

Navýšenie výrobnjej produkcie v podniku pomocou PLM systémov

Jozef Trojan ¹, Peter Trebuňa ², Marek Mizerák ³, Štefan Král ⁴, Tomáš Švantner ⁵

¹ Technická univerzita, Strojnícka fakulta - Ústav priemyselného inžinierstva, manažmentu a inžinierstva prostredia

Park Komenského 9, 042 00 Košice, Slovensko

jozef.trojan@tuke.sk

peter.trebuna@tuke.sk

marek.mizerak@tuke.sk

stefan.kral@tuke.sk

tomas.svantner@tuke.sk

Abstrakt: Predmetom predkladaného príspevku je návrh montážnej linky pomocou modulu Process Simulate softvéru Siemens Tecnomatix. Pomocou modulu Process Simulate, ktorý je široko rozšírený, sa dá zefektívniť výroba na danej montážnej linke. Analyzovaná montážna linka bola podstúpená navrhovaniu a inovovaniu pomocou vyššie spomenutého softvérového modulu. Pomocou tohto softvérového balíka je možné odhaliť nedostatky, prípadne prestoje v existujúcej výrobe. Overenie navrhovaných riešení je ďalej možné pomocou vymodelovanej simulácie vybraného pracoviska a potvrdiť časové úspory, prípadne iné modifikácie vedúce k optimalizácii výroby.

1 Úvod

PLM je skratka pre anglický termín Product Lifecycle Management, ktorý poukazuje na proces riadenia kompletneho životného cyklu produktu, a to od jeho prvého konceptu, cez detailný návrh, výrobu a popredajný servis až po jeho likvidáciu.

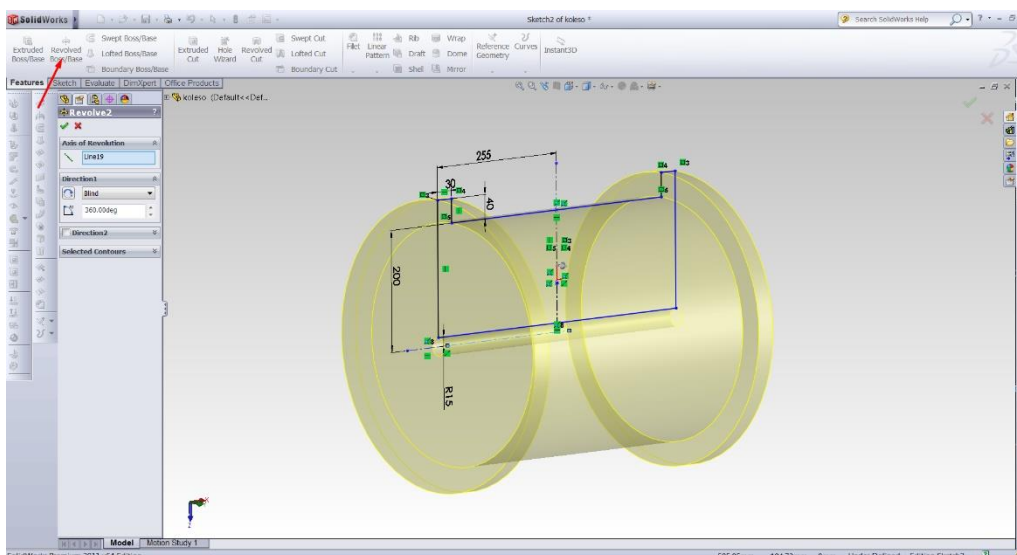
Niekedy je chybné tento pojem chápaný len ako tzv. PDM software, ktorý je využívaný v dielčích fázach PLM procesu pre správu dát strojárskeho návrhu a komunikáciu medzi konštruktérmi. Pritom Product Lifecycle Management popri nevyhnutných počítačových aplikáciách zahŕňa normalizované pracovné postupy, obchodné systémy, kľúčové dáta a tiež vhodné vyškolených pracovníkov. Takýto komplexný celok je možné využívať ako základný systém výrobného podniku, alebo akejkoľvek inej spoločnosti a výsledkom jeho činnosti je fyzický produkt.

Definícia PLM, ako softwarového riešenia, zahŕňa hladkú spolupracujúcu infraštruktúru počítačových aplikácií používaných k práci s dátami o výrobku v priebehu celého jeho „života“, jeho „počatie“ je chápané ako zaznamenanie prvej myšlienky o podobe či produktu do tohto systému. PLM systém ako taký pokrýva všetku správu dát o produkte a elektronickú komunikáciu medzi

všetkými zainteresovanými subjektami, vrátane zákazníkov (CRM), všetkých potrebných zdrojov (ERP) a dodávateľského reťazca.

2 Vytváranie 3D modelov prostredníctvom softvéru SolidWorks

Po otvorení softvéru SolidWorks a následnom vytvorení nového projektu si v Sketchi nakreslíme vo vybranej rovine požadovaný tvar. Daný tvar súčiastky alebo stroja potrebujeme vytiahnuť do priestoru, tak necháme zapnutý Sketch, prepne na možnosť Features, ktorú nájdeme vedľa Sketchu a použijeme Extruded Boss/Base. V následnej tabuľke zadáme stanovenú dĺžku. Dĺžka je prednastavená v milimetroch, ale ak máme rozmery vo väčších mierkach, stačí za číslom napísať skratku mierky, napr. cm, m atď. Taktiež pomocou šípok nachádzajúcich sa vedľa možnosti Blind môžeme meniť smer vytiahnutia.



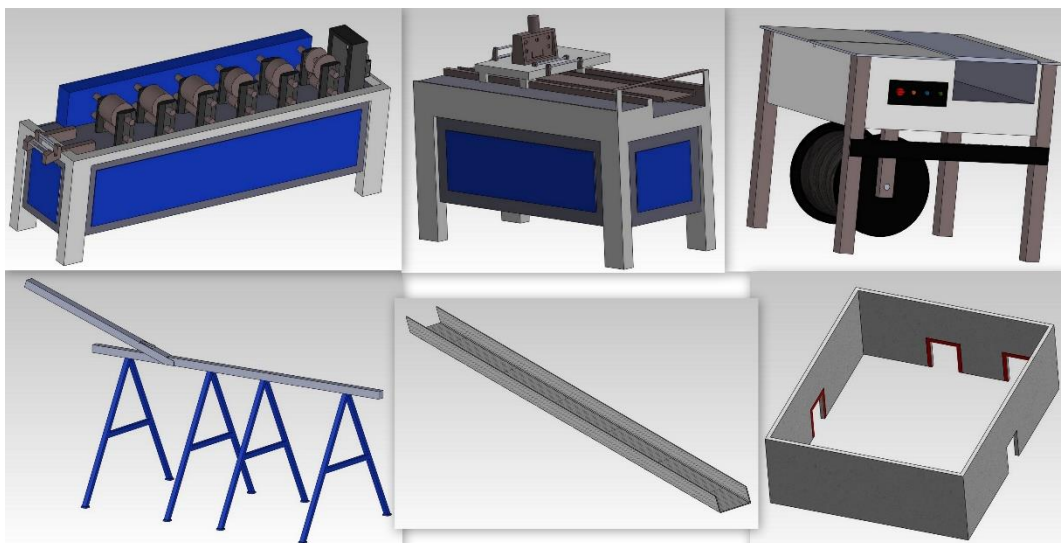
Obrázok 1 - Rotácia náčrtu okolo osi cez Revolved Boss/Base

Naopak, ak máme rotačnú súčiastku, tak je jasné, že je rotovaná okolo svojej osi. Preto musíme aj pri kreslení na to myslieť. Postupujeme nasledovne, najprv zadáme os, okolo ktorej sa neskôr bude náš tvar súčiastky rotovať, ďalej postupujeme ako pri nerotačnej súčiastke, nakreslíme tvar súčiastky so všetkými zrazeniami a zaobleniami. Celý tvar súčiastky kreslíme nad alebo pod osou rotácie. Ak sa v súčiastke nachádza diera, tak podľa toho prispôbíme aj vzdialenosť vytváraného náčrtu od osi. Po nakreslení požadovaného tvaru a správnom zohľadnení vzdialenosti od osi znovu otvoríme možnosť Features, pričom máme stále označený Sketch, a zvolíme Revolved Boss/Base. V okne potom nastavíme os rotácie, zakliknutím na nakreslenú os a môžeme zadať aj o koľko stupňov sa má daný náčrt otočiť okolo osi (Obr.1).

Ďalším krokom je vyrezávanie otvorov pomocou nástroja Extruded Cut, ktorý nájdeme rovnako vo Features. Postup je rovnaký ako pri predchádzajúcom

kroku, čiže si nakreslíme tvar, ktorý potrebujeme vyrezať, na plochu objektu v Sketchi. Potom cez Extruded Cut nastavíme dĺžku rezu a tiež smer rezu.

Pomocou ďalších nástrojov postupne dotvoríme všetky pre prácu potrebné 3D modely (Obr. 2). Pre modely, ktoré sa skladajú z viacerých súčiastok je nutné ich niekde poskladať. Na to slúži rozhranie Assembly. Najprv si musíme zvoliť základnú súčiastku alebo objekt, ktorý nám bude slúžiť ako matrica pre ostatné súčiastky. Ďalšie súčiastky vkladáme rovnako alebo len preniesieme pomocou pravého tlačidla myši z úložného miesta rovno do pracovného priestoru Assembly. Ak máme vloženú matricu a všetky potrebné súčiastky, tak prostredníctvom možnosti Mate, na hlavnej ponuke nástrojov, začneme postupne spájať súčiastky s matricou, poprípade súčiastky navzájom. Mate nám určuje väzby medzi hranami, medzi plochami, medzi plochou tyče a stenou diery a tak ďalej.



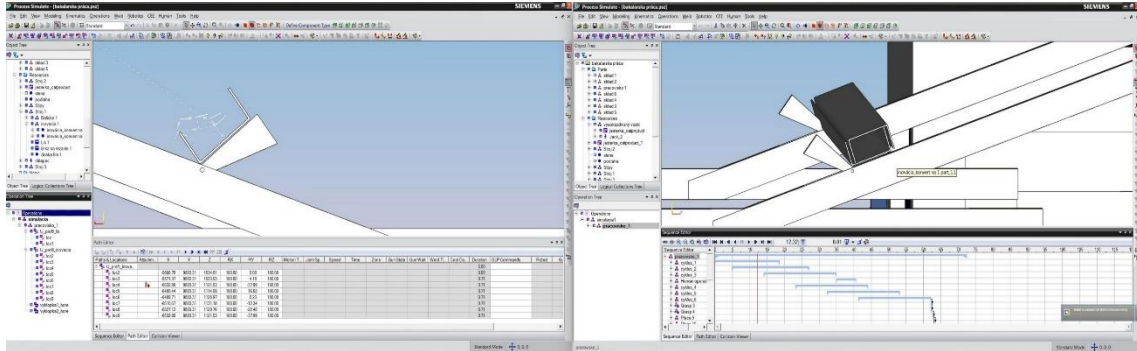
Obrázok 2 - 3D modely namodelované v SolidWorks

3 Tvorba simulácie použitím nakreslených modelov

Vymodelované diely a stroje vložíme do knižnice modulu Process Simulate softvéru Tecnomatix. Následne ich zo spomínanej knižnice vložíme do projektu. Ak sme si do projektu vložili všetky 3D modely, tak ďalej musíme tieto modely správne poumiestňovať podľa plánu rozmiestnenia strojov a skladov vo výrobnjej hale daného podniku. Takže začíname od umiestnenia steny, cez linky až po umiestnenie jednotlivých skladov.

Klikneme na zobrazený model a vyberieme možnosť Placement Manipulator na hornej lište nástrojov. Zobrazia sa nám osi, pomocou ktorých môžeme s modelov hýbať vodorovne aj zvislo a tiež ho môžeme otáčať okolo ktorejkoľvek z osí. Pre ľahšie umiestňovanie modelov je vhodné si vytvoriť podlahu, na ktorej znázorníme pomocou jemných výstupkov, približné miesta daných modelov. Vytvoriť si ju môžeme v ktoromkoľvek CAD-e a prekonvertovať do formátu JT. Obdobne umiestnime všetky prekonvertované 3D modely tak, ako boli umiestnené v danej hale výrobného podniku. Taktiež

„open“, ktorú sme si vytvorili už skôr v Pose Editore. Pri zdvihnutej výklopke znovu nastavíme cestu U-profilu cez Path Editor tak, aby nám U-profil vyšiel na zdvihnutú výklopku. Prvý U-profil zostane takto na výklopke dovtedy, až kým do neho nenarazí ďalší a tým prevráti prvý profil do seba. Po spojení profilov sa výklopka spustí nadol a spojené U-profilové zotrvačnou silou sa spustia po nadefinovanej dráhe na odoberací stôl (Obr. 5).



Obrázok 5 - Inovácia – výklopka

Pri odoberacom stole stojí na každej strane jeden pracovník, ktorý je pripravený spoločne uchopiť a preniesť spomínané U-profilové do baličky. Po umiestnení U-profilov do baličky je nutné, aby sme ešte zadali pracovníkom aj cestu späť cez Human, Walk Creator. Kvôli tomu, aby sa tento cyklus mohol opakovať. Vo Walk Creatori klikneme na Path Creator, následne na Select a Location a pomocou osí vrátime pracovníkov na určené miesto. Po zviazaní celého stohu v baličke treba ešte nadefinovať cestu pre vysokozdvížny vozík, ktorý ho zoberie a odnesie na daný sklad.

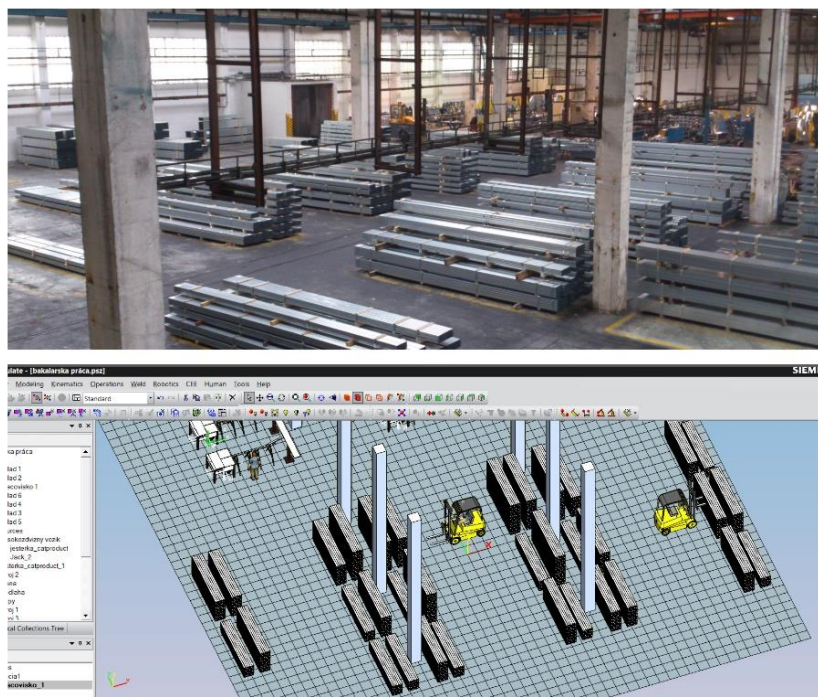
4 Porovnanie skutočnej výroby so simuláciou

V simulácii sme sa zamerali hneď na dve nedostatky vo výrobe a v skladovaní. Vo výrobe sme zistili, že spomínaný stroj na ohýbanie a rezanie U-profilov bol nevyužitý. Podľa výpočtov nám vyšlo, že stroj pracoval len na 50%. Táto skutočnosť bola spôsobená ľudským faktorom, keď pracovníci odoberajúci stohy na baličku pri rýchlejšom takte stroja nestíhali odoberať. Pre riešenie tohto problému, sme navrhli inováciu vo forme výklopky umiestnenú na padacom stole. Touto inováciou sme umožnili zrýchliť stroj až na 70% a pričom pracovníci stíhali odoberať spomínané stohy U-profilov (Obr. 6).



Obrázok 6 - Porovnanie skutočného odoberacieho stola s inováciou

V skladovaní sme zistili nesprávne rozmiestnenie skladov, pretože pracovník na vysokozdvížnom vozíku mal veľké problémy pri ukladaní vyrobených stohov, musel sa veľa-krát vytáčať a otáčať, aby správne ich správne uložil a taktiež pri hľadaní správnych stohov pri expedovaní zásielok. Tento problém sme vyriešili lepšou orientáciou skladov, čo malo za následok odoberanie dávok z liniek a rýchlejšie vybavenie zásielok (Obr. 7).



Obrázok 7 - Porovnanie skladového hospodárstva v bežnej prevádzke a v simulácii

5 Záver

Pri analyzovaní výrobnéj linky sa zistilo, že daná linka je využitá len na 50% svojej kapacity, čo značilo časy na zabalenie jedného stohu U-profilov v priemere 35,4 sekundy. Tieto časy znamenali, že pri zvýšení objednávok profilov vyrábaných na danej linke (nakoľko nebolo možné vyrábať rýchlejšie) spôsobilo nutnosť zaviesť nadčasy a pracovné zmeny cez víkendy. Preto bolo nutné navrhnuť určitú inováciu, ktorá by urýchlila výrobu. Po namodelovaní inovácie vo forme výklopky na odoberacom stole a vytvorením simulácie výrobného procesu sa zistilo ušetrenie času 5,7 sekundy na jeden stoh. Prepočítaním na jednu výrobnú dávku sa zistilo ušetrenie času až 1:54 minúty.

Za jednu pracovnú zmenu (8 hodín) jedna výrobná linka vyprodukuje 4320 profilov. Zavedením navrhovanej inovácie je výrobná linka schopná vyprodukovať rovnaké množstvo profilov za 6 hodín a 30 minút. Tento poznatok umožňuje navýšenie výrobnéj kapacity o 20% (v prípade väčšieho počtu zákaziek) bez navýšenia počtu pracovníkov, či zakúpenia nových strojov.

Ďalším riešeným problémom bolo rozloženie skladov. Pri pozorovaní orientációschopnosti pracovníkov v orientácii v sklade sa zistili veľké prestoje pracovníka na vysokozdvížnom vozíku pri hľadaní objednávok pri ich expedícií odberateľom. Vyexpedovanie jednej výrobnéj dávky trvalo 3:20 minúty. Po inovácii skladov vo forme zmeny orientácie uloženia sa tento čas skrátil o pol minúty na čas 2:50.

V súčasnej dobe väčšina veľkých firiem už používa na zefektívnenie a inovovanie výroby rôzne simulačné softvéry. V budúcnosti simulačné softvéry ako Tecnomatix budú nevyhnutnou súčasťou každého podniku, pretože prostredníctvom simulácií sa podniku ušetria financie, skrátia výrobné časy, zabezpečia pružné dodávky, odstránia sa prestoje, odhalia a eliminujú problémy.

Pod'akovanie

Príspevok bol pripravený v rámci riešenia grantových projektov APVV-17-0258 Aplikácia prvkov digitálneho inžinierstva pri inovácii a optimalizácii produkčných tokov, APVV-19-0418 Inteligentné riešenia pre zvýšenie inovačnej schopnosti podnikov v procese ich transformácie na inteligentné podniky, VEGA 1/0438/20 Interakcia digitálnych technológií za účelom podpory softvérovej a hardvérovej komunikácie pokročilej platformy systému výroby a KEGA 001TUKE-4/2020 Modernizácia výučby priemyselného inžinierstva za účelom rozvoja zručností existujúceho vzdelávacieho programu v špecializovanom laboratóriu.

Použitá literatura

- [1] Dulina, L., Edl, M., Fusko, M., Rakyta, M., Sulirova, I. 2018. Digitization in the Technical Service Management System. In: MM Science Journal. No. 1 (2018). p. 2260 – 2266. ISSN 1803-1269.
- [2] Kłos S. 2015. Implementation of the AHP method in ERP-based decision support systems for a new product development. Communications in Computer and Information Science. ISSN 1865-0929.
- [3] Plinta, D., Krajčovič, M. 2016. Production System Designing with the Use of Digital Factory and Augmented Reality Technologies. In Advances in Intelligent Systems and Computing. Vol. 350 (2016), p. 187-196. ISSN 2194-5357.
- [4] Fusko, M., Rakyta, M., Krajcovic, M., Dulina, L., Gaso, M., Grznar, P. 2018. Basics of Designing Maintenance Processes in Industry 4.0. In: MM Science Journal. No. March (2018), p. 2252-2259. ISSN 1803-1269.
- [5] Bučková, M.; Krajčovič, M.; Edl, M. Computer Simulation and Optimization of Transport Distances of Order Picking Processes. Procedia Engineering 2017, 192, 69–74. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.06.012.
- [6] Kliment, M., Popovič, R., Janek, J. (2014) Analysis of the Production Process in the Selected Company and Proposal a Possible Model Optimization Through PLM Software Module Tecnomatix Plant Simulation, In: Procedia Engineering: Modelling of Mechanical and Mechatronic Systems MMaMS 2014: 25th-27th November 2014, High Tatras, Slovakia. Vol. 96 (2014), p. 221-226. - ISSN 1877-7058 Spôsob prístupu: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705814032068...>
- [7] Straka M., Lenort R., Khouri S., Feliks J. 2018. Design of large-scale logistics systems using computer simulation hierarchic structure, International Journal of Simulation Modelling, Vol. 17, No. 1, pp. 105-118.
- [8] Trebuňa, P, Kliment, M., Edl, M., Petrik, M. (2014) Creation of Simulation Model of Expansion of Production in Manufacturing Companies, In: Procedia Engineering: Modelling of Mechanical and Mechatronic Systems MMaMS 2014: 25th-27th November 2014, High Tatras, Slovakia. Vol. 96 (2014), p. 477-482. - ISSN 1877-7058 Spôsob prístupu: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705814031695>.
- [9] Straka M., Khouri S., Rosova A., Caganova D., Culkova K. 2018. Utilization of computer simulation for waste separation design as a logistics system, International Journal of Simulation Modelling, Vol. 17, No. 4, pp. 583-596.
- [10] Fundamental Requirements for CAPP Software Design Focusing on Industry 4.0 Specific Features / Peter Pavol Monka - 2018. In: Proceedings of 3rd International Conference on the Industry 4.0 Model for Advanced Manufacturing. - Cham (Švajčiarsko): Springer s. 146-155 [online]. - ISBN 978-3-319-89562-8.