

## Industry 4.0



**AXIOM TECH s.r.o. – průmyslová řešení prověřená praxí**

**Vážený čtenáři,**

předkládaný zpravodaj Vám opět nabídne témata, která rezonují ve světě techniky a především průmyslu. Ano, dnes i v ekonomicky zaměřených médiích včetně různých politických komentářů stále častěji slyšíme Průmysl 4.0. To je jistě dobře, čím dál více lidí si uvědomuje důležitost technických odvětví a přirozeně tím roste i společenský kredit technické inteligence.



U většiny našich zákazníků, kteří používají špičkové technologie a jsou vyspělými firmami v rozličných oblastech, jde většinou o přirozený evoluční proces. Nejsilnějším důvodem hledat efektivnější nástroje výroby je především tlak na zvyšování produktivity. Bez jejího růstu není možné v ostré konkurenci vytvářet prostor na inovace výrobků.

Zvyšuje se podíl automatizace a bude hrát jistě stále důležitější roli především oblast robotiky. Využívání stále dokonalejšího hardware, senzorů a tím i logické, stále širší uplatňování internetu věcí, zvyšuje nároky na software pro návrh nových výrobků a efektivních výrobních procesů.

Pouze špičkové, komplexní systémy jsou pak schopny reagovat na požadavky vyrábět více a více personalizované produkty. Vzrušující propojení virtuálního a reálného světa stále dokonalejších výrobků ovšem klade i zvyšující se nároky na kvalifikaci a dovednosti dnešních a budoucích pracovníků.

Inspirovající příklady úspěšného využití nejnovějších technologií a systémů pro jejich efektivní řízení a simulace Vám nabízíme v našem zpravodaji. Děkuji našim zákazníkům za jejich ochotu podělit se o tyto zajímavé informace.

Přeji příjemné čtení.

**Milan Tůma**

## Tecnomatix pomáhá programovat roboty ve společnosti Magna Exteriors (Bohemia) s.r.o.

**Společnost Magna Exteriors (Bohemia) s.r.o. v Liberci je součástí globální sítě Magna International, která má stovky výrobních závodů a pracovišť s desítkami tisíců zaměstnanců po celém světě. V Česku působí několik divízi Magny: Magna Seating, Magna Exteriors Bohemia, Magna Exteriors Nymburk, Magna Automotive CZ, Magna Cartech. Liberecký závod se zaměřuje na vývoj, výrobu a kompletaci technicky náročných plastových dílů. V Liberci dále funguje Nástrojárna, Engineering a Ředitelství společnosti, jehož součástí je odbor vývoje a nových projektů a který dále slouží jako podpora zahraničních závodů. Čeští odborníci tak přispívají k tomu, že Magna International patří mezi přední světové výrobce dílů pro automobilový průmysl.**



Historie společnosti Magna Exteriors (Bohemia) s.r.o. se začala psát v roce 1946, kdy začala ještě pod názvem Plastimat vyrábět v Jablonci na Nisou plastové předměty především pro domácnost. V roce 1963 se podnik přesunul do Liberce. Zásadním milníkem byl rok 2009, kdy došlo k připojení ke společnosti

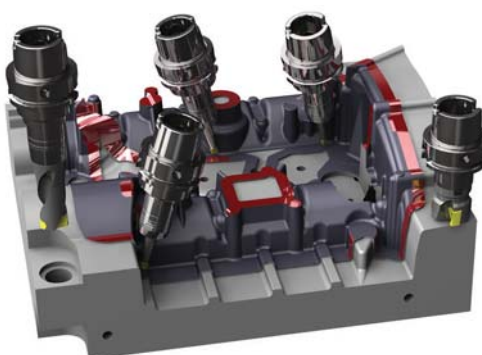
Magna International, založené v Kanadě v roce 1957 rakouským rodákem Frankem Stronachem. Magna International celosvětově zaměstnává více než sto padesát tisíc zaměstnanců ve 29 zemích. Magna se zabývá návrhem, konstrukcí, testováním, výrobou a montáží všech částí automobilů od exteriérů, přes sedadla, palubní desky

## PŘEDSTAVUJEME

### Pronext, a.s. bilancuje po dvou letech přechod na komplexní řešení NX a VERICUT

Společnost Pronext, a.s. při svém založení navázala na dlouholetou tradici v oblasti oprav a výroby gumárenských, plastikářských a obuvnických strojů, včetně výroby forem, sahající až do doby existence firmy BAŤA ve Zlíně. Rozmach automobilového průmyslu v ČR byl novou výzvou pro společnost Pronext a znamenal rozšíření výrobního programu a nové druhy forem určených pro automotive.

**V roce 2015 se vedení společnosti po dlouhém a náročném výběru nového softwarového CAD/CAM řešení pro konstrukci a technologii**



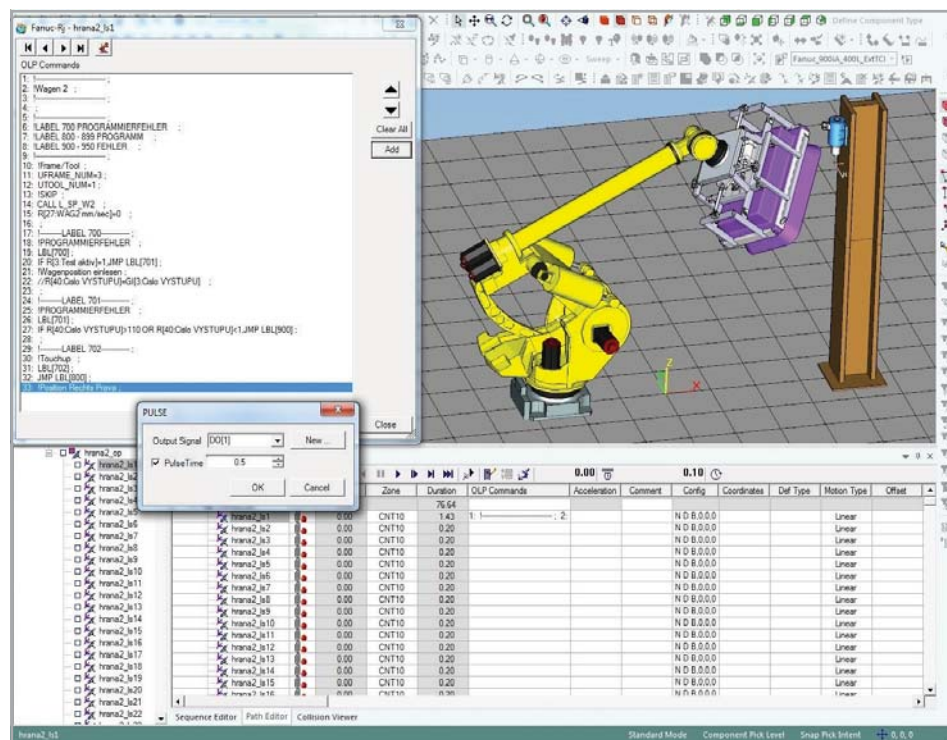
**odhodlalo k razantní výměně CAD/CAM systému CREO za komplexní řešení CAX/PLM NX od společnosti SIEMENS, ve spojení se systémem pro simulaci a verifikaci NC kódu VERICUT.**



Pro tento „skok do neznáma“ si vybrala k implementaci a předání správné metodiky práce v novém systému NX stabilního partnera - společnost AXOM TECH. K výměně softwarového řešení se společnost Pronext odhodlala díky stále většímu tlaku svých zákazníků z oblasti automotive, kde je současným trendem obrov-

až po pohonné jednotky. Dá se říci, že Magna International je schopna vyrobit skoro celý automobil. Její produkty lze najít například v automobilech Škoda Auto, Volkswagen, BMW, MAN, Seat, Mercedes-Benz, Jaguar, Audi, Opel, Peugeot a Nissan.

šení výroby je velmi unikátní a je chráněno patenty. Při programování robotu na této unikátní lince je potřeba postupovat poněkud nestandardně a bylo nutné, aby pracovníci společnosti AXIOM TECH provedli customizaci softwaru RobotExpert na míru podle požadavků Magny.



Dnes je Magna Exteriors (Bohemia) s.r.o. v Liberci výrobcem a vývojovým dodavatelem plastových výrobků, který má roční obrát v řádech stamilionů dolarů. V Libereckém závodě se denně vyrobí 10 tisíc lakovaných nárazníků. Magnou projede za čtyřicet hodin 180 kamionů, sedmdesát jich přiveze obaly a materiál, 110 odjede s hotovými produkty k zákazníkům. Výrobní technologie si Magna vyvíjí sama. Unikátní technologií je například ovíjení uzavřeného rámu skelným vláknem. Jediné jsou rovněž procesy například na montážních linkách na nárazníky, kde se na minimálním prostoru vyrábí několik modelů najednou, a to v jednomitovovém taktu.

Ve svých výrobních závodech Magna využívá zhruba 230 vstřikovacích strojů pro konvenční i speciální vstřikování (Mucell, GID, 2K, zastřikování kovových záložek). Plastové díly jsou následně povrchově upravovány lakováním v lakovacích linkách na vodou ředitelné i ředidlové laky. V montážních linkách jsou používány stroje na děrování plastů (laserové, hydraulické, pneumatické) a svařování plastů (hotplate, ultrazvukové, vibrační, infračervené a nově i torzní). Celou technologii doplňuje i několik robotických lepicích linek. Díky vlastní Nástrojárně s vývojovým centrem využívá Magna možnosti vlastní výroby vstřikovacích forem.

Pro programování průmyslových robotů FANUC v Magně Exteriors (Bohemia) od roku 2014 používají software Tecnomatix RobotExpert. Důvodem pro tento produkt byl fakt, že jako jediný na trhu byl schopen správně vygenerovat program pro jejich speciální robotickou ovíjecí linku. Jedná se o zařízení na ovíjení vyfukovaného uzavřeného rámu skleněnou výztuží. Celé ře-

zásadní výhodou pro uživatele je fakt, že RobotExpert umožňuje v jediném prostředí simulovat a programovat roboty různých značek. Dokonce lze už v již hotových projektech vyměnit robot nejen za jiný model, ale klidně za robot od jiného výrobce. V Magně je využíváno možnosti upravit již hotový program přímo na robotu a pak jej nahrát zpět do RobotExpertu. Je tak zaručeno, že jak v počítači, tak i na lince je vždy totožná a aktuální verze programu.

RobotExpert umožňuje v jednom prostředí vytvořit program robotu jak pro vlastní technologii, tak i pro manipulační a servisní přejezdy robotu. Je možno simulovat pohyb ramen chapadel, práci dopravníků, včetně zavírání a otevírání přípravek. Tyto nástroje přináší značné úspory času při návrhu a optimalizaci nových pracovišť nebo při úpravách stávajících robotických pracovišť. Získaná simulace je tak vlastně kompletní a realistickou vizualizací celé robotické linky, která se dá použít i k marketingovým a prezentačním účelům.



## PŘEDSTAVUJEME

dokončení ze str. 1.

ské zvýšení variantnosti výrobků a velmi časté změny, ať už v předvýrobní nebo výrobní etapě. Společnost se jako odpověď na výše zmíněné aspekty trhu rozhodla pořídit také nový 5osý CNC stroj. Zejména v CAM oblasti bylo z jejich pohledu tehdejší CAM řešení v CREO technicky nedostatečné a neproduktivní. Díky komplexnímu systému CAx/PLM systému NX od společnosti SIEMENS a systému VERICUT od společnosti CGTech došlo nejen k posunu produktivity v oblasti tvorby programů pro CNC stroje, včetně odladění 5 osých programů mimo CNC stroj, ale také k radikálnímu zvýšení produktivity v oblasti konstrukce forem. Využití modulu MOLD WIZARD urychluje rutinní kroky v celém procesu konstrukce nástroje spolu s asociativním propojením na CAM NX umožňuje pružně a rychle reagovat na změny ze strany zákazníka. Právě díky plné asociativitě mezi CAD a CAM NX, kdy společnost Pronext pracuje v jednom systému a na jedné datech, je možno reagovat na stále náročnější požadavky zákazníků z oblasti automotive a dodržovat čím dál kratší dodací lhůty. Díky SIEMENS patentované synchronní technologii dochází také ke zkrácení času již ve fázi přijetí dat od zákazníka a jeho následném zpracování a úpravách těchto mrtvých dat v univerzálních formátech IGES a STEP

**A jak vidí po dvou letech sázku na řešení NX od společnosti SIEMENS za podpory největšího partnera, společnosti AXIOM TECH, sám ředitel společnosti Ing. Miloslav Kubíček?**

*Z dnešního pohledu můžeme říci, že sázka na řešení NX byla správným krokem nejen v ob-*

*lasti přípravy NC programů, kde jsme v NX našli silný, produktivní a hlavně stále se rozvíjející CAM systém pro obrábění náročných tvarových ploch nástrojů, ve spojení s VERICUT si myslím, že jde v současné době o bezkonkurenční řešení pro naši oblast. Také řešení CAD NX s modulem MOLD WIZARD a patentovanou synchronní technologií nás přesvědčilo, že jsme pořídili HI-TECH řešení jak pro konstrukci, tak pro naši technologii. Co se ale z mého pohledu ukázalo jako rozhodující, byl i výběr partnera, tedy společnosti AXIOM TECH, jenž nás na začátku přechodu na jiný systém vedl za ruku při individuálních přeškoleních a konzultacích. Rozhodujícím faktorem byla v roce 2015 i možnost využít výpomoc Jakuba Černého z AXIOM TECH při konkrétních projektech s programováním v NX CAM.*

Další vizí a logickým krokem v oblasti řešení SIEMENS softwarového řešení je rozšíření stávajícího řešení NX CAD/CAM o správu inženýrských dat a procesů v systému TEAMCENTER. Řešení TEAMCENTER řídí celý proces vývoje produktu a výrazně usnadňuje práci menším a středně velkými společnostmi, které dnes čelí explozi dat vyvolané rostoucí složitostí produktů a konstrukcí ve 3D.





## Výrobu krbových vložek podporuje TEAMCENTER

Již od roku 2009 společnost Hoxter vyrábí krbové vložky a dodává je do více než 23 zemí, nejen v Evropě.

Společnost Hoxter se již od počátku snažila jít kvalitě svých výrobků naproti. Protože předpokladem kvality jsou i správně uložená konstrukční data, rozhodla se pro CAD systém SOLID EDGE a implementaci základního PDM systému Insight, byť pro jediného konstruktéra. Dodávku provedla společnost AXIOM TECH.

S rozvojem firmy, nárůstem počtu konstruktérů a dalších technických pracovníků začaly vznikat potřeby na spravování širšího portfolia technických dokumentů. Proto se v Hoxter rozhodli posunout se v oblasti data managementu na vyšší úroveň. Logickou volbou bylo pokračovat na platformě SIEMENS a s AXIOM TECH jako dodavatelem. Na jaře 2017 byla zahájena první fáze implementace Teamcenter do oddělení konstrukce, která byla dokončena v létě 2017 a Teamcenter byl uveden do rutinního provozu v rozsahu PDM pro konstrukci. Na úvodní fázi již navazuje implementace správy projektů a implementace bude pokračovat do dalších oddělení. Cílem je, aby byly procesně pokryty oddělení nákupu, výroby, kvality, obchodu a odbytu. Všechna oddělení tedy budou mít snadný a rychlý, dle oprávnění řízený, přístup k platné a požadované technické dokumentaci. Tím bude položen další základní kámen pro budoucí růst firmy.

Proces úvodní implementace v Hoxter byl celkem jednoduchý, neboť uživatelé – konstruktéři byli již zvyklí pracovat v režimu spravovaných dat a data samotná byla díky již zavedenému PDM systému Insight konsistentní a tím pro převod do Teamcenteru připravená. Na úvodním workshopu byly určeny zodpovědné osoby za jednotlivé kroky implementace na straně Hoxter i AXIOM TECH, následovala instalace databáze a serverové části Teamcenter a byl vyškolen klíčový uživatel. Následně byly nadefinovány požadavky na typy spravovaných dokumentů a s nimi souvisejících atributů. To vše na základě zkušeností z předchozích implementací a doporučení nejnovějších možností Teamcenter. Dále byly nadefinovány schvalovací a změnové procesy a provedena instalace pro klíčového uživatele, který prováděl následné otestování, zda vše funguje jak má. Během testování byla doladěna i některá nastavení systému tak, aby následně mohl započít proces importu dat z PDM Insight do PLM Teamcenter. Fáze importu dat byla časově nejnáročnější, protože kladla vysoké nároky na klíčového uživatele, který se mimo to musel věnovat i své běžné práci. Při importu byl AXIOM TECH nápomocen, protože bylo třeba operativně řešit různé specifické odchylky. V okamžiku, kdy byla nezbytná část starých dat převedena, byli proškoleni všichni uživatelé v konstrukci a zahájen rutinní provoz. Úvodní a nejnáročnější implementační fáze Teamcenter byla ukončena. Nyní navazuje fáze implementace správy projektů a budou následovat další dílčí implementace podle potřeb jednotlivých oddělení, která budou se systémem pracovat.

# hoxter



### Vážení čtenáři,

všude jsou nyní skloňovány pojmy jako Industry 4.0, Průmysl 4.0, digitalizace, digitální dvojče...

S těmito pojmy se setkáte i v našem zpravodaji. Na našich webových stránkách, tištěných materiálech a také zde na zadní straně zpravodaje naleznete vizualizaci „fabriky“, v které jsou standardní procesy řešeny dle zásad Industry 4.0, pomocí systémů společnosti Siemens.

Abychom Vám usnadnili orientaci ve Zpravodaji, **pod každým článkem naleznete ikonu**, která symbolizuje část naší fabriky.

Podle toho snadno poznáte, jaká problematika je ve článku popsána, zda popisuje průběh digitalizace průmyslové **VÝROBY** u významného zákazníka či simulaci a optimalizaci průmyslových robotů v **TECHNOLOGII** nebo popisuje nový přístup při práci se scanovanými daty při návrhu výrobku použitím Convergent modelingu v oddělení **R&D atd.**

Pod článkem rovněž **zobrazen QR kód** s odkazem na webovou stránku, na které naleznete nejen příslušný článek, ale také řadu doplňujících informací souvisejících s danou problematikou, jako jsou videa, případové studie, apod.

### Z obsahu

- 2 Ve společnosti Pronext vsadili na **komplexní řešení CAX/PLM NX** ve spojení se systémem pro **simulaci a verifikaci NC kódu VERICUT** od společnosti SIEMENS
- 3 **Digitální továrna v praxi** ve společnosti Continental Barum
- 5 AXIOM TECH dlouhodobě spolupracuje se zákazníky a dalšími partnery na **inovaci technické přípravy výroby**
- 8 Programujte průmyslové roboty rychle a snadno s **Tecnomatix Robotics**
- 10 Plánování výroby pomocí **Plant Simulation**
- 11 Kvalita nebo kvantita? My, s našimi produkty **Digitální továrny** se ptáme: Proč ne obojí?
- 13 **Teamcenter Designer** – Pohled pod pokličku standardizované implementace PLM systému
- 14 **Softwarové portfolio Simcenter** vyvinuté společností Siemens PLM Software poskytuje všechny potřebné inženýrské nástroje pro požadavky současných trendů trhu
- 17 V současné době se mnoho našich zákazníků stále častěji setkává s obráběním těžkoobrobitelných materiálů – CGTech se zaměřil na tyto specifické kombinace obráběného materiálu a nástrojů pro **VERICUT** a vydal modul s názvem **FORCE**.
- 21 **Pevnostní výpočty již integrovány v licencích Solid Edge** – nástroje pro pevnostní výpočty pro Solid Edge poskytují škálovatelné řešení od základních úloh, až po komplexní inženýrské výpočty
- 23 Technická podpora. Jak správně používat **Helpdesk**



## Digitální továrna v praxi ve společnosti Continental Barum

Každý z nás se již setkal s pojmy jako Průmysl 4.0 nebo čtvrtá průmyslová revoluce.

Pod těmito pojmy se skrývá řada nových technologií, které určují trend a pomáhají řešit problémy v různých oblastech lidských činností.

Jedním z trendů Průmyslu 4.0 je digitalizace průmyslové výroby. V našem článku si představíme tento trend a jeho praktickou aplikaci ve společnosti Continental Barum s.r.o.

Společnost Continental Barum s.r.o. je jednou z výrobních společností koncernu Continental. Sídli v Otrokovicích a pracuje v ní přes 4 900 zaměstnanců. V areálu o ploše okolo 700 tisíc m<sup>2</sup> firma produkuje tisíce pneumatik denně, ať už se jedná o pneumatiky pro osobní automobily, nákladní automobily nebo motocykly.

Jednou z divizí otrokovického závodu je divize výroby forem (VFC), která se specializuje na vývoj a výrobu forem na pneumatiky. S rostoucí poptávkou již nestačila současná výrobní kapacita, a proto bylo v roce 2016 rozhodnuto o stavbě nové haly. Rozšířením plochy pro výrobu se získal prostor pro nové i stávající technologie, některé však bylo nutné přestěhovat. S rozšířením výrobních prostor vyvstal požadavek na nové a efektivnější uspořádání výroby.

**Aby bylo docíleno co možná nejefektivnějšího materiálového toku a zvýšení produktivity, rozhodl se management divize pro digitalizaci – pro vytvoření digitálního modelu výroby (digitální továrny).**

### Digitalizace výroby pomocí nástrojů Siemens

Pro vytvoření digitální továrny se VFC rozhodla oslovit společnost AXIOM TECH, jako svého dlouhodobého partnera v oblasti softwarových technologií Siemens. Tyto nejmodernější technologie totiž umožňují nejen vytvořit kompletní digitální obraz reálné výroby – haly, strojů, pracovníků, jednotlivých procesů atd., ale také simulovat výrobu, optimalizovat ji a vyhodnotit přínosy této optimalizace.

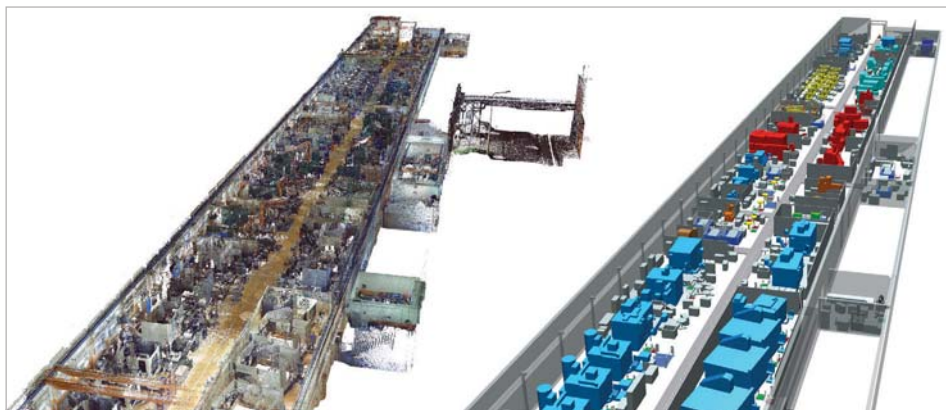
V tomto případě se digitalizace nesla ve 3 základních etapách:

#### 1) 3D skenování

Jedná se o moderní metodu vizualizací, která zachycuje současný stav pomocí mračna bodů



(Point Cloud). Vytváří tak kompletní digitální otisk reálné výroby. Naskenovaná data jsou dále využita v další etapě pro vytvoření modelu výroby.



Data zároveň poslouží i v budoucnosti, kdy bude VFC chtít vidět, jak vypadala výroba spolu se všemi detaily (potrubí, příslušenství ke strojům apod.) před rozšířením.

#### 2) Tvorba modelu stávajícího uspořádání výroby

V této etapě dostala Digitální továrna svou podobu. Pro tvorbu vizuální stránky bylo využito naskenovaných dat, která jednoznačně určovala rozměry zařízení (včetně příslušenství) a jejich přesnou polohu.

Dále se definovalo chování výroby, aby výroba, která probíhala reálně na hale, probíhala úplně stejně i ve virtuální realitě.

#### 3) Optimalizace a tvorba nového uspořádání výroby

Stávající stav byl ještě rozšířen o nově postavené plochy a pomocí optimalizačních metod se hledalo nové uspořádání, které by zajistilo plynulý materiálový tok a nejefektivnější vytížení výrobních zdrojů.

Výsledkem byl komplexní virtuální model nového uspořádání výroby, podle kterého se uzpůsobila i reálná výroba.

#### Nové uspořádání výroby je však pouze začátek

Díky modelu výroby, který má VFC ve virtuální podobě nyní k dispozici, může divize pokračovat v dalších simulacích, experimentech a neustále tak zefektivňovat jednotlivé procesy a zvyšovat produktivitu.

V neposlední řadě se dá tento model využít i pro plánování výroby. Digitální továrna totiž simuluje průběh zakázek výrobou a lze proto s velkou přesností predikovat termíny jejich dodání.

Rovněž je možné velmi jednoduše optimalizovat plán podle požadavků zákazníka, vytížení výroby a podobně.

Digitální továrna má díky tomu pro VFC stále větší význam a pomáhá celé společnosti zvýšit konkurenceschopnost a spokojenost u zákazníků.





## Efektivní proces přípravy výroby

**Společnost AXIOM TECH dlouhodobě spolupracuje se zákazníky a dalšími partnery na inovaci technické přípravy výroby. Jedná se zejména o návrh metodiky práce v konstrukci a technologii, tvorbu simulací, analýzy potřeb a rozvoje.**

Zejména v poslední době je zvýšený tlak na rychlost vydávání výrobní dokumentace. Dalším aspektem je razantní zvýšení variantnosti výrobků a velmi časté změny, ať už v předvýrobní nebo výrobní etapě. Ruku v ruce jde také to, že sehnat zkušené konstruktéry, technology nebo programátory je velmi obtížné a tak v současné chvíli mnoho firem řeší problémy s kapacitami. Tyto aspekty samozřejmě nesmí mít vliv na kvalitu dané dokumentace. Nástroje jak pomoci a odlehčit daným oddělením přitom existují. Niže popsané prostředky mohou pomoci možná právě vám.

Cestou jak splnit požadavky na rychlejší zpracování dokumentace a přitom zlepšit vypovídací hodnotu, může být bez-výkresová dokumentace. Jedná se o koncept při kterém není konstruktérem vytvářen výkres, ať již byl do výroby distribuován papírovou nebo elektronickou formou. Nositelům veškerých potřebných informací se tak stává 3D model. Tento koncept sebou nese nemalou změnu myšlení. Výkres již není primárním zdrojem výrobních a konstrukčních dat. Konstruktéři si tedy musí osvojit postup, kdy 3D model udává veškeré informace o tvaru dílu. Není tedy třeba kótovat každý rozměr 3D modelu, ale označit pouze to, co při výrobě potřebuje specifickou péči. Tato data o tolerancích tvaru a poloze, drsnostech a dalších specifických prvcích na dílech, jsou dodána pomocí tzv. PMI (Product Manufacturing Information). Velká výhoda je dále také to, že tato data neplavou pouze kolem modelu v prostoru, ale k těmto kótám jsou asociované přímé prvky nebo plochy modelu.

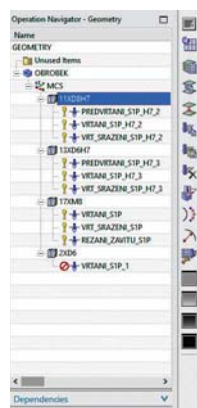
Díky velmi dobrému třídění těchto informací je zachována i velmi snadná čitelnost. Pokud je přece jenom nutno vytvořit výkres, např. pro účely kooperace, je možno PMI vložit přímo do ploch. Nedochází tak k duplicitnímu zadávání.

PMI a bez-výkresová dokumentace dokáže tedy uspořádat čas v konstrukci, nicméně díky filozofii CAM prostředí systému NX můžeme tyto informace velmi efektivně dále využívat. K tomuto účelu nám slouží modul pro urychlení a unifikaci technologie obrábění základních tvarů jako jsou otvory, kapsy, drážky atd. Je vhodné zvolit automatizovanou tvorbu technologických operací. Takovýmto automatickým nástrojem je FBM (feature-based machining).

Princip fungování tohoto nástroje spočívá v rozpoznání jednotlivých útvarů na daném 3D modelu a aplikaci předdefinované technologie na tento útvar. Samozřejmě jsou různé alternativní technologie zohledňující např. rozměry, tolerance a další parametry daného prvku. Vstupní informací je taktéž databáze nástrojů. Následně systém automatizovaně vytvoří technologii obrábění těchto standardizovaných prvků a programátorovi zbyde více času na to, aby se věnoval kritickým útvarům a plochám na daném modelu.

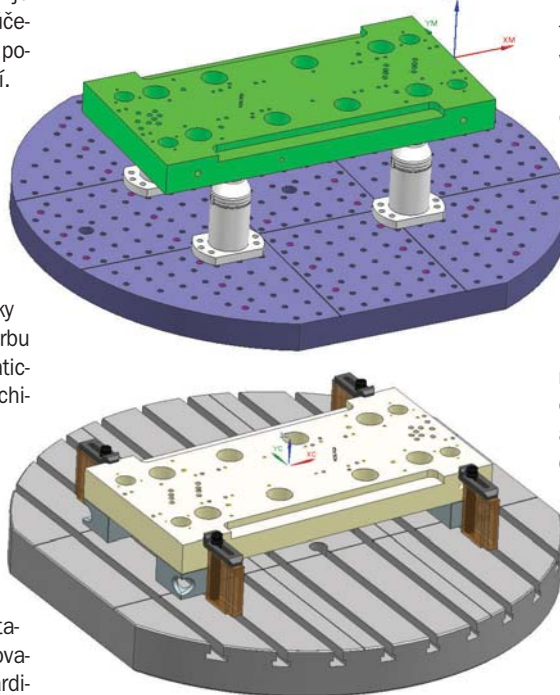
Pro efektivní zavedení uvedených postupů do technické praxe je třeba mít zmapován výrobní program. Hlavně pak s ohledem na počty vyráběných prvků.

AXIOM TECH je schopen pro zákazníka vytvořit analýzu, která daný proces kvantifikuje. Pro analýzu se vybere vzorek dat, např. roční produkce modelů deskoviny. Na tomto vzorku proběhne rozpoznání jednotlivých útva-



rů včetně záznamu veškerých dostupných hodnot. Tato data slouží pro statistické vyhodnocení a stanovení priorit pro zavádění řešení.

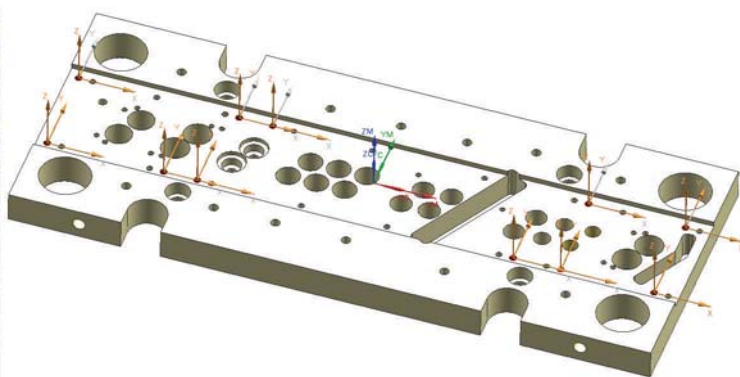
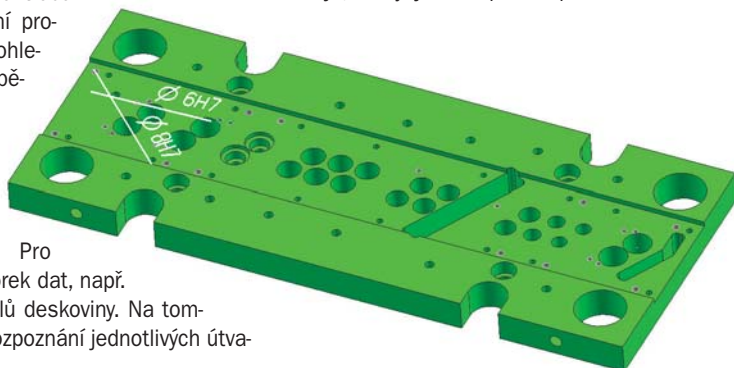
Zanalyzovaná data lze také použít pro zefektivnění konstrukčních postupů. Je tedy možno očekávat i zlepšení technologičnosti konstrukce,



Ukázky automatického ustavení s úpínkami, popř. se systémem UNILOCK

což vede k úsporám ve výrobě. Ať již na straně časových a materiálových, tak i na nákladech spojených s nástroji.

Kombinací výše uvedených postupů lze vytvořit velmi efektivní metodu přípravy dokumentace a NC-operací. Také je vhodné při přípravě technologií spolupracovat s kvalitním dodavatelem nástrojů, který je schopen doporučit vhodné ná-



Ukázka automaticky vytvořené technologie, kde je vidět rozdíl technologie pro tolerovanou a netolerovanou díru

strojové vybavení a k nim doporučit nejvhodnější řezné podmínky.

Výhodou uvedeného postupu je odstranění tvorby výkresové dokumentace. Výroba čerpá veškeré potřebné informace přímo z 3D modelu, který je ideálně uložen v PLM systému. NC-operace jsou taktéž přímo vázány k tomuto modelu. Díky tomu se výrazně zjednoduší řízení vydávání platné dokumentace a odstraní se problémy často provázející změnami řízení.

# FOREZ®

Popsaným řešením se inspirovala společnost FOREZ s.r.o., která je významným výrobcem kovových a plastových dílů, zejména pro automobilový průmysl. Pro výrobu základní deskoviny v současné chvíli využívá řešení pro základní otvory. Řešení bylo navíc rozšířeno o systém automatického ustavení na stroji a dále o finální simulaci pomocí nástroje VERICUT.



## Tecnomatix Human

Konstrukteři se při návrhu pracovišť a strojů setkávají s otázkami spojenými nejen s ergonomií a bezpečností práce, ale třeba i s proveditelností operace z pohledu člověka. Obvykle je třeba odpovědět na otázky typu:

- Jak je možné identifikovat problémové úlohy dříve než začne výroba?
- Jak zajistit, aby navržené pracoviště vyhovovalo celé populaci?
- Jak zjistit, zda práce nepovede ke zranění nebo přetížení pracovníků?
- Je zajištěn dostatečný přístup pro servis a údržbu?
- Jak rychle zhodnotit návrh pracoviště a sekvenci manuálních operací?

Na všechny tyto otázky pomůže odpovědět Tecnomatix Human.



### Široká škála antropometrických databází

Tecnomatix obsahuje několik antropometrických databází, které pokrývají lidskou populaci na všech světadílech. V rámci každé databáze vázané na určitou zemi nebo průmyslové odvětví lze nastavit, zda vložený simulační model člověka bude ženského nebo mužského pohlaví, jaké bude výšky a hmotnosti. V případě potřeby lze dokonce detailně proporce simulačního modelu člověka editovat.

Zajímavé je, že pokud se pro určitý simulační model člověka (např. průměrného Němce mužského pohlaví) připraví nějaká studie, lze kdykoli zaměnit stávající model za jiný (např. velmi malou Němku), což přináší možnost rychle otestovat navržený výrobek, stroj či pracoviště pro širokou škálu lidí.

### Pracovní polohy

Při testování pracovních poloh používá Tecnomatix nástroj Human Posturing, který umožňuje snadné napozicování lidského těla do cílové polohy. Lze přímo v jediném dialogu nastavovat přesně každý kloub zvlášť nebo využívat funkce Posture prediction, kdy se manipulátorem nastavuje poloha např. jedné končetiny a přitom se automaticky přepočítává natočení zbytku těla. V případě, že je třeba, aby se model člověka něčeho dotknul či uchopil nějaký předmět, lze využít funkce Touch, Reach a Grasp. V nejnovější verzi Tecnomatix už dovoluje dokonce i nastavovat každý prst zvlášť, článek po článku.

Velmi zajímavou cestou jak vytvořit kýženou pracovní polohu, je použití nástrojů Motion Capture. Tecnomatix podporuje celou řadu optických i gyroskopických snímacích obleků, datových kamer a dokonce je možno použít sensor

Microsoft Kinect for Windows. Navíc je rozhraní pro motion capture zařízení otevřené, takže je možno doprogramovat vlastní customizace.

Pokud je třeba, dá se nastavit, že se simulovaný člověk bude opírat jednou či oběma rukama o nějaký předmět. Dokonce je možné zajistit, aby mu na ruce působila definovaná síla v zadaném směru. Pokud je nutno, aby oči sledovaly pohybující se ruku, lze to také nastavit. Natočení hlavy, krku a částečně i zad potom závisí na poloze sledované ruky. Všechny tyto vnější vlivy a nastavení uživatele určují konečnou pracovní polohu, kterou Tecnomatix vytvoří. Vytvořené pracovní polohy se dají uložit do knihovny (Posture Library) pro pozdější použití nebo pro kopírování na jiné simulační modely člověka.

### Návrh pracoviště

Při studiu pracovišť se používají analýzy dosahu a viditelnosti: Buď simulačně – model člověka se pokusně nastaví do všech pracovních pozic a kontroluje se, zda všude, kam má, dosáhne, a vidí vše, co má při své činnosti vidět, nebo staticky – pomocí nástroje Reach Envelopes, kdy si může uživatel nastavit, který bod na horní končetině potřebuje sledovat jako klíčový z pohledu dosahu. Pro statickou analýzu viditelnosti se využívají nejčastěji Vision Envelopes, což jsou vlastně dva kužely reprezentující prostorový úhel pohledu pro každé oko zvlášť. Druhou možností je použití Vision Window, které zobrazuje přesně to, co virtuální člověk vidí.

Dalším důležitým aspektem jsou kolize. Je třeba zajistit, aby při práci na pracovišti či při ovládání stroje měl operátor možnost bez problémů všude dosáhnout, aniž by přitom rukama či jinou částí těla narážel do překážek a zraňoval

se. V Tecnomatixu se k tomu používá kontrola kolizí pomocí nástroje Collision Viewer, kde lze vytvořit libovolný počet kolizních sad a lze dokonce i nastavit, že se nebude hlídat pouze vlastní kolize (dotek), ale i přiblížení končetiny k překážce do definované vzdálenosti.

### Analytické nástroje

Nedílnou součástí návrhu pracoviště, stroje či výrobku, jsou analýzy podle mezinárodně uznávaných metodik a kritérií. Tecnomatix obsahuje celou řadu takových metod; jmenovitě například OWAS, RULA, NIOSH Lifting. Při návrhu a hodnocení interiérů vozidel a letadel se používají především metodiky podle tzv. J-standards vytvořených organizací Society of Automotive Engineers (SAE). Tyto SAE normy a nástroje umožňují hodnotit komfort cestujícího/řidiče na sedadle a jednoduše navrhovat optimální interiér kabiny. Pro časové analýzy se používá metodika MTM. Navíc je obsažen i modul, který umí přímo spolupracovat s TiCon a EAWS.

Všechny výstupy z analýz se automaticky ukládají na lokální disk, odkud mohou být kdykoli otevřeny v Report Vieweru, kde je možno všechny uložené výsledky spravovat, prohlížet a tisknout.

### Simulace

V případě potřeby simulovat a vizualizovat práci člověka se využívá Task Simulation Builder, který je velmi silným nástrojem k rychlému vytvoření hrubé simulace, které se dají použít pro marketingové a prezentační účely, jako školicí video pro operátory nebo jako nástroj pro první identifikaci problematických míst v návrhu zařízení a pracovních operací.

**V Task Simulation Builderu jsou předpřipraveni průvodci pro nejběžnější typy operací vykonávaných člověkem (např. jdi, uchop, přemísti, polož) a základní operace s objekty na pracovišti (přesuň, čekej, připoj, odpoj). Všechny kroky simulace (operace) se za sebe řadí v Ganttově diagramu, kde je lze přehledně upravovat a měnit jejich pořadí. Díky těmto nástrojům zvládne i nezkušený uživatel velmi rychle vytvořit potřebnou simulaci.**





# Teamcenter EDA Gateway

## PODPORA ŘÍZENÍ VÝVOJE A NÁVRHU ELEKTRONICKÝCH ZAŘÍZENÍ

### Úvod

SIEMENS PLM Teamcenter ECAD management poskytuje bezešvou integraci se všemi hlavními systémy pro návrh elektronických zařízení. Pomocí propracovaných nástrojů pro řízení kusovníků, klasifikaci nakupovaných komponent nebo zobrazení vizualizace schémat rychleji uvolníte elektronickou část produktu ve správné verzi.

Nástroje pro validaci vývoje sdílíte vývojovou etapu elektronické části zařízení s vývojem mechanické konstrukce a software. Tím eliminujete dobu strávenou opravami v případě nežádoucích neshod způsobených problémy komunikací mezi odděleními a bariérami v předávání know-how.

### Správa a řízení návrhu elektronických zařízení

Teamcenter poskytuje integraci s nástroji pro návrh celoplošných deskových spojů firem Altium, Cadence a Mentor. Rozhraní „EDA“ (electric design automation) umožňuje integraci s nástroji pro návrh kabelových svazků, které jsou vyvíjeny partnerskými společnostmi, jako jsou EPLAN, Mentor a Zuken. Výše zmíněné integrace umožňují vývojovým týmům spolupracovat mezi sebou efektivně a řízeně pomocí workflow, využívat společné knihovny dílů a rychle vyhodnocovat dopady změn ve vývojovém procesu.

Pomocí EDA gateway nebo integrovaného menu Teamcenter jednoduše otevíráte, ukládáte a kontrolujete vývojová data produktu přímo ve vašem CAD systému. Výsledkem vaší práce v integrovaném CAD systému v dnešní době Industry 4.0 není jen schematický výkres, ale především elektronický kusovník (BOM), vizualizace pro výrobu a názorný montážní postup.

Každý uživatel s ohledem na svá přístupová práva má možnost najít, sdílet nebo upravit správná data a informace ve správný čas.

### Přesná a konzistentní knihovna komponent

V rámci řešení Teamcenter – Classification poskytuje EDA Gateway bezpečný přístup do celopodnikového katalogu nakupovaných komponent včetně informací (metadat) a 2D/3D náhledů jednotlivých artiklů.

Teamcenter podporuje import a konsolidaci katalogů z různých zdrojů, propojení artiklu s dodavatelským řetězcem a řízení shody vůči směrním typu RoHS, aj.

Chcete-li zabránit vývojovým týmům používat neschválené komponenty, můžete vytvořit specifická přístupová oprávnění a uživatelské pohledy pro snadnější orientaci v celém katalogu.

### Spolupráce napříč odděleními

Teamcenter zajišťuje maximální míru sdílení správných informací a dat napříč odděleními vaší společnosti. Využitím IDX (Incremental Data Exchange) formátu (založeném na „EDMD“ Electrical Data Mechanical Data modelu) mohou elektro a mechanici vývojoví pracovníci beztrátově využívat nativní data obou typů CAD systémů.

V rámci integrovaného 3D prohlížeče pro ECAD data můžete prohlížet a poznámkovat schémata a PCB modely bez nutnosti spouštět CAD systém.

Výpočtoví specialisté mohou na výše uvedených datech provádět vlastní výpočty a analýzy.

### TISKOVÁ ZPRÁVA

SIEMENS PLM Software oznamuje akvizici s Mentor Graphics

**SIEMENS PLM Software se stává předním světovým dodavatelem průmyslového software pro oblast Digitální továrny**

SIEMENS PLM Software významně rozšiřuje své působení vstupem do odvětví integrovaných obvodů a integrovaného software

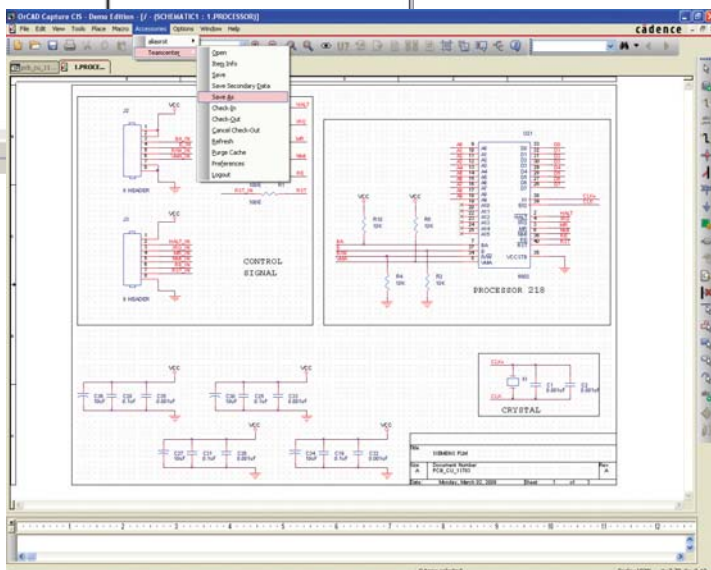
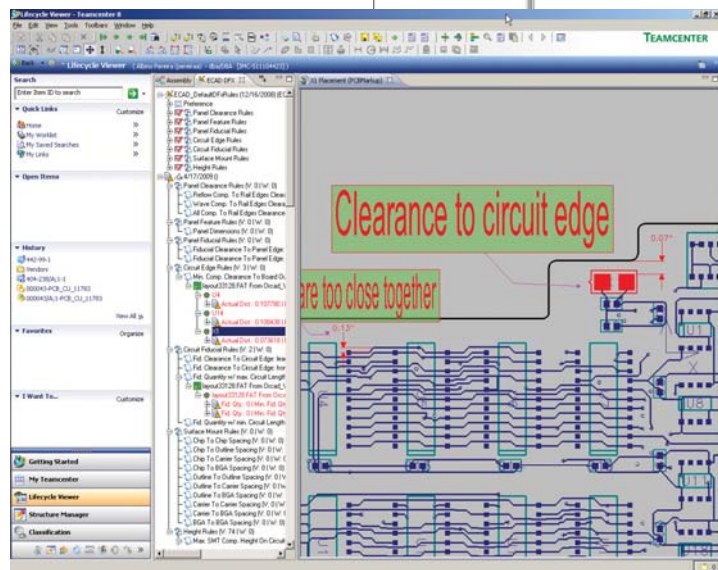
**SIEMENS PLM Software je připraven pokrýt náročné požadavky na vývoj dnešních „chytrých produktů“**

V neposlední řadě můžete navrhnout, přijmout nebo odmítnout změny, identifikovat a ověřit přírůstkové změny nebo přidat komentáře k navrhovaným změnám.

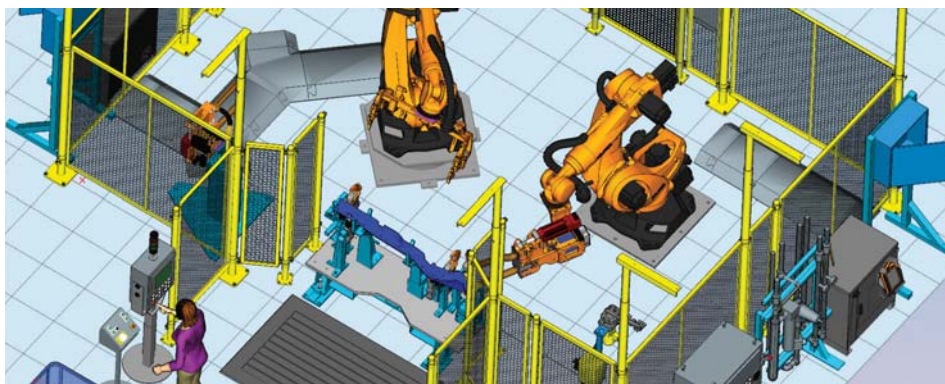
### Moderní výroba pouze s ověřenými daty a validními informacemi

Uvolnění dat a informací do výroby probíhá na základě procesu, který ověřuje platnost a validuje nejen jednotlivé komponenty, ale především kusovníky. Kontrola na existenci vyžadovaných podkladů pro výrobu je samozřejmostí každého procesu uvolnění dokumentace.

V rámci schvalování jsou k dispozici nástroje, které umožňují porovnání verzí kusovníků s grafickým výstupem rozdílů, třídění a tvorba jednoúrovňových sumárních kusovníků, digitální přetisky a podpisy samotné výrobní dokumentace.







## Tecnomatix Robotics

### – programujte průmyslové roboty rychle a snadno

**Tecnomatix je komplexním softwarovým řešením, které umožňuje mimo jiné simulovat robotické a automatizované linky a programovat průmyslové roboty. Jeho hlavní výhodou je fakt, že v jediném prostředí lze (vedle sebe) současně simulovat a optimalizovat sekvenci jednotlivých pracovních operací, robotické dráhy i činnosti vykonávané lidským operátorem.**

#### Off-line programování

Tecnomatix umožňuje programovat průmyslové roboty off-line. To znamená, že není nutno zastavovat výrobu u stávajících linek, nebo u nově navrhovaných pracovišť čekat, až bude linka postavena. Jsou podporovány roboty všech významných světových výrobců (např. ABB, FANUC, KUKA, YASKAWA/MOTOMAN, KAWASAKI, COMAU, PANASONIC, STAUBLI, UNIVERSAL ROBOTS, EPSON). Když zákazník připravuje výrobu a vybírá vhodný robot, je možno v již zcela hotovém projektu robot vyměnit třeba i za robot jiné značky bez ztráty funkčnosti. Je také podporováno programování kolaborativních a dvou-ramenných robotů.

#### Simulace

Důležitým nástrojem při off-line programování je simulace. Je důležité simulovat nejen dráhu nástroje, ale i pohyb celého robotu. Díky podpoře technologie Realistic Robotic Simulation (RRS) je pohyb všech kloubů i robotu jako celku přesně simulován. Jsou samozřejmě k dispozici informace o přejezdu singulárním bodem, o přetížení servomotorů atp. RRS také přináší relevantní informaci o času cyklu robotu. To je velmi důležité například pro systémové integrátory, kteří potřebují ještě ve fázi návrhu mít prověřeno, že splní požadovaný takt. Stejně tak je relevantní a přesná informace o času cyklu robotu zásadní v případě optimalizace drah robotů u stávajících linek kvůli zvýšení výrobního taktu.

Tecnomatix umožňuje simulovat paralelní práci více robotů, což značně usnadňuje návrh a programování vícerobotových linek. Do simulace lze zahrnout i pohyby nástroje (například zavírání a otevírání čelistí uchopovače), kinematiku přípravku, dopravníky, apod. Dokonce lze v simulaci používat senzory a signály, lze simulovat logiku řídicí jednotky (PLC), nebo PLC přímo fyzicky

propojit se simulačním modelem. V takovém případě je již linka kompletně simulována jak z pohledu mechanických částí (3D modely, kinematika, pohyb), tak z pohledu elektro (senzory, signály, řízení, logika, pohony). PLC pak ovládá simulační model stejně jako na reálné lince (program PLC je totožný s programem na lince). V takovém případě se již mluví o tzv. virtual commissioning (virtuálním zprovoznění), což je postup, který umožňuje kompletně odladit návrh linky ještě v inženýringové fázi, bez nutnosti čekat na postavení reálné linky.

#### Nejen roboty

Tecnomatix je unikátní v tom, že se nejedná o „jednoúčelový“ software pouze na programování robotů. Jeho síla spočívá v propojení různých nástrojů Siemens a také v jeho vlastní všestrannosti. Tecnomatix sám umožňuje detailní plánování procesů pomocí Ganttova a PERT

diagramu. Lze simulovat montážní a demontážní procesy. Jsou obsaženy komplexní nástroje pro simulaci lidských činností, což umožňuje v jednom prostředí řešit spolupráci průmyslového robotu s člověkem. Dají se vyhodnocovat kolize, optimalizovat takt, řešit bezpečnost práce a ergonomičnost pracoviště.

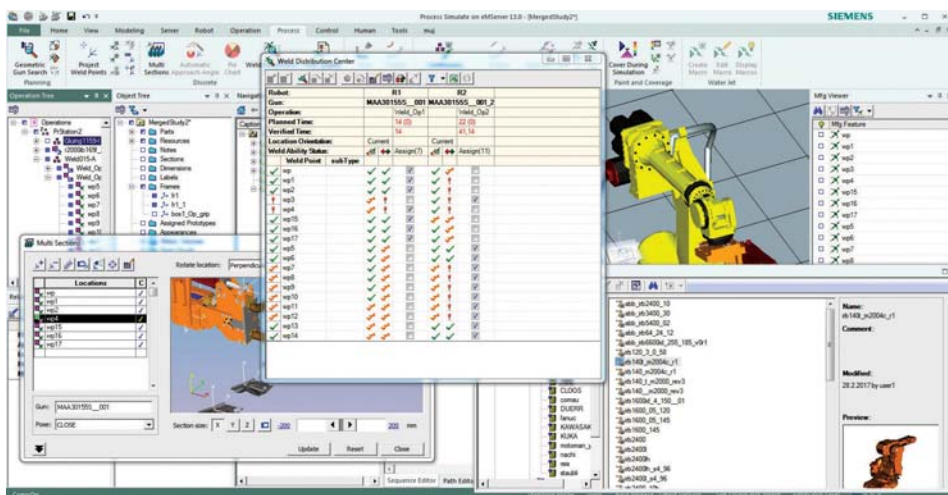
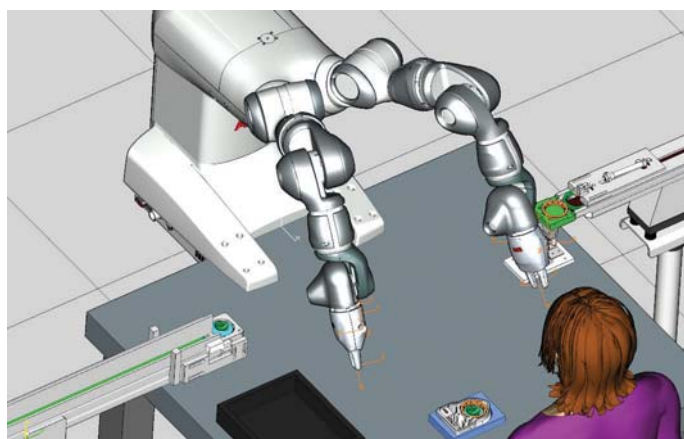
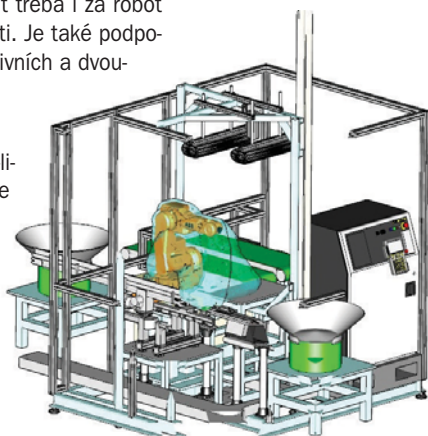
#### Široká funkcionalita

Tecnomatix svým uživatelům nabízí celou řadu ojedinělých nástrojů a funkcí, které jim umožňují rychleji a efektivněji vygenerovat program robotu, zjednodušit celé workflow programování, optimalizovat layout linky a její takt, nebo třeba vybrat co nejvhodnější robot pro danou technologickou operaci.

Jedním z těchto nástrojů je možnost vygenerovat program robotu v jeho nativním jazyce bez nutnosti postprocessingu a současně i možnost již hotový, na robotu vytvořený (nebo upravený), program načíst do Tecnomatixu. Pro většinu podporovaných kontrolérů lze dokonce načítat celé zálohy robotu, takže má off-line programátor v Tecnomatixu k dispozici veškerá nastavení robotu (například pracovní souřadné systémy, souřadné systémy nástroje, poziční registry, nastavení svářečky apod.).

Velmi nedocenenou funkcí je Automatic Path Planner, což je „kouzelné tlačítko“, které samo umí na jedno kliknutí vytvořit bezkolizní trajektorii robotu. Navíc lze s jeho pomocí optimalizovat i čas cyklu či spotřebu energie robotu.

Velmi užitečná je možnost realisticky simulovat chování kabeláže na ramenu robotu. Uživatel jen musí určit, kde je kabel k robotu připevněn, jakou má tuhost, minimální poloměr ohybu, maximální úhel zkroucení, atd. Díky tomu, že již při





přípravě dráhy robotu programátor vidí, kde kabel v daném okamžiku je a zda nedošlo k jeho přetržení, nedochází k nečekaným problémům při testování programu na lince.

V posledních letech se čím dál častěji při zaměřování skutečného usazení robotů nebo změn zástavby linky používají laserové scannery. Z toho důvodu byla do Tecnomatixu přidána možnost načíst výstup z laserových scannerů, takzvané mračno bodů (Point Cloud), přímo bez nutnosti přemodelování mračna bodů do objemových nebo plošných těles.

### Pro koho je Tecnomatix vhodný?

Tecnomatix pomůže všude tam, kde je potřeba programovat průmyslové roboty efektivně a rychle bez zbytečného přerušování výroby a bez potřeby hlubokých znalostí programování a robotiky. Tecnomatix nemá omezení na specifické technologie. Jinými slovy, lze jím programovat roboty, které svařují odporově, MIG/MAG či laserově, lze programovat manipulační i montážní činnosti, kalení, lakování, lepení, frézování, řezání, broušení, leštění atd. Mezi uživatele tohoto softwaru se pak řadí výrobní společnosti, které používají ve výrobě roboty a potřebují je programovat. Druhou skupinou jsou firmy, které hledají úspory ve výrobě a snaží se zkrátit časy cyklu robotů.

Další významnou skupinou uživatelů jsou systémoví integrátoři, kteří staví automatizované a robotizované pracoviště a linky. Tecnomatix jim přináší možnost ověřovat a optimalizovat layout a takt linek, dále pak programovat roboty i PLC už ve fázi vývoje, bez nutnosti mít k dispozici postavenou a zprovozněnou linku. Obrovskou výhodou pro dodavatele robotických linek je také možnost programovat průmyslové roboty v jejich nativním jazyce.



## Příprava výroby: knihovna nástrojů v Teamcenter

Nástroje pro výrobu, tedy konkrétně obráběcí nástroje pro výrobní operace, jsou častým předmětem úsporu v mnoha společnostech. Je nutné zajistit optimální skladbu sestavy nástroje tak, aby nedošlo k nákupu více komponent než je potřeba a aby byly veškeré výrobní zdroje efektivně využity. Opět jsou to databáze a dílčí programové podpory, které se dnes starají o tento úkol. Významným úskalím je fakt, že tyto dílčí databáze nejsou propojeny s PLM ani CAM systémem, ve kterém dnes již pracují konstruktéři a CAM programátoři po celém světě.

### Úvod

Teamcenter nabízí v integrovaném CAM systému NX podporu v oblasti MRL – Manufacturing Resource Library. Správce nástrojů má možnost vybírat z existujících katalogů a připravovat sestavu nástroje. NC programátor nástroj použije pro tvorbu NC programu a tím je předepíše do seznamu nástrojů pro vlastní realizaci programu na stroji. Operátor stroje přistupující k informacím nejlépe pomocí „Shop Floor Connect“ použije NC program a tím je také identifikován nástroj na obráběcím stroji. Zpětně je možné vyhledat, jakým složením nástroje a jakou jeho konkrétní částí byl dílec obroběn. To vede především k úplnému změnovému řízení a vysoké míře kontroly nad daty a procesy v předvýrobních a výrobních etapách.

### Příprava knihoven obráběcích nástrojů

Správce knihovny nástrojů (MRL) nabízí pohled na hierarchický strom nástroje, klasifikační atributy – vlastnosti konkrétní komponenty nástroje a náhled ve formátu 2D i 3D. Příprava nástroje spočívá ve výběru jednotlivých komponent z předpřipravených katalogů. Průvodce tvorbou nástroje nabízí pouze validní komponenty, které lze úspěšně sesadit do sestavy. Nakonec je nutné definovat nové klasifikační atributy celé sestavy a tuto zařadit do konkrétní třídy a skupiny. Klasifikační atributy systém dělí na „cutting“ a „non-cutting“, tedy atributy které definují geometrii stroje pro obrábění a atributy, které jsou technicko-obchodní, jako je výrobce, typ, zařazení apod. Díky této bohaté klasifikaci je nástroj kompletně popsán a může být tak lépe spravován.

### Tvorba NC programu pomocí sestavy nástroje

NX CAM je plně integrovaný do Teamcenter a nabízí možnost využití připraveného nástroje.

NC programátor vybírá v prostředí NX CAM skupu, třídu a definuje vlastnosti pro konkrétní vyhledání nástroje, ten je následně vizualizován a vložen do operace pro její obrobění. Nástroj je definován v seřizovacím listu a NC program, který je vytvořen pomocí post-processoru, obsahuje jeho hlavičkové informace. Všechna tato data a další, jako jsou model stroje, výrobku aj. jsou uložena a řízena systémem Teamcenter.

MRL nabízí také možnost pracovat bez řízené dokumentace v Teamcenter. Spravovány jsou pouze nástroje a dokumentace k nim přidružená, ale konstrukční a CAM data zůstávají permanentně neřízená. Takovou implementaci lze realizovat v řádu dnů, a společnost, která se pro ni rozhodla, může kdykoliv pokračovat v implementaci systému Teamcenter i pro další oddělení.

### Podpora ON-LINE katalogů

Novinkou v MRL je podpora načtení informací přímo z online katalogů. Odpadá nutnost stahovat celý katalog výrobce. Nástroj je sestaven online a poté importován a následně řízen v Teamcenter. Tato aplikace vyžaduje autorizovaný přístup do online katalogu, na druhé straně eliminuje importování a udržování zcela nevyužívaných nástrojů. Distributoři katalogů aktualizují online knihovny a tím jsou k dispozici vždy nejnovější komponenty.

### Souhrn klíčových funkcí

**Snadné řízení komponent a sestav pro obrábění**

**Spolupráce s katalogy výrobců a online katalogy (podpora ISO 13399)**

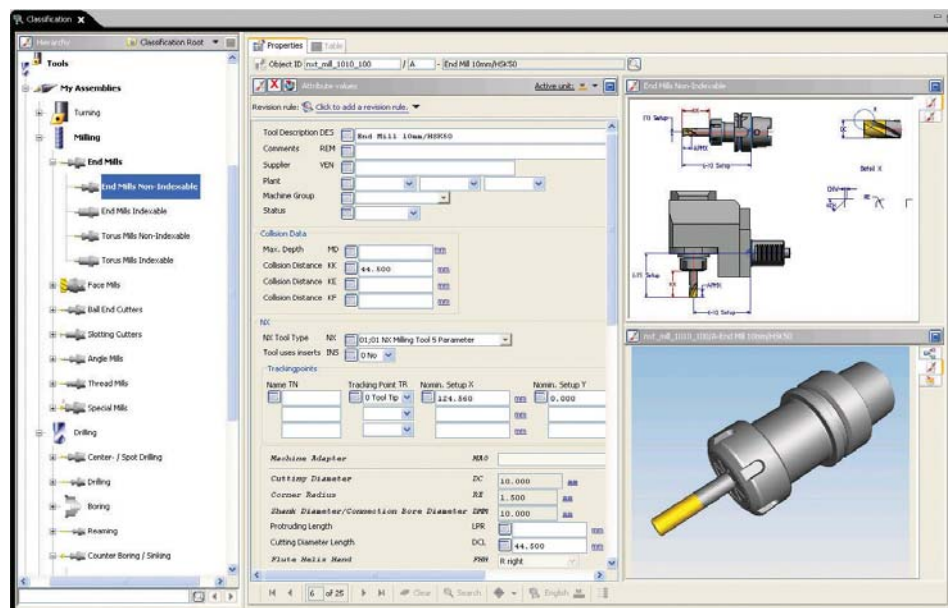
**NC programátor využívá pouze připravené a existující nástroje**

**Úplná vizualizace nástroje a bohatý obsah atributů obsahující nejen řezné podmínky**

**Redukce skladu nástrojů díky transparentnímu procesu jejich využívání**

### Závěrem

Knihovna nástrojů - MRL, umožňuje transparentní řízení nástrojů a jejich následné sledování od přípravy až po výrobu, vede ke snížení duplicit a k maximálnímu využívání existujících zdrojů. MRL je plně integrována do CAM systému NX a spravuje nejen obráběcí nástroje, ale také ostatní zdroje nutné pro definici výroby dílu, jako jsou přípravky, roboti, svařovací zařízení apod.





## Efektivní plánování zakázek do výroby

V současné době musí společnosti stále více přizpůsobovat svoji výrobu specifickým požadavkům zákazníků, kdy hlavním trendem je jednoznačně zkracování termínů a dodávka zboží v co nejkratším čase. Výrobní společnosti jsou tak mnohdy vystaveny tlaku ze strany zákazníka – „*bud' dodáš v tomto termínu nebo se obrátím na někoho jiného*“.

Dalším zásadním trendem je zmenšující se počet kusů v sériích daného typu výrobku. To vede k tomu, že se z dřívějších sériových výrobních procesů stávají procesy zakázkové až kusové. Pro společnosti je tak stále důležitější efektivně využívat výrobní kapacity, vylepšovat výrobní procesy a minimalizovat činnosti bez přidané hodnoty, jako je například čas potřebný pro změnu seřízení stroje, prostroje a podobně.

Jednou z možností, jak dosáhnout eliminace těchto časů, je vhodná skladba zakázek a pořadí, v jakém se pošlou do výroby. Klíčovým prvkem se proto stává **plán výroby**.



### Plánování výroby

Plánování výroby probíhá ve společnostech různou formou, protože existuje mnoho variant, jak ho řešit. Jednou z nich je například plánování pomocí modulu v ERP systému.

Většinou se však setkáváme s tím, že plán vzniká pomocí „obyčejných“ tabulek v excelu. Důvodů bývá mnoho. Tím stěžejním je bezpochyby možnost rychlé úpravy plánu v závislosti na nenadálých situacích, jako jsou:

- zákazník chce zakázku dříve
- zákazník změnil počet kusů v zakázce
- porucha stroje
- onemocnění pracovníka/ků

Nicméně, plán vytvořený na základě excelových tabulek je z hlediska vytížení výroby optimální pouze ve chvíli, pokud zde stojí zkušený pracovník, který plán vytváří. Zkušenost a znalost vnitřních procesů výroby hraje totiž klíčovou roli při efektivním vytěžování kapacit. A jelikož každá výroba je specifická, lze tyto zkušenosti do obecných ERP systémů jen těžko implementovat.

### Plant Simulation – nástroj pro efektivní plánování

Řešením pro efektivní plánování výroby je využití simulačních nástrojů a metod v rámci software Plant Simulation.

V tomto systému se může vytvořit kompletní virtuální model výroby, který se naladí tak, aby se choval jako reálná výroba a respektoval všechna její specifika. Vaše továrna či hala tak získá své virtuální dvojčete – Digitální továrnu. Na modelu Digitální továrny lze simulovat chování a průběh zakázek ve výrobě. Výstupem je tak výrobní plán, ze kterého je ihned zřejmé, kdy budou dané zakázky vyrobené a zda splňují dohodnuté termíny dodání.

Plán dále optimalizujeme pomocí automatického optimalizačního výpočtu nebo ručním zásahem.

Zde je bližší shrnutí obou procesů:

#### a) Optimalizační výpočet

Určí pořadí zakázek do výroby, aby došlo k co možná nejvyššímu vytížení výrobních kapacit. To v praxi znamená, že bude dosaženo nejkratšího výrobního času pro danou zakázku.

Optimalizační výpočet samozřejmě zohledňuje aktuální rozpracovanost výroby a aktuální dostupnost výrobních zdrojů (např. strojů, pracovníků, lidí, apod.).

#### b) Ruční zásah

Plánovač výroby nebo mistr může plán libovolně modifikovat podle potřeb ve výrobě (např. předřazení jedné zakázky před ostatními, náhlá změna výrobních kapacit, apod.).

V případě preference zakázky (předřazení jedné zakázky před ostatními) Plant Simulation ukáže, zda se preferovaná zakázka stihne vyrobit a co se stane s termíny ostatních.

### Propojení s realitou

Aby bylo dosaženo efektivního a přesného plánování, je důležité v rámci společnosti propojit ty systémy (ERP, MES), v nichž se uchovávají (sbírají) důležitá data jako jsou zakázky do výroby, technologické postupy, kusovníky, sklady, aktuální stav výroby a podobně. Plant Simulation sice není náhradou těchto systémů, ale díky svým vlastnostem je vhodně doplňuje. Výsledkem této kombinace je vytvoření efektivního a přesného výrobního plánu daných zakázek v jakémkoli okamžiku. Díky tomu lze také ve velmi krátkém čase vytvořit různé varianty plánu a ověřit jejich vhodnost. Plánování se tak stává záležitostí minut a ne hodin.

Plánování může být řešeno i takzvaně „online“. To znamená, že systém může po určitém časovém intervalu automaticky změnit plán podle aktuální situace ve výrobě. Konkrétní funkčnost automatického přepínání je vždy nastavena dle domluvených pravidel a požadavků.



### Plánování výroby pomocí Plant Simulation ve společnosti Dioflex s.r.o.

Stále více firem využívá pro svoje plánování výroby Plant Simulation.

Zde vám přinášíme rozhovor s jednou z nich, se společností Dioflex s.r.o.

Dioflex s.r.o. se od roku 1992 zabývá osazováním desek plošných spojů a LED technologií. V současnosti zde pracuje okolo 40 zaměstnanců, jedná se tedy spíše o menší společnost. Nicméně, je zde kladen důraz na práci s moderními a špičkovými technologiemi. Celé řešení plánování si představíme společně s **vedoucím výroby, panem Davidem Hromadou**.

### Pane Hromado, co předcházelo nasazení Plant Simulation ve vaší společnosti?

Plánování výroby v naší firmě probíhalo za pomoci ERP systému Navision, který nám umožňoval vytvářet základní plán. Problémem však bylo, že docházelo poměrně často (až několikrát denně) ke změnám ve vytvořeném plánu (změny počtu kusů, změna preference zakázek apod.). Provést tyto operativní změny v ERP systému Navision bylo velice zdoluhavé, nepraktické a někdy téměř nemožné. Proto jsme pro plánování využívali dodatečnou Excel tabulku a změny zde prováděli ručně. Úpravy plánu byly časově náročné a často ani nešlo zcela podchytit všechny požadované změny. Navíc se ztrácel přehled o aktuálním skladovém stavu komponent, který je pro plánování důležitý.

Hledali jsme proto řešení, které by nám umožnilo rychlé úpravy a optimalizaci plánu, pokud možno „automaticky“. Cílem bylo snížit časovou náročnost plánování a vytížit výrobní kapacity na maximum.



**Vše prozkoumejte a dejte nám vědět Váš názor. Vaše postřehy a náměty nám budou inspirací a motivací pro další zlepšování.**



## Kvalita nebo kvantita?

A co preferujete vy? **My s našimi produkty** Digitální továrny se ptáme: **Proč ne obojí?**

Vyrábět kvalitní výrobky, a přesto vyhovět vysokým nárokům na včasnost dodání v mnohdy ne-reálných termínech, je stále častějším problémem managementu výrobních podniků. Udržitelnost a konkurenceschopnost výrobků jsou základními životními funkcemi zdravého podniku. V následujícím článku se dozvíte, kde lze optimalizovat, zeštíhlovat a zrychlovat procesy v předvýrobních etapách a jaké to má dopady na vlastní výrobu.

### Obchodní oddělení musí klasifikovat a sdílet požadavky

Ano, ale jen za předpokladu, že obchodníci budou mít přístup k jednotné databázi produktů s vazbou na poslední platnou technickou dokumentaci. Toho lze docílit důslednou klasifikací a vyžadováním schvalování každého výkresu.

PLM Teamcenter® poskytuje nástroje, které umožní konstruktérům zamykat vývojové větve produktů, následně s podporou revizí kompletovat přesný kusovník produktu a ten s vazbou na produktovou položku (kartu) klasifikovat do firemního katalogu, který je volně dostupný všem přihlášeným uživatelům systému.

### V konstrukci musíme zrychlit vývoj nového produktu

Ano, ale jen za předpokladu, že konstruktéři budou informováni včas a podklady nového vývoje anebo změnového řízení pro následnou tvorbu

dokumentace budou přesné. Dále také, že v případě opakované konstrukce anebo změny bude možné vyhledat podobný výrobek za co nejkratší čas.

PLM Teamcenter® poskytuje nástroje, které plánují a rozesílají úkoly koncovým uživatelům včetně připojené dokumentace a to vše v reálný čas. Konstruktér, který splní úkol v rámci procesu (Nový vývojový úkol, ECR, aj.) automaticky na pozadí informuje a spouští navazující úkoly. Tímto způsobem jsou informační a datové toky standardizovány, zrychleny a i přesto zůstávají transparentní

### V technologii musíme zamezit duplikování informací a využít maximum z konstrukční dokumentace

Ano, ale jen za předpokladu, že obě dvě oddělení budou spolupracovat na jednotné platformě, tj. v jediném systému.

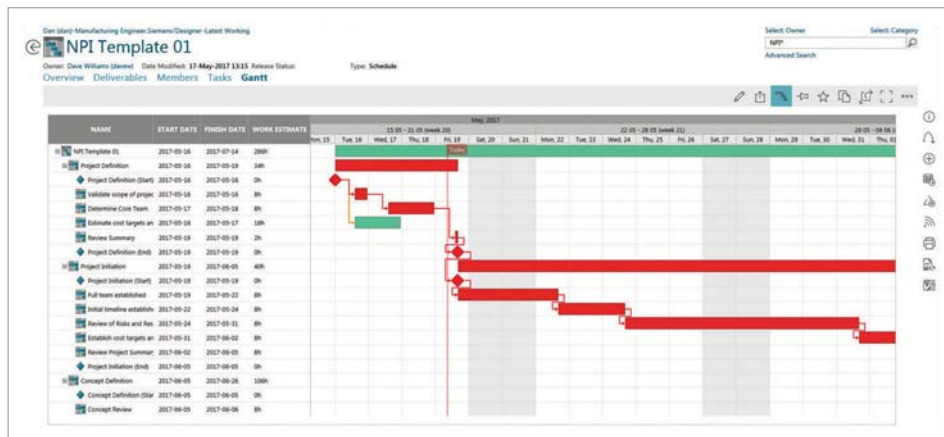
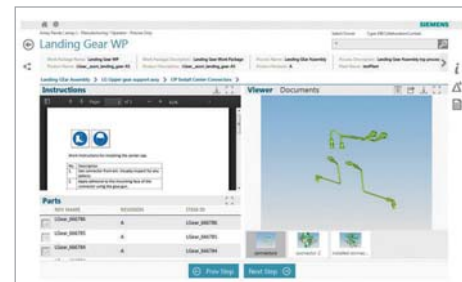
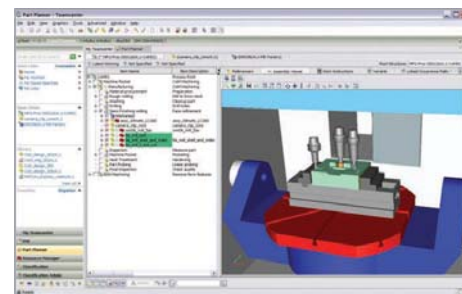
PLM Teamcenter® poskytuje prostředí pro bezšvovou spolupráci konstrukčního a technologického oddělení. Technolog obdrží v rámci procesu schválená konstrukční data, na kterých začíná tvořit technologii výroby. Díky podobnosti 3D dat vyhledá existující technologický postup – zpravidla již schválený, který klonuje. V rámci interního procesu přizve oddělení programátorů pro aktualizaci NC kódů a na konci validuje hotovou technologii. Analogicky k technologickému postupu je zde podpora pro montážní, servisní, balící a jiné postupy.

### Výroba musí mít dostupné pouze platné verze výrobní dokumentace s možností vizualizovat výrobek

Ano, ale jen za předpokladu, že všechna oddělení TPV sdílí přesné informace v reálném čase. Nesmí se stát, že konstrukce zapomene vytvořit čitelný výkres nebo vygenerovat náhled 3D modelu.

PLM Teamcenter poskytuje nástroje, díky kterým „neopustí“ dokumentace oddělení TPV bez náležitých a pro výrobu bezpodmínečně nutných informací. Konstrukční oddělení ve chvíli schválení dokumentace vždy obsahuje PDF – obecně čitelný formát výkresu a JT – standardizovaný formát pro vizualizaci 3D modelu. Kusovník sestavy, technologický postup a ostatní návody jsou výrobě k dispozici automaticky po jejich schválení.

Výroba, ať už konvenční pracoviště, CNC stroj anebo montážní pracoviště, konzumuje pouze přesné a validní výrobní podklady.





# Teamcenter Designer

Pohled pod pokličku standardizované implementace PLM systému

## CO JE TO TEAMCENTER DESIGNER

Teamcenter Designer přináší zkušenosti ze správy konstrukčních a vývojových dat a informací napříč obory a průmyslem, nasbíraných za více než 20 let činnosti společnosti AXIOM TECH, s.r.o.

Jedná se o odlehčený PLM systém. Často ho nazýváme také jako systém pro správu dokumentace pro konstrukční oddělení (PDM). Oproti konkurenci má Teamcenter Designer výhodu v tom, že je konfigurovatelný, rozšiřitelný o standardní moduly a je otevřený uživatelským úpravám – tzv. customizacím.

Tím se z něj postupně, přesně podle toho, jak uživatelé, produkt anebo společnost vyžadují, stává robustní PLM systém vystavěný na pevném základu.

## KOMU JE URČEN

Teamcenter Designer je primárně určen uživateli, který pracuje v konstrukční nebo vývojové kanceláři s CAD/CAM systémy. „Systémy“ v množném čísle předurčují, že Teamcenter Designer je připraven integrovat více než jeden CAD/CAM systém najednou, tedy je určen také společností, které nemají jednotnou CAD platformu, ale chtějí sloučit, zabezpečit a optimalizovat know-how konstrukce nebo vývoje. Shrneme-li výše uvedené, Teamcenter Designer je tedy startovním blokem pro výrobní společnost, která plánuje postupně implementovat PLM systém pro dokonalé pokrytí životního cyklu výrobku.

## CO OBSAHUJE TEAMCENTER DESIGNER

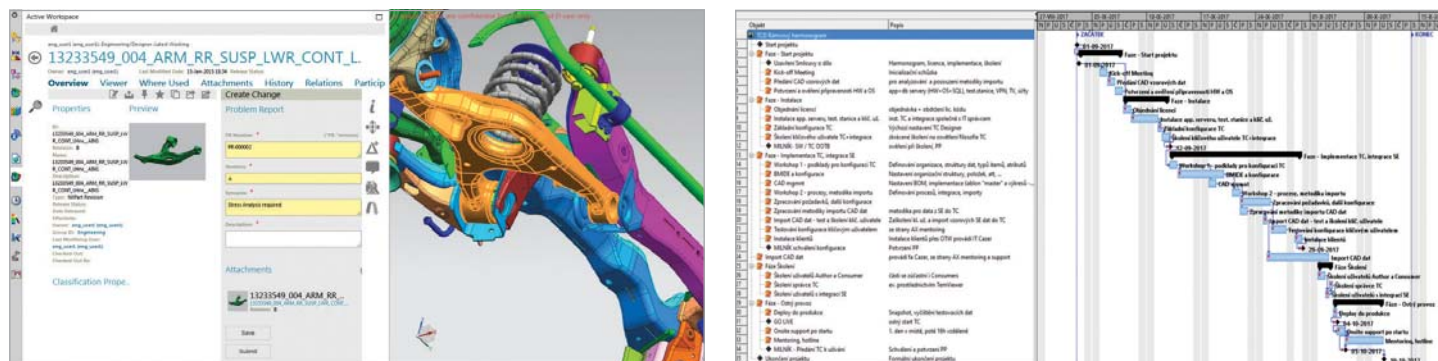
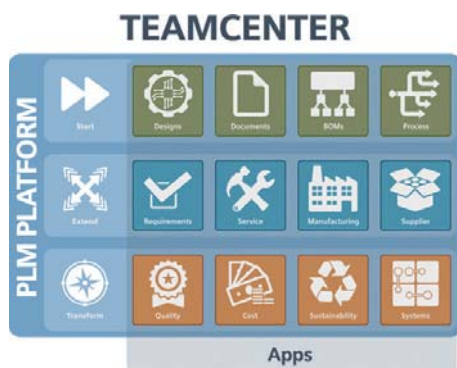
- Instalaci SIEMENS PLM Teamcenter
- Základní nastavení koncového uživatele bez ohledu na používaný CAD systém
  - Položky typu Návrh, Dokument, Změna, Projekt*
  - Multidisciplinární kusovník*
  - Bezešvou integraci s CAD/CAM systémy a MS Office*
  - Rozhraní pro export informací do informačních systémů*
- Praxí prověřené a předkonfigurované procesy
  - Proces pro schválení a změnu se základními statusy (platné, neplatné, ukončeno)*
- Metodické postupy a tipy pro efektivní využití funkcionality systému

## POPIS IMPLEMENTACE

Implementace Teamcenter Designer je optimalizovaná pro rychlý náběh systému a efektivní návratnost investic do něj vložených.

Naši konzultanti zkracují čas strávený dlouhými analýzami na začátku projektu a díky tomu mohou uživatelé co nejdříve po vlastní instalaci představit systém tak, jak byl navržen. Následně metodou workshopů, kdy uživatel pracuje společně s konzultantem ve zkonfigurovaném Teamcenteru, definují vlastní úpravy. Nejedná se však o náročné programování, jak by se mohlo zdát, ale jde o úpravy, které si následně může klíčový uživatel realizovat i vlastními silami.

**Celá implementace Teamcenter Designer může být v ideálním případě realizovaná v rámci měsíce.**



## VÝHODY PRO VÁS

**Rychlá návratnost**

**Předkonfigurováno**

**V průmyslu zažitá Best Practices**

**Standardní Teamcenter funkcionalita**

**Neomezená rozšiřitelnost**

**Stabilní při upgradech**



## Nová éra inženýringu: **Simcenter**



### Co to je? Kde se vzal? A co nabízí **SIMCENTER**?

**Softwarové portfolio Simcenter vyvinuté společností Siemens PLM Software poskytuje všechny potřebné inženýrské nástroje, které uspokojují nejnáročnější potřeby uživatelů a požadavky současných trendů trhu.**

Pro zvládnutí složitých úkolů potřebují týmy inženýrů jednotnou sdílenou platformu pro všechny typy simulací, se špičkovými analytickými nástroji, které jsou snadno použitelné, začleňují více vývojových procesů a poskytují konzistentní výsledky. A to je hlavní myšlenka vzniku samostatného specializovaného systému. Velké společnosti mají několik specializovaných pracovišť, ale data si neumějí efektivně sdílet, neumějí je využívat mezi sebou, i když to jsou data na sobě závislá a spolu související. Simcenter je prostředí pro simulace, testování, ladění řídicích systémů a správu dat. Všechna data z těchto různých odvětví jsou propojená, dále efektivně využitelná a tvoří tak celek. Nutno zmínit dva nové pojmy, které Simcenter spojují. Prediktivní inženýrství a digitální dvojče.

Klasický přístup ověřování a validace funkčnosti již není dostatečně efektivní. Moderní vývojové procesy musí být prediktivní, využívající „digitálních dvojčat“ skutečných výrobků. Používají se simulační a testovací nástroje i inteligentní analýzy získaných dat.

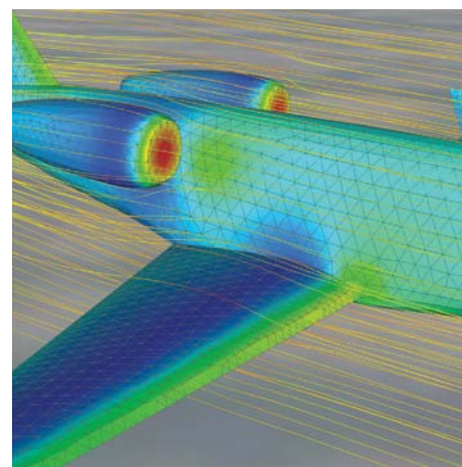
Prediktivní analýzy v inženýrství, to je nový náhled na vývoj výrobků. Tato nová cesta překonává pouze ověřování simulacemi a dosahuje rychleji a s větší jistotou rozhodnutí týkající se návrhu již v rané fázi vývoje. A to díky 1D simulacím, které nám umožňují předvídat výkon výrobku v nejrannějších fázích tvorby koncepčního návrhu pomocí 1D simulace. U 1D řešení je možné předvídat výkon více doménových systémů pomocí předdefinovaných knihoven součástí a použití. Následně mohou konstruktéři vytvářet realistické modely pro další ověření strategie návrhu. 1D a 3D modely je možné použít současně, a tím přesně zaznamenat úplné multi-fyzikální chování Vašeho výrobku.

Pomocí Simcenteru můžete vytvářet digitální dvojčata pro realistickou predikci chování výrobků. Digitální dvojče je vyžadováno zejména pro realistickou předpověď chování výrobku. Dále umožňuje dodávat chytré výrobky na trh rychleji, přizpůsobovat jejich chování podmínkám provozu a prodloužit jejich životnost.

#### Co nově nabízí portfolio Simcenter

Společnost Siemens PLM Software zavedla mnoho nových postupů v oblasti testování pevnosti, životnosti, hluku a vibrací (NVH). V oblasti simulací společnost Siemens PLM Software vyvinula vysoce výkonná řešení 3D analýzy a integro-

vané hybridní postupy, které kombinují testování společně se simulací. Díky výkonným řešením 1D simulace lze simulovat a navrhovat s ohledem na kritické funkční atributy hned na počátku procesu vývoje výrobku. Jedinečnou kombinací těchto prvků a možností bezproblémové interakce se silnou strukturou správy dat, napomáhá Simcenter přesně předpovídat výkon u všech kritických atributů dříve a během celého životního cyklu výrobku. Kombinací simulace multifyziky pomocí naměřených dat, informací získaných z víceoborového auditu návrhu a analýzy dat, umožňuje Simcenter implementovat vizi analýzy prediktivního inženýringu a rychleji a sebevědoměji objevovat lepší návrhy. Siemens PLM Software také zaměstnává tým inženýrů-specialistů pro nejnáročnější úkoly a operace inženýringu. Tento tým nabízí neustálou podporu při používání softwaru, vývoji aplikací a inovace procesů. Simcenter mohl vzniknout díky akvizici dvou velkých firem v oblasti analýz. CD-ADAPCO s produktem STAR-CCM+, jakožto světově nejvyspělejší řešič pro pokročilé CFD analýzy a společnost LMS s produkty LMS Imagine.Lab Amesim pro 1D analýzy a LMS Test.Lab pro oblast fyzického testování a zpracování těchto výsledků do digitálního prostoru na digitální dvojče.



#### TŘI OBLASTI SIMCENTERU

##### 1D simulace

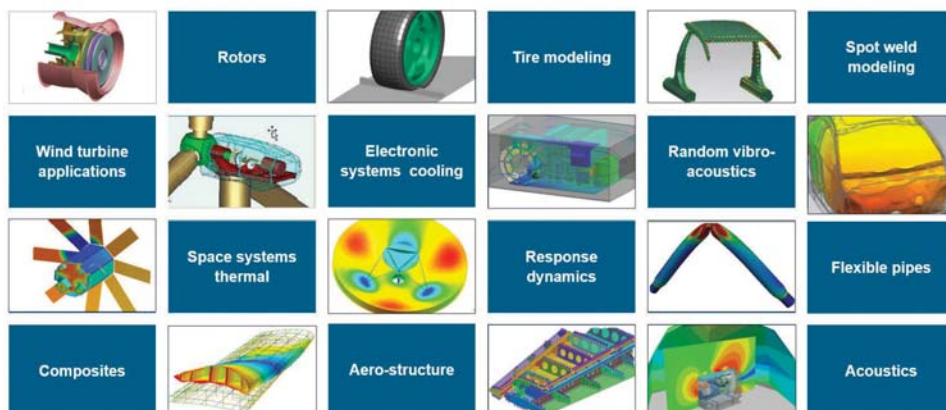
Pomocí Simcenteru lze simulací předpovídat chování víceoborového systému již v koncepční fázi. S velkou knihovnou předdefinovaných knihoven fyziky a aplikací je možné efektivně vytvářet realistické modely, které lze použít také pro propojenou simulaci s 3D a pro ověřování strategie řízení.

##### Fyzické testování

Systémy fyzického testování aplikace Simcenter umožňují dosáhnout bezkonkurenční přesnosti a efektivně provádět ověřování komponent a konečného výrobku. Testovací řešení Simcenter nabízí kompletní integrované prostředí pro inženýring na základě testování.

##### 3D simulace

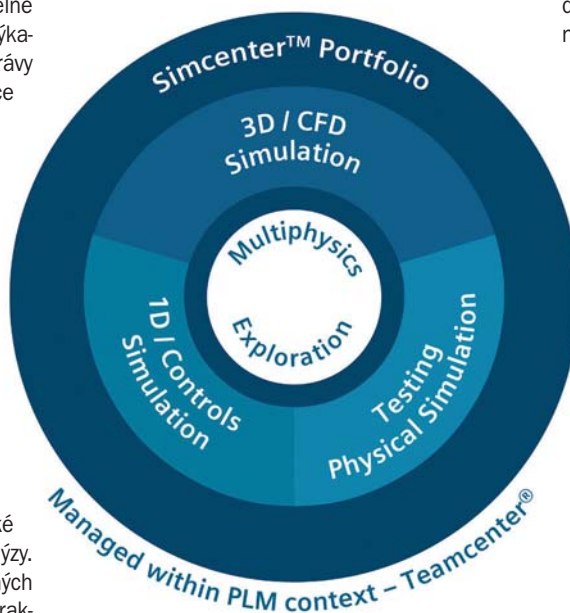
Simcenter 3D umožňuje předpovídat víceoborový výkon vašich návrhů založených na 3D geometrii. Simcenter kombinuje preprocesing, velkou škálu výkonných řešičů a postprocesing s vloženými oborovými znalostmi a umožňuje předvídat reálné chování vašeho výrobku.





Simcenter 3D přináší jednotné škálovatelné a rozšiřitelné prostředí pro 3D procesy CAE týkající se návrhu, 1D simulací, testování a správy dat. Simcenter 3D urychluje proces simulace kombinací úprav geometrie, asociativního modelování simulace a víceoborových řešení s integrovanými znalostmi. Rychlé a přesné řešiče provádějí pevnostní analýzy, akustické analýzy, tepelné analýzy, analýzy proudění, analýzy kompozitů, analýzy pohybu, optimalizace a multifyzikální simulace.

STAR-CCM+ patří ještě do mnohiny 3D simulací a jedná se o simulační nástroj pro analýzy dynamiky tekutin, analýzy mechaniky těles, interakce struktury tekutin, analýzy přenosu tepla, analýzy dynamiky částic, analýzy reakčního proudění, elektrochemické analýzy, elektromagnetické analýzy, akustické analýzy a reologické analýzy. Nabízí přesná řešení pomocí automatizovaných workflow, která usnadňují analýzu složitých praktických problémů. Díky STAR-CCM+ je možné efektivně předvídat chování výrobků a získaná



data potom použít k návrhu výrobku od koncepčního modelu až po uvedení do provozu.

#### Využijte vyspělá řešení

Společnost Siemens PLM Software je průkopníkem v oblasti 3D simulací s desítkami let zkušeností. Dodáváme novou generaci softwaru využívající řešení NX™ CAE, LMS™ a CD-adapco®. Aplikace NX™ Nastran®, LMS Virtual.Lab™, LMS Samtech™, Femap™ a STAR-CD®, které získaly výjimečnou pozici na trhu díky své výkonnosti a spolehlivosti. Tato řešení jsou hlavní součástí 3D portfolia Simcenter.



**Pracujete na svém projektu a narazili jste na technický problém?**

**Máme pro Vás řešení! Služby v oblasti CAE – konstrukce, výpočty, simulace**

**Navrhujeme Vám řešení pomocí softwarových technologií Siemens**

#### Zkušenosti z vývoje produktů

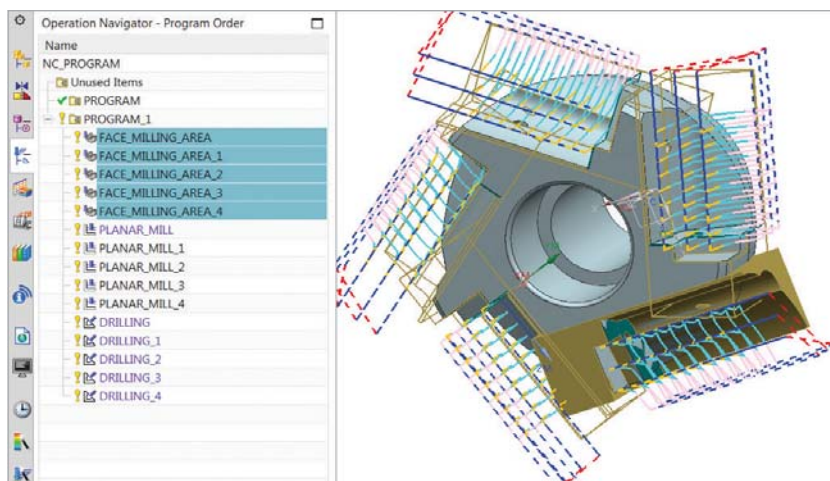
- Strukturální statické lineární i nelineární analýzy
- Modální analýzy – analýza vlastních tvarů a frekvencí
- Dynamické analýzy
- Optimalizace konstrukcí a tvarů z pohledu pevnosti (tuhost/hmotnost)
- Predikce únavové životnosti
- Teplotní analýzy
- Analýzy proudění
- Kombinace úloh: teplotní, proudění, strukturální
- Simulace mechanismů (i s dynamickými vlastnostmi členů mechanismu)

#### Z výsledků simulací dokážete

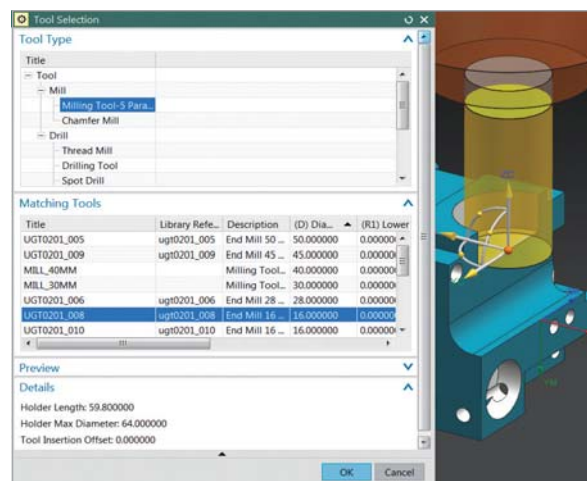
- Určit koncepci a parametry zařízení pro dané technologické podmínky
- Zajistit funkčnost zařízení při daných pracovních i limitních podmínkách
- Získat znalosti o provozním chování zařízení
- Snížit riziko poruchy zařízení



**Využijte při vývoji výpočty a simulace, které pomohou najít řešení i pro Vaše výrobky**



Ukázka zkopírované technologie pro obrobení lůžek



Dialogové okno nové funkce vyhledávání nástrojů

## Novinky NX11 v oblasti CAM

Společnost SIEMENS pokračuje v nastoleném trendu a přináší novinky a zlepšení vycházející z požadavků zákazníků. V tomto článku jsou uvedeny čtyři zásadní novinky, které verze NX 11 přinesla. Kromě těchto velkých novinek nelze opomenout řadu dalších menších změn, které byly v průběhu verze NX 11 uvedeny za účelem zrychlení práce s NX a zkvalitnění výsledných drah, čili i finálních výrobků. Tyto změny lze obecně rozdělit na změny týkající se výkonu NX, změny týkající se uživatelského rozhraní, změny simulace stroje a v neposlední řadě i změny resp. vylepšení jednotlivých operací za účelem zkvalitnění výsledných drah.

Jako příklady změn týkající se výkonu NX lze uvést rozšíření využití více jader procesoru počítače při generování drah nebo využití více jader při generování polotovaru, popř. při analýze polotovaru. Dále schopnost generování jen neřezné části drah při změně parametrů týkajících se pouze těchto pohybů, čili bez nutnosti generování celé dráhy.

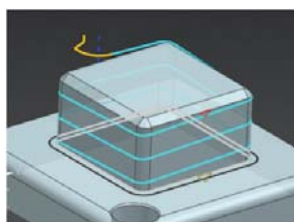
Jako příklady změn uživatelského rozhraní lze uvést sjednocení a zjednodušení dialogů funkce verifikace dráhy nebo možnost orientace pohledu v grafickém okně dle osy obrábění, popř. osy souřadného systému, nebo nový dialog vyhledávání již vytvořených či načtených nástrojů v souboru obrábění.

Ukázka využití jader procesoru při generování dráhy

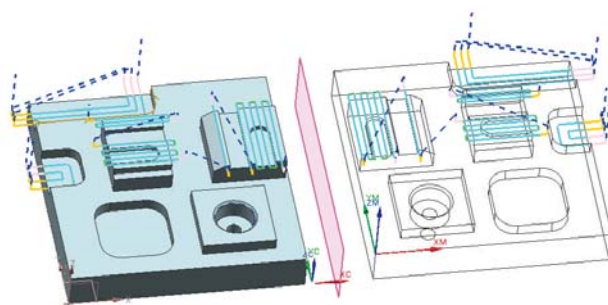
K velkému pokroku došlo v oblasti simulací stroje založeném na NC kódu. Byl přepracován dialog této funkce s tím, že průběh NC kódu a manažer souborů vstupujících do simulace, mají svá vlastní okna, což přineslo větší přehlednost v práci se simulací. Dále byly přepracovány např. indikátory stavu rotačních os, přidány možnosti zobrazení hodnot proměnných, přidána možnost nastavení stop bodů simulace NC kódu, přepracováno zobrazení kolizních párů atd. Všechny tyto změny vedou ke zkvalitnění a zpřehlednění práce se simulací stroje.

Nyní konkrétněji k novým funkcím, jež byly vyvinuty na základě požadavků zákazníků.

První z těchto funkcí najdeme v operacích 2.5osého obrábění, přesněji v operaci Floor



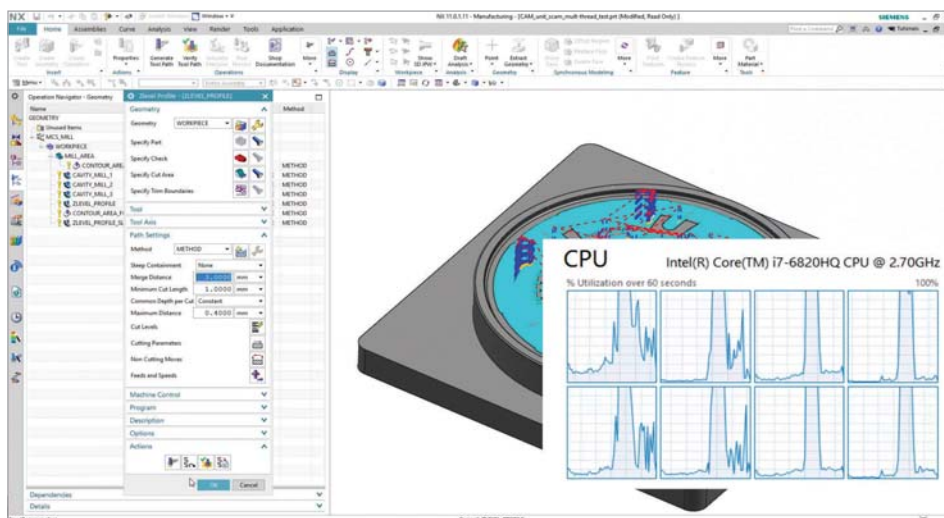
Operace Floor wall IPW s dráhou po šroubovici



Wall. Zde byla přidána nová možnost způsobu obrábění v případě dokončování stěn. Operace 2.5osého obrábění vytvářely vždy dráhy v jednotlivých rovinách dle zadané hloubky řezu. Ovšem spousta zákazníků chtěla dráhu, která nebude tvořena striktně v rovinách, ale bude, při sledování tvaru stěny, plynule sestupovat od nejvyššího bodu obrábění k nejnižšímu. V NX 11 si nyní uživatel může vybrat, zda budou dráhy v jednotlivých úrovních nebo nově, zda má být dráha vytvořena po šroubovici. Uživatel tak může získat plynulou dokončovací dráhu po celé hloubce obrábění.

Druhou velmi zajímavou novinkou je nová funkce zrcadlení dráhy. Tato možnost v NX již byla dříve, uživatel ji může najít jako jednu z možností funkce transformace dráhy. Ovšem tento

Na ukázce zrcadlených operací je patrné zachování souslednosti i upraveného pořadí řezů

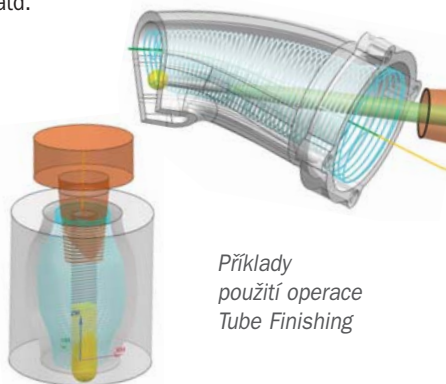


způsob zrcadlení pracuje velmi jednoduše, vezme vzorovou dráhu a jednoduše ji ozrcadlí. Tento postup je nevýhodný hlavně pro operace, které drží nastavený směr řezu (např. sousledný), jelikož výsledkem zrcadlení je operace, jejíž dráha má opačný směr řezu (nesousledný). Tato skutečnost omezovala použitelnost této funkce pouze na situace, kde nezáleží na směru obrábění. V NX 11 je nyní pro tento účel zcela nová funkce, nazvaná Mirror, která výše uvedené omezení nemá a přináší i něco navíc. Tato nová funkce dokáže zrcadlit dráhy tak, že umí zachovat souslednost směru řezu u operací, kde je to vyžadováno. Dále umí upravit pořadí řezů operací řádkování a také umí zrcadlit operace závitování tak, aby vznikl stejný závit jako u vzorové operace.



Výhodou této nové funkce zrcadlení je, že pro samotné zrcadlení není třeba zrcadlit model obráběného dílce. Uživatel si samozřejmě může zrcadlený model vytvořit pro kontrolu výsledných zrcadlených drah, nicméně k výpočtu zrcadlených drah není potřeba.

Třetí novinkou je zcela nová operace ze šablony 5osého obrábění. Je to **nová operace pro dokončování kanálků Tube Finishing**. Použití této operace je univerzální, prakticky ji lze využít pro obrábění každé geometrie, jejíž tvar se podobá uzavřené průchozí dutině, jako například sací či výfukové kanály v hlavě válců či dutiny turbíny atd.



Použití operace je velmi jednoduché, pro generování dráhy stačí označit obráběné plochy a středovou křivku kanálku (která může být vytvořena např. ve skicáři). Operace patří do nové skupiny obrábění tzv. Tube Machining a počítá se s jejím dalším vývojem.

Poslední velkou funkcí, která byla uvedena v NX 11, je možnost kopírování technologie z komponenty. Pokud si představíte situaci, kdy se na tělese obrábí více stejných prvků, je zbytečné a pracné programovat každý prvek zvlášť. V NX již existují nástroje, jak takovou situaci řešit, např. transformací operací, nicméně ne vždy toto řešení vyhovuje. NX 11 nyní přináší alternativní řešení.

Typickým příkladem výše popsané situace je výroba plátkových nástrojů, kde se mnohokrát opakuje geometrie lůžka destičky. Nová funkce poskytuje uživateli možnost nachystat si geometrii takového lůžka v samostatném souboru a to i včetně technologie. Tento soubor pak uživatel může využít pro vytvoření výsledného tvaru nástroje odečtením geometrie lůžka od základního tělesa. Tato geometrie lůžka musí být vložena do souboru tělesa jako komponenta. Poté, pomocí nové funkce Copy CAM from Component, uživatel zkopíruje nachystanou technologii z komponenty do všech takto vytvořených pozic a má hotovou technologii pro celou součást ihned a téměř bez práce.

**To jsou ve zkratce novinky verze NX 11. Společnost SIEMENS i nadále vyvíjí nové funkce a vylepšení dle požadavků zákazníků a podle prvotních informací se lze těšit na nové, velmi zajímavé funkce ve verzi NX 12.**



## VERICUT Force – Necht' vás provází síla

V současné době se mnoho našich zákazníků stále častěji setkává s obráběním těžkoobrobitelných materiálů. Jsou to materiály jako titan, Inconel a podobné oceli. V mnoha případech nestačí pouze součást z daného materiálu obrobit, ale je také třeba v rámci zvyšování produktivity obrábění dosáhnout takových časů obrábění, že s tím mohou mít některé řezné nástroje značné problémy a často může dojít vlivem překročení řezných sil v kritických místech obrábění ke zlomení nástroje.

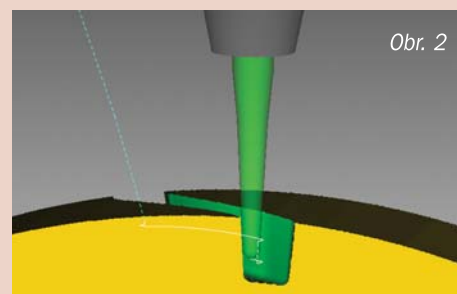
Právě na tyto specifické kombinace obráběného materiálu a nástrojů se zaměřila společnost CGTech a pro svůj nosný produkt VERICUT vydala modul s názvem FORCE. Tento modul má za úkol provádět optimalizaci posuvů řezných pohybů na základě hlídání řezných sil. Původně byl VERICUT FORCE vyvinut právě pro letecký průmysl, kde se velmi často řeší obrábění bokem nástroje za použití 5ti osých strategií, kde je velmi složité zadat klasické podmínky optimalizace, tak jak jsme zvyklí v případě VERICUT OptiPath modulu. Pokud tedy řešíte obrábění exotických materiálů, popřípadě provádíte do těchto materiálů i komplexní 5ti osé strategie obrábění, pojďte se nyní podívat blíže, jak celý proces funguje.

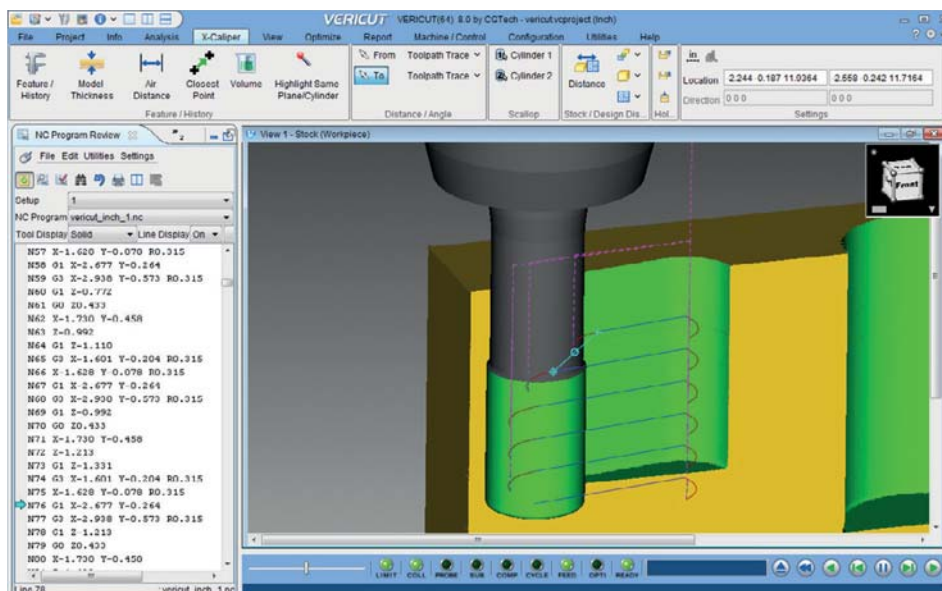
Základním rozdílem oproti modulu Optipath, který pracuje na základě zadaných parametrů programátorem je, že modul Force ke své činnosti využívá matici, která je získána z reálných testů. Jinými slovy, pokud chcete optimalizovat obrábění pomocí FORCE, parametry, které vstupují do výpočtu nových posuvů, jsou získány měřením na testovacím kuse. Měření se provádí pomocí dynamometru při reálném obrábění vzorku materiálu. V tomto testu jsou zaznamenány konkrétní řezné síly pro různé podmínky řezu v kombinaci s daným nástrojem. Následně je sestavena matice pro výpočty. Uživatel posléze ještě může nastavovat úhel šroubovice nástroje, protože bylo zjištěno, že tyto naměřené hodnoty se dají interpolovat pomocí dalších parametrů a mohou být aplikovány na více řezných geometrií jednoho nástroje.

Jakmile máme k dispozici naměřené vlastnosti materiálu, můžeme přikročit k samotné optimalizaci. Díky přesnému modelu obrábění, což je standard systému VERICUT, je schopen velmi přesně spočítat „stykovou plochu“ a z této plochy a zadaných řezných podmínek v NC kódu získáme grafy řezných sil. Následně je možné zvolit limit řezné síly. V rámci výpočtu jsou pak automaticky vypočteny nové posuvy. Systém dovolí v místech nízké řezné síly zrychlit, a naopak v místech kritických zpomalit. Výstupem je tedy NC kód, kde v podstatě každý NC řádek může mít svůj vlastní posuv přesně nastavený tak, aby vyhovoval náročným podmínkám obrábění.

Příklad výstupu můžete vidět na Obr. 1. Zde je patrné, jak VERICUT Force pracuje. Špičky řezných sil jsou ořezány a následně zoptimalizovány. Originální záznam sil je zobrazen modře, zoptimalizovaný průběh je reprezentován červeně. V tomto případě se jednalo o optimalizaci 5ax hrubování lopatkového kola. Na jedné operaci hrubování bylo ušetřeno cca 45 % strojního času. Pro představu typu operace se můžete podívat na Obr. 2.

V současné chvíli je modul FORCE dostupný pro strategie frézování a je již oznámen daný modul i pro soustružení a vrtání. Co se týká politiky CGTech, uživatelé budou mít k dispozici základní knihovnu materiálů. Dále bude možnost objednat jako službu také naměření vlastních parametrů pro optimalizaci. Důležitá je rovněž zpráva, že modul Optipath stále pokračuje ve vývoji. Modul FORCE ho nenahrazuje. Je pouze dalším rozšířením a posunutím optimalizací obrábění na úplně novou úroveň. Po cca 2 letech, kdy je tento modul v provozu, je také ze zkušeností uživatelů patrné, že uživatelé kvitují jednoduchost použití, kdy opravdu není třeba laborovat s parametry optimalizace a prostě a jednoduše použijete pro daný případ obrábění to nejlepší a nejefektivnější.



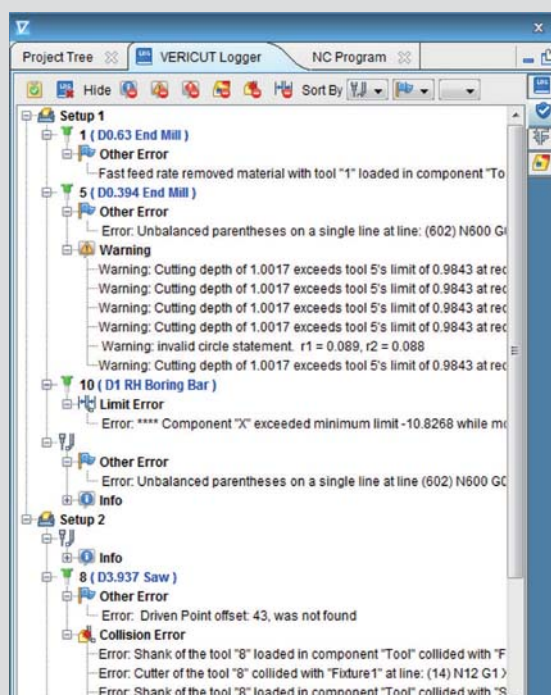


## VERICUT – verze 8.x

CGTech přináší opět několik vylepšení, která usnadňují analyzovat, optimalizovat a dokumentovat proces obrábění. V souvislosti s vývojem nových technologií jsme vyzýváni simulovat stále složitější CNC stroje a procesy. Díky nástrojům, které vyšly spolu s verzí VERICUT 8.0, je možno tyto procesy lépe monitorovat a vyhodnocovat mnoho dílčích problémů efektivnějším způsobem, což vede ke snížení času potřebného na programování, tvorbu simulace i na celkový výrobní cyklus obrobku.

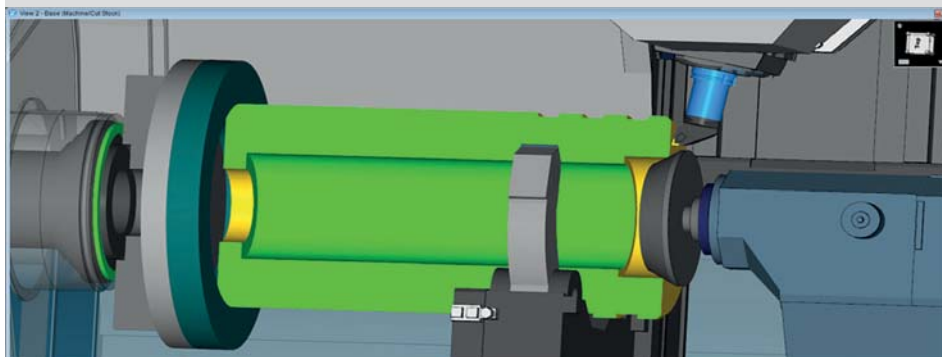
První změnou, kterou jsme mohli zaznamenat při přechodu na verzi 8, byla změna licencování. CGTech dal v rámci základní licence k dispozici možnost optimalizovat NC kód pro neřezné pohyby – „AIR CUT“. Pomocí tohoto modulu je možné si během verifikace také hlídat limity nástroje jako je hloubka úběru materiálu, minimální/maximální posuv, maximální tloušťka třísky a další. Pro úplnou optimalizaci je k dispozici Modul OptiPath nebo FORCE. Pro Step Model interface, který slouží pro načítání STEP modelů (\*.stp nebo \*.step), již není také potřeba žádná speciální licence. Step modely lze přímo importovat do jednotlivých komponent stroje, upínačů, polotovaru či designu. Těchto výhod lze stejně využít i v Tool Manageru pro získání dokonalého tvaru držáku, plátku nebo řezné části nástroje.

Detailní model nástroje a jeho držáku je nezbytný pro efektivní a přesnou simulaci procesu obrábění. Většina předních výrobců obráběcích nástrojů dává k dispozici svá 3D data. Mnoho 3D modelů lze najít



Vericut Logger – Záznamník

Náhled do pohledu stroje v řezu během simulace



**ToolpathTrace** - „Sledování dráhy nástroje“ vytvoří drátový model drah, od kterých lze odměřovat vzdálenost

prostřednictvím aplikace Machining Cloud. VERICUT 8 byl vylepšen tak, aby mohl tato data efektivně zpracovat. Po vytvoření nástrojové sestavy v Machine Cloud aplikaci a importování do VERICUTu už není potřeba knihovnu upravovat, je okamžitě připravena pro simulaci. VERICUT lze také propojit s většinou hlavních systémů pro správu nástrojů jako je Zoller či Novo. Informace z jejich software lze propojit přes interface přímo do Tool Manageru a aplikovat na jakýkoliv projekt. Pomocí dialogového okna ve správci nástrojů lze nastavit sestavám vlastní barvy, umístit více řídících bodů a hlavně nastavit CAD tolerance jednotlivým částem. Díky tomu lze zkombinovat plynulost a přesnost simulace - pro držák nemusí být volena taková přesnost modelu jako pro nástroj. Dále do Tool Manageru přibýly možnosti kopírovat/vložit nebo označit více nástrojů najednou, což v nižších verzích chybělo.

VERICUT Logger (Vericut Záznamník) nyní zobrazuje zprávy z mnoha zdrojů v jednom okně pod různými kartami. Kromě chyb, varování a informačních zpráv zobrazuje také oznámení z funkcí AUTO-DIFF a X-Caliper. Všechny důležité informace ze simulace se nyní nachází v jednom okně, tyto záznamy lze seskupovat, třídit a zobrazovat různými způsoby v závislosti na uživatelských preferencích. Informace ze simulace ve VERICUT Loggeru jsou provázány s jednotlivými řádky v NC programu a přes jedno kliknutí lze zjistit přesný zdroj chyb.

Nová funkce „ToolpathTrace“ (Sledování dráhy nástroje) vytvoří drátové zobrazení dráhy, jejíž koncové body lze následně použít k měření. V náhledu NC programu nebo v kontrole NC programu při výběru funkce sledování stopy nástroje lze odměřovat od vytvořené dráhy k jiným prvkům, jako je obrobek, střed vyvrtané díry, osa, bod či souřadný systém.

V blízké verzi 8.1 přibude možnost simulace procesu broušení a také aditivního procesu výroby. S tím jsou spojena i vylepšení v Tool Manageru, kde bude možno sestavit nástroje k těmto technologiím. Dále bude možno sledovat simulaci v pohledu stroje i v řezu, získáme tím lepší náhled na detaily, které mohou být ve standardním pohledu těžko dostupné, například soustružení hlubokých děr. Tyto pohledy a možnost uložení odměřených rozměrů bude možno shromáždit do šablony, z které se bude dát vytvořit například seřizovací list či měřicí protokol. Uvedené dílenské dokumenty bude možno upravovat pomocí zcela nového editoru šablon.





Existují dva základní přístupy vytvoření výrobku. Starší a do současnosti dominantní, je tzv. subtraktivní výroba, která spočívá v odebrání materiálů z polotovaru. Druhou metodou je aditivní výroba, kdy je materiál nanášen v tenkých vrstvách a postupně se tvoří hotový výrobek. Pro tento typ výroby se vžil zjednodušený označení 3D tisk. Označení „3D tisk“ je pouze zjednodušení pro způsob výroby výsledného produktu.

Proces aditivní výroby není omezen pouze na 3D tisk, ale zahrnuje několik kroků od definice požadavků, až po samotný 3D tisk.



Výpočty

Optimalizace

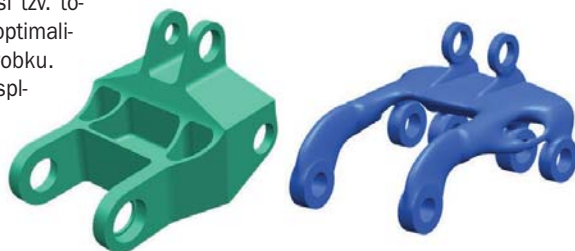
Změna tvaru

Ověření

Výroba

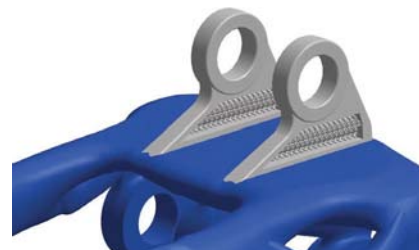
Nespornou výhodou aditivní výroby oproti konvenční metodě třískového obrábění je možnost tvorby složitých tvarů. Pomocí aditivní výroby je možné vyrobit tvar, který je běžnými metodami nevyrobitelný. S aditivní výrobou souvisí tzv. topologická optimalizace, což je proces optimalizace zaměřený na funkčnost výrobku. Hlavním kritériem pro tvar výrobku je splnění požadavků na pevnost a návaznost na okolní komponenty – tvar a výrobitelnost nehraje roli. Výsledkem topologické optimalizace je organický tvar výrobku.

dem daných pravidel. Tyto podpory zajišťují, že se výrobek nezhroutí a podpírají další vrstvu výrobků.



Obdobně je také obsažena podpora pro tvorbu vnitřních mřížek pro zvýšení pevnosti výrobku a snížení jeho hmotnosti.

Aditivní výroba je proces výroby, který dovoluje konstruktérovi odpoutat se od zažitých představ o tvaru výrobku a zaměřit se na jeho funkčnost. V současnosti musí konstruktér uvažovat nejen o funkční stránce, ale také o tom, jak jeho návrh vyrobit. Toto kritérium ho může natolik omezovat, že částečně ustoupí i funkci (zvýšení hmotnosti, zbytečně předimenzovaná pevnost, apod.) nebo požadavků na nízkou hmotnost. Při využití aditivního obrábění je konstruktér omezen pouze tím, jak má výrobek fungovat – pevnost je zaručena ověřením (CAE) a tvar výrobku nehraje roli, aditivní výroba je s využitím 3D tisku schopna vyrobit jakýkoliv tvar.



**Convergent modeling přináší nový přístup pro práci se scanovanými daty zákazníků, kteří dosud využívali reverzní inženýrství.**

Data ve formě facetových těles získaná ze scanneru, topologické optimalizace nebo analýzy, je možné přímo použít bez nutnosti klasické rekonstrukce (reverse engineering). Reverse engineering je obecně velmi časově náročný a z podstaty facetové geometrie je velmi náchylný k chybám. V mnoha případech je také problematické dosáhnout požadované kvality výsledného tělesa nebo plochy. Convergent modeling umožňuje vkládat scanovaná data v podobě facet, se kterými je možno ihned pracovat. Není tedy potřeba upravovat plochy, vytvářet objemová tělesa nebo jinak upravovat jejich tvar.

Convergent modeling spojuje facetová tělesa a b-rep (Boundary Representation), čímž urychluje designerům práci s facetovými tělesy (bez nutnosti převodu, konverze nebo čištění) a vytváří nový typ tělesa (Convergent Body). Při importu stl souboru lze přímo zvolit typ výstupního tělesa Convergent (NX, JT, Convergent) nebo lze konvertovat existující facetové těleso v NX (např. z NX9).

Convergent Body lze použít se solidy, plochami i křivkami (viz obrázek). V navigátoru součásti je v tomto případě nová convergentní geometrie viditelná jako extrahované těleso.

Convergent modeling umožňuje vytvářet a modifikovat facetová tělesa v Parasolidu s využitím široké škály funkcí používaných na klasických b-rep modelech a rovněž podporuje

## Convergent modeling

mnoho nových výrobních procesů, jako 3D tisk nebo Aditivní obrábění.



### Podporované prvky:

- Booleovské operace (Unite, Subtract, Intersect)
- Thicken
- Extract Geometry
- Link Geometry, Mirror Geometry
- Pattern Geometry, Pattern Feature
- Mirror Feature
- Scale Body
- Trim Body, Split Body
- Trim Sheet
- Divide Face
- Extrude
- Extend Sheet
- Make solid (nový příkaz)
- Offset Surface, Offset Face

Tyto možnosti v kombinaci s novými funkcemi umožňují 3D tisk přímo z prostředí NX. K tomu využívají nových možností Microsoft 3D tisku

**1 Využití ve zdravotnictví – použití scanovaných dat pro návrh implantátů**

**2 Využití scanu jako otisku na objemovém tělese**



za podpory 3MF formátu. Zároveň odstraňují omezení spojená s tradičním CAD modelováním při optimalizaci dílů pro 3D tisk. NX 11 tak zjednodušuje průběh návrhu produktu a podporuje vývoj aditivního obrábění.

Convergent modeling odstraňuje omezení tradičního modelování poskytnutím dostatečné flexibility pro rychlé vytváření nových optimálních tvarů za využití materiálů a postupů dostupných díky aditivnímu obrábění.





Solid Edge ST10

## Solid Edge ST10: Utváření budoucnosti návrhu produktů

**Solid Edge v letošním roce přichází s novou verzí ST10. Je to tedy již 10 let, co je jeho nedílnou součástí synchronní technologie. Ta opět posouvá své hranice a využití podstatně dále. Solid Edge ST10 přichází jako první verze v multi jazykové instalaci, kdy obsahuje všech 14 dostupných jazykových lokalizací. Jubilejní 10. verze systému Solid Edge se synchronní technologií sleduje současné trendy v oblasti 3D modelování a přichází s novinkami, které si představíme na několika následujících řádcích.**

### Generativní návrh

Nová technologie generativního 3D navrhování umožňuje navrhovat dostatečně pevné produkty s cílem co nejmenší spotřeby materiálu a tím snížení výsledné ceny výrobku. Díky generativnímu návrhu lze velice snadno a rychle navrhnout tvar výrobku, který se vypočítá ze základního hrubého návrhu a na základě definovaných okrajových podmínek (zatížení, uložení aj.). Dojde tak zároveň i k základnímu ověření výrobku z hlediska jeho pevnosti apod. Výsledkem je tedy po-

měrně futuristický tvar výrobku. Zjednodušeně řečeno se tedy jedná o obrácený postup oproti klasickému přístupu, kdy se výpočetně ověřuje návrh.

### Reverzní inženýrství

Pro potřeby úprav starších nebo již vyrobených produktů lze díky tzv. reverznímu inženýrství digitalizovat skutečný výrobek a následně jej optimalizovat. Úprava návrhu může mít za následek např. snížení ceny výrobku. Naskenovaný fyzický

výrobek ve formátu facetové geometrie (např. formát STL) se naimportuje do Solid Edge. Importovaný model lze dále analyzovat a opravit případné chyby. Díky pokročilým funkcím reverzního inženýrství se takto upravená geometrie 3D modelu převede na plochy, ze kterých je možné vytvořit objemové prvky. Poté lze geometrii snadno upravovat a přidávat detaily do 3D modelu standardními nástroji. Importovanou facetovou geometrii je možné využít např. i k booleovským operacím.

### Aditivní výroba a 3D tisk

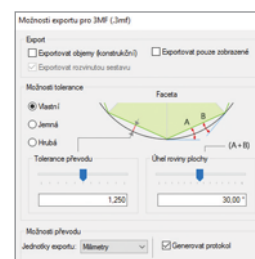
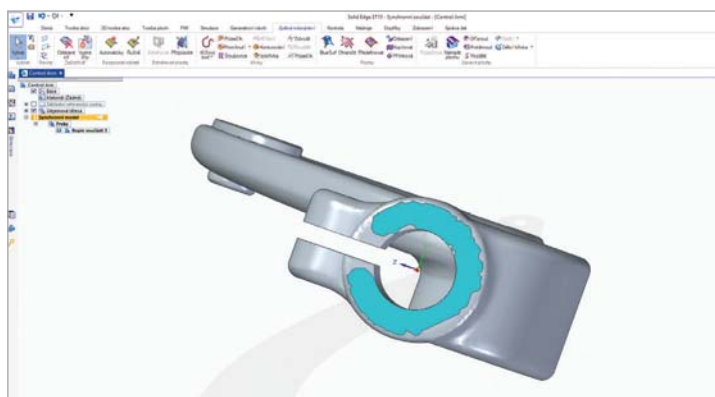
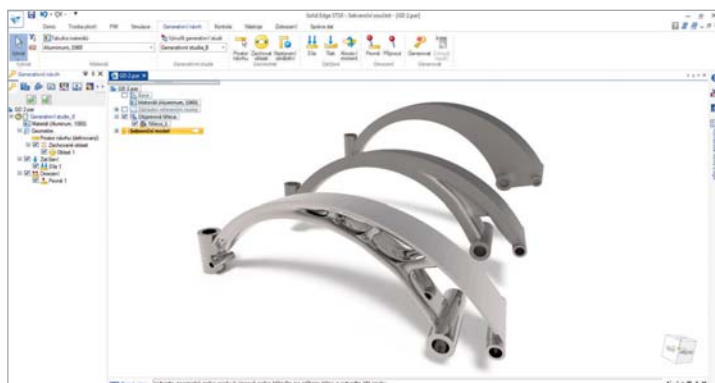
Solid Edge ST10 umožňuje tisknout modely na 3D tiskárně přímo s pomocí desktopové aplikace 3D Builder (je vyžadován Windows 10 Anniversary Edition a novější) nebo s pomocí internetové platformy 3YOURMIND. Nově je také pro 3D tisk podporován formát exportu 3MF. Ten byl vyvinut právě pro účely 3D tisku. Nový formát doplňuje některá omezení formátu STL (např. nemožnost exportu barev, materiálu apod.). Export do dokumentu 3MF nabízí možnosti pro nastavení kontroly kvality sítě tělesa a přenosu doplňujících informací. Podobně přepracovány byly i dialogy exportu do formátů STL a JT. Síťové modely je možné exportovat do formátu JT, IFC, 3MF a STL.

### Technické publikace

Rychlé vytvoření 3D technické dokumentace, která jasně a efektivně ukazuje výrobní, instalační, montážní nebo údržbové procesy. Lze vytvářet animace funkčnosti výrobku, publikovat interaktivní digitální dokumenty výrobních a balících postupů. Díky asociativnímu propojení těchto dokumentů na 3D modely omezíte chybovost.

### Správa dat

Škálovatelná správa dat v Solid Edge pomáhá firmám všech velikostí stát se digitálními společnostmi. V oblasti integrované správy dat byla



SOLID EDGE 3YOURMIND

LOGIN

SIGN UP

UPLOAD A 3D MODEL

112156: 3D Project 112156 > 112156-ZX-0017\_D-2



Printability & Scale Fullscreen

Select Material

Polyamide (PA12)

Density

Details

Strength

0.92 g/cm³

High

48 MPa

Offered by 5 services

Selective Laser Sintering

3 - 5 days

SELECT

Sort by

Popularity

Filter

Material

All

Plastic

Composite

Ceramic



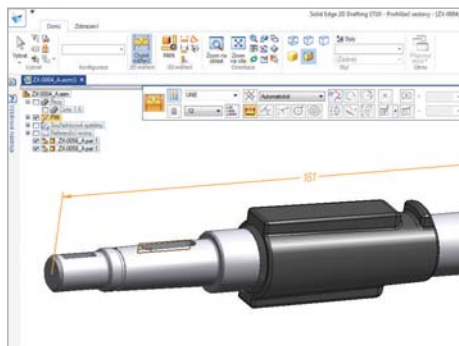
například přidána možnost automatického pojmenování souborů dle zadaných pravidel. U stav je nyní možné snadno zjistit, zda v databázi není dostupná novější revize dokumentů a zajistit tak, že v sestavě se nenachází starší verze dokumentu. V oblasti integrace s PLM Teamcenter došlo k dalšímu rozšíření uživatelského komfortu při běžné práci. V prostředí Active Workspace je nově možné filtrovat a použít komponenty z databáze na základě různých typu klasifikací v Teamcenteru.

### Solid Edge Portál

Cloudový internetový portál umožňuje sdílení, spolupráci a prohlížení 3D dat v rámci celého konstrukčního týmu, případně dodavatele nebo i zákazníka, vše jednoduše z internetového prohlížeče nebo na mobilním zařízení. Podporovány jsou Solid Edge součásti, sestavy a výkresy a další nejpoužívanější formáty ostatních CAD systémů. Zobrazování podporuje funkce zoom, rotace, 3D řezy, zobrazování/skrývání součástí v sestavách nebo rozpadu sestav.

### Solid Edge jako neomezený prohlížeč

Pro prohlížení modelů a výkresů nabízí Solid Edge několik samostatných nástrojů jako jsou Náhled a připomínky nebo Solid Edge Viewer. S novou verzí Solid Edge ST10 se tyto nástroje sjednotily pod nový prohlížeč "vše v jednom". Solid Edge je nyní možné dle potřeb uživatele spustit buď v režimu zakoupené licence pro 3D návrh nebo v režimu 2D Drafting pro tvorbu 2D výkresů, včetně prohlížení a měření na 3D modelech dílů a sestav.



**Solid Edge ST10 přináší celou řadu dalších vylepšení. Můžeme jmenovat např. možnost změny měřítka 3D modelu, vylepšení pro převod sestavy jako jedno těleso, automatickou tvorbu 3D trasy ve 3D skice nebo vylepšení v prostředí návrhu plechových součástí. V oblasti 2D výkresů můžeme zmínit například přepracovanou tabulku děr, vylepšení v oblasti převzetí kót ze 3D do 2D nebo možnost přichytit tabulky k výkresovému pozadí. Všechna tato vylepšení opět posouvají komfort práce a efektivitu uživatelů o krok dále.**

## Škálovatelné pevnostní výpočty v Solid Edge

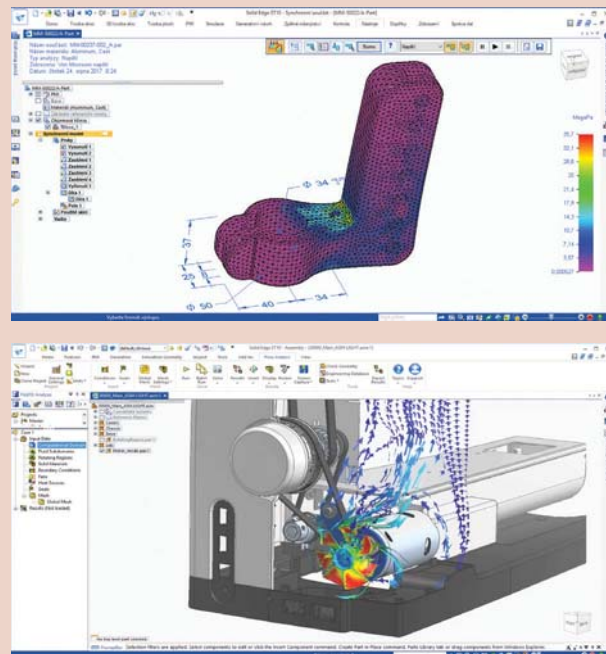
Nástroje pro pevnostní výpočty pro Solid Edge poskytují uživateli škálovatelné řešení od základních úloh, až po komplexní inženýrské výpočty. Úvod do problematiky výpočtů a jednodušší úlohy na samostatných komponentech poskytuje řešení **Solid Edge Simulation Express**. Pro složitější výpočty, simulace na sestavách nebo pro tepelné úlohy, je určen modul **Solid Edge Simulation**. Geometrii, výpočtový model s okrajovými podmínkami a výsledky je možné plynule přenést do samostatného nástroje FEMAP kde je možné pokračovat v komplexnějších pevnostních výpočtech. Integrovaný FloEFD nástroj **Solid Edge Flow Simulation** je schopen řešit dynamiku tekutin již v počátku návrhu výrobku.

Řešení **Solid Edge Simulation Express** představuje vstupní bránu do problematiky MKP výpočtů, je integrováno v licenci Solid Edge Classic a je schopno řešit úlohy statické a modální analýzy pro samostatné díly. Využívá praxi ověřený řešič Nastran, který je využíván i vyššími nástroji pro MKP analýzy Solid Edge Simulation a FEMAP. Konečnoprvková síť je vytvořena automaticky a podporuje jak sítě s tetrahedral elementy, tak i dvojrozměrné sítě pro střednicové plochy plechových komponent. Postprocessing, neboli vyhodnocení výsledků, umožňuje rychlé interpretování a pochopení výsledného chování modelu. Využívá k tomu různých úrovní grafického zobrazení výsledků nebo animací pro rychlé lokalizování problémových oblastí. Lze také zobrazit kritická místa a vygenerovat výpočtovou zprávu s výsledky. Všechny případné úpravy konstrukce je možné velmi snadno provádět pomocí synchronní technologie.

Nástroj **Solid Edge Simulation** podstatně rozšiřuje schopnosti a možnosti MKP výpočtů v Solid Edge. Je schopen řešit vedle základních pevnostních analýz i pokročilé úlohy na vzpěr a podle potřeby je kombinovat s úlohami založenými na přenosu tepla v ustáleném stavu. Je součástí licence Premium nebo jako rozšiřitelný modul. Pro sestavy nabízí automatickou nebo manuální detekci kontaktů mezi komponenty, které zajistí vhodné spojení komponent pro MKP simulaci. Obsahuje plnou sadu nástrojů pro definici okrajových podmínek zatížení a omezení. Okrajové omezující podmínky jsou založeny na geometrii modelů a zahrnují například pevné vazby, spojení sítí, symetrii nebo uživatelem definované omezení. Podmínky zatížení zahrnují jak mechanická zatížení použitelná na části modelu, tak i zatížení celého tělesa a tepelná zatížení pro analýzy přenosu tepla. Síť je možné definovat automaticky nebo ručně s celou škálou možností optimalizace na konkrétním místě modelu. Navíc jsou podporovány sítě typu nosník s 1D elementy. V případě analýz, které potřebují ještě vyšší úroveň MKP analýz, je možné snadno pokračovat ve výpočtech v komplexním samostatném nástroji FEMAP.

Nástroj **Solid Edge Flow Simulation** umožňuje snadné, rychlé a přesné analýzy proudění a přenosu tepla. Je jediným plně integrovaným nástrojem v Solid Edge se schopnostmi pro předvýrobní analýzu dynamiky proudění tekutin

(CFD). Je založen na ověřené FloEFD CFD technologii od společnosti Mentor Graphics, která pomáhá konstruktérům automatizovat komplexní kroky úlohy a analyzovat modely přímo v Solid Edge. Definice analýzy je rychlá díky intuitivnímu průvodci, který umožňuje komplexní výběr parametrů, jako jsou typ analýzy, fyzické komponenty či jednotky nebo definování tekutin a materiálů vstupujících do úlohy. Znamé uživatelské rozhraní umožňuje vysokou úroveň automatizace při zadávání podmínek úlohy. Obsahuje plně integrovaný preprocesor pro úplné zadání úlohy, řešič a postprocesor pro komplexní zhodnocení různých variant výsledků simulace. Výsledky je možné interpretovat například pomocí statického nebo dynamického zobrazení proudění, grafů nebo animací vytvořených přímo ze studie. Pochopení vlivu změn geometrie nebo okrajových podmínek významně pomáhá konstruktérům a může eliminovat nežádoucí



stavy ještě během vývoje produktu. Integrovaný nástroj Flow Simulation pro CFD analýzy je snadno použitelný pro konstruktéra, ale zároveň dostatečně komplexní pro výpočtového specialistu. Simulace proudění a tepelného ovlivnění v počátcích návrhu výrobku může mít za následek zvýšení kvality výrobku, snížení nákladů a omezení nutnosti fyzických prototypů.



## Efektivněji. Rychleji...

Představujeme vám **ASIP pro SOLID EDGE** – pomocníka, po kterém touží každý uživatel CAD systému.



ASIP | Asistent Properties

Program ASIP byl vytvořen, aby pomáhal konstruktérům s administrativní prací.

Program podporuje vyplňování údajů vlastností souborů pomocí přehledného formuláře s uživatelským nastavením.

Zobrazení prvků formuláře a napojení na vlastnosti souboru si uživatel může upravit podle svých představ v konfiguračním souboru nebo pomocí programu AsiMS, který obsahuje grafickou podporu při nastavování prvků formuláře.

### Bud'te efektivní s ASIP 1.1

- několikanásobně zrychlí vyplňování vlastností do modelů SOLID EDGE
- vytvoří uživatelské proměnné, bez kterých se uživatel SOLID EDGE neobejde
- umožňuje automatické vyplňování vlastností do razítka na výkresu SOLID EDGE
- umožňuje přizpůsobení výběru prvků i jejich rozmístění na formuláři i na podformulářích
- umožňuje definovat v Excelu vzorce tak, aby umožnily automaticky naplnit vybrané vlastnosti z vypočítaných buněk v Excelu
- nabízí hromadné načtení vlastností souborů, včetně vytvoření seznamu polotovarů
- umožňuje automatický rozklad názvu souboru do vlastností modelu pomocí vlastních vzorců Excelu
- součástí dodávky je připravená a vyladěná výkresová šablona SOLID EDGE, která je připravena k použití

### Rozklad názvu souboru do vlastností CAD modelů

Podle vlastních pravidel se rozloží název modelu do příslušných vlastností modelu



### Vyladěná výkresová šablona Solid Edge

Součástí dodávky ASIPu je vyladěná šablona SOLID EDGE s automatickými poli

|                                 |  |                         |  |              |  |                        |  |                    |  |
|---------------------------------|--|-------------------------|--|--------------|--|------------------------|--|--------------------|--|
| tolerance roztečí děr $\pm 0,1$ |  |                         |  |              |  |                        |  |                    |  |
| Název Rozměr                    |  | 4HR 50-40               |  | CSN425520.11 |  | 11523                  |  | 0,879              |  |
| TOLERANCE ISO 8015              |  | ISO 2768 - mK           |  | Polotovar    |  | Mat.kon.               |  | Mat.vých           |  |
| Dodavatel                       |  | Chyba: žádná reference  |  | Číslo výkr.  |  | Poz.                   |  | IV.III.II.I.       |  |
| Index změna                     |  | Datum                   |  | Podpis       |  | Měřtko: 2:1            |  | T.O. Jedn          |  |
| Pozn.:                          |  | Výkres: Krauz           |  | Nor.ref.:    |  | Hr.hmotnost:           |  | Hmotnost kg 0,6 kg |  |
| Model: Krauz                    |  | Schválil: Vedoucí       |  | Kusovník     |  | Chyba: žádná reference |  | Nový v.:           |  |
| Přezk.:                         |  | zne: 10.8.2016          |  | St.v.:       |  | Nový v.:               |  | Nový v.:           |  |
| Název: PISMENO A                |  | Číslo výkresu: AP400002 |  | Listů: 1     |  | List: 1                |  | Solid Edge Draw    |  |
| Typ: ASIP                       |  | Skupina:                |  | Listů: 1     |  | List: 1                |  | Solid Edge Draw    |  |

### Číslo výkresu

Vyplní údaje z názvu souboru rozloženého v Excelovém souboru do textových polí Číslo výkresu, Jméno dílu, Typ, Skupina, nebo Polotovar, Norma, Materiál konečný

### Autor modelu a výkresu

Konstruktér, který vytvářel model a výkres

### Polotovar

Otevře formulář zásobníku materiálu načteného ze souborů ve vybraných adresářích a vloží vybraných sloupců do poli souborů materiál.csv do pole Polotovar, Norma, Mat.Kon.

### Mat.kon.

Jakost materiálu

### T.O.

Třída odpadu

### Sestava

Číslo nadřazené sestavy dílu

### Pozice

Pozice dílu v sestavě

### Kusovník

Číslo kusovníku

### Hr.hm.

Hrubá hmotnost součásti

### Č.hm.

Čistá hmotnost součásti

### Schválil

Nabídka jmen lidí s právem schvalovat. Jména jsou v konfiguračním souboru.

### Index změny

### Popis změny na výkrese

### Datum provedení změny

Autor změny

### PŘIPRAVUJEME...

Pro uživatele, kteří chtějí získat větší přehled o svých souborech, s jejich vlastnostmi, pozicemi v kusovnicích, vyplněnými popisky i textovými poli, připravujeme program AsiME. Uživatelé AsiME budou moci pomocí těchto údajů vybírat hodnoty, ale i soubory pro editaci a zpracování. Aplikace zobrazí tyto údaje podobně jako program Průzkumník Windows, s možností filtrování údajů i vybrání celé sestavy do sešitu Excelu. U takto vybraných souborů v sešitu Excel lze editovat vlastnosti a jejich hodnoty, údaje kontrolovat i zpracovávat funkcemi Excelu nebo pomocí vlastních maker v prostředí VBA. Po dokončení úprav program na vyžádání data zpracuje do souborů.

„ASIP je velice šikovný prográmeček, který mi denně usnadňuje práci. ASIP i razítko výkresu jsem si přizpůsobila podle svých potřeb a naplnila jsem zásobník materiálů pro snazší zadávání polotovarů. Nejvíce ASIP ocením při vytváření kusovníku sestavy ve výkresech, kde se zobrazí všechny potřebné informace o dílech sestavy. Kusovník i razítko se po aktualizaci pohledů přizpůsobí změnám, které provedu ve vlastnostech použitého dílu.

Po téměř ročním používání doporučuji ASIP každému, kdo dělá výkresovou dokumentaci nebo vytváří kusovníky sestav.“

Ing. Jana Plachá, ARC-Robotics s.r.o.

### Upravit ASIP? Přidat nebo odebrat buňku? ŽÁDNÝ PROBLÉM.

- Zejména u samostatných konstruktérů, kteří kreslí pro více zákazníků, nastává problém. Každá společnost má jiné vlastnosti a jinou výkresovou šablonu. Toto vám ASIP velice jednoduše vyřeší.
- Pomocí přidání dalšího okna ASIPu s dalšími poli můžete spravovat data od více zákazníků. Samozřejmě s napojením na správné šablony.





## TECHNICKÁ PODPORA – jak správně používat **Helpdesk**

Technickou podporu bereme jako velmi důležitou součást péče o zákazníky a naším cílem je rychlé a efektivní řešení dotazů. Pro vyšší efektivitu jsou přehledy o stavu všech dotazů od uživatelů v našem Helpdesku evidovány pod uživatelským účtem zákazníka.

Pro používání Helpdesku je tedy nutné si zřídit účet na adrese

<http://helpdesk.axiomtech.cz>

Naši technickou podporu můžete kontaktovat emailem na adrese

[helpdesk@axiomtech.cz](mailto:helpdesk@axiomtech.cz)

nebo na zelené lince **800 400 495**

Aby byly Vaše dotazy vyřešeny co nejdřív, je potřeba dotaz položit jednoznačně se všemi potřebnými informacemi:

Dotaz na:

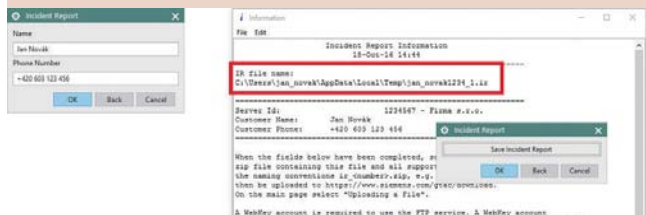
- postup práce
- ovládání programu
- chybné chování programu
- pád (nenadálé ukončení programu)

Další otázky, na které se Vás náš konzultant pravděpodobně zeptá – tedy je dobré je uvést hned při zakládání dotazu:

- jedná se o náhodnou chybu
- je to chyba vyvolaná určitým postupem - popis postupu, který vyvolá chybu
- projevuje se chyba jen u konkrétního souboru nebo u všech souborů
- je to chyba u konkrétního uživatele/chyba u všech uživatelů ve firmě
- pokud používáte CAD ve spojení s Teamcenter, projevuje se chyba při spuštění CAD bez Teamcenteru

K dotazu prosím přiložte všechny informace, které nám pomohou s řešením, jedná se o:

- vzorek dat (soubory, na kterých se projevuje chybné chování)
- log soubor
- nastavení (customizace)
- informace o grafické kartě



V NX můžete tyto informace jednoduše získat následujícím postupem:

### Menu – Help – Capture Incident Report Data

Soubor obsahující informace o operačním systému, grafické kartě a verzi NX. Po uložení je soubor v uživatelské Temp složce (viz. IR file name)



### Menu – Help – Generate Support Logs for IR/PR

Tento příkaz uloží do uživatelské Temp složky (viz obrázek) soubory potřebné pro detekci problému (log, informace o nastavení NX, nastavení proměnných atd.)

Společně se vzorkem dat nám tyto informace pomáhají rychleji detekovat problém a zrychlí celý proces řešení dotazu.





## FEMAP Forum

### na Technické konferenci 2017

V rámci technické konference společnosti AXIOM TECH, bylo uspořádáno historicky první FEMAP Forum.

Na tuto akci se sjelo bezmála 20 uživatelů SW FEMAP a bylo předneseno 10 odborných přednášek, zaměřených především na ukázkou použití FEMAPu v praxi v jednotlivých firmách. Každý účastník představil, v jakém oboru se pohybuje a jaké typy úloh nejčastěji řeší. Někteří výpočtáři si připravili doporučující tipy a triky.

Úvodní část jsme věnovali novinkám ve verzi FEMAP v 11.4. a poté už následoval velmi odborný výklad pana Davida Svobody z firmy PVF Schienenfahrzeuge, s.r.o. na téma „Rotační dynamika ve FEMAPu“. I když se nejedná přímo o jeho náplň práce, věnoval této oblasti celou svoji studijní kariéru na vysoké škole a bylo opravdu znát, že je skutečným odborníkem.

Další přednášku s názvem „Vyhodnocení lokálních extrémů - bodové mezní stavy“ poslal, bohužel, pouze jen na dálku, pan Vladimír Hrabánek z firmy I.S.H. Praha. Tomuto tématu se věnuje ve své profesionální kariéře již více než čtvrt století.

Tématu „Thermal & Flow ve FEMAPu“ se věnoval pan Jaroslav Kukuliš z firmy ROBE lighting s.r.o. z Valašského Meziříčí. Výpočet tlakové nádoby s využitím plasticity byla zase kapitola, kterou se nejvíce ze zúčastněných zabývá pan Michal Zástěra (REDYST s.r.o.). Pan Luděk Krmela a jeho kolega pan Ladislav Chybík z nově vzniklé firmy 5M LEVIT s.r.o., prezentovali svoje mnohaleté zkušenosti právě se systémem FEMAP. Připravili si i tipy a triky v používání FEMAPu a odprezentovali jak vyzerá na „Simulace spojovacích prvků pomocí CBUSH elementů“ a „Simulace kontaktů pomocí CGAP elementů“.

Závěrečný blok přednášek si rozdělili pánové Jan Štěpán (ÚJV Řež a. s.), Karel Patočka (SERENUM a.s.) a Jan Raška (V Z L Ú a.s.).

Myslím, že na takové akci vzniklo mnoho nových kontaktů a pevně věřím, že jsme založili i novou tradici pro další odborná setkání. I z reakcí mých kolegů jsem vycítil, že právě taková forma předávání získaných informací má opravdový význam a smysl. Každý umí něco a sdílení poznatků mezi sebou nás posune všechny dál.

Doufám, že i příští rok budeme moci celou akci zopakovat a třeba ji i rozšířit například o kolegy ze Slovenska. Věřím, že mezi nás přijedete třeba i Vy, kteří se problematice kolem výpočtů metodou konečných prvků začnete teprve věnovat.

**Tomáš Havlíček** – CAE product manager AXIOM TECH s.r.o.



## AXIOM TECH a Seco Tools CZ úspěšné spojení u našich zákazníků

**Trendem dnešní doby je, že zákazník potřebuje prověřené řešení v krátkém čase a pokud možno na klíč. Při početných návštěvách našich zákazníků se setkáváme často s požadavky i mimo obor naší společnosti. Proto jsme shledali potřebným vybudovat partnerství s ostatními společnostmi, které jsou úzce spojeny s výrobou, ale zasahují do dalších odvětví. Jedním z partnerství, kterých si velmi ceníme, je spolupráce se společností SECO Tools CZ, která je dodavatel špičkových obráběcích nástrojů.**

Rozhodli jsme se se SECO Tools CZ připravit několik společných akcí, které přiblíží moderní trendy v obrábění široké skupině našich zákazníků. V předminulém roce společnost SECO Tools CZ vybudovala špičkové předváděcí a školicí centrum, které se přímo k těmto účelům nabízí. Proto jsme se letos rozhodli uspořádat akci s názvem **Dny moderního obrábění 2017**, kde jsme ve spolupráci s dalšími firmami, jako je DMG Mori, Zoller a Blaser připravili dvoudenní akci pro cca 120 zákazníků. V průběhu této akce byly představeny nejmodernější postupy a nástroje pro obrábění.

Ze strany AXIOM TECH jsme předvedli CAM systém NX a software pro simulace a optimalizace VERICUT. Na obou vystavených strojích byly předváděny v praxi nové strategie obrábění s přednáškou jak správně a efektivně používat dané nástroje společnosti SECO Tools CZ. Tyto praktické ukázky byly podpořeny přednáškami o portfoliu špičkových strojů od společnosti DMG Mori. Pro zájemce probíhala také přednáška o správném seřizování nástrojů pomocí přístrojů od firmy Zoller. Nedílnou součástí dnešního obrábění je také použití správných mazacích a chladicích kapalin. O toto se postarala firma Blaser.

Celá akce měla velmi pozitivní ohlasy a společně jsme si ověřili, že příležitost, kde se účastník dozví ucelený obsah je velmi efektivní. Již nyní hledáme společná témata na příští ročník. Dále plánujeme připravit i specializované semináře na obrábění těžkoobrobitelných materiálů a spoustu podobných aktivit. Dále jsme také ve spolupráci s Aplikačními technikami pomohli vyvinout strategie obrábění přesně dle požadavků na produktivitu a použití moderních technologií. O podobné spolupráci se můžete blíže dočíst v tomto zpravodaji v článku na str. 5.





## Držíme pozici nejúspěšnějšího partnera Siemens PLM Software v ČR

Společnost AXIOM TECH s.r.o. byla Siemens PLM Software vyhlášena jako Top partner v České republice pro rok 2016. Kromě toho Tomáš Januška z AXIOM TECH byl oceněn jako Top Sales osoba v České republice pro rok 2016. Tyto ceny byly prezentovány v průběhu Converge EPLS 2017 Solutions Partner Conference Siemens v Bukurešti.

Ocenění Top partner v České republice je udělováno partnerovi s největším růstem obrátu na českém trhu a Tomáš znovu prokázal, že je velmi úspěšný obchodník; získal některá klíčová vítězství ve velmi konkurenčním prostředí CAM.

"Naši obchodní partneři jsou důležitou součástí go-to-market strategie společnosti Siemens. Tato ocenění jsou příležitostí k ocenění výjimečného úsilí společnosti AXIOM TECH poskytovat zákazníkům vysokou kvalitu a velkou škálu produktů, služeb a řešení, aby maximalizovali své PLM investice." řekl Tony Jolly, Vice President, Channels, EMEA v Siemens PLM Software.



## HSI com – obchodní partner firmy AXIOM TECH

Již více než 10 let se rozvíjí oboustranně výhodná spolupráce naší firmy s kolegy ze Zlína. K dohodě v obchodní spolupráci došlo ještě v rámci partnerské sítě Unigraphics, kdy jsme si ověřili možnosti spolupráce, jak po odborné tak i lidské stránce.

Společnost HSI com Plzeň se angažuje v oblasti IT od svého založení v roce 1993. Společnost HSI com založili bývalí pracovníci ČSD, s dlouholetými zkušenostmi z budování rozsáhlých informačních systémů státních drah, společně se společností HSI Praha (významný GIS operátor, nyní člen skupiny UNICORN).

Od založení se společnost HSI com zabývala a zabývá projekty v oblasti geografických informačních systémů na technologiích americké firmy Intergraph, jako její oficiální partner. Zaměřuje se především do oblasti průmyslově-technických informačních systémů, zejména pro vodohospodářské společnosti. Systém HSI com provozuje 20 vodohospodářských společností v celé ČR. Systém je průběžně doplňován o nejnovější trendy IT technologie a reaguje pružně na požadavky zákazníků.

Firma Intergraph, která se velmi výrazně angažuje v oblasti obranného, námořního a kosmického průmyslu, vyvinula mj. také CAD systém Solid Edge, 3D parametrický modelář na platformě. Systém Solid Edge v roce 1996 uvedla ve spolupráci firem HSI com a INT Bohemia také na český trh. Tím vlastně naše firma HSI com zahájila svoji činnost na poli průmyslového softwaru.

K dalšímu zintenzivnění naší činnosti na tomto poli došlo po akvizici divize Intergraphu, zabývající se výrobou systému Solid Edge, firmou

# HSIcom®



Unigraphics v roce 1998, které tak doplnila svoje high end portfolio Unigraphics (posléze NX) o střední třídu SW schopnou konkurence vůči dominantovi v této třídě firmě Autodesk.

Firma HSI com se stala oficiálním členem partnerské sítě společnosti Unigraphics v čele s největším dodavatelem Unigraphics technologií v ČR, firmou AXIOM TECH.

Tam také začala naše vzájemná spolupráce, která před 10 lety byla završena podpisem smlouvy o obchodní a administrativní spolupráci, která úspěšně funguje dodnes, i po akvizici firmy Unigraphics, koncernem Siemens.

Naše firma se nadále specializuje na dodávky a podporu portfolio Solid Edge malým a středním firmám, především v regionu na západ od Prahy. Snažíme se budovat se zákazníky dlouholeté vztahy formou kvalitních předprodejních a poprodejních služeb.

Mezi naše dlouholeté zákazníky patří např. Faiveley (Lekov), Prominent System, Daikin, Carrier, Pragometal a řada dalších.

**Spolupráce s firmou AXIOM TECH nám umožňuje v současné době reagovat na výzvy spojené s 4. průmyslovou revolucí (Industry 4.0.) a svým zákazníkům můžeme nabízet technologie pro digitalizaci životního cyklu výrobku a výroby a pomáhat zákazníkům k zefektivnění jejich procesů.**

Firma HSI com v roce 2018 oslaví 25 let své úspěšné činnosti, postavené na výše zmíněných pilířích, které bude i do budoucna dále rozvíjet. (Více informací naleznete na [www.hsicom.cz](http://www.hsicom.cz))

**Ing. Václav Nový, obchodní ředitel HSI com**





## Technická konference 2017

### Hotel Vista, Dolní Morava

Ve dnech 30. – 31. 5. se v hotelu Vista v Jeseníkách uskutečnila tradiční Technická Konference – společné setkání zákazníků společností AXIOM TECH a HSIcom.

Téměř 120 účastníků mělo možnost seznámit se s novinkami a technickými tipy a triky z oblastí PLM, CAD, CAM i CAE. Industry 4.0 a Digitální továrna se v dnešní době skloňují všemi pády a my jsme se snažili tato témata co nejvíce přiblížit a ukázat na příkladech úspěchů našich zákazníků.

Rádi bychom Vás touto cestou za všechny z AXIOM TECH poděkovali za Vaši účast na této akci. Věříme, že jste načerpali spoustu zajímavých a užitečných informací a doufáme, že se

nám povedlo připravit podmínky pro to, abyste se po Vaší práci zároveň zaslouženě odreagovali a odpočinuli si.

Těšíme se na setkání v příštím roce, kdy jsme pro Technickou konferenci opět zvolili termín na konci května. Rádi bychom zařadili ještě více zákaznických prezentací a praktických ukázek, protože i z Vašich reakcí usuzujeme, že je to ta nejlepší cesta předvést vše, co naše řešení dokážou a čeho s nimi tedy můžete dosáhnout i Vy. Místo prozatím necháme „pod pokličkou“.





# VERICUT®

Co řeknete svému šéfovi, když nabouráte CNC stroj?

```
(SUBROUTINE SETTINGS)
#130=.5 (DWELL FEED DEPTH)
#131=1.2 (FIRST PECK SIZE)
```

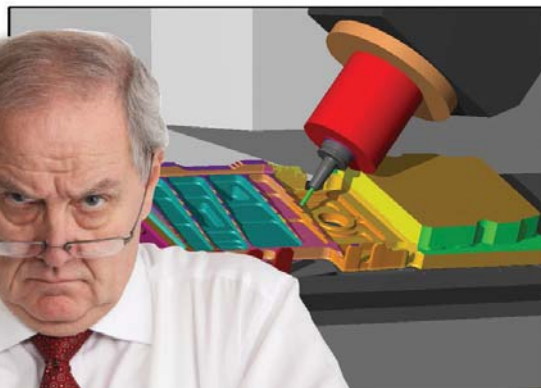
```
(ASSIGNMENTS)
```

```
#107=#26
#108=#18
#109=#17
#110=#10001
#111=#4003 (ABS/INC)
#112=#9
#113=#4119 (STORE CURRENT
```

```
(STORAGE OF SYSTEM)
#140=#4001 (STOP)
#141=#4109 (STOP)
#142=#5003 (STOP)
```

```
(SET TARGET)
IF[#100 NE]
#120=#107
GOTO11
N10#120=#
N11
```

```
(INITIAL)
GOG907#1
```



## Měli bychom použít VERICUT!

VERICUT je špičkový software pro simulaci, verifikaci a optimalizaci CNC kódu. Je využíván celosvětově napříč všemi odvětvími s možností integrace do většiny CAM systémů a s možností využití dnešních obráběcích strojů a řídicích systémů.

### Simulace obrábění pro:

- Víceosé frézování
- Obráběcí centra
- Soustružnicko-frézovací centra
- Roboty a paprskové řezání

***Vždy správně a hned napoprvé  
se systémem VERICUT.***



AXIOM TECH





# AXIOM TECH

průmyslová řešení prověřená praxí

Solution  
Partner

SIEMENS

PLM

## TECHNOLOGIE



Programování NC - NX  
Programování robotů - NX, Process Simulate  
Výrobní postupy a návody - Teamcenter

## RESEARCH & DEVELOPMENT



Konstrukce výrobku - NX, Solid Edge, Teamcenter  
Výřesová dokumentace - NX, Solid Edge, Teamcenter  
Výpočty - NX, Solid Edge, Simcenter, Femap, LMS  
Simulace - NX, Solid Edge, Simcenter, Femap, LMS

## HEADQUARTERS



Požadavky zákazníků - Teamcenter, Rulestream  
Plánování projektu - Teamcenter  
Konzultace nákladů, cenová kalkulace - Product Cost  
Řízení výroby - Teamcenter

## SERVIS



Oprava výrobku, 3D scan - NX  
Plánovaná údržba - Teamcenter

## VÝROBA



Simulace výrobního procesu - Process Simulate  
Mechanics Concept Designer  
Simulace výrobních linek - Line Designer  
Mechanics Concept Designer  
Simulace obrábění - NX, Process Simulate, Vericut  
Svarování roboty - Process Simulate, RobotExpert  
Vstřikování plastů - NX

## MONTÁŽ



Montážní linky - Process Simulate, Line Designer  
Mechanics Concept Designer  
Simulace a optimalizace procesů - Plant Simulation, Line Designer, Mechanics Concept Designer  
Ergonomie - Process Simulate, Jack

## SKLAD



Řízení skladových položek - Teamcenter  
Logistika - Plant Simulation  
Optimalizace - Plant Simulation

