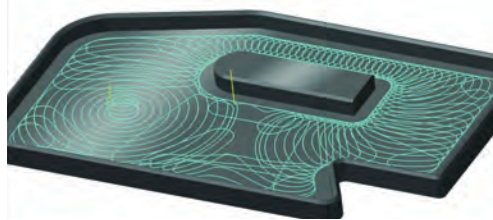
Obr. 2: Možnost práce v kombinovaném prostředí v SW GibbsCAM

Prostřednictvím systému GibbsCAM společnost Gibbs and Associates prezentovala možnost práce v kombinovaném prostředí, v němž je možno sledovat jednotlivé fáze procesu tvorby NC programu souběžně. Na obr. 2 je vidět nastavené pracovní prostředí v systému Gibbs CAM, kde v pravé části probíhá simulace obrábění s modelem stroje (ladění možných kolizních stavů), v levé horní části je zároveň zobrazen detail frézování (pro sledování dané operace obrábění) a v levé dolní části je zobrazen finální tvar součásti

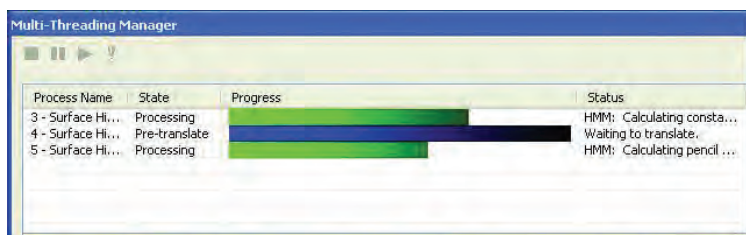
(v modeláři). Mezi novými funkcemi systému lze nabídnout například pětiosé hrubovací operace zapichováním, nové funkce pro kontrolu podřezání ploch součásti, či přebývajícího materiálu, atd. Společně na stánku byl prezentován i CAM systém Cimatron stejnojmenné společnosti. Tento produkt disponuje podobnými funkcemi jako systém GibbsCAM a také pracovní prostředí včetně dialogových oken je koncipováno podobně.

2.2 MasterCAM

Společnost CNC-Software, která je výrobcem systému MasterCAM uvolnila do prodeje další verzi. Nová verze systému, vydaná pod označením MasterCAM X4 podporuje např. novou funkci "dynamické dráhy nástroje", což je strategie tvorby drah nástrojů (High Speed Toolpath) pro vysokorychlostní obrábění. Při generování dráhy nástroje je využita jeho celá řezná část a tím je krácen strojní čas. Adekvátní zatížení nástroje je poté kompenzováno malými plynulými (téměř spirálovitými) záběry ve směru posuvu.



Obr. 3: Dynamické dráhy nástroje

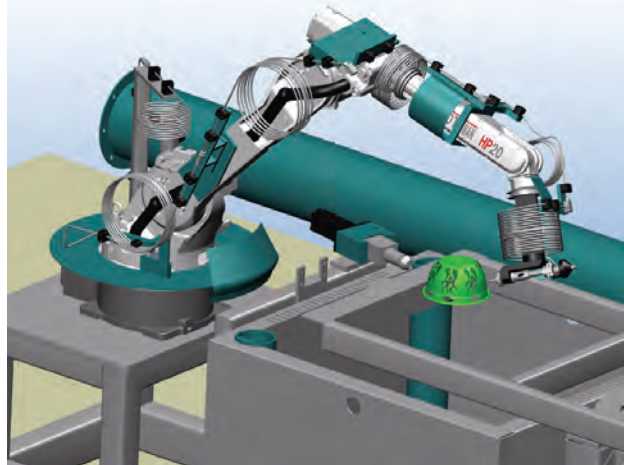


Obr. 4: Paralelní zpracování tří úloh najednou (Multi-threading)

Další novinkou v systému je funkce umožňující rozdělení složitých úloh pro zpracování pomocí procesorů s více jádry (Multi-threading). Tato funkce je dostupná v režimu frézování při generování určitých typů drah. Průběh současně zpracovávaných úloh je možné sledovat pomocí funkce "Multi-Threading Manager" (viz obr. 4).

2.3 Robotmaster

Tento CAD/CAM systém od společnosti Jabez Technologies je nadstavbou pro systém MasterCAM. Předností systému je jeho jednoduchost, neboť programování strategií drah nástrojů se odehrává ve standardním prostředí systému MasterCAM, z něž jsou následně převzaty pomocí systému Robotmaster. V tomto systému se definují ostatní náležitosti jako použitý typ pracovní hlavičky robota (dle technologie) a umožněna je také simulace výroby s modelem robota a s modely ostatních komponent, použitých při výrobě. Odladění vzniklých kolizí je poté jednoduchou záležitostí, jelikož má uživatel možnost změnit dráhu nástroje v systému MasterCAM a následně opět dráhy převést pomocí systému Robotmaster, v němž se opět zkontrolují kolizní stavy.



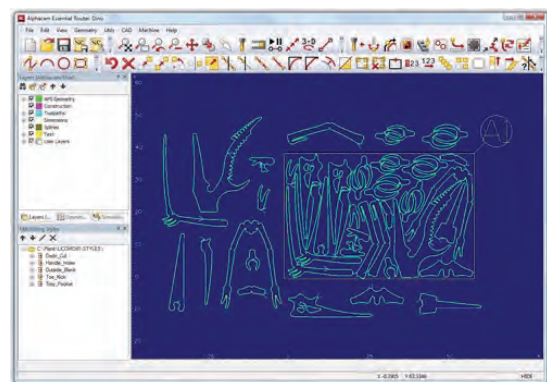
Obr. 5: Simulace obrábění s robotem Motoman HP20

2.4 NX CAM

Společnost UGS, která nyní patří pod velký koncern Siemens, představila novou verzi svého systému NX. Systém NX 7.0 nyní obsahuje funkci HD3D, což je funkce pro zobrazení a práci s informacemi o výrobcích a procesech přímo ve 3D prostředí. Rozšířena byla tzv. synchronní technologie, která byla uvedena již ve verzi NX 6. Synchronní technologie propojuje přístupy vazbami řízeného modelování s modelováním bez historie. Po konzultaci se zástupci společnosti na veletrhu EMO 2009 bylo zjištěno, že uvedené novinky v systému nejsou jediné, které byly vyvinuty. Většinu speciálních funkcí ale společnost řeší přímo se spolupracující firmou, která daný problém navrhla k řešení. Speciální funkce je poté k dispozici pouze této firmě a nebude přidána do systému NX CAM ve verzi dostupné v běžném prodeji. Společnost Siemens také prezentovala výhody, které jsou pro zákazníka dostupné, pokud si zvolí stroj s jejich řídicím systémem a CAD/CAM systém NX. Poté může mít k dispozici postprocesor plně přizpůsobený výrobě (kombinaci CAM systém a CNC stroje), to znamená maximální využití všech funkcí, nabízených řídicím systémem a tedy efektivní využití CNC stroje při výrobě. Uživatel CAM systému se tedy nemusí starat o tak velké množství činitelů, které je nutné obvykle zahrnout do procesu tvorby NC programu.

2.5 EdgeCAM a Alphacam

Jak již bylo řečeno v úvodu článku, byly tyto dva systémy na veletrhu prezentovány pod jedinou společností Planit, v rámci jednoho stánku. Vývojáři systému EdgeCAM se zaměřili na vylepšení funkcí pro nástrojové hospodářství a do knihovny nástrojů byla přidána závitovací fréza. Frézovací operace byly doplněny o funkci hrubování odvrtáváním (tzv. "plunge milling") a také byl doplněn nový cyklus pro závitování. V modulu konstruktér postprocesorů byly rozšířeny funkce o tzv. adaptivní šablony postprocesorů pro řídicí systémy Sinumerik 840 společnosti Siemens. Vytvoření postprocesoru pro stroj s tímto typem řídicího systému je poté jednodušší a uživatelé zbývá správně zadat kinematiku obráběcího stroje a odladit použití podporovaných funkcí daného CNC stroje.



Obr. 6: Pracovní prostředí AlphaCAM

V systému AlphaCAM bylo především změněno pracovní prostředí (viz obr. 6), které nyní působí velmi přívětivě a podobá se pracovnímu prostředí systému EdgeCAM. Systém AlphaCAM je vybaven následujícími moduly: Frézování, Soustružení, Router (výrobky ze dřeva), Řezání kamene, Profilování a Řezání drátem (elektroerozivní obrábění). Kromě toho jsou ještě k dispozici dva přídatné moduly pro usnadnění práce při

přípravě výroby dveří a oken. Jsou zde samozřejmě dostupné i funkce pro souvislé pětiosé obrábění (v modulech Frézování, Řezání kamene i Router), ale je nutné zakoupení licence typ "profesionál".

2.6 HyperMILL

Funkce CAM systému HyperMILL, který je produktem společnosti Open Mind byly prezentovány na výrobě motokrosově helmy firmy Daishin (obr. 8) ze slitiny hliníku na stroji DMU 60 P duoBLOCK. Helma obsahovala řadu tvarově složitých prvků, které bylo nutné vyrábět souvislým pětiosým řízením nástroje. Systém HyperMILL disponuje celou škálou funkcí pro tvorbu operací potřebných při výrobě velmi složitých součástí jako jsou různá radiální kompresorová kola, či lopatky axiálních turbínových kol, atd. Pro tvorbu hrubovacích operací lze zmínit např. funkci souvislého pětiosého hrubování (viz obr. 7).

Využití této funkce je na uvážení programátora CNC stroje, zda hrubování s použitím rotačních os přináší časovou úsporu či nikoliv. Je totiž nutné zvážit, zda bude efektivnější několik po sobě následujících tříosých hrubovacích operací při tzv. polohování rotačních os nahradit právě hrubovací operací se souvislým řízením pěti strojních os. V některých případech obrábění způsobují rotační strojní osy "zpomalování", jelikož řídicí systém rozkládá rychlosti v jednotlivých strojních osách tak, aby se do koncového bodu interpolace dostaly všechny ve stejném okamžiku. Častým případem ale právě je, že právě pohyby v rotačních osách trvají nejdéle a ostatní strojní osy musí být zpomaleny. Proto je na technologovi - programátorovi CNC stroje, aby uvážil, jaké hrubovací operace v daném konkrétním případě použít.

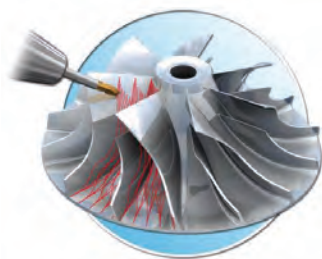


Obr. 7: Souvislé pětiosé hrubování



Obr. 8: Helma Daishin obrobena pomocí HyperMILL

2.7 PowerMILL

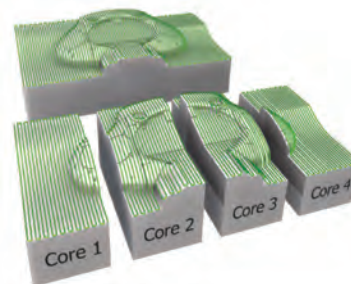


Obr. 9: Příklad pětiosé hrubovací operace - PowerMILL

CAM systém od společnosti DelCAM je určen převážně pro potřeby víceosého obrábění, tedy pro náročnější případy výroby tvarově složitých součástí. Společnost nabízí ještě další CAM (resp. CAD) systémy, určené vždy pro konkrétní oblast využití, např.: FeatureCAM - pro produkční frézování mimo víceosých operací; SwissCAM - specializovaný pro programování dlouhotočných soustruhů; PowerSHAPE - CAD spojující objemové, plošné i trianglové modelování; ArtCAM - zaměřený na potřeby obrábění uměleckých předmětů. V CAM systém PowerMILL byly prezentovány funkce pro tvorbu pětiosých hrubovacích operací (příklad uveden na obr. 9). Využití takovéto funkce pro hrubování tvarově složitých součástí je nutné vždy zvážit pro konkrétní případ součásti, tak jak bylo vysvětleno v kapitole 2.6 na str. 184.

Od verze 10 patří mezi přednosti tohoto systému funkce, která zajišťuje využití vícejádrových procesorů. Pokud je k dispozici na použitém PC procesor s více jádry, rozdělí se výpočet dráhy nástroje mezi jednotlivá jádra tak, aby byl výpočet co nejrychlejší. Rozdělení výpočtu dráhy nástroje v případě využití čtyřjádrového procesoru je zachyceno na obr. 10.

Urychlení výpočtu dráhy nástroje je praktické při ladění NC programů na součásti, kdy technolog - programátor musí nastavit dráhy nástrojů tak, aby čas potřebný k výrobě součásti byl minimální a přitom aby bylo dosaženo kvalitativních parametrů, kladených na součást. U sériové či hromadné výroby tak finanční úsporu představuje každá ušetřená sekunda ze strojních časů pro výrobu jedné součásti. U tvarově složitých dílů trvá generování dráhy nástroje některých operací velmi dlouho a tento proces generování je nutné podstoupit vždy znovu při změně jakéhokoliv parametru v nastavení výpočtu dráhy nástroje.



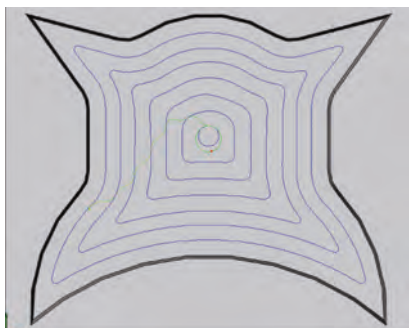
Obr. 10: Využití čtyřjádrového procesoru při generování dráhy nástroje

2.8 SurfCAM

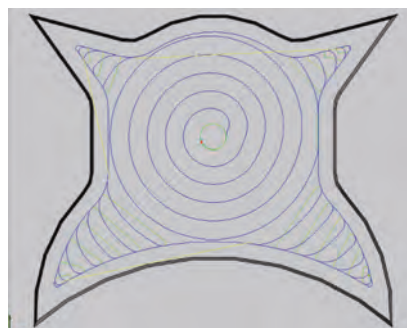
Společnost Surfware, která je výrobcem systému SurfCAM opět předváděla na stroji firmy Haas hrubovací operaci, pro kterou byly dráhy nástroje vytvořeny pomocí funkce Truemill. Výhody funkce Truemill jsou založeny na skutečnosti, že dráha nástroje je tvořena tak, aby bylo dodrženo konstantní opásání nástroje v celém jejím průběhu. Tím je dosaženo konstantního zatížení nástroje a nástroj se méně a rovnoměrněji opotřebovává. Po dokončení obrábění bylo možné se nástroje dotknout, nástroj byl téměř studený. Funkce je tudíž vhodná především pro generování drah nástroje pro vysokorychlostní obrábění.

2.9 HSMWorks

Tento CAM systém je určen zejména pro součásti, kde je zapotřebí 2,5 a 3-osého řízení dráhy nástroje a je podporován CAD systémem SolidWorks. Ze zajímavých funkcí lze uvést například generování dráhy nástroje pro hrubovací operace s respektováním plynulého zatěžování nástroje. Takto vytvořené dráhy je možné využít například při vysokorychlostním obrábění. V systému jsou tyto funkce nazývané jako "adaptivní dráhy". Porovnání se standardní dráhou na obr. 11 pro hrubování kapsy je patrné níže na obr. 12.



Obr. 11: Standardní dráha nástroje pro hrubovací operaci



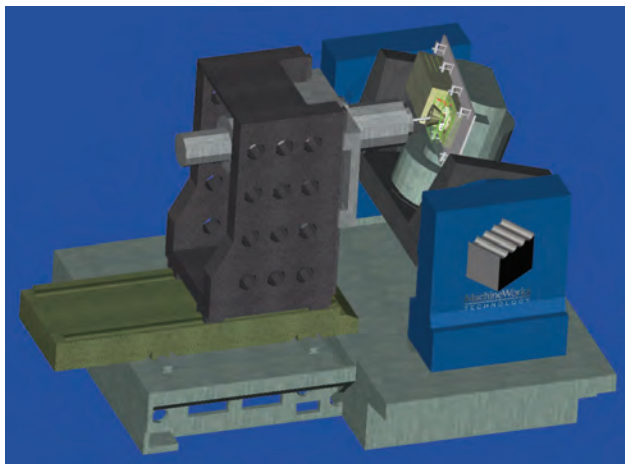
Obr. 12: Upravená dráha vzhledem k plynulému zatěžování nástroje (adaptivní dráha)

3 Systémy pro vizualizaci obrábění

Většina CAM systémů ve standardních verzích neumožňuje simulovat proces obrábění přímo s modelem stroje a odladit tak možné kolize obrobku a nástroje s částmi stroje, či s různými přípravky, upínkami, atd. Pokud chce zákazník tyto vhodné funkce využívat, musí si buď to dokoupit příslušné moduly systému, nebo dokoupit další SW. V následujících podkapitolách budou zmíněny produkty, které umožňují simulovat proces obrábění na základě NC programu.

3.1 MachineWorks

Společnost MachineWorks, která je výrobcem stejnojmenného produktu, nabízí široké možnosti pro verifikaci výrobního procesu. Prostřednictvím jejich produktu může být simulováno: Elektroerozivní obrábění (EDM), frézování, soustružení, broušení, nebo také kombinace těchto úloh. V systému je umožněno nejen simulovat již vytvořené dráhy nástroje s úběrem materiálu, ale i dovytvářet, případně upravovat a nově generovat dráhy nástrojů pro všechny základní operace (dvou, tří, čtyř i pětiosého obrábění). K dispozici je i modul, ve kterém je možné načítat modely dílčích komponent strojů (formát STL), definovat kinematiku výrobního stroje a výsledek je uložen do souboru XML. Toto výrazně usnadňuje proces vytváření modelu obráběcího stroje pro uvedenou simulaci výroby. Lze také zobrazovat textury na povrchu součástí a pomocí



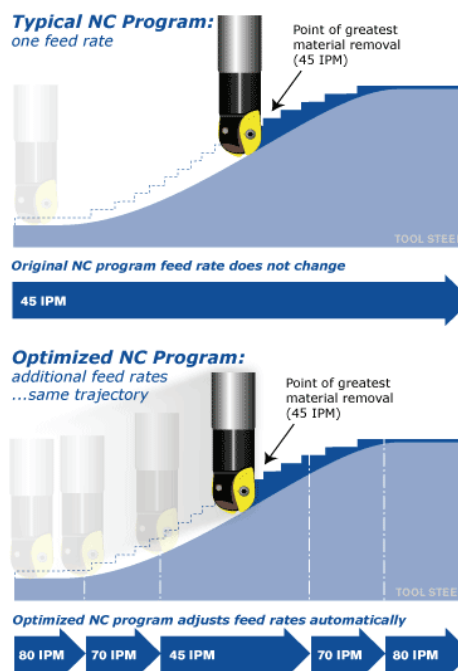
Obr. 13: Ukázka simulace obrábění s modelem pětiosého CNC stroje

funkce z grafického jádra OpenGL je nově umožněno používat kovového vzhledu (tzv. "metallic effect") součástí při plynulé simulaci obrábění se strojem.

3.2 Vericut

Tento produkt od společnosti CGTech je již velmi dobře známý. Obsahuje např. i funkce pro simulování obrábění na strojích s paralelními kinematikami. Dále je možné využívat např. funkci OptiPath, která přepočítává posuvovou rychlost podél dráhy nástroje. Standardně v CAM systémech není možné v průběhu dráhy nástroje měnit posuvovou rychlost (mimo nájezdů a výjezdů). Při simulaci obrábění v systému Vericut je uvažováno množství odebíraného materiálu v každém bloku NC programu (počítá se s předchozími dráhami nástroje).

Pomocí funkce OptiPath je automaticky přepočítávána posuvová rychlost nástroje vzhledem k odebíranému množství materiálu a do NC programu je vždy v příslušném bloku generována vypočtená posuvová rychlost. Vše je názorně zaznamenáno na obr. 14, kde v horní části je naznačena standardní situace (konstantní posuv v NC programu) a v dolní části obrázku je naznačeno průběžné rozložení posuvové rychlosti podél dráhy nástroje pomocí funkce OptiPath. Lze konstatovat, že je uživateli nabídnuto jiné řešení problematiky zatěžování nástroje při obrábění, než např. pomocí již zmíněných funkcí (Truemill-SurfCAM, dynamické řízení dráhy-MasterCAM, či adaptivní dráhy-HSMWorks) převážně pro hrubovací operace při vysokorychlostním obrábění.



Obr. 14: Rozložení posuvové rychlosti podél dráhy nástroje - funkce OptiPath

4 Shrnutí a závěr

Účelem tohoto článku nebylo seznámení čtenáře se všemi novinkami z oblasti CAD/CAM systémů, ale podat náhled do současné situace. K tomuto záměru nebylo využito jen poznatků ze strojírenského veletrhu EMO 2009 v Miláně, ale i z průběžného sledování situace na trhu. Vystavovatelé se též nezaměřovali na novinky v aktuálních verzích CAD/CAM systémů, ale na ucelený produkt. Článek neobsahuje ani plný výčet výrobců těchto systémů, kterých je nepřeberné množství. Novinky se týkají především efektivního využití hardware použitého PC, tvorby komfortních uživatelských prostředí a vylepšování hrubovacích strategií (převážně pro 2,5D vysokorychlostní obrábění). Ze situace vyplývá určitá stagnace CAM systémů, které bývaly na vrcholu v této oblasti a určovaly trend. Bylo však možné zaznamenat snižování rozdílů mezi CAM systémy, které se řadily do střední a horní řady podle výkonnosti.