



## VÝZNAM SIMULÁCIE PRI RIADENÍ A OPTIMALIZOVANÍ VÝROBY

### IMPORTANCE OF SIMULATION IN PRODUCTION MANAGING AND OPTIMIZING

Andrea KRAUSZOVÁ

---

#### Abstract

Availability and use of simulation technologies currently provides ideal opportunity to set up businesses and optimize their processes in order to succeed on the market and be competitive. The article is devoted to use of simulation in programming and production management, and its importance in optimizing production processes.

#### Key words

Simulation, virtual machining, optimization of production.

---

#### Úvod

Simulácia si v súčasnosti nachádza uplatnenie v rôznych oblastiach života - školenie, vzdelávanie, výskum či technológia výroby produktov. Nasadenie simulácie vo výrobných podnikoch môže pokrývať rôzne oblasti. Od testovania budúceho výrobku vo fáze návrhu, cez simuláciu jeho výroby a materiálových tokov až po simuláciu kompletného budúceho digitálneho podniku v 3D zobrazení. K lepšej predstavivosti a pochopeniu prispievajú prostriedky virtuálnej reality, ktoré zahŕňajú 3D okuliare, imerzívne systémy, dátové rukavice, systémy rozširujúce realitu (powerwall, holobench, workbench, holospace a pod.) a projekčné systémy CAVE - Computer assisted virtual environments.

#### Využitie simulácie v oblasti plánovania a riadenia výroby

Pri projektovaní a prevádzke komplexných logistických a výrobných systémov vzniká množstvo problémov a rizík. Veľký počet variantov a zložitost' ich vyhodnocovania nedávajú pri klasických nástrojoch projektantovi ani riadiacemu pracovníkovi možnosť výberu optimálneho riešenia. Uvedený problém je zvlášť zložitý aj z dôvodu, že o optimalizácii by sa malo hovoriť nielen na úrovni výrobného systému alebo dielne, ale že by sa mala sledovať optimalizácia z hľadiska celopodnikových cieľov. Bežne sa stáva, že sa tieto systémy projektujú na základe takto zúžených pohľadov a kritérií. Ak je projekt príliš nákladný, robia sa jeho úpravy, aby ho bolo možné vôbec realizovať. Pri neurčitosti budúcich požiadaviek na výrobu, pri časovom tlaku, obmedzenosti financií a nedostupnosti moderných projekčných nástrojov je možné len ťažko hovoriť o celkovej optimalizácii parametrov systému. Často sa potom stáva, že už v projekte systému sú nedostatky, ktoré nedovolia plné využívanie všetkých jeho možností. V priebehu prevádzky je potom potrebné riešiť problémy dodatočných úprav systému, čo je spojené obyčajne s ďalším nárastom nákladov. Pre riešenie vyššie uvedených problémov je veľmi vhodné práve využitie počítačovej simulácie. [2]

Simulácia v oblasti plánovania a riadenia výroby má svoj význam a využitie napríklad pri analýzach existujúcich alebo projektovaných výrobných a montážnych systémov, analýzach kapacitných požiadaviek a vyťaženia zdrojov, pri overení moderných konceptov riadenia výroby (KANBAN, CONWIP, DBR, ...), overení reálneho plnenia termínov výrobných úloh a



realizovateľnosti výrobných plánov, dynamickom vyvažovaní montážnych liniek s analýzou a elimináciou úzkych miest, pri analýze vplyvu porúch a prestojov na výkon výrobných systémov, či analýze vplyvu kvality na výrobný výkon a produktivitu.

Väčšina moderných simulačných nástrojov dnes pracuje v 3D zobrazení. Projektovanie výroby v 3D má v porovnaní s 2D nesporné výhody. Výsledkom 3D projektovania je virtuálny 3D model časti alebo celého výrobného systému, v ktorom je možné overovať efekty viacerých projekčných rozhodnutí. V takto namodelovanom 3D prostredí sa užívateľ môže prostredníctvom svojich zmyslov „virtuálne pohybovať“. Po vytvorení simulačného modelu môže užívateľ prostredníctvom zmeny výrobného programu a výrobného mixu sledovať reakciu výrobného systému, testovať nový systém riadenia, zmenu usporiadania výrobnéj dispozície a to všetko bez nákladov na skutočné premiestňovanie strojov či školenie operátorov. Podobne je možné redukovať straty z nábehu výroby a náklady na zmeny konštrukčných a technologických návrhov pri ich samotnej realizácii.

Medzi výhody 3D projektovania výrobných systémov patrí napríklad: [4]

- Zistenie možných kolíznych stavov v detailnom variante riešenia usporiadania pracoviska.
- Animácia vybraných pohybov toku materiálu pre dokladovanie kritických miest v navrhovanom riešení.
- Skrátenie procesu tvorby výrobnéj dispozície vzájomnou interakciou projektového tímu počas jedného pracovného stretnutia.
- Lepšia predstava navrhovaného riešenia – možnosť pohybu v digitálnej hale (overovanie hygienických požiadaviek, zásad pre rozmiestňovanie výrobných zariadení, simulovanie efektívnosti usporiadania montážneho pracoviska, atď.).

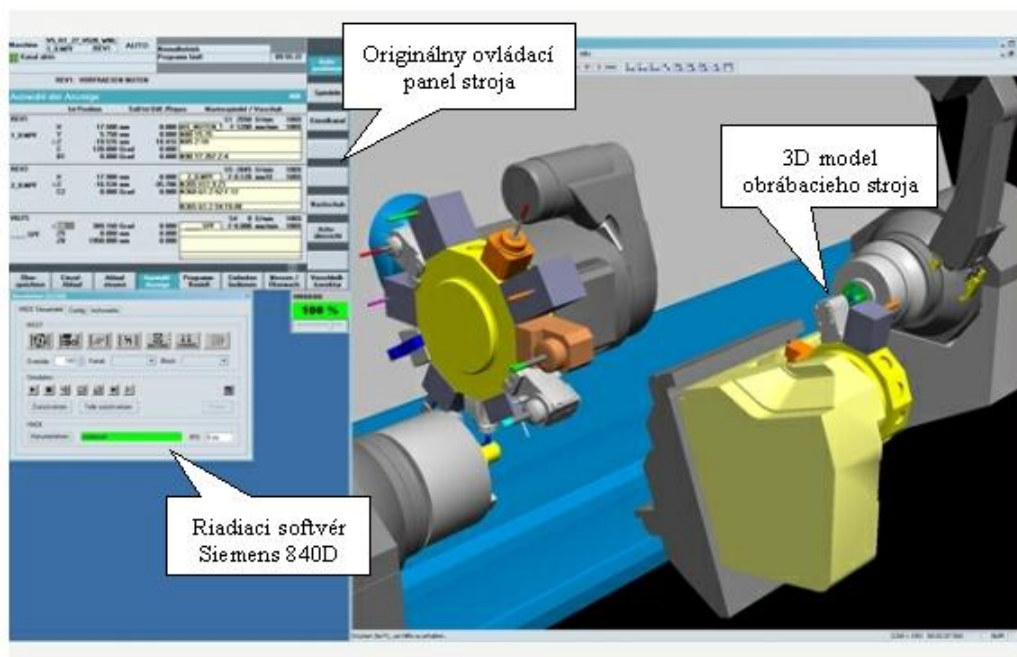
### **Virtuálne obrábanie**

Jednou z hlavných úloh virtuálneho obrábania je optimalizácia procesného reťazca od konštrukcie až po výrobu tak, aby sa zvýšila efektivita výroby. Naprogramovanie a nastavenie obrábacieho stroja pre zložité operácie môže trvať celý deň a až potom je možné zahájiť skúšobný chod. Po túto dobu je obrábací stroj mimo prevádzku, čo má negatívny vplyv na jeho celkovú prevádzkovú výkonnosť. Hlavná myšlienka virtuálneho obrábacieho stroja spočíva v tom, že do počítača je nainštalovaná presná kópia obrábacieho stroja, ktorá je k dispozícii obsluhu daného stroja. Oproti starším systémom všetky funkcie konzoly presne zodpovedajú realite, to znamená, že sú úplne pokryté všetky funkcie v plnom rozsahu. Obsluha má k dispozícii dva pohľady a môže si byť istá že simulácia sa správa úplne ako skutočný stroj. Jeden pohľad je na konzolu a druhý pohľad priamo do pracovného prostredia. Proces simulácie prebieha presne ako pri obrábaní skutočného stroja, nie je preto potrebné žiadne ďalšie školenie. Užívateľ tak môže ušetriť mnoho času hlavne v prípravnej fáze. Príklad prepojenia ovládacieho panela a riadiaceho softvéru s virtuálnym obrábacím strojom je znázornený na obr. 1 [6].

Odstraňovanie problémov súvisiacich s nastavovaním obrábacieho stroja priamo pri stroji si vyžadovalo určitý čas. Dnes sa tieto problémy riešia simuláciou, zatiaľ čo výroba beží. Predlžuje sa tak doba prevádzky obrábacieho stroja a znižujú sa prestoje. Ďalšie výhody virtuálneho obrábania majú nielen kvantitatívny charakter, napríklad skrátenie doby prechodu na nové výrobky o 80 až 90%, ale aj kvalitatívny charakter. Obsluha môže k obrábaciemu stroju pristupovať bezpečnejším spôsobom. Ovládanie stroja sa môže naučiť pomocou virtuálneho obrábania bez nutnosti metódy pokusov a omylov na skutočnom stroji. Zároveň tak nehrozí vznik kolízií, ktoré by mohli stroj značne poškodiť. Počas simulácie možno



tiež vykonať kontrolu vzájomného ovplyvňovania vybraných funkcií stroja (napr. rezná rýchlosť, či rýchlosť posuvu) a zistiť čas potrebný na zhotovenie obrobku.



Obr.1 Prepojenie ovládacieho panela a riadiaceho softvéru s virtuálnym obrábacím strojom

Virtuálne obrábanie je výsledkom spolupráce niekoľkých spoločností, z ktorých každá prispela svojou špecializáciou. Siemens so špecializáciou na riadiacu techniku, Siemens PLM so špecializáciou na 3D simulácie a Index špecializáciou na obrábacie stroje. [6]

### Využívanie simulácie pri offline programovaní robotických centier

Programovanie robotov a výrobných zariadení offline predstavuje dnes značnú technologickú a časovú výhodu nielen pri zavádzaní výroby nových produktov, ale aj pri aplikácii zmien súčasnej výroby. Emulované prostredie robota umožňuje naprogramovať robota na počítači bez nutnosti zastavenia výroby a tiež dopredu pripraviť programy robotov, čo zvyšuje celkovú produktivitu pri uvedení do prevádzky. Dokáže sa tak vytvoriť realistická simulácia s využitím reálnych robotických programov a konfiguračných súborov, identických s tými, ktoré sú využívané vo výrobe. Táto technológia sa ukazuje ako efektívna pri zavádzaní a optimalizácii automatizovanej výroby.

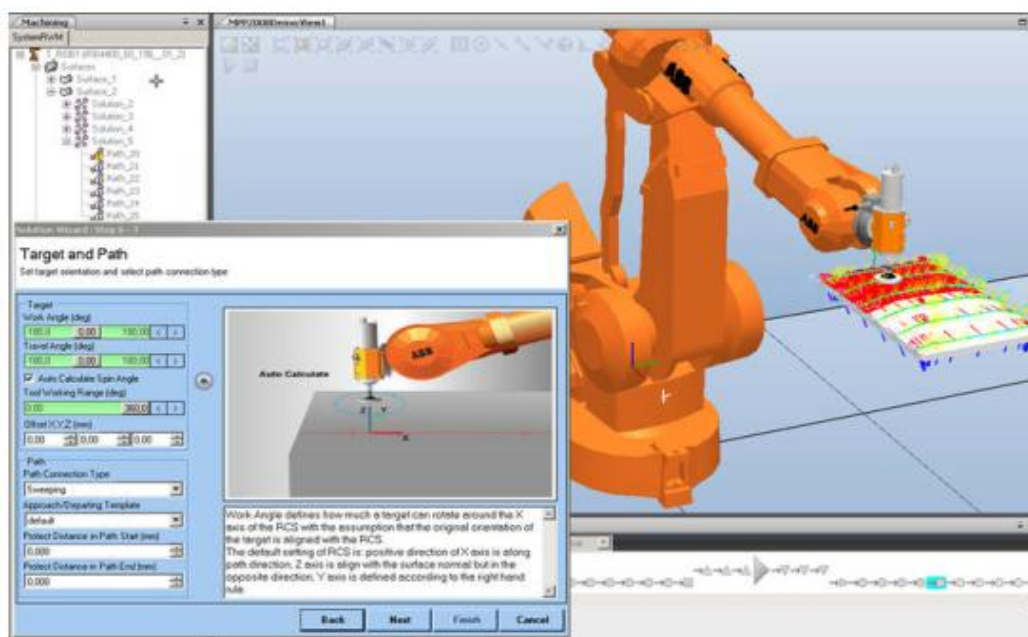
Pod simuláciou robotov môžu byť zahrnuté jednotlivé úlohy ako:

- vytvoriť realistický model výrobnéj bunky, vyžaduje kompletnú implementáciu a vyhodnotenie robotických operácií,
- technické štúdie realizovateľnosti týkajúce sa všetkých pracovných bodov,
- analýza prístupnosti všetkých pracovných bodov,
- analýza kolízií pre každý robot s jeho pracovným prostredím,
- vytvorenie kinematiky všetkých príslušných výrobných prostriedkov,
- dodržanie pracovných cyklov (taktu) jednotlivých robotov,
- dodržanie celkového taktu výrobnéj linky,
- vytvorenie pohybov nástrojov a výrobných zariadení s blokovaním a pohybovými podmienkami medzi robotmi.



Pre vytvorenie simulácie je potrebné disponovať konštrukčnými 3D dátami v CAD formáte, čo už dnes nie je problém. Každý nástroj, prípravok, súčiastka či robot majú svoj virtuálny model. Okrem toho je tiež možné v simulačnom prostredí vytvárať určité jednoduchšie elementy. V závislosti od potrieb simulácie je možné namodelovať kinematiku ktoréhokoľvek nástroja, prípravku, zariadenia, ktoré sa na linke bude nachádzať. Príklad offline programovania robota je znázornený na obr. 2 [5].

Simulácia môže zahŕňať buď len prácu robotov, alebo celú pracovnú stanicu vrátane externých nástrojov a zväracích prípravkov, či pohyby jednotlivých úpiniek. Taktiež pomáha včas odhaliť niektoré špecifické problémy, súvisiace napríklad s konštrukčnými zmenami pracovných nástrojov, úpravou zväracích bodov alebo zmenou samotnej technológie. [3]



**Obr. 2 Program RobotStudio pre offline programovanie robota firmy ABB**

Offline programovanie zahŕňa nasledujúce samostatné aktivity:

- vytvorenie programu robota pomocou OLP nástroja simulácie,
- doplnenie inštrukcii makier a SPS – komunikácie podľa:
  - programovacích štandardov výrobcu,
  - I/O tabuľky pridelení vrátane robotického rozhrania PLC,
- dokumentácia procesov (názvy spojovacích bodov, ich dĺžka, komentáre),
- kalibrácia výrobného zariadenia,
- dodanie offline programov online programátorovi, spoločná kontrola,
- programov, testovanie kolízií offline a online programátorom na mieste.

Programovanie robotov offline predstavuje určitú výhodu nielen z hľadiska času a dostupnosti reálneho robota, ale tiež z hľadiska bezpečnosti. Vo virtuálnom prostredí neexistujú totiž žiadne reálne bezpečnostné riziká prípadného úrazu v dôsledku zlyhania techniky, či personálu. Program je možné vytvoriť a otestovať priamo vo virtuálnom prostredí, čím odpadá nutnosť disponovať naraz všetkými hardvérovými a technologickými prostriedkami výroby, prípadne pozastavenia výroby minimálne do doby nahratia programov online. [3]



Pri súčasných priestorových nárokoch a efektívnom využití výrobných hál je robot nútený pracovať často v stiesnených podmienkach a pohyb nástroja, alebo manipulácia s dielmi si vyžaduje vysokú presnosť. Použitelnosť offline programov je preto často závislá od reálnosti namodelovaného stavu v porovnaní so skutočným stavom. Pri osadzovaní všetkých výrobných zariadení dochádza k určitým nepresnostiam oproti naplánovanému layoutu. Prispôbenie simulácie skutočným podmienkam pomocou meracej techniky, alebo programov robotov predstavuje kalibrácia. Po zistení polohy referenčných bodov v skutočnom priestore oproti digitálneho modelu je možné v simulačnom prostredí prispôbiť simulovanú dráhu robota tak, aby sa doladila diferencia oproti reálnemu stavu. Výsledkom simulácie je porovnanie virtuálneho 3D modelu s reálnym systémom. Porovnanie môže tiež zahŕňať nahranie programov robotov. Simuláciu je možné vykonať opakovane pre jednotlivé stavy dielov a na základe výsledkov vykonať potrebné úpravy dráh robotov a pracovných polôh, či konštrukcie nástrojov bez nutnosti pozastavenia výroby alebo narušenia celkového taktu výrobnej linky.

### Súhrn

Je potrebné si uvedomiť, že zavedenie a efektívne využívanie simulačných programov si vyžaduje drahé programové a počítačové vybavenie, čas a hlavne špecialistov, ktorí ich dokážu správne používať. Podniky však aj napriek tomu využívajú simuláciu s cieľom efektívne riadiť a optimalizovať svoje výrobné procesy. Prínosy takto dosiahnuté môžu niekoľkonásobne presiahnuť náklady na simulačný projekt a prinášajú aj pozitívne technické a ekonomické výsledky.

### Kľúčové slová

Simulácia, virtuálne obrábanie, optimalizácia výroby.

### Použitá literatúra

- [1] HRABČÁK, R.: *Tvorba a overovanie simulačných modelov vybraných druhov výrobných procesov*. Diplomová práca. Košice: Technická univerzita, Strojnícka fakulta, 2011,
- [2] CHROMJAKOVÁ, F.: *Simulácia*. Dostupné na internete:  
[http://www.ipaslovakia.sk/slovník\\_view.aspx?id\\_s=71](http://www.ipaslovakia.sk/slovník_view.aspx?id_s=71),
- [3] KŇAŽÍK, M. et al.: *Programovanie robotických centier vo VW Slovakia*. In: AI Magazine, roč. 3, č. 4/2010, s. 51-53. ISSN 1337-7612,
- [4] *3D projektovanie výrobných systémov*: [www.ceit.eu.sk](http://www.ceit.eu.sk). Dostupné na internete:  
[http://www.ceit.eu.sk/index.php?option=com\\_content&task=view&id=182&Itemid=98](http://www.ceit.eu.sk/index.php?option=com_content&task=view&id=182&Itemid=98)
- [5] [www.abb.com](http://www.abb.com),
- [6] [www.plm.automation.siemens.com/cz\\_cz/](http://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/).

### Kontaktná adresa

Ing. Andrea Krauszová, PhD.  
Technická univerzita, Strojnícka fakulta  
Katedra priemyselného inžinierstva a manažmentu  
Němcovej 32, 040 01 Košice  
e-mail: [andrea.krauszova@tuke.sk](mailto:andrea.krauszova@tuke.sk)