



**Európska únia**  
Európsky fond regionálneho rozvoja



Operačný program  
VÝSKUM a VÝVOJ

**Kováč, M. a kolektív**

# **Metodiky pre inovácie high-tech strojárskych produktov a výrobných systémov**

Vedecký zborník čiastkových výstupov riešenia projektu:  
„Centrum výskumu riadenia technických, environmentálnych a humánnych rizík pre trvalý rozvoj produkcie a výrobkov v strojárstve“  
ITMS: 26220120060

Seminár riešiteľov aktivity 3.3: Dizajn produktov pre high-tech výrobné systémy a manažment rizík inovačných projektov

Podporujeme výskumné aktivity na Slovensku / Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ

ISBN: 978-80-553-1249-1

## Metodiky pre inovácie high-tech strojárskych produktov a výrobných systémov



**Európska únia**  
Európsky fond regionálneho rozvoja

Vedecký zborník čiastkových výstupov riešenia projektu  
„Centrum výskumu riadenia technických, environmentálnych a  
humánnych rizík pre trvalý rozvoj produkcie a výrobkov  
v strojárstve“

Kód ITMS projektu: 26220120060



<b>Názov publikácie:</b>	<b>Metodiky pre inovácie high-tech strojárskych produktov a výrobných systémov</b>
<b>Podnázov:</b>	Vedecký zborník čiastkových výstupov riešenia projektu „Centrum výskumu riadenia technických, environmentálnych a humánnych rizík pre trvalý rozvoj produkcie a výrobkov v strojárstve“ ITMS: 26220120060
<b>Autori:</b>	Prof. Ing. Milan KOVÁČ, DrSc. a kolektív
<b>Editor:</b>	Ing. Štefan Babjak, PhD.
<b>Kategória publikácie:</b>	ABB – štúdie v časopisoch a zborníkoch charakteru ved. monografie vyd. v domácich vydavateľstvách
<b>Počet strán:</b>	112
<b>Vydanie:</b>	prvé
<b>Rok vydania:</b>	2012
<b>Vydavateľ:</b>	Technická univerzita v Košiciach
<b>Adresa:</b>	Letná 9, 042 00 KOŠICE
<b>ISBN:</b>	978-80-553-1249-1

Za obsah a správnosť uverejnených informácií, ako i za odbornú úroveň zodpovedajú autori príspevkov.

© Autori príspevkov:

Prof. Ing. Milan Kováč, DrSc.  
Ing. Štefan Babjak, PhD.  
Ing. Michal Dúbravčík, PhD.  
Ing. Štefan Kender, PhD.  
Ing. Andrea Lešková, PhD.  
Ing. Albert Mareš, PhD.  
Doc. Ing. Vladimír Rudy, PhD.  
Ing. Dušan Sabadka, PhD.  
Ing. Katarína Senderská, PhD.  
Ing. Ľubica Kováčová

**Jednotlivé príspevky a publikácia ako celok boli vytvorené realizáciou projektu "Centrum výskumu riadenia technických, environmentálnych a humánnych rizík pre trvalý rozvoj produkcie a výrobkov v strojárstve" (ITMS: 26220120060), na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.**

Podporujeme výskumné aktivity na Slovensku / Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ

# Metodiky pre inovácie high-tech strojárskych produktov a výrobných systémov



**Európska únia**  
Európsky fond regionálneho rozvoja

Vedecký zborník čiastkových výstupov riešenia projektu  
„Centrum výskumu riadenia technických, environmentálnych a  
humánnych rizík pre trvalý rozvoj produkcie a výrobkov  
v strojárstve“  
Kód ITMS projektu: 26220120060



## OBSAH

Hlavné smery výrobného výskumu pre zákaznícku výrobu s vysokou pridanou hodnotou .....	3
Metódy, techniky a nástroje pre Produkt dizajn .....	15
Tvorba koncepčného dizajnu .....	24
Techniky pre tvorbu prototypov v Produkt dizajne .....	35
Techniky pre testovanie v Produkt dizajne .....	45
Optimalizácia Produkt dizajnu z hľadiska vyrobiteľnosti – postupy pre Design for Manufacturing (DFM).....	54
Optimalizácia Produkt dizajnu z hľadiska montáže – postupy pre Design for Assembly (DFA).....	63
Aplikácie znalostne intenzívnych služieb pre podporu inovácií v Produkt dizajne .....	77
Znižovanie rizík inovačných projektov.....	88
Metódy pre podporu transferu inovácií v kolaboratívnych sieťach – klastre, platformy, inkubátory, transferové centrá.....	97
Techniky pre projektovanie výrobných systémov .....	107



## HLAVNÉ SMERY VÝROBNÉHO VÝSKUMU PRE ZÁKAZNÍCKU VÝROBU S VYSOKOU PRIDANOU HODNOTOU

**Prof. Ing. Milan Kováč, DrSc.**

e-mail: [milan.kovac@tuke.sk](mailto:milan.kovac@tuke.sk)

### Abstrakt

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

### 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 pochopenie 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.* Dosiachnutie 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.

*Výroba časovom rámci.* Čas je stále rozhodujúcim faktorom v dnešnom výrobnom prostredí. Účinnnejšie a flexibilné dodávateľské reťazce, technologický pokrok a meniace sa vzorce dopytu medzi kupujúcimi a zákazníkmi 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 vysoko reaktívnych, 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.

### DIMENZIE VÝROBNÉHO VÝSKUMU

Výrobný výskum má mnohé dimenzie: akademické disciplíny, priemyselné odvetvia, priemyselná úroveň, úroveň výrobných systémov a iné. Tradičné inžinierske disciplíny (často so

# Metodiky pre inovácie high-tech strojárskych produktov a výrobných systémov



**Európska únia**  
Európsky fond regionálneho rozvoja

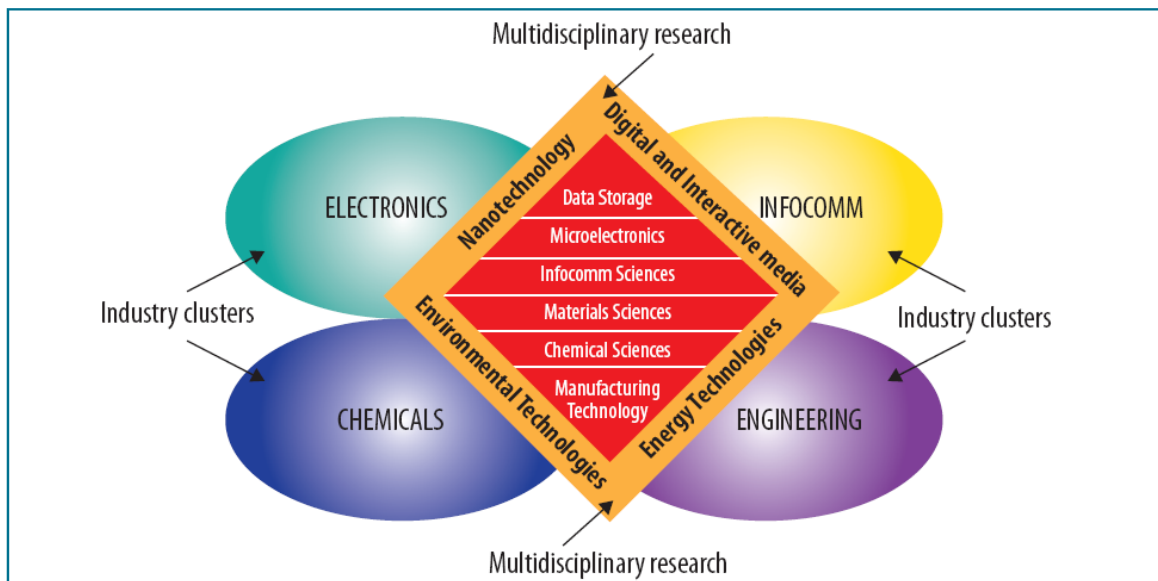
Vedecký zborník čiastkových výstupov riešenia projektu  
„Centrum výskumu riadenia technických, environmentálnych a  
humánných rizík pre trvalý rozvoj produkcie a výrobkov  
v strojárstve“

Kód ITMS projektu: 26220120060

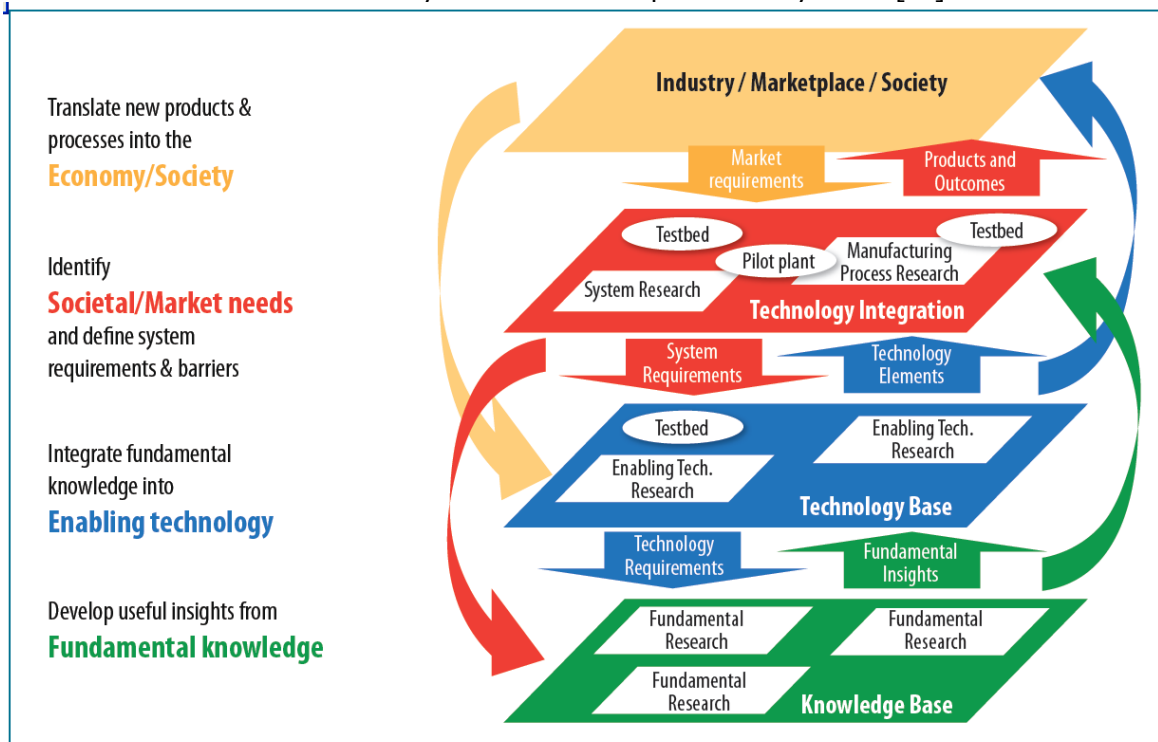


základňou na strojárskych univerzitách) a multidisciplinárny charakter výskumu výroby stále čerpajú poznatky a techniky z radu oblastí, v závislosti na podstate riešenej problematiky.

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 domény (napr. riadiace systémy, senzory a sensorové siete, dodávateľské reťazce a logistika). Na obr. 1 a obr. 2 sú znázornené základné vzťahy domén a fáz výrobného výskumu.



Obr. 1 Rámec výrobného multidisciplinárneho výskumu [11]



Obr. 2 Vzťahy a interakcie medzi fázami výrobného výskumu [11]



## 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 prijatia štandardov do výrobných a kontrolných zariadení a masívne použitie štíhlych prístupov,
- optimalizovaná spotreba zdrojov prostredníctvom efektívnejšieho využívania energie a 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.



# Metodiky pre inovácie high-tech strojárskych produktov a výrobných systémov



**Európska únia**  
Európsky fond regionálneho rozvoja

Vedecký zborník čiastkových výstupov riešenia projektu  
„Centrum výskumu riadenia technických, environmentálnych a  
humánnych rizík pre trvalý rozvoj produkcie a výrobkov  
v strojárstve“

Kód ITMS projektu: 26220120060



- 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 (samooptimalizácia a sebaopravovanie).

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

## PRECHOD K AGILNEJ VÝROBE

Z historického hľadiska vymedzujeme štyri hlavné inovačné obdobia: remeselná, hromadná, flexibilná a agilná výroba, ktoré s určitým časovým oneskorením podľa inovačných zákonitostí kopírujú inovácie výroby [7]:

*Remeselná výroba.* Charakteristické znaky sú: používanie univerzálnych strojov a nástrojov, práca kvalifikovaných a zručných remeselníkov schopných vykonávať množstvo operácií, decentralizovaný spôsob výroby súčiastok v rôznych dielňach a veľký rozsah prispôbovacích prác. Nízky objem výroby, z ktorých len niekoľko desiatok výrobkov bolo zostrojených podľa rovnakého návrhu spôsoboval nízku produktivitu. Remeselná výroba nemala dostatočné stimuly na rozvoj technológií.

*Hromadná výroba.* Limity remeselnej výroby odstránil princíp hromadnej výroby. Reálnym medzníkom nástupu hromadnej výroby v strojárstve je rok 1908 - začiatok hromadnej výroby automobilu FORD T. Inovačnými východiskami pre hromadnú výrobu boli: úplná a konzistentná vzájomná vymeniteľnosť súčiastok, jednoduchá pripojiteľnosť jednej súčiastky k druhej, umožňujúca rozdeliť pracovný proces na sekvenciu jednoduchých operácií, prechod na pásovú výrobu, možnosť vyrábať so zaškolenými pracovníkmi, rast sériovosti umožňujúci amortizovať vysokovýkonné výrobné zariadenia a nástroje. Hromadná výroba začína v mnohých odboroch pre svoju nízku flexibilitu po roku 1960 dosahovať fázu nedostatočnej konkurencieschopnosti.

*Flexibilná výroba.* Od 60- tých rokov určuje inovačné trendy variabilná výroba orientovaná na zákazníka označovaná pojmom Just-in-Time (JIT). Systém JIT vznikol vo firme Toyota na základe riešenia kritických faktorov hromadnej výroby (dlhý priebežný čas výroby, veľké zásoby, nízka pružnosť). Postupne JIT preniká do celého sveta a je dominantný aj v súčasnosti. JIT je komplexný prístup ako vyrábať okamžite, s perfektnou kvalitou a minimom nadbytočností. Jeho jadro predstavujú tieto techniky riadenia výroby: ťahový princíp objednávania t.j. od finálnych operácií, minimalizácia výrobných dávok a skladovania, synchronizácia výrobného toku, totálne riadenie kvality a kontinuálne zlepšovanie.

*Agilná výroba.* V roku 1996 bola publikovaná štúdia Technologies Enabling Agile Manufacturing (TEAM). Ako hlavné nástroje agilnej technológie boli identifikované: produkt dizajn a simultánne inžinierstvo, virtuálna výroba, výrobné plánovanie a riadenie, inteligentné procesy a podniková integrácia. Ako podporné systémy boli vymedzené: dodávatelia technológií, priemyselné a výskumné laboratória a národné podporné agentúry [3].

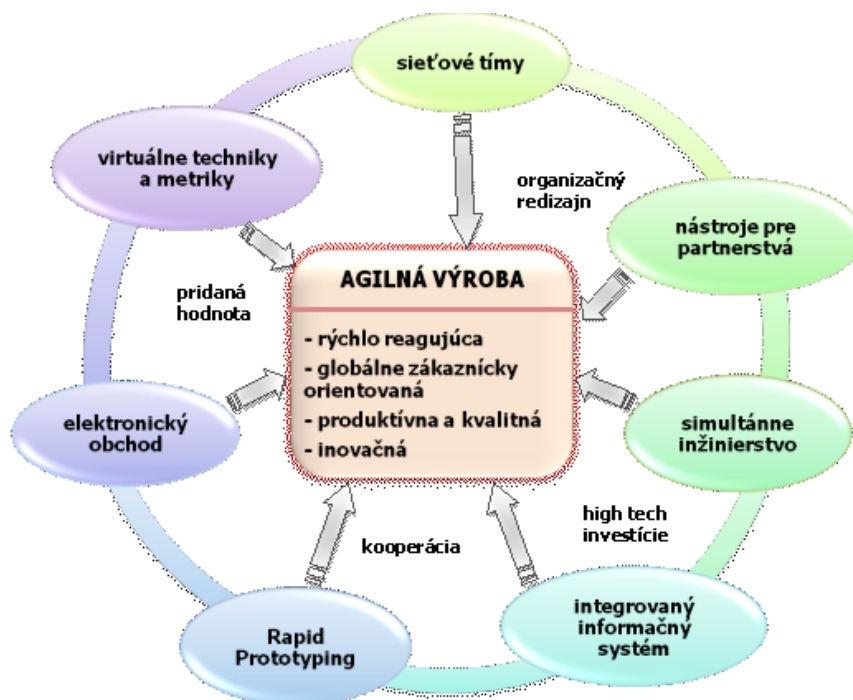
Agilná výroba môže byť definovaná ako schopnosť prežívania a prosperovania v konkurenčnom prostredí kontinuálnych a nepredvídateľných zmien. Znamená to reagovať rýchlo a efektívne na meniacich sa trhoch, produkovať výrobky a služby podľa potrieb zákazníkov. Agilná výroba nie je o neustálom zlepšovaní, reprezentuje schopnosti efektívne reagovať v podmienkach neustálej zmeny. Tieto zmeny môžu nastať na trhoch, v technológiách, v obchodných vzťahoch a vo všetkých aspektoch podnikania [6].

Východiskom k agilite je flexibilita. Agilná výroba je operatívna stratégia zameraná na dosiahnutie rýchlosti a flexibility variabilného sortimentu produktov s minimálnymi časmi na



prestavovanie a prerušenie výroby. Produkty agilnej výroby konkurujú s bežnými produktmi a poskytujú zákazníkovi konfigurovateľné príležitosti a špecializáciu produktu. Dôležité znaky flexibility výrobných systémov vo vzťahu k agilite:

- Identifikácia jednotlivých pracovných jednotiek.
- Rýchle prestavenie pracovného procesu.
- Rýchle prestavenie fyzického nastavenia pracoviska (prípravky, formy, náradie).



Obr. 3 Model agilnej výroby

Flexibilitu výrobného systému možno otestovať nasledovným spôsobom:

- Test variantnosti súčiastok. Systém môže spracovávať rôzne druhy súčiastok mimo dávkového režimu?
- Test zmeny postupu. Môže systém ľahko akceptovať zmeny výrobného programu v časti postupu alebo objemu výroby?
- Test odstránenia porúch. Môže systém obnoviť funkčnosť z poruchy zariadenia tak, že výroba nie je úplne narušená?
- Test vyrobiteľnosti nových súčiastok. Môžu nové súčiastky byť zavedené do existujúceho sortimentu relatívne ľahko a rýchlo?

Typy flexibility:

- *Flexibilita strojov* - Schopnosť prispôbiť daný stroj (pracovné stanice) v systéme pre široké spektrum výrobných procesov a druhov súčiastok.
- *Výrobná flexibilita* - Rozsah výrobných možností systému.
- *Flexibilita sortimentu* - Schopnosť meniť sortiment výrobkov pri zachovaní celkového množstva produkcie, to znamená, že vyrába rovnaké diely iba v rôznych pomeroch.



# Metodiky pre inovácie high-tech strojárskych produktov a výrobných systémov



**Európska únia**  
Európsky fond regionálneho rozvoja

Vedecký zborník čiastkových výstupov riešenia projektu  
„Centrum výskumu riadenia technických, environmentálnych a  
humánnych rizík pre trvalý rozvoj produkcie a výrobkov  
v strojárstve“

Kód ITMS projektu: 26220120060



- *Flexibilita produktov* - Ľahkosť, s akou konštrukčné zmeny produktov môžu byť vyrábané. Ľahkosť, s akou môžu byť zavedené nové produkty.
- *Flexibilita výrobných staníc* - Kapacity na výrobu dielov prostredníctvom alternatívnych staníc a ich sekvencie v reakcii na poruchy a iné výpadky.
- *Flexibilita objemu* - Schopnosť ekonomicky vyrábať diely vo vysokom aj nízkom celkovom množstve, vzhľadom k fixným investíciám do systému.
- *Rozšírenie flexibility* - Ľahkosť rozšírenia systému na vyššiu produkciu.

Agilná výroba vyžaduje agilné dodávateľské reťazce. Agilita dodávateľského reťazca je realizovaná prostredníctvom širokej siete. Dosiachnutie spokojnosti zákazníka vyžaduje, aby všetky fyzické a logistické akcie v rámci dodávateľského reťazca boli prijaté rýchlo, presne a efektívne. Čím rýchlejšie sú dodávky komponentov, informácie a rozhodnutia, tým rýchlejšie je možné reagovať na potreby zákazníkov [8].

Tab. 1: Štrukturálne znaky agilnej výroby

<b>Stratégie</b>	<b>Technológie</b>
Rekonfigurovateľnosť	Rýchly hardvér
Virtuálny podnik	Flexibilné stroje, zariadenia a prípravky
Strategické aliancie	Modulárne pracoviska
Reinžiniering	Riadenie v reálnom čase
Integrácia dodávateľského reťazca	Informačné technológie
Vyspelá logistika	CAD/CAE, CAPP, CAM
Heterogénne počítačové systémy	Multimédia
Súbežné inžinierstvo	Grafické simulácie
<b>Systémy</b>	<b>Ľudia</b>
MRP II, Internet	Flexibilná pracovná sila
Elektronické obchodovanie	Znalostná úroveň pracovníkov
ERP	Skúsenosti s IT
TOC, Kanban, JIT	Znalosť jazykov, Motivácia
Systémová integrácia a správa databázy	Podpora top manažmentu
	Školenia a vzdelávanie

Vlastnosti agilnej výroby sú:

- *Rýchly vývoj nových produktov.* Modulárna konštrukcia výrobkov a montážnych postupov, konfigurácia výrobkov na objednávku, konfigurovateľné komponenty, nízke objemy jednotlivých produktov a vysoký sortiment a rýchle spracovanie objednávok.
- *Krátka doba dodávky produktov na trh.* Rýchle spracovanie objednávok, výroba podľa objednávok, nižšie objemy jednotlivých produktov a vysoký sortiment, rýchle dodávky od subdodávateľov.
- *Krátke cyklové časy.* Vysoko flexibilné a citlivé procesy, vysoko flexibilné stroje a zariadenia, aplikácia princípov skupinovej technológie, využitie moderných CAM / CAP, rýchle prestavovanie, bunkové umiestnenie strojov, zariadení, nástrojov a ľudí, štíhly výrobný priestor.

Porovnanie štíhlej a agilnej výroby:

- Lean zdôrazňuje technické a prevádzkové problémy. Agilita zdôrazňuje organizáciu a ľudské zdroje.
- Lean sa týka najmä továrne. Agilita má širší rozsah (podnik a virtuálna sieť).
- Systémy si nekonkurujú, agilita dopĺňa lean. Agilita predstavuje evolučnú fázu štíhlej výroby.

# Metodiky pre inovácie high-tech strojárskych produktov a výrobných systémov



**Európska únia**  
Európsky fond regionálneho rozvoja

Vedecký zborník čiastkových výstupov riešenia projektu  
„Centrum výskumu riadenia technických, environmentálnych a  
humánnych rizík pre trvalý rozvoj produkcie a výrobkov  
v strojárstve“

Kód ITMS projektu: 26220120060



- Lean sa snaží minimalizovať zmeny, aspoň vonkajšie zmeny. Snaží sa vyhladiť výkyvy v pláne výroby. Využíva flexibilnú výrobnú technológiu, ktorá minimalizuje narušenie spôsobené zmenami výrobku.
- Naopak, filozofia agility je prijať zmenu. Darí sa jej v prostredí vyznačujúcom sa častými a nepredvídateľnými zmenami. Reagovanie na zmeny vedie ku konkurenčnej výhode.

Tab. 2: Porovnanie štíhlej a agilnej výroby

<b>Štíhla výroba</b>	<b>Agilná výroba</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Minimalizácia nadbytočnosti</li><li>• Perfektná kvalita</li><li>• Flexibilné výrobné linky</li><li>• Kontinuálne zlepšovanie</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hodnoty pre zákazníka</li><li>• Kooperácia ako zdroj konkurencieschopnosti</li><li>• Organizácia zvládnutia zmien</li><li>• Vyvážený vplyv na ľudí a informácie</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Posilnenie hromadnej výroby</li><li>• Flexibilná a variantná výroba produktov</li><li>• Zameranie na výrobné operácie</li><li>• Manažment dodávateľov</li><li>• Efektívne využitie zdrojov</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ústup od hromadnej výroby</li><li>• Dôraz na prispôbovanie produktov</li><li>• Široké spektrum produkcie</li><li>• Forma virtuálneho podniku</li><li>• Citlivosť na zmeny prostredia</li></ul>

## 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 pokročilých materiálov a simulačné technológie pre zvýšenie prediktívneho modelovania pokročilých materiálov a ich spracovania.
- *Trvalo udržateľná výroba a environmentálne šetrné technológie.* Táto téma siaha od použitia nových biotechnológií pre výrobu "zelenej" 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 vyspelej vede a technike (rovnako ako pokračujúci pokrok v informačných technológiách) pre produkt dizajn, nové materiálov, procesy a výrobné systémy.
- *Vznikajúce vedy a technológie.* Pokroky v informačných, nano-, bio-a ďalších technológiách sú 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

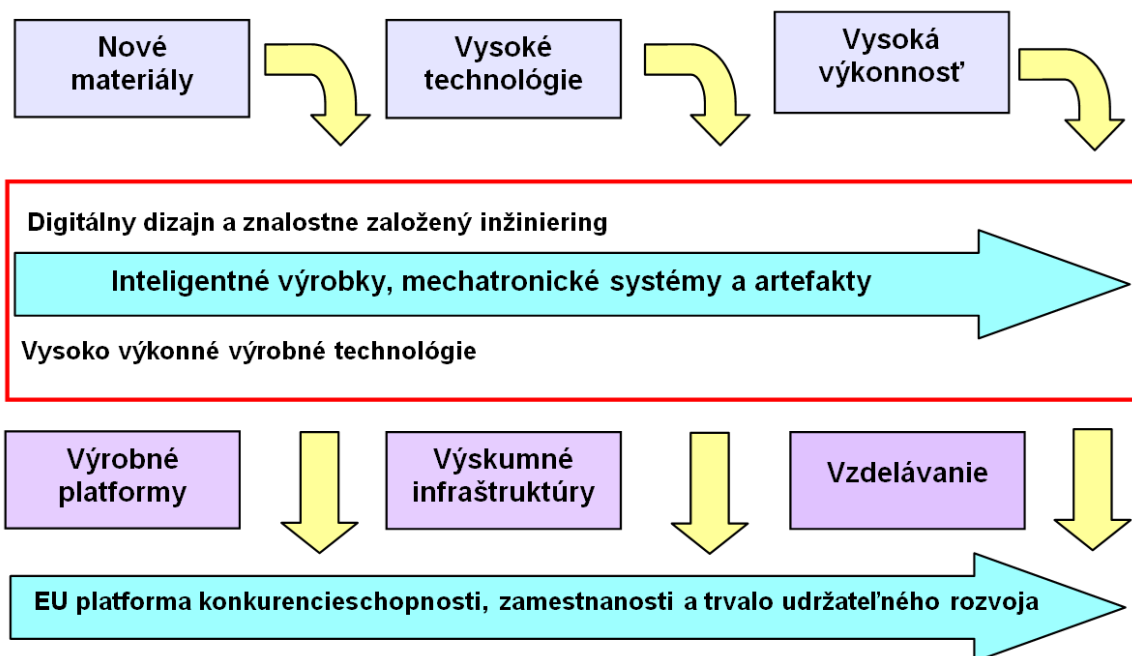


vedeckú základňu) v nových efektívnych výrobných technológiách a produktoch s vysokou pridanou hodnotou

- *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 nanotechnológie a aplikácie nanotechnológií do výrobných technológií a procesov 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 spotrebiteľskej dopytu. 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 VÝSKUMU PRE VÝROBU EÚ

Smerovanie inovácií výrobných technológií podľa stratégie prijatej v Európskej únii je na nasledujúcom obrázku [7].



Obr. 4 Smerovanie priemyselných technológií v EÚ

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].



## 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. Inteligentné výroby na báze IKT (informačných a komunikačných technológií)

- (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 továrň, 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 mikrovýrobné stroje a systémy*
- (B1) Rýchle mikrovýrobné technológie. Mikroelektromechanické systémy pre počítačom riadené nanášanie a vytvrdzovanie žiarením a pre mikrosenzory. 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 mikrokomponty, meracie stroje a zariadenia, príslušenstvo a manipulačné systémy.
- (B3) Mikrotovárne a mikrovýrobné 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 mikrosystémy.
- (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 zložitosťou simulácie a rozhodovacích systémov vložený do strojov a výrobných liniek.
- (D) *Bezdefektná 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 výrobkov odolných voči vadám.
- (D4) Vývoj novej generácie riadenia kvality založený na vedomostiach v samoučiacich sa systémoch.

## 4. Využívanie nových materiálov vo výrobe

- (A) *Výroba pre pokročilé štruktúrne 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

Poznatky 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 nanotechnológie),
- využitie simulácie a modelovania pre riešenie výrobných problémov,
- agilné, rýchlo reagujúce výrobné systémy pre zákaznícky orientovanú výrobu.

Významný je dôraz v mnohých krajinách na výskumu výroby na podporu rozvoja nových priemyselných odvetví s vysokou pridanou hodnotou. Zhoda je na názore ,že existujú predpoklady na



## Metodiky pre inovácie high-tech strojárskych produktov a výrobných systémov



**Európska únia**  
Európsky fond regionálneho rozvoja

Vedecký zborník čiastkových výstupov riešenia projektu  
„Centrum výskumu riadenia technických, environmentálnych a  
humánných rizík pre trvalý rozvoj produkcie a výrobkov  
v strojárstve“

Kód ITMS projektu: 26220120060



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, r vládnyimi a inými inovačnými organizáciami.

### Literatúra

- [1] A landscape for the future of high value Manufacturing in the UK. Technology Strategy Board, February 2012 T12/009, [www.innovateuk.org](http://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 al.: 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](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](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, L.: The study of agility of production systems and agility metrics model for automotive suppliers. In: Zarządzenie 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](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](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.



## METÓDY, TECHNIKY A NÁSTROJE PRE PRODUKT DIZAJN

**Ing. Štefan. Babjak, PhD.**

e-mail: [stefan.babjak@tuke.sk](mailto:stefan.babjak@tuke.sk)

### Abstrakt

Pod pojmom Produktový dizajn (produkt dizajn, Product Design) rozumieme návrh produktu – výsledok súboru činností, spojených s prípravou životného cyklu produktu, od jeho plánovania a prvotnej idey cez návrh estetických a funkčných vzťahov, konštrukcie a technológie výroby a montáže, prípravu výrobného systému a marketing, až po servis a spôsob likvidácie po skončení jeho životnosti. Predkladaný príspevok popisuje hlavné výzvy a atribúty tohto procesu, ilustruje základné prístupy a metódy a predstavuje vybrané techniky a nástroje, používané v praxi, so zameraním najmä na štihlosť a/alebo agilitu produktov a procesov pri tvorbe produktov z oblasti high-tech strojárskeho produktov, ktoré sú potenciálne aplikovateľné aj pre ostatné priemyselné odvetvia.

**Kľúčové slová:** Produkt Dizajn, modely, metodika, techniky, nástroje

### ÚVOD

Pod pojmom Produktový dizajn (produkt dizajn, Product Design) rozumieme návrh produktu – výsledok súboru činností, spojených s prípravou životného cyklu produktu, od jeho plánovania a prvotnej idey cez návrh estetických a funkčných vzťahov, konštrukcie a technológie výroby a montáže, prípravu výrobného systému a marketing, až po servis a spôsob likvidácie po skončení jeho životnosti. Úspešnosť či neúspešnosť produkt dizajnu sa prejaví postavením produktu na trhu a najmä mierou dosiahnutia plánovaného zisku. Okrem tohto hodnotenia je ju však nutné posúdiť v ďalších piatich dimenziách:

- Kvalita produktu. Ako efektívne odráža produkt úsilie vynaložené na jeho vývoj? Uspokojuje potreby zákazníkov? Je robustný a spoľahlivý? Kvalita produktu sa plne odráža v trhovom podiele a cene, ktorú je zaň zákazník ochotný zaplatiť.
- Náklady na produkt. Výrobné náklady vrátane investícií do výrobných zariadení determinujú ziskovosť pri danom objeme a danej predajnej cene.
- Doba vývoja. Umožňuje zhodnotiť, do akej miery dokáže firma reagovať na technologický vývoj, na konkurenciu a ako produktívne dokáže vývojový tím pracovať.
- Náklady na vývoj. predstavujú významný podiel investícií a ovplyvňujú mieru zisku.
- Agilita vývojových tímov, rozvoj schopností. Sú tímy a firma lepšie schopné vyvíjať budúce produkty v dôsledku svojich skúseností s projektom vývoja výrobku? Rozvoj schopností, učíaca sa organizácia predstavuje aktívum, ktoré môže firma využiť pri účinnejšom a ekonomicky efektívnejšom vývoji nových produktov v budúcnosti, čo prinesie druhotný zisk z vynaložených investícií.

### HLAVNÉ VÝZVY A ATRIBÚTY PRODUKT DIZAJNU

Proces produkt dizajnu je vlastne postupnosť krokov alebo činností, ktoré sú v podniku vykonávané za účelom vytvorenia vízie, prípravy návrhu a komercializáciu produktu. Mnohé z týchto krokov a aktivít sú viac intelektuálnej a organizačnej povahy ako fyzickej. Niektoré organizácie sa snažia presne definovať a podrobne sledovať vývojový proces, zatiaľ čo iné dokonca ani nie sú schopné tieto procesy popísať. Navyše, každá organizácia sa snaží tieto procesy individualizovať a prispôsobiť vlastným potrebám a možnostiam. Medzi hlavné výzvy, ovplyvňujúce Produkt dizajn patria [1]:

- Kompromisy. Karoséria automobilu môže byť ľahšia, ale to pravdepodobne zvýši výrobné náklady. Jedným z najťažších aspektov vývoja je identifikovať potrebu, pochopiť a riadiť prijímanie takýchto kompromisov spôsobom, ktorý maximalizuje úspešnosť produktu.

## Metodiky pre inovácie high-tech strojárskych produktov a výrobných systémov



**Európska únia**  
Európsky fond regionálneho rozvoja

Vedecký zborník čiastkových výstupov riešenia projektu  
„Centrum výskumu riadenia technických, environmentálnych a  
humánnych rizík pre trvalý rozvoj produkcie a výrobkov  
v strojárstve“

Kód ITMS projektu: 26220120060



- Dynamika. Technológie sa zlepšujú, zákaznícke preferencie vyvíjajú, konkurencia zavádza nové produkty a makroekonomické prostredie sa mení. Rozhodovanie v prostredí neustálych zmien je neľahká úloha.
- Detaily. Voľba medzi uchytením krytu napr. pomocou skrutiek alebo západky môže mať pri veľkých objemoch výroby ekonomické dopady v miliónoch. Dokonca aj vývoj relatívne jednoduchých produktov môže vyžadovať aj tisíce takýchto rozhodnutí.
- Časový tlak. Mnohé z problémov by boli individuálne pri dostatku času na ich vyriešenie triviálne, avšak pri vývoji produktu rozhodnutie musí zvyčajne byť rýchle a často na základe neúplných informácií.
- Ekonomika. Vývoj, výroba a uvedenie nového produktu na trh vyžaduje veľké investície. Ak návratnosť tejto investície má byť primeraná, musí byť výsledný produkt tak prítiažlivý pre zákazníkov ako i relatívne lacno vyrobiteľný.

Medzi kľúčové atribúty produkt dizajnu patrí:

- Tvorivosť. Proces vývoja výrobku začína nápadom a končí výrobou fyzických objektov. Pri pohľade v globálnom meradle, ako i na úrovni jednotlivých činností, proces vývoja produktu je intenzívne kreatívny.
- Uspokojovanie spoločenských a individuálnych potrieb. Všetky produkty sú zamerané na uspokojovanie okruhu potrieb nejakého druhu. V oblasti produkt dizajnu je možné takmer vždy nájsť inštitucionálny rámec pre niečo, čo sa považuje za dôležitú potrebu.
- Tímová rozmanitosť. Úspešný rozvoj si vyžaduje veľa rôznych schopností a nadaní. V dôsledku toho, vývojové tímy pozostávajú z rozmanitých členov a predstavujú široké spektrum rôznych schopností, vzdelania, skúseností, uhlov pohľadu a osobností.
- Tímový duch. Vývojové tímy sú často vysoko motivované a kooperujúce skupiny. Medzi členmi tímu vznikajú väzby pri koncentrovaní tvorivej energie na dosiahnutie spoločného cieľa – vytvorenie produktu. Táto situácia nezriedka vyústi v trvalé priateľstvo medzi členmi tímu.

Štandardizovaný a podrobne definovaný vývojový proces prináša niekoľko zásadných výhod:

- Zaistenie kvality: vývojový proces má určené fázy a míľniky, ktorými musí prejsť a kritériá, ktoré v týchto fázach vývoja musí spĺňať. Ak sú tieto fázy, míľniky a kritériá nastavené vhodne a ak sú kontrolované dôsledne, potom sú jedným zo spôsobov zaistenia kvality výsledného produktu.
- Koordinácia: jasne formulované ciele a postup vývojového procesu je hlavným plánom, ktorý definuje úlohy každého z členov vývojového tímu. Tento plán informuje členov tímu, kedy a v akej miere je potrebná ich súčinnosť a s ktorými členmi budú spolupracovať intenzívnejšie a užšie, ako bude prebiehať tok, resp. výmena informácií a materiálov, atď.
- Plánovanie: proces vývoja obsahuje prirodzené míľniky zodpovedajúce ukončeniu jednotlivých fáz. Načasovanie týchto míľnikov pevne vymedzí harmonogram celého projektu vývoja.
- Manažment: štandardizovaný vývojový proces je meradlom pre posúdenie výkonnosti prebiehajúceho vývojového projektu. Porovnaním skutočnosti so štandardnými procesmi je možné určiť prípadné problematické oblasti.
- Zlepšovanie: dôkladná dokumentácia organizácie vývojových procesov často pomáha identifikovať príležitosti pre zlepšenie a podporuje učiacu sa organizáciu.

V závislosti tak od objektu, ako aj od praxe organizácie, v ktorej proces produkt dizajnu prebieha, sa priebeh tohto procesu môže významne líšiť, takisto je potrebné vziať do úvahy ďalšie faktory, akými sú dostupné kapacity, možnosti, veľkosť organizácie, inovačná politika, misia podnikania, atď. Ak sa pokúsime tento proces zovšeobecniť, môžeme hovoriť o tzv. generickom procese vývoja. Proces začína fázou plánovania, ktorá nadväzuje na pokroky vo výskume a technologickom vývoji. Výstupom je misia (poslanie) nového projektu, čo je vstupom potrebným pre



# Metodiky pre inovácie high-tech strojárskych produktov a výrobných systémov



**Európska únia**  
Európsky fond regionálneho rozvoja

Vedecký zborník čiastkových výstupov riešenia projektu  
„Centrum výskumu riadenia technických, environmentálnych a  
humánných rizík pre trvalý rozvoj produkcie a výrobkov  
v strojárstve“

Kód ITMS projektu: 26220120060



Tab. 1 Fázy Produkt dizajnu

	<b>Fáza 0</b>	<b>Fáza 1</b>	<b>Fáza 2</b>	<b>Fáza 3</b>	<b>Fáza 4</b>	<b>Fáza 5</b>
	<b>Plánovanie</b>	<b>Vývoj konceptu</b>	<b>Návrh na úrovni systému</b>	<b>Detailný návrh</b>	<b>Testovanie a optimalizácia</b>	<b>Nábeh výroby (Ramp-up)</b>
<b>Marketing</b>	Definícia trhových segmentov, Identifikácia trhovej príležitosti	Zber údajov o potrebách zákazníkov, identifikácia konkurenčných produktov	Vývoj plánu pre voliteľné doplnky produktu a rozšírenú rodinu produktov, stanovenie cieľovej predajnej ceny	Vývoj marketingového plánu	Tvorba materiálov pre propagáciu a uvedenie produktu, spolupráca pri zákazníckych testoch	Umiestnenie produktu včas u kľúčových zákazníkov
<b>Dizajn / inžiniering</b>	Zváženie možností pre platformu a architektúru produktu, hodnotenie nových technológií	Skúmanie realizovateľnosti konceptov produktu, vývoj priemyselného dizajnu, tvorba a testovanie experimentálnych prototypov	Generovanie alternatív pre architektúru produktu, definovanie hlavných subsystémov a rozhraní, spresnenie priemyselného dizajnu	Definovanie geometrie, výber materiálov, stanovenie tolerancií, vypracovanie kontrolnej dokumentácie pre priemyselný dizajn	Testovanie spoľahlivosti, životnosti, výkonu, získanie príslušných certifikátov od regulačných orgánov, implementácia zmien návrhu	Evaluácia – zhodnotenie prvých výstupov z výroby
<b>Výroba</b>	Identifikácia výrobných obmedzení, príprava stratégie dodávateľského reťazca	Odhad výrobných nákladov, hodnotenie vyrobiteľnosti	Návrh/výber dodávateľov kľúčových komponentov, analýza výhodnosti outsourcingu (make-buy analýza), definovanie postupu finálnej montáže, stanovenie cieľových výrobných nákladov	Definovanie výrobných procesov jednotlivých súčiastok, navrhovanie nástrojov, definovanie procesov kontroly kvality, začatie obstarávania nákladných nástrojov	Príprava spustenia dodávateľskej siete, optimalizácia a ladenie výrobných a montážnych procesov, tréning pracovnej sily, doladenie procesov kontroly kvality	Spustenie prevádzky celého výrobného systému
<b>Ďalšie zložky</b>	<b>Výskum:</b> Prezentácia dostupných technológií  <b>Financie:</b> Stanovenie cieľov plánovania  <b>Manažment:</b> Alokácia potrebných zdrojov pre projekt	<b>Financie:</b> Finančná analýza  <b>Právne oddelenie:</b> Prieskum otázok súvisiacich s patentovou ochranou	<b>Financie:</b> Spolupráca pri analýze výhodnosti outsourcingu (make-buy analýze)  <b>Servis:</b> Identifikácia problémov údržby/servisu		<b>Predaj:</b>  Tvorba stratégie a plánu predaja	

Tabuľka 1 identifikuje hlavné činnosti a zodpovednosti rôznych zložiek organizácie pri každej vývojovej fáze. V konkrétnych fázach procese hrajú kľúčovú úlohu tiež zástupcovia ďalších oblastí, ako sú výskum, financie, servis, predaj, a iné. Tabuľka 2 uvádza prehľad vybraných techník a nástrojov, využívaných pre jednotlivé fázy Produkt dizajnu. Samozrejme, tabuľka 2 je len ilustračná,



# Metodiky pre inovácie high-tech strojárskeho výrobku a výrobných systémov



**Európska únia**  
Európsky fond regionálneho rozvoja

Vedecký zborník čiastkových výstupov riešenia projektu  
„Centrum výskumu riadenia technických, environmentálnych a  
humánných rizík pre trvalý rozvoj produkcie a výrobkov  
v strojárstve“

Kód ITMS projektu: 26220120060



v praxi sa využíva omnoho väčšie množstvo techník a nástrojov, ich výber a mix je jednak súčasťou unikátneho know-how každej firmy, jednak závisí od konkrétneho projektu. Príprava a využitie jednotlivých techník a nástrojov je integrovanou súčasťou procesu Produkt dizajnu a ako také zvyčajne presahuje hranice jednotlivých fáz a oblastí podnikových funkcií.

Tab. 2 Prehľad vybraných techník a nástrojov, využívaných pre jednotlivé fázy Produkt dizajnu

	Fáza 0	Fáza 1	Fáza 2	Fáza 3	Fáza 4	Fáza 5
	Plánovanie	Vývoj konceptu	Návrh na úrovni systému	Detailný návrh	Testovanie a optimalizácia	Nábeh výroby (Ramp-up)
Stratégia a plánovanie	Multigeneračné plánovanie					S-krivky, J-krivky
	Segmentácia, BCG matica, BSC (balanced scorecard), inovačné spravodajstvo, výskumy a prieskumy trhu, prognózovanie, goodwill, PLC manažment, otvorené a užívateľské inovácie, forecasting a foresight, mapovanie technológií a produktov, skrining a skóring, manažment portfólia, manažment znalostí, transfer inovácií / technológií, fuzzy front-end, QFD, Kano analýza					
Organizácia a manažment	Manažment zdrojov, analýza silových polí, manažment rizika, Ganttov diagram, CPM (metóda kritickej cesty)		Manažment dodávateľských sietí, mapovanie procesov	TQM	Manažment zmien, JIT	Evaluácia – zhodnotenie prvých výstupov z výroby
	Best practice, simultánne inžinierstvo					
Produkt dizajn a optimalizácia	Identifikácia výrobných obmedzení, príprava stratégie dodávateľského reťazca, lean design	Štúdia realizovateľnosti, CFMEA, brainstorming, synektika, 6 slov, TRIZ, myšlienkové mapy, rozhodovacia matica, Dom kvality, Voice of Customer, skice, rendering, klasifikačný strom	Morfologické mapy / morfologická analýza, stimulátor tvorivých nápadov, extrapolácia	DFMEA	Design for Manufacture and Assembly (DFMA) Design for Reliability (DFR) Design for Maintainability Design for Serviceability Design for Environmentality Design for Life-Cycle Cost (LCC)	Spustenie prevádzky celého výrobného systému
	Rapid prototyping, reverzné inžinierstvo, CAD, CAE					
Procesy		DOE (design of experiments), MSA (measurement system analysis)		Procesná mapa, SOP, FTA, Kanban, SMED, TPM	Ishikawa diagram, štatistická kontrola procesov, validácia robustnosti (mistake-proof), poka-yoke	Nástroje monitoringu pre nultú sériu – diagramy (histogram, regulačný, run chart, control chart a i.)
	PFMEA, DMAIC					
KAIZEN, Benchmarking, FMEA, 8D report, A3 report, Design for six sigma (DFSS), PDCA, SDCA						





Generický proces vývoja predstavuje všeobecný model, ktorý je v praxi nutné adaptovať na základe rôznych faktorov, najmä však na základe unikátneho kontextu, v ktorom daný produkt vzniká. V praxi je možné rozlíšiť 6 základných verzií:

## Trhom ťahané produkty

Tak, ako je generický proces popísaný vyššie, zodpovedá situácii, keď je nový produkt takpovediac „ťahaný trhom“. To v praxi znamená, že stimulom firmy pre vývoj nového produktu je identifikácia trhovej príležitosti a následne sú využité všetky dostupné zdroje a prostriedky pre uspokojenie potreby trhu, t.j. vývoj sa ubera tým smerom (rozhodovanie a kompromisy), ktorým „ťahá“ trh.

## Technológiou tlačené produkty

Pri vývoji takýchto produktov firma začína s novou patentovanou technológiou, ktorú buď vyvinie sama, alebo patent zakúpi, a následne hľadá vhodný trh pre jej uplatnenie (technológia "tlačí" vývoj). Úspešné produkty tohto druhu využívajú nové základné materiály alebo základné technologické procesy. Pretože základné materiály a procesy môžu byť nasadené v obrovskom počte rôznych druhov produktov, je vysoká pravdepodobnosť, že nové a neobvyklé vlastnosti materiálov a procesov nájdu svoje najvyhovujúcejšie využitie. Modifikácia generického procesu vývoja a jeho adaptácia na technológiou tlačené produkty zvyčajne začína fázou plánovania, v ktorej je danej technológii priradená trhová príležitosť. Následne prebehne štandardný generický vývojový proces. Vo formulácii misie vývojového projektu by mal byť formulovaný jeden z kľúčových predpokladov, resp. obmedzení, že daná technológia bude zapracovaná do každého z variantov konceptu, ktorý bude hodnotený pre ďalšie rozpracovanie. Hoci využitím tohto prístupu vzniklo mnoho veľmi úspešných produktov, nesie v sebe vysoké riziko, typické pre líderskú ofenzívnu inovačnú stratégiu, že veľké a sústredené inovačné úsilie a vysoké náklady na výskum a vývoj sa nenávratne stratia v prípade neúspechu inovácie. Produkt má nízku šancu na úspech, kým nie sú splnené dve nutné podmienky:

- Nová technológia ponúka jasnú konkurenčnú výhodu v plnení potrieb zákazníkov,
- Alternatívne technológie buď neexistujú, alebo je ich využitie pre konkurenciu príliš komplikované, resp. nedostupné.

Jednou z možností zníženia rizika takéhoto projektu môže byť simultánne hodnotenie širšieho súboru konceptov, ktoré nemusia nutne zahŕňať novú technológiu. Týmto spôsobom je potom možné overiť, či koncept produktu, ktorý novú technológiu obsahuje, predstavuje najlepšiu alternatívu.

## Platformové produkty

Platformové produkty sú vyvíjané na už existujúcich technologických subsystemoch (technologickej platforme). Na vývoj týchto platforiem bolo sústredené inovačné úsilie, ako aj vynaložené vysoké investície, preto je snaha integrovať ich do čo najširšieho portfólia produktov. Tento prístup je veľmi podobný predchádzajúcemu (technológiou tlačené produkty) v tom zmysle, že koncept nového produktu počíta s integráciou určitej technológie. Hlavným rozdielom je, že technologická platforma sa na trhu už osvedčila pri plnení potrieb zákazníkov a preto je oprávnený predpoklad, že sa osvedčí aj na príbuzných trhoch. Hlavnou výhodou je, že vývoj takýchto produktov je oveľa jednoduchší, ako keby mala byť vyvinutá nová technológia. Navyše, vďaka možnému rozdeleniu vývojových nákladov medzi viaceré produkty, je možné novú technológiu umiestniť (a tým získať konkurenčnú výhodu) aj na trhoch, pre ktoré by za iných okolností vývoj unikátnych nových technológií nebol zaujímavý.

## Procesne intenzívne produkty

U týchto produktov kladie výrobný proces prísne obmedzenia na vlastnosti produktu, takže produkt dizajn nie je možné oddeliť (dokonca ani vo fáze vývoja konceptu) od návrhu výrobného



procesu. Procesne intenzívne výrobky sú často produkované masovo a vyrábané vo veľmi vysokých objemoch (sériách), na rozdiel od diskretných produktov, určených konečným užívateľom. V niektorých prípadoch sú takéto nové produkty vyvíjané paralelne s novými výrobnými procesmi, inokedy je zas pre výrobu vopred určený špecifický existujúci výrobný proces a dizajn výrobku je prispôbený obmedzeniam a možnostiam tohto procesu, resp. výrobného systému (pracoviska, linky, prevádzky, závodu), ktorý je pre daný výrobok predurčený pri plánovaní.

### Produkty na mieru

Agilné produkty na mieru (zákazkové, zákaznícky prispôbené) sú variáciami produktov štandardnej konfigurácie a typicky sú vyvíjané v reakcii na špecifické konkrétne požiadavky (významných, resp. významnej skupiny) zákazníkov. Vývoj produktov na mieru spočíva predovšetkým v definovaní hodnôt variabilných prvkov dizajnu, napr. úprava rozmerov, zmena materiálu a pod. V takomto prípade zákaznícka požiadavka na nový produkt odštartuje štruktúrovaný návrhovo – vývojový proces s cieľom splniť zákaznícke požiadavky. Aby to bolo možné, je nutným predpokladom, aby mal vývojový tím k dispozícii vytvorený štandardizovaný vysoko detailný vývojový proces, obsahujúci presne definované sekvencie krokov so štruktúrovaným informačným tokom informácií (podobne ako pri výrobnom procese). V tomto modeli je generický proces rozšírený o podrobný popis konkrétnych aktivít priebehu spracovania informácií (definované procedúry informačného toku), ktoré je nutné vykonať v rámci každej z fáz vývoja. Takýto model vývojového procesu môže pozostávať zo stoviek podrobne definovaných činností.

### Vysoko rizikové produkty

V rámci procesu tvorby produkt dizajnu sa vyskytuje niekoľko typov rizík. Medzi hlavné patria: technické, trhové, rozpočtové a riziko splnenia časového harmonogramu. Vysoko rizikové produkty predstavujú vyššie, než zvyčajné neistoty najmä v oblasti technológií alebo úspešnosti na trhu, takže predstavujú výrazné technické alebo trhové riziko. V takomto prípade je generický proces vývoja produktu modifikovaný tak, aby čelil vysoko rizikovým situáciám tým, že kroky, ktoré majú za cieľ eliminovať najväčšie riziká, sú realizované v raných fázach vývoja produktu. To zvyčajne vyžaduje realizáciu niektorých návrhov alebo testov v skorších fázach procesu vývoja (marketingové vzorky, funkčné modely, a pod.). Napríklad v prípade, že je veľká neistota ohľadom prijatia nového produktu zákazníkmi, je koncept testovaný pomocou vizualizácie alebo funkčných modelov s užívateľským rozhraním s cieľom znížiť trhové neistoty a riziká. Ak je vysoká neistota spojená s technickými parametrami produktu, je vhodné vyrobiť a otestovať funkčné modely kľúčových prvkov, a až následne pokračovať v procese vývoja. Takisto je možné paralelne preskúmať viacero alternatívnych prístupov k riešeniu, čo zvýši pravdepodobnosť, že aspoň jedno z riešení bude úspešné. V procese vývoja je potom nutné pravidelne sledovať a hodnotiť mieru rizika, pričom je nutné dosiahnuť trend, že riziko bude v priebehu času znižované, nie iba odsúvané.

### Rýchle produkty

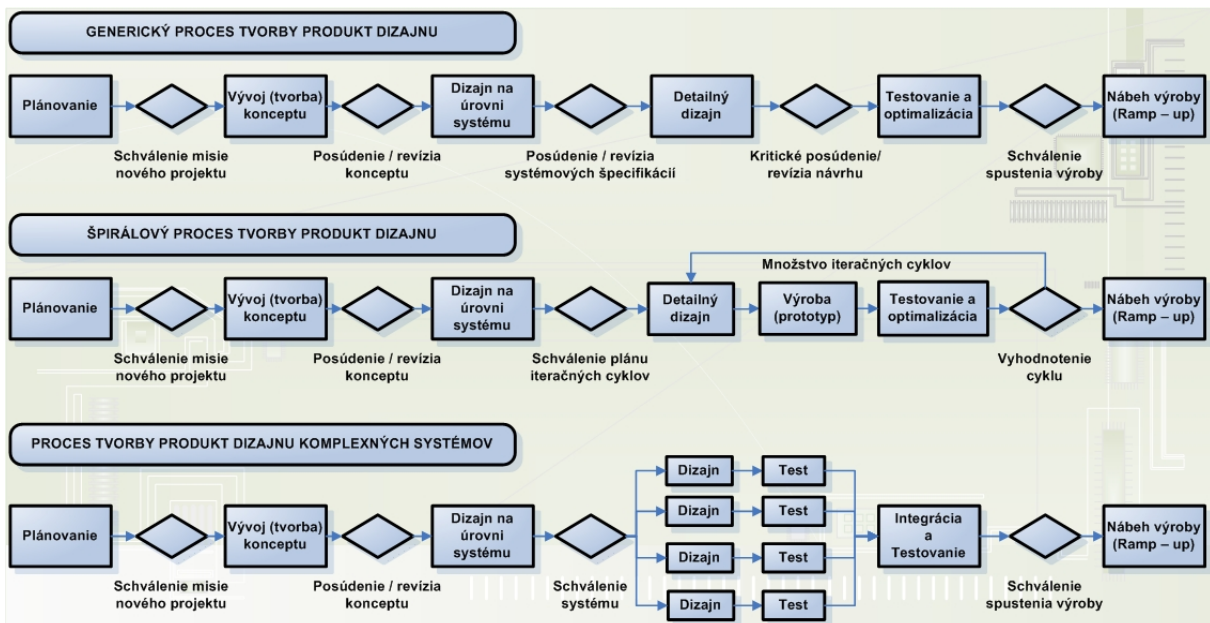
Pri vývoji niektorých produktov, akými sú softvér a spotrebná elektronika, sa podarilo urýchliť proces prípravy, tvorby a testovania prototypov do takej miery, ktorá umožňuje, že sa cyklus „navrhovanie – výroba – testovanie“ môže mnohokrát zopakovať. V praxi to znamená možnosť využiť rýchle iterácie pre dosiahnutie pružnejšieho a citlivejšie reagujúceho procesu tvorby produkt dizajnu. Tento prístup sa niekedy nazýva aj špirálový proces vývoja produktu. Po ukončení fázy tvorby konceptu sa v ďalšej fáze, t.j. fáze návrhu (dizajnu) na systémovej úrovni (fáza 2 generického procesu tvorby produkt dizajnu), realizuje dekompozícia produktu na úrovniach vysokej, strednej a nízkej priority funkcií. Nasleduje množstvo cyklov navrhovania, zostavenia (výroby vzoriek, prototypov, alebo, najčastejšie v prípade softvéru, vydania tzv. beta-verzií), integrácie a testovacích aktivít, počnúc prvkami s najvyššou prioritou. Tento proces využíva výhodu rýchleho cyklu prípravy a tvorby prototypov využitím výsledkov každého cyklu na modifikáciu priorit nasledujúceho cyklu. V závislosti od objektu vývoja, významnosti zmien a iných faktorov je možné buď po jednom, alebo po viacerých



cykloch zapojiť do procesu testovania zákazníka, resp. konečného užívateľa, tak ako to býva bežné pri už spomínanom vývoji softvéru. Keď uplynie plánovaný čas vývoja, alebo sa minie pridelený rozpočet projektu, zvyčajne sú už do produktu spoľahlivo začlenené všetky funkcie s vysokou a strednou prioritou a nezačlenené prvky s nízkou prioritou môžu byť vynechané a začlenené neskôr, v ďalšej generácii produktu.

## Komplexné systémy

Zložité produkty (výrobky), akými sú napr. automobily či lietadlá, sú komplexnými systémami skladajúcimi sa z mnohých navzájom prepojených a závislých podsystémov a komponentov. V procese vývoja komplexných systémov je v porovnaní s modelom generického procesu vývoja nevyhnutné riešiť obrovské množstvo otázok a problémov na úrovni systému. Vo fáze tvorby konceptu sa rieši architektúra celého systému, pričom konkurenčnými konceptmi, z ktorých je potrebné vybrať ten optimálny pre ďalšie rozpracovanie, je niekoľko konceptov architektúry celého systému, čím sa fáza dizajnu na systémovej úrovni stáva kritickou. Počas tejto fázy sa systém rozdelí do subsystémov a tie ďalej do veľkého počtu komponentov. Jednotlivým tímom sú pridelené úlohy vývoja jednotlivých komponentov, ďalšie tímy plnia špeciálne úlohy integrácie komponentov do subsystémov a tých následne do celkového systému. Detailný dizajn komponentov, resp. subsystémov je vysoko paralelný proces, v ktorom pracuje naraz mnoho vývojových tímov, tak interných, ako aj tímov externých dodávateľov, pričom tieto tímy pracujú zvyčajne oddelene. Manažovanie siete interakcií naprieč všetkými komponentmi a subsystémami je úlohou rôznorodých odborníkov z oblasti systémoveho inžinierstva. Fáza testovania a optimalizácie (ladenia produktu) zahŕňa nielen systémovú integráciu, ale aj rozsiahle testovanie a overovanie na všetkých úrovniach.



Obr. 2 Modelové schémy toku procesov pre generický, špirálový a proces tvorby produkt dizajnu komplexných systémov

Procesy produkt dizajnu vo všeobecnosti sledujú štruktúrovaný tok aktivít a tok informácií, ako ilustrujú schémy na obrázku. Schéma generického procesu znázorňuje postup pre trhom ťahané, technológiou tlačené, platformové, procesne intenzívne, vysoko rizikové produkty a produkty na mieru. Po každej z fáz (etáp, štádií) nasleduje rozhodovanie (preskúmanie, posúdenie, revízia,

# Metodiky pre inovácie high-tech strojárskych produktov a výrobných systémov



**Európska únia**  
Európsky fond regionálneho rozvoja

Vedecký zborník čiastkových výstupov riešenia projektu  
„Centrum výskumu riadenia technických, environmentálnych a  
humánnych rizík pre trvalý rozvoj produkcie a výrobkov  
v strojárstve“

Kód ITMS projektu: 26220120060



schválenie), ktoré potvrdzuje, že fáza je dokončená a či projekt bude pokračovať. Rýchle produkty umožňujú špirálový proces vývoja produktu, v ktorom sú aktivity detailného dizajnu, tvorby prototypov a testovania mnohonásobne opakované. Schéma procesu vývoja komplexných systémov ilustruje rozloženie detailného dizajnu do paralelných etáp, v ktorých prebiehajú práce na vývoji subsystémov a komponentov.

## ZÁVER

V závislosti tak od objektu, ako aj od praxe organizácie, v ktorej proces produkt dizajnu prebieha, sa priebeh môže významne líšiť, takisto je potrebné vziať do úvahy ďalšie faktory, akými sú dostupné kapacity, možnosti, veľkosť organizácie, inovačná politika, misia podnikania, atď. Príprava a využitie jednotlivých metód, techník a nástrojov je integrovanou súčasťou procesu produkt dizajnu a ako také zvyčajne presahuje hranice jednotlivých fáz a oblastí podnikových funkcií. V praxi sa využíva veľké množstvo metód, techník a nástrojov pre podporu produkt dizajnu, ich výber a mix, ako aj početnosť a alokácia prípadných iterácií je jednak súčasťou unikátneho know-how každej firmy a jednak závisí od konkrétneho projektu a inovačnej úrovne firmy, preto je možné len veľmi ťažko vytvoriť všeobecný model, univerzálne použiteľný pre široké spektrum produktov a priemyselných odvetví. Vo všeobecnosti je možné, najmä pre oblasť malých a stredných podnikov, odporučiť ako základné východisko pre dosiahnutie optimálnej konkurenčnej schopnosti najmä dôsledný monitoring a následnú adaptáciu „best practices“, princípov štruktúry a agility a benchmarking, pochopenie a dôslednú implementáciu filozofie KAIZEN naprieč všetkými podnikovými oblasťami, funkciami a procesmi a využívanie podpory a učenie sa od silnejších partnerov v rámci kolaboratívnych sietí.

## Literatúra

- [1] SPENCE, A. D.: Product design and development, MC Master University, Mechanical Engineering, 321 s. ISBN 13: 978-0-39-044050-1.
- [2] BABJAK, Š.: Základy navrhovania výrobkov pre automobilový priemysel. 1 vydanie. Košice, SjF TU, 2010. 125 s. ISBN 978-80-553-0564-6
- [3] DRM Associates and PD-Trak Solutions: New product development body of knowledge [online]. <<http://www.npd-solutions.com/bok.html>>
- [4] Polczynski, M.: Five Principles of Lean Thinking. ENMVA 6040 Spring 2009. <[www.technologyforge.net](http://www.technologyforge.net)>
- [5] Engel, K.: Future Innovation Paradigms – Potential, Opportunities and Threats, AT KEARNEY, Frankfurt 2008
- [6] Shintre, N.: White paper - Knowledge Based Engineering across Product Realization. Geometric Limited, June 2011, Mumbai <[http://products.geometricglobal.com/downloads/WhitePapers/Geometric\\_Whitepaper\\_Knowledge\\_Based\\_Engineering\\_across\\_Product\\_Realization\\_June11.pdf](http://products.geometricglobal.com/downloads/WhitePapers/Geometric_Whitepaper_Knowledge_Based_Engineering_across_Product_Realization_June11.pdf)>
- [7] Accenture: Engineering Business Process Outsourcing. 2010. Retrived March 22, 2012 from <[www.accenture.com/sitecollectiondocuments/pdf/accenture\\_engineering\\_bpo\\_services.pdf](http://www.accenture.com/sitecollectiondocuments/pdf/accenture_engineering_bpo_services.pdf)>
- [8] T Systems Enterprise Services GmbH: White Paper - Services for Automotive. Retrived March 20, 2012 <[http://www.t-systems.de/tsip/servlet/contentblob/t-systems.de/en/143590\\_1/blobBinary/WhitePaper\\_SOA-Automotive-ps.pdf?ts\\_layoutId=225572](http://www.t-systems.de/tsip/servlet/contentblob/t-systems.de/en/143590_1/blobBinary/WhitePaper_SOA-Automotive-ps.pdf?ts_layoutId=225572)>
- [9] Mihok, J. et al.: Podpora inovácií Stratégie, nástroje, techniky a systémy. Košice : Centrum inovácií a technického rozvoja - 2010. - 298 s. - ISBN 978-80-970320-0-5.
- [10] Ebersberger, B.: The Use and Appreciation of Knowledge Intensive Service Activities in Traditional Industries. VTT Technology Studies, Finland 2004, ISBN 951-38-6560-6.
- [11] Siemens: Industry Sector Automotive: Non-Stop Manufacturing Excellence. 2008. <[http://www.industry.siemens.com/verticals/global/en/automotive-manufacturing/Documents/br\\_cca\\_en.pdf](http://www.industry.siemens.com/verticals/global/en/automotive-manufacturing/Documents/br_cca_en.pdf)>





## TVORBA KONCEPČNÉHO DIZAJNU

Ing. Štefan Babjak, PhD.  
e-mail: [stefan.babjak@tuke.sk](mailto:stefan.babjak@tuke.sk)

### Abstrakt

Fáza tvorby konceptu v procese produkt dizajnu vyžaduje pravdepodobne najintenzívnejšiu koordináciu medzi funkciami, oveľa intenzívnejšiu, ako ktorákoľvek iná, preto je v tejto fáze koncentrovaných aj mnoho integračných metód vývoja. Článok predstavuje integrovanú metódu prípravy a tvorby konceptov budúceho produktu

**Kľúčové slová:** koncepčný dizajn, príprava konceptu, tvorba konceptu, testovanie konceptu

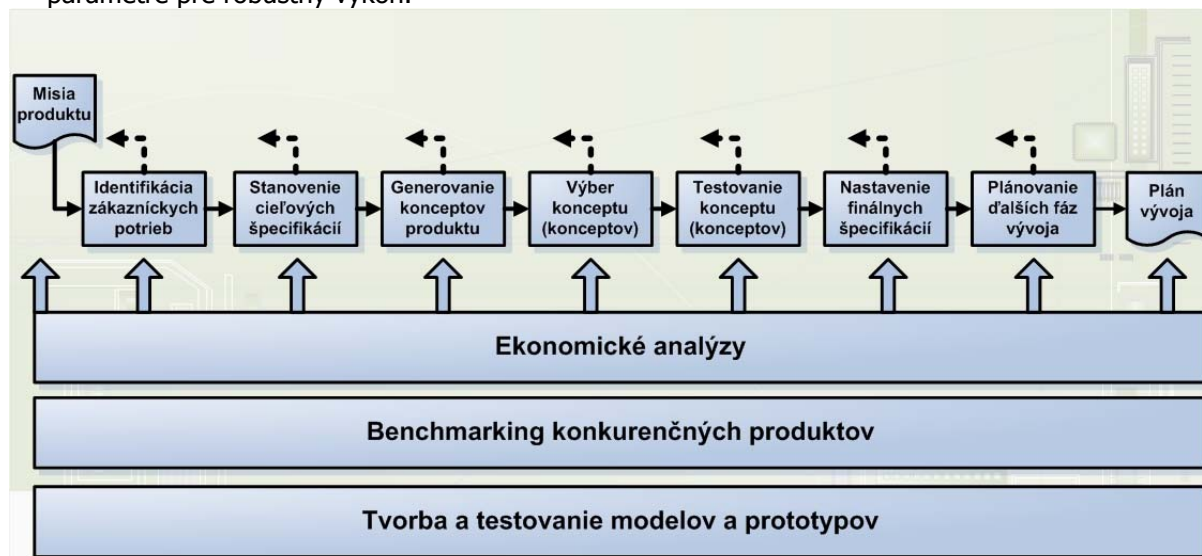
### ÚVOD

Koncept produktu je približným popisom technológie, pracovných princípov a formy. Od základného konceptu v značnej miere závisí, do akej miery spĺňa produkt potreby zákazníkov a ako môže byť komerčne úspešný. Tvorba konceptu zahŕňa nasledujúce činnosti:

- **Identifikácia potrieb zákazníkov.** Cieľom tejto aktivity je porozumieť potrebám zákazníkov a efektívne ich interpretovať vývojovému tímu. Podstatnú časť tejto aktivity tvorí analýza zákazníckych požiadaviek, výstupom je podrobne spracovaný a starostlivo zostavený prehľad potrieb zákazníkov, usporiadaných v hierarchickom zozname. Významnosť jednotlivých potrieb by mala byť kvantifikovaná, napríklad vyjadrením koeficientu závažnosti u všetkých, alebo aspoň väčšiny potrieb (nutnosť najmä pre dôležité potreby, ktoré určujú charakteristické znaky budúceho produktu).
- **Vytvorenie cieľovej produktovej špecifikácie** (rámcový koncept). Špecifikácie majú poskytnúť presný popis toho, čo má budúci produkt spĺňať. Sú interpretáciou, akýmsi tlmočením potrieb zákazníkov do technických pojmov a terminológie. Cieľové hodnoty ukazovateľov (metriky) pre špecifikácie sú stanovené na začiatku procesu a predstavujú prania vývojového tímu. Neskôr sú tieto špecifikácie sú spresňované, aby boli v súlade s požiadavkami a obmedzeniami vyplývajúcimi z vybraného konceptu produktu. Výstupom tejto etapy je zoznam cieľových špecifikácií. Každá špecifikácia sa skladá z metriky, marginálnych a ideálnych hodnôt pre danú metriku.
- **Generovanie** (variantov) **konceptu.** Cieľom je dôkladne preskúmať množstvo produktových konceptov, ktoré môžu uspokojiť potreby zákazníkov. Generovanie konceptov je mixom vyhľadávania externých zdrojov, kreatívneho riešenia problémov v rámci tímu, a systematické skúmanie rôznych priebežne vytváraných čiastkových riešení. Výstupom aktivity je zvyčajne súbor 10-20 konceptov, z ktorých každý je typicky vyjadrený skicou a stručným popisným textom.
- **Výber konceptu.** Je to činnosť, pri ktorej sú rôzne koncepty výrobkov, resp. produktov analyzované a postupne eliminované s cieľom identifikovať najslubnejší koncept(y). Zvyčajne vyžaduje niekoľko iterácií a môže byť impulzom pre začatie generovania, resp. spresnenie či úpravu niektorého z konceptov.
- **Testovanie konceptu.** Jeden alebo viac konceptov je testovaných s cieľmi: overiť, že zákazník potreby budú uspokojené, zhodnotiť trhový potenciál produktu a identifikovať prípadné nedostatky (riziká, slabé miesta), ktoré bude treba odstrániť počas ďalšieho vývoja. Ak je reakcia zákazníka nepostačujúca, či dokonca negatívna, odpoveď je zlá, môže byť vývojový projekt ukončený, proces vývoja pozastavený, alebo dôjde k iteráciám predošlých aktivít podľa potreby.
- **Stanovenie finálnej špecifikácie.** Po výbere a testovaní konceptu prejdú cieľové špecifikácie, vytvorené na začiatku, revíziou. V tomto bode sa stanovujú záväzné špecifické hodnoty metrických odrážajúce obmedzenia vyplývajúce z konceptu výrobku (resp. produktu), obmedzenia identifikované prostredníctvom technického modelovania a kompromisy medzi cenou a výkonom.



- **Plánovanie projektu.** V tejto záverečnej aktivite tvorby konceptu sa vytvorí podrobný plán vývoja (časový harmonogram, míľniky), stratégia, ktorá umožní skrátenie doby vývoja a identifikujú sa zdroje potrebné na dokončenie projektu. Hlavné výsledky front-end aktivít sú zdokumentované vo forme protokolu, ktorý obsahuje formuláciu misie projektu, zoznam potrieb zákazníkov, podrobnosti vybraného konceptu, špecifikácie produktu, ekonomickú analýzu produktu, harmonogram (časový plán) vývoja, disponibilné personálne kapacity a rozpočet projektu. Tento dokument slúži aj ako zadanie úlohy, či akési zdokumentovanie dohody, kontraktu medzi vývojovým tímom a vrcholovým manažmentom.
- **Ekonomická analýza.** V spolupráci finančným analytikom vytvorí vývojový tím ekonomický model nového produktu. Tento model sa používa na zdôvodnenie pokračovania programu vývoja a dosiahnutie kompromisov, napríklad medzi nákladmi na vývoj a výrobnými nákladmi. Prvotná ekonomická analýza je vykonaná niekoľkokrát na rôznych úrovniach podrobnosti už vo fáze plánovania nového produktu, teda ešte pred tým, než projekt vývoja vôbec začne, a táto analýza je následne aktualizovaná a spresňovaná tak, ako je k dispozícii stále viac konkrétnejších a presnejších informácií.
- **Benchmarking** konkurenčných produktov (často i procesov). Porozumieť konkurenčným produktom má zásadný význam pre úspešné umiestnenie nového produktu a môže poslúžiť ako bohatý zdroj nápadov, či už pre návrh produktu, a/alebo výrobného procesu. Konkurenčný benchmarking sa vykonáva ako podporná aktivita mnohých front-end činností.
- **Modelovanie, simulácia a tvorba prototypov.** Vývoj konceptu využíva rôzne formy modelov a prototypov. Sem patria napríklad modely pre overenie realizovateľnosti; marketingové modely, určené zákazníkom pre hodnotenie ergonomie a vzhľadu; tabuľkové modely technických kompromisov a experimentálne testovacie modely, ktoré slúžia pre nastavenie konštrukčných parametre pre robustný výkon.



Obr. 1 Front-end aktivity vo fáze vývoja konceptu

## GENEROVANIE KONCEPTOV

Generovanie konceptov začína na základe súboru potrieb zákazníkov a cieľových špecifikácií a výsledkom tohto procesu je súbor konceptov (veľký počet, niekedy až stovky nápadov), z ktorých bude následne urobený výber (5 – 20, ktoré si zaslúžia bližšiu pozornosť) pre ďalšie hodnotenie. Tvorba konceptu prebieha zvyčajne v piatich základných krokoch:





- Vytýčenie cieľa – objasnenie problému: Pochopenie, dekompozícia a sústredenie sa na kritické subproblémy. Dekompozíciu je možné realizovať z hľadiska funkcií (funkčných celkov), z hľadiska kľúčových užívateľských potrieb, alebo z hľadiska postupnosti činností užívateľa.
- Hľadanie existujúcich riešení v externých zdrojoch nápadov. Komunikácia s vedúcimi užívateľmi, konzultácie s expertmi, externé zdroje inovačných nápadov (patenty, literatúra), benchmarking (resp. reverzné inžinierstvo)
- Vytváranie nových riešení pomocou interných zdrojov nápadov, tak individuálne, ako aj tímovo.
- Systematické skúmanie a integrácia riešení subproblémov. Použitie klasifikačných stromov, a kombinovanej tabuľky organizovať myslenie tímu a syntetizovať riešenie fragmenty.
- Revízia procesu a optimalizácia výsledného konceptu

Hoci generovanie konceptov je vysoko tvorivý proces, využíva štruktúrované metódy. Takýto prístup umožňuje dôsledné preskúmanie širokého spektra možných riešení, redukuje možnosť vynechania niektorých typov riešení pri zvažovaní konceptov, pomáha menej skúseným členom tímu pri riešení problémov. Proces tvorby konceptu je len zriedka lineárny, častejšie bývajú iterácie každého kroku, obzvlášť pri vývoji úplne nového produktu. Táto fáza zahŕňa definíciu architektúry, t.j. dekompozíciu produktu na subsystémy a komponenty. Schematicky je zvyčajne definovaná tiež finálna montáž. Výstupom tejto fázy je obvykle geometrické usporiadanie (layout) výrobku, funkčná špecifikácia každého zo subsystémov a predbežný diagram procesu finálnej montáže. Kľúčovou charakteristikou architektúry výrobku je, do akej miery je modulárny, alebo integrálny. Táto miera vyjadruje, koľko funkčných prvkov odpovedá jednému komponentu (súčiastke), t.j. u výrobku s nulovou mierou by odpovedal jeden komponent práve jednému funkčnému prvku. Cieľom úspešného produktu dizajnu má byť naopak dosiahnutie tejto miery čo možno najvyššej, či už prostredníctvom modulárnej alebo integrálnej architektúry. V modulárnej architektúre každý fyzický blok (súčiastka, komponent) implementuje konkrétnu sadu funkčných prvkov, má jasne definované interakcie s ostatnými blokmi a tieto interakcie sú vo všeobecnosti zásadne dôležité pre primárne funkcie výrobku. Opakom modulárnej architektúry je integrálna architektúra, ktorá sa vyznačuje jednou, alebo viacerými z nasledujúcich vlastností:

- Funkčné prvky produktu sú implementované pomocou viac než jedného fyzického bloku.
- Jeden fyzický blok odpovedá viacerým funkčným prvkom.
- Interakcie medzi blokmi sú nejasne vymedzené a môžu byť podružné vzhľadom k primárnym funkciám produktu.

Tvorba architektúry prebieha zvyčajne v nasledovných krokoch:

**Vytvorenie schémy výrobku.** Schémou výrobku (produktu) sa rozumie diagram, popisujúci jednotlivé prvky výrobku a vzťahy medzi nimi. Vychádza zo schváleného konceptu a finálnej špecifikácie pričom sa jedná o mix, ktorý niektoré prvky môže popisovať ako fyzikálny koncept, niektoré zodpovedajú kritickým konkrétnym komponentom, ktoré budú s veľkou pravdepodobnosťou, až istotou použité, avšak niektoré ostávajú popísané zatiaľ len z hľadiska funkčnosti. Prvky, vyjadrené vo forme fyzikálneho konceptu sú zvyčajne podstatnými prvkami vybraného konceptu výrobku a budú hlavnými objektmi nasledujúceho detailného dizajnu. Prvky, popísané zatiaľ len z hľadiska funkčnosti, zvyčajne zodpovedajú doplnkovým funkciám produktu.

**Klastrovanie prvkov schémy.** Cieľom tohto kroku je priradiť fyzický blok (t.j. súčiastku alebo komponent) každému prvku schémy. Existuje mnoho alternatív medzi krajnými možnosťami buď priradiť individuálne každému prvku vlastný blok, alebo vytvoriť jediný hlavný blok a pokúsiť sa doňho integrovať všetky prvky. Odporúčaný postup je začať sa predpokladom, že každému prvku bude odpovedať jeden blok a následne, ak je to výhodné, tieto prvky postupne združovať do blokov. Pre zváhanie výhodnosti klastrovania je potrebné zvážiť nasledovné faktory:



- Geometrická integrácia, presnosť a tolerancie. Priradenie prvkov do rovnakého bloku umožňuje jednotlivému prvku alebo skupine riadiť a kontrolovať fyzické vzťahy medzi týmito prvkami. Napríklad prvky, vyžadujúce presné umiestnenie alebo blízku geometrickú integráciu je možné navrhnúť optimálne najčastejšie práve v prípade, ak sú súčasťou jedného fyzického bloku.
- Zdieľanie funkcií. V prípade, ak jediný fyzický komponent implementuje viacero funkčných prvkov, je najlepšie, ak sú tieto funkčné prvky združené spolu.
- Schopnosti dodávateľov. Osvedčený dodávateľ môže disponovať špecifickými znalosťami alebo schopnosťami vo vzťahu k projektu a vzhľadom k možnosti využitia týchto schopností je možné združiť prvky, ktorých sa tieto schopnosti týkajú, do jedného bloku.
- Podobnosť dizajnu, konštrukcie, alebo výrobných technológií. Ak je pravdepodobné, že dva alebo viacero funkčných prvkov bude implementovaných pomocou rovnakého dizajnu, konštrukcie a/alebo výrobných technológií, potom začlenenie týchto prvkov do rovnakého bloku môže umožniť vyššiu ekonomickosť konštrukcie a/alebo výroby. Bežnou stratégiou býva napríklad spojiť všetky funkcie zahŕňajúce elektroniku do jedného bloku, čo umožňuje implementáciu všetkých týchto funkcií prostredníctvom jedinej dosky s plošnými spojmi.
- Lokalizácia zmeny. Ak je možné predpokladať významné zmeny niektorého z prvkov, je vhodné tento izolovať tento prvok do vlastného modulárneho bloku, takže následné zmeny je možné vykonať pomerne jednoducho, bez významného ovplyvnenia ostatných blokov.
- Prispôbenie sa variantnosti. Prvky by sa mali zoskupovať tak, aby umožnili zmeniť produkt tak, aby viac zodpovedal hodnotám zákazníkov.
- Podpora štandardizácie. Ak je možné vytvoriť sadu prvkov, ktoré môžu byť spoločne využité vo viacerých produktoch, tieto by mali byť združené do jedného bloku. To následne umožní vyrábať fyzické prvky bloku (súčiastky, komponenty) vo vysokých sériách s využitím všetkých výhod, ktoré z toho vyplývajú.
- Portabilita (prenositel'nosť) rozhraní. Niektoré interakcie je možné jednoducho prenášať na väčšie vzdialenosti. Napríklad, elektrické signály sú oveľa lepšie prenosné, ako mechanické sily a pohyby, čo znamená, že prvky s elektrickými interakciami môžu byť od seba jednoducho oddelené. V menšej miere to platí za určitých podmienok tiež pre tok kvapalín. Flexibilita elektrických interakcií napríklad umožňuje u elektromechanických zariadení zlúčiť v jednom bloku komunikačné a riadiace funkcie do jedného bloku, naopak mechanické prvky súvisiace s rovnakým objektom sú oveľa viac geometricky obmedzené vzhľadom na nevyhnutné mechanické interakcie.

**Vytvorenie hrubého geometrického layoutu.** Môže byť vytvorený buď dvojrozmerný, alebo trojrozmerný, a to buď pomocou nákresu (skice), počítačového modelu, či ako fyzický model (hlina, pena, blokové PUR materiály, papier, 3D tlač a iné technológie Rapid Prototypingu...). Cieľom je vytvorenie modelu s nízkym stupňom detailnosti (napr. makety, dizajnérskeho modelu), ktorého hlavnými úlohami je overiť, či sú geometrické rozhrania a vzťahy medzi jednotlivými blokmi realizovateľné a vyriešiť geometrické proporcie jednotlivých blokov a základné rozmerové vzťahy medzi nimi. Vytvorenie geometrického layoutu by sa malo koordinovať s priemyselnými dizajnéromi najmä v prípadoch, keď je nutné vziať do úvahy otázku estetiky a rozhrania človek – stroj, ktoré úzko súvisia s geometrickým usporiadaním blokov.

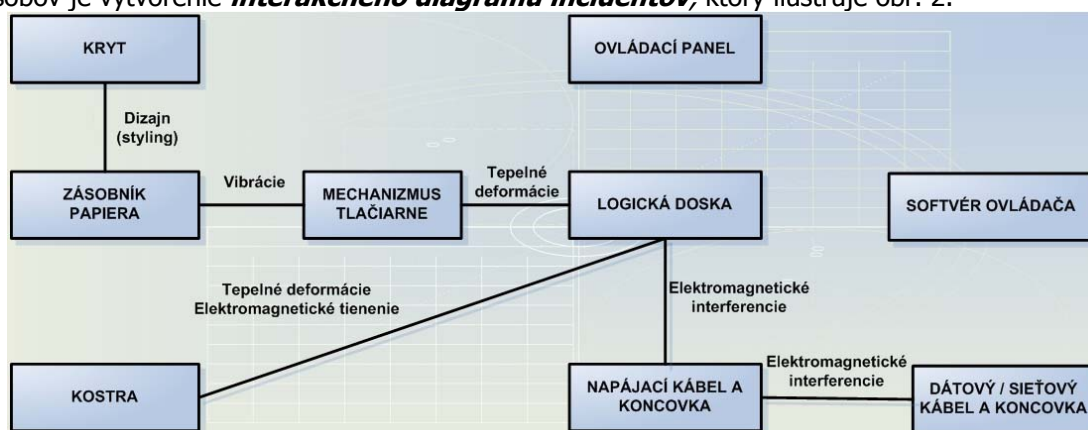
**Identifikácia základných (fundamentálnych) interakcií a vedľajších interakcií (incidentov).** Až na ojedinelé prípady, jednotlivé fyzické bloky určitým spôsobom neustále interagujú, a to tak medzi sebou navzájom, ako aj s okolím, a to buď priamo, alebo nepriamo. Tieto interakcie sú buď plánované alebo neočakávané a buď želané alebo neželané. Ľudia alebo tímy, podieľajúce sa na vývoji častí produktu, musia komunikovať a koordinovať svoje vývojové aktivity tak, aby sa:

- plánované želané interakcie dosiahli v čo najvyššej možnej miere,

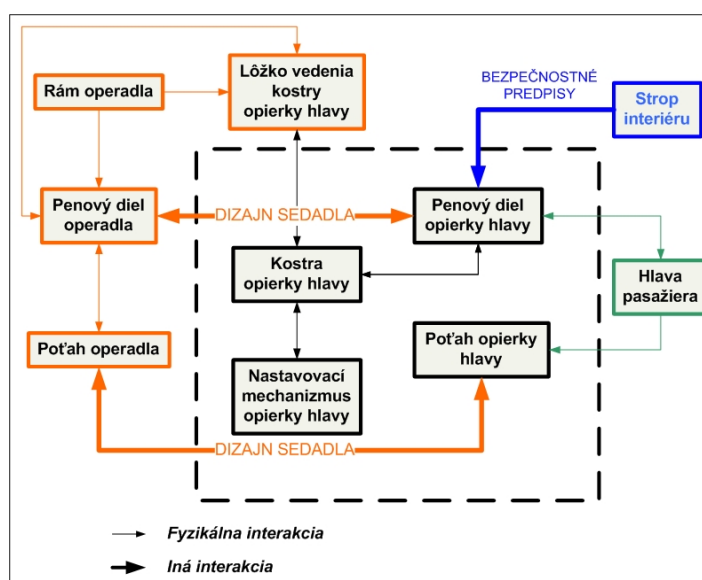


- plánované neželané interakcie obmedzili na čo najnižšiu, nevyhnutne nutnú úroveň, alebo sa úplne eliminovali,
- neplánované, ale želané interakcie zohľadnili pri ďalšom vývoji, posúdili a prípadne buď zapracovali do produkt dizajnu a posilnili, alebo obmedzili až eliminovali,
- neplánovaným neželaným interakciám úplne eliminovala možnosť vzniku zavedením preventívnych a kontrolných opatrení alebo funkcií do procesu vývoja, či do samotného návrhu a konštrukcie komponentu, resp. výrobku.

Pri vývoji je nevyhnutne nutné vždy tieto interakcie, či už sú dopredu známe, alebo nie, zohľadniť a riadiť ich, čo vyžaduje vysokú mieru koordinácie medzi jednotlivými vývojovými tímami. Identifikácia známych interakcií je doménou práve fázy dizajnu na úrovni systému. Fundamentálne interakcie zodpovedajú plánovaným želaným funkciám systému a ako také sú zahrnuté pri vytváraní schémy výrobku (kde odpovedajú zvyčajne vzťahom medzi jednotlivými blokmi). Vedľajšie interakcie – incidenty vyplývajú z konkrétnej fyzickej implementácie funkčných prvkov alebo z geometrického usporiadania jednotlivých fyzických blokov. Fundamentálne interakcie sú teda zdokumentované priamo v schéme, kým pre zdokumentovanie incidentov je potrebné nájsť iný spôsob. Jedným zo spôsobov je vytvorenie **interakčného diagramu incidentov**, ktorý ilustruje obr. 2.



Obr. 2 Príklad interakčného diagramu incidentov pre počítačovú tlačiareň



Obr. 3 Príklad zjednodušeného diagramu ohraňení pre hlavovú opierku automobilového sedadla



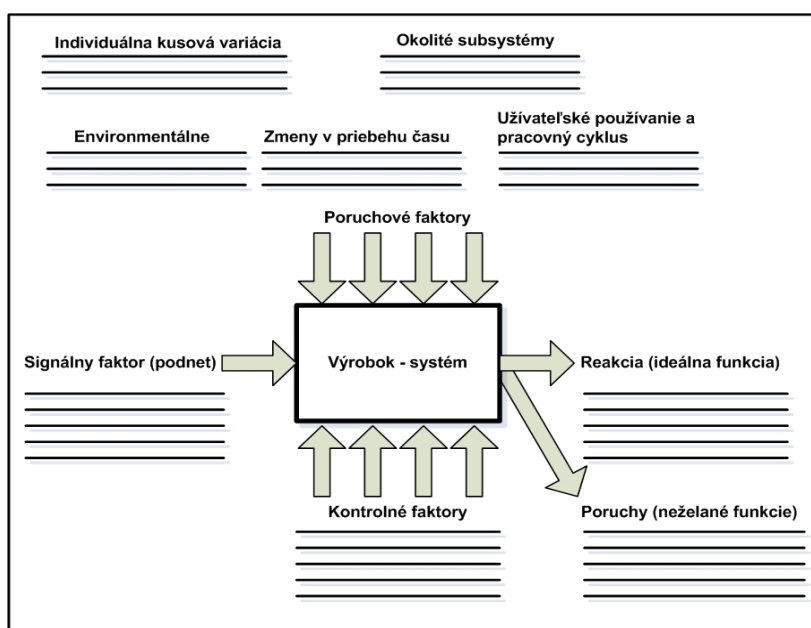
## Matica rozhraní – opierka hlavy na prednom sedadle

	Kostra opierky	Pena opierky	Poťah opierky	Hlava pasažiera	Lôžko vedenia kostry opierky	Nastavovací mechanizmus	Strop interiéru	Rám operadla	Pena operadla	Poťah operadla
Kostra opierky	●	2 -1	-1	-2 -2	2 2	2 0	-2	-2 0	-1 0	-1
Pena opierky	2 1	●	2	-1 -2			-2			
Poťah opierky	0	2	●	0			-2			
Hlava pasažiera	-2 1	-1 2	2 0	●						
Lôžko vedenia kostry opierky	2 -1				●			2 1		
Nastavovací mechanizmus	2	-2				●				
Strop interiéru	-2	-2	-2				●			
Rám operadla					2 0			●		
Pena operadla									●	
Poťah operadla										●



F fyzická interakcia (kontakt)  
E prenos energie  
I prenos informácií  
M materiálová výmena

Obr. 4 Čiastočne spracovaná matica rozhraní pre hlavovú opierku sedadla automobilu



Obr. 5 Prázdny P - diagram





Ďalšou možnosťou je využiť kombináciu nástrojov diagram ohraničení (obr. 3), matica rozhraní (obr. 4) a P-diagramy (parameter-diagram, obr. 5), využívanú najmä ako integrovaný nástroj pre prípravu FMEA (Failure mode – effect analysis, analýza možných chybových stavov a ich následkov), ktorá sa v produkt dizajne využíva na riadenie procesu vývoja ako silný nástroj robustnosti výrobku. Hlavnými výhodami tohto prístupu je jeho komplexnosť, dôkladnosť a to, že berie do úvahy aj interakcie medzi funkčnými prvkami a okolím, nevýhodou je náročnosť a prácnosť.

Súčasťou prípravy architektúry produktu je aj rozhodovanie o možnostiach diferenciacie produktu, ktorá je kľúčovým faktorom, determinujúcim dodávateľský reťazec. Najčastejšími dôvodmi pre diferenciaciu je pokrytie viacerých zákazníckych (resp. trhových) segmentov a lokalizácia pre rovnaké zákaznícke segmenty v rôznych regiónoch (napr. u elektrospotrebičov tvar zástrčky napájacieho kábla a sieťové napätie, buď 110 alebo 230 V). Na diferenciaciu produktu sa uplatňujú dva základné prístupy. Prvý prístup, tzv. „**včasná (skorá) diferenciacia**“ predstavuje scenár, v ktorom sa napr. pri finálnej montáži zostavia rôzne varianty (verzie) produktu, ktoré sa transportujú do regionálnych centier, kde sa realizuje finálne balenie a odtiaľ sú distribuované zákazníkovi, resp. predajcom a koncovým užívateľom. Druhý prístup má scenár uvedeného príkladu odlišný v tom, že pri ňom sa proces finálnej montáže rozdelí do dvoch fáz. Prevažná časť výrobku sa zmontuje v prvej fáze, následne sa výrobok transportuje do regionálnych centier, kde sa zmontuje do finálnej podoby pre daný región a následne sa zabalí a distribuuje sa na trh. V tomto druhom scenári je teda diferenciacia produktu realizovaná až pri konci dodávateľského reťazca. Tento druhý prístup sa označuje ako **odložená**, resp. **oneskorená diferenciacia**. Jej hlavnou výhodou je redukcia nákladov na prevádzku dodávateľského reťazca, predovšetkým prostredníctvom nižších požiadaviek na stav zásob. U väčšiny produktov, a platí to najmä pre inovatívne produkty, je vývoj dopytu po jednotlivých verziách produktu len ťažko predvídateľný, čo znamená, že dopyt po určitej komponente sa „náhodne“ mení medzi jednotlivými časovými obdobiami. Schopnosť poskytnúť trvalo vysokú dostupnosť produktu pri takejto neistote vyžaduje, aby boli zásoby k dispozícii pri konci reťazca. Odložená diferenciacia umožňuje podstatné zníženie nákladov na zásoby, pretože miera náhodnosti v dopyte po základných prvkoch výrobku (napr. platforma) je podstatne nižšia, než pri komponentoch, ktoré sú unikátne pre daný variant produktu. Vo väčšine prípadov dopyt po rôznych verziách produktu nekoreluje, takže zvyčajne platí, že ak dopyt po určitej verzii je vysoký, je možné, že dopyt po nejakej inej verzii produktu bude nízky. Nevyhnutnou podmienkou pre umožnenie odloženej diferenciacie sú dva základné princípy:

- Diferencujúce prvky produktu musia byť sústredené v jednom alebo v niekoľko málo blokoch. Aby bolo možné diferencovať produkt prostredníctvom jedného alebo niekoľkých jednoduchých krokov procesu, rozlišovacie atribúty výrobku musia byť definované buď jedným, alebo veľmi malým počtom komponentov.
- Produkt a výrobný proces musí byť navrhnutý tak, aby diferencujúce prvky bolo možné pridané do výrobku na konci dodávateľského reťazca. Aj keď diferenciatným atribútom produktu zodpovedá jediný komponent, môže dôjsť k situácii, že odklad diferenciacie nie je možný. Napríklad, ak obmedzenia, vyplývajúce z procesu montáže alebo konštrukcie výrobku vyžadujú, aby daný komponent bol pridaný k zostave na začiatku dodávateľského reťazca.

Žiaducou vlastnosťou architektúry produktu je, aby umožnila ponúknuť viacero produktov, ktoré, hoci sú vysoko diferencované, zdieľajú podstatný podiel komponentov. Súbor prvkov, vrátane dizajnu komponentov, ktoré tieto produkty zdieľajú, sa nazýva **platforma**. Plánovanie produktovej platformy zahŕňa riadenie základných kompromisov medzi osobitosťou a zhodnosťou, kde na jednej strane je konkurenčná výhoda na trhu vyplývajúca zo schopnosti ponúknuť viacero výrazne unikátnych verzií produktu, na druhej strane je výhodnosť konštrukcie a výroby vďaka maximalizácii miery, v ktorej tieto rôzne produkty majú spoločné komponenty. Pre riadenie týchto kompromisov sa využívajú dva nástroje, a to **plán diferenciacie** a **plán štandardizácie**. Plán diferenciacie je možné





vytvoriť vo forme matice, v ktorej riadky predstavujú diferenciačné atribúty, t.j. charakteristiky produktu dôležité pre zákazníka, u ktorých sa plánuje, že sa budú odlišovať v jednotlivých verziách produktu. Stĺpce tejto matice potom predstavujú jednotlivé verzie produktu. Plán šandardizácie je možné takisto vyjadriť maticou, v ktorej riadky zodpovedajú fyzickým blokom (súčiastkam, komponentom, alebo subsystémom) produktu, jeden stĺpec indikuje plánovaný počet rôznych typov daného bloku a zvyšné stĺpce zodpovedajú rôznym konfiguráciám, t.j. verziám produktu. Optimálne vyváženie oboch plánov je dôležité predchádzaniu extrémov, na jednej strane nadmernou variantnosťou a z nej vyplývajúcej neúmerne vysokých nákladov pri neriadenej diferenciacii a na druhej strane uniformitou a nízkou atraktivitou pre iné trhové segmenty pri nadmernej šandardizácii. Rozhodnutia pri plánovaní platformy by mali byť podporené kvantitatívnymi odhadmi ich dôsledkov v oblasti nákladov a výnosov. Odhad nárastu zisku pripadajúceho na zvýšenie trhového podielu o jeden percentuálny bod je vhodným meradlom, pomocou ktorého je možné zhodnotiť mieru efektívnosti potenciálneho nárastu nákladov vo výrobe a dodávateľských reťazcoch na vyššiu diferenciaciu. Pri odhade nákladov v dodávateľskom reťazci je nutné zvážiť, či, do akej miery a ktoré diferenciacie, vyplývajúce z plánu diferenciacie môžu byť navrhnuté ako odložené a ktoré musia byť „skoré“, t.j. na začiatku v dodávateľskom reťazci. Zvyčajne je prospešnejšie dospieť k rozhodnutiu pomocou viacerých iterácií na základe orientačných, približných informácií, ako zúfalo a namáhavo riešiť detaily počas relatívne menej iterácií. Architektúra určuje charakter kompromisu medzi diferenciaciou a šandardizáciou, tento charakter nie je fixne stanovený. Všeobecne platí, že modulárne architektúry umožňujú vyšší podiel zdieľaných komponentov, než integrálne. To znamená, že v prípade konfrontácie so zdanlivo neriešiteľným konfliktom medzi diferenciaciou a šandardizáciou, je namieste zvážiť alternatívne architektonické prístupy, ktoré môžu poskytnúť príležitosť na posilnenie tak diferenciacie, ako aj šandardizácie. Medzi aktivity s najdôležitejšími dosahmi na výslednú architektúru produktu patrí najmä:

- Definovanie sekundárnych, podporných systémov. Sem patria najmä bezpečnostné systémy, systémy elektrického napájania, systémy monitorovania stavu, podpory konštrukcie, chladenie a pod.
- Stanovenie jednotlivých architektúr blokov systémovej architektúry, pokiaľ tieto bloky samotné sú komplexnými systémami
- Definovanie detailných špecifikácií rozhraní medzi jednotlivými blokmi architektúry

## VÝBER KONCEPTU

Výber konceptu je proces hodnotenia konceptov s ohľadom na potreby zákazníkov a ďalšie kritériá, a to porovnaním relatívnych silných a slabých stránok konceptov a následným výberom jedného alebo viacerých konceptov pre ďalšie zhodnotenie alebo rozpracovanie. Existuje viacero metód pre výber konceptov, implicitných alebo explicitných, techniky sa pohybujú od intuitívnych prístupov k štruktúrovaným metódam. Medzi najčastejšie využívané metódy patria:

- Externé rozhodnutie. Koncepty sú ponúknuté zákazníkovi alebo inému externému subjektu, ktorý vyberie koncept podľa vlastného uváženia.
- Produktový šampión. Vplyvný člen vývojového tímu rozhodne za základe vlastných preferencií.
- Intuícia
- Multi – hlasovanie. Z viacerých konceptov každý člen hodnotiacej skupiny zvolí napr. 3, z ktorých jeden ohodnotí 3 bodmi, druhý dvoma a tretí jedným bodom. Vyberie sa koncept s dosiahnutým najväčším počtom bodov
- Pre a proti. Ku každému konceptu sa vypracuje zoznam silných a slabých stránok. Alternatívami tohto prístupu je SWOT (silné a slabé stránky samotného konceptu, príležitosti a hrozby – vzťah budúceho produktu a okolia) analýza a metóda 6 klobúkov (fakty a informácie, pocity a emócie, opatrnosť – negatíva, optimizmus – pozitíva, nové nápady a celkový pohľad)



- Prototyp a testovanie. Rozhodovanie na základe objektívnych údajov a informácií – výsledkov testov.
- Rozhodovacie matice. Úspešný dizajn je možné jednoduchšie dosiahnuť pomocou štruktúrovaného výberu konceptu, prostredníctvom dvojfázového procesu: skríning konceptov a bilancovanie – bodovanie konceptov (skórovanie, scoring). Skríning využíva referenčný koncept pre hodnotenie koncepčných variantov podľa vybraných kritérií, používa sa na hrubé porovnanie konceptov a zúženie rozsahu. Bodovanie môže používať rôzne referenčné body pre každé kritérium, váhu kritérií výberu a jemnejšiu ratingovú stupnicu. Bodovanie môže byť vynechané, ak skríning vytvorí jeden výrazne dominantný koncept. Tak skríning, ako aj bodovanie je možné realizovať s využitím matice a procesu výberu v šiestich krokoch:
- Príprava matice vo forme tabuľky (tab. 1, tab. 2), stĺpce odpovedajú jednotlivým konceptom (buď výrobku ako integrovaného systému, alebo fyzických či funkčných blokov – komponentov, subsystémov a pod.), v riadkoch sú uvedené jednotlivé kritériá. Pri bilancovaní je v prvom stĺpci uvedená váha jednotlivých kritérií.
- Hodnotenie (známkovanie) konceptov. V prípade skríningu sa používa stupnica lepší (+) – rovnaký (0) – horší (–) než referenčný koncept, pri bodovaní stupnica známok (min. od 1 – najhorší po 5 – najlepší, čím viac stupňov, tým jemnejšie odstupňovanie) a váha kritérií, t.j. výsledkom je vážené hodnotenie
- Zoradenie konceptov od najlepšieho po najhorší.
- Kombinácia a vylepšenie konceptov. Ak je to možné, je dôležité snažiť sa vytvoriť nový koncept kombináciou kritérií (resp. funkčných prvkov, ktoré sú nositeľmi týchto kritérií), ktoré dosiahli najlepšie hodnotenie.
- Výber jedného alebo viacerých konceptov. Cieľom procesu je vytvoriť a vybrať optimálny koncept, ktorý by mal mať najlepšie hodnotenie všetkých kritérií. Pokiaľ sú výsledky hodnotenia nepresvedčivé, t.j. žiaden z konceptov nie je výrazne lepší než ostatné, je vhodné upraviť bodovaciu škálu, prípadne prehodnotiť a prepracovať váhu jednotlivých kritérií a jednotlivé koncepty opätovne obodovať.
- Evaluácia výsledkov a procesu.

Pri výbere konceptu je potrebné venovať zvýšenú pozornosť najmä detailom v nasledovných oblastiach:

- Dekompozícia kvality konceptu. Všeobecným základným predpokladom je, že kvalita je súčtom jednotlivých kvalitatívnych vlastností konceptu vzhľadom k jednotlivým kritériám. Kvalitu niektorých konceptov však niekedy nie je možné rozložiť jednoducho na súbor nezávislých kritérií, alebo suma kvality jednotlivých kritérií nevystihuje zložité vzťahy medzi týmito kritériami. Je teda nutné vziať do úvahy problematiku nelineárnych vzťahov medzi výberovými kritériami.
- Subjektívnym kritériám, najmä z oblasti estetických prvkov a parametrov, je potrebné venovať zvýšenú pozornosť a rozhodovanie podložiť hodnotením dostatočne veľkého počtu respondentov, ktorí nie sú priamo zainteresovaní na vývoji produktu.
- Zjednodušenie zlepšenia konceptov. Je užitočné určiť všetky vlastnosti, ktoré by mohli byť použité na iné koncepty, a tiež problémy, ktoré by mohli byť riešené s cieľom zlepšiť koncepciu. Poznámky môžu byť umiestnené priamo v bunkách matice. Tieto poznámky sú užitočné najmä v kroku 4, kedy sa tím snaží kombinovať, triediť a zlepšiť koncepty pred rozhodnutím o výbere.
- Zahrnutie výrobných nákladov. Väčšina výberových kritérií predstavuje adaptáciu zákazníckych potrieb. Vyrobiteľnosť a výrobné náklady sa týchto potrieb týkajú nepriamo, avšak významnou mierou ovplyvňujú ekonomický – trhový úspech produktu.
- Výber prvkov agregovaných konceptov. Ak hodnotenie konceptov zahŕňa výber z množiny jednoduchších prvkov, je potrebné tieto prvky vyhodnotiť nezávisle predtým, než sa pristúpi k hodnoteniu komplexnejších systémov.

# Metodiky pre inovácie high-tech strojárskych produktov a výrobných systémov



**Európska únia**  
Európsky fond regionálneho rozvoja

Vedecký zborník čiastkových výstupov riešenia projektu  
„Centrum výskumu riadenia technických, environmentálnych a  
humánnych rizík pre trvalý rozvoj produkcie a výrobkov  
v strojárstve“

Kód ITMS projektu: 26220120060



- Uplatnenie vybraného konceptu počas celého nasledujúceho procesu vývoja. Zvolený koncept, ako aj metodiku, použitú pri jeho výbere, je nutné uplatňovať pri rozhodovaní počas všetkých nasledujúcich etáp vývoja. V niektorých prípadoch, ak napr. vo fáze detailného dizajnu, či pri testovaní, optimalizácii, čo dokonca pri projektovaní výroby dôjde k rozporom a je nutné prijímať kompromisy, tieto musia byť v súlade so schváleným konceptom. V prípade, že to nie je možné, je nutné výber konceptu prehodnotiť, vrátiť vývoj do koncepcnej fázy, koncept upraviť a dôsledne riadiť a kontrolovať zmeny konceptu vo všetkých oblastiach dopadu.

Tab. 1 Skríning (príklad)

Výberové kritériá	KONCEPTY						
	A (Referenčný)	B	C	D	E	F	G
Funkčnosť celková	0	0	-	0	0	+	-
Presnosť	0	0	-	0	0	+	+
Komfort celkový	0	0	+	+	0	0	0
Intuitívne ovládanie	0	0	-	+	0	0	0
Ergonomickosť	0	+	0	+	0	-	0
Ovládanie jednou rukou	0	0	0	+	0	-	0
Odolnosť konštrukcie	0	+	0	0	-	0	0
Tuhosť materiálu	0	+	0	0	+	0	0
Ostatné							
Výrobné náklady	0	-	+	-	-	0	0
<b>Suma (+)</b>	0	3	2	4	1	2	1
<b>Suma (0)</b>	9	5	4	4	6	5	7
<b>Suma (-)</b>	0	1	3	1	2	2	1
<b>Čisté skóre</b>	0	2	-1	3	-1	0	0
<b>Poradie</b>	3	2	4	1	4	3	3
<b>Vyhodnotenie</b> (Pokračovať vo vývoji?)	Kombinovať	OK Áno	X Nie	OK Áno	X Nie	? Kombinovať	? Revízia

Tab. 2 Skórovanie (príklad)

Výberové kritériá	Váha	KONCEPTY							
		AF		B		D Referenčný		G+ (Revidovaný)	
		H	VS	H	VS	H	VS	H	VS
Funkčnosť celková	0,25	4	1	3	0,75	2	0,5	2	0,5
Presnosť	0,1	5	0,5	3	0,3	2	0,2	4	0,4
Komfort celkový	0,08	3	0,45	3	0,24	3	0,24	3	0,24
Intuitívne ovládanie	0,1	3	0,3	3	0,3	3	0,3	3	0,3
Ergonomickosť	0,1	3	0,3	4	0,4	3	0,3	3	0,3
Ovládanie jednou rukou	0,03	3	0,15	3	0,09	3	0,09	3	0,09
Odolnosť konštrukcie	0,07	3	0,15	4	0,28	2	0,14	3	0,21
Tuhosť materiálu	0,05	3	0,15	5	0,25	2	0,1	3	0,15
Ostatné			0		0		0		0
Výrobné náklady	0,22	3	0,45	2	0,44	5	1,1	4	0,88
<b>Celkové skóre</b>	<b>100%</b>		<b>3,45</b>		<b>3,05</b>		<b>2,97</b>		<b>3,07</b>
<b>Poradie</b>			<b>1.</b>		<b>3.</b>		<b>4</b>		<b>2.</b>
<b>Vyhodnotenie</b> (Pokračovať vo vývoji?)			OK Áno		X Nie		X Nie		X Nie

H= hodnotenie (5=najlepší, 1=najhorší, 3 odpovedá hodnote 0 v skríningu), VS= vážené skóre



### TESTOVANIE KONCEPTU (KONCEPTOV)

Testovanie konceptu je odlišné od výberu konceptu v tom, že je založené na údajoch získaných priamo od potenciálnych zákazníkov a opiera sa v menšej miere na hodnoteniach zo strany vývojového tímu. Testovanie konceptu môže overiť, či potreby zákazníkov boli zodpovedajúcim spôsobom splnené v koncepte produktu, posúdiť predajný potenciál a / alebo získať informácie pre spresnenie konceptu produktu priamo od zákazníkov. Testovanie konceptu je užitočné realizovať v rôznych fázach procesu produkt dizajnu: pri identifikácii príležitosti pôvodného produktu, pri výbere, ktorý z dvoch alebo viacerých konceptov by mal byť ďalej rozpracovaný, pri posudzovaní trhového potenciálu konceptu produktu a / alebo pri rozhodovaní, či pokračovať v ďalšom vývoji a komercializácii produktu. Testovanie konceptu zvyčajne prebieha v siedmich krokoch:

- Definovanie cieľov (účelu) testovania konceptu.
- Výber/návrh testovacej skupiny (vzorky respondentov)
- Výber/návrh formy testovania
- Predstavenie – komunikácia konceptu. Najčastejšie sa realizuje formou verbálneho popisu, skice, fotografií a/alebo renderovaných obrázkov, obrázkového scenára (storyboard), video prezentácie, počítačovej simulácie, interaktívnej multimedialnej prezentácie, pomocou fyzických modelov (vzoriek) alebo funkčných prototypov.
- Získanie reakcií, spätnej väzby od skupiny (skupín) respondentov
- Spracovanie, vyhodnotenie a interpretácia výsledkov
- Evaluácia a validácia výsledkov a samotného procesu testovania

### ZÁVER

Fáza tvorby konceptu v procese produkt dizajnu vyžaduje pravdepodobne najintenzívnejšiu koordináciu medzi funkciami ako ktorákoľvek iná, preto je v tejto fáze koncentrovaných aj mnoho integračných metód vývoja. Vzhľadom k ďalekosiahlemu dosahu rozhodnutí, týkajúcich sa architektúry produktu, je kriticky dôležitá komunikácia a širokospektrálny zber informácií, pričom medzi najdôležitejšie patria vstupy z marketingu, výroby a dizajnu/konštrukcie/inžinieringu. Produkt dizajn na systémovej úrovni pokračuje ďalšími, detailnými aktivitami na systémovej úrovni, pričom ich rozsah závisí najmä od rozsahu projektu, resp. od komplexnosti predmetného produktu. Výsledkom koncepcnej fázy je okrem finálnej špecifikácie a architektúry produktu aj plán vývoja, ktorý predstavuje jednak definitívne rozhodnutie o schválení projektu, zároveň štartuje fázu detailného dizajnu, v ktorej okrem spresňovania samotného produktu začínajú v plnej miere aktivity spojené s prípravou výrobného systému a technologickou prípravou výroby.

### Literatúra

- [1] SPENCE, A. D.: Product design and development, MC Master University, Mechanical Engineering, 321 s. ISBN 13: 978-0-39-044050-1.
- [2] BABJAK, Š.: Základy navrhovania výrobkov pre automobilový priemysel. 1 vydanie. Košice, SJF TU, 2010. 125 s. ISBN 978-80-553-0564-6
- [3] DRM Associates and PD-Trak Solutions: New product development body of knowledge [online]. <<http://www.npd-solutions.com/bok.html>>



## TECHNIKY PRE TVORBU PROTOTYPOV V PRODUKT DIZAJNE

**Ing, Štefan Kender, PhD.**  
e-mail: [stefan.kender@tuke.sk](mailto:stefan.kender@tuke.sk)

### Abstrakt

Prototypovanie ako metódu na overovanie prvých konceptov a získanie prvej spätnej väzby od používateľov poznáme z klasickej výroby už dávno. Dnes nás už neprekvapí, keď vidíme prvé prototypy áut údajne tajne odфотографované niekde v stepi či prototypy nových mobilných telefónov. Tvorba prototypov v produkt dizajne predstavuje proces vytvárania nového výrobku, ktorý má upútať zákazníka a umožňuje svojim tvarom, vlastnosťami a fyzickými predispozíciami ponúknuť jasný obraz, alebo predstavu, ako v skutočnosti bude nový výrobok vyzerat'. Systematickými prístupmi produktových dizajnérov je možné následne chápať a hodnotiť ich kreatívne nápady, ktoré sa snažia zhmotniť do vizuálneho a technického riešenia nových produktov. Úlohou takto vyrobeného výrobku dizajnéra je spojiť umenie, vedu a technológie za účelom vytvorenia nových produktov, ktoré budú môcť následne po odsúhlasení a spustení sériovej výroby používať koncoví zákazníci.

**Kľúčové slová:** Produkt dizajn, prototyp, prototypovanie, Rapid prototyping

### ÚVOD

Úspech podnikateľského zámeru v rôznych výrobných oblastiach dnes závisí v prvom rade od akceptácie výrobku na trhu. Dizajnérske stvárnenie je jedným z významných predpokladov úspechu výrobku. Účasť dizajnéra na vývoji produktu je vo väčšine prípadov takou dôležitou, že sa dizajnéer stáva priamym účastníkom cyklu vývoja a výroby. Pri vývoji množstva výrobkov sa ukazuje, že správne konečnému rozhodnutiu by prispela možnosť vzhliadnuť na reálny model (vzorku, prototyp), podržať ho v ruke, pocítiť skutočnú hmotnosť a tvary. Pred dizajnérom vzniká úloha preniesť virtuálny model do reality. Používanie počítačových programových produktov špecializovaných na podporu priemyselného dizajnu umožnilo zjednodušiť komunikáciu dizajnéra s ostatnými tvorcami produktu - autormi koncepcie, návrhámi, konštruktérmi, technológmi, marketingovými odborníkmi. Konkurenčné tlaky, ktorým odolávajú výrobcovia i členovia ich vývojových tímov, vedú k rastu investícií do vývoja. Zároveň sa objavujú nové technológie, ktoré umožňujú vývoj nových výrobkov urýchliť, zjednodušiť a v konečnom meradle aj zefektívniť. Počítačová integrácia tak zasiahla oblasť, ktorá doteraz využívala takmer výhradne staré, dlhodobo overené pracovné metódy - tvorbu modelov a prototypov. Dôležitým prostriedkom vo fáze vývoja nového výrobku sa preto stáva príprava a stavba jeho prototypu. Prototyp je potrebné chápať ako prvú fyzickú konkretizáciu výrobku, ktorá sa používa pri rozhodovaní a objasňovaní jednej, alebo viac otázok počas procesu vývoja nového výrobku. Tvorba samotného prototypu poskytuje prvotnú vizualizáciu výrobku a umožňuje výskum, preskúmanie, optimalizáciu a potvrdenie technického riešenia. Prototypy napomáhajú procesu navrhovania. Výrobky môžu byť vizuálne hodnotené, dotykovo skúmané, fyzicky testované, modelované, pozmeňované a pozorované ako 3D objekt. Fyzické modely poskytujú krok k realizácii výrobku. Fyzický model je objekt, alebo skupina objektov, ktorý je vyrobený z rôznych materiálov na priblíženie aspektov toho, ako sa bude realizovať koncept výrobku.

### PROTOTYPOVANIE

Úspešnosť či neúspešnosť podnikateľského zámeru v rôznych výrobných oblastiach dnes závisí v prvom rade od postavenia a akceptácie výrobku na trhu. Dizajnérske stvárnenie je jedným z významných predpokladov úspechu výrobku. Účasť dizajnéra na vývoji produktu je vo väčšine prípadov takou dôležitou, že sa dizajnéer stáva priamym účastníkom cyklu vývoja a výroby. Pri vývoji množstva výrobkov sa ukazuje, že správne konečnému rozhodnutiu by prispela možnosť vzhliadnuť na reálny model (vzorku, prototyp), podržať ho v ruke, pocítiť skutočnú hmotnosť a tvary. Pred dizajnérom vzniká úloha preniesť virtuálny model do reality.



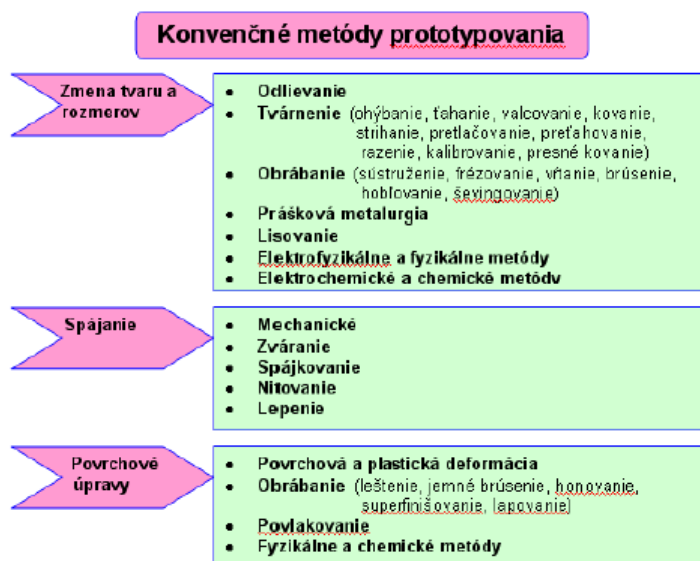


Používanie počítačových programových produktov špecializovaných na podporu priemyselného dizajnu umožnilo zjednodušiť komunikáciu dizajnéra s ostatnými tvorcami produktu - autormi koncepcie, návrhármi, konštruktérmi, technológmi, marketingovými odborníkmi. Najdôležitejšou časťou vo fáze vývoja výrobku je stavba prototypov. Prototyp je definovaný ako fyzikálny model, ktorý obsahuje všetky podstatné prvky výrobku a umožňuje jeho skúšanie a hodnotenie v reálnych podmienkach. Prototypovanie znižuje riziká a pomáha už na začiatku vývoja nového výrobku zabrániť chybám, ktorých odhalenie a riešenie v neskorších fázach vývoja by bolo oveľa náročnejšie a nákladnejšie. Samotný prototyp môžeme chápať ako prvotnú materiálovú vizualizáciu výrobku, ktorá sa nachádza v cykle vývoja a je pre ďalšie rozpracovanie návrhu výrobku nevyhnutný, pretože poskytuje praktické informácie o funkčnosti a kvalite výrobku, ako aj o nákladoch potrebných na jeho zhotovenie. Pri použití tradičných výrobných metód je však výroba prototypu zdĺhavá, často spotrebuje až 25% celkového času vývoja a trvá až niekoľko mesiacov. Dôsledkom je, že v mnohých prípadoch prototyp nie je k dispozícii pri riešení ďalších krokov vývoja a pri niektorých dôležitých rozhodnutiach. Dlhá priebežná doba výroby prototypu je okrem organizačných nedostatkov zapríčinená predovšetkým vysokým podielom manuálnej práce. Na výrobu prototypu sa v niektorých odboroch spotrebuje až 50% všetkých nákladov plánovaných na vývoj. Hlavné rozdelenie metód prototypovania:

- konvenčné prototypovanie,
- virtuálne prototypovanie,
- nekonvenčné prototypovanie,
- hybridné prototypovanie.

## KONVENČNÉ METÓDY PROTOTYPOVANIA

Konvenčné prototypovanie zahŕňa metódy, u ktorých prebieha výroba prototypov pomocou klasických technológií na zmenu tvaru a rozmerov, technológií spájania a povrchových úprav. Výroba je nákladná a v mnohých prípadoch neefektívna a s nízkym stupňom automatizácie. Dosahujú však vyššiu presnosť, kvalitu povrchu a v podstate pre ne neexistujú obmedzenia z hľadiska rozmerov jednotlivých dielov. Výhodou je tiež široké spektrum použiteľných materiálov.



Obr. 1 Konvenčné metódy prototypovania



Z hľadiska použitých výrobných prostriedkov je možné technológie výroby prototypov rozdeliť na:

- ručné,
- strojné,
- kombinované.

### RUČNÉ TECHNIKY MODELOVANIA

Ručné techniky modelovania sa používajú najmä v prípadoch, keď je úlohou prototypu posúdenie dizajnu navrhovaného výrobku. Hlavnou výhodou je ich jednoduchosť, relatívne nízke náklady, avšak použitie takto vyrobených prototypov je veľmi obmedzené. Medzi najrozšírenejšie techniky prototypovania patria:

- modelovanie z hliny,
- odlievanie,
- laminovanie.

### MODELOVANIE Z HLINY

Táto metóda modelovania sa predovšetkým hodí na výrobu pracovných modelov, na ktorých je možné overiť základné tvarové a rozmerové požiadavky, ale tiež na zhotovenie modelu na negatívne formy, napr. pre laminovanie. Pri výrobe väčších modelov je v prvom rade potrebné vytvoriť nosnú konštrukciu. Nosná konštrukcia je vyrábaná z rôznych materiálov ako je drevo, kov a plasty. Po vytvorení nosnej konštrukcie sa môže vodou dobre rozmiešaná modelárska hlina nanášať a tvarovať. Je možné použiť aj špeciálnu modelársku hlinu, ktorá sa používa prevažne pri vývoji automobilov. Tá je po ohriati tvárna, po ochladení ju možno ľahko opracovať. Na tvarovanie hliny je možné použiť rôzne šablóny, špachtle, rôzne tvarové nožíky a tiež aj tvarovaciu frézu. Tá vyrobí finálnu podobu hlineného modelu v skutočnej veľkosti podľa nainštalovaného programu a do detailov obrobí aj náročnejšie partie prototypu. Po hrubých rysoch sa tvoria jemné plochy a detaily. Výsledný tvar sa potiahne špeciálnou striebornou fóliou, iným odtieňom sa znázornia okná. Výsledkom je predobraz vozidla, ktorý vyzerá rovnako ako skutočná strieborná s metalickým lakom lakovaná karoséria. Z hotového modelu je potrebné vytvoriť matricu, ktorú je možné vyrobiť zo sadry, latexu, laminátu alebo polyuretánu.



Obr. 2 Prierez hlineným prototypom a detail jeho nosnej konštrukcie [1]



Obr. 3 Finálny hlinený prototyp Fabie v mierke 1:1 [1]

Navrhovanie každého prototypu sa začína najskôr papieri. Po skiciach nasledujú hlinené modely z menšenej veľkosti a po nich hlinený predobraz vozidla v mierke 1:1. Vzniká tak, že z oceľových profilov sa zvarí kostra prototypu, na ktorú prídu panely z dreva, polystyrénu a posledná vrstva je hlina. Finálnu podobu hlineného modelu v skutočnej veľkosti podľa nainštalovaného programu do detailov obrobí počítačom riadená fréza. Fréza u automatického modelovania alebo dizajnér u ručného modelovania. Posledným krokom je povrchová úprava modelu. Podobne vzniká aj interiér budúceho automobilu. Výsledný model slúži nielen k posudzovaniu tvaru karosérie, ale taktiež k exaktným laboratórnym meraniam. Jedná sa predovšetkým o skúmanie aerodynamiky. Sleduje sa ním možné zníženie a optimalizácia aerodynamického odporu a optimalizácia prívodu vzduchu pre chladenie motora, brzd, kúrenia a ventilačného systému.



Obr. 4 Finálny hlinený prototyp interiéru automobilu

Z hotového hlineného modelu je potrebné vytvoriť matricu, ktorú je možné vyrobiť zo sadry, latexu, laminátu alebo polyuretánu.



### ODLIEVANIE PROTOTYPOV

Odlievanie je zhotovovanie súčiastok a prototypov z materiálov v tekutom stave, ktoré sú schopné po naliatí do foriem vytvrdnúť. Výhodou tejto technológie je, že môžeme vyrábať súčiastky a prototypy zložitých tvarov, ktorých výroba by bola pri použití iných technológií zdĺhavá, veľmi pracná a drahá. Odlievaním zhotovujeme výrobky z kovov (liatina, bronz, mosadz, hliník atď.), plastov (Dentacryl, Epoxy, atď.) a z gúmy (Lukoprén). Medzi najznámejšie technológie patrí odlievanie:

- tlakové,
- vákuové,
- presné,
- kokilové,
- kontinuálne liatie,
- odlievanie do škrupinových foriem.

#### *Odlievanie do silikónovej formy*

Na výrobu formy používame pružné materiály (obr. 5), do ktorých sa odlieva sadra, vosk, betón a polyuretánové živice. Kvalitný model je základom kvalitného odliatku. Pre výrobu foriem zo silikónových kaučukov model môže byť z akéhokoľvek neporézneho materiálu. Pre výrobu modelov pre odlievanie na vytaviteľný model pripadá do úvahy včelí vosk, alebo parafín. Výrobe modelu treba venovať veľkú pozornosť, lebo dobrý odliatok presne reprodukuje aj také detaily, ako sú odtlačky prstov, ťahy nástrojov, drobné povrchové vady a podobne. Je možné vyrobiť jednodielne ako aj viacdielne formy. Pred samotným zaformovaním je nutné rozvrhnúť deliace roviny viacdielných foriem, umiestnenie náliatkov a systémov odtokových kanálikov. Viacdielne formy je nutné vyrobiť takým spôsobom, aby bolo možné zhotovený odliatok z formy veľmi jednoducho vybrať. Správne zamodelovaný objekt by mal z formy po odliatí samovoľne vypadávať. Nie vždy je to jednoduché. Veľká výhoda silikónových kaučukov spočíva v ich pružnosti. Odvzdušňovacie kanáliky slúžia k rýchlejšiemu odvodu vzduchu z formy. V každej uzavretej forme by mal byť aspoň jeden odvzdušňovací kanálik. Odvzdušňovací kanálik je nutné umiestniť aj do miest, ktoré sú nad úrovňou styku s modelom a všade tam, kde hrozí nebezpečenstvo vzniku vzduchovej bubliny. Dobrý odliatok sa okrem iného vyznačuje dokonalým odliatím všetkých odvzdušňovacích kanálikov. Na obrázku č. 5 je možné vidieť hotovú formu s modelom výrobku. Liatím do silikónovej formy je možné odlievať výrobky z rôznych materiálov. Je nutné formu dovulkanizovať pri teplote 150 °C 5 až 10 hodín. Obe časti formy sa spolu zafixujú a uložia sa na vodorovnú plochu. Forma sa naplní materiálom a nechá vytuhnúť. Po vytuhnutí sa forma rozdelí a prototyp vo forme odliatku sa očistí od náliatkov a je pripravený na ďalšie opracovanie, prípadne finalizovanie.



Obr. 5 Zaliatie modelu, vybratie modelu z formy, hotová forma





### LAMINOVANIE

Predstavuje veľmi obľúbenú metódu výroby prototypov a modelov v oblasti výroby komponentov škrupinovitého tvaru. V automobilovom priemysle má nezastupiteľné miesto pri výrobe prototypu vozidla ako metóda výroby prototypov karosárskych dielov. Hlavnou výhodou je jednoduchosť metódy, široká oblasť využitia a dobré mechanické a pevnostné vlastnosti výrobkov. Hlavnou nevýhodou tejto metódy je, že v podstate neumožňuje výrobu kompaktných telies, či telies s viacerými funkčnými plochami (v jednej operácii). Princípom laminovania je vrstvenie tkaniny, pričom jednotlivé vrstvy sú spájané spojivom (najčastejšie epoxidové živice). Samotnému procesu laminovania predchádza výroba formy, ktorú je potrebné naseparovať, aby sa o ňu laminát neprilepil. Do takto pripravenej formy sa natrú prvá vrstva – vrchná, t.j. materiál gel-coat, na ktorú sa položí sklenená tkanina. Na ňu sa natrú vrstva živicového spojiva a nasleduje ďalšia vrstva tkaniny a ďalšia vrstva živice, čím sa dosiahne vyššia odolnosť modelu. Počet vrstiev závisí od požadovanej hrúbky laminátu, jeho pevnosti, hmotnosti ale aj od veľkosti vyrábaného modelu a zložitosti jeho tvaru. Laminát sa vytvrdzuje 24 hodín a po vybratí z formy sa orežú neforemné okraje a drobné nedostatky tvaru sa upravujú tmelom a vybrúsia jemným brúsny papierom. Pri tejto metóde sa na polystyrénový, alebo hlinený model nanášajú vrstvy polyesterovej, prípadne epoxidovej živice a tkaniny so sklenenými vláknami, až kým nedosiahneme požadovanú hrúbku prototypu. V závislosti od použitej živice je možné zhotovený výrobok ďalej ešte tepelne vytvrdzovať, čo mu dodá zlepšenie mechanických vlastností. V prípade potreby je možné výsledný povrch takto vyrobeného dielu ešte následne povrchovo upravovať tmelením a striekaním.



Obr. 6 Výroba karosérie prototypu automobilu z laminátu

### VIRTUÁLNE PROTOTYPOVANIE

V súčasnosti je virtuálne prototypovanie vo svete najviac používanou metódou, čo v praxi znamená najširšie nasadenie CAD (Computer-Aided-Desing) a CAE (Computer-aided-engineering) programov pre overenie a testovanie návrhov ešte pred výrobou prvého fyzického prototypu. Po vytvorení prvotného konceptu sú následne vygenerované jednotlivé diely, podzostavy a zostavy v CAD systéme, v ktorom sa zároveň overuje funkčnosť mechanizmov, kolízie v zostavách a pod.. Následne sa pre zostavy či jednotlivé diely simulujú ich chovanie pomocou CAE programov. Tento spôsob umožňuje interaktívne vylepšovanie návrhu výrobku, dokiaľ nie sú splnené presne špecifikované kritéria funkčnosti. Dôležitým faktorom, ktorý ovplyvňuje proces vývoja virtuálneho prototypu, je previazanosť jednotlivých softvérových nástrojov. Väčšina popredných CAD systémov dnes ponúka priamu integráciu CAE softvérov do svojich prostredí, čo umožňuje nasadiť simuláciu už v počiatočnej fáze vývoja a navyše ponúka možnosť aktualizácie výpočtového modelu pri každej zmene CAD modelu.





Ďalším významným krokom je priblíženie simulácie konštruktérom, ktorým je tak umožnené, vďaka integrácii CAE do CAD prostredia, vykonávať jednoduché simulácie priamo na CAD modeli bez hlbších znalostí problematiky konkrétnych výpočtov. Čo je ale dôležité podotknúť, je pre detailné a náročnejšie výpočtové úlohy nevyhnutné vytvárať detailnejší výpočtový model, pre ktorý je už zložité zachovanie priamej integrácie na CAD model.

Konštrukčné riešenia jednotlivých komponentov v automobilovom priemysle má jeden veľký spoločný menovateľ a tým je precíznosť. Všetky konštrukčné riešenia musia byť dotiahnuté ku skutočnej dokonalosti, či už sa jedná napr. o turbodúchadlo, alebo len o obyčajný palubný prepínač. Dôraz na kvalitu prevedenia sa kladie na prvé miesto už pri vývoji. Dôvodom je predovšetkým to, že automobily sú vyrábané v tisícokusových sériách a každá maličkosť a nedotiahnuté konštrukčné riešenie by mohlo napríklad o pár rokov znamenať i napríklad zvolávaciu akciu na výmenu zle navrhnutého dielu a tým pádom veľkej finančnej straty. Výrazná pozornosť je taktiež venovaná už vo fáze návrhu a konštrukcie jednotlivých dielov napríklad takým otázkam, akými sú napríklad možná manipulácia s dielom pri montáži, alebo zaistenia jeho ľahkej výmeny pri prípadnej oprave. Zložitejšie konštrukčné uzly sú realizované často unifikovane, to znamená, že napríklad v rámci jedného koncernu je používaný napríklad jeden typ tlačidla na zapínanie výstražných smeroviek. Šetria sa tým náklady na výrobu a zjednocujú sa pravidlá ovládania. Ďalším príkladom môžu byť napríklad modelové rady motorov. Veľkou pomocou pri vývoji napríklad automobilov sú rôzne typy podporných výpočtových metód. Jedná sa o postupy a technológie, ktoré sa využívajú pre stanovenie kritických uzlov či už sa jedná o bežné zaťaženie, alebo napríklad o deformáciu spôsobenú vplyvom nárazu. Už v samotnej fáze tvorby modelu je možné odhaliť prípadné problémové miesta a zoptimalizovať ich geometrické charakteristiky, poprípade použité materiály. Jedná sa pritom o veľmi výrazné úspory času a nákladov použitých na vývoj a prípravu nového výrobku.

### NEKONVENČNÉ PROTOTYPOVANIE

Medzi nekonvenčné metódy prototypovania môžeme priradiť hlavne metódy Rapid Prototyping (RP). Všeobecným znakom metód RP je, že tvarovanie súčiastky sa nevykonáva odoberaním materiálu ako u trieskového obrábania, ale postupným pridávaním materiálu vo forme prášku alebo taveniny v malých vrstvách (mimo techniky frézovacích viacosových centier). Základný princíp RP je, že počítačová interpretácia objektu (súčiastky) slúži, ako priamy vstup do technologického zariadenia, ktoré v podstate bez prípravných fáz a špeciálnych nástrojov vytvára fyzický objekt s vlastnosťami blízky finálnemu objektu. Rapid prototyping technológie z 3D CAD modelov odvodí informácie na rozčlenenie objemového telesa na vrstvy a pomocou špeciálnych postupov vytvorí vrstvy. Postup:

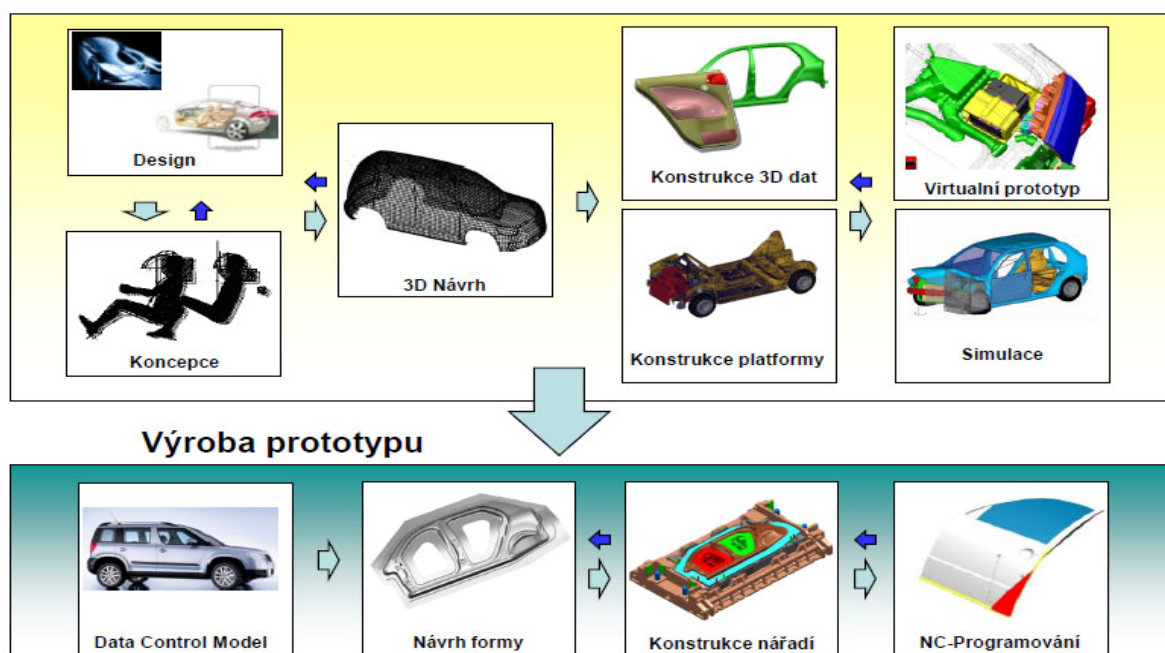
- generovanie informácií vo vrstvách v počítači,
- generovanie fyzických vrstiev,
- spájanie vrstiev.

Metódami RP je možno vyrobiť i tvarovo zložité súčiastky s ďalšími vnútornými priestormi, rebrami a pod. Rapid prototyping vznikol na začiatku 90-tych rokov na báze požiadavky radikálneho skrátenia vývojových prác (sterolitografia, CNC obrábanie, vákuové odliatky). V polovici 90-tych rokov pribúdajú ďalšie technológie. Rapid Prototyping prináša radikálne skrátenie času prípravy prototypu a tým aj zvýšenie početnosti variantov návrhov a znižuje náklady na výrobu prototypov. Trendy v tejto oblasti sú:

- Zdokonaľovanie metód RP z hľadiska výkonnosti a nákladov.
- Nástup systému Rapid Tooling (aplikácie RP v oblasti nástrojov.) Nástroje sú použiteľné pre výrobu v malých sériách.
- Prototyping ready to drive.



Obr. 7 Virtuálny prototyp automobilu Ford Mondeo [7]



Obr. 8 Využitie CAD systémov pri vývoji prototypu automobilu [2]

Výhodou je skrátenie času prípravy prototypu a vysoká produktivita. Podľa expertov súčasný stav umožňuje prostredníctvom RP realizovať 90-95% súčiastok vyvíjaného automobilu. Ekonomická nákladnosť tejto techniky vyžaduje realizáciu RP v centrách (veľké automobilky, firmy špecializované na vývoj a národné centrá v malých štátoch). Príkladom uplatnenia technológie rapid prototyping v automobilovom priemysle je firma Bertrand Group (Nemecko). Realizuje vývojové práce typu dielce karosérie, interiér vozidla, podvozky, motory a agregáty pre automobilky BMW, Daimler Chrysler, Ford, Opel, PSA, Porsche, Volkswagen, Renault a ich subdodávateľov. Disponuje technológiami pre rapid prototyping: laser sintering, stereolitografia, vákuové odlievanie a 5-osové obrábacie centrá. Nástup nových technológií pre výskum a vývoj v automobilovom priemysle ukazuje obr.9. Prehľad najpoužívanejších technológií Rapid Prototypingu a ich aplikácie v automobilovom priemysle je v tab. 1.

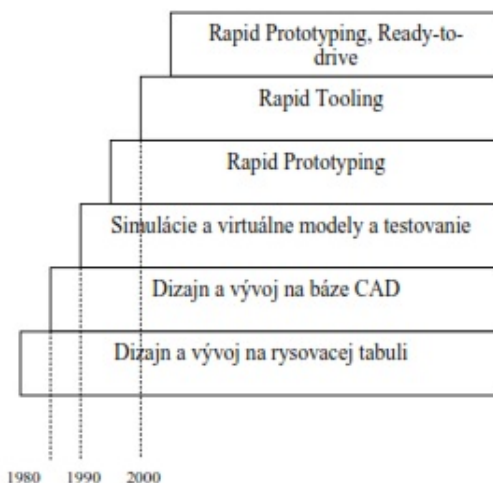
# Metodiky pre inovácie high-tech strojárskych produktov a výrobných systémov



**Európska únia**  
Európsky fond regionálneho rozvoja

Vedecký zborník čiastkových výstupov riešenia projektu  
„Centrum výskumu riadenia technických, environmentálnych a  
humánných rizík pre trvalý rozvoj produkcie a výrobkov  
v strojárstve“

Kód ITMS projektu: 26220120060



Obr. 9 Časový vývoj nových technológií pre prípravu inovácií

Tab.1 Aplikačné možnosti technológií Rapid Prototypingu, zdroj: [6]

Technológia Skratka, komerčný názov	Materiály	Vyrábané prototypy (resp. nástroje na výrobu) automobilových komponentov, aplikácia
Stereolitografia SLA	Tekuté akrylátové, epoxidové a uretánové fotopolyméro-vé živice	Palubná doska, páka ručnej brzdy, svetlá, zrkadlo, blatník, emblém, maska chladiča, puklica, palivová sústava, nárazník, hlava valca, volant, vzduchový filter, odlievané časti motora, detská sedačka, model karosérie, kryt a prstenec airbagu, komponenty interiéru kabíny apod. <b>Použiteľné na hodnotenie dizajnu, výrobu foriem na odlievanie, obmedzene na testy funkčnosti a ako modely pre odlievanie metódou vytaviteľného modelu</b>
Automatické laminovanie LOM	Papier, plastové fólie	Rameno nápravy, záves kolesa, model karosérie, palubná doska apod. Vo všeobecnosti diely s nižším stupňom detailnosti. <b>Použiteľné najmä na hodnotenie dizajnu, obmedzene na výrobu foriem</b>
Nanášanie vlákna FDM	Vosky, ABS	Kryt ventiláčného systému, záves kolesa, komponenty montážnej skupiny pre testovanie zmontovateľnosti, apod. <b>Použiteľné na hodnotenie dizajnu, výrobu foriem na odlievanie, modelov pre odlievanie metódou vytaviteľného modelu, obmedzene na testy funkčnosti a zmontovateľnosti.</b>
Hybridná 3D Tlač Systémy Z Corporation	Kovové a plastové prášky, prášky na báze škrobu, voskové a epoxidové infiltiráty	Blok motora, blok valca, palivová sústava, kryt motora, disk kolesa, puklica, nárazník, volant sedadlo, detská sedačka, modely pre výrobu foriem apod. <b>Použiteľné na hodnotenie dizajnu, výrobu foriem na odlievanie, testy zmontovateľnosti, obmedzene na testy funkčnosti a výrobu modelov pre odlievanie metódou vytaviteľného modelu</b>
3D Tlač InkJet	Vosky	Komponenty menších rozmerov, časti airbagu, komponenty interiéru apod. <b>Použiteľné na hodnotenie dizajnu, výrobu foriem na odlievanie, obmedzene na testy zmontovateľnosti a funkčnosti. Zvlášť vhodné na výrobu modelov pre odlievanie metódou vytaviteľného modelu</b>
Selektívne laserové spekanie SLS	Plastové, kovové a kompozitné prášky	Palubná doska, páka ručnej brzdy, svetlá, zrkadlo, blatník, emblém, maska chladiča, puklica, nárazník, hlava valca, volant, vzduchový filter, časti motora, detská sedačka, model karosérie, sedadlo, komponenty interiéru kabíny apod. Funkčné prototypy ventilátora, centrálnej konzoly, pružných káblových kanálov, palivovej sústavy <b>Použiteľné na hodnotenie dizajnu, výrobu foriem na odlievanie, testy zmontovateľnosti a funkčnosti. Možnosť výroby plne funkčných prototypov i malých sérií výrobkov v sériovej kvalite.</b>





### ZÁVER

Čím je náročnosť práce a celého tvorivého procesu vyššia, tým sa zlepšuje pomer medzi nákladmi a úžitkovou hodnotou konečného riešenia. Jedným z najdôležitejších atribútov prototypovania je jeho generatívnosť, t.j., že pri tvorbe prototypov vznikajú stovky nových a nových ideí. Niektoré z nich sú lepšie, iné zas horšie no v konečnom dôsledku však proces prototypovania vedie k novým inováciám, čo mnohokrát vedie k šetreniu času, nakoľko sú generované novšie a efektívnejšie riešenia daného problému. Ďalším zo skupiny dôležitých pozitívnych ukazovateľov prototypovania je, že konkrétne idey získavajú hmotnú podobu, čo vedie k ich lepšej prezentovateľnosti a hlavne možnosti testovania. Využitím prototypov, ktoré oproti textovej interpretácii reprezentujú dizajn v grafickej podobe a na rozdiel od obrázkov umožňujú aj interakciu a teda umožňujú človeku dizajn aj vyskúšať, ohmatať, určiť jeho váhu a porovnať vlastnosti s predchádzajúcim riešením pomocou rôznych druhov testov. Okrem spomínaných spôsobov sa dajú jednotlivé postupy dopĺňať ostatnými, čím sa v konečnom dôsledku zvyšuje presnosť. Ďalšou prednosťou fyzických prototypov je ich redukcia nedorozumení vzhľadom k textovému popisu určitých vlastností, alebo charakteristických znakov. Pri čítaní textu totiž človek v jednom momente vidí len obmedzenú časť interakcie, čo sa pri prototypoch veľmi ľahko a prirodzene odstraňuje. Prototypovanie podporuje tvorbu rozhodnutí, uvažuje sa s viacerými verziami prototypov a úspešným či výsledným sa stáva len ten najlepší z nich. Podstatným nie je ako sa prototyp vyrába, alebo vytvára, podstatným je to, čo chceme prototypom doceliť. Sústrediť sa treba v prvom rade na konečný, ktorým je samozrejme testovanie interakcie jednotlivých riešení, čomu sa prispôsobujú aj jednotlivé kroky tvorby prototypov. Nevyhnutnou súčasťou je cyklus prezentovania a kritizovania ponúknutého riešenia, na konci ktorého sa dostávame ku konceptu, ktorý máme v pláne prototypovať. Dôležitým je sa správne rozhodnúť, akú formu prototypovania použijeme a hlavne či sme na základe zvolených postupov schopný vyrobiť prototyp, ktorý budeme môcť ďalej testovať. Taktiež je potrebné už dopredu vedieť v akej kvalite budeme prototyp vytvárať, aby sme sa vyhli možným komplikáciám z interpretácie riešenia. Po vytvorení prototypu sa opäť dostávame do fázy prezentovania a kritizovania, aby sme odstránili slabé miesta ponúknutého riešenia. Aplikáciou a zapracovaním pripomienok a návrhov je možné následne prototyp inovovať a pôvodné riešenie je už zrazu o niečo dokonalejšie než to predchádzajúce.

### Literatúra

- [1] Kováč, M., Kender, Š., Sabadka, D., Švač, V.: Product design v automobilovej výrobe. Košice : TU, Edícia EQUAL, 2006. 110 s. ISBN 80-8073-687-1.
- [2] Ježek, R.: CAD v technickém vývoji Škoda auto a.s.. Mladá Boleslav : Škoda Auto a.s., Konstruční systémy a systémy vozu, 2009.  
[http://intech2.tul.cz/dokumenty/vystupy\\_z\\_projektu/09~Partner%20%20ŠKODA%20Auto/P3-05\\_CAD\\_Technickem\\_vyvoji.pdf](http://intech2.tul.cz/dokumenty/vystupy_z_projektu/09~Partner%20%20ŠKODA%20Auto/P3-05_CAD_Technickem_vyvoji.pdf)
- [3] Dúbravčík, M., Kender, Š., Babjak, Š.: Product Design Techniques in Automotive Production. In: American International Journal of Contemporary Research. Vol. 2, no. 5, 2012. 43-54 s. ISSN 2162-139X.
- [4] Kováč, M., Kender, Š., Sabadka, D., Švač, V.: Product design v automobilovej výrobe. Košice : TU, Edícia EQUAL, 2006. 110 s. ISBN 80-8073-687-1.
- [5] Babjak, Š.: Základy navrhovania výrobkov pre automobilový priemysel. Košice: TU, 2010. 125 s. ISBN 978-80-553-0564-6.
- [6] Babjak, Š., Dúbravčík, M.: Rapid Prototyping v automobilovej výrobe. Košice: TU, Transfer inovácií č. 7, 2004. 36-39 s. ISSN 1337-7094.
- [7] <http://www.carmotor.cz/magazin/pages/0,155.html>



## TECHNIKY PRE TESTOVANIE V PRODUKT DIZAJNE

**Ing, Michal Dúbravčík, PhD.**

e-mail: [michal.dubravcik@tuke.sk](mailto:michal.dubravcik@tuke.sk)

### Abstrakt

Automobilový priemysel je v neustálom rozvoji. Neodmysliteľnou súčasťou prosperujúceho podniku je mať dobre rozvinutú oblasť výskumu a vývoja, inovácií výrobkov. Budovanie výskumno-vývojových a inovačných kapacít napomáha rýchlejšiemu vývoju výrobkov, znižovaniu nákladov, uspokojeniu potrieb zákazníkov. Je to dôvod na neustálu potrebu testovania a skúšok prototypov v procesoch vývoja výrobkov, či už v skutočných podmienkach alebo virtuálne.

**Kľúčové slová:** Testovanie, Produkt dizajn, Virtuálne testovanie, Substitúcia

### ÚVOD

Vo všeobecnosti testovanie a skúšanie výrobkov je štandardnou časťou procesu produkt dizajnu a samotnej výroby. Podobne ako iné oblasti aj testovanie a skúšanie prechádza dynamickým vývojom, ktorého hnacie sily sú skrátenie času vývoja nových výrobkov, zníženie nákladov na testovanie a skúšky, obohacovanie skúšok o nové atribúty, zníženie rizika neodhalených slabých miest výrobku už v úvodných fázach vývoja, kompatibilita testov v medzinárodnom meradle a certifikácia, nové technológie testovania (osobitne infiltrácia informačných a komunikačných technológií). Význam skúšobníctva rastie v prípadoch inovácií s vyšším stupňom novosti (eliminácia deficitu poznatkov a skúseností) a dôležitosti výrobkov z hľadiska potrieb zákazníka (napr.: faktor bezpečnosti pri automobilových komponentoch, vplyv komponentu na konkurenčnú výhodu unikátnosti výrobku). Význam skúšobníctva vozidiel zodpovedá významu experimentálnych prác v iných vedných odboroch. Je však zdôraznený komplikovanosťou skúšobného predmetu (vozidlo) a zložitosťou určenia výkonných podmienok. Veľa faktorov, ktoré výrazne ovplyvňujú funkčné vlastnosti vozidla a jeho životnosť (spoľahlivosť, trvanlivosť), je možné na začiatku inovačného cyklu problematcky určiť (ako výpočtovo, tak konštrukčne). Vývoj vozidla musí preto prebiehať v skúšobnej prevádzke napodobňujúcej skutočnú, t.j. prevádzkové podmienky daného vozidla. Výsledky skúšok spätne zasahujú do konštrukcie vozidla až do štádia celkového projektu. Náklady a kapacity venované experimentálnej fáze vývoja a výskumu sú väčšie ako náklady na projekčné práce (konštrukciu).

### METÓDY TESTOVANIA

Keďže samotné skúšobníctvo považujeme za súčasť inovačného procesu, pri analýze problematiky skúšobníctva je účelné lokalizovať varianty skúšok do celkového inovačného cyklu (tab.1)

### VIRTUÁLNE TESTOVANIE

Moderné technológie prinášajú do oblasti testovania automobilových komponentov veľké možnosti v oblasti virtuálneho testovania, a počítačových simulácií. Pri výrobe nového prototypu automobilu akejkoľvek značky sa doteraz výhradne používali konštrukčne zložené nákresy a makety v skutočnej veľkosti zo sadry alebo z hliny. Po dokončení prototypu sa so skutočnými autami skúšali veľmi nákladne testy nielen na bezpečnosť vozidla. Snahou je šetrenie času, materiálu a odhalenie nedostatkov už pri navrhovaní automobilu. To umožňuje vo veľkej miere práve virtuálne testovanie. Virtuálne testovanie by sme mohli rozdeliť na 3 základné skupiny testov:

- Virtuálne prototypy - analýza prototypov (napríklad predpísaných testov ako sú nárazové testy a pod.)
- Virtuálna výroba: vyladenie výrobných procesov (napríklad lisovanie, zváranie, tvárnenie...)



## Metodiky pre inovácie high-tech strojárskych produktov a výrobných systémov



**Európska únia**  
Európsky fond regionálneho rozvoja

Vedecký zborník čiastkových výstupov riešenia projektu  
„Centrum výskumu riadenia technických, environmentálnych a  
humánných rizík pre trvalý rozvoj produkcie a výrobkov  
v strojárstve“

Kód ITMS projektu: 26220120060



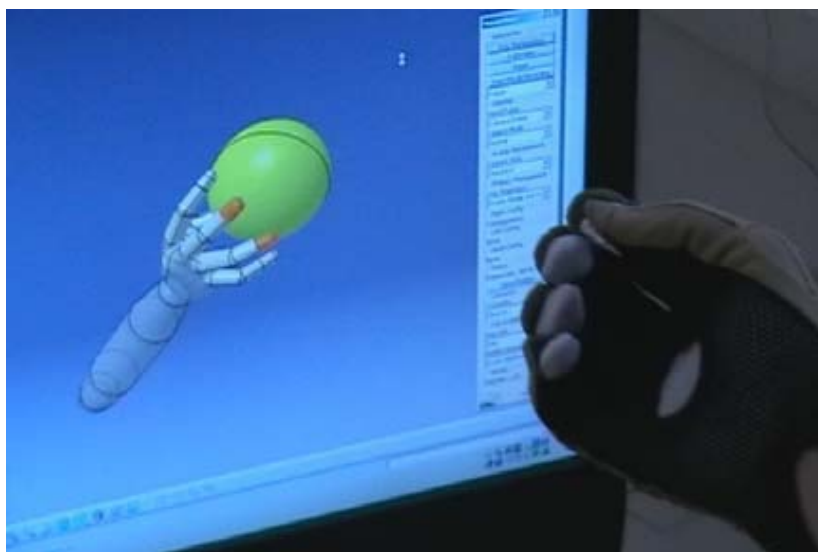
- Virtuálne prostredie: skutočné prevádzkové podmienky (napríklad elektromagnetizmus, aerodynamika, virtuálny model ľudského tela)

Tab.1 Etapy inovačného cyklu a funkcie skúšok [1]

Etapy inovačného cyklu	Funkcie skúšok
<b>Výrobová idea</b>	Overenie funkčného princípu Získanie základných poznatkov pre koncepčné riešenie
<b>Koncept výrobku</b>	Stanovenie hlavných parametrov výrobku Rozhodovanie o variantoch riešenia Informácie pre rozhodnutie o realizovateľnosti
<b>Vývoj výrobku Konštrukčné riešenie</b>	Údaje pre detailné konštruovanie, podpora riešenia pevnostných, rozmerových, funkčných, prevádzkových a iných charakteristík
<b>Prototyp</b>	Overenie inovačného riešenia Informácie pre zlepšenia výrobku a pre technologickú prípravu výroby
<b>Finálny výrobok</b>	Skúšky predpísané zákazníkom resp. normami
<b>Výroba</b>	Skúšky pre zlepšenie technologickosti Projektovanie výroby (Desing for manufacturing) Projektovanie montáže (Desing for assembly) Príprava kontinuálnych inovácií výrobku
<b>Ukončenie životnosti</b>	Informácie pre recykláciu výrobkov

### Virtuálna realita a testovanie

Virtuálna realita je prostredie modelované počítačom, ktorý simuluje realitu. Týmto sa chápe vytváranie vizuálneho obrazu zobrazovaného na obrazovke počítača, prípadne cez špeciálne zobrazovacie zariadenie, napr. 3D okuliare. Interakciu človeka s virtuálnou realitou zabezpečuje klasické vybavenie počítača, alebo v pokročilejšom vybavení špeciálne prispôbené zariadenia ako 3D okuliare, rukavice so senzormi, oblečenie zachytávajúce pohyb a stimulujúce hmat, viackanálový zvuk a pod. Takto vytvorené prostredie môže vytvárať predstavu reálnych podmienok (napr. jazda autom, ovládanie prístrojovej dosky, simulácia výroby). Súčasnými technickými prostriedkami je veľmi ťažké vytvoriť vernú virtuálnu realitu, predpokladá sa však, že časom a postupným vývojom sa virtuálna realita začne využívať vo viacerých odvetviach života.



Obr.1 Manipulácia s virtuálnym objektom v prostredí CATIE pomocou softvéru Virtual Hand for V5 [2]



### Základné typy systémov virtuálnej reality

#### 1. Systémy virtuálnej reality pre osobné počítače

Na zobrazenie trojrozmerného virtuálneho priestoru využívajú bežný monitor. Trojrozmerný efekt sa dosahuje použitím špeciálnych okuliarov. Tým, že sa pohybuje myšou, mení sa poloha vo virtuálnom priestore, aplikácia virtuálnej reality na tento pohyb ihneď reaguje a vytvára zobrazenie v novej perspektíve. Nevýhodou je to, že tento typ virtuálnej reality poskytuje len veľmi hrubý dojem pohybu v priestore.

#### 2. Imerzívne systémy virtuálnej reality

Vyznačujú sa tým, že pri ich využití sa zobrazovacie zariadenie umiestňuje priamo na hlave užívateľa. Ide hlavne o zobrazovacie okuliare, alebo prilby, ktoré sú schopné zobrazovať aj tretí rozmer. Na ukazovanie, pohyb a manipuláciu s objektmi vo virtuálnom priestore sa väčšinou používajú rukavice vybavené snímačmi.

#### 3. Systémy virtuálnej reality rozširujúce realitu

V týchto systémoch je viditeľný aj skutočný svet a to buď bezprostredné okolie pozorovateľa (skutočná realita), alebo projekcia vzdialeného miesta. Do takto vytvoreného reálneho sveta systém virtuálnej reality umiestňuje umelé obrazy, ktoré môžu zobrazovať ľudskému oku bežne neviditeľné objekty.

#### 4. Projekčné systémy

Tento systém je prezentovaný miestnosťami (CAVE), ktoré sú vybavené niekoľkými projekčnými plochami. Použitím špeciálnych okuliarov sa u osôb, ktoré sú vo vnútri miestnosti dosahuje dojem existencie presvedčivého trojrozmerného priestoru. Popri tom účastníci vidia svoje telá, čo im uľahčuje orientáciu a čiastočne eliminuje nepríjemné pocity. Na rozdiel od systémov VR pevne umiestnených na hlave však nebránia v stálom kontakte medzi členmi skupiny. CAVE systémy VR tvoria v súčasnosti špičku medzi systémami VR.

### Virtuálne testovanie prototypov

Testy už hotových prototypov sú pre automobilky veľmi nákladné. Virtuálne testovanie preto umožňuje inžinierom sústrediť sa na vytvorenie, vyhodnocovanie a manažovanie virtuálnych prototypov pomocou skutočných podmienok bez potreby vykonávania drahých skúšok skutočných fyzických prototypov. Aerodynamické vlastnosti vozidla už nie je nutné overovať výlučne v aerodynamických tuneloch prúdom vzduchu ako doteraz - pri simulácii postačí počítač. Pri oficiálnych testoch bezpečnosti (ako napr. Euro NCAP) už nemusí byť zničené veľké množstvo reálnych automobilov. Virtuálne automobily môžu narážať do neobmedzeného množstva a druhu prekážok. Výhodou je, že výsledky viac zodpovedajú skutočnosti na cestách. Hlavnou výhodou je to, že nie je potrebné postaviť žiaden prototyp, a všetky úpravy sa robia priamo v počítači. Každá časť budúceho automobilu môže byť testovaná samostatne, ale aj v celku. Konštruktéri môžu z databázy použiť konštrukčné riešenia predchádzajúcich modelov, a ak im nevyhovujú tak ako si predstavujú, môžu si ich upraviť podľa vlastných požiadaviek.

### Oblasti virtuálneho testovania

Virtuálne testovanie môžeme využiť vo viacerých oblastiach testovania:

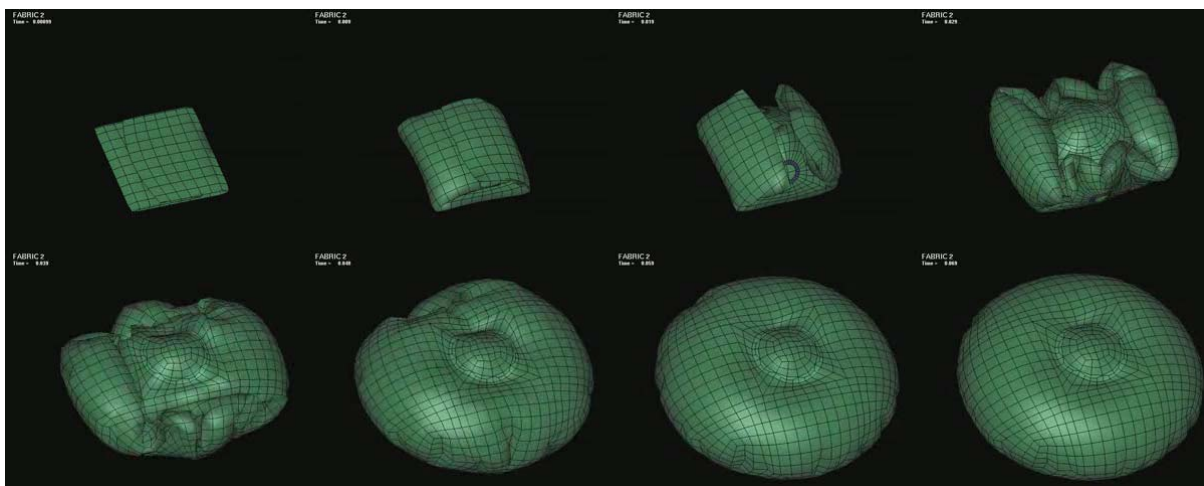
- Testovanie bezpečnosti
- Testovanie aerodynamiky
- Crash testy



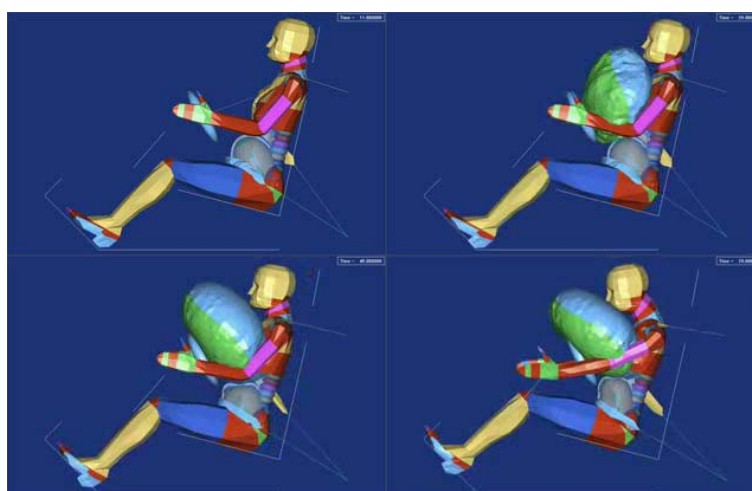
- Testovanie jazdných vlastností a konštrukcií
- Testovanie ergonomiky
- iné

## Virtuálne testovanie bezpečnosti

Do tejto skupiny testovanie patria testovania airbagov, bezpečnostných pásov, alebo prvkov aktívnej bezpečnosti. Pri testovaní airbagov umožňuje konštruktérom navrhnuť tvar, rozmery a funkčnosť airbagov. Virtuálne testovanie týchto komponentov môžeme rozdeliť na viac skupín. Jedná sa predovšetkým o testovanie samotnej funkčnosti airbagov, o testovanie airbagu ako samostatného komponentu ale aj o testovanie vplyvu airbagu na človeka. Softvér virtuálnej reality umožňuje simulovať nafúknutie airbagu vďaka širokej škále dynamických modelov plynov, tkanín a špecifických kontaktných rozhraní.

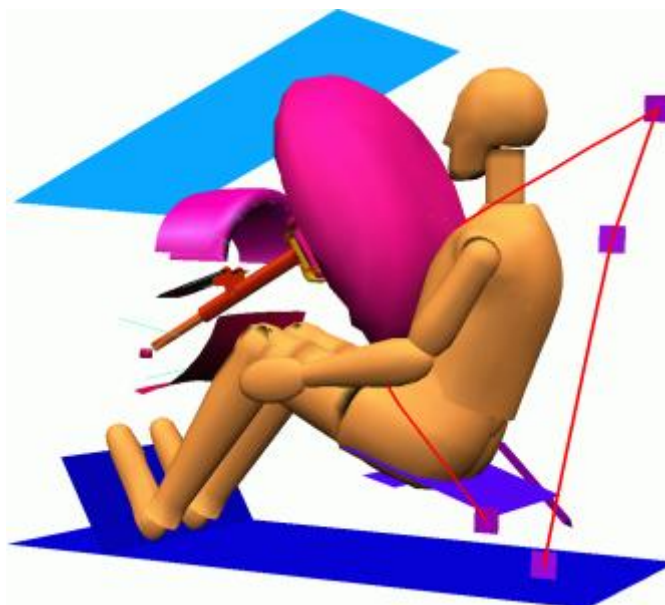


Obr.2: Virtuálne testovanie expanzie modelu airbagu



Obr.3 Simulácia funkčnosti airbagu a jeho vplyv na telo tehotnej ženy

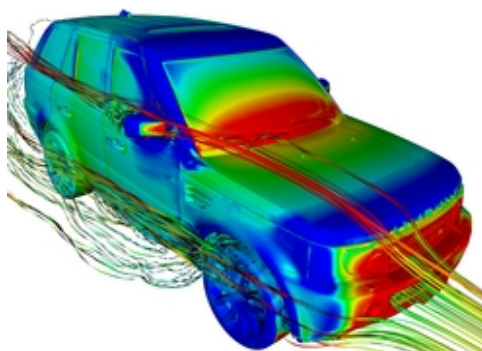
Vďaka virtuálnej realite je možné veľmi jednoducho a precízne namodelovať všetky aspekty kompletného systému bezpečnostných pásov, vrátane obmedzovača napínacej sily, samo navíjачa, napínača pásov a ich interakciu s pasažierom.



Obr.4 Testovanie bezpečnostných pásov

## Testovanie aerodynamiky

Testovanie aerodynamiky patri spolu s crash testami do skupiny, v ktorej sa virtuálna realita využíva najviac. Virtuálne simulácie obtekania vzduchu okolo automobilu predchádzajú reálnym testom v aerodynamických tuneloch. Testy sa prevádzajú pomocou softvéru, ktorý simuluje numerický aerodynamický tunel pre vozidlá. Ten je prispôsobiteľný všetkým typom áut s využitím od úvodných dizajnerských návrhov až po odladenie jednotlivých tvarov s podrobnými detailmi, ako napríklad čelná maska, spodok alebo podvozok vozidla. Testy nám umožňujú simulovať vplyv dizajnu na prúdenie vzduchu, ako aj odhaliť najviac ovplyvnené miesta na automobile (obr.5 – červené oblasti na automobile).



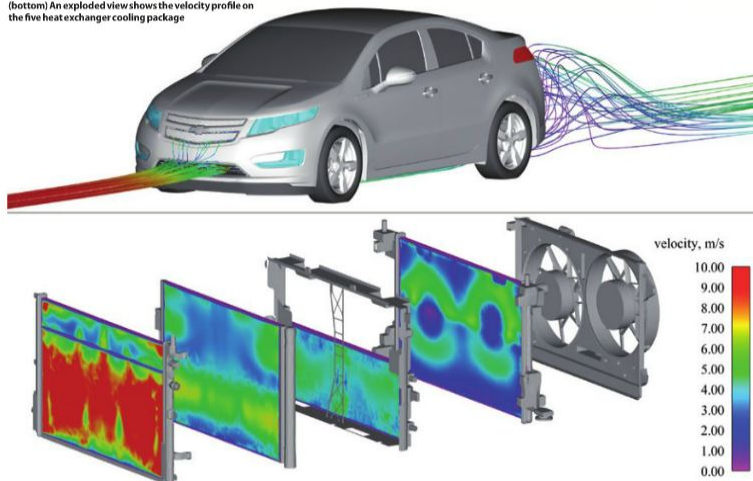
Obr.5 Virtuálne testovanie aerodynamicky

Jednou z počítačových simulačných metód je metóda Computational Fluid Dynamics (CFD) čiže počítačová dynamika. S CFD počítačový algoritmus približne vytvorí aerodynamické riešenie pre daný dizajn automobilu, čiže rýchlosť prúdenia vzduchu. Tieto dáta sa spracúvajú vo výkonných počítačoch a prenesú do trojdimenzionálneho modelu auta. Veľkí výrobcovia áut a top tímy formule 1 používajú CFD aby pochopili ako sa vzduch pohybuje okolo rôznych častí auta a snažia sa nájsť problémové miesta, kde vzduch neprúdi plynulo. Hoci je táto metóda nákladná a časovo náročná, CFD umožňuje vyskúšať mnoho virtuálnych vzorov ešte pred tým ako dôjde k samotnej výrobe prototypu.





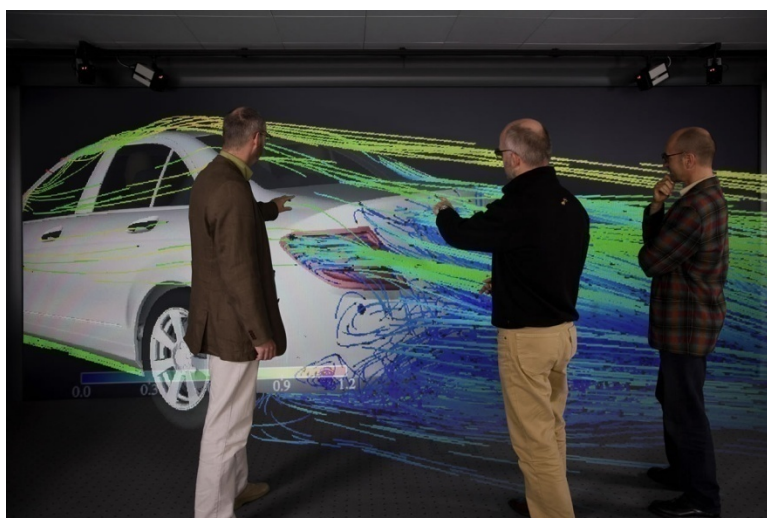
CFD led the development of the Volt's front end airflow.  
(bottom) An exploded view shows the velocity profile on  
the five heat exchanger cooling package



Obr.6 Virtuálne testovanie aerodynamiky vozidla



Obr. 7 Premennivé obtekanie zadnej časti s výsuvnými spojlermi Aeroblades



Obr.8 Využitie virtuálnej aerodynamiky pri navrhovaní dizajnu



Ďalším simulačným softvérom je PAM-FLOW. Je to simulačný softvér určený na simuláciu dynamiky prúdenia kvapalín (CFD). Používa sa na simuláciu nestálych javov prúdenia vyskytujúcich sa v mnohých priemyselných a vývojových aplikáciách. PAM-FLOW umožňuje simuláciu javov veľkých a veľmi veľkých vírov nestacionárneho a turbulentného prúdenia kvapalín.

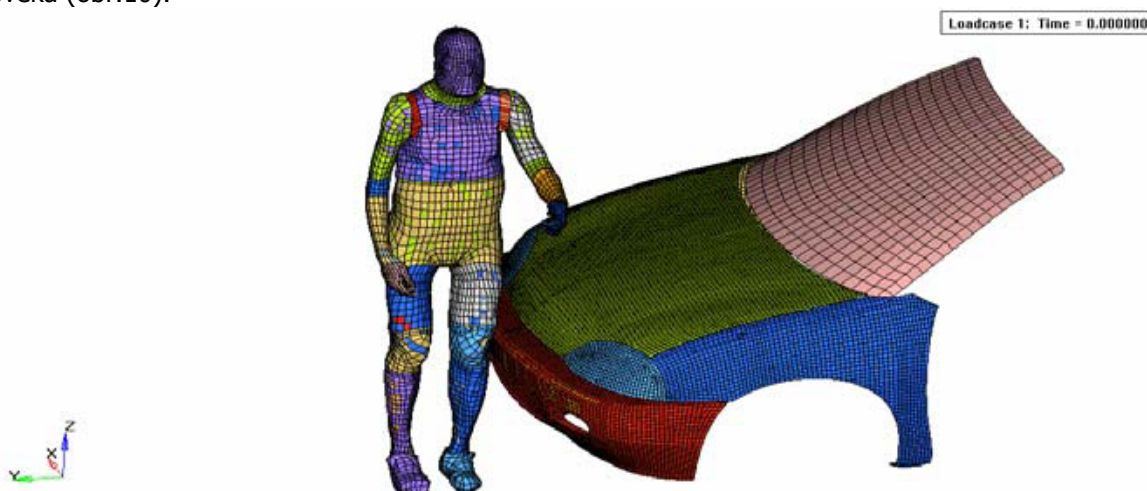
### Virtuálne crash testy

Nová generácia simulačných softvérov nárazových skúšok je hlavným prvkom v oblasti simulácie havárií a bezpečnosti posádok. Umožňuje inžinierom sústrediť sa na vytvorenie, vyhodnocovanie a manažovanie virtuálnych prototypov pomocou skutočných podmienok v rozsahu platných medzinárodných predpisov bez potreby vykonávania drahých skúšok skutočných fyzických prototypov.



Obr.9: Virtuálny crash test

Softvér uľahčuje konštruktérom prípravu modelov a analýzy, pretože jeho architektúra umožňuje používanie integrovanej vysoko škálovateľnej paralelnej verzie. Táto paralelná verzia umožňuje vykonávanie výpočtov v krátkom čase a podrobnú analýzu so zväčšenou veľkosťou modelu z dôvodu veľmi detailného konečného prvkového modelu karosárskej časti, vrátane malých detailov a presných fyzikálnych parametrov. Odolnosť karosérií pri kolíziách sa stal primárnym kritériom pri návrhu bezpečnosti vozidiel. Z dôvodu stáleho krátenia doby vývoja sa simulácie nárazových testov stali rozhodujúcim konkurencieschopným riešením pre výrobcov vozidla. Simulácie crash testov zahŕňajú v spojení s biomedicínskymi technikami aj testovanie nárazov do chodcov a vplyv nárazu na človeka (obr.10).



Obr. 10 Virtuálne testovanie nárazu do chodca



### Testovanie ergonómie

Dôležitým odborom virtuálneho testovania je odbor ergonómie vozidiel. Virtuálna realita nám umožňuje dokonale simulovať ovládanie prostredia interiéru automobilu, simulácie zorného uhla (obr.11) a podobne. Simulácie ergonómie sú dôležitou súčasťou pasívnej bezpečnosti, keď umožňujú simulovanie správania sa vodiča počas jazdy a jeho vplyv na bezpečnosť. Patria sem napríklad simulácie ovládateľnosti pedálového ústrojenstva vozidiel, alebo ergonómia palubnej dosky a jej vplyv na odvádzanie pozornosti vodiča od vedenia vozidla.

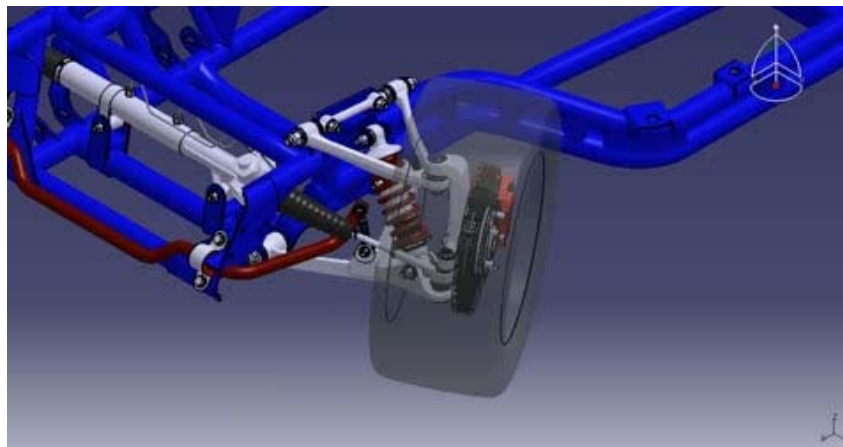


Obr. 11 Virtuálne testovanie ergonómie pedálového ústrojenstva

Medzi ďalšie testy v oblasti ergonómie zaradíme aj rôzne vibračné a akustické testy. Virtuálna realita nám umožňuje simulovať vibrácie rôznych komponentov a s tým spojené akustické zmeny.

### Testovanie jazdných vlastností a konštrukcie

Virtuálne testovanie jazdných vlastností umožňuje konštruktérom simulovať správanie sa automobilu na ceste. Simulácie zahŕňajú testovanie tlmičov, testovanie pneumatík, testovanie podvozku a iné.



Obr. 13 Simulácia zavesenia kolesa a jeho funkčnosti



## ZÁVER

V súčasnosti existujú rôzne triedy testov a skúšok zameraných na jednotlivé subsystemy vozidla ako aj vozidlo ako celok. Väčšinu týchto skúšok vykonávajú sami výrobcovia alebo výskumné ústavy. Skúšky u výrobcov sú zamerané predovšetkým na bezpečnosť, jazdné vlastnosti a dodržiavanie platných predpisov a noriem týkajúcich sa premávky a prevádzky vozidiel. Skúšky realizované vo výskumných ústavoch a špecializovaných pracoviskách sú zamerané skôr na pohodlie, ergonomiku priestoru, komfort, variabilnosť používania a správanie sa vozidiel v kritických situáciách. Skúšky tiež umožňujú kontrolu dodržiavania platných predpisov výrobcom. Testovanie v oblasti produkt dizajnu nám dáva možnosť dôkladnej prípravy funkčného finálneho výrobku. Zameranie na virtuálnu realitu je len logickým dôsledkom smerovania a vývoja technológií v tomto storočí.

## Literatúra

- [1] KOVÁČ, M., - ŠVAČ, V. Rozvoj v skúšobníctve ako súčasť reinžinieringových programov. In: (Zborník zo 4. medzinárodnej vedeckej konferencie), Košice: KMaE, Sjf TU v Košiciach, 2001
- [2] Mareš, Albert: Analýza procesu ručnej montáže pomocou dátovej rukavice. In: Transfer inovácií, 11/2008. Košice: Inovačné centrum automobilovej výroby Sjf TU v Košiciach, 2008, s. 251 – 253. ISSN 1337-70-94
- [3] Švač, Vladimír: Skúšobníctvo v automobilovom priemysle. Učebný text. Edícia EQUAL. Košice: Inovačné centrum automobilovej výroby Sjf TU v Košiciach, 2006. 121 strán. ISBN 80-8073-680-4
- [4] Milan Kováč, Michal Dúbravčík: Testovanie v automobilovej výrobe učebný text - 1. Vyd; Košice : TU, Sjf - 2011. - 120 s.. - ISBN 978-80-553-0828-9.





## OPTIMALIZÁCIA PRODUKT DIZAJNU Z HĽADISKA VYROBITEĽNOSTI – POSTUPY PRE DESIGN FOR MANUFACTURING (DFM)

**Ing. Albert Mareš, PhD.**

e-mail: [albert.mares@tuke.sk](mailto:albert.mares@tuke.sk)

### Abstrakt

Článok sa zaoberá problematikou technologickosti konštrukcie výrobku z hľadiska výroby (DFM) a uvádza výber odporúčaní pre technológiu obrábania.

**Kľúčové slová:** DFM, technologickosť konštrukcie

### ÚVOD

Silný konkurenčný tlak núti výrobcov hľadať cesty ako znížiť náklady na výrobu svojich výrobkov. Jednou z takých ciest je ovplyvnenie nákladov už vo fáze vývoja výrobku, pretože tam vzniká najväčšia časť nákladov na výrobu. Jedným zo spôsobov ako to urobiť je integrovať filozofiu DFM do vývoja výrobku.

### VÝCHODISKÁ

Pre pojem Design for... sa v slovenčine používa pojem „technologickosť konštrukcie“. Norma STN 01 0304 Technologickosť konštrukcie strojárskych výrobkov - základné názvy a definície uvádza: "Technologickosť konštrukcie výrobku je súhrn vlastností konštrukcie výrobku, ktoré zabezpečujú možnosť optimálnych nákladov pri výrobe, použití a opravách výrobku pri zadaných ukazovateľoch akosti a výrobných a užívateľských podmienkach". Tento termín „technologickosť konštrukcie“ v sebe zahŕňa všetky aspekty súvisiace ako s výrobou tak aj s finálnou fázou strojárskych výroby, ktorou je montáž. V anglickej literatúre sa pre technologickosť konštrukcie súčiastky z hľadiska jej výroby používa termín Design For Manufacturing (DFM), ale pre technologickosť z hľadiska jej montáže termín Design for Assembly (DFA). Dost' často je možné sa stretnúť aj s pojmom Design for Manufacturing and Assembly (DFM&A), ktorý v sebe zahŕňa technologickosť konštrukcie ako z hľadiska výroby tak aj z hľadiska montáže. Keďže článok sa bude zaoberať technologickosťou konštrukcie z hľadiska výroby súčiastok, napriek existencii slovenského ekvivalentu sa v ďalšom texte bude používať anglický termín, pretože v súčasnosti je frekventovane používaný aj v domácich publikáciách a umožňuje lepšie diferencovať medzi tým či ide o technologickosť konštrukcie z hľadiska výroby alebo montáže.

### VÝROBOK A JEHO VÝVOJ

Výrobok, ktorý má slúžiť pre plnenie určitých definovaných funkcií môže vyzerat' rôzne a byť konštrukčne riešený veľa rôznymi spôsobmi. Odlišnosť v konštrukcii spočíva v rôznych skúsenostiach, znalostiach a know how konštruktérov, ktorí daný výrobok navrhujú. Výrobok, ktorý je lepšie navrhnutý by mal firme, ktorá ho vyrába priniesť z hľadiska výroby vyššiu efektivitu a kvalitu pri nižších nákladoch. Výrobné náklady vznikajú už v prvých fázach návrhu výrobku. Podľa výsledkov rôznych štúdií sa zistilo, že až 80% výrobných nákladov nového produktu vzniká vo fáze tvorby prvých výkresov výrobku [2]. Z toho vyplýva, že konštruktéri nesú hlavnú zodpovednosť za tieto náklady. V snahe znížiť tieto náklady je potrebné zohľadňovať nie len samotnú konštrukciu výrobku, ale aj spôsob výroby jednotlivých dielcov výrobku z hľadiska druhu použitej technológie, použitého stroja, nástrojov, prípravkov, meradiel, použitých polotovarov, normalizovaných súčiastok a pod. Toto však kladie vysoké nároky na jednotlivca, preto sa veľmi často vo vývoji výrobkov aplikujú tímy zložené z konštruktérov, technológov, zástupcov dodávateľských firiem a pod. Integrácia znalostí jednotlivých špecialistov prináša osôh v tom, že už pri prvotných návrhoch dizajnu súčiastky sú zohľadnené pripomienky z hľadiska rôznych aspektov výroby výrobku.



## POSTUPY PRE DESIGN FOR MANUFACTURING

Ako už bolo spomenuté vyššie DFM je taký prístup k návrhu výrobku, ktorý sa snaží minimalizovať výrobné náklady pri zachovaní zákazníkom požadovaných funkcií a kvalít výrobku. Pri takomto návrhu výrobku je potrebné zohľadniť viacero hľadísk, ktoré sú pokryté znalosťami expertov z rôznych oblastí spadajúcich do vývoja výrobku. Riešením je vytvorenie multifunkčného zmiešaného tímu. Problémom však je, že nadobudnutie dostatočných znalostí a skúseností je dlhodobá záležitosť a transfer týchto znalostí z jedného tímu resp. jednotlivca na druhého nie je jednoduchý. Ďalším problémom môže byť dostupnosť experta. Ak sa pri konštrukcii nových výrobkov opakujú nejaké konštrukčné riešenia, tak si nový konštruktér, ktorý bol pri predchádzajúcom riešení pod „dohľadom“ skúseného konštruktéra bude vedieť samostatne poradiť na základe získaných skúseností aj návrhu ďalšieho výrobku. Avšak ak sú konštruované výrobky veľmi rôznorodé a jednotlivé konštrukčné uzly sa neopakujú je to už problém. Firmy si už dávno uvedomili súvis medzi návrhom výrobku a nákladmi aj keď ešte termín DFM nebol zaužívaný. Pri hľadaní spôsobov ako minimalizovať náklady sa postupne dopracovali k určitým konštrukčným riešeniam, ktoré v ich podmienkach zabezpečovali nižšie náklady na výrobu než iné. Tieto konštrukčné riešenia a odporúčania postupne spracovali do podoby interných manuálov pre svojich konštruktérov. Netreba však zabúdať, že firmy považujú tieto odporúčania za svoje know-how, ktoré im dáva náskok pred konkurenciou a preto nemali a ani nemajú dôvod zverejňovať tieto svoje interné dokumenty. Postupne však ako záujem o túto problematiku stúpala začali sa jej venovať na pôdach univerzít a rôznych výskumných pracovísk a boli publikované rôzne práce a publikácie, ktoré sa zameriavali buď na čiastkové, alebo komplexné problémové okruhy DFM. V týchto prácach boli popísané rôzne konkrétne odporúčania súvisiace s rôznymi technológiami výroby. Výsledkom sú „sprivodcovia“ a odporúčania pre návrh takých súčiastok, ktoré spĺňajú požiadavky z hľadiska DFM. Príklady niektorých odporúčaní pre rôzne technológie výroby sú uvedené nižšie. Uvedené odporúčania sú prevzaté z [3].

### Príklady odporúčaní pre konštrukciu výrobkov z hľadiska obrábania

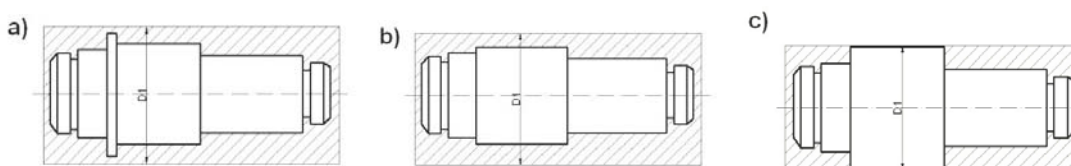
Základné zásady návrhu súčiastok a dielcov z hľadiska obrábania:

- Zníženie spotreby materiálu
- Voľba materiálu s dobrou obrobitelnosťou
- Prístupnosť nástrojov, optimálne vkladanie a vyberanie súčiastok
- Zníženie pružných deformácií obrobkov a nástrojov
- Zníženie prácnosti obrábania
- Správne určenie technologických základní

### Zníženie spotreby materiálu

Zásady pre správne tvarovanie súčiastky z hľadiska zníženia rozsahu procesu obrábania sú uvedené v siedmich bodoch:

- Súčiastke treba dať taký tvar, aby rozmery a hmotnosť surového polovýrobku boli čo najmenšie. Na Obr. 1 sú rôzne alternatívy riešenia tohto problému. Z analýzy (Obr. 1 a, b, c) vyplýva, že variant (a) je neekonomický, pretože využíva materiál len na 43%. Východiskový materiál má veľký priemer tyče D, pretože sa projektuje príruba. Keď upustíme od príruby (b), zmenší sa priemer tyče na hodnotu D1 a využitie materiálu vzrastie na 70%. V treťom variante (c) sa zvolil za východiskový materiál ťahaný profil priemeru D1 čím sa využil východiskový materiál na 80%.



Obr. 1 Alternatívy riešenia problému, zdroj: [3]



- Pre spojovacie prvky (ako napr. skrutky, kolíky, svorníky) treba podľa možností voliť ťahané a kalibrované profilové polovýrobky, ktoré v niektorých úsekoch netreba obrábať.
- Ako východiskový materiál treba v najširšom meradle voliť normalizované valcované alebo ťahané profily (rúry, uholníky a pod.) a na ich rozmery prispôbiť rozmery obrobku.
- Tvar a rozmery východiskového materiálu majú byť čo najbližšie tvaru a rozmerom hotového výrobku.
- Ak treba vyrábať súčiastky veľmi zložitého tvaru, musí sa uvážiť či by nebolo lepšie, keby sa rozdelili na niekoľko jednoduchších. Toto riešenie je vhodné pre malosériovú výrobu.
- Rozsah obrábania sa zmenší, ak:
  - eliminujeme obrábanie určitých plôch,
  - zmenšíme niekoľko oddelených obrábaných povrchov spolu, ktoré sa obrobia pri jednom upnutí.
- Treba sa vyhýbať aj úzkym toleranciam rozmerov na súčiastkach, kde si to funkčná požiadavka stroja nevyžaduje.

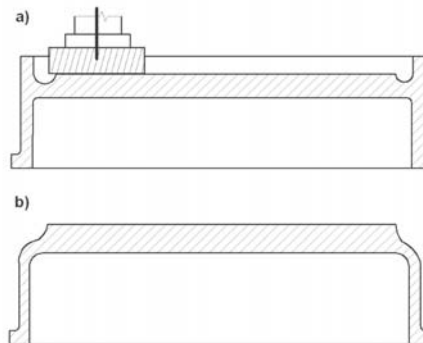
### **Vol'ba materiálov s dobrou obrobitel'nosťou**

Vol'ba materiálu s dobrou obrobitel'nosťou je jedným z prostriedkov vplývajúcich na skrátenie technologického cyklu, a tým aj zvýšenie výrobnosti pri obrábaní. Okrem chemického zloženia materiálu vplýva na obrobitel'nosť, najmä pri oceliach, ich makroštruktúra a mikroštruktúra. Uhlíkové a nízkouhlíkové ocele s malým obsahom uhlíka (napr. ocele na nauhličovanie) majú po vyžihaní zľú kvalitu povrchu, preto sa tieto ocele pred mechanickým obrábaním tepelne spracovávajú normalizačným žiháním, čím sa zlepší ich hladkosť povrchu. Konštrukčné uhlíkové ocele s obsahom uhlíka vyše 0,3% majú hladký povrch po obrábaní, ale špecifický rezný odpor pri ich obrábaní vzrastá s obsahom uhlíka. Z týchto dôvodov tieto ocele pred obrábaním žihame na mätko, aby sa dosiahla tvrdosť HRC = 30 až 35. Ocele nízkolegované mangánom (Mn < 1,5%) a chrómom (Cr < 1%) po obrábaní majú hladký povrch a špecifický rezný odpor vzrastie so stúpaním percenta legúry. Austenitické kyselinovzdorné žiaropevné ocele sa všeobecne zle obrábajú. Obrobitel'nosť zhoršujú legúry Al, Si, Ti, menej Mo, Co, Mn, W. Hliníkové zliatiny, odlievané do kovových foriem (kokíl), sú lepšie obrobitel'né, ako keď sa odlievajú do pieskových foriem. Hliníkové s veľkým obsahom kremíka (Si) sú horšie obrobitel'né ako s obsahom iných legúr.

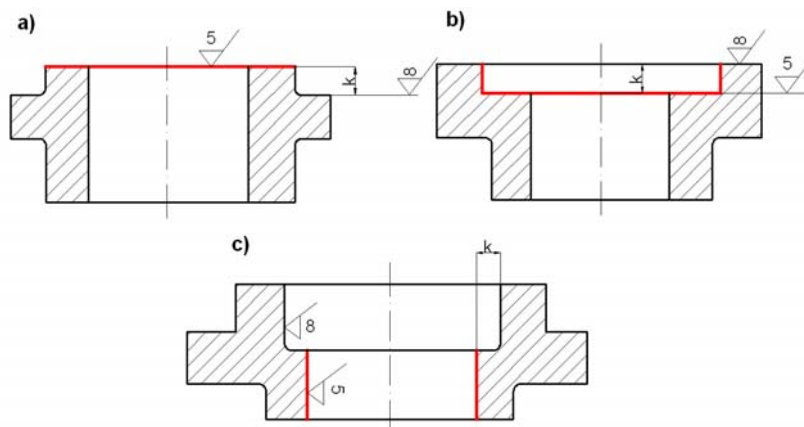
### **Vytvorenie vhodných podmienok pre obrábanie z hľadiska prístupnosti nástrojov, dobrého vkladania a vyberania z pracovného priestoru**

Ľahké a rýchle vkladanie a vyberanie obrobku, ako aj dobrý prístup nástrojov k polovýrobku pri obrábaní, vplývajú na skrátenie vedľajšieho času technologického cyklu, a tým aj na zvýšenie výrobnosti stroja. Zásady konštruovania obrobkov z hľadiska uvedených požiadaviek možno zhrnúť do týchto bodov:

- Treba zabezpečiť dobrý vstup a plynulý voľný prechod nástroja pri obrábaní. Na obr. 2a je príklad frézovania vrchnej plochy rámu stroja. V tomto variante sa výška frézy nad stolom musí pre každý kus predstavovať o hodnotu výšky, ktorá je na okrajoch. Táto nevýhoda je už odstránená vo variante b.
- Pri obrábaní otvorov alebo aj hriadel'ov, kde sa nedá zaistiť priebežnosť, musíme zabezpečiť pre nástroj voľné vychádzanie výrobkov na odľahlom konci.
- Treba zabezpečiť prístup k rezným nástrojom v pracovnom mieste pri obrábaní.
- Treba oddeľovať od seba povrchy obrábané a neobrábané.
- Na použítom polovýrobkoch z odliatku sa má medzi obrábaným a najbližším surovým povrchom zachovať vzdialenosť k garantujúca, že pri odchýlke prídavku na obrábanie sa nástroj nebude zarezávať do surového materiálu. Na obr. 3 je ilustrovaná uvedená zásada: na vystupujúcom povrchu (a), na prehlbujúcej sa ploche (b), na povrchu pre otvor (c).



Obr. 2 Príklad frézovania vrchnej plochy rámu, zdroj: [3]



Obr. 3 Príklady technologickosti, zdroj: [3]

- Treba oddeliť od seba povrchy s rôznou kvalitou, ako aj povrchy, ktoré si vyžadujú rôzne požiadavky na geometrickú presnosť a hladkosť povrchu.
- Povrch, obrábaný dvoma rôznymi nástrojmi v rôznych operáciách v podstate na rovnaký rozmer, ale rôznu toleranciu, bude stále vykazovať nežiaducu nerovnosť, (ryhy, výstupky), zapríčinenú rôznosťou technológie a nástrojmi. Preto treba tieto povrchy oddeliť.

### **Zníženie pružných deformácií obrobkov a nástrojov pri obrábaní**

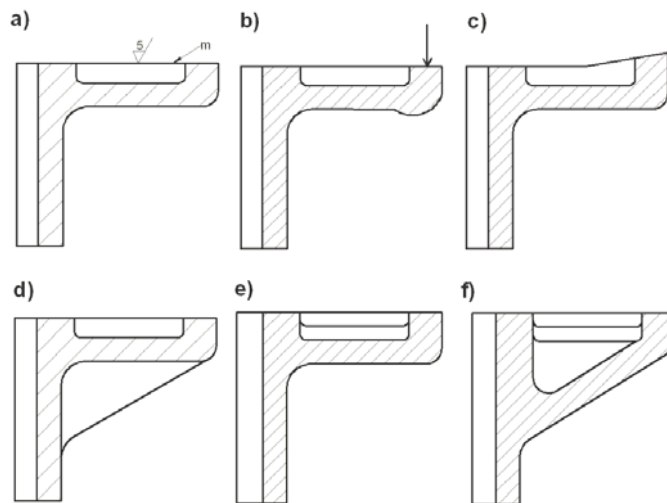
Pružné deformácie v systéme technologického procesu môžu byť spôsobené buď malou tuhosťou obrábaného obrobku, alebo málo tuhým nástrojom, resp. nerovnomerným a chvíľkovo zvyšovaným rezným odporom a rázmi pri prerušovanom obrábaní. Základné zásady:

- Konštrukčným elementom výrobku treba zabezpečiť dostatočnú a rovnomernú tuhosť, najmä vtedy, keď sa budú vyrábať na vysokovýrobných strojoch (NC). Na obr. 4a až f sú rôzne príklady riešiace tento problém. Náčrtok (a) ukazuje konštrukčný prvok rámu, konzolovitého typu. Konzola sa pod vplyvom vonkajšej sily od nástroja deformuje (b) a po odľahčení dostane tvar (veľmi zvýraznený) znázornený na náčrtku (c). Na dosiahnutie vyššej tuhosti konzoly (menej pružnej deformácie) možno použiť rôzne varianty rebrovania s vonkajším (d) a vnútorným rebrom (e), alebo voliť zmenu tvaru celej konzoly (f).
- Pri navrhovaní výrobku treba brať do úvahy aj tuhosť nástrojov, ktorými sa budú vyhotovovať a obrábať. Sú to najmä vrtáky, vyhrubníky, stopkové frézy a pod.
- Treba sa vyhýbať takým tvarom stien na výrobku, ktoré pri obrábaní plôch tlačia jednostranne na nástroj. Jednostranný alebo nerovnomerný tlak na málo tuhé nástroje, ako sú napr. vrtáky, záhlbníky, výstružníky, stopkové frézy a pod., znižuje presnosť, rýchlejšie sa opotrebúvajú a často aj zničia.





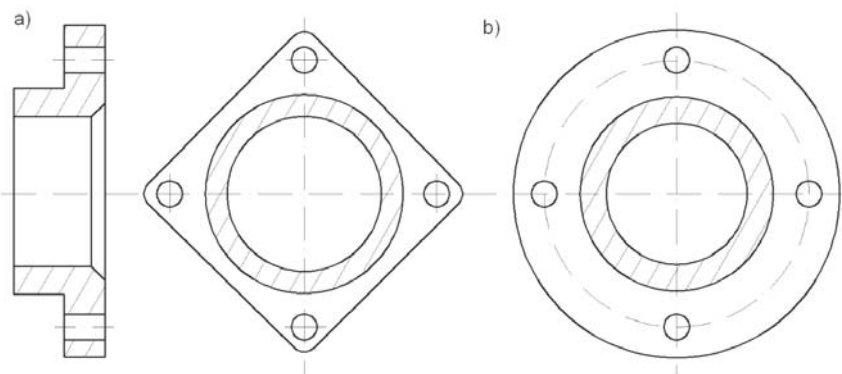
- Tvary výrobkov treba konštruovať tak, aby sa pri obrábaní ich povrchu kontakt nástroja a obrobku neprerušoval.
- Nežiaduce sú akékoľvek výstupky, prehĺbeniny, medzery, ktoré narúšajú kontinuálny proces obrábania. Prerušovaný technologický proces spôsobuje značné výkyvy v zaťažení nástroja, dynamické zaťaženie a rýchlejšie opotrebovanie.
- Odporúča sa vyhnúť súčasnému obrábaniu materiálov rôznej tvrdosti. Aj v tomto prípade vzniknú občas nerovnako veľké rôzne odpory, spôsobujúce nepresnosť obrábanej plochy, a aj poškodzovanie rezného klina nástroja.



• Obr. 4 Rôzne príklady technologickosti, zdroj: [3]

### Zníženie prácnosti pri obrábaní

- Odporúča sa konštrukčné časti tvarovať tak, aby sa pri jednom upnutí mohlo obrobit' čo najviac povrchov pri malom počte posuvov.
- Dutý koniec hriadeľa na obr. 5a bol navrhnutý so štvorhrannou prírubou. Úpravou tvaru príruby na rotačnú (b) sa zníži prácnosť a odpadá operácia frézovania.

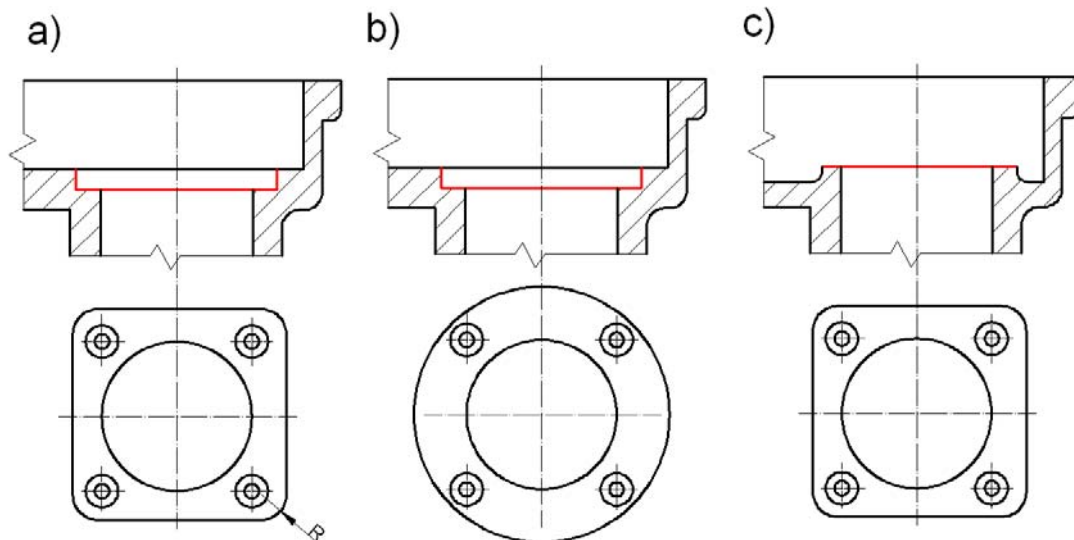


Obr. 5 Príklad zníženia prácnosti pri obrábaní, zdroj: [3]

- Zmenšiť počet prestavovaní obrobku na výrobnom stroji možno:
  - obrábaním iba niektorých povrchov,
  - spojením niekoľkých povrchov do jedného, alebo prispôbiť ich tak, aby sa dali obrábať pri jednom zábere nástrojov,
  - používať zásadu koncentrácie operácií.
- Treba pozorne navrhovať aj menej zložité obrobky, pretože pri obrábaní v praxi by mohli spôsobovať ťažkosti (napr. frézovanie kopírovaním – obrábanie malých priemerov).

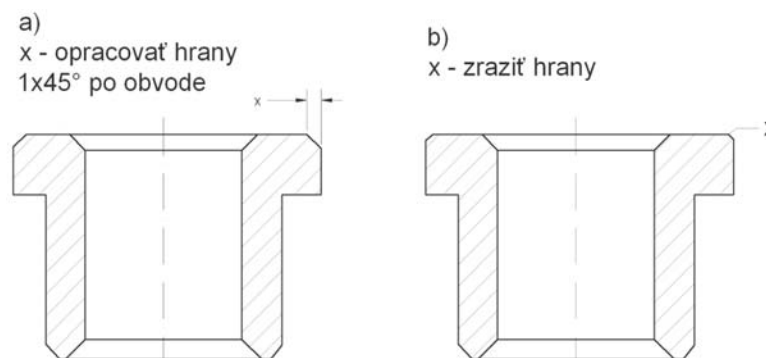


Na obr. 6 je znázornený rad konštrukčných uzlov v skriniach. Ich konštrukčné riešenie by malo umožniť obrábanie čelnou frézou priemeru  $D_f$  väčšou, ako je maximálny rozmer uzla. Riešenie na náčrtku a to nespĺňa a lepšie sú riešenia b alebo c.



Obr. 6 Rad konštrukčných uzlov v skriniach, zdroj: [3]

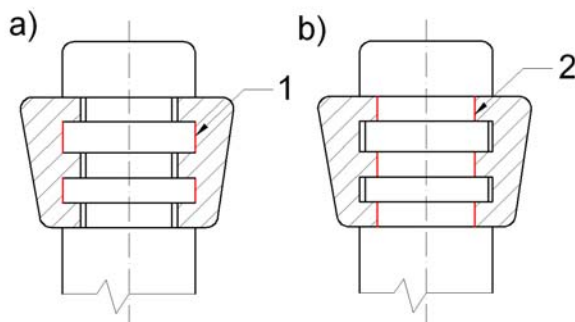
- Často aj malé zmeny na konštrukčnom návrhu súčiastky, napr. zrazenie hrany, zmena polomeru a pod., značne znižujú prácnosť pri obrábaní. Napríklad, vynechať zrazenie hrany nástrojom na profilovej príruke (obr. 7a) a žiadať len odstránenie ostrapov (b) a pod.



Obr. 7 Príklad odporúčania pri obrábaní, zdroj: [3]

- Obrábanie skupiny rovnakých obrobkov umožňuje značne zvýšiť cyklovú výrobnosť a znížiť prácnosť.
- Treba uvážiť, či niektoré zložité povrchy musia byť vyhotovené ako súčiastky obopínacie a či by nemohli byť ako obopínané (obr. 7), čo vyplýva z toho, že obrábanie tvarových otvorov je podstatne nákladnejšie (prácnejšie) ako profilových hriadeľov a pod.

Na obr. 8a,b sú dva spôsoby centrovania kuželovej poistky na tyče ventilu napnutého pružinou. Na variante (a) sa centrovanie poistky uskutočňuje na vonkajších plochách delených častí poistiek 1, čo je nesprávne z dôvodov presného vybrúsenia vnútorných žliabkov poistky. Tento nedostatok rieši variant (b), kde sa navrhuje brúsiť len valcovité vonkajšie plochy 2.



Obr. 8 Spôsoby centrovania kužeľovej poistky, zdroj: [3]

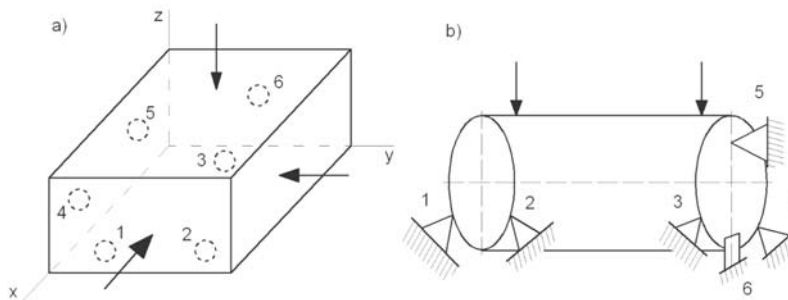
- Treba sa usilovať zmenšiť počet druhov a rozmerov nástrojov používaných na obrábanie, využívaním unifikovaných rozmerov a tolerancií:
  - priemerov otvorov (vrtákmi, vyhrubníkmi, záhlbníkmi),
  - priemerov hriadeľov,
  - závitov,
  - polomerov zaoblenia (frézami, tvarovými nožmi, pretáhovacími trňmi).

## **Správne určenie technologických a rozmerových základní**

### *Technologické základne*

Spôsob uloženia a zafixovanie polovýrobku v pracovnom mieste výrobného stroja má predvídať už konštruktér súčiastky. Na základe konzultácie s technológom má konštruktér určiť východiskové operácie obrábania polovýrobku, v ktorých si náčrtkami označí body podopretia a fixujúce body. Takáto analýza je dôležitá hlavne pri veľkosériovej a hromadnej výrobe.

Je známe že technologické základne sa majú voliť tak, aby poloha položeného polovýrobku bola v smere obrábania. Preto treba pomocou správne rozmiestnených opôr odobrať polovýrobku všetkých 6 stupňov voľnosti pohybu vzhľadom na nástroj, ktorý je upevnený na výrobnom stroji (tzv. princíp šiestich bodov). Na obr. 9a je schematicky znázornený spôsob ustavenia obdĺžnikového polovýrobku (a) a valcového polovýrobku (b). V prípade (b) štyri body podopretia (1,2,3,4) dávajú dva prizmatické základy, na ktorých je uložený polovýrobok. Presúvanie polovýrobku v pozdĺžnom smere je brzdené opierkou 5 a otáčanie – bodom 6.



Obr. 9 Schematický postup ustavenia polovýrobkov, zdroj: [3]

No nie vo všetkých prípadoch sa musí odobrať všetkých 6 stupňov voľnosti, niekedy stačí odobrať 5, 4 a aj 3 – to znamená, že polovýrobok bude čiastočne upevnený. Má to význam napr. pri hobľovaní platní. V takomto prípade ide predovšetkým o ustavenie platní na zodpovedajúcu výšku (3 body) a potom o ich zabezpečenie (poistenie) pred posunutím v pozdĺžnom smere (2 body); malé bočné vychýlenie platní nemá podstatný význam. Z toho vyplýva, že na upevnenie platní na



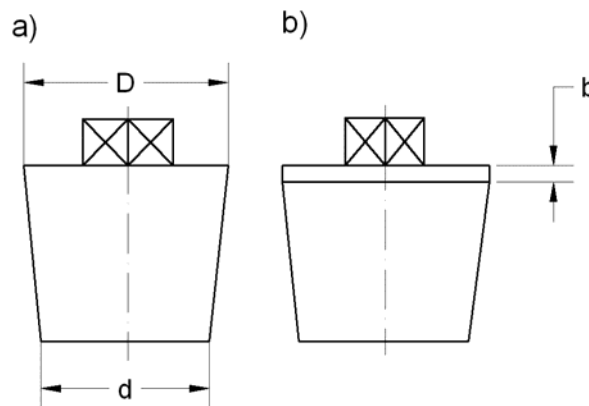
hobľovacom výrobnom stroji stačí 5 bodov. Princípy pre voľbu technologickej základne možno zhrnúť do šiestich bodov:

- Za technologické základne (bázy) treba zvoliť také povrchy na súčiastke, ktoré zostanú neopracované (surové).
- Keď nemôže byť prvý postulát splnený, potom sa za technologickú bázu zvolí povrch s čo najmenším prídavkom na obrábanie, napr. spodnú rovinu odliatku (v polohe pri odlievaní).
- Povrch, ktorý bol stanovený za východiskovú technologickú základňu, má sa podľa možnosti nachádzať aj v tej istej polohe odlievacej formy, alebo dutine zápustky, prípadne by sa mal stotožňovať s rozmerovou základňou.
- Body, na ktoré sa vzťahuje technologická základňa, sa nesmú opierať o rovinu, ktorá vznikla z rôznych častí formy alebo jadra (z dôvodov vzájomného presunutia).
- Body stanovujúce technologickú základňu (oporné elementy) sa nemajú dotýkať miest, kde bola forma spojovaná (výstupky, švy, výrony odliatkov, náliatky, pripečený formovací piesok a pod.).
- Ak polovýrobok nemá vhodné miesta, na ktoré by sa mohol dobre uchytiť pri obrábaní, treba navrhnuť špeciálne náliatky alebo výstupky. Obrisy polovýrobku nemožno zvoliť za technologickú základňu.

### Rozmerové základne

Za rozmerovú základňu treba voľiť také konštrukčné prvky súčiastky, ktoré sa dajú ľahko zmerať, a ktorých rozmery nepodliehajú veľkým zmenám pri náhodných poškodeniach.

Na obr. 10 je príklad konštrukčných prvkov súčiastky, ktoré sa zvolili na rozmerovú základňu. Rozmer  $D$  na kuželovej zátke (náčrtok 'a') sa dá ťažko dodržať, lebo ostrá hrana sa ľahko poškodí. Konštrukčnou úpravou tejto hrany na malú valcovú plochu šírky  $b$  získame racionálnejšiu súčiastku.



Obr. 10 Príklad tvarovania konštrukčných prvkov súčiastky, zdroj: [3]

Vyššie uvedená je iba časť odporúčaní pre obrábanie z publikácie [3]. Obdobne sú uvedené odporúčania pre technológie odlievania, zvarovania, tvárnenia, strihania, ťahania, atď. Ako vidieť, rozsah odporúčaní je značný a v prípade požiadavky zvládnuť ho celý, vyžaduje si značné úsilie a čas. Jednou z ciest ako, skrátiť čas potrebný na aplikáciu odporúčaní do konštrukčného návrhu výrobku je softvérový nástroj podporujúci DFM buď priamo v prostredí CAD systému, alebo ako samostatný a nezávislý nástroj (obr. 11).

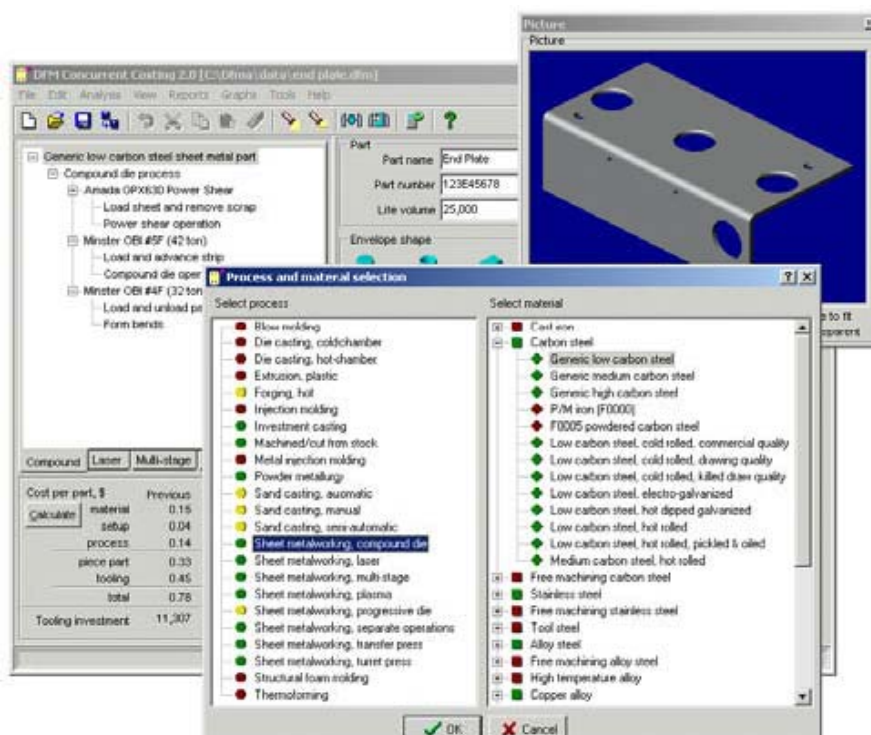
## ZÁVER

DFM nie je pevný systém. Tento systém sa neustále vyvíja a hlavným cieľom takmer všetkých vývojárov tohto systému (univerzít, poradenských firiem, výrobných firiem) je urobiť inštrukcie ľahšie prístupné pre konštruktérov a ľahšie aplikovateľné. Jednou z ciest vývoja je počítačová podpora tohto systému. [1] Avšak ako každý nástroj aj DFM ak sa aplikuje nesprávne neprinesie očakávaný úžitok. Pri aplikácii odporúčaní je potrebné zohľadniť miesto a čas ich vzniku, pretože neustály vývoj nových





materiálov a technológií môže zmeniť pravidlá a urobiť z riešenia, ktoré bolo ešte pred pár rokmi považované za výhodné, riešenie neekonomické a neefektívne. Taktiež z ohľadom na dostupnú výrobnú techniku v tej ktorej firme, to čo je pre jednu firmu optimálne nemusí byť pre všetky. Preto zatiaľ vždy zohráva rozhodujúcu úlohu pri optimalizácii konštrukcie výrobku z hľadiska DFM človek-konštruktér a pravdepodobne tomu ešte tak dlho bude.



Obr. 11 Príklad obrazovky softvéru pre DFM firmy Boothroyd Dewhurst, Inc., zdroj: [6]

## Literatúra

- [1] Bralla, James G.: Design for Manufacturability Handbook. 2nd Edition. New York - McGraw-Hill, 1999, 1432 p. ISBN 978-0-07-007139-1
- [2] Kutz, M.: Mechanical Engineers' Handbook - Manufacturing and Management. 3rd Edition. Hoboken - John Wiley & Sons. 2006, 824 p. ISBN 978-0-471-71987-8
- [3] Skarbinski, M., Skarbinski, J.: Technologickosť konštrukcie strojov. 1. vydanie. Bratislava – ALFA. 1982, 492 s.
- [4] Whitney, Daniel E.: Mechanical Assemblies - Their Design, Manufacture, and Role in Product. New York, Oxford - Oxford University Press, 2004, 554 p. ISBN 978-0-19-515782-6
- [5] Zandin, Kjell B.: Maynard's Industrial Engineering Handbook. 5th Edition. New York - McGraw-Hill, 2001, 2534 p. ISBN 978-0-07-041102-9
- [6] <http://www.dfma.com/pdf/dfmdescription.pdf>



## OPTIMALIZÁCIA PRODUKT DIZAJNU Z HĽADISKA MONTÁŽE – POSTUPY PRE DESIGN FOR ASSEMBLY (DFA)

**Ing. Katarína Senderská , PhD.**

e-mail: [katarina.senderska@tuke.sk](mailto:katarina.senderska@tuke.sk)

### Abstrakt

Proces návrhu výrobku je veľmi dôležitou etapou životného cyklu výrobku. Jeho súčasťou by mala byť okrem iného aj analýza z hľadiska montáže tzv. DFA analýza. Príspevok sa zaoberá prehľadom prístupov k problematike DFA ako aj metódami a nástrojmi pre podporu tohto procesu a to hlavne v súvislosti s výrobkom a jeho základnými vlastnosťami. Uvedené sú príklady pravidiel, predpokladané efekty analýzy, prehľad softvérových nástrojov.

**Kľúčové slová:** montáž, výrobok, parametre, design for assembly, pravidlá

### ÚVOD

Pre zaistenie požadovanej funkcie výrobku je možné ho skonštruovať rôznym spôsobom, často použitím úplne odlišných koncepcií a konštrukčných princípov. Pri porovnaní dvoch výrobkov, ktoré zaisťujú rovnakú funkciu v rovnakom rozsahu a porovnateľnej kvalite (majú teda porovnateľnú úžitkovú hodnotu) je možné pozorovať veľké rozdiely. Používajú sa nielen rozličné konštrukčné princípy, ale aj rozličné materiály, tvary a rozmery súčiastok a skupín. Výrobky často majú rozdielnu vzájomnú polohu súčiastok a skupín, iné tolerančné vzťahy a pod. Podľa kvality konštrukčného riešenia je potom možné výrobok vyrobiť a zmontovať relatívne jednoducho bez vážnych technických problémov a s pomerne nízkymi nákladmi alebo v hraničnom prípade je tak výroba ako aj montáž komplikovaná alebo neúnosná z hľadiska nákladov. Veľa záleží aj od sériovosti výroby. Konštrukčné riešenie výrobku vyrábaného veľkosériovo by sa malo odlišovať od konštrukčného riešenia toho istého výrobku pre kusovú či robotizovanú montáž.

Význam úrovne konštrukčného riešenia výrobku a jeho vplyv na výrobu a montáž potvrdzujú aj nasledujúce údaje. Podľa [8] nezávisle od druhu výrobkov sa v procese konštruovania stanovuje viac ako 70% výrobných nákladov vrátane nákladov na montáž. 70 - 80% možných úspor závisí od zmeny konštrukčného riešenia, 10 - 20% závisí od zmeny technológie, výrobných zariadení, prípravkov a nástrojov a 5 - 10% možných úspor súvisí s organizačnými zmenami. Podľa [9] zvýšením celkovej úrovne technologickosti konštrukcie je možné znížiť čas na zhotovenie výrobku o 15 - 25% a spotrebu materiálu o 5 - 10%. Ide pritom o neinvestičné zabezpečenie zníženia nákladov.

### DESIGN FOR X

DFA - design for assembly je jednou z častí Design for x – DfX prístupu, kde každé x reprezentuje výrobok, jeho spôsob výroby, životný cyklus prípadne iné aspekty analyzované a posudzované vo vzájomnom kontexte. Každé x teda reprezentuje sumár znalostí, procedúr, analýz a konštrukčných odporúčaní pre zlepšenie výrobku v príslušnej oblasti. Ide napríklad o design for t.j. doslovne o konštrukciu pre výrobu, montáž, demontáž, balenie, recykláciu, transport a pod. V každej takejto oblasti existujú isté pravidlá, podmienky prípadne požiadavky, ktoré by sa mali pri navrhovaní výrobku zohľadniť. V slovenčine je možné sa stretnúť s pojmom technologickosť konštrukcie, ktorú norma STN 01 0304 definuje nasledovne: „Technologickosť konštrukcie výrobku je súhrn vlastností konštrukcie výrobku, ktoré zabezpečujú možnosť optimálnych nákladov pri výrobe, použití a opravách výrobku pri zadaných ukazovateľoch akosti a výrobných a užívateľských podmienkach.“ Význam DfX analýz podčiarkuje samotný význam konštrukčného riešenia výrobku, ktorý je možné dokumentovať napríklad aj tým, kde vznikajú náklady a ako nákladné sú jednotlivé etapy vývoja výrobku (obr.1) a aké sú náklady na odstraňovanie chýb výrobku v jednotlivých etapách tzv. „Rule of ten“ (obr.2)

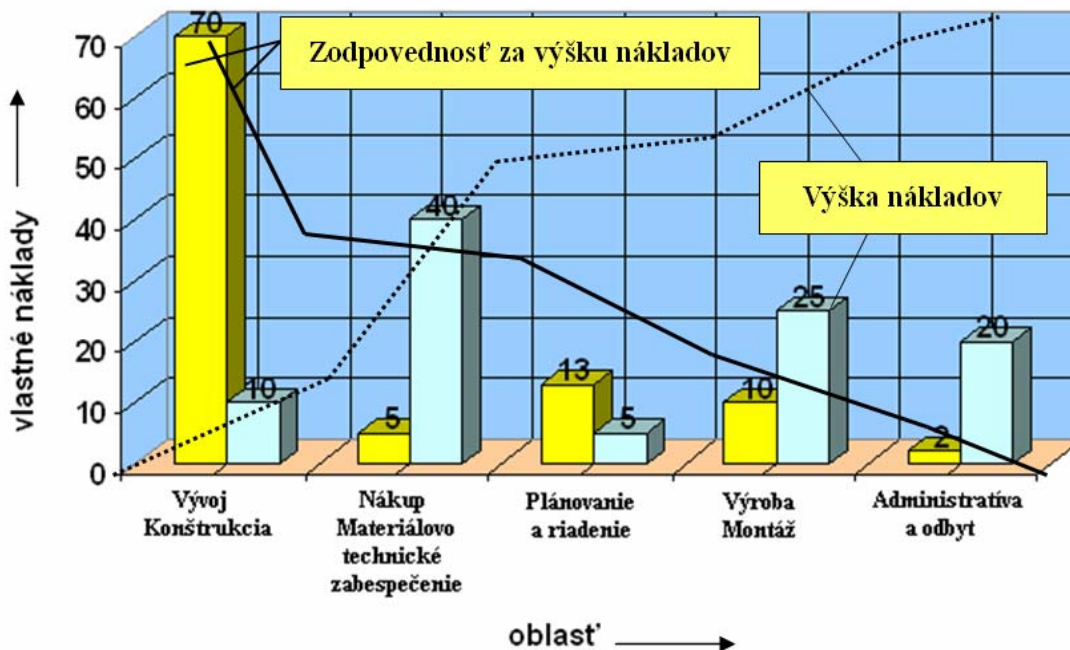
# Metodiky pre inovácie high-tech strojárskych produktov a výrobných systémov



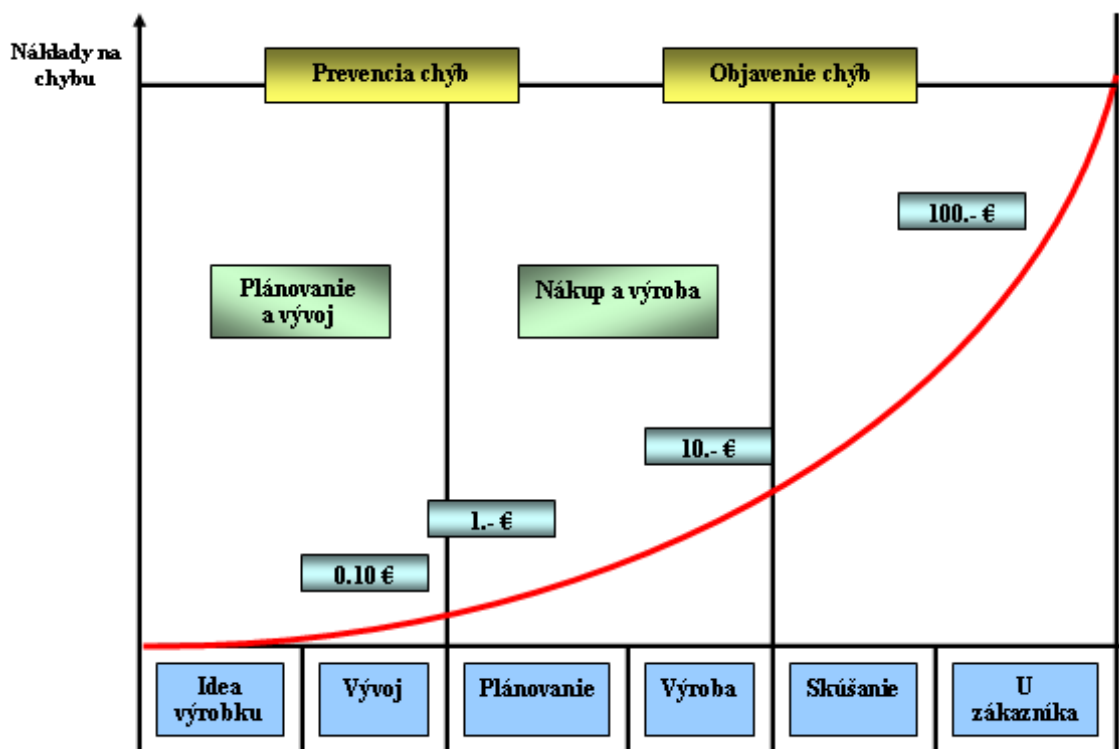
**Európska únia**  
Európsky fond regionálneho rozvoja

Vedecký zborník čiastkových výstupov riešenia projektu  
„Centrum výskumu riadenia technických, environmentálnych a  
humánných rizík pre trvalý rozvoj produkcie a výrobkov  
v strojárstve“

Kód ITMS projektu: 26220120060



Obr. 1 Vznik nákladov a zodpovednosť za výšku nákladov v jednotlivých etapách životného cyklu výrobku



Obr. 2 Náklady na odstraňovanie chýb výrobku v závislosti od etapy v ktorej sa zistia



## DESIGN FOR ASSEMBLY

Efektívna montáž predpokladá taký výrobok, ktorý zodpovedá požiadavkám na manipuláciu a spojovanie jednotlivých súčiastok do vyšších celkov (montážnych podskupín a skupín). Aby sa zohľadnili všetky aspekty potrebujú konštruktéri a vývojári výrobku porozumieť montážnym procesom a postupom. Komplexné výrobky sa vyvíjajú tímovo. Základnou otázkou ktorou sa musíme zaoberať je ako sa súčiastky a dielce chovajú počas transportu, manipulácie, spojovania a skúšania. V tejto súvislosti sú v popredí iné vlastnosti súčiastok a dielcov ako pri posudzovaní ich funkčnosti. Význam montážne spôsobilých konštrukcií výrobku (Design for assembly, DFA) je v popredí záujmu odborníkov od 70-tych rokov. V rámci súboru požiadaviek kladených na konštrukciu výrobku sú požiadavky na montáž jednou z dôležitých oblastí, ktorej je potrebné venovať pozornosť.

Jeden zo základných prístupov je používanie súboru odporúčaní a pravidiel pre montážne spôsobilú konštrukciu, ktorú sú spracované v prácach viacerých autorov a obvykle sú znázornené formou príkladov. Tieto odporúčania je potrebné poznať a individuálne aplikovať v týchto oblastiach:

- pri návrhu konštrukcie výrobku
- pri posudzovaní variantov výrobku spolu s ďalšími kritériami
- pri posudzovaní vhodnosti výrobku pre automatizovanú prípadne robotizovanú montáž
- pri posudzovaní resp. navrhovaní zmien výrobku

Prístup založený na súbore odporúčaní neumožňuje kvantifikovať úroveň konštrukčného riešenia výrobku z hľadiska jeho montáže a vyžaduje znalosti a skúsenosti pracovníka, ktorý realizuje analýzu.

Najvýznamnejšou a asi aj najznámejšou metódou je metóda vyvinutá **Boothroydom a Dewhurstom**, dnes rozšírená ako metóda DFMA [1, 14] (Design for manufacturing and assembly). Analýza a hodnotenie výrobku sa realizuje podľa 27 klasifikačných znakov a dvojciferného kódu v rozsahu od 00 do 42. Každý kód má priradenú časovú hodnotu v sekundách v rozsahu od 1,13 do 5,6 sekundy. Časy boli stanovené dlhoročnou experimentálnou činnosťou orientovanou na malé súčiastky a dielce.

Vo **Fraunhofer inštitúte** Výrobnej techniky a automatizácie (IPA) Stuttgart bola tiež vyvinutá metóda hodnotenia montážne spôsobilých konštrukcií výrobku [3], ktorá bola spracovaná do formy hlavných zásad založených na systéme kritérií. Pritom boli zohľadnené rozličné oblasti, ktoré sú dôležité pri vývoji výrobku ako sú montáž, možnosť skúšania výrobku, logistika výroby, servis a opravy ako aj vplyv na životné prostredie. Systém kritérií umožňuje hodnotiť výrobok už v etape jeho návrhu.

**Lucas DFA metóda** [7, 14], ktorá bola spracovaná firmou Lucas Engineering & Systems Ltd. spolu s Univerzitou Hull vo Veľkej Británii sa orientuje na zobrazenie montáže pomocou vývojového diagramu. Architektúra metódy je založená na logike programovacieho jazyka PROLOG. Metóda rozlišuje medzi súčiastkami, ktoré sú dôležité pre fungovanie výrobku (súčiastky A) a súčiastkami, ktoré pre fungovanie výrobku dôležité nie sú. V relatívnom hodnotení sa zohľadňuje tzv. efektívnosť konštrukcie, ktorá je vyjadrená ako podiel súčiastok A k celkovému počtu súčiastok. Metóda sa stále vyvíja.

**AEM (Hitachi Assembly Reliability Method)** - metóda firmy Hitachi [7,14] analyzuje pri montáži nevyhnutné pohyby a pracovné postupy. Pritom sa vychádza z ideálneho stavu a za každú odchýlku sa dávajú „trestné body“. Ideálny je napríklad jednoduchý vertikálny spojovací pohyb smerom nadol. K tomuto ideálu sú priradené odhadované relatívne náklady. Z bodového hodnotenia sa usudzuje o konštrukčnej úrovni z hľadiska montáže a o ťažkostiach pri montáži.

Pomocou rozšírenej **ABC analýzy Lottera** [7, 14] dostávame odpoveď na otázku „Čo stojí dielec pokiaľ nezačne po montáži plniť svoju funkciu vo výrobku?“. Získanie odpovede na túto otázku predpokladá dialóg medzi vývojom výrobku a plánovaním výroby. Hodnotenie sa realizuje podľa





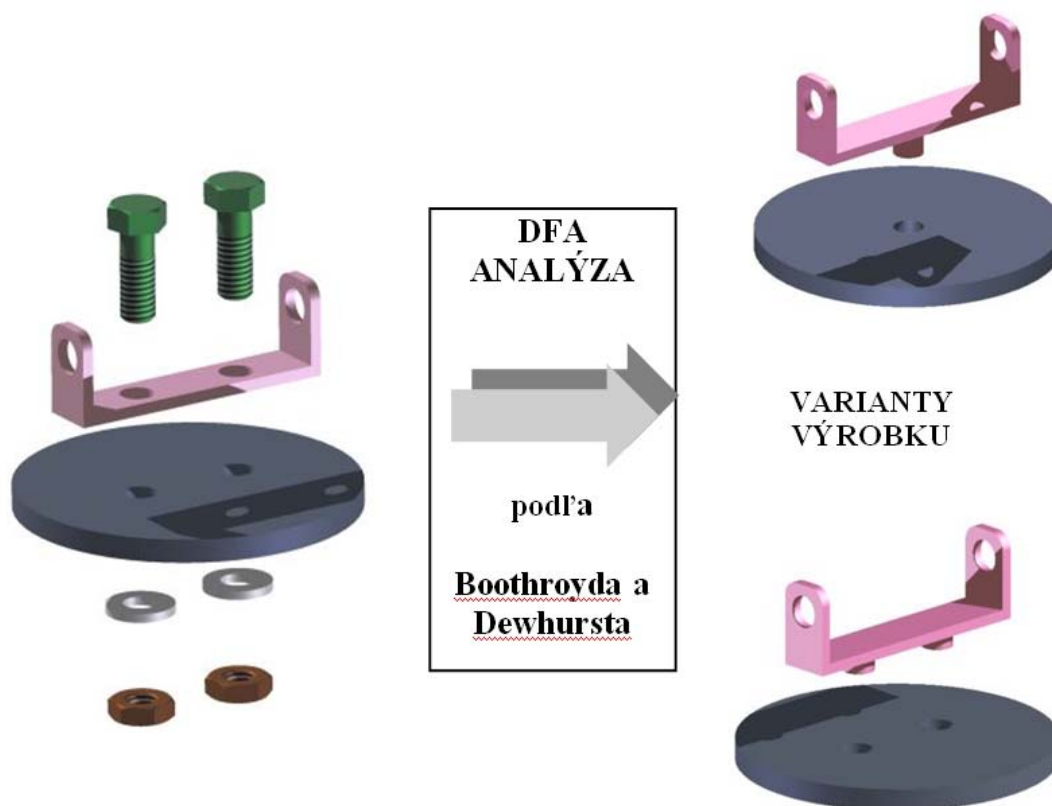
získaných bodov. Okrem týchto metód sa tiež realizujú pokusy vyvinúť expertné systémy pre podporu procesu konštruovania a plánovania.

**DFA kalkulátor Westinghouse** [14] je rotačný kalkulátor pre stanovenie obtiažnosti manipulácie a zakladania. Ide o 2 rotačné posuvné disky s transparentným kurzorom na každej strane. Menší disk sa posúva nezávisle od druhého disku a kurzora. Na jednej strane sa určuje sa index obtiažnosti manipulácie a na druhej strane sa stanovuje čas montáže. Faktory ako tvar súčiastky, symetria, smer vkladania pod. sa do systému zakomponujú zmenou polohy disku a kurzora.

**Sony DFA metóda** [14] je založená na tom, že všetky koncepty výrobku musia byť pripravené vo forme výkresu rozloženej zostavy. Analýza sa vykonáva pomocou vlastného Sony softvéru na tomto koncepte ešte pred detailným dizajnom výrobku. Získané DFA skóre potom slúži spolu s ostatnými parametrami pre výber konceptu výrobku, ktorý sa bude realizovať.

Moderné počítačové systémy ponúkajú funkciu **Digital Mock Up**, ktorá sa v montáži môže použiť pre skúmanie kolízií. Montáž je možné dobre zobrazit' a získané údaje je možné použiť ako predstupeň počítačovo podporovaného projektovania montážnych procesov a systémov. Ďalšou z možností je podľa [4] aplikácia web technológií.

Konštrukčné riešenie výrobku má pre všetky procesy výroby a montáže zásadný význam. Z hľadiska montáže je aplikácia analýz zameraných na posúdenie a následnú zmenu konštrukcie výrobku dôležitou súčasťou projektových aktivít. Tieto analýzy nie sú ešte v praxi úplnou samozrejmosťou a to ani posudzovanie na základe odporúčaní a pravidiel. Analýzy na základe ďalších spomínaných metód môžu byť náročné finančne napr. zakúpenie softvéru pre DFA analýzu podľa Boothroyda a Dewhursta alebo z hľadiska zvládnutia príslušného postupu. Všetky spomínané metódy sú naďalej predmetom vývoja.



Obr. 3 Príklad výsledkov DFA analýzy

# Metodiky pre inovácie high-tech strojárskych produktov a výrobných systémov



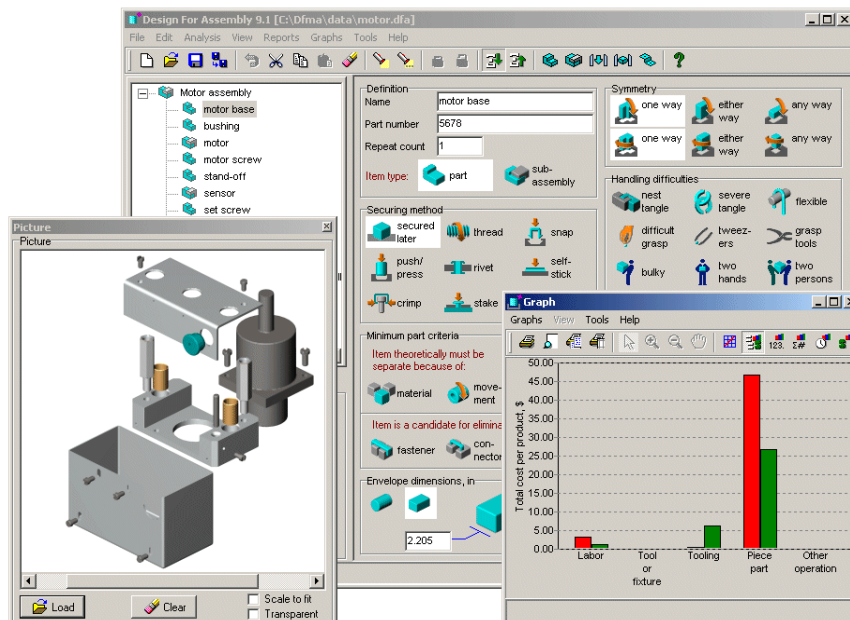
**Európska únia**  
Európsky fond regionálneho rozvoja

**Vedecký zborník čiastkových výstupov riešenia projektu  
„Centrum výskumu riadenia technických, environmentálnych a  
humánných rizík pre trvalý rozvoj produkcie a výrobkov  
v strojárstve“**

**Kód ITMS projektu: 26220120060**

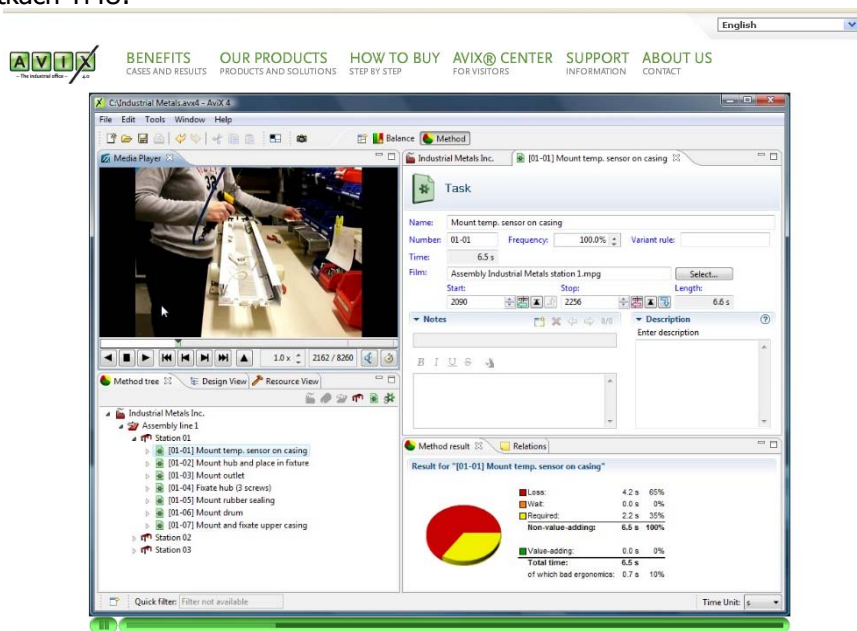


Táto aplikácia vychádza z dôkladnej analýzy tvaru a rozmerov ako aj z klasifikácie súčiastok a dielcov. Základným východiskom analýzy je zatriedenie vytvorené na základe orientačných a manipulačných charakteristík súčiastok a dielcov.



Obr. 4 Printscreen obrazovky softvéru DFA spoločnosti Boothroyd Dewhurst, Inc.

Moduly PROKON sú súčasťou balíka TiCon čo je v podstate softvérová podpora metódy analýzy a stanovenia času montáže tzv. MTM metóda (Method time measurement). Na obr. 5 je uvedený príklad formulára PROKON. Základom všetkých modulov softvéru TiCon je analýza založená na MTM klasifikácii t.j. na jednotlivých pohyboch ako napr. siahnúť, uchopiť ..atď. a k nim priradených časových jednotkách TMU.



Obr. 5 Printscreen obrazovky on-line demo ukážky softvéru Avix firmy Solme



Tretí príklad – modul DFM zahrňujúci samozrejme aj montáž je súčasťou balíka tzv. Avix analýzy, ktorej základom je analýza založená na spracovaní video snímky procesu. Na obr. 6 je uvedený print screen demo ukážky aplikácie softvéru.

## MTM - PROKON

TiCon		PROKON 2 Standard										Seite: 1 von 1												
Code: PKMKTKS....I		Variante:										Bearb.: MTM												
Index:												Datum: 12.09.2005												
Bezeichnung: Klemmschelle - Ist.Zustand		Änd.-Index: 9																						
Art: A Ausführung		Gültig von - bis: 22.04.2004 -		Erstellt: MTM / 22.04.2004																				
Status: 3 Freigegeben für Prüfer		Eigentümer: MTM		Letzte Änderung: MTM / 10.06.2005																				
Kurzbeschreibung: Klemmschelle bestehend aus 3 Teilen																								
Montage-Ablauf:	Basiswert		Montage-Erschwernis		Anzahl Füge-		mit		falsche		mit Fest-		Nach-		ohne		Änderung		Justage/		Prozess		Anzahl der	
	Gewicht 1	Hauptab-	Teile-	Anzahl Füge-		mit		falsche		mit Fest-		Nach-		ohne		Änderung		Justage/		Prozess		Anzahl der		
	Fügestelle	messung >	dimension	stellen	Behinderung	Einhau-	halten	richten	Positionier-	Füge-/	Prüfen	P1	P2	P3	Werkzeuge									
	< 8	> 8	> 800mm	2.	3.	> 3	Sicht	Raum																
	daN	daN	mm																					
Dübel einsetzen	1									1														
eindrücken																								
Klemmschelle ansetzen	1									1	1			1										
(Blech)Schraube	1									1														
Schraubwerkzeug																								1
Wichtungswert	40	55	10	100	10	40	15	15	35	15	20	10	15	20	100	50	150	300	40					
Häufigkeit	3									3	1	1												1
Gesamtsumme	120									60	10	15			100	2								40
Gesamtwert	345																							

Obr.6 Formulár analýzy softvérovým modulom PROKON nemeckého zväzu MTM

Všetky uvedené softvérové nástroje majú isté spoločné charakteristické črty. Prvá vec ktorú majú spoločné je to, že všetky tieto nástroje sú súčasťou komplexného riešenia t.j. existujú v istej súvislosti s inými riešenými úlohami. Ďalej to, že všetky tieto úlohy patria do oblasti technickej prípravy výroby ako napríklad: výber obrábacích strojov, výpočet času výroby dielca, atď. (softvér DFMA), stanovenie výrobného taktu, riešenie ergonomie pracoviska, atď. (softvér TiCon), vyvažovanie liniek, video analýza, atď. (softvér Avix). Tretou základnou charakteristikou je to, že vychádzajú z nejakej metódy resp. nadväzujú na istý model riešenia (model orientácie dielca v priestore, vopred definované časy základných pohybov, video analýza) t.j. sú založené na istom špecifickom teoretickom základe.

### PARAMETRE VÝROBKU

Pre proces DFA analýzy výrobku sú určujúce viaceré parametre výrobku, ktoré ovplyvňujú kritériá ktoré by výrobok a jeho časti mali spĺňať. V tomto rámci je potrebné okrem iného spomenúť:

#### Vel'kosť, komplexnosť a sériovosť výrobku

Rozmery ovplyvňujú voľbu technických zariadení. Je zrejme, že montážne a výrobné systémy napr. pre automobily a pre napr. mobilné telefóny budú vykazovať značné rozdiely. Štúdia EURAS [20], ktorá bola vypracovaná ako pilotný projekt analyzuje 26 podnikov s cca 3100 zamestnancami, ktoré sa orientujú na montáž v európskych krajinách (Nemecko, Maďarsko, Holandsko, Slovinsko, Švédsko a Švajčiarsko) a to v oblasti strojárstva, stavby strojov, špeciálnych strojov, dodávok pre automobilový priemysel, elektrických prístrojov a stavby elektrických zariadení. Podľa tejto štúdie sa



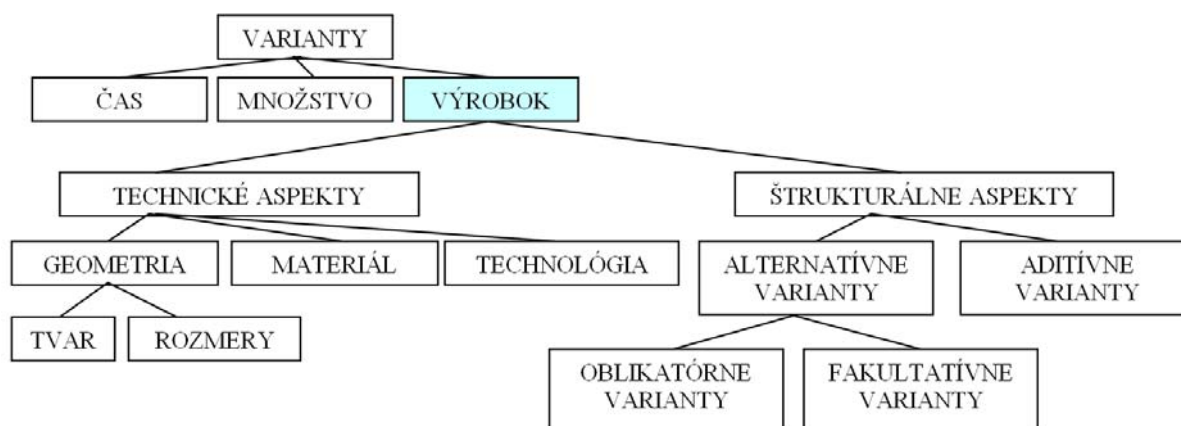
Žiaden z podnikov nezaoberal mikromontážou s veľkosťou montovaného výrobku menej ako 1 mm, aj keď sa predpokladá trend nárastu v tejto oblasti Celkovo sa očakáva miniaturizácia aj keď v oblasti stavby strojov a zariadení sa rozmery nebudú podstatne meniť. Ďalším dôležitým parametrom je komplexnosť výrobku, ktorá je najjednoduchšie vyjadriteľná počtom súčiastok a dielcov výrobku. Na tomto základe sú podľa [21] výrobky klasifikované do troch základných skupín – pozri tab. 1. Nemenej dôležitým aspektom je sériovosť t.j. počet montovaných kusov, ktorý má vplyv na celý rad výrobných faktorov ako je typ výroby, spôsob organizácie montážneho procesu, aplikované technické prostriedky a pod.

Tab.1 Klasifikácia výrobkov , zdroj: [21]

<b>Výrobok →</b> <b>Oblasť priemyslu</b> ↓	<b>Skupina výrobkov 1</b> jednoduché výrobky  < 31 súčiastok	<b>Skupina výrobkov 2</b> výrobky strednej komplexnosti 31 – 500 súčiastok	<b>Skupina výrobkov 3</b> komplexné výrobky  >500 súčiastok
Strojársky priemysel	ložiská	prevodovky	poľnohospodárske stroje
Automobilový priemysel	časti automobilov	pohony	vozidlá
Elektrické zariadenia	dosky plošných spojov, žiarovky, elektrické motory, elektrické spínače a riadiace prvky	malé domáce zariadenia	rádioprijímače, TV a audio zariadenia
Presné prístroje	mechanické meracie a riadiace prístroje	fotografické prístroje	hodiny, projektory
Kancelárske prístroje	perá, ceruzky	kalkulátory	kancelárske stroje, počítače

## Variantnosť výrobku

Variantnosť je možné charakterizovať ako množstvo rozličných prevedení súčiastky, stavebnej skupiny alebo výrobku. Variantnosť sa môže prejaviť z hľadiska času, množstva a druhu výrobku. Klasifikácia variantnosti podľa [19] je uvedená na obrázku 7.

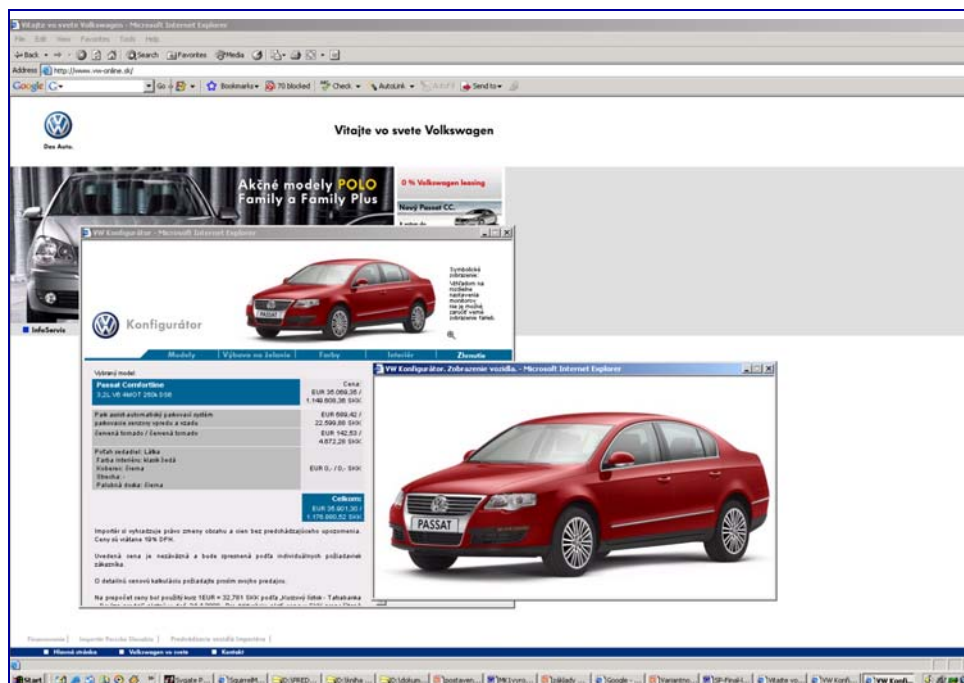


Obr.7 Klasifikácia aspektov variantnosti, zdroj: [19]





Časová variantnosť vzniká v prípade, že sa výrobok neprodukuje pravidelne z hľadiska času. Variantnosť v oblasti množstva znamená nerovnomernosť v počte kusov resp. vo veľkosti dávky. Aspekty variantnosti výrobku je možné rozdeliť na technické a štrukturálne. V prvom prípade ide o geometriu t.j. tvar a rozmery, materiál a technológiu. Štrukturálne varianty vznikajú v procese montáže a to priradením rozličných komponentov a dielcov. Príkladom je rozšírenie dielcov a podskupín – napríklad klimatizačné zariadenie v automobile. Alebo je možná alternatíva medzi obligatornými alternatívami v prípade, že sa musí urobiť rozhodnutie – napr. farba automobilu. V prípade fakultatívnych alternatív sa alternatíva nemusí realizovať napr. opierky hlavy na zadných sedadlách automobilu. Medzi jednotlivými prvkami môže existovať pozitívna závislosť napr. ak existuje dielec A musí existovať aj dielec B alebo negatívna t.j. ak existuje dielec A potom nemôže existovať dielec B. V zásade je možné identifikovať tzv. **vnútornú a vonkajšiu variantnosť výrobu**. Vonkajšia variantnosť je smerovaná k zákazníkovi a je podmienená zmenami na trhu a individuálnymi požiadavkami zákazníkov. Konkurencia vedie k snahe podnikov udržať si existujúcich zákazníkov a zároveň získať nových. Tento cieľ je možné zabezpečiť individualizáciou výrobku a rozšírením spektra výrobkov. Nasýtenie trhu a postupujúca globalizácia vedú k snahe obsadiť aj menšie trhové segmenty a to prostredníctvom zavedenia nových variantov výrobkov. K týmto príčinám sa pridružujú aj vnútorné podnikové faktory ako napr. to, že podnik pri zavedení nových výrobkov nestahuje z ponuky staré výrobky. Dalším faktorom je skutočnosť, že už v procese návrhu a konštruovania výrobku často vznikajú varianty výrobkov a to často aj vtedy ak nie sú nutné. Niekedy je jednoduchšie navrhnuť nový dielec než hľadať už existujúci navrhnutý dielec. Znižujúca sa životnosť výrobkov a skracovanie inovačného cyklu výroky sú ďalšie faktory podmieňujúce zvyšovanie počtu variantov výrobku. Aj keď vnútorná variantnosť výrobkov, ktorá sa vzťahuje na proces výroby a montáže a závisí od vonkajšej variantnosti táto závislosť nie je priama, ale závisí od množstva ďalších faktorov. Jedným z nich je aj aplikovaná stratégia a súbor opatrení týkajúcich sa variantnosti výrobku. Oblasť priemyslu v ktorej je problematika variantnosti zrejماً na prvý pohľad je automobilový priemysel. Napríklad firma BMW ponúka 1032 variantov automobilov a Mercedes triedy C je k dispozícii v 2 27 variantoch. Automobil, ktorý opúšťa montážnu linku je „individuálne vytvorený“ pre určitého zákazníka. Počet totožných automobilov je napríklad u firmy VW 1,5 automobilu ročne.



Obr.8 Car configurator firmy Volkswagen



Možné stratégie a opatrenia pre redukcii počtu variantov je možné zahrnúť do štyroch základných oblastí:

- **Zabránenie vzniku veľkého počtu variantov** výrobku orientáciou na malý počet variantov, ktoré sú cielene orientované na vybraným trhovom segmente.
- **Zníženie počtu variantov.** Od uvedenia výrobku na trh sa počet variantov zvyšuje. Aplikáciou opatrení na vyčistenie spektra výrobkov a zníženie počtu variantov je možné vylúčiť z výrobného programu neefektívne varianty.
- **Prenos variantov** do inej výrobnéj a /alebo montážnej úrovne prípadne k dodávateľom dielcov a komponentov.
- **Riadenie variantnosti** – ako súbor opatrení v oblasti tvorby a návrhu výrobku, segmentácie výroby, logistiky a organizácie.

Najvýznamnejšie je možné variantnosť ovplyvniť v procese návrhu a konštrukcie výrobku. V tejto súvislosti je možné aplikovať:

- **Štandardizáciu** orientovanú na aplikáciu normalizovaných súčiastok a rovnakých dielcov a ich opakované použitie ako aj čo najneskoršia tvorba variantov a zabezpečenie úplnej vzájomnej vymeniteľnosti.
- **Integrovaný resp. diferencovaný typ konštrukcie** – ide o dve rozličné možnosti optimalizácie štruktúry výrobku. Integrovaná konštrukcia redukuje počet dielcov t.j. jeden dielec spĺňa viaceré funkcie. Diferenciácia rozčleňuje funkčné časti výrobku na viaceré časti. Cieľom je dosiahnuť vyšší počet rovnakých dielcov resp. súčiastok vo výrobku.
- **Modularizáciu** – je najdôležitejší princíp pod ktorým je možné rozumiť vhodné rozčlenenie výrobku na prvky t.j. moduly, ktorých vzájomná závislosť je čo možno najnižšia. Rozhrania sú štandardizované. Hlavným cieľom je redukcia vnútornej komplexnosti pri súčasnej vysokej vonkajšej variantnosti. Podstatná je v tejto súvislosti voľná vzájomná kombinovateľnosť malého počtu modulov. Výsledkom je možnosť rozčleniť výrobu a montáž na výrobu a montáž, ktoré sú neutrálne z hľadiska variantnosti a na výrobu a montáž, ktoré sú závislé od variantov výrobku.
- **Stavebnicový princíp, platforma** – stavebnicový princíp a platforma sú založené na modulovom princípe. Stavebnicový systém pozostáva z určitého množstva prvkov, ktoré je možné vybrať podľa aplikácie a na základe zlučiteľnosti rozhraní navzájom kombinovať. Prvky stavebnicového systému sú štandardizované podskupiny ktoré realizujú dielčie funkcie výrobku. Ďalšiu rozšírenejšiu aplikáciu modularizácie predstavuje princíp platformy. Cieľom je vytvorenie skupiny výrobkov (product family) na základe spoločnej platformy. Platformu tvoria komponenty s najvyšším obsahom časovo stabilných jednotiek. Je typickým prístupom v oblasti automobilového priemyslu.
- **Variantnosť postupu montáže** – cieľom je vytvoriť taký postup montáže výrobku, ktorý by umožnil vytváranie variantov výrobku čo najneskôr.

Z analýzy základných problémových okruhov variantnosti výrobku vyplýva, že ide o dôležitú oblasť, ktorej je potrebné venovať pozornosť vo všetkých etapách tak výrobného ako aj montážneho procesu. Zahraničné skúsenosti poukazujú na význam riadenia variantnosti výrobku a zavedenia opatrení pre získanie optimálneho efektu vo vzťahu medzi požiadavkami zákazníka na jednej strane a efektívnosťou výroby na strane druhej. V tab.2 je uvedená charakteristika typov variantnosti a ich vplyv na proces montáže.

**Štruktúra výrobku.** Výrobok je potrebné analyzovať z hľadiska jeho štruktúry. Obvykle je každý zložitejší výrobok z konštrukčného hľadiska už rozčlenený na jednotlivé dielce, uzly a podskupiny. Toto rozčlenenie má svoj význam a obvykle je v súlade aj so štruktúrou z hľadiska montáže. Základným pojmom ktorý sa v tejto súvislosti používa v oblasti montáže je pojem tzv.



montážnej podskupiny (v anglickej odbornej literatúre sa používa pojem assemblies). V zásade môžeme montážnu podskupinu definovať ako spojenie minimálne dvoch súčiastok výrobku po spojení ktorých je možné vzniknutý dielce transportovať, skladovať, kontrolovať a manipulovať s ním bez toho aby došlo k zmene kvality alebo poškodeniu jeho funkčnosti. Montážna podskupina obvykle tvorí konštrukčne alebo funkčne samostatný celok, sama sa môže skladať z ďalších podskupín medzi ktorými môžu byť hierarchické vzájomné vzťahy. Montážne podskupiny sa obvykle montujú mimo finálnu montáž výrobku. Je možné montovať ich aj na úplne inom mieste a v inom čase.

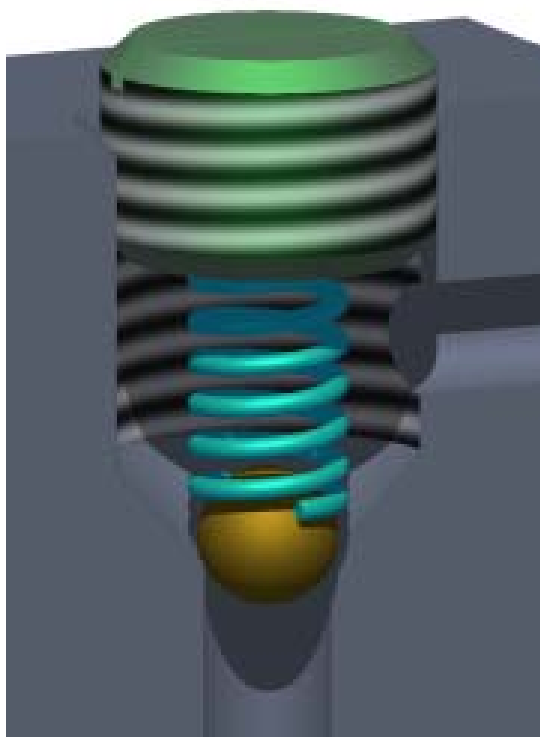
Tab.2 Typy variantnosti a ich vplyv na proces montáže

Variantnosť	Charakteristika	Vplyv na proces montáže
<b>Čas</b>	Výrobok sa neprodukuje pravidelne	Ak montážne zariadenie resp. pracovisko v čase neprodukovania výroby výrobku stojí, negatívne to ovplyvňuje využitie zariadení, plochy a pod. Riešením je aplikácia pružných montážnych systémov napr. ručných, v ktorých je možné montovať aj iné výrobky
<b>Množstvo</b>	Výrobok sa produkuje v rôznom počte kusov resp. veľkosti dávky	Časté zmeny v počte kusov vplyvajú na existujúcu kapacitu montážneho systému. Riešením môže byť viac smennosť, prípadne aplikácie paralelných pracovísk. Výkyvy v množstve kusov sú náročné aj z hľadiska riadenia, organizácie a logistiky.
<b>Geometria</b>		Vplyva hlavne na konštrukciu náradia, upínačov, paliet, uchopovacích prvkov a pod. V závislosti od charakteristiky týchto rozdielov je možné aplikovať prvky a zariadenia ktoré majú napr. vymeniteľné prvky alebo tzv. adaptabilné prvky..
Tvar	Súčiastky, dielce a komponenty majú rozdielny tvar	
Rozmery	Súčiastky, dielce a komponenty majú rozličné rozmery	Vplyv hlavne na konštrukciu náradia, upínačov, paliet, uchopovacích prvkov a pod. V závislosti od veľkosti rozdielu rozmerov riešením môžu byť technické prvky a zariadenia pracujúce v širšom rozsahu základných parametrov ako napr. široko rozsahové chápadlá.
<b>Materiál</b>	Súčiastky a dielce majú rozdielny materiál	Vplyva hlavne na proces výroby dielcov a súčiastok, v montáži môže ovplyvňovať technológiu vytvárania spojov a ovplyvňovať také parametre ako napr. veľkosť sily alebo druh lepidla a pod.
<b>Technológia</b>	Jednotlivé dielce, komponenty a výrobky majú rôznu technológiu spojovania	Ovplyvňuje výber náradia, nástrojov a technických zariadení pre realizáciu spojovacích operácií. Obvykle je potrebné použiť rozličné typy zariadení a/alebo nástrojov.
<b>Štruktúra výrobku</b>		Obvykle je potrebné rátať s ďalšími montážnymi operáciami na existujúcich pracoviskách, čo môže ovplyvňovať čas montáže, prípadne s ďalšími pracoviskami či montážnymi stanicami určenými len pre montáž pridávaných dielcov resp. komponentov
Aditívne alternatívy	Pridávajú sa dielce resp. komponenty	
Obligatórne alternatívy	Existuje viacero alternatív medzi ktorými sa musí realizovať výber	Proces montáže bude ovplyvnený v závislosti od toho aký veľký je rozdiel medzi alternatívami. Riešením je aplikácia pružných technických prvkov a zariadení.
Fakultatívne alternatívy	Existujú alternatívy medzi ktorými sa môže realizovať výber	Proces montáže bude ovplyvnený v závislosti od toho aký veľký je rozdiel medzi alternatívami. Riešením je aplikácia pružných technických prvkov a zariadení.

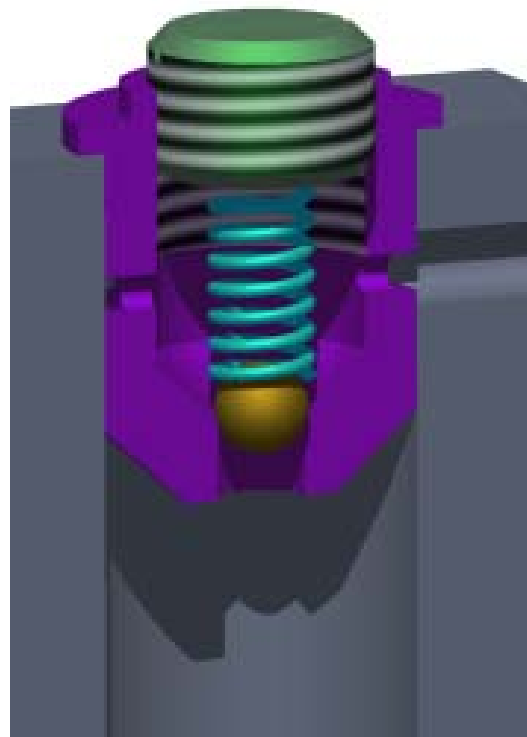


## Pravidlá a odporúčania

Pre DFA analýzu výrobku existuje celý rad pravidiel resp. odporúčaní ako aj príkladov, ktoré obvykle ilustrujú správne a menej správne riešenia aj s príslušným vysvetlením. Tieto pravidlá a odporúčania sa týkajú tak výrobku ako celku, montážnych podskupín, spojov ako aj jednotlivých súčiastok. Znalosť uvedených pravidiel by mala umožniť vyvarovať sa už v procese návrhu takým riešeniam, ktoré by mohli spôsobovať pri montáži problém. Ako príklad je možné uviesť na obr.9 a 10 príklad konštrukcie s a bez montážnej podskupiny, prípadne v tabuľke 3 uvedené príklady súčiastok ktoré sú viac, prípadne menej vhodné v rámci pravidiel ako napríklad uprednostňovanie symetrických súčiastok, bezproblémové správanie sa v prírodnej sústave a pod.



Obr. 9 Dielec bez montážnej podskupiny



Obr.10 Dielec s montážnou podskupinou

## Aplikácia DFA analýz

V predmetnej oblasti existuje celý rad príkladov zmeny konštrukcie výrobku z dôvodu zníženia nákladov a zlepšenia procesu výroby a montáže. Na obr. 11 je uvedený príklad uzamykacieho systému automobilu. Dvere automobilu spĺňajú niekoľko funkcií, mali by byť bezpečné, ľahké a mali by zaisťovať celistvosť štruktúry automobilu pri ich uzatvorení. Príklad zmeny konštrukcie uzamykacieho systému automobilu ilustruje možnosti zjednodušenia jeho montáže. V uvedenom príklade išlo o:

- zmenu vnútornej kľučky - modifikácia dvoch háčikov, vynechanie diery a použitie dvoch západiek
- zmenu lanka kľučky - nahradenie svorky plastickou svorkou na lanko pre ľahšiu inštaláciu a zníženie nákladov
- zmenu uzáveru dverí - použitie hrubšej päty uzáveru a nanosenie ochranného náteru povrchu v mieste jeho kontaktu s plechom





Tab.3 Príklady odporúčaní pre konštrukciu súčiastok z hľadiska montáže, zdroj: [5, 21, 22]

	Menej vhodné riešenie	Vhodnejšie riešenie
1	Správanie sa v prírodnej sústave	
2	Súčiastky sa nesmú zlepovať a spolu zmotávať	
3	Pri skladovaní by súčiastky mali zaberat' čo najmenej miesta	
4	Uprednostňovať symetrické tvary súčiastok	
5	Výrazná asymetria	
6	Používať čo najdlhšie vodiace plochy	

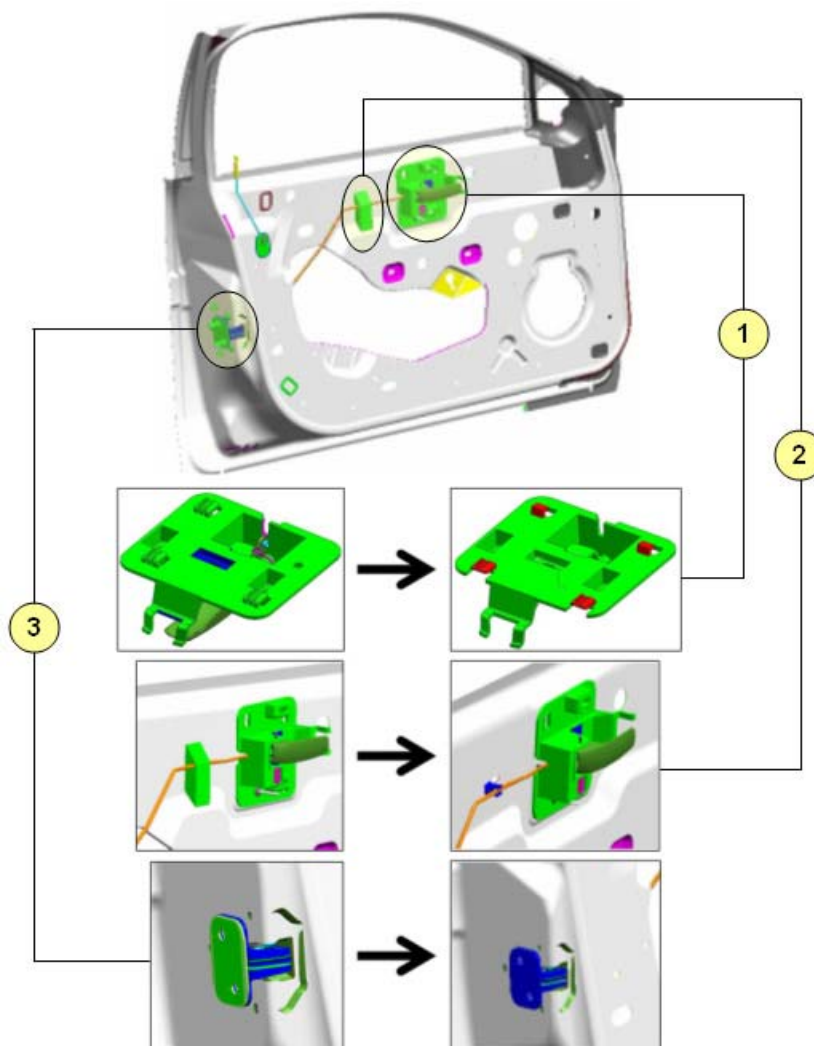
Analýza rozličných DFA projektov [1] realizovaná v posledných v posledných rokoch ukázala priemernú redukciu počtu dielcov o 51%, času montáže o 62% a času vývoja o 50%. Na obr.3 je uvedený príklad montovaného výrobku a výsledky jeho analýzy podľa [1]. Podľa [1] sú výsledky dosahované pomocou aplikácie DFA analýzy uvedené v tab. 4.

## ZÁVER

DFA analýza ako súčasť procesu navrhovania výrobku je dôležitým prvkom hlavne z dôvodu, že môže na základe iniciovanej zmeny konštrukcie výrobku zmeniť podmienky montážneho procesu a to smerom k rozličným typom úspor. Zároveň je potrebné konštatovať že ide o problematiku, ktorá



aj keď je už roky premetom záujmu viacerých či už výskumných ako aj výrobných spoločností nie je stále komplexne spracovaná a aj jej aplikácia nie je dostatočná.



Obr. 11 Zmena uzamykacieho systému automobilu

Tab.4 Výsledky aplikácie DFA, zdroj: [1]

Oblasť	REDUKCIA
Mzdové náklady	42 %
Počet súčiastok	54 %
Spojovacie prvky	57 %
Hmotnosť	22 %
Čas montáže	60%
Náklady na montáž	45 %
Nástroje na montáž	73 %
Montážne operácie	53 %
Cyklus vývoja výrobku	45 %
Celkové náklady	50 %

Výsledky sú spracované podľa viac ako stovky prípadových štúdií



Zložitosť procesu je podmienená hlavne tou skutočnosťou, že ide o ovplyvnenie resp. hodnotenie tvorivého procesu, ktorý je ťažké štrukturalizovať, ďalej tým, že samotná DFA analýza je v interakcii s existujúcim stavom technických zariadení a technológií, ktoré sú k dispozícii. Ďalším dôležitým aspektom je skutočnosť, že montáž je len jednou z technológií, ktorú je potrebné zohľadniť. Existuje samozrejme aj celý rad ďalších nemenej dôležitých Design for x požiadaviek. Vzhľadom na to, že výrobok je vždy komplexný t.j. musí sa aj vyrobiť, aj transportovať, aj zabaliť atď. aj analýza by mala byť komplexná. DFA - analýza by sa teda mala stať jednou zo súčastí celého tohto procesu.

## Literatúra

- [1] Boothroyd Dewhurst Inc., dostupné na internete: <[www.dfma.com](http://www.dfma.com)>
- [2] Design for eXcellence, dostupné na internete:  
<[http://www.ami.ac.uk/courses/ami4813\\_dfx/u03/s01/index.asp](http://www.ami.ac.uk/courses/ami4813_dfx/u03/s01/index.asp)>
- [3] Fraunhofer inštitút (IPA) Stuttgart, dostupné na internete: <[www.ipa.fhg.de](http://www.ipa.fhg.de)>
- [4] Huang, G.Q., Mak K.L.: Design for Manufacture and Assembly on the Internet, dostupné na internete: <<http://www.imse.hku.hk/gqhuang/Publications/DFMAWeb.htm>>
- [5] Lotter B., Wiendahl H.P.: Montage in der industriellen Produktion, Springer, Berlin Heidelberg, New York, 2006, s.531, ISBN 13978-3-540-21413-7
- [6] Václav, Š.: What is the Assembly ?. In.: 7th International Scientific Conference CO-MAT-TECH 2005, Trnava 2005, s.194
- [7] Wiendahl H.P., Gerst D., Keunecke L.: Variantenbeherrschung in der Montage, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 2004, s. 329. ISBN 3-540-14042-5.
- [8] Dostál, V.: Využití hodnotového inženýrství při spracování součástí z hlediska technologičnosti. In.: Progresívne metódy technologickej konštrukcie, DT ČSVTS Plzeň, 1987, s. 32-42
- [9] Sejkora, F.: Pravidla zabezpečování technologičnosti konstrukce, In.: Progresívne metódy technologickej konštrukcie, DT ČSVTS Plzeň, 1987, s. 42-47
- [10] Holle W. : Rechnerunterstützte Montageplanung : Montageplanung und Simultaneous Engineering; Hanser, München, 2002, ISBN 204 - 2063-446-21986-2
- [11] Wiendahl, H.P., Gerst, D., Kuenecke L. : Variantenbeherrschung in der Montage Konzept un Praxis der flexiblen Produktionsendstufe, Springer, Berlín, 2004, ISBN 3-540-14042-5,
- [12] Eskilander S.: Design for automatic assembly - a method for product design : DFA 2Doctoral thesis, Stockholm, 2001, ISSN 1650-1888
- [13] Boothroyd G., Dewhurst P., Knight, W.A.: Product Design for Manufacture and Assembly, CRC Press: Taylor & Francis, 2011, Boca Raton, ISBN 978-1-4200-8928-8
- [14] Whitney D.E.: Mechanical Assemblies, Oxford University Press, NewYork, 2004, ISBN 0-19-515782-6
- [15] MTM Association for Standards and Research, TiCon: dostupné na internete:  
<<http://www.mtm.org/TiCon.htm>>
- [16] Solme AB, Göteborg, dostupné na internete: <[www.solme.de](http://www.solme.de)>
- [17] Huang G., Q.: Design for X: Concurrent Engineering Imperatives, Chapman &Hall, Padstow, 1996, ISBN 0- 412-78750- 4
- [18] French M., J.: Conceptual Design for Engineers, Springer, Londýn, 1999, ISBN 1- 85233027-9
- [19] Wiendahl H.P., Gerst D., Keunecke L.: Variantenbeherrschung in der Montage, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 2004, s. 329. ISBN 3-540-14042-5.
- [20] Butala, P., Gregs, H., Kleine, J., Wingen, S.: EURAS-Final Presentation, Lipsko, 2001
- [21] Nof, S.,Y., Wilhelm W.,E., Warnecke, H.,J.: Industrial assembly, Champan and Hall, Londýn 1997, ISBN 0412557703
- [22] Skarbinski M., Skarbinski J. : Technologickosť konštrukcie strojov, Alfa, Bratislava, 1982, ISBN 63-161-82



## APLIKÁCIE ZNALOSTNE INTENZÍVNYCH SLUŽIEB PRE PODPORU INOVÁCIÍ V PRODUKT DIZAJNE

**Ing. Andrea Lešková, PhD.**

e-mail: [andrea.leskova@tuke.sk](mailto:andrea.leskova@tuke.sk)

### Abstrakt

V tomto príspevku je prezentovaná charakteristika vybraných znalostných - inžinierskych služieb pre podporu inovácií v rámci metodiky Product Design pre uplatnenie v automobilovom priemysle. Ako potvrdzujú prieskumy tejto problematiky, znalostne intenzívne služby výrazne prispievajú k skvalitneniu produktových, procesných a organizačných inovačných procesov a stimulujú R&D riešenia transferom najlepších skúseností a praktík z multidisciplinárnej oblasti.

**Kľúčové slová:** znalostne intenzívne služby, inžiniering, podpora inovácií, automobilový priemysel

### ÚVOD

Jedným z prostriedkov, ktoré napomáhajú k výraznému rozvoju automobilového priemyslu, je outsourcing (t.j. externalizácia - nákup služieb od špecializovaných poskytovateľov) a prenesenie inovačnej iniciatívy zo strany OEM (Original equipment manufacturer) na dodávateľov. Mnohé z kompetencií autovýrobcov, ktoré sa týkajú inovačného cyklu Product Design - navrhovania dizajnu, konštrukcie a inžinierskych procesov - od samotnej invencie nového riešenia, cez simulácie, tvorbu prototypu, komponentov a ich testovanie až po realizáciu v konkrétnych podmienkach prevádzok sériovej výroby - montáž subsystémov, sú ponechané na vybraných dodávateľov alebo špecializovaných partnerov z oblasti poskytovateľov sofistikovaných služieb alebo vývojárov podporných aplikácií informačno-komunikačných technológií.

Úspešnosť inovačných procesov výrobkov a technológií vo vysoko konkurenčnom prostredí sektora automotive môže do značnej miery ovplyvniť implementácia špecifických, tzv. znalostne intenzívnych služieb (KIS – knowledge intensive services) v rámci rozšírenia kolaboratívneho inžinierstva automobiliek a dodávateľov o ďalších aktérov na úrovni expertov napr. z centier excelencie.

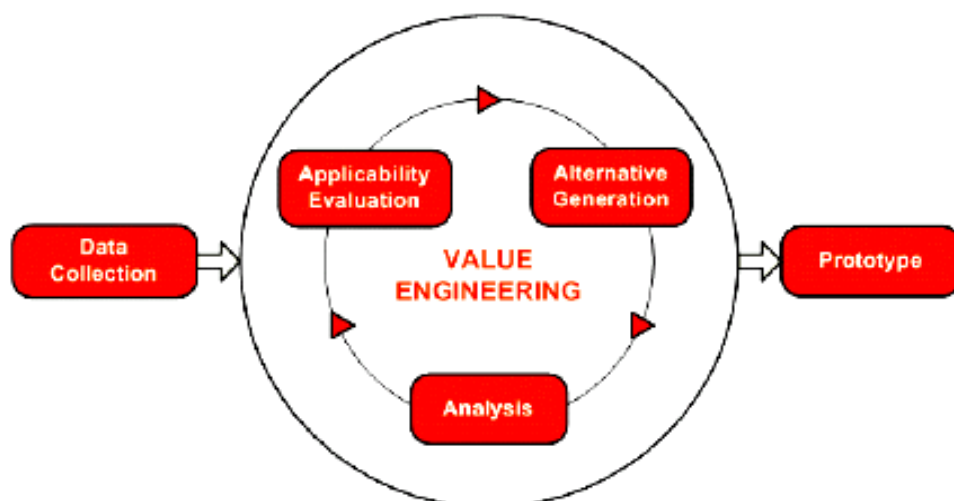
### POTENCIÁL ZNALOSTNÝCH SLUŽIEB PRE PODPORU INOVÁCIÍ V AV

Znalostne intenzívne služby sú efektívne najmä ako organizačná podpora pri naplňaní inovačnej stratégie podnikov v automobilovej výrobe. KIS rozvíjané na princípoch partnerstva otvárajú vývojárom zo sektora automotive inovačný priestor tým, že v projektoch Product Design dochádza k difúzii invencií v širokom zábere rôznych technických oblastí. Prostredníctvom KIS sa OEM dostávajú k špičkovým technológiám a expertným znalostiam, obohacujú vlastné praktiky o nové prístupy, čo synergickým efektom posilňuje ich konkurencieschopnosť v globálnych podmienkach. Výhodami tejto formy úzkej kooperácie v procesoch inžinieringu pri Product Design je bezpochyby výrazné skrátenie času a zníženie nákladov na prípravu nových výrobkov a v návaznosti na to aj rekonfiguráciu výrobných systémov. OEM nakupujú len tie znalostne intenzívne služby, ktoré nevyhnutne pre vývoj inovácií vyšších rádov potrebujú – napr. KIS typu high-tech, a usporia na investíciách do náročných technológií, ktoré by inak využívali len fragmentálne. Transfer know-how pomocou KIS (väzba dodávateľ - užívateľ) má navyše pozitívny dopad aj na rozvoj podnikovej kultúry, dodávané služby vyvolávajú potrebu zvyšovania kvalifikácie ľudských zdrojov, umožňujú osvojenie nových poznatkov a pracovných postupov, integráciu ďalších špecifických subsystémov do organizácie. Predpokladom úspešnej implementácie KIS v inovačných projektoch musí byť absolútna vzájomná dôvera participujúcich strán a ochrana údajov pri riešení úloh, ktoré podľa úrovne novosti môžu vyústiť do patentov, priemyselných vzorov a produktov duševného vlastníctva komerčne využiteľných v budúcnosti. [1]





Na globálnom trhu služieb existuje široký priestor pre sprostredkovateľov, ktorí cielene vyhľadávajú nové poznatky a prenášajú ich k svojim klientom, a takto sa podieľajú na difúzii znalostí a na zvyšovaní absorpčnej schopnosti inovatívne orientovaných podnikov, teda schopnosti identifikovať, asimilovať a v maximálnej miere využiť znalosti z externých zdrojov vo forme inovačného poradenstva. Dodané znalostné služby podporujúce inovačnú výkonnosť podnikov kombinujú znalosti, ktoré majú multidisciplinárny charakter – aplikujú vnútrofirémne poznatky OEM získané prácou na projektoch, od špičkových expertov, z medzinárodných štandardov, z praxe excelentných R&D pracovísk, z patentovej literatúry a pod.. Dochádza tak k vzájomnej kombinácii informačných základní, k procesu vzájomného učenia sa, k tvorbe nových znalostí, až po fúziu a implementáciu skúseností, ktorými dovtedy podniky nedisponovali, resp. ich nevedeli efektívne využiť bez potrebnej konzultačnej podpory pri cieleňom riešení problémov napr. pri inováciách v Product Designe [5]. Poskytovatelia KIS perspektívne otvárajú nové strategické možnosti inovačného rozvoja OEM podnikov. To sa uskutočňuje akumuláciou najnovších vedeckých informácií z iných odborov alebo prenosom špecifických poznatkov medzi sektormi smerom ku komplexným sofistikovaným riešeniam inovácií produktov a technológií. Aktivity špecializovaných firiem ponúkajúcich služby typu KIS sú založené na profesionálnych skúsenostiach a naakumulovaných znalostiach a tieto uplatňujú pri poskytovaní služieb v kooperácii s partnerskými OEM, pričom služby sa zameriavajú na adopciu, implementáciu a aj spoločný vývoj inovačných riešení na základe špecificky zadanej problematiky a parametrov, ako zjednodušene ilustruje obr. 1.

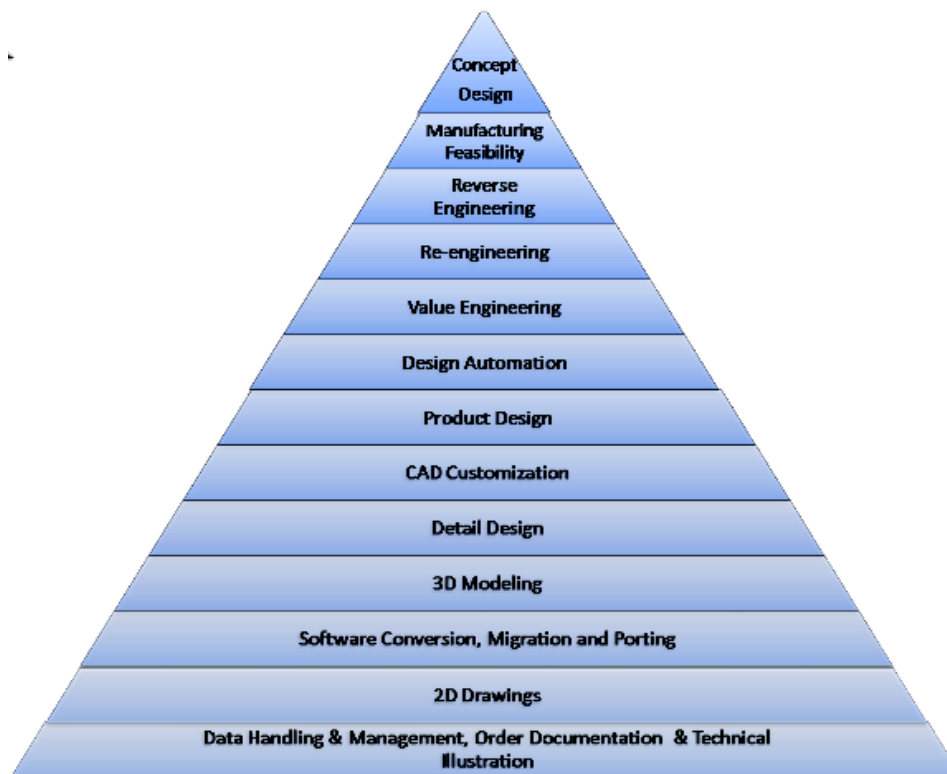


Obr. 1 Schéma cyklu generovania inovačných riešení [8]

Procesy inžinieringu, zamerané na inovácie výrobkov, v podobe znalostne intenzívnych služieb, musia komplexne prispievať k celkovej tvorbe vyššej pridanej hodnoty produktu z pohľadu zákazníka. Znalostné služby spojené so základným výskumom, aplikovaným vývojom a navrhovaním prototypov výrobkov majú veľký význam a vyžadujú si generovať intenzívne poznatky, ich neustále obnovovanie a overovanie – expertné analýzy. Pozostávajú z veľkého množstva elementárnych činností pre zabezpečenie zložitého cyklu inovácií výrobku. Poskytovanie služieb v oblasti R&D a experimentálneho inžinieringu patrí k tzv. high-tech knowledge intensive services, čo sú aktivity s kvalitatívne najvyššou pridanou hodnotou pri zvyšovaní inovačnej úrovne [4]. V automobilovom priemysle sa na globálnej úrovni etablovalo mnoho renomovaných firiem, ktorí vystupujú ako komplexní systémoví dodávatelia nie len produktov (funkčných submontážnych dielcov vozidla), ale aj riešení výskumu, vývoja a inovácií „na objednávku“, IKT nástrojov podpory inžinierskych činností a poskytovania znalostne intenzívnych služieb pre finálnych automobilových výrobcov. Dokážu v rámci inovačného procesu navrhnúť kompletne zostavy, moduly alebo systémy, ale aj celé vozidlo, virtuálne modely, simulácie testov, konštrukčné optimalizácie, výpočty, riešenia typu „digitálna továreň“ a pod. Schéma na obr. 2



vyjadruje obecný príklad súboru kompetencií ponúkaných pre OEM zo strany KIS firiem na úrovni kolaboratívneho inžinieringu a obr. 3 špecifikuje schopnosti zabezpečované KIS v postupoch Product Design. [9]



Obr. 2: Škála problémových oblastí OEM zabezpečovaných cez KIS



Obr. 3 Kompetencie poskytovateľov KIS v oblasti Product Design



V metodike Product Design sú tvorivé inžinierske aktivity prítomné v každej fáze reťazca tvorby inovácie - nových hodnôt, a sú doň integrované. V metodike Product Design sú teda aplikované mnohé postupy vhodné pre synergické riešenie zadaných úloh prostredníctvom znalostne intenzívnych služieb, diferencovanými technikami inžinieringu. Ideový námet súboru aktivít univerzitného pracoviska, ktoré generuje znalostne intenzívne riešenia na báze inžinierskych služieb pre podporu širokej škály procesov v Product Designe - v intenciách centra excelencie – je vypracovaný v ďalšom texte príspevku.

## MODEL PORTFÓLIA INŽINIERSKÝCH SLUŽIEB PRE PODPORU INOVÁCIÍ VÝROBKOV

Koncepcia typového poskytovateľa znalostne intenzívnych služieb, pre podniky operujúce v automobilovom priemysle, je vytvorená na základe prieskumu a zmapovania aktivít dodávateľov zabezpečujúcich „dodávky“ riešení výskumu a vývoja, inovácií a inžinieringu vo forme outsourcingu. Model podnikateľského subjektu predstavuje organizáciu, ktorá prostredníctvom úzkej kooperácie s klientmi z odvetvia automotive adresne poskytuje inžinierske služby v podobe riešených projektov a riešenia zadaných úloh „na objednávku“ podporujúcich komerčnú implementáciu inovácií - pre výrazné skrátenie časov ich uvedenia na trh. [5]

Referenčne navrhnuté univerzitné pracovisko je schopné poskytovať kompletnú škálu znalostných služieb v oblasti: tvorby variantov inovačných námetov, koncepčného inžinieringu, dizajnu, virtuálne overovanie, prototypovanie, testovanie, výroba modelov, príprava inovačných projektov a sprievodnej dokumentácie a pod.. Moderné technické vybavenie, laboratórne zariadenia v komplexe univerzitného centra a vysokokvalifikovaní pracovníci z rôznych technických odborov umožňujú riešiť napr. nastavenie funkčných atribútov výkonu vozidla, ako je životnosť, bezpečnosť, styling, komfort, jazdné parametre, problematiku výrobitelnosti dielov, kompozitné materiály, spotrebu paliva, alternatívne pohony, hmotnosť a pod., ako aj vo všeobecnosti zákaznícky vývoj vozidiel, podporu inovačného rozvoja hlavných subsystémov a jednotlivých komponentov, štúdie prieskumu trhu, benchmarking, vývoj koncepčných modelov a mechanizmov, štúdie uskutočniteľnosti v reálnych podmienkach, modely logistických procesov, detailný dizajn, CAD modelovanie, CAE simulácie, prototypovanie, testovanie, technické expertízy, dodržiavanie noriem a právnych predpisov, homologizáciu a projektový manažment. [6]

Návrh portfólia poskytovaných znalostných služieb je uvedený zjednodušene vo forme schematických modelov, predstavujú ich jednotlivé bloky znázornené na obr. 4 až 8. [10] Tieto aktivity preukázateľne podporujú generovanie inovácií v procesoch Product Designu v automobilovom priemysle.

### 1. Styling a koncepčný dizajn

Táto úvodná fáza inovačného procesu je spojená s „oživením“ originálneho koncepčného námetu nového výrobku, s kreatívnosťou, schopnosťou zachytiť nové trendy, citlivo vnímať potreby zákazníkov na rôznych trhoch, transformovať ich do variantných návrhov, ktoré prevyšujú očakávania zákazníkov, predstavujú homogénnu štruktúru produktu spájajúcu emocionálne - estetické aspekty a technické nekonvenčné riešenia.

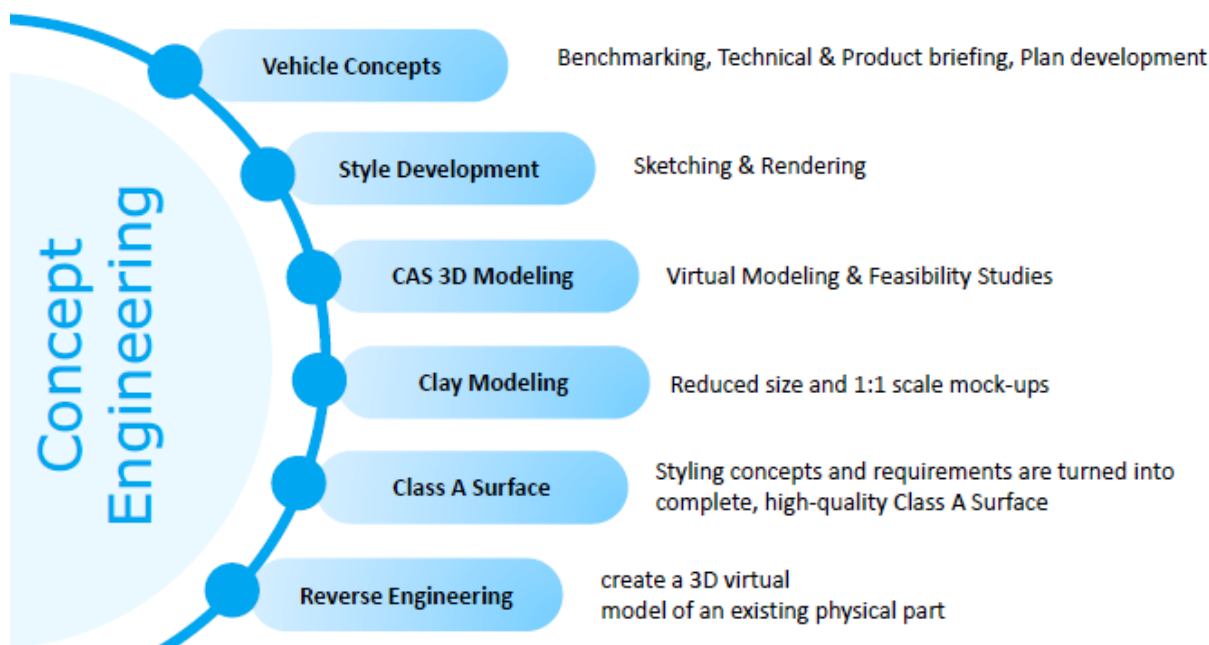
Inžiniering predstavuje integrovaný prístup zahŕňajúci všetky detaily a špecifiká benchmarkingu, navrhovania dizajnu, stylingu, variantné koncepty, architektúry mechanickej štruktúry automobilu, optimalizácie priestoru, modelovanie, analýzy realizovateľnosti, analýzy investičných nákladov, analýzy životného cyklu inovácie produktu. Znalostné služby tejto kategórie (obr. 4) sú spôsobilosti pre:

- Vytvorenie konceptu nového automobilu: vytýčenie cieľov, benchmarking, expertné analýzy: prieskum trhu, analýza konkurencie, demontážne – recyklačné reporty, referenčné ukazovatele, analýza trendov, štatistické analýzy; špecifikácie: rozmiestnenie dielcov v štruktúre vozidla (tzv.



package), digitálna vizualizácia, prehľadové štúdie - technické, produktové; plán vývoja inovovaného modelu; výrobná stratégia.

- Vizualizácia dizajnu: náčrtky a skice – manuálne vykreslené, digitálne stvárnené; rendring – „umelecky“ stvárnené predlohy, makety.
- 3D modelovanie: virtuálne modelovanie, aplikácia virtuálnej reality, predbežné štúdie realizovateľnosti, virtuálne štúdie aerodynamiky.
- Fyzické hlinené modely automobilu: zmenšené modely, v mierke 1:1, pracovné návrhy v rôznej úrovni kvality povrchového opracovania, do detailov vyhotovený model.
- Reverzné inžinierstvo – digitalizácia: skenovanie povrchov, generovanie polygónov v 3D, objemové modelovanie, predbežná štúdia vyrobiteľnosti karosárskych dielcov, modelovanie rámovej konštrukcie – výstuže, špecifikácia tolerančného poľa.



Obr. 4 Inžinierske služby v etape prípravy koncepcie inovačného projektu

## 2. Navrhovanie konštrukcie

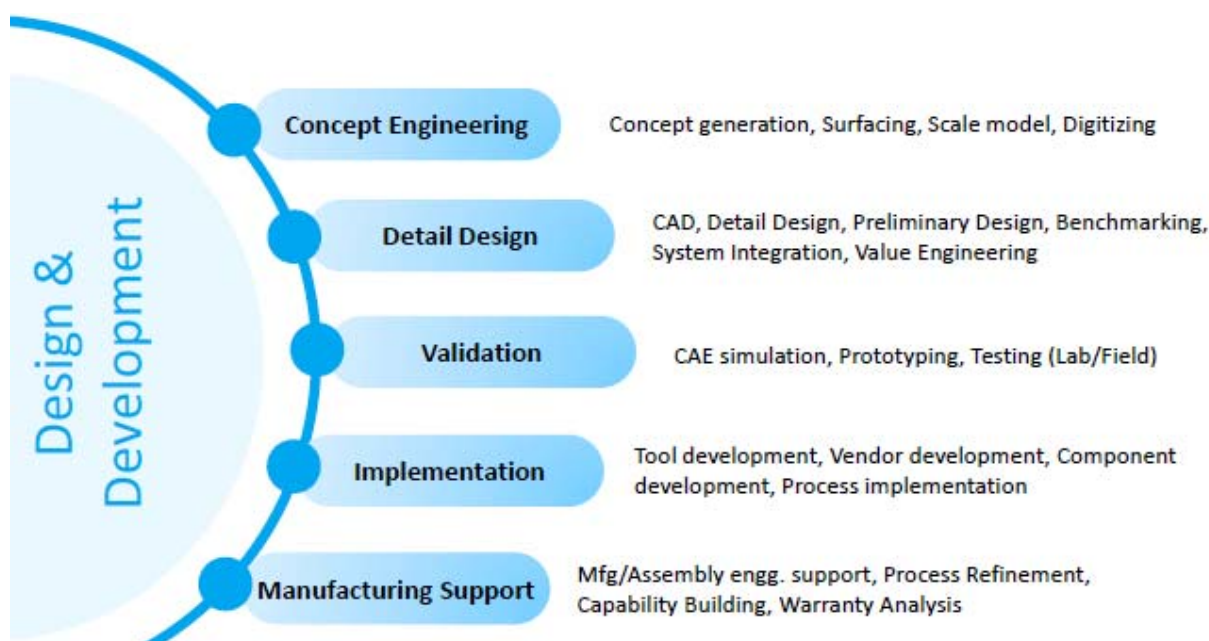
Fáza konštrukčného navrhovania je založená na expertíznej činnosti v oblasti produktového inžinieringu s výraznou podporou nástrojov CAD systémov, ktorá sa týka procesov vývoja komponentov automobilu. Riešenia zohľadňujú široký súbor požiadaviek na ergonómiu, komfort, bezpečnosť automobilu.

Inžiniering predstavuje potvrdenie správnosti modelov s ohľadom na funkčné požiadavky a vyrobiteľnosť, FMEA analýzu. Rovnako je v tejto fáze dôležitá ergonómická analýza – variantne podľa antropometrie užívateľov, optimalizácia zorného poľa, riešenie komfortu, prístupnosti prvkov v priestore vozidla, ako aj rozbor kinematiky, štúdie tolerancií a obmedzujúcich stavov v dizajne, posúdenie homologizácie a súladu s legislatívnymi normami. Výstupom je súbor pripravenej výkresovej dokumentácie, montážne postupy, schémy zostáv. Znalostné služby tejto kategórie (obr. 5) sú spôsobilosti pre:





- Konceptčné navrhovanie konštrukcie: interpretácia prvkov interiéru/exteriéru, rozmerové modelovanie sústavy; dizajn komponentov, modulov a systémov, materiálové špecifikácie.
- Detailné navrhovanie: podrobné spracovanie vybraných predbežných konštrukčných návrhov, aplikácia CAD nástrojov; prototypovanie, integrácia systémov automobilu – mechanizmy, elektronika.
- Validácia riešení: inžiniering - simulácie, animácie, testy na virtuálnych prototypoch, laboratórne skúšky, výpočty zaťaženia, materiálové inžinierstvo.
- Implementácia: vývoj komponentov, navrhovanie nástrojov, navrhovanie technologických procesov.
- Podpora výroby: montážne plány, analýza záručných podmienok.

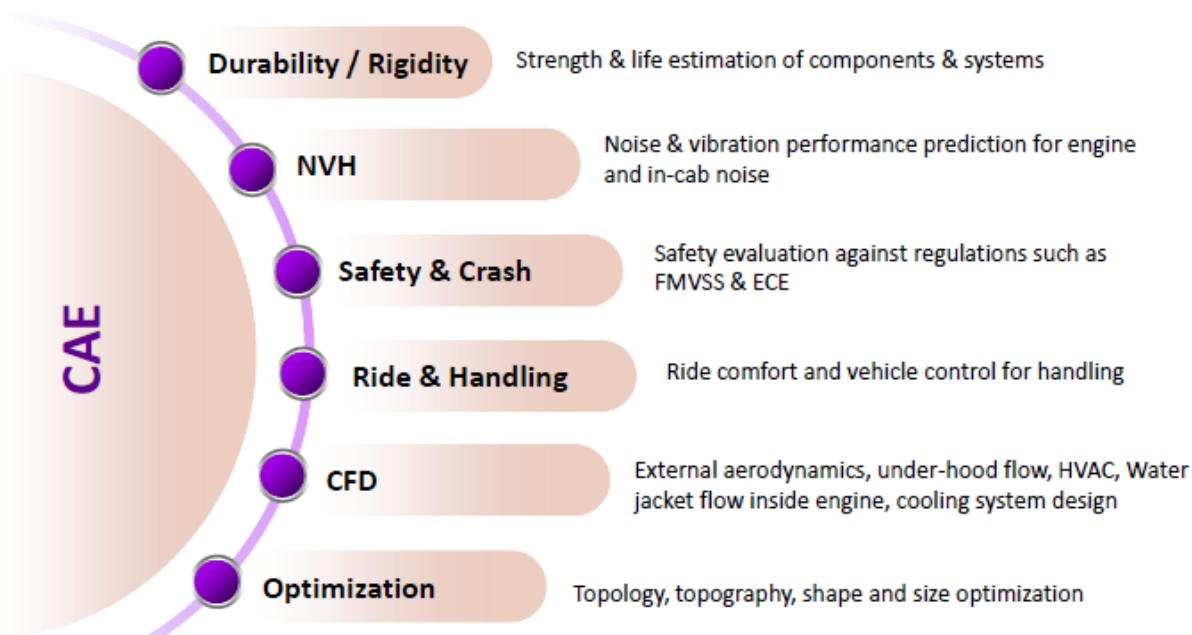


Obr. 5 Inžinierske služby v etape konštrukčného navrhovania

### 3. Virtuálny inžiniering

Súčasťou väčšiny procesov v Product Dizajne je používanie nástrojov počítačovej podpory. Zložité úlohy si vyžadujú simulácie a overovanie všetkých okolností spojených so zabezpečením funkčnosti. Jedinčný prístup virtuálneho inžinieringu umožňuje predpovedať správanie sa vozidla v reálnych podmienkach a napríklad predikcia odolnosti a únavovej životnosti pomáha znížiť počet materiálnych prototypov a výrazne skrátiť, zlacniť a skvalitniť vývojový proces. Znalostné služby tejto kategórie (obr. 6) sú spôsobilosti pre:

- Meranie trvanlivosti a tuhosti: výpočty pevnosti a životnosti komponentov a systémov.
- Meranie hladiny hluku a vibrácií: predikcia týchto charakteristík napr. pre motor a interiér.
- Overenie faktorov bezpečnosti a simulácie nárazu vozidla: crashtesty - čelná zrážka, bočný náraz, náraz zozadu, prevrátenie na strechu, simulácia jazdných režimov v rôznych podmienkach; vyhodnotenie bezpečnosti v súlade s predpismi a medzinárodne platnými normami.
- Simulácia riadenia: komfort ovládania vozidla pri jazde za rôznych okolností.
- Simulácie: aerodynamika, klimatizácia – prúdenie vzduchu v interiéri, termálne polia, chladenie motora atď.
- Optimalizácia: topológia, tvar a veľkosť.



Obr. 6 Inžinierske služby na princípoch simulácie

## 4. Výroba prototypov a testovanie

Táto fáza zabezpečuje fyzickú realizáciu funkčných vzoriek, prototypov, nástrojov pre skúšobnú výrobu prototypov, skelet karosérie, plechové diely a montáž všetkých komponentov na výrobu prototypu vozidla. Experimentmi overené výsledky testov a údaje o ideálnom procese výroby sa získavajú na prototypu. Prototypy musia odrážať najvyššiu kvalitu riešenia a precíznosť, sú pripravené na testovanie v reálnom prostredí.

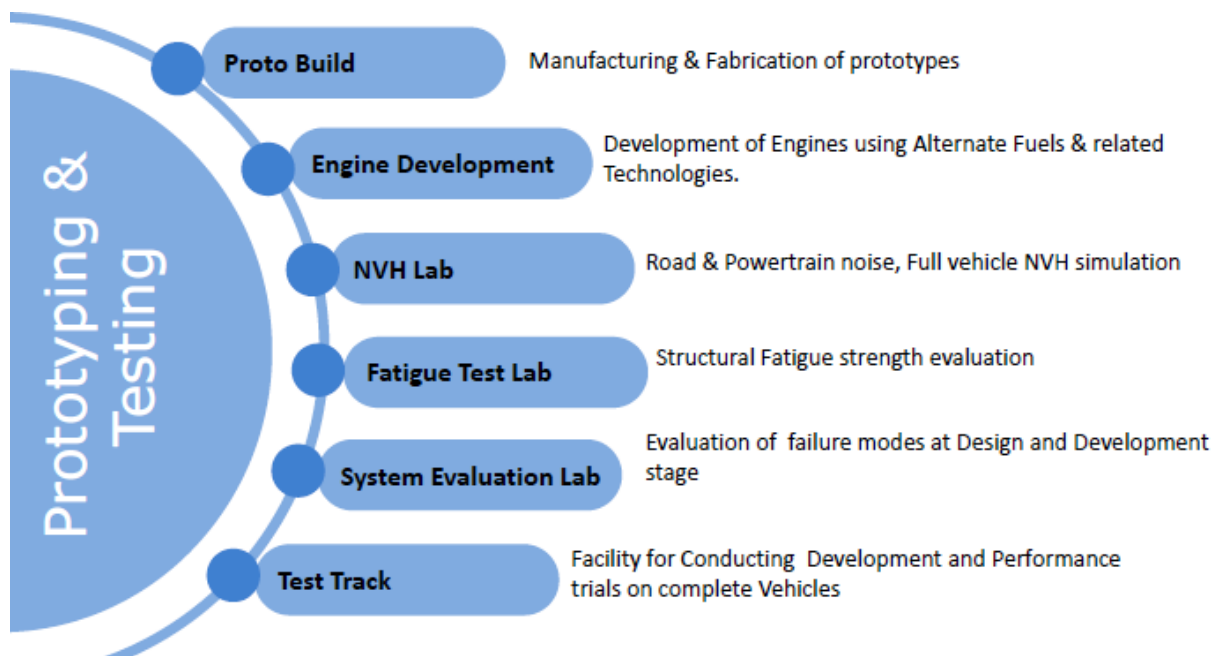
Pre Produkt dizajn sú kľúčové aktivity: navrhovanie, plánovanie, príprava konštrukcie, zostavenie, výroba komponentov a montáž prototypov, rovnako konfigurácia zariadení a nástrojov, ktoré túto výrobu prototypov umožňujú. Všetky informácie sú neskôr potrebné pre adaptáciu výrobných základne pre podmienky sériovej produkcie inovovaného modelu automobilu.

Inžiniering predstavuje: overovanie spoľahlivosti postupmi testovania na úrovni prototypu vozidla, systémov a komponentov; hodnotia sa nasimulované charakteristiky výkonu vozidla s reálnymi dátami, či sa zhodujú parametre formulované v zadaných cieľoch s dosiahnutými údajmi, porovnávajú sa metódou benchmarkingu konkurenčné prototypy, zohľadňujú sa regulačné podmienky dané legislatívou a normami; testuje sa životnosť vozidla pre prevádzkovanie v rozličných režimoch a rýchlostiach jazdy (napr. diaľnice, mestská premávka, zložitý terén a pod.) – trvanlivosť konštrukcie, systémov (hnacie ústrojenstvo, brzdy, spojky, tlmiče, pneumatiky atď.); analyzujú sa dáta načítané z testovacích zariadení na prototypu počas jazdy. Súbežne prebiehajú mechanické skúšky životnosti v laboratórnych podmienkach: testovanie vplyvu vibrácií na životnosť komponentov sústavy, záťažové testy vo funkčnom stave, environmentálne ukazovatele, nárazové skúšky, skúšky elektronických systémov (napr. funkčnosť airbagov a pod.), skúšky predpísané z homologizácie, prípravy na certifikáciu – protokoly, odporúčania pre aplikáciu meracích prostriedkov a kalibračných postupov. Znalostné služby tejto kategórie (obr. 7) sú spôsobilosti pre:

- Zhotovenie prototypu: príprava a postavenie prototypu podľa rozvrhnutého časového plánu; konštrukčné špecifikácie, pilotná príprava, overenie a doladenie montážnych procesov a technológií pre budúcu sériovú výrobu na prototypoch; verifikácia prototypu podľa modelov.



- Vývoj pohonov: možnosti aplikácie alternatívnych palív a eko – technológií; experimenty - optimalizácia procesu spaľovania, dynamometre - obsah emisií, záťažové testy - životnosť a spoľahlivosť.
- Laboratórne merania: hlučnosť, vibrácie a dynamika, kvalita zvuku zisťovaná v akustických komorách.
- Únavové skúšky materiálov komponentov a ich zostavy v určitej sústave, metrológia: pevnostné skúšky, laboratórne simulátory zaťaženia vozidla v teréne.
- Hodnotenie systémov v laboratórnom prostredí: analýza dát pre záruky bezporuchovosti a príčiny zlyhania systémov, zrýchlené životnostné testy - hodnotenia, ktoré napodobňujú podmienky užívania zákazníkom; spätná väzba na konštrukčný dizajn - potrebné zlepšenia, na základe laboratórne indikovaných zlyhaní systémov.
- Jazdné skúšky na testovacích dráhach.
- Analýza servisných podmienok a údržby - program náhradných dielov nového automobilu, ilustrované inštalčné manuály, užívateľské príručky.



Obr. 7 Inžinierske služby v etape prototypovania a testovania

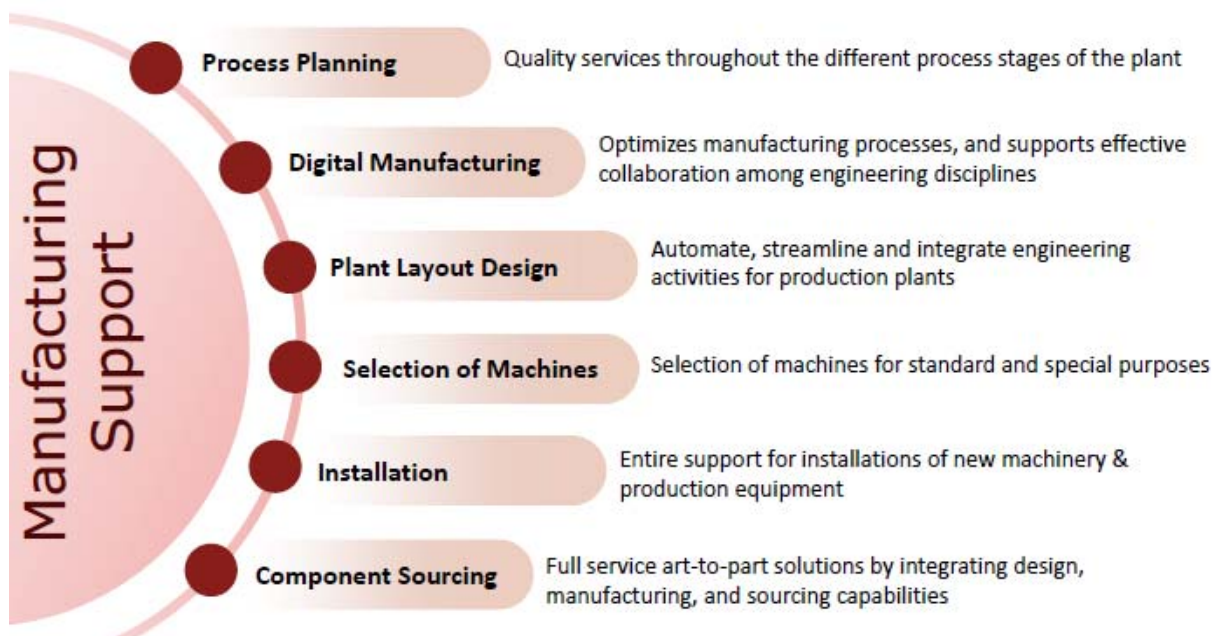
### 5. Príprava výroby, vrátane virtuálnej optimalizácie pracovísk

Inovované produkty vo väčšine prípadov nemožno vyrábať na pôvodnej výrobnéj základni, vyžaduje si rekonfiguráciu prevádzok, zmenu dispozície pracovísk, inštaláciu nových technologických zariadení, výmenu nástrojov a prípravkov. Služby v tejto etape, spojené s expertnými znalosťami, predstavujú kompletnú podporu v otázkach identifikácie, typového zhodnotenia a výberu výrobných prostriedkov. Inžiniering vychádza zo systémového prístupu, je spojený s využívaním najnovších softvérových technológií pre vizualizáciu, simulácie a animácie (viď obr. 8), ktoré výrazne uľahčujú projektovanie, plánovanie výroby – liniek, buniek, pracovísk, staníc, vybavenia. Znalostné služby tejto kategórie (obr. 9) sú spôsobilosti pre:

- Plánovanie výrobných procesov: výpočty časov, sekvenčné rozvrhovanie, takt, výrobný cyklus, kapacitné vyvažovanie liniek, štandardy kvality, typológia strojov, manipulácia s materiálom –



- prostriedky automatizácie, štruktúra výrobných prevádzok – integrovaná dispozícia pracovísk, modularita zariadení, kalkulácia investičných nákladov.
- Digitálna továreň: optimalizácia výrobných procesov, simulácie – podpora 3D vizualizácie, animácie - identifikácia prekážok, kolízií, úzkych miest, generovanie variantov - porovnávanie, vyhodnotenie alternatív, predikcia výkonnosti a produktivity, analýza rizík.
  - Plán usporiadania výrobných plochy: ergonomické analýzy, modelovanie mikrozón, priestorová analýza, faktory bezpečnosti práce, klimatizačné systémy, rozvody energie.
  - Výber strojov a zariadení: prioritné kritériá na špecializované technické vybavenie, otázky bezpečnosti, kvality, údržby, sprevádzkovania, obstarávacích nákladov, nástrojové vybavenie a doplnky, inšpekčné programy - systémy senzorov a snímačov, testovacích a kontrolných prvkov.
  - Inštalácia: zabezpečenie testovacej prevádzky, ladenie systémov, vyvážené materiálové toky, korekcie, optimalizácia procesov.
  - Kontinuálne zlepšovanie kvality, informatizácia výrobného systému – inteligentná produkcia.



Obr. 8 Inžinierske služby v etape prípravy výrobných podmienok

## ZÁVER

Poskytovatelia KIS vyvíjajú zákazníckym prístupom produktové riešenia aplikáciou nových poznatkov a podporných nástrojov informačných technológií, adaptáciou existujúcich znalostí z rôznych sektorov priemyslu vytvárajú unikátne riešenia a integrujú výstupy inovačného spravodajstva do OEM podnikov. Znalostné služby sú považované za hnací motor transformácie podnikov na úroveň konkurencie schopnosti svetovej triedy, podporujú tvorivosť pre inovačné podnikanie, ich inšpiráciou je nevyužitie podnikové know-how a možnosť širšieho zdieľania znalostí typu praxe najlepších prostredníctvom transferu inovácií. Impulzom pre využívanie znalostných služieb v OEM podnikoch pri navrhovaní inovácií výrobkov sú napr. dôvody: individualizácia požiadaviek zákazníkov, rast zložitosti a komplexnosti výrobkov, skracovanie životného cyklu produktov, dynamika, variantnosť a flexibilita v



# Metodiky pre inovácie high-tech strojárskych produktov a výrobných systémov



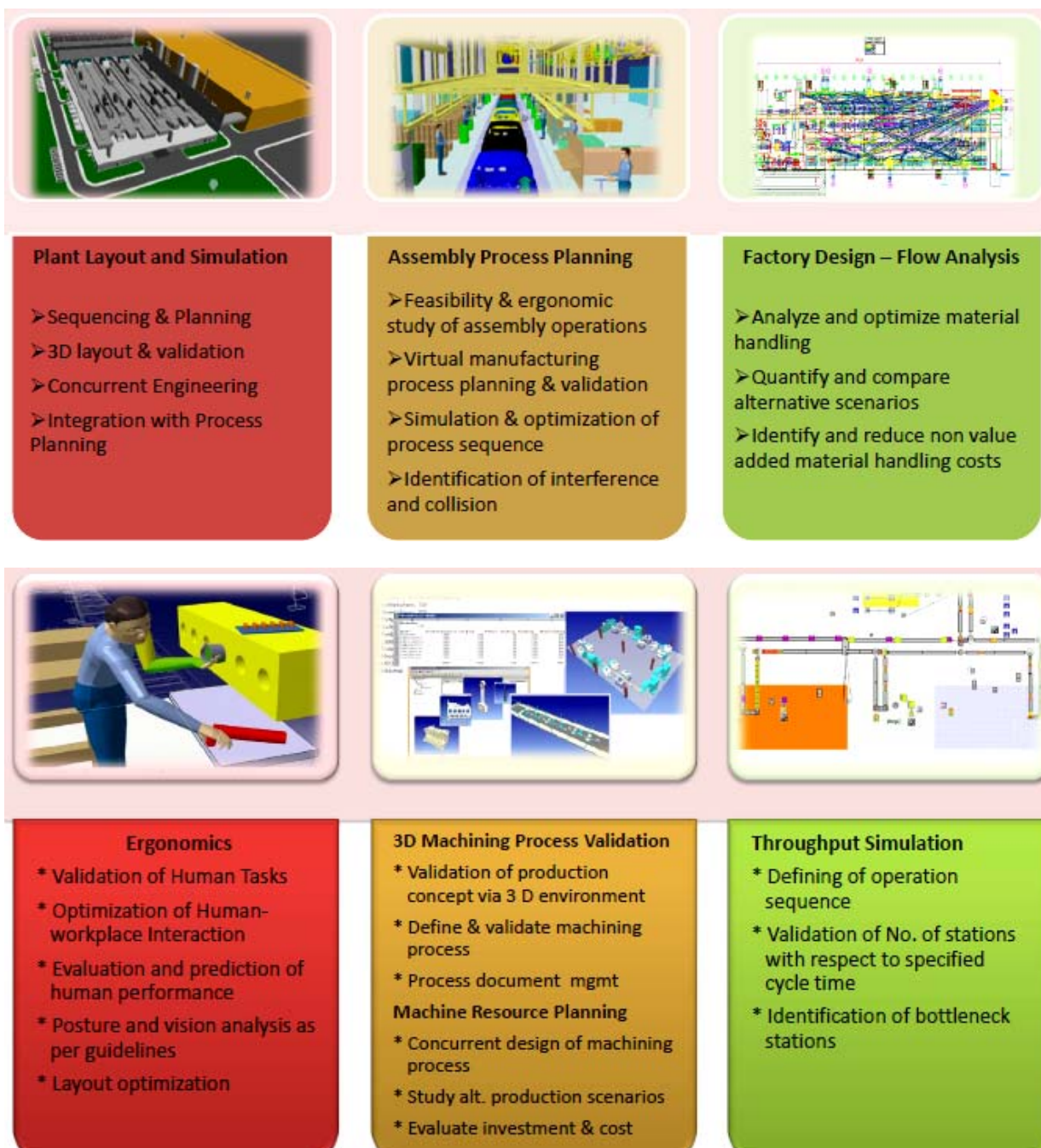
**Európska únia**  
Európsky fond regionálneho rozvoja

Vedecký zborník čiastkových výstupov riešenia projektu  
„Centrum výskumu riadenia technických, environmentálnych a  
humánnych rizík pre trvalý rozvoj produkcie a výrobkov  
v strojárstve“

Kód ITMS projektu: 26220120060



technickej, ekonomickej a sociálnej sfére, snaha znížiť náklady najmä prostredníctvom outsourcingu, potenciál špičkových elektronických technológií.



Obr. 9 Počítačová podpora inžinieringu v projektovaní výrobných systémov



## Literatúra

- [1] Kováč, M. a kol.: Tvorba a riadenie inovácií. Košice : TU, 2011. 253 s.. ISBN 978-80-533-0824-1
- [2] Kováč, M. a kol.: Product innovations and agile manufacturing. In: Acta Mechanica Slovaca. Roč. 15, č. 4 (2011), s. 26-34. Košice : TU, 2011. ISSN 1335-2393
- [3] Babjak, Š., Lešková, A.: Automotive Engineering Support through the Knowledge Intensive Services. In: PRO-TECH-MA 2012 : international scientific conference : 25th - 27th June 2012, Herľany. Košice : TU, 2012 s. 15-21. ISBN 978-80-553-0950-7
- [4] Kováč, M.: Podpora inovácií prostredníctvom technologických znalostne intenzívnych služieb pre podniky. In: Transfer inovácií. Č. 11 (2008), s. 15-19. Košice : TU, 2008. ISSN 1337-7094. dostupné na: <http://www.sjf.tuke.sk/transferinovacii/pages/archiv/transfer/11-2008/pdf/15-19.pdf>
- [5] Lešková, A., Kováčová, Ľ.: Znalostné služby pre automatizáciu a inžiniering v automobilovom priemysle. In: Strojárstvo extra. Č. 5 (2011), s. 47/1-47/3. ISSN 1335-2983
- [6] Shintre, N.: White paper - Knowledge Based Engineering across Product Realization. Geometric Limited, june 2011, Mumbai. Dostupné na: [http://products.geometricglobal.com/downloads/WhitePapers/Geometric\\_Whitepaper\\_Knowledge\\_Based\\_Engineering\\_across\\_Product\\_Realization\\_June\\_11.pdf](http://products.geometricglobal.com/downloads/WhitePapers/Geometric_Whitepaper_Knowledge_Based_Engineering_across_Product_Realization_June_11.pdf)
- [7] Vinding, A. L., Drejer, I.: The Further the Better? Knowledge intensive service firms' collaboration on innovation. Danish Research Unit for Industrial Dynamics, Aalborg O, Denmark. ISBN 87-7873-223-9. dostupné na: <http://www3.druid.dk/wp/20060031.pdf>
- [8] Augen Technologies Software Solutions, India: <http://www.augentech.com/>
- [9] Tooltech Automotive Engineering, India: <http://www.tooltechautomotive.net/>
- [10] Mahindra Engineering, India: <http://mahindraengineering.com/>



## ZNIŽOVANIE RIZÍK INOVAČNÝCH PROJEKTOV

**Ing. Ľubica Kováčová**

e-mail: [lubica.kovacova@tuke.sk.sk](mailto:lubica.kovacova@tuke.sk.sk)

### Abstrakt

Príspevok analyzuje otázky úspešnosti inovácií a riziká na dosiahnutie inovačných cieľov. Faktory úspešnosti inovácií formuluje podľa prieskumov renomovaných svetových spoločností. Formuluje hlavné zdroje rizík inovačných projektov a klasifikáciu rizík. Metodológia posudzovania rizík inovačných projektov vychádza z typológie zdrojov rizík a postupov na ich elimináciu. V príspevku sú špecifikované typové nástroje na hodnotenie rizík inovačných projektov pre použitie v praxi.

**Kľúčové slová:** riziká inovácií, postupy eliminácie rizík, projektovanie inovácií

### ÚVOD

Dôležitou charakteristikou inovácie je riziko. Je spojené na jednej strane s nádejou na dosiahnutie mimoriadne vysokých prínosov, na druhej strane s nebezpečenstvom neúspechu a strát. Podľa štatistických analýz až 62% pripravovaných inovácií bolo neúspešných (15% technické riziká, 47% komerčné riziká). U veľmi významných inovácií (nové generácie výrobkov) je úspešnosť ešte nižšia cca 10% projektov. Inovácie sú podnikateľským rizikom, ale neinovovanie je rizikovejšie [3]. Typológia rizík spojených s prípravou a zavedením inovácií rozlišuje: operačné riziká – chyby v špecifikáciách, nákladoch a časovaní inovácie, komerčné riziká – strata zákazníkov a uvoľnenie trhového priestoru pre konkurenciu a finančné riziká – nižšie výnosy ako boli plánované, finančné straty, strata podpory investorov. Operačné riziká je možno eliminovať manažérskymi opatreniami. Komerčné riziká sú väčším problémom a môžu byť redukované metódami marketingových testov, ochranou duševného vlastníctva a podobne. Finančné riziká vyžadujú aj pri inováciách uplatňovanie štrihových princípov a kontrolu nákladov. Ďalšími opatreniami na redukciiu rizík inovácií je rozloženie rizík prostredníctvom partnerstiev, zapojenie bánk a iných fondov, spoločné podnikanie a využívanie licencií a podporných grantov. Ako hlavné zdroje rizík inovačných projektov sú v odbornej literatúre identifikované [1], [6], [7]:

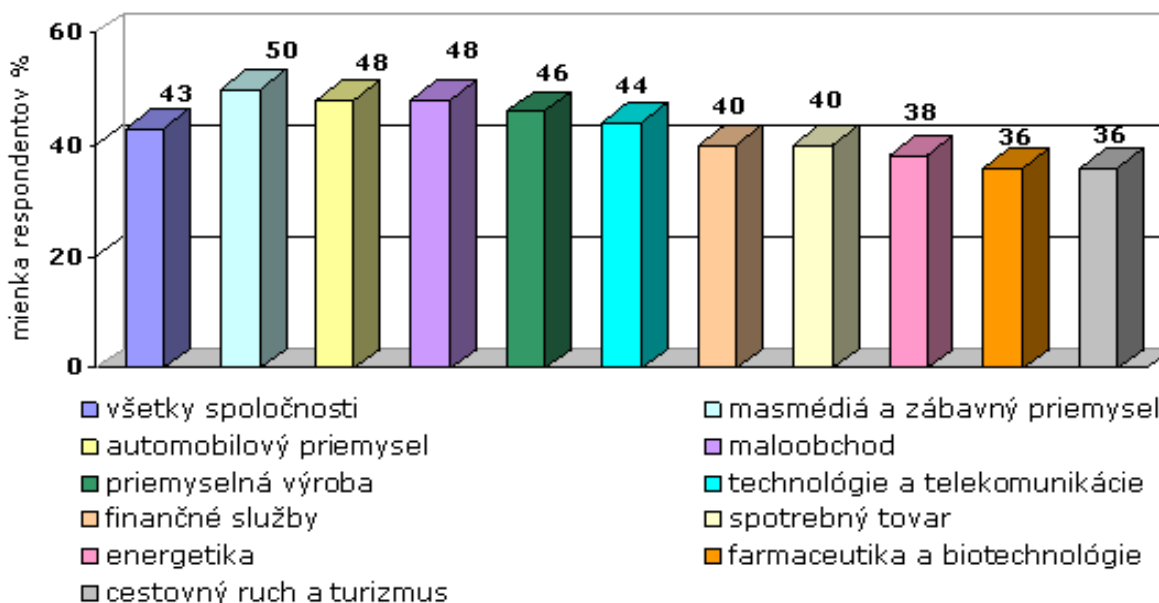
- zmena dopytu (zmeny spotrebiteľských preferencií, vstup substituujúcich výrobkov a služieb, zníženie kúpyschopnosti zákazníkov, vstup novej konkurencie), makroekonomické a politické prostredie (dane, zákony, inflácia a iné),
- zmeny cien vstupov, resp. zmeny nákladov, zmeny technológií (materiálov, konštrukcií, technologického spracovania),
- nedostatky inovácie spôsobujúce nekvalitu výrobku, skutočné výrobné náklady sú podstatne vyššie, ako bolo plánované, uvedenie dobrého výrobku, ale v nesprávnom čase, nesprávny odhad reakcie konkurencie na nový výrobok, nedostatočná marketingová podpora inovácie, malý trh, ktorý nemá predpoklady na rozvoj,
- nedostatočný potenciál na ďalšie zlepšovanie výrobku, resp. služieb, nezabezpečenosť servisu a iných služieb pre nový výrobok, nový výrobok nie je kompatibilný s firmou (imidž, distribúcia), nezohľadnenie zmien trhu (psychologické, demografické a sociálne otázky), chyby v projektovom riadení.

Aj keď každý inovačný projekt je svojou podstatou spojený s rizikom, existujú možnosti znižovať mieru výskytu rizika a jeho negatívne dopady prostredníctvom špeciálnych postupov a metodických nástrojov. Predložený článok syntetizuje poznatky z prieskumov úspešnosti respektíve neúspešnosti inovačných projektov vo vzťahu k typológií rizík inovačných projektov priemyselných výrobkov a technológií.



## ÚSPEŠNOSŤ A RIZIKÁ INOVÁCIÍ

Jednoduchým vyjadrením úspešnosti inovácií je miera spokojnosti podniku s dosiahnutými výsledkami. Rozsiahle prieskumy v tomto smere robila organizácia BCG (obr. 1.). Prakticky vo všetkých priemyselných sektoroch je úspešnosť hodnotená v rozsahu 35 až 50% [14].



Obr. 1 Výsledky prieskumu o spokojnosti s návratnosťou investícií do inovácií

Podľa štúdií [2], [5], [9] úspešnosť inovácií závisí najmä od faktorov:

- zdroje nových technologických poznatkov, kapacity pre absorbovanie a využívanie nových poznatkov, prístup k finančným zdrojom,
- konkurenčné prostredie, zákazníci a dodávatelia, regulačné prostredie, siete a spolupráca.

Charakteristiky firiem, ktoré sú označované za inovačných vodcov:

- celosvetové pôsobenie a expanzia na nové trhy, rovnovážny rast a stratégie založené na raste produkcie,
- cielené akvizície pre vstup na nové trhy a nadobudnutie kľúčových poznatkov, nadpriemerné investície na získanie vedúcej pozície v oblasti výskumu,
- zameranie sa na to, o čo skutočne má zákazník záujem, silná podpora inovačnej kultúry vo firme, získanie vedúceho postavenia je cez vývoj nových výrobkov a služieb.

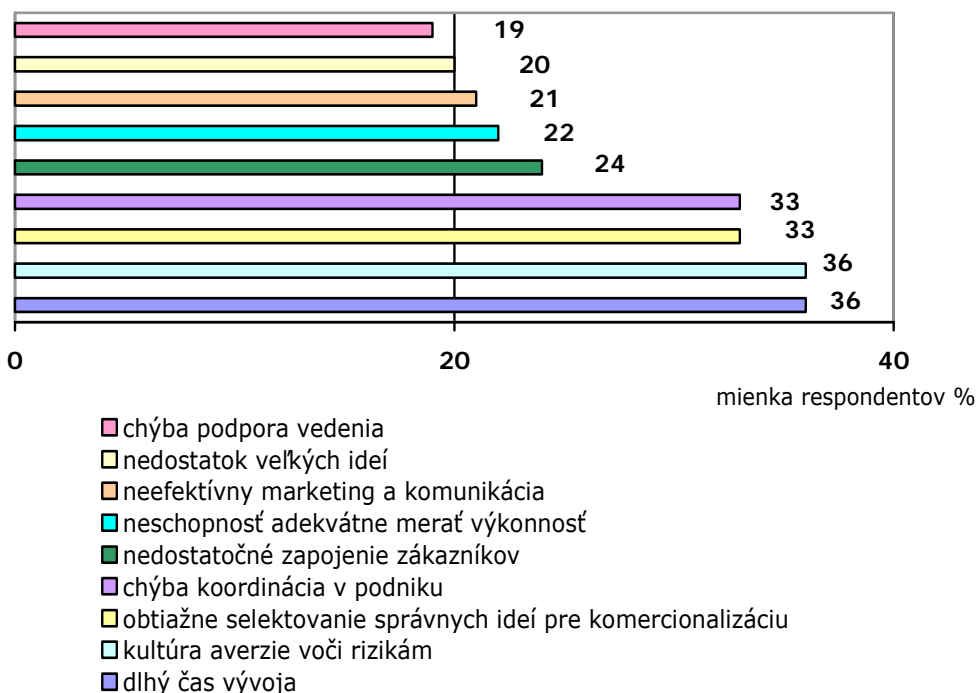
V práci [3] sú ďalšie odporúčania pre úspešnosť inovácií:

- aplikácia zákazníckeho zamerania, definovanie pridanej hodnoty prostredníctvom inovácií, podporovanie inovácií a inovačná podniková kultúra,
- podpora výskumu a vývoja na urýchlenie inovácií, identifikácia a využívanie podporných fondov,
- vývoj flexibilnej architektúry podpornej informačnej technológie, zavedenie praxe rýchlych interakčných inovácií, aplikácia rôznych foriem partnerskej spolupráce a inovačných sietí.





Obmedzenia úspešnosti inovačného procesu vo vnútro podnikových príčinách na obr. 2 vyplývajú z prieskumov v podnikoch [13]. Najviac respondentov považuje za bariéry dlhý čas vývoja, neakceptovanie rizika a nekoordinovaný výber projektov na komercializáciu.



Obr. 2 Prieskum najväčších prekážok úspešnosti inovácií

Možno konštatovať, že čím je vyššia pravdepodobnosť vzniku negatívneho výsledku inovácie a jeho ekonomických dôsledkov na podnik, tým viac treba uplatniť ochranné opatrenia, napr. diverzifikáciou inovačného programu, zvyšovaním pružnosti, rozdelením a transferom rizika, vytváraním rezerv a pod..

## PLÁNOVANIE RIZIKA INOVAČNÝCH PROJEKTOV

Úlohou je predvídanie, monitorovanie a obmedzovanie vzniku rizikových udalostí, ktoré môžu negatívne ovplyvniť výsledky inovačného projektu. Plán určuje, aké preventívne opatrenia sa musia uskutočniť, aby sa predišlo rizikovým udalostiam a ak sa predsa udejú, musíme zmierniť ich dôsledky na inovačný projekt. V praxi najdôležitejšie rizikové faktory sú:

- prekročenie rozpočtu projektu,
- prekročenie časového plánu,
- nesplnenie požiadaviek zákazníka kladených na kvalitu projektu.

Pri príprave inovačných projektov z hľadiska znižovania rizík sú typovými aktivitami:

- identifikácia rizík projektu,
- odstránenie príčin vzniku rizikových udalostí, identifikácia rizík projektu,
- obmedzenie negatívnych dôsledkov rizikových udalostí,
- príprava na možné dôsledky vzniknutých udalostí,
- spracovanie plánu rizikového scénara.



Dôležitou zložkou projektovania je manažment rizík. Každý inovačný projekt je v podstate spojený s rizikom, s neistotami a ne jednoznačnosťou, ktorá sa vyskytuje nielen v projekčnou procese, ale aj v systémovom okolí a pri implementácii projektu. Riziko je v rámci projektu chápané ako zdroj nežiadúceho vývoja alebo nepriaznivých následkov pre projekt. Riziká sú zahrnuté vo všetkých prvkoch, ktoré majú k projektu nejaký vzťah, napr. aktivitách, záujmových skupinách, prostredí, zmenách situácie apod. Riziko určuje pravdepodobnosť vzniku negatívneho javu, jeho dôsledok, trvanie podmienok vzniku negatívneho javu a možnosť použiť ochranné opatrenia [11].

Základné pojmy, z ktorých sa definuje riziko, sú nebezpečenstvo a ohrozenie – nebezpečenstvo (negatívny neočakávaný jav), ohrozenie (činnosti, pri ktorých sa vyskytujú nebezpečenstvá). Miera ohrozenia je pritom definovaná pravdepodobnosťou, že vznikne ohrozenie a hodnotou negatívneho výsledku v prípade vzniku negatívneho javu. Analýza rizík zahŕňa fázy identifikácie (o aké riziká sa jedná, aké sú), pravdepodobnosť (aká je pravdepodobnosť že nastanú) a ocenenie (ohodnotenie dopadu). Riziká inovačných projektov sa rozlišujú podľa faktorov, ktoré ich zapríčínajú. Z tohto pohľadu ich rozdelíme na nasledujúce druhy:

- Podnikateľské (je to riziko nebezpečenstva trhového neúspechu. Dôležité sú schopnosti projektantov ovládať podnikateľské riziko).
- Čisté riziko (zaraďujeme medzi ne škody a straty na majetku).
- Prírodné javy (povodne, požiare, výbuchy apod.).
- Zlyhanie technických systémov (havárie výrobných a bezpečnostných zariadení a iné).
- Zlyhanie ľudského faktora (krádeže, štrajky, sprenevery, vlámania, havárie rôzneho druhu).

Podľa vecnej náplne je možné riziká rozdeliť na:

- *Technické* (riziká pri vývoji nových výrobkov a technológií, poruchy výrobných zariadení ai.).
- *Výrobné* (nedostatok výrobných zdrojov: suroviny, materiál, polotovary, energia, pracovné sily, atď.) tieto spôsobujú ohrozenie priebehu výrobného procesu a jeho výsledky.
- *Ekonomické* (rast cien, inflácia, peňažná a rozpočtová politika, zahranično-obchodná činnosť, kurzy, ovplyvňujú príjmy a náklady, návratnosť investície a pod.):
  - Trhové - úspešnosť výrobkov na trhu, konkurencia a prístupy spotrebiteľov.
  - Nákladové – vyvolané zmenami jednotlivých nákladových položiek.
  - Finančné – dostupnosť úverov, zmeny úrokov kurzov a výkyvy konjunktúry a cien.
- *Právne a politické* – mikroekonomická a sociálna politika vlády, rozpočet, peňažné, obchodné, investičné, daňové, ekologické, ochrana spotrebiteľov a iné.

Ďalej riziká rozdelíme na:

- *Systematické*: menia sa v závislosti na celkovom ekonomickom vývoji, v peňažnej a rozpočtovej politike, daňové zákony.
  - zmena dopytu (zmeny spotrebiteľských preferencií, vstup substituujúcich výrobkov a služieb, zníženie kúpyschopnosti zákazníkov, vstup konkurencie),
  - zmeny cien (zmeny nákladov – materiál, energia, mzdy, investičné zariadenia a pod., zmeny kúpyschopnosti),
  - zmeny technológií (materiálov, konštrukcií, technologického spracovania),
  - makroekonomické a politické prostredie (dane, zákony, inflácia a iné).
- *Nesystematické*: sú špecifické pre jednotlivé firmy, resp. podnikateľské subjekty. Napr.: výrobné alebo technologické inovácie, vstup nového konkurenta na trh, odchod kľúčových pracovníkov firmy, havárie výrobných zariadení, a pod.

Delenie rizík z hľadiska ovplyvniteľnosti:



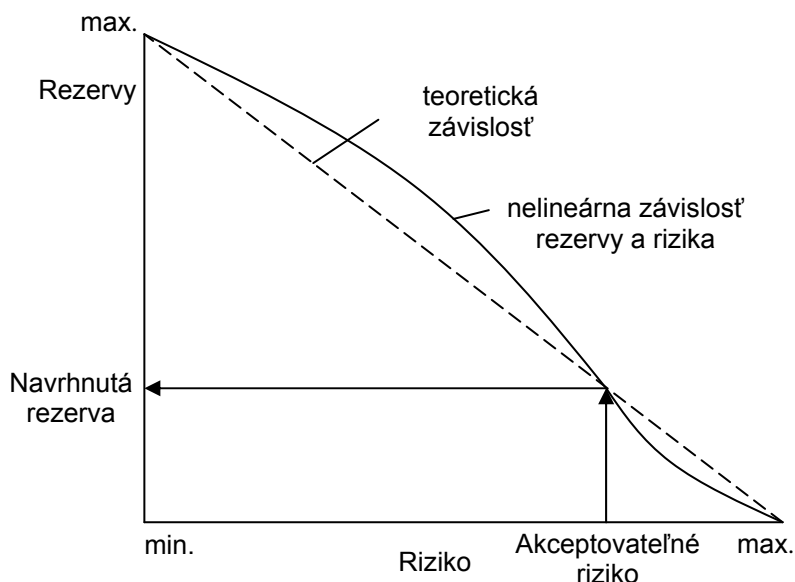
- *Predvídateľné a ovplyvniteľné*, sú dané procesmi vo vnútri podniku (kvalita produktu, záručné podmienky, kvalita servisu, zvyšovanie kvalifikácie pracovníkov, prístrojové vybavenie, vývoj a výskum nových výrobkov a technológií, veľkosť a rozsiahlosť projektov, firemná kultúra, kvalifikácia, termíny, motivácia, zmluvné väzby, finančná stabilita)
- *Relatívne ovplyvniteľné* (dopyt na vnútornom trhu, zabezpečenie surovinami a materiálom, uplatnenie výsledkov vedecko-technického pokroku, moderné informačné technológie)
- *Neovplyvniteľné* (cena surovín a materiálov, dopyt na zahraničných trhoch, devízové kurzy, politické podmienky, legislatíva, makroekonomická situácia, technický pokrok, čerpanie prírodných zdrojov, ľudský faktor)

Riziká v projekčnej činnosti:

- Strata priority projektu, nedostatok strategických a operačných informácií.
- Zmeny v dostupnosti zdrojov pre projekt, redukcia projekčných kapacít.
- Chyby v plánovaní a riadení projektov, zložité rozhodovacie procedúry v projektovom procese.
- Strata dôvery v úspešnosť projektu vo vedení a v organizačných zložkách, strata motivácie projektantov a implementátorov projektu.

## ZÁKLADNÉ SPÔSOBY ZNIŽOVANIA RIZIKA PROJEKTU

Úlohou projektovania a riadenia inovačných projektov je odstránenie resp. zníženie pravdepodobnosti vzniku rizika. Cieľom je pôsobenie na vlastné príčiny rizika, aby sa eliminovali rizikové situácie, teda prevencia rizika (ofenzívny manažment rizika). Ďalšou úlohou je znížovanie nepriaznivých dôsledkov výskytu rizikových situácií. Činnosť a postupy majú charakter opravných opatrení (defenzívny manažment). V projektovej činnosti najdôležitejším spôsobom znížovania rizika je vytváranie rezerv v projekte [4]. Vzťahy rezervy/riziko ukazuje obr. 3.



Obr. 3: Vzťah rizika a rezervy v projekte

Všeobecné pravidlá pre rezervy v inovačných projektoch sú [11]:

1. Rezervy v projekte sú prioritne orientované na náklady a čas.



2. Rezerva v projekte je protiváhou rizika projektovania, ale aj implementácie.
3. Prax potvrdzuje nutnosť rezerv v každom projekte ( s ohľadom na entropický princíp).
4. Veľká rezerva môže mať nepriaznivý vplyv na prijatie projektu pri výberových konaniach.
5. Malá rezerva je zdôvodniteľná len pri typových projektoch a stabilnom prostredí.
6. Každý projekt potrebuje optimalizovať rezervu vo vzťahu k rizikám.
7. Rezerva nemôže kompenzovať nekvalitu projekčného procesu.
8. Súčasný trend akceptuje skôr rezervy v nákladoch, ako v dĺžke trvania projektu (TTM ).
9. Nedostatočná rezerva neumožňuje efektívne manažovanie projektu.

### Vkladanie rezerv do projektu

V projekčnej praxi sa uplatňujú typové spôsoby vkladania rezervy do projektu:

1. Každý, kto sa podieľa na rozhodovaní urobí vlastné odhady časových a finančných rezerv. Nedostatkom je možnosť navrstvovania sa rezerv na rezervy.
2. Umiestnenie rezervy 5-10% do každého úseku projektu. Lineárne rozvrhovanie rezerv nezodpovedá reálnej potrebe.
3. Pridať do projektu pôvodne neplánovanú činnosť t.j. rezerva prostredníctvom novej etapy (napr. simulačné testy riešenia). Nedostatkom je, že môžu vzniknúť neefektívne práce na projekte.

V praxi sú preferované modifikované metódy:

1. Modifikácia metódy č. 3 tak, že na koniec projektu sa vloží rezervná etapa. Ostatné činnosti sa posunú dopredu od plánovaného termínu ukončenia projektu.
2. Modifikácia metódy č. 2 s variabilnými hodnotami rezerv v projekčných etapách podľa odhadov pravdepodobnosti rizík.

### FORMY ZNIŽOVANIA RIZIKA

1. *Diverzifikácia*. Podstatou je rozloženie rizika na širšiu základňu. Typické projektové opatrenia sú: - použitie viacerých variantov výrobkov alebo technológií, využívanie širšieho spektra dodávateľov a kooperantov a orientácia projektu na viaceré trhové segmenty. Treba pripomenúť, že diverzifikácia je protipólom špecializácie a koncentrácie a zníženie rizika je dosahované zvýšením projektových nákladov.
2. *Flexibilita*. Umožňuje reagovať na nepriaznivý vývoj prostredia zmenami projektu bez vynaloženia nadmerných nákladov. Flexibilita v projektoch má rozmanité dimenzie: univerzálnejšie vstupy, flexibilná technologická štruktúra, flexibilné ľudské zdroje a organizácia práce a flexibilita zdrojov (lízing, kooperácia)
3. *Delenie rizika*. Riziko sa rozdeľuje na viacero subjektov: partnerstvo, aliancie, joint-venture, subjekty zainteresované na projekte (dodávatelia, zákazníci, výroba, obchod, finančné inštitúcie, štátna správa, nadnárodné organizácie a fondy).
4. *Transfer rizika*. Je to modifikácia delenia rizika. Typické formy: dlhodobé zmlúvy na dodávky vstupov a na predaj, prenájom kapacít, termínované obchody.
5. *Poistenie*. Jedná sa o špeciálne druhy prenosu rizika na poisťovňu, ktorá hradí škody alebo straty. Typické poistenia: proti živelným pohromám (požiar, výbuch, fyzikálne javy), prerušenie prevádzky, krádeže a iné faktory ľudského správania, technické riziká, ekonomické riziká.

### Organizačné spôsoby znižovania rizika

- Vyhybanie sa riziku. Tento prístup je oprávnený u neprijateľných rizík, kedy realizácia projektu pri nepriaznivých podmienkach by mohla viesť k veľkým stratám.





- Systematické vyhýbanie sa riziku je antipodnikateľský prístup, preto nemôže byť používaný ako stratégia.
- Reálne uplatňovanie vyhýbania sa riziku je založené na získaní dostatočných (lepších) vstupných informácií. Vyhýbame sa teda nedostatočnému poznaniu (prognózy, trhové analýzy, konkurenčné spravodajstvo, výpočty, simulácie, experimenty). Tento postup je efektívny najmä pre lokalizované špecifické druhy rizík:
- napr. techniky počítačovej simulácie havárií automobilov pred fyzickou realizáciou prototypov
- výroba malých sérií výrobkov v pilotných dielňach
- testovanie výrobkov na skúšobnom segmente trhu

Technika eliminácie vzniku určitých rizík je aktuálna u silných organizácií na líderskej trhovej pozícii. Napr. lobizmus pre kontrolu legislatívnych opatrení, obchodných obmedzení, získavanie dotácií a pod., ovplyvňovanie cenovej úrovne (vstupy, výroby, služby) v odvetví či sektore a ovplyvňovanie správania sa zákazníkov (pôsobenie na trh a vytváranie nových segmentov trhu)

### *Analýza citlivosti projektu na riziká*

Cieľom je určiť pre vymedzené riziká ich vplyv na efektívnosť projektu (rentabilitu, konkurenčnú schopnosť, finančnú stabilitu a pod.). Variantne je možné uplatniť analýzu citlivosti na integrovaný ukazovateľ rezultatívnosti projektu, alebo na skupinu ukazovateľov. Postup:

- stanovenie rizikových faktorov
- určenie závislosti medzi rizikovou situáciou a rezultatívnosťou
- výpočet (resp. expertné odhady) dôsledkov rizikovej situácie na rezultatívnosť v definovaných intervaloch
- stanovenie významnosti vplyvov (napr. % zmeny)
- zostavenie poradia významnosti rizík s ohľadom na citlivosť rezultatívnosti.

### *Pravdepodobnostný strom rizík*

Pravdepodobnostné stromy rizík sú v projekčnej praxi preferované pre svoju jednoduchosť, názornosť a vypovedaciu hodnotu. Hodnotenie grafu vyjadruje: projektovú situáciu, hodnotiacu funkciu situácie (napr. zisk alebo stratu) a pravdepodobnosť vzniku rizika. Pravidlá pre konštrukciu pravdepodobnostného stromu rizík:

1. Rozdelenie projektu do etáp s rozhodovacími medzníkmi o ďalšom postupe.
2. Stanovenie pravdepodobnosti úspechu / neúspechu projektovej etapy (nezávisle od spôsobu hodnotenia – expertné analýzy, výpočty, simulácie a pod.).
3. Stanovenie nákladov na jednotlivé projekčné etapy resp. iného integrovateľného ukazovateľa náročnosti.
4. Stanovenie dôsledkov rozhodnutí o postupe projektu - zisk alebo strata alebo integrovaný ukazovateľ.
5. Je zostavený hranovo ohodnotený graf v ktorom uzly definujú činnosť a hrany. pravdepodobnosť rizika.

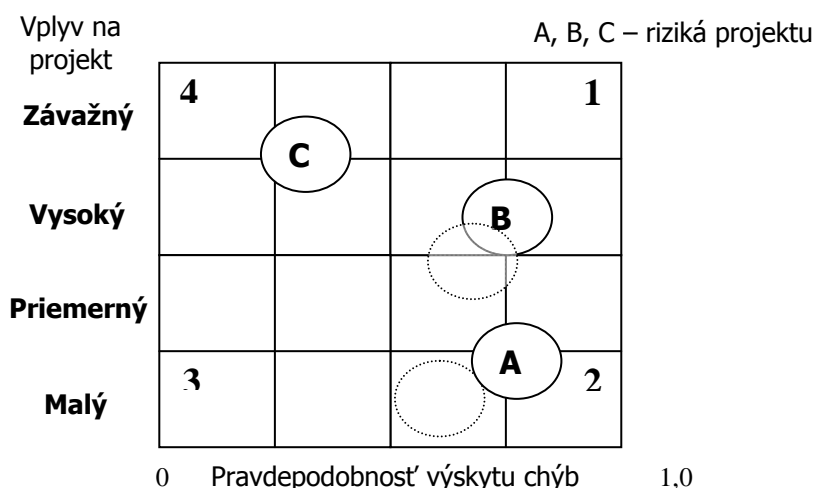
### *Mapa rizík projektu*

Modifikácia portfóliových máp pre analýzu rizík a navrhovanie opatrení na zníženie rizika. Konštrukcia mapy (obr. 4):

- os x – znázorňuje pravdepodobnosť výskytu rizík,
- os y – vyjadruje vplyv rizika na efektívnosť projektu,



- číselné označenie – zoznam najdôležitejších rizík,
- veľkosť krúžku označuje významnosť jednotlivých rizík,
- čiarkovaný krúžok – zmena rizika v dôsledku prijatých opatrení.



Obr. 4: Mapa analýzy rizík

Z analýzy mapy rizík inovačných projektov vyplývajú nasledovné závery pre manažment rizika:

- Segment 1 – vysoká pravdepodobnosť a závažnosť rizika. Významná rezerva je potrebná, uplatniť transfér rizika resp. zmeny projektu pre zlepšenie pozície.
- Segment 2 – doporučuje sa vytvorenie malej rezervy
- Segment 3 – prijateľné riziko, nevyžadujú sa žiadne opatrenia
- Segment 4 – doporučuje sa s rizikom uvažovať v celkovej rezerve projektu.

Existuje niekoľko štandardných príčin neúspechu projektu, ktorých sa treba vyvarovať:

- možné problémy projektu nie sú dobre definované; nie je jasne vytvorená štruktúra riadenia a pridelená zodpovednosť; plán projektu nie je rozpracovaný do detailov; finančné a iné zdroje nie sú správne odhadnuté, sú podhodnotené;
- projekt sa odchyľil od pôvodného plánu, chýba monitorovanie a korekcia; chýba, resp. nie je efektívna komunikácia medzi členmi tímu; bol zvolený zlý štýl manažovania projektu, prevláda improvizácia, do projektu zasahuje vrcholový manažment bez znalostí detailov a súvislostí;
- v prípravnej fáze bola zanedbaná analytická činnosť (analýza súčasnej situácie, trhu, aktivít konkurencie, dostupných zdrojov, dodávateľov atď.);
- funkcionálne myslenie – absencia globálneho náhľadu na projekt, často spojené s orientáciou na individuálne ciele niektorých riešiteľov;
- nevhodná voľba členov tímu; nevyjasnené zodpovednosti; vnútorné prostredie, organizácia a stav inštitúcie realizujúcej projekt; preťaženie kľúčových zdrojov a ľudí; nedostatočné zdieľanie informácií v rámci projektového tímu;
- nedostatočná schopnosť robiť zásadné zmeny a rozhodovať v krízových situáciách;
- nedostatočná pozitívna motivácia členov projektového tímu; perfekcionizmus.



## ZÁVER

V oblasti riadenia projektov nie je priestor pre metódu pokus - omyl. Realizácia každého projektu je neodmysliteľne spojená s mnohými rizikami. Každý projekt je jedinečný a je na skúsenostiach, profesionalite a cite projektového vedenia, do akej miery dokážu byť riziká znížené, prípadne eliminované. Celkový úspech projektu potom závisí na schopnosti s rizikami vopred počítať, pripraviť sa na ne, plánovať, ako im predchádzať a minimalizovať ich dopady.

## Literatúra

- [1] Charvat, J.: Project Management Methodologies: Selecting, Implementing, and Supporting Methodologies and Processes for Projects. John Wiley & Sons, New Jersey 2003, ISBN:0471221783
- [2] Day, G.-Reibstein, D.-Shankar, V.: Measuring Innovation. Utah Winter Product and Service Innovation Conference. February , 2009
- [3] Kováč, M. a kol.: Tvorba a riadenie inovácií. TU Košice 2011, 254 s. ISBN 978-80-553-0824-1
- [4] Kováč, M.-Lešková, A. :Projektové riadenie, Edícia Equal TU košice 2007, ISBN
- [5] Molnár, P., Dupal', A.: Manažment inovácií podniku. Bratislava, 2005. ISBN 80-225-2009-8
- [6] Project Cycle Management Handbook, EC EuropeAid Cooperation Office, March 2001
- [7] Rosenau, M., D.: Řízení projektů. Computer Press, Brno, 2000, 360 s.,ISBN 80-7226-218-1.
- [8] Tidd, J.-Bessant, J.-Pavitt, K.: Managing Innovation. John Wiley and Sons, New York, 2001
- [9] Vacek, J.a kol.: Integrovaný management inovací. ZČU, Plzeň, 1999, 135 s., ISBN 80-7082-502-2
- [10] [www.nadsme.sk/sk/docs/Inovacna\\_kapacita\\_MSP\\_.pdf](http://www.nadsme.sk/sk/docs/Inovacna_kapacita_MSP_.pdf). Národná agentúra pre rozvoj malého a stredného podnikania Bratislava.
- [11] <http://www.pmi.org> Project Management Institute
- [12] [www.acceleratinginnovation.org](http://www.acceleratinginnovation.org) Accelerating Innovation. Conference Proc. 2006,
- [13] [www.innovationtools.com/Reports/MS94N6/Innovation\\_Climate\\_Survey\\_Results\\_3-09.pdf](http://www.innovationtools.com/Reports/MS94N6/Innovation_Climate_Survey_Results_3-09.pdf). 2009
- [14] [www.bcg.com/publications/files/Innovation\\_Aug\\_2008.pdf](http://www.bcg.com/publications/files/Innovation_Aug_2008.pdf) Innovation BCG Management Survey,
- [15] [www.modul2007.tpe.gov.tr/modul2007/files/AndersPaarupNIELSEN.ppt](http://www.modul2007.tpe.gov.tr/modul2007/files/AndersPaarupNIELSEN.ppt) 28Innovation and Small and Medium Sized Enterprises. University Denmark



## METÓDY PRE PODPORU TRANSFERU INOVÁCIÍ V KOLABORATÍVNYCH SIETACH – KLASTRE, PLATFORMY, INKUBÁTORY, TRANSFEROVÉ CENTRÁ

**Ing. Dušan Sabadka, PhD.**

e-mail: [dusan.sabadka@tuke.sk](mailto:dusan.sabadka@tuke.sk)

### Abstrakt

Mnoho podnikov je v súčasnosti vo svojich inovačných aktivitách obmedzovaných širokou škálou bariér. Problémy ako je nedostatok finančných prostriedkov na výskum a vývoj, chýbajúce personálne kapacity, vývoj nových technológií a pod. je možné riešiť formou spolupráce s externým partnerom. Najviac sa tieto problémy vyskytujú v sektore malého a stredného podnikania. Cieľom príspevku je v krátkosti načrtnúť hlavné formy podpory a možnosti spolupráce pre transfer inovácií a s tým spojených riešení spomínaných bariér.

**Kľúčové slová:** transfer inovácií, klastre, platformy, inkubátory, transferové centrá

### ÚVOD

Inovácia výrobku, alebo služby donedávna často znamenala, že firma musela realizovať všetky aktivity sama. Už vo výskumnej oblasti sa firmy často museli spoliehať na svoje vývojové oddelenia, s tým spojené aktivity a náklady, nakoľko možnosti spolupráce s externými subjektmi boli výrazne obmedzené. Univerzity a výskumné inštitúcie preferovali a realizovali väčšinu základný výskum a nemali motiváciu zaoberať sa aplikovaným výskumom a vývojom. Čo sa týka súkromného sektora, nebolo bežné aby existovali firmy zaoberajúce sa iba výskumnými a vývojovými aktivitami, teda nebolo veľa podnikov, ktorým by bolo možné takúto prácu zadať. Aj u existujúcich VaV firiem bola bariérou spolupráce často ich malá technická vyspelosť, ktorá pre nové a inovačné výrobky mnohokrát nepostačovala. Situácia sa postupným otváraním priemyslu začala meniť. Čo sa týka verejného sektora, univerzity a výskumné ústavy v súčasnosti začínajú ponúkať a ponúkajú firmám také kapacity a možnosti, ktoré sú pre nich využiteľné. Jedným z dôvodov je zmena financovania verejných výskumných inštitúcií u ktorých nastal trend získavania finančných prostriedkov aj z výskumu pre súkromný sektor. Univerzity sú tak motivované k tomu, aby ponúkali svoje služby podnikom. V súkromnom sektore začalo vznikať mnoho firiem zameraných na výskumné a vývojové aktivity. Na základe spomenutých dôvodov sa otvára priestor aj pre malé a stredné firmy, ktoré neboli schopné inovovať svoje produkty z dôvodu nedostatku vlastných kapacít potrebných na pokrytie nákladov spojených s realizáciou inovačných činností. V súčasnosti vďaka rozvinutej infraštruktúre pre rôzne formy spolupráce môžu využívať kapacity partnerských podnikov pre vlastné inovačné aktivity. Táto spolupráca môže mať rôzne formy v závislosti na type projektov, zameraní firmy a pod.

### POTREBA SPOLUPRÁČE

Akokoľvek si podniky uvedomujú dôležitosť inovácií svojich výrobkov a služieb, mnoho z nich sú v inovačných aktivitách obmedzované širokou škálou bariér. Popri nedostatku finančných prostriedkov ide o chýbajúce personálne a technické kapacity, nedostatok času na vývoj v podniku, neznalosť nových technológií, trhov a pod. Jednou z možností ako tieto prekážky odstrániť a zefektívniť inovačné procesy je spolupráca s ďalším partnerom. Obyčajne ide o zníženie nákladov na technologický vývoj, zníženie rizika, skrátenie doby pre uvedenie nového výrobku na trh, a pod. Jedným z pozitívov je taktiež prenos a vytvorenie nového know-how medzi partnermi. Podľa štatistik iba jedna z desiatich firiem v Európe spolupracovala pri svojich inovačných aktivitách s externým partnerom. Avšak čo sa týka veľkosti firiem, veľké rozdiely sú medzi malými a strednými podnikmi na jednej strane a veľkými podnikmi na strane druhej. V skupine veľkých firiem je miera spolupráce 4x vyššia ako v MSP. Malé podniky teda výrazne zaostávajú. Pritom existuje niekoľko dôvodov prečo by mali MSP intenzívnejšie rozvíjať spoluprácu s inými firmami, univerzitami, výskumnými ústavmi a pod. Od spôsobov finančných úspor a nákladov, cez spoločné využívanie kvalifikovanej pracovnej sily, podpory spolupráce z verejných prostriedkov až po rôzne možnosti expanzie firiem na iné trhy a pod.





Presun poznatkov a inovačnej aktivity medzi subjektmi v regióne je základom pre rozvoj subjektov samotných a najmä pre rozvoj regiónu. Prepojenie aktérov môže mať rôznu intenzitu, na základe toho sa rozlišujú aj rôzne formy spolupráce regionálnych aktérov, ktoré je možné spoločne označiť pojmom partnerstvo. Partnerstvo medzi regionálnymi aktérmi je jedným z princípov realizácie regionálnej politiky. Partnerstvo sa dá vnímať ako účasť súkromného a verejného sektora pri riadení obce, regiónov a zároveň vytvárania sietí vzťahov s rôznymi subjektmi tvoriacimi a ovplyvňujúcimi produkt. Partnerstvo je nadradený pojem pre rôzne formy spolupráce regionálnych aktérov, ktoré sa môžu realizovať najmä ako podnikateľské inkubátory, podnikateľské, výskumné a vedecké parky resp. technopoly, klastre, transferové centrá, inovačné siete, inovačné systémy a pod.

### KLASTRE

Klaster je koncentrované zoskupenie nezávislých, regionálne prepojených firiem a pridružených inštitúcií, s potenciálom zvyšovania ich konkurencieschopnosti. Zúčastnené spoločnosti si navzájom konkurujú, ale súčasne sú nútené riešiť rad podobných problémov (vzdelávanie zamestnancov, prístup k rovnakým dodávateľom, spoluprácu s výskumnými a vývojovými kapacitami, nedostatočné zdroje na výskum apod.) a zdieľať zdroje. Vďaka spolupráci v týchto oblastiach môžu rad svojich obmedzení prekonať a získať konkurenčnú výhodu. Klastre sú „skupiny nezávislých firiem a pridružených inštitúcií, ktoré:

- spolupracujú a súťažia,
- sú miestne koncentrované v jednom či niekoľkých regiónoch, aj keď tieto klastre môžu mať globálny rozsah,
- sú špecializované v konkrétnom priemyselnom odvetví sprevádzanom spoločnými technológiami a schopnosťami,
- sú buď znalostné alebo tradičné.“

Správa Európskej komisie konštatuje, že *klastrovanie* má kladný vplyv na inovácie a konkurencie schopnosť, vytváranie schopností a informácií, rast a dlhodobú podnikateľskú dynamiku. Najúspešnejšie klastre majú neformálne spoločenské mechanizmy, ktoré podnecujú súťaž skôr pomocou inovácie (napr. vývoja nových výrobkov), než jednoducho pomocou deštruktívnej „(seba)vražednej“ cenovej konkurencie. V základoch všetkých úspešných klastrov je mnoho spoločných prvkov a väzieb:

- poznanie, že klastre majú byť vedené podnikateľskými a verejnými lídrami,
- pochopenie dôležitosti spolupráce a súťaže,
- silné väzby medzi firmami a inštitúciami,
- poznanie, že klastrový prístup je systémový, v ktorom všetci účastníci hrajú rovnako dôležitú úlohu.

**Základné činnosti klastra** predstavujú súbor aktivít, ktoré sa prejavujú ako dôležité vo fungujúcich klastroch. Majú veľký význam pre činnosť jednotlivých firiem v klastru a zároveň dokumentujú miesto pre možnú regionálnu podporu. Aktivity, ktoré klaster poskytuje a sú pre činnosť firiem zoskupených v klastru dôležité, sú zhrnuté na obr.1. Údaje sú čerpané z prieskumu európskej klastrovej štúdie 35 klastrov zo 17 európskych krajín. Medzi najčastejšie činnosti, ktoré klaster realizuje a poskytuje firmám je spoločné riadenie. Môžeme sem zahrnúť aktivity ako sú spolupráca na štátnych a súkromných investíciách, lobbying jednotlivých firiem, získavanie špeciálnych vládnych programov a pod. Ďalšie dôležité činnosti sa týkajú ľudských zdrojov (spoločné vzdelávanie a školenia zamestnancov a manažmentu, technických profesií, rekvalifikačné školenia, atď.) Treťou nemenej dôležitou oblasťou je sféra výskumu a vývoja. Dôležitosť tejto činnosti stále rastie, najmä pri priemyselných klastroch.

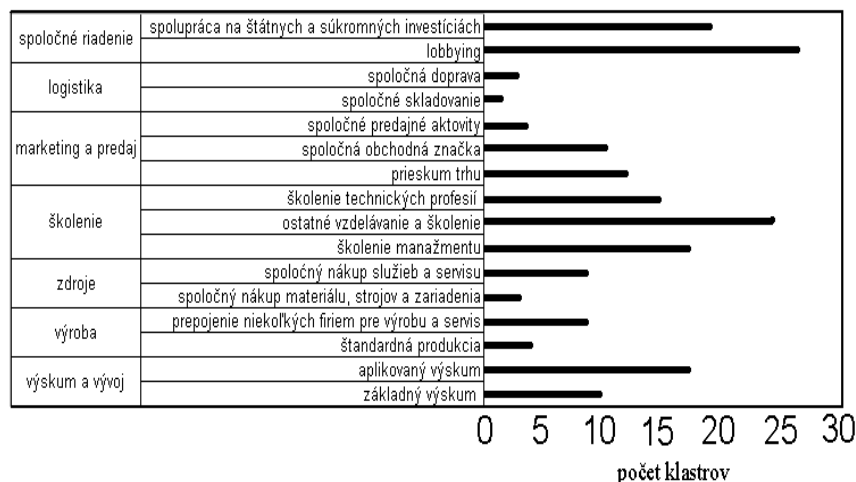
# Metodiky pre inovácie high-tech strojárskych produktov a výrobných systémov



**Európska únia**  
Európsky fond regionálneho rozvoja

**Vedecký zborník čiastkových výstupov riešenia projektu  
„Centrum výskumu riadenia technických, environmentálnych a  
humánných rizík pre trvalý rozvoj produkcie a výrobkov  
v strojárstve“**

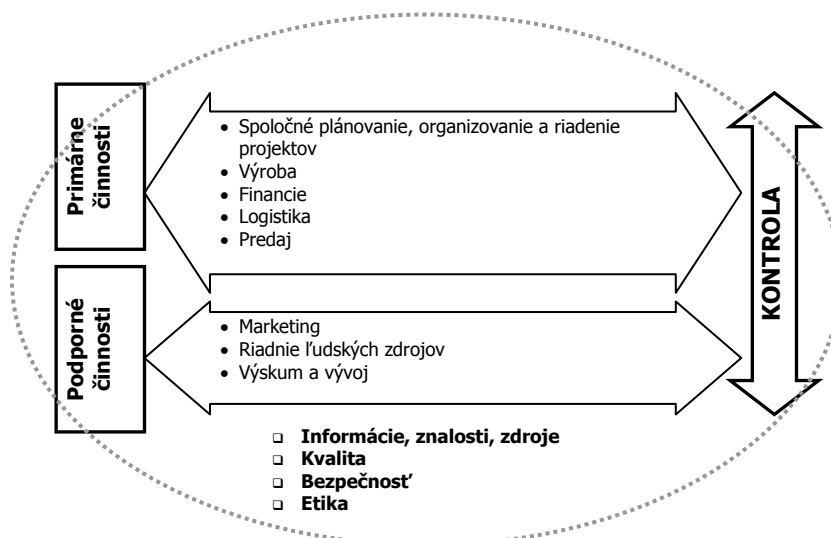
**Kód ITMS projektu: 26220120060**



Obr. 1 Základné činnosti klastrov

Z uvedeného vyplýva, že klaster by sa mal venovať hlavne:

- spoločnému plánovaniu, organizovaniu a riadeniu projektov
- výrobe
- riadeniu ľudských zdrojov
- financiám
- logistike
- marketingu a predaju
- výskumu a vývoju
- kontrole všetkých predchádzajúcich činností.



Obr. 2 Štruktúra základných činností riešených v rámci klastra

Iba málo teoretických konceptov malo taký významný vplyv na tvorbu podpornej politiky ako koncept klastrov. Klaster sú odborný ekonomický pojem a v ekonomikách existujú aj bez akejkoľvek priamej podpory verejného sektora (filmový priemysel v Holywoode v USA, finančné služby v

## Metodiky pre inovácie high-tech strojárskeho produktov a výrobných systémov



**Európska únia**  
Európsky fond regionálneho rozvoja

Vedecký zborník čiastkových výstupov riešenia projektu  
„Centrum výskumu riadenia technických, environmentálnych a  
humánnych rizík pre trvalý rozvoj produkcie a výrobkov  
v strojárstve“

Kód ITMS projektu: 26220120060



Londýne, výroba čokolády vo Švajčiarsku a Belgicku). Na druhej strane tento koncept sa využíva aj ako prístup k organizovaniu podpory rozvoja sektorov alebo regiónov. Neustále rastie organizovaný systém podpory, ktorej cieľom je rast konkurencieschopnosti regionálnych firiem v príbuzných sektoroch prostredníctvom tzv. klastrových iniciatív. Klastrové iniciatívy sa najčastejšie zameriavajú na technologicky intenzívne odvetvia ako sú informačné technológie, výrobné technológie, biotechnológie, alebo automobilové technológie. Cieľom klastrových iniciatív je najmä podporiť rozvoj ľudských zdrojov, rozvoj firiem v klastrach, rozvoj samotného klastra, rozvoj spolupráce, inovácií a technológií a zlepšenie podnikateľského prostredia. Pôsobenie firmy v prostredí klastra poskytuje rôzne druhy prínosov. Klaster zlepšujú konkurenčnú schopnosť, čo vedie k zlepšeniu výkonnosti podnikania tromi spôsobmi:

- zvýšenou produktivitou na základe lepšieho prístupu k špecializovaným dodávateľom, schopnostiam a informáciám,
- väčším dôrazom kladeným na inovácie, nakoľko je zdôrazňovaná potreba zdokonaľovania v procese výroby a firmy navzájom spolupracujúce môžu túto potrebu uspokojiť,
- prirodzeným rozrastaním sa klastra v dôsledku vytvárania nových firiem a príchodu nových dodávateľov.

Úspešné klaster ponúkajú zúčastneným spoločnostiam mnoho konkrétnych prínosov:

1. klaster poskytuje úspory z rozsahu a znižuje náklady
2. klaster znižuje obmedzenia menších firiem a zvyšuje špecializáciu
3. klaster zvyšuje miestnu konkurenciu a rivalitu a tým globálnu konkurenčnú výhodu
4. klaster zvyšuje rýchlosť prenosu informácií a technológií
5. klaster zvyšuje moc a hlas menších firiem
6. klaster podnecuje vládu k investíciám do špecializovanej infraštruktúry
7. klaster umožňuje efektívne prepojenie a partnerstvo

### Prínosy pre firmy

- Poskytuje úspory z rozsahu a znižujú náklady - klaster poskytuje podnikom príležitosť dosiahnuť kritické množstvo v kľúčových oblastiach, čo im prináša úspech, ktorý by nebol možný, keby pracovali izolovane. Spolupracou môžu firmy otvárať nové trhy a znižovať náklady.
- Znižuje obmedzenia menších firiem a zvyšuje špecializáciu - klaster môže združovať firmy z rôznych článkov hodnotového reťazca. Umožňuje tak menším firmám, aby sa špecializovali a umožňuje im spolupracovať.
- Zvyšuje miestnu konkurenciu a rivalitu a tým globálnu konkurenčnú výhodu - tato rivalita podporuje vo firmách inovácie, pomocou ktorých sa snažia zlepšiť efektívnosť a konkurenčnú schopnosť, aby sa udržali „v skupine“.
- Zvyšuje rýchlosť prenosu informácií a technológií - to nastáva v dôsledku blízkosti firiem, silných väzieb medzi nimi a vysokou konkurenčnou podstatou klastra.
- Zvyšuje moc a hlas menších firiem - pomocou networkingu sú menšie firmy schopné ovplyvňovať udalosti a lobovať za zlepšenie služieb a infraštruktúry.
- Podnecujú vládu a regióny ku investíciám do špecializovanej infraštruktúry - vďaka viditeľnosti klastra, ako aj vďaka nákladovej efektívnosti a vyššej návratnosti investícií, ktoré predstavuje klaster, sú tieto investície ľahšie zdôvodniteľné.
- Umožňuje efektívne prepojenie a partnerstvo - viditeľnosť a dôležitosť klastra môže tiež podnietiť reakciu akademických inštitúcií voči vytváraniu partnerstva s miestnym priemyslom.
- Umožňuje získavať externé zdroje a zároveň zvyšuje možnosť zdieľania interných zdrojov jednotlivých firiem.



## TECHNOLOGICKÉ PLATFORMY

Technologická platforma je kooperačné zoskupenie združujúce priemyselné podniky, odborové združenia a zväzy, výskumné a finančné inštitúcie, národné orgány verejnej správy, asociácie užívateľov a spotrebiteľov podieľajúcich sa na výskume, vývoji a inováciách v strategicky významných technologických oblastiach na národnej alebo medzinárodnej úrovni. Cieľom je vytvoriť, podporovať a napĺňať strednodobé a dlhodobé vízie budúceho technologického vývoja a koherentnej dynamickej stratégie k dosiahnutiu vízie, ktorá zahŕňa významné otázky budúceho hospodárskeho rastu, konkurencieschopnosti a trvalo udržateľného rozvoja v Európe.

Európska technologická platforma (ETP)/ národná technologická platforma (NTP) združuje popredné priemyselné podniky, výskumné a finančné inštitúcie, malé a stredné podniky, národné orgány verejnej správy, asociácie spotrebiteľov podieľajúcich sa na výskume, vývoji a inováciách v určitej strategicky významnej technologickej oblasti z celej EÚ s cieľom vytvoriť strednodobú, až dlhodobú víziu budúceho technologického rozvoja a mobilizovať finančné zdroje pre jej uskutočňovanie. V súčasnosti v EÚ sú technologické platformy ponímané hlavne ako prostriedok na podporu efektívneho partnerstva verejného a súkromného sektora (PPP - public-private partnership). Technologické platformy sa zameriavajú na oblasti, ktoré majú značný ekonomický dopad a spoločenskú závažnosť a ktoré sú predmetom veľkého záujmu verejnosti a na celoeurópskej (národnej) úrovni majú vysoký potenciál pridanej hodnoty.

## Vplyv a prínos technologických platforiem

**Priemyselná politika.** Technologické platformy poskytujú impulzy pre nové technológie, ale taktiež pre tradičné sektory. Účasť súkromného sektora v technologických platformách zabezpečí činnosť v súlade s potrebami trhu v danom odvetví. Aktívne je podporovaná účasť malých a stredných podnikov, pretože sú dôležitými partnermi priemyslu a často sa podieľajú na vývoji nových technológií a významných inováciách.

**Udržateľný rozvoj.** Technologické platformy môžu prispieť k posilneniu zásad EÚ v oblasti udržateľného rozvoja vrátane vývoja technológií pre životné prostredie.

**Spoločenské a regionálne prínosy.** Počas rozvoja technologickej platformy by malo dôjsť k identifikácii problematických ekonomických a sociálnych problémov a ich odstráneniu. Zvláštny význam má regionálny vplyv platforiem. Účastníci platforiem sú obvykle rozptýlení v mnohých regiónoch. Socioekonomické zmeny, ktoré prinášajú nové technológie, môžu pôsobiť v regiónoch disproporčne. Technologické platformy môžu pôsobiť na odstraňovanie tohto vplyvu pomocou tvorby infraštruktúrnych sietí a využívať regionálne prvky pre získanie špecifických znalostí pre vstup na lokálne trhy s novými technológiami.

## Členovia platformy

Hlavnými iniciátormi vzniku platformy sú spravidla významné priemyselné podniky, ktoré majú taktiež vedúcu úlohu po celú dobu jej existencie. Aby bola platforma efektívna a vyvážená je potrebné do platformy začleniť aj ďalšie organizácie a inštitúcie a zachovať otvorenosť a transparentnosť celého procesu. V každej platforme sú typicky zastúpené:

- Priemyselné podniky – veľké, stredné a malé, ktoré pokrývajú celú produkciu a súvisiace dodávateľské reťazce
- Verejné orgány – ministerstvá, grantové agentúry, podporovatelia a užívatelia nových technológií
- Výskumné inštitúcie a univerzity – najmä tie, ktoré spolupracujú s priemyslom



## Metodiky pre inovácie high-tech strojárskych produktov a výrobných systémov



**Európska únia**  
Európsky fond regionálneho rozvoja

Vedecký zborník čiastkových výstupov riešenia projektu  
„Centrum výskumu riadenia technických, environmentálnych a  
humánnych rizík pre trvalý rozvoj produkcie a výrobkov  
v strojárstve“  
Kód ITMS projektu: 26220120060



- Inštitúcie podpornej inovačnej infraštruktúry – centrá transferu technológií, podnikateľské inkubátory
- Finančné inštitúcie – súkromné banky, Európska investičná banka, Európska banka obnovy a rozvoja, rizikový kapitál
- Občianske spoločnosti, užívatelia, spotrebitelia – zapájajú sa do obojstrannej komunikácie výskumných združení so spoločnosťou a tak spolu vyvárajú budúcnosť výrobkov.

Niektoré platformy vytvorili tzv. Members State Mirror Groups s cieľom koordinácie rozvoja platformy a súvisiacich aktivít na národnej úrovni. Účastníci Mirror Group sú zástupcami jednotlivých štátov, väčšinou príslušného ministerstva.

### PODNIKATEĽSKÉ INKUBÁTORY

Podnikateľský inkubátor je v slovenských podmienkach pomerne nový, hybridný typ nástroja ekonomického rozvoja, ktorý spája funkcie podnikania, podpory obchodu a rozvoja sídel. Svetové skúsenosti ukazujú, že inkubátor môže byť účinnou pákou pre tvorbu zamestnanosti, komercializáciu nových technológií a rozvoj lokálnych ekonomík. Podnikateľský inkubátor poskytne podnikateľom priestory na realizáciu ich podnikateľských zámerov spolu s príslušenstvom, pomocníkmi, školicami a poradenskými službami, prísunom informácií a zabezpečením potrebných kontaktov. Pod pojmom podnikateľský inkubátor si treba predstaviť organizáciu, ktorá systemizuje proces vytvárania nových úspešných firiem poskytnutím priestorov a úplného, integrovaného rozsahu služieb. Nie všetky služby a vybavenie sa však poskytujú interne. Väčšina inkubátorov zabezpečuje prístup klientov ku kompletným službám prostredníctvom kombinácie interných zdrojov a networkingu s externými poskytovateľmi.

### Podnikateľské inkubátory vo svete – história a súčasnosť

- Prvé aktivity podnikateľskej inkubácie sa realizovali v USA a západnej Európe
- Batavia Industrial Center (BIC): prvý podnikateľský inkubátor, založený v roku 1959 (Batavia / Štát New York)
- Európski pionieri v inkubátoroch - založené na koncepte vedeckých parkov a zamerané na podporu technologicky orientovaných začínajúcich firiem: Heriot-Watt University, Edinburgh (1969) + Cambridge University
- Nasledované projektami: Austrália (1972), Ázia (1974), Škandinávia (1982), Nemecko (1983), Latinská Amerika (1986), východná a stredná Európa (1990) v rovnakom čase ako v Afrike

Postupom času sa na rôznych kontinentoch vyvinuli rozličné, relatívne heterogénne modely podnikateľských inkubátorov. Dnes existuje na celom svete cca. 59 asociácií (medzinárodných + národných) podnikateľských inkubátorov a vedeckých a technologických parkov, ktoré aktívne podporujú rozvoj nových firiem a regionálny ekonomický rozvoj. V rámci i mimo nich na svete pôsobi asi 3 300 inkubátorov a 550 vedeckých a technologických parkov. Z uvedeného počtu sídli v Európe približne 900 inkubátorov vytvárajúcich 30 000 nových pracovných miest ročne.

Hlavným cieľom podnikateľských inkubátorov je poskytnúť začínajúcim podnikom tzv. „inkubačnú dobu“ (do 3 rokov), počas ktorej sa firmy stanú finančne nezávislými, úspešnými a začnú postupne samostatne pôsobiť na obchodnom trhu. Podnikateľský inkubátor pomáha vytvárať nové pracovné príležitosti, podporuje komercializáciu nových progresívnych technológií a posilňuje miestnu a národnú politiku. Prostredníctvom svojich interných a externých pracovníkov poskytuje manažérsku podporu v praxi pri kreovaní podnikov v ich počiatkovej fáze vývoja. Pomocou ich asistencie pomáha preklenúť tie najväčšie problémy začínajúcich podnikateľov. Zabezpečuje začínajúcim malým a stredným firmám výhodnejšie štartovacie podmienky (priestory a služby za nižšie ceny ako trhové a

## Metodiky pre inovácie high-tech strojárskych produktov a výrobných systémov



**Európska únia**  
Európsky fond regionálneho rozvoja

Vedecký zborník čiastkových výstupov riešenia projektu  
„Centrum výskumu riadenia technických, environmentálnych a  
humánných rizík pre trvalý rozvoj produkcie a výrobkov  
v strojárstve“

Kód ITMS projektu: 26220120060



poradenstvá za symbolický poplatok). Hlavné služby poskytované prostredníctvom podnikateľského inkubátora:

- Pomoc s plánovaním manažmentu a zlepšením financovania (poradenstvo v oblasti manažmentu spoločnosti, manažmentu technológií a inovácií, spracovanie podnikateľského a finančného plánu, poradenstvo pri znižovaní nákladov, pri zakladaní spoločnosti, živnosti, poradenstvo pri fondoch z rizikového kapitálu, pri poskytovaní úveru, zhodnotenie firmy z finančno-ekonomického hľadiska).
- Marketingová podpora a inštruktáž (navrhnutie marketingovej stratégie a marketingových nástrojov na podporu predaja, definovanie cieľovej skupiny odberateľov, tvorba reklamy na internetovej stránke, mediálne plánovanie reklamnej kampane, návrh obsahovej prezentácie na webovej stránke).
- Možnosť používania administratívnych služieb, prístupu k vybaveniu (kopírovacie stroje, fax a iné), prenájom nebytových priestorov (využívanie skladov, výrobných a obchodných priestorov, konferenčných alebo prednáškových miestností).
- Poskytovanie konzultačných, informačných služieb a poradenstva potrebných pre úspešné podnikanie (právne, finančné, účtovné a daňové poradenstvo, poradenstvo pri používaní fondov EÚ, sprostredkovanie dodávateľských a odbytových kontaktov, vypracovanie a manažment projektov, zapojenie do projektov, sponzoring).
- Podpora pri prenikaní na európske trhy (organizovanie medzinárodných stretnutí s cieľom vytvoriť medzi spoločnosťami vzájomnú spoluprácu).

V súčasnosti na Slovensku tento systém podpory začínajúcich malých a stredných podnikateľov ešte stále nie je dostatočne rozvinutý, nakoľko vhodne vybavená a fungujúca sieť inkubátorov, ponúkajúca začínajúcemu podnikateľovi vhodné priestory, komplexné služby a potrebný štartovací kapitál je v porovnaní s Európou vo fáze etablovania a rozbiehania sa. Aj tak však možno konštatovať, že Slovensko za posledných pár rokov zažíva rozvoj podnikateľských inkubátorov. Ukazuje sa, že slovenský high-tech sa nezrodí bez podpory akademického sektora, previazanosti vedy a výskumu na prax a rizikového kapitálu. Na Slovensku sa prostredníctvom štrukturálnych fondov EÚ, zo zdrojov programov predvstupových fondov Phare a štátneho rozpočtu začalo s prevádzkovaním podnikateľských inkubátorov od roku 2002. V súčasnosti je na Slovensku v rôznych regiónoch vybudovaných 17 podnikateľských a technologických inkubátorov podporujúcich novozaložené podniky (*Košický vedecko-technický inkubátor, Martinsko-Flámske podnikateľské a inkubátorové centrum, Podnikateľský inkubátor Spišská Nová Ves, Regionálne poradenské a informačné centrum Prešov, Podnikateľský inkubátor a technologické centrum Prievidza, Podnikateľský inkubátor a technologické centrum Banská Bystrica, Technologický inkubátor VTP Žilina, Technologický inkubátor INOVATECH Sládkovičovo, Univerzitný technologický inkubátor STU Bratislava atď.*). Významným faktorom investícií do budovania siete inkubátorov je dopad na zamestnanosť v regiónoch. K 31. decembru 2010 bolo v priamej súvislosti s prevádzkou, službami a činnosťou inkubátorov vytvorených 826 pracovných miest (údaj za 13 subjektov). V týchto trinástich podnikateľských a technologických inkubátoroch bolo umiestnených 146 spoločností, z toho 51 inovatívnych. Priemerná obsadenosť inkubátorov dosiahla 90%. Niektoré inkubátory na Slovensku implementujú metódu „research-based spin-off“, čím sa vytvárajú vhodné podmienky pre využívanie výstupov výskumu a vývoja, patentov, priemyselných a úžitkových vzorov v úzkom prepojení s vedeckými a technickými inštitúciami. Uvedená metóda je založená na odbornom výbere projektu, poskytnutí cenovo vhodných priestorov na realizáciu, administratívnych služieb, mentorstve a odbornom poradenstve, ako aj poskytnutí štartovacieho kapitálu.

### CENTRÁ TRANSFERU TECHNOLOGIÍ

Trvalo udržateľný ekonomický rast musí byť založený na najnovších poznatkoch. Kľúčovú úlohu zohráva inovačný potenciál výskumných organizácií, univerzít, výskumných centier a pod. Na

## Metodiky pre inovácie high-tech strojárskych produktov a výrobných systémov



**Európska únia**  
Európsky fond regionálneho rozvoja

Vedecký zborník čiastkových výstupov riešenia projektu  
„Centrum výskumu riadenia technických, environmentálnych a  
humánných rizík pre trvalý rozvoj produkcie a výrobkov  
v strojárstve“

Kód ITMS projektu: 26220120060



Slovensku donedávna takmer neexistovali špecializované inštitúcie zamerané na transfer poznatkov a technológií. Spoločnosť tak prichádza o výsledky výskumu a vývoja, a teda o možnosť využiť v praxi duševné vlastníctvo výskumníkov. Jedným z príspevkov riešenia tejto situácie je vytvorenie útvarov zameraných na podporu prenosu, zhodnocovania a využívania poznatkov a technológií z vedeckej a výskumnej sféry do komerčnej – Centra transferu technológií (CTT). Sú základným organizačným prvkom systému komercializácie výsledkov výskumu a vývoja, pričom napĺňa potreby jednej, alebo viacerých organizácií. V rámci inštitucionálneho zaradenia CTT pôsobí typicky ako vnútorný útvar existujúcej výskumnej organizácie, alebo ako externý subjekt založený výskumnou organizáciou, poprípade skupinou výskumných organizácií. Medzi základné úlohy CTT výskumnej organizácie patria:

- vytváranie systému, ktorý nastavuje, stabilizuje a ďalej rozvíja pravidlá transferu technológií výskumnej organizácie smerom k aplikačnej sfére a zároveň priebežné vyhodnocovanie a podpora využitia komerčných príležitostí vo vnútri výskumnej organizácie,
- vyhľadávanie a vyhodnocovanie komerčného potenciálu výsledkov VaV, zabezpečenie formálnej ochrany práv duševného vlastníctva spojeného s výsledkami VaV,
- vyhľadávanie potenciálnych partnerov pre komercializáciu, t.j. potenciálnych klientov a facilitátorov dosiahnutia komercializácie, zabezpečenie obchodných jednaní a ďalšie činnosti vedúce k vlastnému komercializačnému kroku (postúpenie licencie, založenie technologicky orientovanej firmy, vrátane spin-off a pod.)
- zabezpečenie externej a internej komunikácie spojenej s transferom technológií, zabezpečenie zberu a zdieľania významných, alebo strategických informácií pre transfer a pre stratégiu VaV výskumnej organizácie
- komunikácia a spolupráca s partnermi regionálneho systému pre komercializáciu výsledkov VaV (asociácie, klastre, technologické platformy a pod.)

### Univerzitné centrum inovácií a transferu technológií na TU Košice

Jedným z projektov podporených z OP Výskum a vývoj, ktoré sa venujú systémovému riešeniu podpory aplikácie vedeckých poznatkov v praxi, je aj Univerzitné centrum inovácií, transferu technológií a ochrany duševného vlastníctva Technickej univerzity v Košiciach (UCITT). Hlavným poslaním projektu je výrazne zlepšiť účinnosť VaV spolupráce „akademického“ výskumu s praxou resp. prenosu poznatkov a technológií z výskumu do praxe, čo výrazne podporí zvýšenie efektívnosti dopadov týchto spoločných aktivít na rozvoj:

- konkurenčnej schopnosti v produkcii a službách
- kvality výskumu a vývoja na univerzite,
- ekonomiky v oblastiach pôsobenia UCITT.

Koncept poslania UCITT je zameraný predovšetkým na nasledujúce činnosti:

- Podporiť zvyšovanie efektívnosti výskumu, vývoja a inovácií (VVI) na univerzite prostredníctvom jeho priameho a aktívneho prepojenia s potrebami a požiadavkami priemyselnej praxe, malého a stredného podnikania a spoločenskej sféry.
- Prispievať k identifikácii a valorizácii takých VVI projektov a výstupov ich riešenia, ktoré majú potenciál na ďalšiu aktívnu účinnú spoluprácu resp. uplatnenie v spoločenskej a hospodárskej praxi.
- Podporiť pre identifikované VVI výstupy a projekty ich rozšírenie prostredníctvom spoločných (kooperatívnych) VVI projektov, inovačných projektov pre prax, transferu poznatkov, resp. technológie do odpovedajúcich organizácií spoločenskej a hospodárskej praxe.

## Metodiky pre inovácie high-tech strojárskych produktov a výrobných systémov



**Európska únia**  
Európsky fond regionálneho rozvoja

Vedecký zborník čiastkových výstupov riešenia projektu  
„Centrum výskumu riadenia technických, environmentálnych a  
humánnych rizík pre trvalý rozvoj produkcie a výrobkov  
v strojárstve“

Kód ITMS projektu: 26220120060



- Zabezpečiť pre univerzitu a jej pracovníkov a študentov komplexné služby spojené s ochranou duševných práv.
- Podporiť rozvoj a efektívnosť domácej a najmä medzinárodnej spolupráce v oblasti VVI projektov v tom aj projektov za účasti organizácií so spoločenskou a hospodárskou praxou.
- Prostredníctvom sieťovej organizačnej štruktúry zabezpečiť spoluprácu výkonných VVI pracovísk na úrovni fakúlt a samostatných pracovísk univerzity s koordinačným pracoviskom na úrovni vedenia univerzity a tým vytvoriť integrovanú a flexibilnú organizačnú a riadiacu štruktúru UCITT v rámci univerzity.
- Integrovanú sieťovú architektúru UCITT etablovať ako otvorenú platformu, ktorá umožní účinne poskytovať služby UCITT pre externé, zmluvne spolupracujúce domáce a zahraničné organizácie, resp. organizácie, ktoré prejavia záujem o spoluprácu. Ide najmä o organizácie z oblasti akademických a vedeckých inštitúcií, z oblasti spoločenskej a podnikateľskej praxe a z oblasti poradenstva a sprostredkovania inovácií a transferu technológií.
- Svojimi aktivitami prispieť a podporiť iniciatívy a procesy vytvárania nadväzujúceho vedeckého a technologického parku a podnikateľského inkubátora pre inovatívne firmy a v budúcnosti zabezpečiť trvalú spoluprácu s týmito inštitúciami.

### Transfertech

Dlhodobým zámerom vedenia Slovenskej technickej univerzity (STU) v Bratislave je priradiť sa k súčasným renomovaným vedeckovýskumným inštitúciám prostredníctvom novozriadeného Strediska transferu technológií – TRANSFERTECH. Vznikol v roku 2010 vďaka projektu financovaného z prostriedkov ŠF EÚ v rámci Operačného programu Výskum a vývoj. Projekt sa realizuje na pôde Know-how centra STU. Po skončení projektu bude pracovisko inštitucionalizované do štruktúry STU, čím sa zabezpečí trvalá udržateľnosť výsledkov projektu. Poslaním pracoviska TRANSFERTECH je vytvoriť na STU priaznivé prostredie na prenos výsledkov vedeckovýskumnej činnosti z fakúlt a ústavov do spoločenskej a hospodárskej praxe s cieľom generovať finančný prínos pre STU a jej výskumníkov, a zároveň prispieť k zlepšeniu imidžu univerzity v povedomí spoločnosti. Stredisko má ambíciu stať sa kontaktným bodom pre komerčné spoločnosti, ktoré majú záujem o konzultačnú a expertíznu činnosť STU, využitie jej laboratórnych kapacít, výskum na zmluvu a prenájom technológií na základe licencií. Aktivity TRANSFERTECH-u sú zamerané na mapovanie technológií a poznatkov z výskumu pracovísk STU, správu duševného vlastníctva vzniknutého na univerzite, podporu pri uzatváraní licenčných zmlúv a zmlúv o dielo a podporu pri zakladaní spoločností spin-off. Úlohou pracoviska je tiež vyhľadávanie a sprostredkovanie kontaktov na partnerov z priemyselnej praxe, propagácia výsledkov výskumu STU a sprostredkovanie kontaktov a spolupráce s Univerzitným technologickým inkubátorom STU. Vzhľadom na limitované znalosti a skúsenosti v oblasti transferu technológií na Slovensku spolupracuje stredisko s centrom technologického transferu Oxfordskej univerzity – ISIS Enterprise Ltd. Lektori spoločnosti ISIS poskytujú pracovisku konzultačné a poradenské služby.

### ZÁVER

Cieľom príspevku bolo predstaviť také formy spolupráce, ktoré môžu pomôcť firmám zefektívniť ich inovačné aktivity. V súčasnosti je pre mnoho firiem nemožné vyvinúť nový produkt kompletne bez potreby kooperácie a s využitím vlastných zdrojov. Firmy začínajú medzi sebou spolupracovať, často nadväzujú partnerstvá s výskumnými inštitúciami, alebo univerzitami. Spolupráca môže mať mnoho foriem, od fúzií a akvizícií, cez spoločný vývoj v rámci klastrov, alebo technologických platforiem, až po kompletný outsourcing vo forme zadania časti výskumu špecializovanej firme. Na mnohé z týchto foriem spolupráce je taktiež možné získať podporu z verejných zdrojov.



# Metodiky pre inovácie high-tech strojárskych produktov a výrobných systémov



**Európska únia**  
Európsky fond regionálneho rozvoja

Vedecký zborník čiastkových výstupov riešenia projektu  
„Centrum výskumu riadenia technických, environmentálnych a  
humánnych rizík pre trvalý rozvoj produkcie a výrobkov  
v strojárstve“

Kód ITMS projektu: 26220120060



## Literatúra

- [1] Scheer G., Zallinger L.: Cluster management: a practical guide: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GmbH. 2007. [www.gtz.de](http://www.gtz.de)
- [2] Vučič I.: Cooperation and cluster strategies within and between technology-intensive organizations. September 2009. dostupné na: <https://etd.lib.metu.edu.tr/upload/12610926/index.pdf>
- [3] Fryček R., Klusáček K., Hejda Z.: Technologické platformy. Technologické centrum AVČR 2005.
- [4] Tidd, J., Bessant, J.: Řízení inovací - Zavádění technologických, tržních a organizačních změn. Brno: Computer Press, 2009.
- [5] Solvel O., Lindquist G., Ketels Ch.: Zelená kniha klastrových iniciatív. CzechInvest 2006. ISBN 91-974783-3-4
- [6] Ručinská S. - Ručinský R.: Partnerstvo univerzity a podnikov v regióne ako predpoklad regionálneho rozvoja. In: Teória a prax verejnej správy : zborník príspevkov z vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou organizovanej FVS UPJŠ, 16.-17.10.2008. Košice : Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, 2009. ISBN 9788070977361. S. 43-49
- [7] OECD: Business clusters. OECD publishing. ISBN 92-64-00710-5. OECD 2005.
- [8] <http://www.transfertech.sk>
- [9] <http://www.ucitt.tuke.sk>
- [10] <http://www.nadsme.sk>



## TECHNIKY PRE PROJEKTOVANIE VÝROBNÝCH SYSTÉMOV

**doc. Ing. Vladimír Rudy, PhD.**

e-mail: [vladimir.rudy@tuke.sk](mailto:vladimir.rudy@tuke.sk)

### Abstrakt

Udržanie sa na trhu a zachovanie (zvyšovanie) konkurencieschopnosti firmy je späté s novými progresívnymi technológiami a materiálmi prinášajúcimi vysokú pridanú hodnotu, so znižovaním surovínovej a energetickej náročnosti a väčším využívaním tvorivého vedecko-technického potenciálu, dôslednou racionalizáciou činnosti a krízovou finančnou disciplínou. Príspevok predstavuje inovatívne prístupy k projektovaniu výrobných systémov.

**Kľúčové slová:** projektovanie výrobných systémov, inovácie,

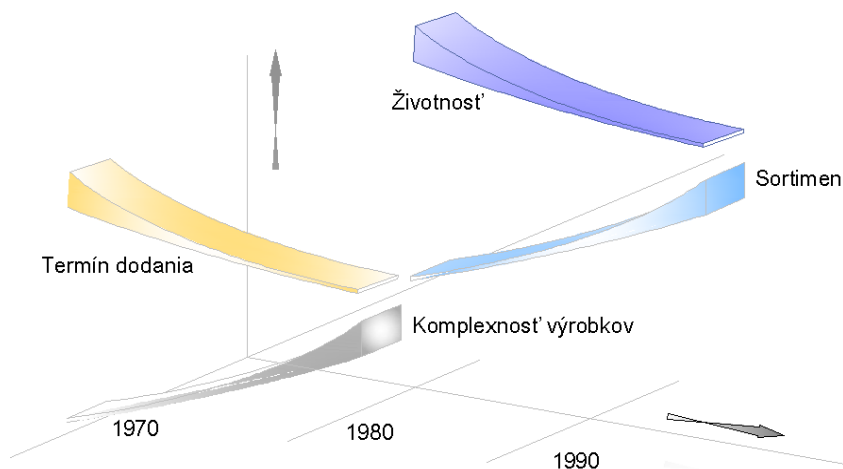
### ÚVOD

Výrobné podniky v svojej činnosti musia reagovať na také výzvy, akými sú globalizácia, internacionalizácia výroby, lokalizácia výrobných jednotiek, ekonomická integrácia, rastúca konkurencia, koncentrácia a centralizácia riadenia, participatívny manažment, špecializácia a integrácia, technologické zmeny a pod. Potrebne je aplikovať také vývojové stratégie, ktoré umožnia vyrábať výrobky a poskytovať služby s vysokou pridanou hodnotou a zavádzať také výrobné inovácie, ktoré zabezpečia vysokú konkurencieschopnosť a prispôsobivosť výroby trhovým podmienkam. Zákazníci aj napriek tomu prichádzajú neustále s novými požiadavkami. Ak chceme tieto potreby naplniť musíme neustále sledovať vývoj a vnímať názory a podnety zákazníka tak, aby bolo nájdené optimálne riešenie, ktoré prispieva k jeho maximálnej spokojnosti. Prežiť krízu znamená na strane trhu maximálnu ústretovosť k zákazníkom a orientácia na zákaznícke požiadavky. Na strane firmy analýza a korekciu vlastnej nevýrobnej spotreby všetkých zložiek organizačnej štruktúry firmy a nastavenie optimálnej hodnoty tvorby vlastného zisku. Tieto požiadavky súvisia s novými funkciami výrobkov, životným prostredím, vzdelaním, humanizáciou života, výrobnou kultúrou a pod. Ich uspokojovanie vytvára tlak na skracovanie inovačných cyklov vo vývoji a výrobe výrobkov. Masovo produkované výrobky prestávajú byť atraktívne vzhľadom na individuálne, nestabilné požiadavky zákazníkov, ich dizajnovú, kvalitatívnu, funkčnú rôznorodosť nárokov a pod..

Význam projektovania výrobných systémov je v tom, že pri tejto činnosti sa zohľadňujú predovšetkým filozofické a koncepčné aspekty technologických inovácií, modelovanie, existujúce v praxi osvedčené riešenia, finančné a materiálne zabezpečenie inovačných zmien a mnohoúčelové a účelové inovačné projekty. Technologické projektovanie je jednou zo základných činností v procesoch prípravy inovácií, modernizácií alebo rekonštrukcií výroby. Technologický projekt je prvým modelom štruktúry budúcej výroby, podľa ktorého sa dá simulovať realizácia budúceho výrobného procesu s príslušnými ekonomickými dôsledkami.

### VÝZNAM SYSTÉMOVÝCH ASPEKTOV V PROJEKTOVANÍ VÝROBNÝCH SYSTÉMOV

Vývoj a zmeny spôsobené v posledných desaťročiach na trhu vyvolali významné dopady v oblasti výrobných procesov a systémov, obr.1. Výsledkom tohto vývoja bolo postupné znižovanie sériovosti výroby a zvyšovanie variantnosti a pružnosti výroby. Vývoj výrobných systémov, pružných výrobných buniek a ďalších foriem výrobných systémov, schopných dosahovať vysokú pružnosť a produktivitu súčasne, bol ovplyvňovaný otvorením nových trhov vyznačujúcich sa výrobkovou a sortimentovou nenasýtenosťou. Dnešný trh je stále viac dynamický a jeho vývoj diktuje zákazník, ktorého už neuspokojí hromadne vyrábaný výrobok. Dominantnosť konkurencieschopnosti výrobného podniku je založená na širokej škále výrobkov. Rozmanitosť výrobného programu však výrazne zvyšuje zložitosť úloh projektovania a riadenia výroby



Obr.1 Ilustrácia vývoja trhu a jeho vplyvu na podniky

Splnenie požiadavky na skrátenie celkového výrobného cyklu výrobku, od jeho návrhu až po jeho dodávku k zákazníkovi s čo najmenšími nákladmi vo výrobe, je najdôležitejší predpoklad úspechu podniku. Medzi dominantné požiadavky na modernú strojárskú výrobu súčasnosti patria :

- vysoká produktivita pri malých výrobných dávkach a flexibilita vyrábaného sortimentu,
- zvyšovanie kvality výroby a výrobkov,
- skracovanie priebežnej doby výroby,
- minimalizácia výrobných nákladov,
- zvyšovanie časového a výkonového využitia strojov,
- redukcia skladov a stavu zásob materiálu.

Rozhodujúcim faktorom úspechu a budúcnosti podniku je neustále zdokonaľovanie základných výrobkov a rýchlosť ich zavádzania na trh. Paralelne s týmito požiadavkami sa "zostrujú" podmienky v oblasti predvýrobných etáp. V tejto zložitej situácii zohráva dôležitú úlohu práve oblasť projektovania výrobných systémov, ktorá úzko súvisí s postavením podniku na trhu. Pri projektovaní výrobných systémov je potrebné zohľadňovať filozofické aspekty technologických inovácií, modelovanie, príklady a štúdie úspešných referenčných riešení, finančnú podporu a materiálne zabezpečenie inovačných zmien, mnohoúčelové a účelové projekty syntézy technologických inovácií a pod. Ciele funkčného výrobného systému, ktorý má naplňať vyššie inovačné ciele vo výrobných technológiách, kladú vysoké nároky aj na jeho projektovú prípravu. Tieto nároky možno realizovať iba adekvátnou analýzou a rozvojom projektových činností a ich organizovaním do produktívnych systémov s výstupmi žiadanej kvality a produktivity. Klasická projektová činnosť v predchádzajúcom období sa rozvíjala podľa požiadaviek racionalizácie. V súčasnosti sa zdokonaľuje širokým využívaním poznatkov vedy. Veda pomáha zefektívňovať projektovanie, najmä zvyšovať tvorivosť, inšpiráciu a vytvárať potrebnú erudíciu a kultúru pri zdokonaľovaní inžinierskych prác. Zvyšovanie hodnoty vyrábanej produkcie možno opísať atribútmi inovácií vyšších úžitkových vlastností výrobkov, diverzifikáciou typov a modelov výrobkov, minimalizáciou času dodávok, prispôbovaním výrobkov potrebám používateľov, vysokou kvalitou, vyspelým servisom a pod. Inovácie projektových činností si vyžadujú špeciálne znalosti a príslušné metódy, postupy a nástroje. Dôležitú úlohu pritom majú teoretické vedy. Rozvoju inžinierskej práce napomáhajú viaceré inžinierske disciplíny. Veda o projektovaní (teória projektovania, filozofia projektovania) je významná, pretože obsahuje súbor logicky zoskupených znalostí o riešení inžinierskych činností. Projektovanie je komplexná oblasť teórií, metód a informácií zahŕňajúca široké pole inžinierskej pôsobnosti. Pre tvorbu štruktúry projektovaného systému sú významné najmä tri hlavné časti:

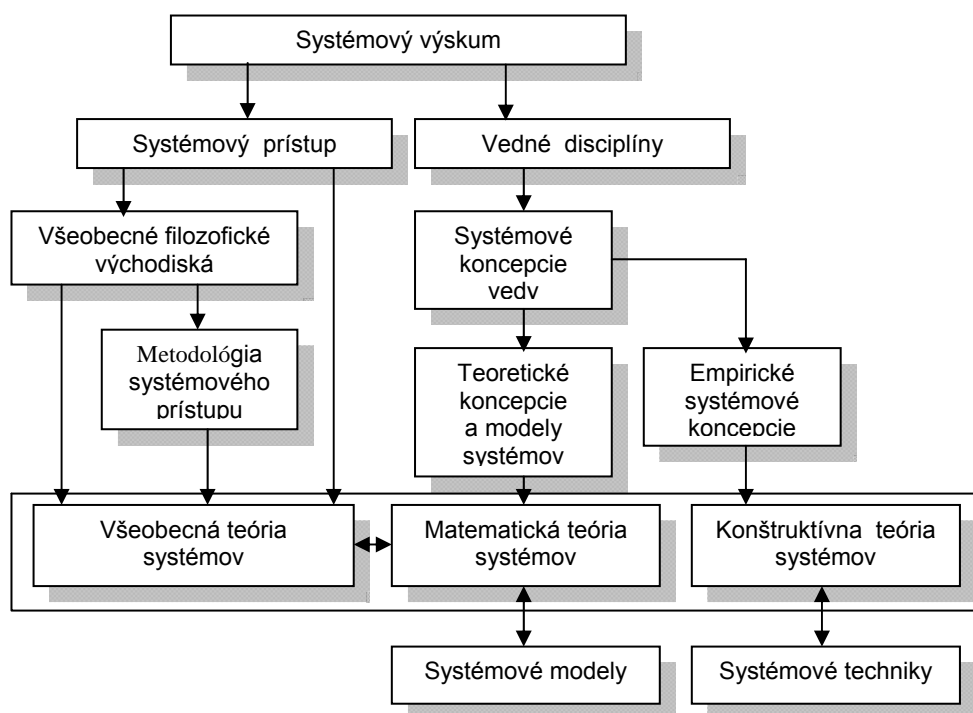


- základné definície a terminológia,
- technické informácie (teória),
- metodológia projektovania.

Informácie využívané v projektovaní je možné rozdeliť na:

- Aplikované náuky - špeciálne znalosti technického, technologického, ekonomického a organizačného a riadiaceho charakteru potrebné na projektovanie.
- Teóriu technických systémov - všeobecné a špeciálne znalosti o technických systémoch a procesoch, vrátane spôsobov ich prejavu, vlastností a kvality, štruktúr, princípov ich rozvoja.
- Teóriu projektovania - všeobecné a špeciálne znalosti o inžinierskom projektovaní, jeho štruktúre, prvkoch a vlastnostiach a riadení.

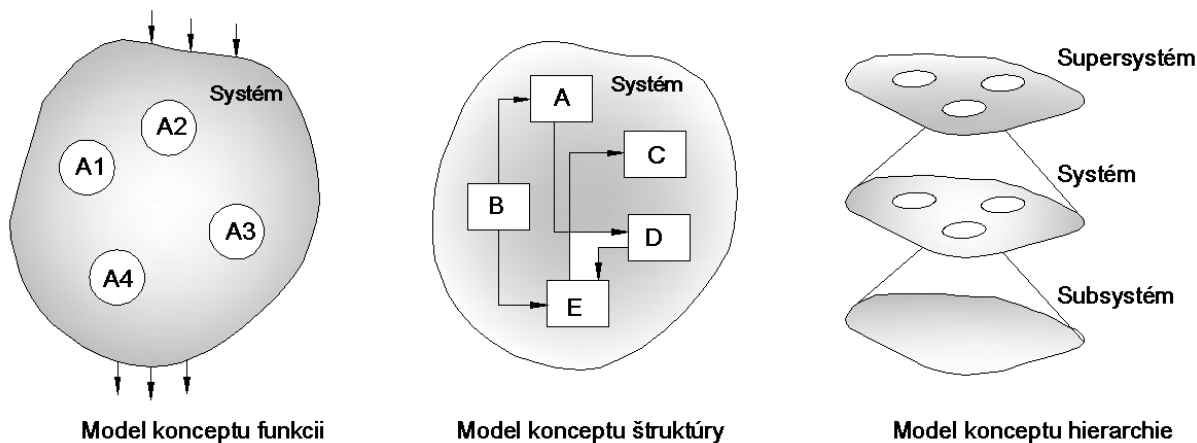
Systémové náuky a systémové prístupy sa aplikujú v projektovaní s cieľom analýzy a syntézy zložitých systémov. Systemológia zdôrazňuje rozkladanie celku na časti (moduly, komponenty a podsystémy) a vysvetľuje ich vzájomné vzťahy s možnosťou vytvárať nové, väčšie a zložitejšie celky. Štruktúru systémového výskumu charakterizuje obr.2.



Obr. 2 Systémový výskum a teória systémov

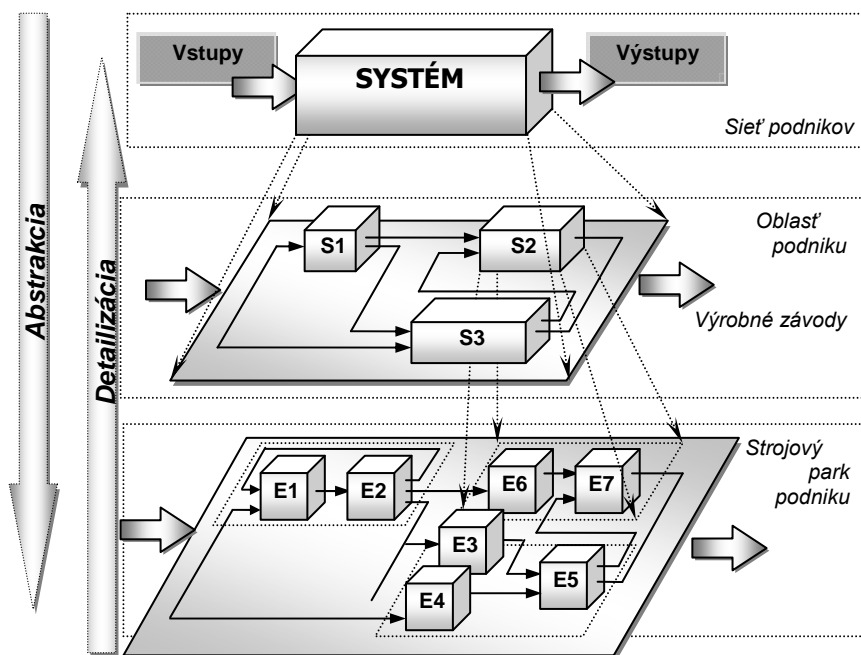
Termín systém zahŕňa nielen vlastné prvky, ale aj ich funkcie a vzájomné vzťahy usporiadané za určitým cieľom [40]. Problémy v interpretovaní tejto definície spôsobuje nízka úroveň štrukturalizácie výrobných procesov, neúplná integrácia výstavbových prvkov výrobných systémov a nedostatok štandardizovanej terminológie na opis zmien v prostredí systému. Systémy sú v závislosti od cieľov ich skúmania prezentované rôznymi druhmi modelov. Základné koncepty modelov systémov sú uvedené na obr. 3.





Obr. 3 Základné koncepty modelov systémov

Princíp výstavby výrobných systémov má tvar hierarchickej pyramídy a prezentuje projektovanie „zhora–nadol“ a „zdola–nahor“. Princíp je ilustrovaný na obr. 4 a obr. 5.



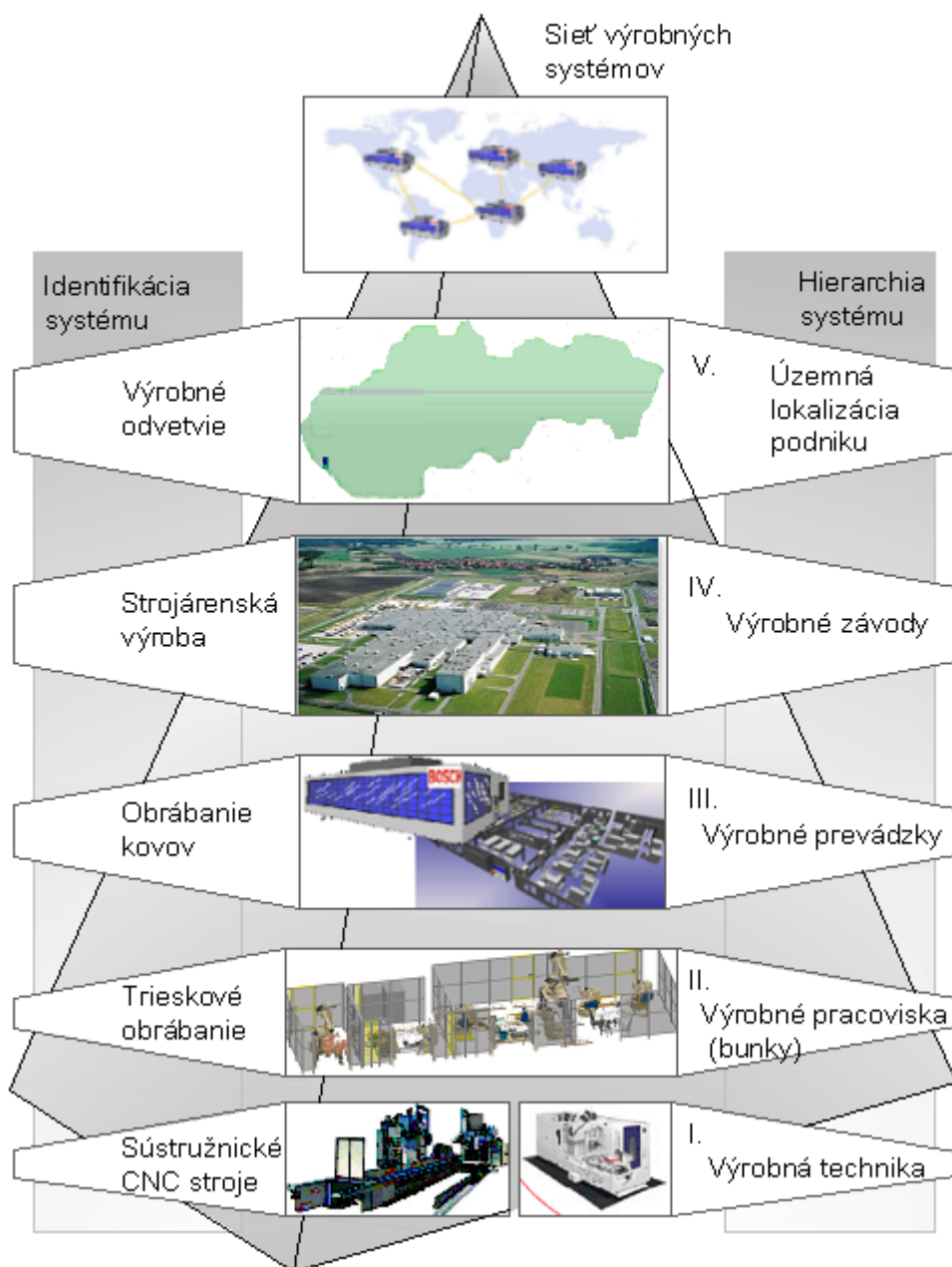
Obr. 4 Princíp koncepčného projektovania výrobných systémov prezentovaný modelom zhora-nadol

## ZÁVER

Výrobné systémy podnikov budúcnosti budú projektované ako systémy novej generácie. Jednou z ciest ich riešenia je aj aplikácia najnovších softvérových, informačných a komunikačných technológií a inteligentných výrobných systémov zoskupených v nových decentralizovaných a adaptabilných výrobných a organizačných štruktúrach. Kvalitný technologický projekt je prvým



podkladom pre realizačné etapy a od neho závisí budúca úroveň výroby v novom resp. modernizovanom systéme. Predstavuje budúci obraz o charaktere a podmienkach výroby. Preto je nutné, aby bol nositeľom všetkých znakov modelu. Len tak bude minimálne vzdialený od optimálneho riešenia (vo funkciách, štruktúre, parametroch, a tď. Spracovanie dobrých projektov nových výrob znamená nájdenie optimálneho, tímového kompromisu názorov na celý rad strategických otázok, ktoré musia byť zodpovedané skôr, ako sa prikróčí k technickému riešeniu.



Obr. 5 Ilustrácia koncepčného projektovania výrobných systémov prezentovaná modelom zhora-nadol

## Metodiky pre inovácie high-tech strojárskych produktov a výrobných systémov



**Európska únia**  
Európsky fond regionálneho rozvoja

Vedecký zborník čiastkových výstupov riešenia projektu  
„Centrum výskumu riadenia technických, environmentálnych a  
humánných rizík pre trvalý rozvoj produkcie a výrobkov  
v strojárstve“

Kód ITMS projektu: 26220120060



Dostatok komplexných a hodnoverných podkladov je potrebné mať tak v koncepcných ako aj detailných etapách riešenia príslušného projektu. Najmä inovátori, ktorí pracujú na zmenách vo výrobe, musia svoje postupy orientovať na využívanie najnovších a najmodernejších poznatkov. Informácie a poznatky je potrebné využívať tak v experimentálnej ako aj praktickej činnosti. Pri rozhodovaní musí byť pritom uvažovaný zložitý súbor technických, ekonomických a sociálnych faktorov. Moderné metódy, techniky, nástroje a postupy sú nevyhnutným teoretickým podkladom pre efektívne projektovanie. Projektová činnosť sa bude musieť stať ešte pružnejšou, tak aby sa dokázala prispôsobiť tlaku trhu v časových limitoch zaujímavých pre zákazníka. Aj preto je nutné mať dostatok komplexných a hodnoverných podkladov tak v koncepcných ako aj detailných etapách riešenia príslušného projektu. Jeden z hlavných problémov našich projekčných firiem predstavuje ich informačné zabezpečenie, teda dostupnosť a aktuálnosť údajov, jednotnosť používaných informačných štruktúr. Počítačová podpora projekčnej činnosti nemá systémový charakter, využívajú sa len dielčie programy, väčšinou na rôznych, často nekompatibilných výpočtových systémoch. Absentujú nástroje umožňujúce rýchle analýzy dynamických vlastností systému (simulácia, kapacitne-termínové bilancovanie, výstupy vo formáte VRML pre virtuálnu realitu a pod.), ktoré majú kľúčovú úlohu pri projektovaní systémov s vysokým stupňom automatizácie. Chýbajú nástroje i časový priestor pre variantné riešenia a možnosti ich testovania a optimalizácie. Práca projektantov je mnohokrát autonómna, rutinná činnosť, spôsobujúca časové predimenzovanie projekčných akcií. V mnohých prípadoch existuje značná izolácia medzi projektom, realizáciou a prevádzkou systému, a to predovšetkým čo sa týka postupov a metód projektovania a riadenia.

Softvérové či hardvérové systémy okrem všeobecnej požiadavky odbornosti, schopnosti ovládania a dokonalého poznania aplikačných možnosti používaného systému (jeho softvérových i hardvérových prvkov) sú finančne náročné a v mnohých prípadoch hardvérovo nedostupné. To ich predurčuje pre použitie najmä vo veľkých spoločnostiach. Ich aplikácie v malých firmách sú zriedkavé a nekomplexné. Obzvlášť to platí v prípade súčasných aplikácií určených pre projektovanie výrobných systémov založených na báze modelovania virtuálnej reality, ako prostriedku pre získavanie reálnejších predstáv o budúcej výrobe. Pri pohľade na budúcnosť je zrejme, že projekčné organizácie čakajú podstatné zmeny celkového riadenia, používaných prostriedkov a projektových zdrojov. Projektová činnosť sa bude musieť stať pružnejšou, aby sa prispôbila obchodnému tlaku. Spolu s tým, ako bude činnosť výskumu a vývoja nadobúdať internacionálnejší charakter, bude stále náročnejšia problémom integrácia systémov partnerov rôznych kultúr. Do popredia budú vystupovať problémy štandardizácie a normalizácie, pre ktoré bude treba hľadať adekvátne zdroje v systémových teóriách.

Množstvo informácií, ktoré je treba získať, zhromažďovať, prenášať, ukladať a vyhľadávať, sa bude prenikavo zvyšovať. Bude naďalej narastať decentralizácia a špecializácia. Zatiaľ čo teraz pri tvorbe projektov pomáha programové vybavenie osobných počítačov, v budúcnosti sa budú realizovať projekty v projekčných systémoch len na báze počítačových sietí. Táto požiadavka si vyžiada vývoj vhodných modelov programových produktov. Hybnou silou bude zvýšený dôraz na uspokojovanie zákazníkov a potrebu vytvárať čo najnižšie náklady. Následkom licencií a diverzifikácii projektov bude treba súbežne riešiť väčšie množstvo projektov. Bude sa vynakladať úsilie, aby sa projekty podľa možnosti dostali čo najrýchlejšie do fázy rozhodnutia o tom, či sa v nich bude alebo nebude pokračovať. To si bude vyžadovať od vedenia projektov prácu s množstvom informácií, bude sa musieť naučiť ich rýchle usporiadať pri rozhodovaní o dielčích cieľoch.

### Literatúra

- [1] Rudy V.: Inovačné postupy a metódy pre projektovanie výrobných systémov autoreferát habilitačnej práce/ Vladimír Rudy - 1. vyd - Košice : TU - 2010. - 43 s. - ISBN 978-80-553-0244-7.



Technická univerzita v Košiciach, 2012  
ISBN: 978-80-553-1249-1