



SMEROVANIE INOVAČNÉHO VÝROBNÉHO VÝSKUMU PRE HIGH - TECH VÝROBU

DIRECTION OF INNOVATE MANUFACTURING RESEARCH FOR HIGH- TECH MANUFACTURING

Milan KOVÁČ

Abstract

The article deals with the changes in trends in the manufacturing research in the future. It defines the main dimensions of research for industrial production. View profile research priorities formulated by reputable organizations in industrialized countries. As a key research topics have been identified for production: sustainable development, resource-efficient production, exploiting the potential of new technologies, the use of simulation and modeling techniques for solving production problems and agile, responsive manufacturing systems to customer production with high added value. Article outlines the priorities of production research in the U.S. and the European Union.

Key words

Production Research, Forecasts for Production, Innovation.

Úvod

Nové požiadavky na výskum pre výrobu vyplývajú z rýchlych zmien v sociálnom, ekonomickom a technologickom prostredí. Všeobecne sú označené ako hnacie sily zmeny výrobného výskumu v nasledovných znakoch: [1], [2]

Globalizácia. Medzinárodne distribuované hodnotové reťazce a nová dynamická súťaž z rozvíjajúcich sa ekonomík ovplyvňujú priority výrobného výskumu. Technologicky vyspelé ekonomiky vynakladajú investovať nemalé úsilie do pochopenia toho, aké pridané hodnoty možno vytvoriť v rámci národne organizovanom výskume na zabezpečenie, aby firmy konkurovali v globálnej ekonomike účinne, vrátane potenciálu pre získanie konkurenčnej výhody z nových stratégií vo vyváženom rozdelení domácej a externej produkcie.

Udržateľnosť. Dosiahnutie cieľa trvalo udržateľného rozvoja výroby presahuje rámec výrobných fáz hodnotového reťazca a rozširuje sa na celý životný cyklus výrobku. Zasahuje celý systém výroby komponentov, energie, dopravy a ďalších činností potrebných na výrobu finálneho výrobku a jeho dodanie zákazníkom.

Skracovanie času dodávok. Čas je stále rozhodujúcim faktorom v dnešnom výrobnom prostredí. Účinnejšie a flexibilné dodávateľské reťazce, technologický pokrok a meniace sa vzťahy medzi kupujúcimi a dodávateľmi vedú k stále kratším vývojovým cyklom výrobkov a akcelerujú požiadavky na individualizované produkty a služby s vysokou pridanou hodnotou. V tomto prostredí sa zvyšuje konkurenčná výhoda z rýchle reagujúcich a distribuovaných výrobných kapacít.

Rozvoj vedy a technológií. Pokroky v informačných nano a bio technológiách vytvárajú príležitosti pre významný hospodársky a sociálny rozvoj. Rastúci dôraz na potenciál výskumu výroby ponúka konkurencieschopné priemyselné výhody tým, že podporuje nové a efektívnejšie výrobné technológie a high- tech produkty s vysokou pridanou hodnotou.



Rozvíjajúci sa priemysel a výrobná základňa. Nové výrobky odvodené od výsledkov výskumu sú často produkované na báze výrobných zručností a existujúcej infraštruktúry. Bez úzkej súvislosti medzi výskumnou základňou a reálnym svetom výroby, môže byť ťažké potom inovovať a podieľať sa na dôležitých rozvíjajúcich sa výskumoch. Výrobný výskum ponúka potenciálne dôležitý most medzi vedou a výrobnou základňou.

Trendy inovácií výrobných systémov

Trendy inovácií výrobných systémov možno odvodiť z aktuálnych a perspektívnych potrieb priemyslu orientovaného na vysokú pridanú hodnotu ako konkurenčnú výhodu oproti masovej výrobe v nízko nákladových krajinách.

Ako hlavné hnacie sily potrebných zmien sú identifikované:

- nákladová efektívnosť s prijatím rozsiahlych štandardov do výrobných a kontrolných zariadení a masívne použitie štíhlych prístupov,
- optimalizovaná spotreba zdrojov prostredníctvom efektívnejšieho využívania energie, materiálov, procesov a strojov, obnoviteľných zdrojov energie a inteligentné riadenie spotreby energie,
- krátke doby uvedenia inovácií na trh (od konceptu až po nové výrobky na trhu), umožnené informačnými technológiami,
- zvýšený dôraz na vysokú pridanú hodnotu komponentov a produktov prostredníctvom vyspelých technológií a lepších materiálov,
- adaptabilita, rekonfigurovateľnosť cez modulárny prístup vo výrobkoch a výrobných systémoch, aby sa maximalizovala autonómia a schopnosť interakcie strojov a kontinuálne opätovné využitie existujúcich infraštruktúr,
- vyššia a stabilná kvalita výrobkov zvýšením spoľahlivosti a procesov, presnosť, pričom je potrebné zabezpečiť jednoduchý proces údržby,
- vyššia produktivita spojená so zvýšenou bezpečnosťou a ergonómiou, vďaka integrácii technických a humánnych faktorov,
- zvýšenie možnosti viacnásobného použitia výrobných systémov ku globálnej interoperabilite továrne, ktorá je schopná poskytovať služby a vyvíjať produkty kedykoľvek a kdekoľvek nezávisle na technológiách, kultúre a jazyku v použití v rôznych výrobných lokalitách.

Ďalšie atribúty inovácií výrobných systémov sú [14]):

- výrobný systém bez nadbytočnosti, lacný, flexibilný, okamžite prevádzky schopný,
- výrobný systém môže byť inštalovaný kdekoľvek na svete, bez nutnosti zdĺhavých start-upov a dodatočných nákladov,
- šetrný k životnému prostrediu, so zníženým negatívnym vplyvom na životné prostredie a energetickú náročnosť,
- usporiadanie možné meniť ľubovoľne, reorganizovať prípad od prípadu tak, aby vyhovovali produktom a objemom výroby,
- zásoby, čas, priestor a údržba sú optimalizované.

Inovačné trendy techniky a technológie pre výrobné systémy boli formulované združením European Mechatronics [4]. Prehľad hlavných znakov inovácií je nasledovný:

- Vysoký výkon, vyššia presnosť, vyššia tuhosť, vyššia rýchlosť.



- Vyššie rozlíšenie a ovládanie technológie, aktívne a robustné riadenie.
- Design podporných systémov, integrovaný servis, distribuovaná simulácia.
- Plne digitálne mock-up strojov.
- Minimalizácia nákladov životného cyklu (vrátane environmentálnych nákladov).
- Zdravé a bezpečné interakcie človek - stroj, ergonomické pracoviská, bez hluku a vibrácií.
- Znižovanie spotreby energie a zdrojov.
- Aplikácie miniatúrnych prvkov vo výrobných systémoch.
- Prispôsobiteľné výrobné systémy a stroje, spoľahlivé systémy.
- Zákaznícky koncipované stroje a systémy.
- Užívateľsky vhodné prevádzkovanie systémov. Spoľahlivosť a monitoring prevádzky schopnosti.
- Servisné služby počas životného cyklu. Konštrukcia strojov, ktoré sú zo svojej podstaty spoľahlivejšie a správajú sa predvídateľným spôsobom.
- Monitorovanie aktuálneho stavu výrobného systému a predpovedanie času narušenia požadovaného výkonu.
- Radikálne nové koncepcie, v ktorých monitorovací systém slúži k úprave správania sa stroja, aby zachoval výkon na čo najdlhší čas (samo - optimalizácia a seba - opravovanie).

Zjednodušenie existujúcich rozhraní človek - stroj zníži ľudské namáhanie a uľahčí jednoduchosť použitia a väčšiu flexibilitu. Vytváranie alternatívnych rozhraní, na komunikáciu človek - stroj (napr. multi - modálne, rozšírená realita atď.), nové prvky a operácie on line spolupráce človek – stroj, poskytované odborné znalosti a informácie pre užívateľa, vyššia úroveň autonómie systémov.

Smerovanie výrobného výskumu

Výrobný výskum má mnohé dimenzie: akademické disciplíny, priemyselné odvetvia, priemyselná úroveň, úroveň výrobných systémov. Tradičné inžinierske disciplíny (často so základňou na strojárskych univerzitách) a multidisciplinárny charakter výskumu výroby stále čerpajú poznatky a techniky z radu oblastí, v závislosti na podstate riešenej problematiky.

V podstate všetky definície výskumu výroby zahŕňajú činnosti základného súboru jadra fyzických výrobných oblastí inžinierskych výskumov (obrábacie stroje, výrobné technológie, robotika, atď.). Niektoré definície sa vzťahujú aj na tak pokrytie systémového inžinierstva a na ďalšie domémy (napr. riadiace systémy, senzory a senzorové siete, dodávateľské reťazce a logistiku).

Priority výrobného výskumu v USA

Smerovanie výskumu a vývoja pre výrobu v USA formuluje publikácia *Manufacturing the Future: Federal Priorities for Manufacturing R&D* [11].

Prioritné smery sú definované takto:

Ďalšie generácie materiálov. Osobitný dôraz v USA je o možnostiach spojených s vývojom budúcej generácie materiálov s novými funkciami, ako príležitosť na vznik nových technológií a výrobných postupov a možnosti vyrábať úplne nové produkty. Významná pozornosť je venovaná výzvam na integráciu produkt dizajnu pre pokročilé materiály a



simulačné technológie pre zvýšenie prediktívneho modelovania pokročilých materiálov a ich spracovania.

Trvalo udržateľná výroba a environmentálne šetrné technológie. Táto téma siahá od použitia nových biotechnológií pre výrobu "zelenú" chemikálií, k potrebe systémov merania a analytických nástrojov na hodnotenie a riadenie udržateľnosti v celom systéme výrobného procesu.

Využitie simulácie a modelovania na riešenie výrobných problémov. Významný dôraz je na potenciálne príležitosti pre USA: využiť svoje silné stránky v simulácii založené na vyspelej vede a technike (rovnako ako pokračujúci pokrok v informačných technológiách) pre produkt dizajn, nové materiály, procesy a výrobné systémy.

Vznikajúce vedy a technológie. Pokroky v informačných, nano, bio a ďalších technológiách vytvárajú príležitosti pre významné hospodárske a sociálne výhody. Dôraz je na potenciál výskumu výroby ponúknuť konkurencieschopné priemyselné výhody (najmä s národmi, ktoré majú tiež silnú vedeckú základňu) v nových efektívnych výrobných technológiách a produktoch s vysokou pridanou hodnotou.

Rozvíjajúci sa priemysel a výrobná základňa. Tvorba inovovaných výrobkov sa často spolieha na existujúce výrobné zručnosti a infraštruktúry. Bez úzkeho spojenia medzi základným výskumom a reálnym svetom výroby môže byť ťažké inovovať.

Nanotechnológie. Významné úsilie bude zamerané na riešenie problémov nanotechnológií a aplikácie nanotechnológií do výrobných technológií a procesov v tradičných výrobných odvetviach.

Biotechnológie a súvisiace výrobné úlohy. Významný smer výskumu je zameraný na výrobné problémy spojené s rozvíjajúcimi sa biotechnológiami, ako sú tkanivové inžinierstvo, regeneratívna medicína a syntetická biológia.

Pokročilá robotika a robotické výrobné systémy. Táto priorita je spojená so zachovaním vysokej hodnoty spracovateľského priemyslu v USA, rovnako ako ich cieľom rýchlo reagovať na nové výrobky a zmeny v spotrebiteľskom dopyte. Cieľom sú budúce inteligentné výrobné systémy s väčšou prispôsobivosťou, nezávislosťou, použiteľnosťou a bezpečnosťou.

Agilné výrobné podniky, distribuovaný dizajn a výrobné systémy. Priority sú spojené s vývojom a integráciou základných matematických nástrojov a analytických schopností pre použitie v podnikoch.

Priority výrobného výskumu v Európskej únii

Európske priemyselné výskumné smery pre budúcu generáciu výrobných technológií boli spracované v rámci projektu Továrne budúcnosti - strategický viacročný plán. Výskumná iniciatíva má štyri čiastkové domény: Udržateľná výroba, Inteligentná výroba, Vysoko výkonná výroba a Využitie nových materiálov vo výrobe. [13].

1. Udržateľná výroba

(A) *Šetrnosť k životnému prostrediu*

(A1) Vysoká účinnosť a smerovanie k nulovým emisiám vo výrobných procesoch. Optimalizované, adaptívne a chybám odolné stratégie, ktoré vedú k vyššej produktivite a zníženiu spotreby energie a produkovania emisií z procesov.

(A2) Alternatívy k energeticky náročným procesom na základe moderných technológií a výrobných systémov.



- (A3) Lepšie využívanie obnoviteľných zdrojov energie na továrenskej úrovni.
- (A4) Výroba pre životné prostredie neutrálnych materiálov. Rastúce využívanie alternatívnych materiálov a primerané nakladanie s nebezpečnými materiálmi.
- (B) Ekonomický rast*
- (B1) Metodiky a nástroje na hodnotenie efektívnej údržby výrobných zariadení. Inteligentná údržba môže zvýšiť životnosť výrobných zariadení a znížiť náklady na údržbu.
- (B2) Inovačné opätovné využitie zariadení a dizajn integrovaných výrobných systémov naprieč viacerých výrobných odvetví.
- (B3) Metodiky pre podporu rozhodovania a projektovania výrobných systémov založené na integrovaní produktov, procesov a organizačných prístupov. Ekonomické a technické analýzy rizík.
- (C) Sociálny blahobyt*
- (C1) Adaptívne a citlivé rozhrania človek- stroj. Inovatívne riešenia pre ziskovosť výrobcov a zároveň dostatočného zabezpečenia pracovných miest pre zamestnancov a ich spokojnosti.
- (C2) Nová interaktívna spolupráca človek-robot v pokročilých výrobných prostrediach. Vývoj nástrojov pre výrobné prostredie, ktoré prepájajú osobné zručnosti človeka so strojmi.
- (C3) Nové humanitne zamerané výrobné závody. Metodiky pre zvýšenie flexibilnej automatizácie pri zachovaní úrovne zamestnanosti a spokojnosti vysoko kvalifikovaných pracovníkov.
- (C4) Vývoj a úprava organizačnej štruktúry a riadenia pre udržateľný rozvoj.

2. ICT založené inteligentné výroby

(A) Inteligentné továrne: agilné, výkonné a prispôsobiteľné

- (A1) Adaptívne a proti chybám odolné výroby, technológie a nástroje pre riadenie a optimalizáciu.
- (A2) Inteligentné výrobné stroje, prepojenie automatizačných zariadení, robotov a ďalších inteligentných prvkov a priemyselných riadiacich systémov.
- (A3) Rozsiahle testovanie a validácia robotiky a iných výrobných zariadení v reálnom prostredí.
- (A4) Nové metódy interakcie inteligentných zariadení a riadiacich systémov, ktoré podporujú flexibilitu, malé výrobné dávky a nové programovacie paradigmy.
- (A5) Aplikácia laserovej techniky. Nové výkonné lasery na spracovanie materiálov a ich dynamické riadenie..
- (A6) Nové metrologické nástroje a metódy pre presné a rozsiahle merania v reálnom čase.

(B) Virtuálna továreň, vytváranie hodnôt, globálna sieť výroby a logistiky

- (B1) Zvýšenie efektivity riadenia globálnych výrobných sietí. Technológie využívajúce Internet, siete zariadení ako sú RFID, bezdrôtové senzory a zariadenia komunikácie stroj – stroj.
- (B2) IKT pre zvyšovanie hodnoty výrobkov. IKT nástroje podporujúce produkciu inteligentných priemyselných výrobkov, pokročilú výrobu, údržbu a povýrobné služby.



- (B3) Integrácia produktov a služieb. Poskytovanie zákaznickej hodnoty prostredníctvom služieb pre celý životný cyklus výrobkov.
- (B4) Manažment výrobných aktív. Sieťová koordinácia výrobného závodu a viac úrovňového dodávateľského reťazca pre ekonomickú efektívnosť a zdieľanie hodnôt so zákazníkmi.
- (C) *Digitálna továreň: výrobný dizajn, životný cyklus výrobkov a riadenie*
- (C1) Znalostí a ich analýzy. Komplexné inžinierske platformy, ktoré umožňujú medziodborové zdieľanie informácií a prenos znalostí naprieč zúčastnenými stranami a zákazníkmi.
- (C2) Vylepšené interoperabilné modely pre produkty a procesy. Inteligentné modely, ktoré pomáhajú znížiť potrebu fyzických prototypov.
- (C3) Dizajnérske prostredie. Flexibilné prostredie schopné prispôbiť sa potrebám rôznych sektorov a odvetví pre produkt dizajn, modelovanie, rozhodovanie a klientsky orientované simulácie.
- (C4) Manažment životného cyklu. Nové technické riešenia počas tvorby, výroby a používania produktov.

3. Vysoko výkonná výroba

- (A) *Flexibilné prispôsobiteľné výrobné zariadenia a systémy pripravené k rýchlej rekonfigurácii a optimálnemu využívaniu energie.*
- (A1) Nové technológie, vysoký výkon výroby z hľadiska efektívnosti (objem, rýchlosť procesov), odolnosť a presnosť. Nový systém architektúry s adaptivitou strojných konštrukcií založený na mechatronických moduloch, viacvrstvové ovládanie a vysoko efektívne meranie. Nové vybavenie, stroje a výrobné systémy, ktoré vyžadujú menej dielenských priestorov, prostredníctvom zníženia periférnych zariadení, optimalizácie cyklov a plánovania procesov.
- (A2) Vývoj a výroba komponentov založených na inteligentných materiáloch a kombinácií pasívnych a aktívnych materiálov, zvýšenie adaptability výrobných systémov a adaptívna optimalizácia modulov.
- (A3) Nové hybridné výrobné systémy pre výrobu, montáž a demontáž, na základe robotiky a automatizačnej techniky pre optimalizáciu úloh medzi ľuďmi a robotmi. Tieto systémy budú vyvinuté s ohľadom na špecifické potreby malých a stredných podnikov.
- (A4) Adaptívne stroje a výrobné systémy pre optimálnu spotrebu energie. Pružná adaptácia zdrojov energie pre vysoko výkonné pohony strojov.
- (B) *Vysoko presné mikro - výrobné stroje a systémy*
- (B1) Rýchle mikro výrobné technológie. Mikro elektromechanické systémy pre počítačom riadené nanášanie a vytvrdzovanie žiarením a pre mikro senzory. Zlepšenie výrobných techník rapid prototypingu, vysoký výkon, produktivita a flexibilita pre často sa meniace prevádzkové alebo sortimentné štruktúry výroby.
- (B2). Výroba 3D mikrosúčastí pomocou širokej škály materiálov (kovové zliatiny, kompozity, polyméry, keramika) a vo veľkých objemoch. Nový proces integrácie rôznych technológií výroby. Analýzy správania sa materiálov a ich interakcie s výrobným procesom. Otázky kvality pre mikro komponenty, meracie stroje a zariadenia, príslušenstvo a manipulačné systémy.
- (B3) Mikro továrne a mikro výrobné systémy. Ľahko konfigurovateľné montážne linky situované do malého priestoru pre montáž a testovanie drobných súčastí prístrojov,



snímačov, pohonov, atď. Nová generácia modulárnych makro, mezo a mikro obrábacích strojov a robotov s možnosťami vlastnej adaptácie a rekonfigurovateľnosti. Možnosti pre zavádzanie prenosných konfigurovateľných tovární na výrobu a montáž high- tech miniatúrnych zariadení. Rozvoj riadiacich systémov a systémov zabezpečenia kvality pre mikro systémy.

(C) *Nástroje plánovania a simulácie pre otvorené, prispôsobiteľné a adaptívne výrobné systémy*

(C1) Metódy a nástroje pre výrobné systémy konfigurovateľné pre zdravé, zelené a bezpečné výrobky. Metodiky zamerané na súbor zdrojov a kontrolu architektúry výrobného systému tak, že má vlastnosti a výkon optimálne zodpovedajúci dopytu v priebehu času. Možnosti riešiť vnútorné neistoty, ako nepredvídateľné udalosti a neustále ladenie parametrov výrobných procesov.

(C2) Znalostné nástroje pre plánovanie procesov. Platformy integrované do informačných a výkonných systémov pre nelineárny proces plánovania.

(C3) Integrované dielenské simulácie. Modelovacie nástroje pracujúce integrovaným spôsobom na rôznych úrovniach (proces, stroj, pracoviská a linky, továreň).

(C4) Vyspelé interaktívne grafické používateľské rozhranie. Nástroje umožňujúce pracovníkom vysporiadať sa s narastajúcou zložitou simulácie a rozhodovacích systémov vložený do strojov a výrobných liniek.

(B) *Bez defektná výroba*

(D1) Sledovanie kvality a proaktívne zlepšovanie procesov pre kvalitu materiálov a výrobkov.

(D2) Inteligentné meracie systémy pre nulové chyby výroby. Vývoj rýchlych a prispôsobiteľných systémov pre presné a časovo efektívne meranie.

(D3) Pokročilé rozhodovacie nástroje pre nulové chyby výroby. Nové nástroje na dosiahnutie nákladovo efektívnych procesov v raných fázach vývoja produktu, konštrukčné postupy pre kvalitu podľa dizajnu a vadám odolných výrobkov.

(D4) Vývoj novej generácie riadenia kvality založený na vedomostiach v samo učiacich sa systémoch.

4. Využívanie nových materiálov vo výrobe

(A) *Výroba pre pokročilé štrukturálne a funkčné materiály*

(A1) Kompletne výrobné reťazce pre nanokomponenty. Vývoj vysoko výkonných procesov výroby pomocou nanotechnológií a nanomateriálov.

(A2) Výrobné inžinierstvo kovových a kompozitných materiálov. Vývoj nových a inovatívnych technológií zameraných na zvýšenie parametrov inteligentných kovových a kompozitných materiálov.

(A3) Nové systémy pre výrobu produktov na báze optických vlákien s vysokou pridanou hodnotou a aplikovateľnosťou.

(B) *Nové funkcie materiálov prostredníctvom výrobných procesov*

(B1) Výroba s vysokou výkonnosťou pre variabilné plastové komponenty elektroniky.

(B2) Výrobné procesy nových variabilných komponentov. Inovačné procesy pre nové komponenty, najmä v textilnom priemysle, pre zlepšenie výkonu a zákazníkemu dizajnu.



(C) Výrobné stratégie pre renováciu a opravy

(C1) Rozšírenie životnosti existujúcich a nových štruktúr, pri navrhovaní a uplatňovaní opätovného použitia a uľahčenia opráv.

(D) Konštrukcia výrobkov pomocou udržateľných technológií spracovania materiálov

(D1) Modelovanie a simulácie výrobných procesov.

(D2) Výrobné postupy za použitia moderných materiálov pre výrobu a dodávky energie.

(D3) Výroba miniatúrnych súčiastok.

(D4) Nové technológie pre výrobu odliatkov, obrábanie a tvárniace procesy.

Záver

Poznatzky z analýz pre nasledujúce desaťročie výskumu výroby možno zhrnúť takto [1], [3], [4]. Sú známe niektoré spoločné témy výskumu výroby, stanovené ako priority pre budúce aktivity a financovanie:

- udržateľný rozvoj, založený na účinnom využívaní zdrojov výroby,
- výrobné technológie využívajúce potenciál nových technológií (bio a nano technológie),
- využitie simulácie a modelovania pre riešenie výrobných problémov,
- agilné, rýchlo reagujúce výrobné systémy pre zákaznícky orientovanú výrobu.

Významný je dôraz v mnohých krajinách na výskum výroby na podporu rozvoja nových priemyselných odvetví s vysokou pridanou hodnotou. Zhoda je na názore, že existujú predpoklady na úspešný výrobný výskum s novým multidisciplinárnym charakterom prepojenia vedy a technológie (napr. syntetická biológia regeneratívnej medicíny, rôzne nanotechnológie). Ako formy pre širokú spoluprácu na riešenie nových náročných úloh inovácií výrobných systémov sa odporúčajú sieťové štruktúry, systematické výhľadové štúdie, nadnárodné fóra, tvorba inovačných scenárov, atď. Tieto majú potenciál na zvýšenie povedomia a interakcie medzi akademickou sférou, priemyslom, vládami a inými inovačnými organizáciami.

Súhrn

Článok sa zaoberá trendmi zmien vo výrobnom výskume v nasledujúcom období. Definuje hlavné dimenzie výskumu pre priemyselnú výrobu. Zobrazuje portfólio výskumných priorít formulovaných renomovanými organizáciami v priemyselne najvyspelejších štátoch. Ako kľúčové témy výskumu pre výroby boli identifikované: udržateľný rozvoj, zdrojovo efektívna výroba, využitie potenciálu nových technológií, využitie simulácií a modelovania, techník pre riešenie výrobných problémov a agilné, rýchlo reagujúce výrobné systémy pre zákaznícku výrobu s vysokou pridanou hodnotou. Článok uvádza prehľad priorít výrobného výskumu v USA a v Európskej únii.

Kľúčové slová

Výrobný výskum, prognózy pre výrobu, inovácie.



Použitá literatúra

- [1] A landscape for the future of high value Manufacturing in the UK. Technology Strategy Board, February 2012 T12/009, www.innovateuk.org,
- [2] Abele, E.: 2010. Challenges for the Production Research 2020, presentation to the 10th Karlsruhe Congress on Production Technology Research,
- [3] Chefneux, L. et : Intelligent Manufacturing roadmap Towards the process industry lean factory of the 21st century Intelligent Manufacturing WG (WG1-Profit) September 3rd 2009 ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/estep/docs/estep_im_roadmap_en.pdf,
- [4] European Mechatronics for a new Generation of Production Systems http://www.thesame-innovation.com/Publi/Fichier/eumecha-pro_the_booklet.pdf,
- [5] Gray, W. H., Neal, R. E., Cobb, C. K.: A Review of the Technologies Enabling Agile Manufacturing Program, 1996 Oak Ridge National Laboratory,
- [6] Gunasekaran, A.: Agile manufacturing: A framework for research and development Int. J. Production Economics 62 (1999) 87-105,
- [7] Kováč, M. a kol.: Tvorba a riadenie inovácií. TU Košice 2011, ISBN 978-80-553-0824-1, 254s.,
- [8] Kováč, M., Lešková, A., Kováčová, Ľ.: The study of agility of production systems and agility metrics model for automotive suppliers. In: Zarządanie Przedsiębiorstwem, Vol.15, no.4 2012, p.25-32,
- [9] Mapping Foresight Revealing how Europe and other world regions navigate into the future. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2009. ISBN 978-92-79-13110-3 131p.,
- [10] MORIWAKI, T. Trends in Machine Tool Technologies, NTN REVIEW No.74, 2009, 2006 http://www.ntn.co.jp/english/products/review/pdf/NTN_TR74_en_P002.pdf,
- [11] O'Sullivan, E. : A review of international approaches to manufacturing research. Institute for Manufacturing. Institute for Manufacturing, March 2011. Published by the University of Cambridge Institute for Manufacturing, ISBN 978-1-902546-96-4,
- [12] User Centered Innovation in Manufacturing: Roadmaps for Development. NMP2CT2006032667 33p. http://forera.jrc.ec.europa.eu/documents/UCIM_final.pdf,
- [13] Factories of the Future - Strategic Multi-annual Roadmap. EUR 24282 EN, 2010, ISBN 978-92-79-15227-6, 44p.,
- [14] User Centered Innovation in Manufacturing: Roadmaps for Development. NMP2CT2006032667 May 2007, 33p.

Kontaktná adresa

Prof. Ing. Milan Kováč, DrSc.
KTM, SjF TU Košice, Mäsiarska 74, 040 01 Košice
e mail: milan.kovac@tuke.sk