



VYUŽÍVANIE PRINCÍPOV MODULOVEJ VÝSTAVBY A STAVEBNÍC V PROJEKTOCH VÝROBNÝCH SYSTÉMOV

USING MODULE CONSTRUCTION PRINCIPLES AND BUILDINGS IN MANUFACTURING SYSTEMS PROJECTS

Vladimír RUDY - Juraj KOVÁČ

Abstrakt

Početné koncepčné riešenia výrobných systémov (najmä v montáži) sú založené na integrácii neautomatizovaných a automatizovaných pracovísk (resp. ich výstavbových komponentov). Projektované sú z konštrukčne štandardizovaných platforiem (napr. stavebnicových AL rámov) a funkčných modulov (technologických, manipulačných, zásobníkových, dopravných, riadiacich a ďalších). Funkčné moduly sú vyrábané v štandardizovaných rozmerových radoch. Sú kompaktné a zaručujú vysokú flexibilitu a variantnosť modifikovania pracoviska podľa konkrétnych výrobných úloh.

Kľúčové slová: modulovosť, stavebnicosť, výrobné systémy, flexibilita, platforma

Modulová výstavba a stavebnice v projektoch výrobných systémov

Využívanie modulárnej koncepcie v realizácii automatizovaných (ale aj neautomatizovaných) výrobných systémov z modulárnych prvkov (z najmenšieho počtu modulov zostaviť čo najvyšší počet variantov) umožňuje rýchlu rekonfigurovateľnosť pri zmenách výroby.

Charakteristické znaky klasickej modulárnej platformy sú nasledovné:

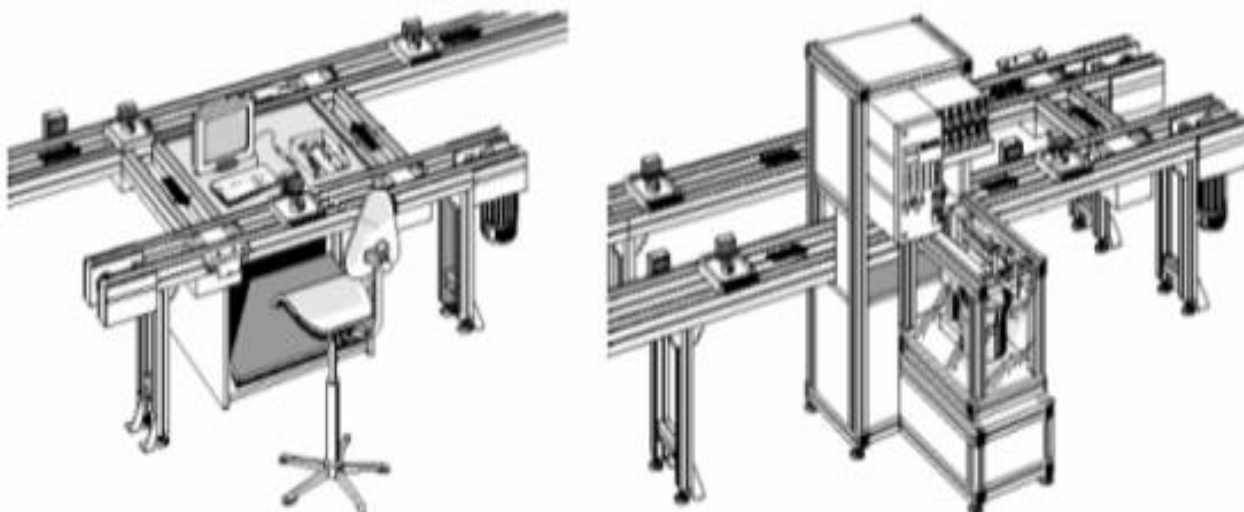
- Platforma je definovaná ako množina modulov použitých vo viacerých technických riešeniach výrobného systému.
- Platforma obsahuje množinu modulov, ktoré sú modifikovateľne tak pri koncepcii individuálnych, špecifických výrobných systémov, ako aj na viacerých riešeniach systému.
- Platforma je rozširiteľná o ďalšie stavebné moduly. Tie sú vhodné na rozšírenie funkčnosti a vlastností možných variantov celkového riešenia systému,
- Platforma umožňuje hodnotiť mieru modulárnosti vytvorených riešení cez stupne využitia stavebných modulov v konkrétnej aplikácii.

Stavebnicová architektúra využíva typizované druhy funkčných modulov. Pre tieto je typické:

- Nadčasový dizajn, inteligentná funkčnosť.
- Minimalizácia časov potrebných na prestavenie výrobných prostriedkov pri zmene postupov výroby.
- Využívanie multifunkčných výrobných jednotiek, zariadení a operátorov na viacstrojovú obsluhu.
- Integrácia výrobných, manipulačných, zásobníkových, meracích, monitorovacích a diagnostických zariadení.
- Uplatňovanie racionálnej automatizácie.

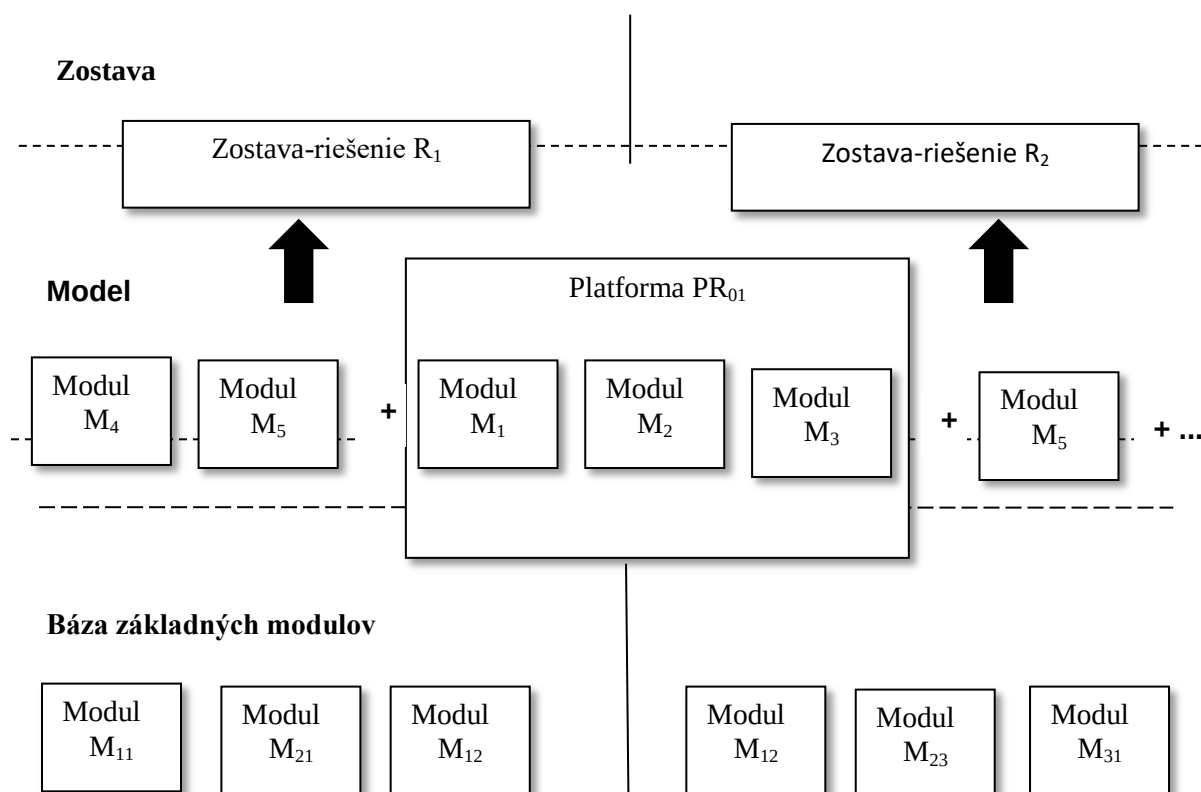


Typickým príkladom sú pracoviska určené pre hybridné montážne systémy. Vybrané riešenia sú uvedené na obr.1.



Obr.1. Príklad pracovísk pre stavbu hybridných montážnych systémov a liniek

Platforma koncepcie riešenia modulárnych technických a výrobných systémov je uvedená na obr.2 [8.]

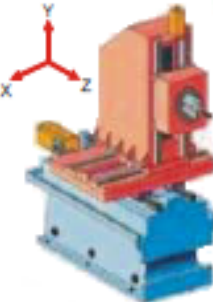
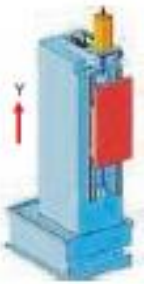
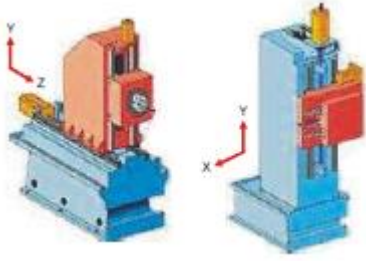


Obr.2 Platforma koncepcie riešenia modulárnych technických a výrobných systémov



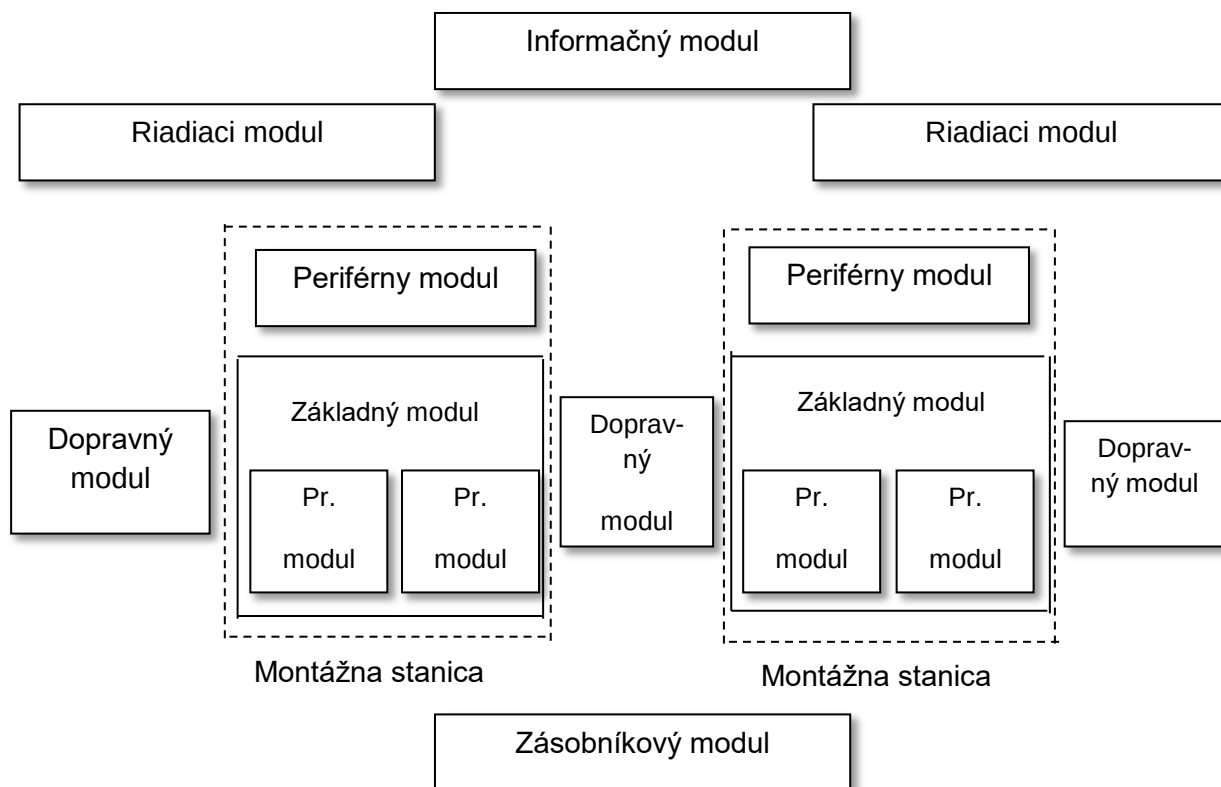
Príklad typickej modulárnej platformy aplikovanej vo výstavbe výrobných strojov pre obrábanie je uvedený v tab.1. Integráciou horizontálnych a vertikálnych modulov je možné realizovať varianty jednoosových, dvojosových a trojosových výrobných strojov prispôbovaných reálnym výrobným podmienkam.

Tab.1 Modulárna platforma aplikovaná vo výstavbe výrobných strojov pre obrábanie

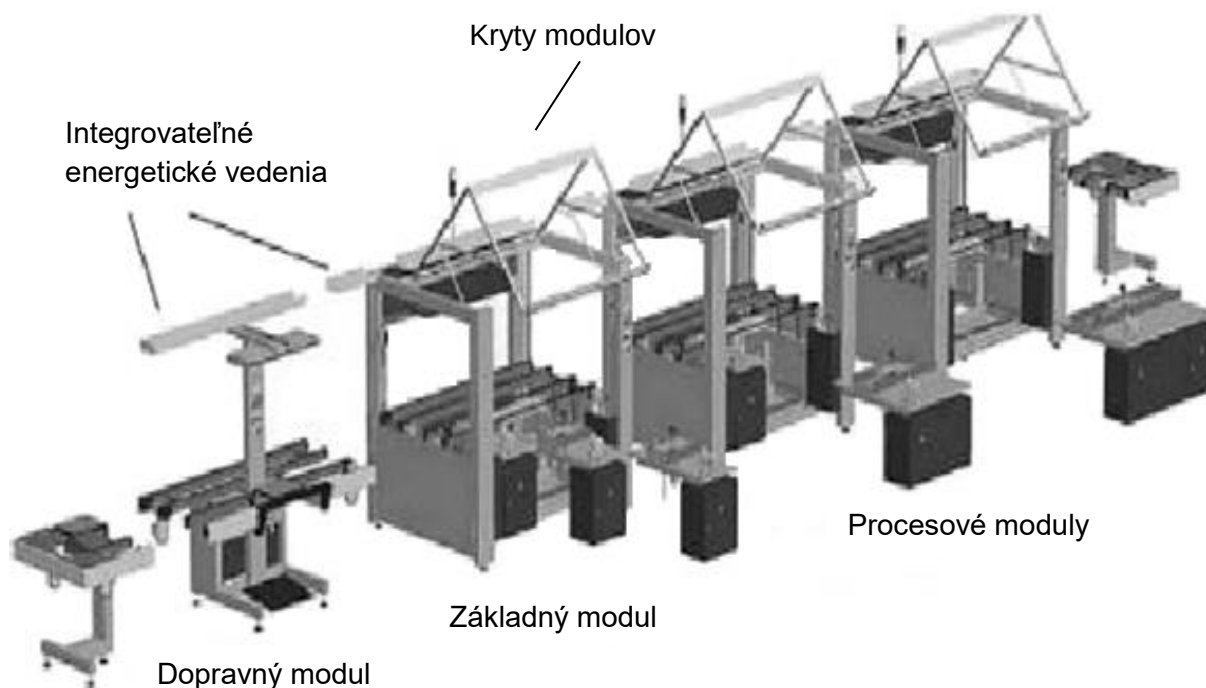
Jednoosové moduly	Dvojosové moduly	Trojosové moduly
 horizontálne	 horizontálne	 horizontálne
 horizontálne	 horizontálne	 horizontálne
 vertikálne	 vertikálne	

Princíp výstavby automatizovaných montážnych systémov zo štandardizovaných modulových jednotiek je na obr.3.

Príklad komplexného systému obsahujúceho štandardizované modulových jednotiek pre výstavbu montážnych systémov je na obr.4 [8].



Obr.3 Princíp výstavby automatizovaných montážnych systémov zo štandardizovaných modulových jednotiek



Obr.4 Príklad modulových jednotiek pre výstavbu montážnych systémov



Koncepcia modulových výrobných systémov určených pre montáž sa vytvára z týchto hlavných výstavbových prvkov [7,8]:

- základná konštrukčná rámová štruktúra zložená na báze hliníkových stavebnicových profilov,
- ochranné kryty a „klietky“ (napr. plné tabule, perforované plechové tabule, plexisklo, plastové dosky, pletivo a pod.),
- „šuplíkové“ plug-in moduly (napr. pohony, funkčné výrobné, prírodné jednotky zásobovacie prvky a jednotky a pod.),
- elektropneumatické zariadenia, jednotky,
- doplnky: osvetlenie, držiaky zásobníkov a pod.

Ilustrovaný postup vytvárania komplexného automatizovaného montážneho systému z modulov firmy BDG je na obr.5.



Obr.5 Ilustrovaný postup vytvárania komplexného automatizovaného montážneho systému z modulov firmy BDG <http://bdg-online.de/automation/>

Efekty z realizácie modulových výrobných pracovísk a systémov sú nasledovne [7,8]:

- Redukcia nepriamych nákladov. V dôsledku úplnej štandardizácie a modulovosti sa investičné náklady znižujú až o 15% v porovnaní s obstarávacími nákladmi na tradičné výrobné systémy. Napr. spotreba energie môže byť znížená o 20%, priestorové požiadavky o 70%, na rozdiel od konvenčných systémov. Stavebnicové komponenty sú znovu použiteľné aj po demontáži a úprave výrobných pracovísk. Prináša to ďalšiu výhodu, ako i spôsob kalkulácie a kontroly výšky investičných nákladov podľa vybraných variantov modelov a podľa náročnosti vybavenia pracovísk rôznymi doplnkami.
- Maximálna miera spoľahlivosti. Nezávislé procesné moduly a ich zásuvný systém zapájania tzv. "plug & produce" zaručuje rýchle a spoľahlivé spustenie, vysokú transparentnosť a využiteľnosť funkcií.



- Vysoká miera pružnosti. Moderný a adaptívny výrobný systém umožňuje rýchle a bezproblémové modifikovanie pri zmene množstva alebo modifikácii výrobkov. Stupeň automatizácie jednotlivých výrobných pracovísk môže byť špecifikovaný a nastavený podľa potreby. V prípade potreby možno implementovať manuálne, poloautomatizované a plne automatizované jednotky.

Vytváranie výrobných pracovísk a systémov s mechanizovanou a automatizovanou prácou na báze stavebnicových systémov je vhodné pre nasledovné oblasti:

- montáž – lisovanie, nitovanie, lepenie, skrutkovanie, spájkovanie, zváranie,
- zámočníctvo – ohýbanie, zváranie, ťažká montáž,
- merania a skúšky výrobkov,
- balenie a paletizácia,
- opravy malých výrobkov,
- recyklačná demontáž výrobkov.

Návrh riešenia pracoviska musí zohľadňovať požiadavky na modulovosť všetkých prvkov, maximálnu funkčnosť a úžitkovosť, spĺňať požiadavky ergonómie. Kritéria sú určujúce pre riešenie celkovej koncepcie. Ich dodržanie zaručuje vysoké úžitkové vlastnosti, optimálne rozmiestnenie pracovných prostriedkov a maximálnu účelovosť a estetiku pracovného prostredia.

Rozmerové charakteristiky a tvar jednotlivých prvkov ako prepravné kontajnery, palety, regály, police a pod. je nutné odvodzovať v závislosti od ich účelu a funkcie pri vzájomnej modulovosti a kompatibilitate s pracoviskom. Splnenie týchto požiadaviek pri maximálnej úžitkovosti a výrobnej konkurencieschopnosti poskytuje členenie konštrukcie pracoviska do modulových jednotiek.

Realizácia uvedenej koncepcie v realizácii automatizovaných výrobných systémov umožňuje:

- maximálnu prispôsobivosť k požiadavkám,
- širokú cenovú diferencovanosť,
- vysokú procesnú a dispozičnú adaptabilitu.

Početné aplikácie automatizovaných výrobných systémov vytvárané zo stavebnicových výstavbových jednotiek využívajú architektúru s viacpolohovým otočným stolom resp. bubnom, ktorý je nosičom polohovaných a upnutých vyrábaných výrobkov. Napríklad pri obrábaní NC technologické jednotky umožňujú realizovať príslušné operácie spravidla pri jednom upnutí výrobkov. Pružnosť a rekonfigurovateľnosť takejto koncepcie zabezpečujú často až 3-osé CNC jednotky. Automatickú manipuláciu s výrobkami (vkladanie resp. odoberanie výrobkov z otočného stola) môžu realizovať roboty resp. manipulátory.

Princíp sekvenčných postupov realizácie jednotlivých operácií je efektívne využívaný taktiež aj v iných technológiách a predovšetkým v montáži.

Efektívnosť takýchto riešení je predovšetkým u automatizovaných výrobných systémov a liniek hromadnej výroby

Záver

Pri aplikácii stavebnicového systému, konštrukčná jednoduchosť a základné geometrické tvary výstavbových prostriedkov umožňujú vytvárať množstvo kombinácií a prispôbovať riešenie ľubovoľným podmienkam a situáciám. Jednotlivé moduly a pracoviská je možné



účelovo spájať do vyšších výrobných zoskupení, ktorých prvková štruktúra sa odvíja od ich určenia, stupňa vybavenia technickými prostriedkami, úrovne modulovosti, konštrukčnej dokonalosti, možnosti aplikácie prvkov zvyšujúcich výrobnosť, optimalizáciu materiálových a energetických tokov.

Príspevok bol riešený v rámci projektu VEGA 1/0853/16 2016 Nové projektové technológie pre tvorbu a implementáciu závodov budúcnosti.

Použitá literatúra

- [1] BIRKHAHN, C.: Smart Production Systems-Intelligente Konzepte zur Gestaltung von Productionssystemen. Kaiserslautern, 2007
- [2] BUDA, J., KOVÁČ, M.: Metodika projektovania výrobných procesov v strojárstve. ISBN 978-3-540-89038-6, Alfa Bratislava, 1985
- [3] GROOVER, M., P.: Automation, Production Systems and Computer – Integrated manufacturing. Second Edition. Printice Hall International, Inc., 2001, ISBN 0-13-089546-6.
- [4] KOVÁČ, J.: Projektovanie výrobných procesov a systémov. Edícia EQUAL, TU Sjf v Košiciach, 2006, ISBN 80 -8073–720–7.
- [5] KOVÁČ, JURAJ: Inovatívne projektovanie štruktúr výrobných procesov. Doktorandská dizertačná práca. Sjf TU v Košiciach, 2009
- [6] KOVÁČ, M., BUDA, J., ŠIMŠIK, D.: Projektovanie výrobných systémov, Alfa Bratislava, 1991
- [7] KOVÁČ, M., KOVÁČ, J.: Inovačné projektovanie výrobných procesov a systémov. Edícia vedeckej a odbornej literatúry, Sjf TU v Košiciach, 2011, ISBN 978-80-553-0805-0
- [8] KOVÁČ, J., RUDY, V., KOVÁČ, JURAJ: Automatizácia výroby. Edícia vedeckej a odbornej literatúry, Sjf TU v Košiciach, 2016, ISBN 978-80-553-2311-4
- [9] KÜHN, W.: Digitale Fabrik. Fabriksimulation für Produktionsplaner. Carl Hanser Verlag München, Wien, 2006, ISBN-10: 3-446-40619-0, ISBN-13: 978-3-446-40619-

Kontakt

doc. Ing. Vladimír Rudy, PhD.

Technická univerzita, Strojnícka fakulta
Ústav manažmentu, priemyselného a digitálneho inžinierstva
Park Komenského 9, 042 00 Košice
e-mail: vladimir.rudy @tuke.sk

Ing. Juraj Kováč, PhD.

Katedra robotiky, Sjf TU v Košiciach
Park Komenského 8, 042 00 Košice
e-mail: juraj.kovac@tuke.sk