



PLM SYSTÉMY A ICH UPLATNENIE

PLM SYSTEMS AND THEIR APPLICATION

Peter TREBUŇA - Marek KLIMENT

Abstract

The paper is focused on PLM systems and technologies that use these systems. It deals with the application of PLM software, practical approaches of some functional modules and their use in the projecting, modeling and simulation in industrial practice, directly in the business units or which are in the planning phase. Also use PLM systems for project planning, production of new products in the phase of planning and commencement of production of new products. It describes some of the benefits of using these new systems in the future.

Key words

PLM systems, modeling, simulation, projecting.

Úvod

V súčasnej dobe, kedy sa výrobné podniky a spoločnosti produkuje svoje tovary snažia minimalizovať svoje náklady na výrobu a navrhovanie nových prototypov výrobkov pre rozširovanie svojho portfólia a získavanie nových trhov, využívajú rôzne technológie pre rýchlejšie vypracovanie projektov, modelov, simulácii výrobných procesov, alebo simulácii samostatných funkcií a činností týchto výrobkov. Jedným z najvhodnejších riešení pre zastrešenie a riadenie všetkých týchto a mnohých ďalších požiadaviek v procese výroby je využitie PLM systémov a ich technológií.

Načo sa využíva PLM

PLM – Product Lifecycle Management, inak povedané aj správa životného cyklu výrobku, je to súhrn informácií, ktorý zahŕňa technické, výrobné, marketingové údaje o danom výrobku a výmena týchto údajov v správnom čase, na správne miesto a správnym osobám. Obsahuje dáta od prvotnej myšlienky na realizáciu nového, prípadne na inováciu už existujúceho produktu, všetky návrhy zlepšení a možnosti ich realizovateľnosti. Ďalej zachytáva tvorbu prvotnej výrobnej dokumentácie (výrobné výkresy, počítačové modely s rôznymi virtuálnymi skúškami vlastností daného produktu a jeho častí), vypracovanie fyzických modelov, až po realizáciu prototypu výrobku. Po skonštruovaní prototypu, nasledujú skúšky prototypu, zavádzanie výrobných dávok v menších množstvách a skúška uplatnenia tohto výrobku u spotrebiteľov.

Po zhromaždení všetkých potrebných informácií z tejto fázy nasleduje výrobná fáza nového výrobku. V tejto fáze potrebuje mať podnik funkčné systémy riadenia výroby (napr.: ERP, MRP), systémy slúžiace na riadenie vzťahov s dodávateľmi a odberateľmi (napr.: SCM, CRM), systémy pre riadenie kvality a plánovitý technický rozvoj a inovácie (napr.: TQM, a pod.). PLM platforma, tieto informácie a systémy zjednocuje a vytvára komplexný a konsolidovaný súhrn všetkých informácií zo všetkých výrobných fáz výrobku od návrhu až po jeho likvidáciu a prípadnú recykláciu.



Táto platforma pokrýva päť základných oblastí:

- systémový inžiniering (zhromažďuje primárne požiadavky zákazníkov),
- správu výrobného portfólia (alokuje výrobu podľa plánu vývoja výrobku s dostupnými zdrojmi),
- systémy pre vývoj, konštrukciu a prípravu výroby produktov (patria sem: CAD, CAE, CAM atď.),
- správa výrobných procesov (sledovanie dát a optimalizácie výrobného procesu počas jeho priebehu),
- správa dát o výrobku (udržiavanie aktuálnych informácií o produkte po celú dobu jeho výroby).

Všetky tieto oblasti musia mať medzi sebou vytvorené optimálne komunikačné kanály, tak aby sa vždy konkrétna potrebná informácia dostala v správnom čase k správnejmu pracovníkovi na danom úseku výroby produktu. Tieto funkcie a úlohy zastrešujú systémy PLM a ich moduly. Na obr.1 je znázornenie oblastí, ktoré platforma PLM pokrýva a čo všetko dokáže vo výrobnom procese riadiť.



Obr. 1 Oblasti pokryté PLM riešeniami Zdroj: Ing. Martin Morháč (SOVA) [11]

Použitie týchto systémov má významnú úlohu, najmä pri odhaľovaní chýb v procese výroby ešte pred jej samotnou realizáciou vo fáze plánovania a projektovania. Prostredníctvom softvérových modulov sme schopní si výrobok, ako aj celú výrobu naprojektovať, následne vytvoriť virtuálny model, ktorým sme schopní odsimulovať priebeh celej výroby, prípadne funkcie výrobku ktorý plánujeme vyrábať. V softvérovom module sme schopní taktiež vykonať rôzne skúšky funkčnosti, zaťaženia, ohybnosti a podobne, či už u výrobkov, alebo u celých liniek. Pri simuláciách dokážeme odhaliť chyby, ktoré by mohli vzniknúť priamo vo výrobe a spôsobiť obrovské náklady pre podnik, odstraňovaním týchto chýb, či už v oblasti chybovosti výroby, bezpečnosti pri práci, alebo oblasti funkčnosti celej výroby. Podľa simulácii jednotlivých výrobných liniek vieme určiť potrebný počet pracovníkov v danej výrobe, pri danom stroji a činnosti, ktoré bude potrebné vykonávať pri práci na danom pracovnom stanovišti. Moduly zaoberajúce sa ergonómiou dokážu vytvoriť a optimalizovať pohyby pracovníka, aby bol jeho výkon čo najvyšší a pracovalo sa mu pohodlne a nedochádzalo by k predčasnej únave a strate koncentrácie pri pracovnej činnosti.



Pomocou tohto modulu je možné optimálne navrhnuť bezpečnostné zóny jednotlivých pracovísk.

Aplikáciou týchto softvérov vo fáze projektovania dokážeme ušetriť aj značné množstvo materiálov, ktoré by sa vyplytvalo chybami na výrobných linkách a taktiež pri poruchách výrobkov a ich častých reklamáciách od zákazníkov, čo by poškodzovalo image podniku a jeho výrobkov a prinášalo by zbytočne vynaložené prostriedky, ktoré môžeme použiť inde v podniku.

Uplatnenie PLM systémov

Na začiatku tieto systémy využívali, najmä nadnárodné spoločnosti a podniky pôsobiace na medzinárodnej úrovni, hlavne významné automobilky a spoločnosti pôsobiace v odvetví elektrotechnického priemyslu, ale aj iné veľké podniky so zahraničnou účasťou a vysokou investičnou schopnosťou.

V súčasnosti je táto oblasť najdynamickejšie sa rozvíjajúcou sa oblasťou riadenia priemyselných podnikov a informačných systémov už aj vo sfére malých a stredných podnikov. Prínosy z nasadenia PLM systémov sú zjavné a pre podniky otvárajú nové perspektívy a príležitosti pre napredovanie a zvyšovanie konkurencieschopnosti na trhoch doma aj v zahraničí. Dnes je bežné využitie týchto systémov aj v 5 až 10 člennom nasedení užívateľských systémov v malých organizáciách, ktoré stabilne funguje a prináša výnosy.

Čoraz väčšie uplatnenie nachádza nie len v strojárskom priemysle, ktorý je vo využívaní lídrom, ale aj pri tovaroch s krátkym životným cyklom, ako módný priemysel, potravinárstvo a najmä v oblasti sezónnych výrobkov. Prínosy s aplikácie týchto systémov sú obrovské, v ktorejkoľvek oblasti aplikácie.

Product Lifecycle Management sa zatiaľ najlepšie uplatnil v strojárskej výrobe, potravinárstve, farmaceutickom a kozmetickom priemysle, odevnom priemysle, elektronike a spotrebnom priemysle, v chemickom priemysle a v projekčne orientovaných spoločnostiach. Zo štatistík poskytovateľov PLM licencií vyplýva že priemerná úspora nákladov po zavedení PLM systému riadenia sa pohybuje na hranici okolo 1,7% z celkového ročného obratu podniku a to bez ohľadu na veľkosť firmy. Či už ide o veľké nadnárodné spoločnosti, alebo o malé podniky, úspora nákladov osciluje na spomínanej hodnote. Poskytovatelia licencií tiež uvádzajú že väčšina z používateľov týchto systémov patrí práve do tohto segmentu trhu, to znamená, malé a stredné podniky.

Poskytovatelia PLM riešení

Na trhu je množstvo poskytovateľov PLM systémov, zamerali sme sa na najbežnejšie a najviac prístupné platformy na našich a blízkyh trhoch.

Jednou zo spoločností poskytujúcich tieto riešenia je **Dassault Systemes**, ktorá ponúka riešenie postavené vo forme **3D PLM**, poskladané z aplikácií, služieb a metodík, špeciálne zameraných na konkrétne priemyselné odvetvie a jeho špecifické potreby pri realizácii nových, alebo inovovaných výrobkov v kratšom čase, vyššou kvalitou a nižšími nákladmi. Pokiaľ ide o menšie a stredné organizácie, ponúka sa im možnosť využiť metodické a dátové predpripravené riešenia, ktoré je možné rýchlo a bez problémov nasadiť do praxe, čo prináša veľmi rýchlu návratnosť investície. V priemyselných organizáciách PLM definujeme ako aplikáciu stratégie pre zlepšenie všetkých procesov v životnom cykle výrobku vo všetkých jeho fázach. Ide o štandardizáciu, optimalizáciu, racionalizáciu a automatizáciu a ich skrátenie a súbežnosť.



Základnými piliermi DS integrovaného 3D PLM riešenia v priemysle sú [8]:

- *DS CATIA*: návrh 3D virtuálneho prototypu, komplexné 3D riešenie pre návrh a inovácie výrobku s integrovaným prostredím pre modelovanie súčastí, tvorbu zostáv a generovanie výkresov, analýza a simulácie. Podporuje tímovú spoluprácu a komunikáciu medzi všetkými účastníkmi návrhu.
- *DS ENOVIA*: správa dát a riadenie životného cyklu výrobku, integruje všetky disciplíny a ich účastníkov pri 3D definícii a realizácii inovovaného výrobku.
- *DS DELMIA*: riešenie pre digitálnu výrobu a produkciu umožňuje výrobcovi nezávisle na priemyselnom odvetví virtuálne definovať, plánovať, vytvárať, monitorovať a riadiť výrobné procesy.
- *DS SIMULIA*: realistické simulácie pre zaistenie požadovaných vlastností a kvality výrobkov.
- *DS 3DVIA*: pre spoluprácu a komunikáciu nad 3D dátami budúceho výrobku.
- *DS DraftSight*: bezplatný, profesionálny produkt pre 2D CAD, založený na otvorenom obchodnom module.

Prínosy integrovaného **3D PLM** riešenia v priemysle [8]:

- už vo fáze koncepčného návrhu výrobku a jeho analýze je možné pomerne presne zistiť, či bude reálny výrobok ziskový,
- rýchla tvorba ponuky zodpovedajúca požiadavkám zákazníka a výber stratégie pre realizáciu vhodného výrobku,
- spolupráca a komunikácia nad 3D dátami v reálnom čase umožňuje súbežné aktivity a účasť ďalších útvarov rozšírenej organizácie v procese návrhu a technickej prípravy výroby produktu, výsledok má potom výrazne menej konštrukčných chýb a časový posun ich nachádzania v počiatočných etapách životného cyklu výrobku,
- zdieľanie a synchronizácia procesných dát a informácií,
- efektívne riadenie dodávateľských vzťahov umožňujúce zapojenie neobmedzeného počtu vybraných dodávateľov už v prvých fázach návrhu výrobku,
- redukcia nákladov na servis a záruku vďaka vždy aktuálnym výrobným dátam a konfiguračným informáciám, dostupnosť vhodných náhradných dielov ovplyvňuje rýchlosť opravy a tým spokojnosť zákazníka
- atď.

Ďalšou platformou od spoločnosti **Dassault Systemes** je takzvaná **platforma V6**, ktorá sa uplatňuje v stratégii **PLM 2.0**, ktorá má plnou webovou podporou a jej prostredie umožňuje užívateľom interaktívne generovať nové výrobky vrátane všetkých poznatkov o nich. Táto platforma rozširuje obsah PLM za hranice návrhu a výroby, až k samotným užívateľom a spotrebiteľom. To znamená, že každý kto sa nejako podieľa na životnom cykle produktu dokáže vďaka univerzálnemu 3D jazyku virtuálne manipulovať, čiže predstavovať si tento produkt a zdieľať ho s ostatnými účastníkmi výrobného cyklu. Táto platforma je charakterizovaná šiestimi vlastnosťami moderného systému pre vývoj výrobkov v strojárstve:

- globálna spolupráca na inovácií,
- lifelike experience: nástroje pre realistický zážitok zákazníka a užívateľa,



- jednotná PLM platforma pre správu intelektuálneho vlastníctva,
- online tvorba a spolupráca,
- pripravenosť pre PLM procesy,
- nízke náklady na vlastníctvo informácií.

Ďalším významným dodávateľom PLM riešení je spoločnosť **Siemens PLM**, ktorá dnes poskytuje najucelenejšie a najširšie produktové portfólio riešení pre tvorbu a riadenie informácií o výrobku v celom životnom cykle. V súčasnosti, práve tieto produkty využíva väčšina najvýznamnejších podnikov z oblasti automobilového a leteckého priemyslu a všeobecného strojárstva a počet používateľom narastá. Súčasťou tohto riešenia je niekoľko platforiem, jednou z nich je Teamcenter, ktorá zjednocuje všetky znalosti, dáta, dokumenty a procesy, zaznamenané počas životného cyklu produktu. Riadi vývoj výrobkov v reálnom čase a tvorí základňu pre komunikáciu tímov pri spolupráci vo vnútri podniku i v externom prostredí. Zabezpečuje archivovanie a sprístupňovanie dokumentácii o výrobkoch, automatizuje podnikové procesy a napomáha v nich udržať prehľad. Každý užívateľ si má možnosť na základe svojich používateľských práv vyhľadať potrebné informácie bez ohľadu nato v akom editore boli tieto informácie spracované.

Teamcenter zastrešuje najmä tieto oblasti a procesy [7]:

- správa technickej a netechnickej dokumentácie súvisiacej s projektom,
- riadenie zmien, verzií a revízií,
- riadenie kusovníkov,
- inteligentné vyhľadávanie informácií,
- vizualizácia všetkých informácií bez nutnosti mať nainštalovaný editor, v ktorom tieto informácie vznikli (CAD 2D, 3D, Office, AVI, JPEG, ...),
- automatizácia procesov (workflow),
- integrácia so všetkými systémami Siemens PLM,
- správa CAE simulácií a ich výsledkov,
- správa NC programov,
- správa komplexných mechatronických informácií o výrobku,
- správa variantov výrobku,
- tímová práca nad jedným projektom z viacerých lokalít,
- riadenie projektov,
- bezpečnosť a archivácia projektových dát.

Medzi prvotné kroky pri tvorbe nového produktu patrí tvorba jeho vzhľadu – *dizajnu*. Túto funkčnosť zabudoval Siemens PLM do svojich CAD systémov Solid Edge a NX, tieto riešenia dokážu namodelovať dizajn výrobkov najmodernejšími postupmi v súčasnosti. Navyše dokáže spolupracovať s akýmkoľvek 3D skenovacím zariadením a taktiež 3D tlačiarňami podporuje technológiu rapid prototyping. Jednou z novinek je Siemens HD3D technológia (High Definition 3D), ktorá priamo do modelov výrobkov umožňuje začleňovať negrafické informácie a popisy, ktoré sa neskôr dajú využívať pre rôzne ďalšie aplikácie. Produktové rady Solid Edge a NX sú tiež 3D CAD



nástrojmi pre tvorbu koncepčného a detailného technického riešenia výrobku. Vysoká produktivita týchto systémov je poskytovaná najmä prostredníctvom tzv. Synchronnej technológie, ktorá predstavuje revolučnú zmenu *konštruovania*. Konštruktéri dokážu požiadavky na konštrukcie spracovávať oveľa rýchlejšie vďaka odstráneniu regenerácie 3D modelu. Táto technológia umožňuje rýchlu úpravu dát s iných CAD systémov. V systéme je zahrnutá aj oblasť mechatroniky, ktorú dokáže konštruktér navrhnuť taktiež do finálnej podoby.

Hlavnými oblasťami pri tvorbe *konštrukcii* (Design) sú [7]:

- podpora pre tvorbu koncepčného návrhu,
- bežné konštruovanie v strojárskom priemysle,
- konštruovanie v automobilovom priemysle,
- práca s plechmi,
- konštruovanie z tkaných textílií a kompozitných materiálov,
- overenie interakcie človeka so strojom / zariadením,
- konštruovanie zložitých zváraných konštrukcií,
- podpora možnosti konfigurácie výrobkov na základe premenných (napr. variantný kusovník),
- konštruovanie potrubí a potrubných systémov,
- konštruovanie káblov a káblových systémov,
- podpora importu dosiek plošných spojov (PCB) s možnosťou ich využitia v mechatronickom systéme.

Nevyhnutnou súčasťou projektov je v súčasnosti *simulácia* (Simulation), ktorá je určená na elimináciu množstva nákladov a rizík. Umožňuje tiež predvídať a zlepšovať výkon výrobku už vo fáze digitálneho spracovania, napomáha pri skúmaní koncepčných návrhov, čo znižuje zásadným spôsobom náklady na testovanie fyzických prototypov. Pre túto činnosť sa využíva systém NX s riešičom NX Nastran.

Platforma Siemens PLM v sebe obsahuje špecializované riešenia, ktoré v sebe obsahuje know-how z oblasti *tvorby náradia a prípravkov* (Tooling) potrebných pre výrobu jednotlivých súčastí pripravovaného nového produktu. K tomuto návrhu napomáhajú taktiež systémy Solid Edge a NX, ktoré majú vstavané spomínané know-how, ktoré slúži k automatizovaniu návrhového procesu pomocou rôznych predpripravených nástrojov a postupov.

Digitálny návrh procesov v Siemens PLM Software [7]:

- pre projektovanie obrábania sa používa produkt *NX CAM*, tento generuje NC program priamo v prostredí, v ktorom boli vytvorené súčiastky. Skracuje sa tým čas a prácnosť prekladania a minimalizujú sa problémy s aktualizáciou zmien a rizík prenosu chýb.
- Pre návrh výrobných procesov sa používa sada softvérových produktov *Tecnomatix*, ktorá spája riadenie znalostí so zlepšovaním procesov vo virtuálnom prostredí, optimalizuje kvalitu procesov, zariadení, ľudí, toku materiálu a simuláciu výrobných operácií, ešte pred zahájením fyzickej výroby. Zlepšená spolupráca a riadenie



výrobných operácií prináša znižovanie plytvania a zvyšovanie produktivity a efektívnosti výrobných činností podniku.

Pre presnejšie definovanie výrobných plánov a synchronizáciu dát s výrobnými dielňami sa používa Tecnomatix Part planning, ktorý riadi dáta o všetkých výrobkoch a spracováva informácie na podporu práce výrobných technikov, programátorov CNC, výrobných manažérov, mechanikov a ostatných členov organizácie.

K vyhodnocovaniu scenárov vo výrobnom procese sa používa produkt Tecnomatix Assembly Planning & Validation, ktorý napomáha vybrať najvhodnejší variant montážneho procesu produktov. Vo výrobnom procese sa čím ďalej tým viac uprednostňuje robotizácia pracovísk pred ľudským faktorom, hlavne z ekonomického, ako aj z hľadiska presnosti výroby a úspory času. Prostredníctvom platformy Tecnomatix máme jedinečnú možnosť programovať robotické pracoviská a optimalizovať ich podľa požiadaviek výroby. Táto softvérová platforma je tiež určená pre simuláciu a optimalizáciu komplexných výrobných prevádzok vrátane výrobného dopravy, logistiky a toku materiálu po výrobných stanovištiach. Toto nám umožňuje hľadať a odstraňovať úzke miesta a určiť maximálnu kapacitu výrobných liniek, ešte vo fáze, kedy linka fyzicky neexistuje a všetko sa iba plánuje a projektuje.

Kontrola kvality je samozrejmosťou súčasťou výrobného procesu. Z riešení Siemens PLM je pre kontrolu kvality určená rada Tecnomatix. Pracovisko pre kontrolu kvality zabezpečuje vygenerovanie zložitých inšpekčných programov z 3D CAD geometrie (NX), ktoré sa následne použijú pre proces merania. Výsledok merania sa následne porovná s originálnym 3D CAD modelom, a vyhodnotí sa na základe priemyselných štandardov ANSI Y14.5, ASME Y14.5 alebo ISO 1011.[7]

Súhrn

Vzhľadom k trendom na trhoch produktov vyrábaných výrobnými podnikmi, nie len strojárskemu priemyslu, ale aj mnohých ďalších odvetví, ich rozmanitosti a sezónnosti, je potrebné často meniť sortiment výrobkov, alebo tieto výrobky inovovať. K týmto inováciám napomáha a uľahčuje ich riadenie procesov pomocou PLM systémov, ktoré skracujú časy návrhu a projektovania nových výrob a výrobných liniek, spracovávajú všetky informácie v životnom cykle produktu a sprístupňujú ich k ďalšiemu využitiu, preto je dôležité tieto systémy rozvíjať či už vo veľkých, stredných, alebo malých podnikoch.

Príspevok bol pripravený v rámci riešenia grantového projektu VEGA č. 1/0102/11 Metódy a techniky experimentálneho modelovania vnútropodnikových výrobných a nevýrobných procesov.

Kľúčové slová

PLM systémy, modelovanie, simulácia, projektovanie.



Použitá literatúra

- [1] MALINDŽAK, D, a kolektív: Modelovanie a simulácia v logistike: Košice 2009 ISBN 978-80-533-0265-2,
- [2] Kolektív autorov: Projektové řízení pro začátečníky, Computer Press Brno 2011,ISBN 978-80-251-2835-0, str.304,
- [3] Milton D. Rosenau: Řízení projektů , Computer Press Brno 2007, ISBN 978-80-251-1506-0, str.344,
- [4] ŘEPA, V.: Podnikové procesy, Procesní řízení a modelování, Grada Publishing 2007 , ISBN 978-80-247-2252-8, st. 288,
- [5] FIALA, J. – MINISTR, J.: Průvodce analýzou a modelováním procesů. 1.vyd. Ostrava : Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2003. 109 s. ISBN 80-248-0500-6,
- [6] TREBUŇA, P.: Modelovanie za pomoci sieťových analýz. [online]. TUKE: Transfer inovácií: 19/2011, [citované 2012 – 03 – 25]. Dostupné na internete: <http://www.sjf.tuke.sk/transferinovacii/pages/archiv/transfer/19-2011/pdf/052-055.pdf>,
- [7] <http://www.sova.sk/produkty/pocitacom-podporovane-konstruovaniecad-/siemens-plm-riesenia>,
- [8] <http://www.technodat.cz/plm>,
- [9] <http://www.technodat.cz/platforma-v6-pro-prumysl-vyroby-stroju-a-strojního-zarizeni>,
- [10] <http://www.designtech.cz/c/plm/kdyz-se-rekne-plm.htm>,
- [11] http://www.efocus.sk/images/archiv/file_45_0.pdf.

Kontaktná adresa

doc. Ing. Peter TREBUŇA PhD.
TU, Strojnícka fakulta
Katedra priemyselného inžinierstva a manažmentu
Němcovej 32, 042 00 Košice
e-mail: peter.trebuna@tuke.sk
Ing. Marek KLIMENT
TU, Strojnícka fakulta
Katedra priemyselného inžinierstva a manažmentu
Němcovej 32, 042 00 Košice
e-mail: marek.kliment@tuke.sk