

# Základy navrhovania výrobkov pre automobilový priemysel



Ing. Štefan BABJAK, PhD.

ISBN: 978-80-553-0564-6

**Názov publikácie:** Základy navrhovania výrobkov pre automobilový priemysel  
**Autor:** Ing. Štefan Babjak, PhD.  
**Typ publikácie:** učebný text  
**Počet strán:** 125  
**Vydanie:** prvé  
**Rok vydania:** 2010  
**Vydavateľ:** Technická univerzita v Košiciach  
**Adresa:** Letná 9, 042 00 KOŠICE  
**ISBN:** 978-80-553-0564-6

Za obsah a odbornú úroveň zodpovedá autor.

© 2010 – Ing. Štefan Babjak, PhD.

**Publikácia bola vypracovaná v rámci riešenia grantovej úlohy KEGA 3/6342/08 – Inovatívne vzdelávacie materiály pre bakalársky študijný program Automobilová výroba**

## OBSAH

<b>1. Produkt dizajn, základné pojmy a vzťahy</b> .....	<b>4</b>
1.1 Základné pojmy .....	4
1.2 Základné vzťahy .....	5
1.3 Kontrolné otázky a úlohy .....	11
<b>2. Plánovanie produktu – identifikácia zákazníckych potrieb a požiadaviek</b> .....	<b>12</b>
2.1 Plánovanie produktu a príprava vývoja .....	15
2.2 Analýza zákazníckych požiadaviek .....	17
2.3 Nástroje pre analýzu zákazníckych požiadaviek .....	21
2.4 Kontrolné otázky a úlohy .....	24
<b>3. Analýza trhu – príprava špecifikácie produktu</b> .....	<b>25</b>
3.1 Analýza trhu .....	26
3.2 Nástroje pre analýzu trhu a konkurencie .....	28
3.3 Špecifikácia produktu.....	32
3.4 Kontrolné otázky a úlohy .....	35
<b>4. Tvorba konceptu – koncepčný dizajn</b> .....	<b>36</b>
4.1 Nástroje, metódy a techniky koncepčného dizajnu automobilov .....	39
<b>5. Testovanie konceptu – tvorba modelov</b> .....	<b>47</b>
5.1 Páskový model automobilu.....	48
5.2 Počítačové modelovanie a CAD .....	51
5.3 Výroba fyzických modelov - modelovanie hliny.....	53
5.4 Tvarovanie ľahko obrobiteľných materiálov .....	55
5.5 Laminovanie a odlievanie .....	57
<b>6. Detailný dizajn – architektúra a konštrukčné riešenie výrobku</b> .....	<b>60</b>
6.1 Princípy detailného dizajnu.....	60
6.2 Dôležité zóny a body vo vozidle .....	64
<b>7. Reverzné inžinierstvo a digitalizácia</b> .....	<b>68</b>
7.1 Digitalizácia .....	69
7.2 Technológie digitalizácie .....	71
7.3 Podpora produkt dizajnu využitím reverzného inžinierstva a digitalizácie.....	72
7.4 Aspekty reverzného inžinierstva .....	74
<b>8. Rapid Prototyping – rýchla príprava modelov a prototypov</b> .....	<b>78</b>
8.1 Základné pojmy .....	78
8.2 Vybrané technológie Rapid Prototypingu .....	82
8.3 Rapid Tooling .....	86

<b>9. Optimalizácia dizajnu .....</b>	<b>87</b>
9.1 FMEA – príprava.....	87
9.2 FMEA – realizácia .....	95
<b>10. Testovanie v automobilovom priemysle.....</b>	<b>103</b>
<b>11. Štíhly dizajn, štíhly proces vývoja produktov .....</b>	<b>106</b>
<b>12. Trendy vývoja v automobilovom priemysle.....</b>	<b>109</b>
12.1 Výkonové charakteristiky a ciele .....	109
12.2 Výskum a vývoj v oblasti technológií .....	111
<b>Literatúra.....</b>	<b>119</b>
<b>Prílohy .....</b>	<b>120</b>
Príloha 1: Príklad QFD Domu kvality pre malé mestské vozidlo.....	120
Príloha 2: Segmentácia automobilov podľa tried .....	122
Príloha 3: Segmentácia automobilov podľa typu karosérie.....	124

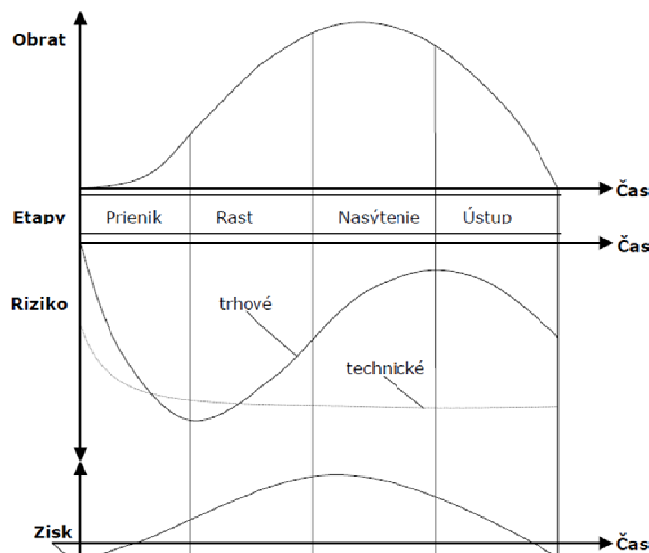
# 1. PRODUKT DIZAJN, ZÁKLADNÉ POJMY A VZŤAHY

## 1.1 Základné pojmy

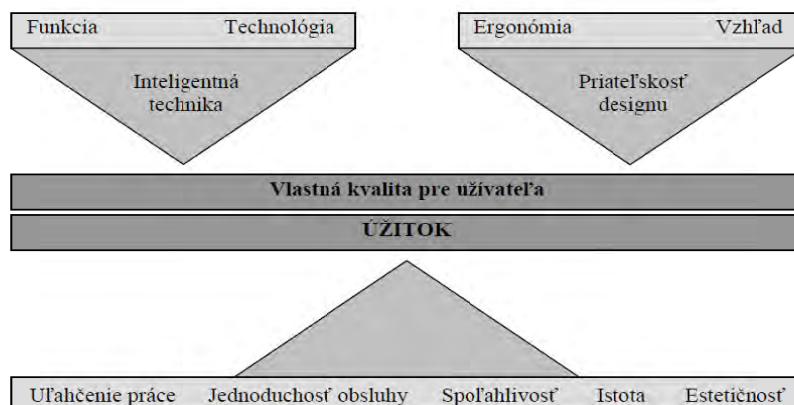
- **Výrobok:** (optimálny, želaný, ideálny) hmotný **výstup výrobného procesu**. Výrobky sa klasifikujú podľa viacerých charakteristík [1]:
  - **Odborová príslušnosť výrobku.** Vypovedá o konštrukčnej príbuznosti, hlavnej technológii, oblasti používania, normách a pod. Napr.: elektrotechnické výrobky, nástroje, automobily, výrobné stroje a pod.
  - **Použitie výrobku:**
    - spotrebné výrobky
    - výrobné zariadenia
    - komponenty
    - iné
  - **Životnosť výrobku:**
    - Výrobky krátkodobej spotreby
    - Výrobky dlhodobej spotreby
    - Sezónne výrobky
  - **Technologická charakteristika:**
    - Klasické výrobky,
    - Technologicky náročné výrobky (high-tech)
  - **Spôsob a sériovosť výroby:**
    - Hromadné
    - Sériové
    - Zákazkové
    - Štandardné
    - Špeciálne
  - **Vzťah k výrobnému sortimentu:**
    - Základný výrobok - reprezentant, ktorý spĺňa potreby očakávané zákazníkom a pôsobí ako štandard
    - Rozšírený výrobok - vyznačuje sa dodatočnými vlastnosťami
    - Výrobná línia - súbor výrobkov danej skupiny odlišujúci sa určitými vlastnosťami
    - Potenciálny výrobok - budúci výrobok so zlepšenými parametrami
- **Charakteristické znaky výrobku:**
  - **Úžitková hodnota** (kvalita, úžitkovosť, funkčnosť, spoľahlivosť)
  - **Vlastnosti:** vzhľad (dizajn, styling), určenie užívateľa a prevádzkových podmienok, technologické charakteristiky, marketingové charakteristiky, iné charakteristiky.
- **Produkt:** výsledok **podnikových procesov**, ktorého úlohou je uspokojiť potreby zákazníka. Môže byť nehmotný (služba, softvér...) alebo kombinácia výrobku a nehmotnej zložky (servis a podpora, imidž – značka a pod.)

- **Produktový dizajn (Product Design):** návrh produktu – výsledok súboru činností, spojených s prípravou 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.
- **Dizajn výrobku:** konkrétny návrh konštrukčného, tvarového a farebného riešenia tak jednotlivých funkčných častí výrobku, ako aj ich kombinácie do celku a kvalitatívnych charakteristík. Dáva výrobku svojský charakter a ako súhrn estetických znakov výrobku býva niekedy tiež označovaný ako styling.
- **Vývoj produktu:** súhrn aktivít, ktoré začínajú postrehnutím trhovej príležitosti a končia výrobou, predajom a dodaním produktu. U sofistikovaných produktov vývoj zahŕňa tiež aktivity spojené so servisom a podporou produktu, ako i jeho likvidáciou po uplynutí doby jeho životnosti.

## 1.2 Základné vzťahy



Obr. 1.1: Životný cyklus nového výrobku / inovácie [1]



Obr. 1.2: Tvorba produktu z hľadiska dizajnu [2]

## Dizajn ako podniková funkcia [2]

- Dizajn predstavuje významnú podnikovú prierezovú funkciu, postihuje celý podnik. Má korporačný charakter.
- Je marketingovým nástrojom a tesne nadväzuje na výrokovú a komunikačnú politiku.
- Začína u spotrebiteľa, zákazníka a nie vo výrobe alebo vývoji.
- Inovačný dizajn má výrazne vyššiu hodnotu ako redizajn (redesign), ktorý v mnohých prípadoch produkt iba upravuje.
- Dizajn nie je náhradou za chýbajúcu inováciu výrobku.
- K dizajnu prislúcha tiež korporačný dizajn (Corporate Design) a korporačná identita (Corporate Identity), a to vonku i do vnútra firmy.
- Dizajn ako základná voľba stratégie musí byť primárne založený na segmentácii a orientácii na spotrebiteľa.
- Dizajn musí byť exaktne plánovaný tak, ako iné podnikové aktivity.
- Úspešná realizácia je daná i organizáciou, kde sa osvedčuje predovšetkým tímová práca.

## Prečo je dôležité klásť dôraz na prípravu a plánovanie výrobkov (produktov)?

- vysoká konkurencia na trhu všetkých druhov výrobkov
- neustále zrýchľovanie inovačných cyklov
- veľký potenciál variabilnosti výrobkov
- vplyv výrobkov na produktivitu, kvalitu a konkurencieschopnosť podnikania
- výrobok je integračnou zložkou podnikateľských aktivít
- náročnosť a riziká vývoja nových výrobkov.

## Primárne príčiny neúspechu výrobkov (produktov):

- výrobky nezodpovedajú potrebám zákazníkov
- výrobky sú materiálovo a energeticky náročné a majú vysokú prácnosť výroby
- výrobky sú nekvalitné, zastarané, nezaujímavé, zlé dostupné a pod.
- výrobky sú vyrábané zastaranou technológiou a neekonomicky

## Dôvody pre zmenu dizajnu:

- **Prispôsobenie výrobkov určitému segmentu trhu.** Malé úpravy dizajnu niektorých výrobkov môžu vyhovovať určitej vekovej skupine ľudí, kultúram alebo sociálnym skupinám. Hlavné funkcie ostávajú nezmenené.
- **Vytvorenie novej medzery na trhu.** Na konkurenčnom trhu mnohé spoločnosti hľadajú priestor na vytvorenie novej medzery na trhu tým, že uvedú na trh tvorivé dizajny výrobkov, ktoré sa odlišujú od dizajnu výrobkov ich konkurencie.

- **Posilnenie značky.** Tvorivý dizajn je často spojený aj s rozlišovacou schopnosťou ochrannej známky, čím sa posilní rozlišovacia schopnosť obchodnej značky spoločnosti. Mnohé spoločnosti úspešne vytvorili alebo zmenili imidž ich značky vďaka tomu, že kládli dôraz na dizajn výrobku.

### Pozícia produkt dizajnu v aktivitách podniku

Vývoj produktu je interdisciplinárna aktivita, ktorá vyžaduje účasť takmer všetkých zložiek podniku, avšak tri oblasti sú takmer vždy ústredné pri projekte produkt dizajnu [3]:

- **Marketing.** Funkciou marketingu je sprostredkovať interakcie medzi podnikom a jeho zákazníkmi. Marketing často uľahčuje identifikáciu príležitostí, definuje segmenty trhu a identifikuje potreby zákazníkov. Marketing za normálnych okolností zabezpečuje komunikáciu medzi firmou a jej zákazníkmi, určuje konečnú cenu a dohliada na uvedenie a propagáciu výrobku na trhu
- **Dizajn.** zohráva hlavnú úlohu pri definovaní fyzickej podoby výrobku, aby čo najlepšie uspokojoval potreby zákazníkov. V tomto kontexte dizajn výrobku zahŕňa inžiniersky dizajn (konštrukcia, elektronika, softvér, atď.) a priemyselný dizajn (estetika, ergonómia, používateľské rozhrania).
- **Výroba.** Primárnou úlohou výroby je návrh, prevádzka a/alebo koordinácia výrobného systému, určeného na výrobu výrobku. V širšom zmysle, výroba tiež zahŕňa nákup, distribúciu a inštaláciu/implementáciu produktu. Tento súbor činností je niekedy tiež nazývaný **dodávateľský reťazec**.

### Úspešnosť produkt dizajnu

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.

### Výzvy a atribúty Produkt dizajnu

Navrhnuť naozaj skvelé produkty je veľmi náročné a len málo firiem je veľmi úspešných viac ako polovicu doby svojej životnosti. **Hlavné výzvy**, ovplyvňujúce vývoj produktu, sú [3]:

- **Kompromisy.** Karoséria automobilu môže byť ľahšie, 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.
- **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 príťažlivý pre zákazníkov ako i relatívne lacno vyrobitelný.

Medzi **klúčové atribúty vývoja produktov** 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.

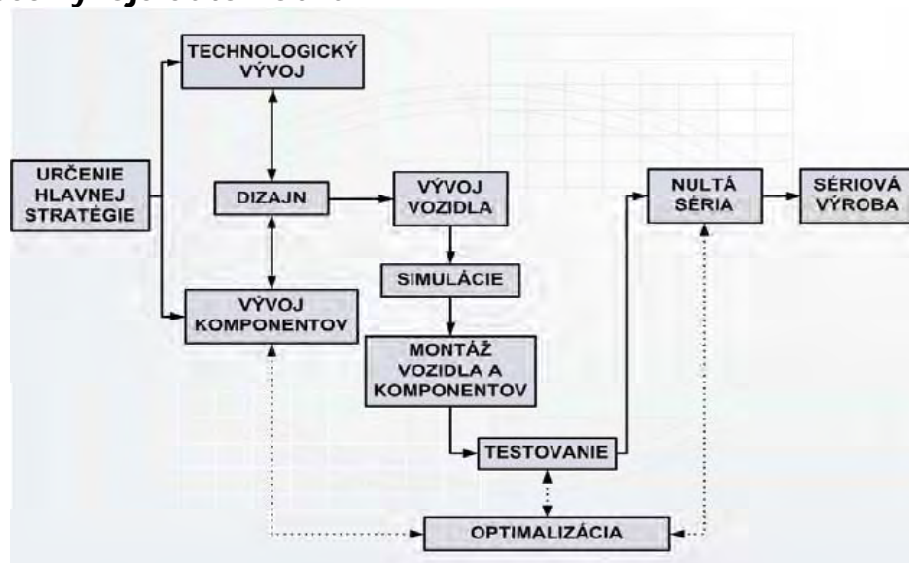
### Primárne stratégie vývoja produktov [4]

- **Čas uvedenia na trh (TTM, Time-to-Market).** Cieľom tejto stratégie je, aby sa firma dostala so svojim produktom na trh v čo možno najkratšom čase. Táto stratégia je typická pre firmy pracujúce s rýchlo sa vyvíjajúcimi technológiami a produkty s krátkym inovačným cyklom. Realizácia tejto stratégie zvyčajne vedie ku kompromisom medzi optimalizáciou úžitkových vlastností, nákladov a spoľahlivosti produktu. Aby táto stratégia fungovala, vývoj technológií musí prebiehať nezávisle na vývoji produktu, pričom technologické know-how musí byť organizované modulárne, aby bolo možné flexibilne reagovať na časté inovácie produktu.
- **Nízke výrobné náklady (LPC, Low Production Cost).** Táto orientácia je zameraná na minimalizáciu výrobných nákladov. Typická je pre firmy vyrábajúce spotrebný tovar, produkty, ktoré sa nachádzajú v záverečnej fáze životného cyklu, či tam, kde prebieha zlučovanie alebo zmenšovanie trhového segmentu. Takáto orientácia si zvyčajne vyžiada dodatočné náklady na optimalizáciu výrobných nákladov a výrobného procesu.
- **Nízke náklady na vývoj (LDC, Low development cost).** Cieľom je minimalizácia vývojových nákladov, alebo vývoj produktov pri obmedzenom rozpočte. Tento typ stratégie nie je tak bežný ako ostatné a zvyčajne sa vyskytuje v prípadoch, ak firma pracuje na zmluvnom vývoji pre iný subjekt, alebo má vážne obmedzené finančné zdroje, či v prípade, ak sa firma pokúša realizovať „skrytý“ vývoj, na ktorý buď nie je vyčlenený rozpočet, alebo je nízky. Takáto orientácia je porovnateľná so stratégiou time-to-market, avšak zahŕňa kompromisy medzi úžitkovými vlastnosťami, nákladmi, inovatívnosťou a spoľahlivosťou.
- **Úžitkové vlastnosti, technológia a inovácie (PTI, Performance, technology, innovation).** Zámerom je dosiahnuť čo možno najvyššiu úroveň úžitkových vlastností, funkčnosti alebo funkcií a vybavenia, aplikovať najnovšie technológie, alebo najvyššiu úroveň inovácií. Takáto orientácia môže byť použitá pri širokom spektre produktov v mnohých odvetviach, okrem spotrebného tovaru. Presadzovanie tejto stratégie prináša zvýšene riziko u nových technológií a akceptuje kompromisy v oblasti času a nákladov pre dosiahnutie cieľov.
- **Kvalita, spoľahlivosť, robustnosť (QRR, Quality, reliability, robustness).** Táto orientácia sa zameriava na zaistenie vysokej kvality produktov, spoľahlivosť a odolnosť. Je typická pre odvetvia, kde je vyžadovaná vysoká kvalita kvôli vysokým nákladom pri odstraňovaní problémov, potreba vysokej spoľahlivosti a produkty, na ktoré sú kladené značné bezpečnostné požiadavky. Takáto orientácia vyžaduje zvýšenú potrebu času a nákladov na plánovanie, testovanie, analýzy a schvaľovanie.

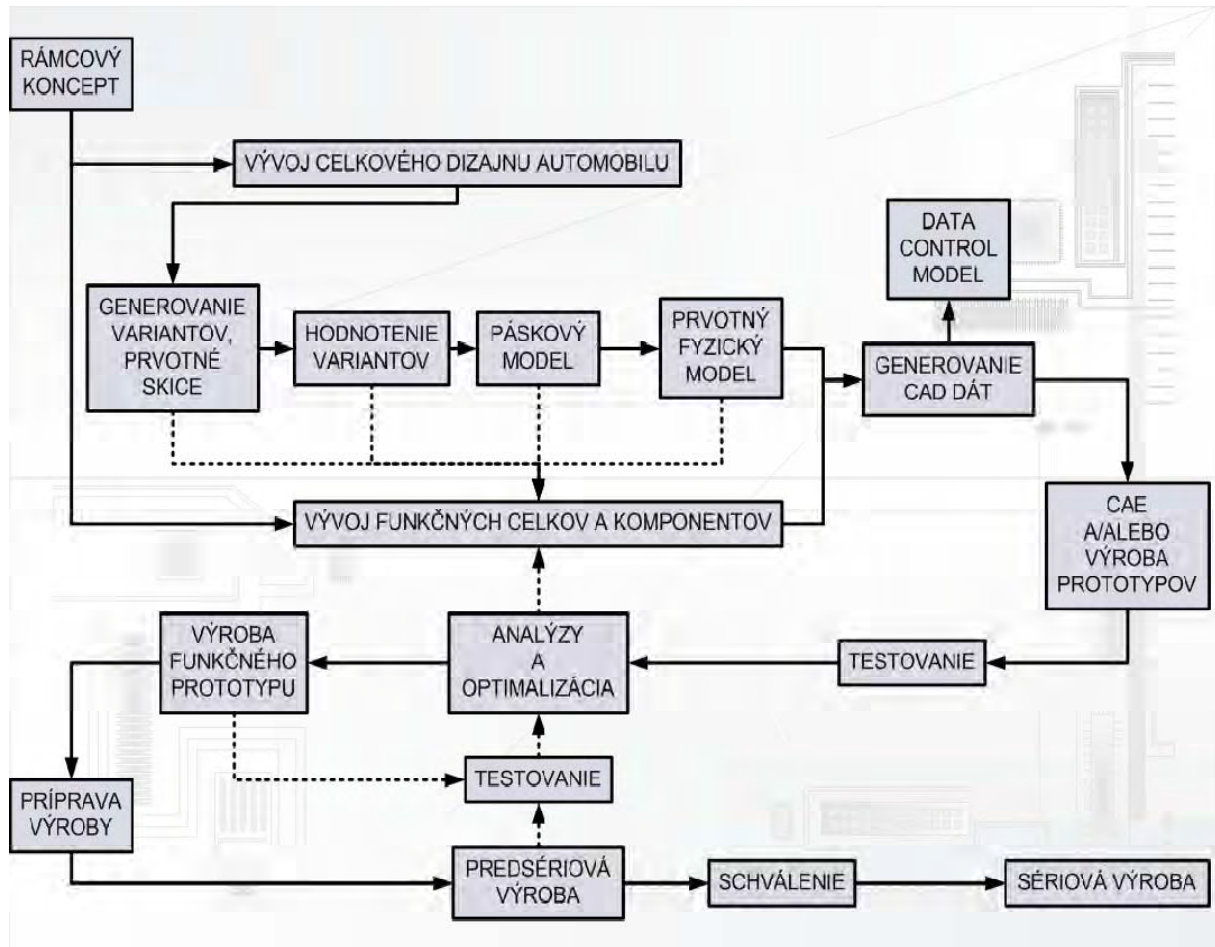
- **Servis, citlivosť a pružnosť** (SRF, Service, responsiveness, flexibility). Cieľom je poskytovať vysokú úroveň služieb, byť citlivý na zákaznicke požiadavky, ktoré sú súčasťou vývoja udržať si schopnosť pružne reagovať na nových zákazníkov, nové trhy a nové príležitosti. V tomto prípade sú potrebné dodatočné zdroje a im odpovedajúce náklady, ktoré majú zaistiť tieto služby a zabezpečiť potrebné informácie.

Uvedené primárne stratégie sú v praxi kombinované tak, aby sa ich úspešným zladením dosiahol optimálny prínos. Napríklad, pre oblasť vývoja automobilov ako celku, t.j. napr. pri zavádzaní nového typu, či radu automobilov u výrobcu je dominantná stratégia QRR. V silne konkurenčnom prostredí, akým je automobilový priemysel, sa stratégia čiastkových inovácií posúva do oblasti TTM. Hlavným prínosom je okrem konkurenčnej výhody aj rast schopnosti výrobného systému, či dodávateľských sietí pružne sa prispôbovať zrýchľovaniu inovačných cyklov a získavanie skúseností, ktoré pomáhajú pri eliminácii problémov súvisiacich so zavádzaním inovácií. Hlavne u menších subdodávateľov alebo v prípade, ak nie je možné vopred spoľahlivo odhadnúť riziko inovácie, či naopak, ak je riziko vyššie a nie je možné spoľahlivo odhadnúť reakciu trhu, je bezpečnejšie aplikovať stratégiu LDC, čiže zavádzať inovácie postupne a nižšej triedy, s tým, že v prípade neúspechu je možné lacno a jednoducho od vývoja odstúpiť, v prípade úspechu zas projekt rozpracovať. Zdrojom inovačných nápadov môžu byť údaje z výrobného procesu, avšak podstatným zdrojom sú zákaznicke požiadavky. Schopnosť na ne včas a pružne reagovať je silným konkurenčným nástrojom, preto stratégia SRF je nenahraditeľná pre oblasť marketingu v automobilovom priemysle. Stratégia PTI, orientovaná na úžitkové vlastnosti, nové technológie a inovácie je typická pre vývoj automobilov vyšších tried. S využitím stratégie LPC sú následne tieto úžitkové vlastnosti a nové technológie aplikované aj na automobily nižších tried.

### Proces vývoja automobilu



Obr. 1.3: Základná štruktúra vývojového procesu pri vývoji automobilov [5]



Obr. 1.4: Schéma procesu vývoja automobilu [5]

### 1.3 Kontrolné otázky a úlohy

1. Vyberte ľubovoľný výrobok z oblasti automobilovej výroby a charakterizujte ho podľa jednotlivých hľadísk.
2. Popíšte ľubovoľný automobilový komponent podľa jednotlivých charakteristických znakov.
3. Pokúste sa na niekoľkých príkladoch high-tech výrobkov odhadnúť, v ktorej časti životného cyklu sa práve nachádzajú.
4. Nájdite v svojom okolí produkty, na ktorých vidíte dôvody pre zmenu dizajnu a navrhnete zmeny.
5. Nájdite typické príklady pre jednotlivé primárne stratégie vývoja produktov.

## 2. PLÁNOVANIE PRODUKTU – IDENTIFIKÁCIA ZÁKAZNÍCKYCH POTRIEB A POŽIADAVIEK

### Proces vzniku produktu

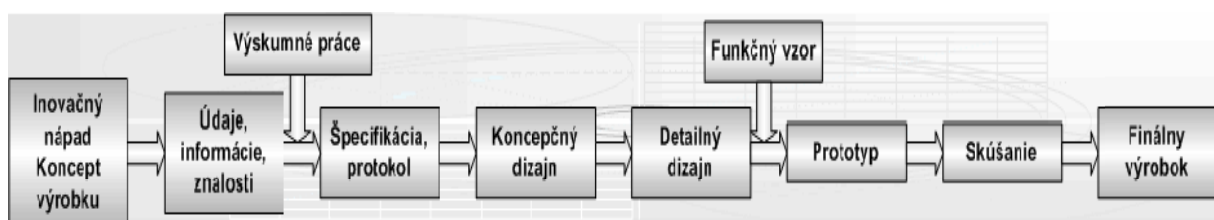


Obr. 2.1: Etapy vzniku výrobku

Vývoj nových produktov v súčasnosti smeruje od sekvenčne rozdeleného procesu vykonávaného primárne inžiniermi k integrovanému procesu, ktorý vykonáva tím s krížovými kompetenciami. Postup krokov v procese je v podstate v oboch prípadoch rovnaký, avšak tieto kroky sú vykonávané simultánne a väčšou rýchlosťou v integrovanom prostredí. Pri tvorbe nového produktu existujú štyri logické skupiny aktivít [6]:

- Identifikácia príležitosti alebo dopytu po novom produkte
- Tvorba technických špecifikácií idey nového produktu
- Vývoj výrobného procesu pre výrobu nového produktu
- Samotná výroba nového produktu

Keď sa výrobok stáva zastaraným, dochádza k jeho opätovnej inovácii alebo k vývoju úplne nového výrobku. Priebeh prípravy a samotné uskutočňovanie inovačných zmien predstavuje inovačný proces. Graficky tento proces ilustruje obrázok 2.2 [podľa 1].



Obr. 2.2: Postup pri inovácii výrobku



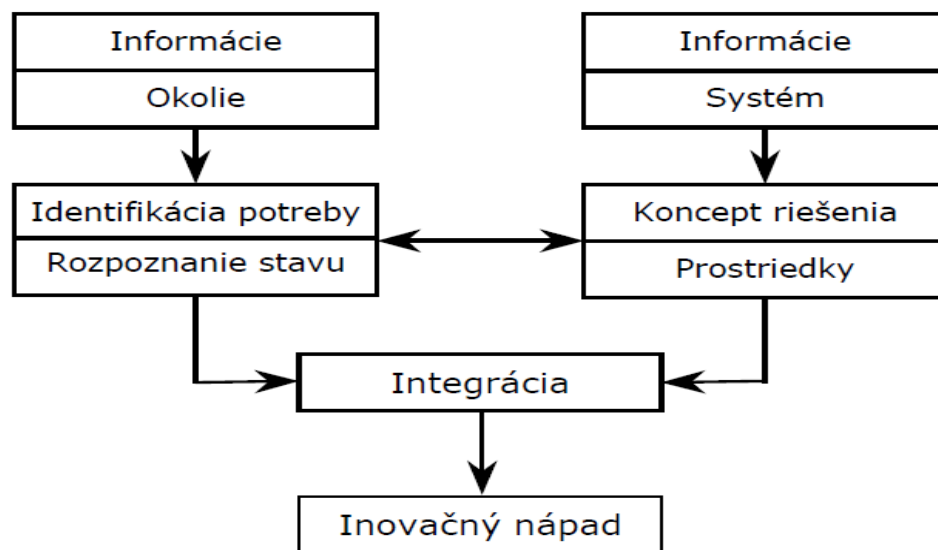
Pre začatie vývojového procesu výrobku sú nevyhnutné nasledovné vstupy vo forme dokumentácie:

- identifikácia potrieb zákazníkov
- koncept splnenia potrieb prostredníctvom výrobku (výrobová idea)
- stratégia podnikania prostredníctvom nového výrobku
- rozhodnutie o začatí vývoja

### Inovačný nápad

Definovanie problému a potreby vychádza z analýzy vonkajšieho okolia v ktorom má inovácia pôsobiť. Rieši spravidla:

- Identifikáciu požiadaviek (potreby zákazníkov, vlastnej firmy, sociálnej štruktúry a pod.).
- Identifikáciu obmedzení a podmienok (finančné, technické, znalostné a pod.).
- Formuláciu cieľov podnikania (technické, ekonomické, sociálne a pod.).
- Štrukturalizáciu problému (rozdelenie na časti, vzťahy, priority).



Obr. 2.3: Vznik inovačného nápadu [1]

Drvivá väčšina inovačných nápadov pochádza zo siedmich základných zdrojov:

- neočakávané udalosti alebo konanie,
- nezrovnalosti v existujúcom systéme,
- potreby rôznych procesov a systémov,
- priemyselné a trhové zmeny,
- demografické zmeny,
- zmeny nazerania,
- nové znalosti.

Informačné zdroje pre hľadanie nápadov (inovačné spravodajstvo):

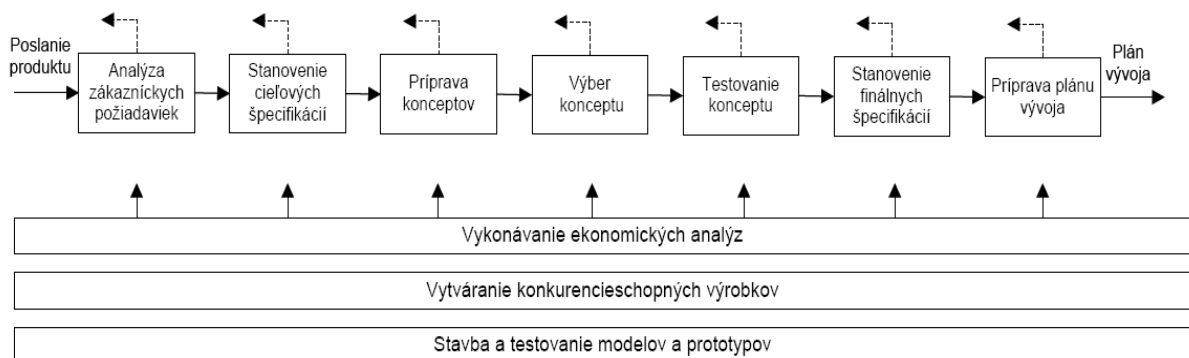
- **Externé:**
  - Primárne vedecké a technické informácie
  - Patenty a licenčná literatúra
  - Odborné časopisy a publikácie
  - Komerčná literatúra, katalógy, inzertné časopisy
  - Výstavy
  - Poradenské firmy
  - Internet
- **Interné:**
  - Výskumná činnosť
  - Analýza potrieb zákazníkov
  - Vlastní pracovníci
  - Analýzy konkurenčných výrobkov a služieb

## Koncept

Predstavuje ideu nového produktu alebo systému, prvé zhmotnenie (reprezentáciu, vyjadrenie) nového produktu, resp. alternatívnych prístupov k návrhu nového produktu. Môže byť vyjadrený vo forme:

- Písomného dokumentu
- Skice
- Blokového diagramu
- Fyzického modelu
- Kombinácie vyššie uvedených možností

Tvorba konceptu (obr. 2.4) v produkt dizajne predstavuje prvé obdobie v životnom cykle nového produktu. Vyžaduje veľkú pozornosť a dôslednosť analýz, pretože na rozdiel od ďalších fáz umožňuje rýchle a relatívne veľmi lacné zmeny a úpravy.



Obr. 2.4: Tvorba konceptu v produkt dizajne

## 2.1 Plánovanie produktu a príprava vývoja

### Faktory ovplyvňujúce rozsah projektu vývoja produktu:

- náklady,
- kvalita,
- vplyv na životné prostredie,
- dostupné zariadenia a/alebo výrobné postupy,
- opatrenia vyplývajúce zo zákonných požiadaviek (legislativa).

### Štandardizovaný priebeh procesu vzniku produktu

- plán štandardizovaného priebehu je základom pre vypracovávanie ďalších čiastkových plánov,
- dôležité je reálne určenie jednotlivých čiastkových časových údajov s prihliadnutím na celý proces vzniku výrobku,
- nevyhnutné je dodržiavanie poradia a kvality míľnikov,
- je nutné vypracovať celkový a čiastkový termínový plán výrobku,
- každé odchýlky od plánovaného stavu musia byť posúdené a schválené vedením projektu.

### Definovanie misie projektu vývoja nového produktu

Základom pre spustenie vývoja je tzv. **definovanie misie**, t.j. cieľa, ktorý má projekt splniť. Prvotným podkladom pre návrh výrobku je potreba špecifikovať konkrétne príležitosti na trhu, a ozrejniť ciele a obmedzenia projektu. Tieto informácie sa najčastejšie charakterizujú ako *poslanie produktu* (niekedy nazývané tiež ako *listina produktu* alebo *dizajnová listina*). Poslanie produktu ukazuje, akým smerom sa má výrobok uberať, ale nešpecifikuje presné určenia alebo spôsoby, ako postupovať. Poslanie produktu pozostáva z nasledujúcich informácií [3]:

- *Stručná charakteristika produktu* – predstavuje opis základných funkcií produktu, ale vyhýba sa konkrétnemu popisu konceptu. Charakterizuje prvotné vízie podniku.
- *Výhody produktu* – predkladá znaky výrobku, na základe ktorých by mal osloviť zákazníka, s cieľom kúpy produktu. Do istej miery sú to len hypotézy, ktoré by mali byť potvrdené v procese vývoja výrobku.
- *Kľúčové podnikateľské ciele* – okrem cieľov, ktoré podporujú stratégie podniku, sem patria aj ciele ako čas uvedenia výrobku na trh, finančná výkonnosť produktu, predpokladaný podiel na trhu a kvalita výrobku.
- *Cieľové trhy produktu* – sem môže byť priradených niekoľko cieľových trhov. Rozdeľujú sa na primárne a sekundárne ciele, ktoré je potrebné zvážiť pri vývoji produktu.



- *Predpoklady a obmedzenia pri vývoji výrobku* – predpoklady je potrebné vytvárať dôsledne, pretože oni napomáhajú udržiavať rozsah projektu. Analýzu obmedzení je potrebné vykonať taktiež dôsledne, nakoľko odstraňovanie problémov v tejto rannej fáze vývoja produktu je oveľa menej finančne náročné ako vo fáze samotnej výroby.
- *Zainteresované strany* – vytvorenie zoznamu ľudí a spoločností, ktoré majú podiel na úspechu alebo neúspechu produktu. Na prvom mieste zoznamu je zákazník, ktorý bude výrobok užívať. Ďalej sa na tomto zozname nachádzajú subjekty, ktoré pracujú na vývoji produktu.

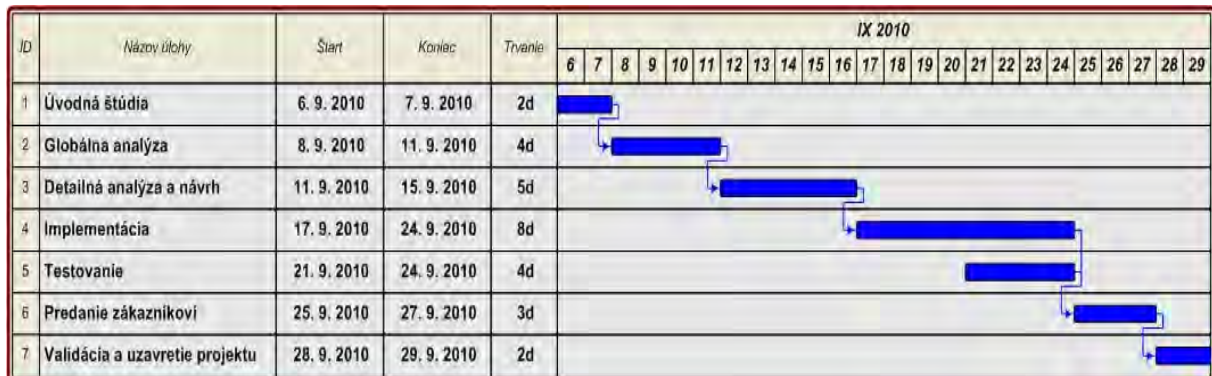
Tab. 2.1: Definícia misie projektu vývoja produktu - príklad

<b>Názov projektu (definovanie budúceho produktu)</b> rodinný automobil	
<b>Popis projektu</b> vyjadrený čo možno najvšeobecnejšie	Automobil určený pre väčšie rodiny s deťmi
<b>Predpokladané prínosy</b>	rozšírenie základnej výbavy, zvýšený komfort, noví zákazníci, zvýšenie bezpečnosti....
<b>Kľúčové obchodné ciele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uvedenie nového produktu ku dňu...</li> <li>• ... % predajná marža</li> <li>• Maximálna konečná cena ...€</li> <li>• Podiel na trhu minimálne ...%</li> </ul>
<b>Primárny trh (zákazníci)</b>	rodiny s 2 a viac deťmi
<b>Sekundárny trh</b>	malí osobní dopravcovia, podnikatelia v cestovnom ruchu...
<b>Predpoklady (základné charakteristiky)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Karoséria typu VAN</li> <li>• Variabilný úložný priestor / možnosť modifikácie na viac ako 5 miest na sedenie</li> <li>• Zvýšená bezpečnosť posádky</li> <li>• Úsporný pohon</li> </ul>
<b>Partneri v podnikaní</b> (či názor je treba vziať pri vývoji do úvahy)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Užívatelia</li> <li>• Obchodníci</li> <li>• Predajcovia</li> <li>• Servisné centrum</li> <li>• Výroba</li> <li>• Právne oddelenie (legislativa, patenty)</li> </ul>

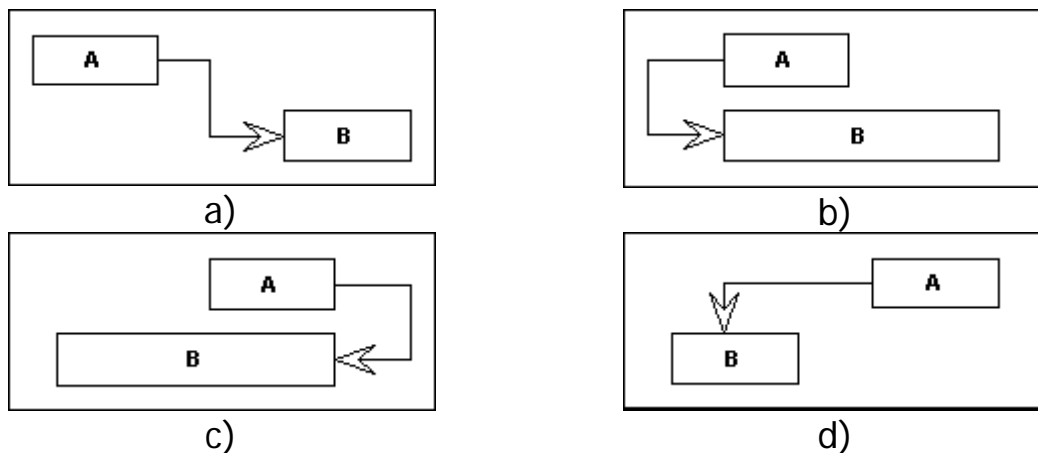
### Plánovanie priebehu projektu – Ganttov diagram

Využíva sa pri riadení projektov pre grafické znázornenie naplánovania postupnosti činností v čase. Horizontálna os – časové obdobie trvania projektu, vertikálna os – jednotlivé čiastkové činnosti, vždy jeden riadok pre jednu činnosť. Jednotlivé činnosti sú v diagrame označené obdĺžnikmi (pruhmi), ľavá strana vyjadruje začiatok činnosti, pravá strana plánované ukončenie, teda dĺžka pruhu vyjadruje dobu trvania danej činnosti. Šípky v Ganttovom diagrame (obr. 2.5) vyjadrujú vzťahy medzi jednotlivými činnosťami, nasledovne:

- a) start-to-start: B nemôže začať, kým neskončí A (napr. A: výroba prototypu, B: testovanie prototypu)
- b) start-to-finish: B nemôže začať, kým nezačne A (napr. A: zapni počítač, B: spust' program)
- c) finish-to-start : B nemôže skončiť, kým neskončí A (napr. A: uloženie dokumentu, B: zatvorenie aplikácie)
- d) finish-to-finish: B nemôže skončiť, kým nezačne A (takmer sa nepoužíva)



Obr. 2.4: Príklad Ganttovho diagramu



Obr. 2.5: Možnosti vyjadrenia vzťahov medzi jednotlivými úlohami v Ganttovom diagrame

## 2.2 Analýza zákazníckych požiadaviek

Podklady pre analýzu požiadaviek zákazníka tvoria:

- získané poznatky z prieskumu trhu
- výstupy z:
  - podnikovej stratégie
  - podnikateľského plánu
  - marketingových štúdií
  - analýzy konkurencie a benchmarking produktu

- legislatívne požiadavky
- patentové riešenia
- konkrétne zadania a požiadavky interných a externých zákazníkov

Analýza požiadaviek zákazníkov je východiskom stanovenia cieľov zlepšovania kvality produktov organizácie. Zvyčajne prebieha v 5 základných krokoch:

**1. Získať surové údaje od zákazníkov:**

- Prostredníctvom interview s jednotlivými zákazníkmi
- Prostredníctvom moderovanej diskusie v cieľových skupinách
- Pozorovaním používania (pribuzného) existujúceho produktu zákazníkmi
- Dotazníkmi (anketami)

*Tipy pre získavanie údajov:*

- *Netlačiť zákazníkov do odpovedí. Dôležité je získať pravdivú výpoveď, nie vyplniť celý formulár!*
- *Využiť vizuálne stimuly a podporu (napr. obrázky konkurenčných produktov)*
- *Potlačiť predsudky o produktovej technológii. Vypočúť a preskúmať názory zákazníka, ak navrhuje alternatívne riešenie problému*
- *Nechat' zákazníka použiť produkt a typické činnosti, ktoré by s ním vykonával*
- *Sledovať vyjadrenie prekvapivých, či latentných (skrytých) zákazníckych potrieb*
- *Pri osobnom interview sledovať aj neverbálnu komunikáciu*

Pre presnejšiu interpretáciu získaných údajov je potrebné klasifikovať zákaznícke potreby podľa spektra zákazníkov. Odporúča sa vytvoriť maticu podľa náročnosti zákazníkov (mapu portfólia zákazníkov, tab. 2.2), odhadnúť podiel jednotlivých kategórií a podľa toho prideliť významnosť požiadavkám daného segmentu zákazníkov.

*Tab. 2.2: Mapa portfólia zákazníkov pre automobily a automobilové doplnky*

	Nároční a/alebo extrémni používatelia	Bežní používatelia	Predajcovia	Servisné centrá
Sviatoční šoféri				
Pravidelní šoféri				
Profesionálni šoféri				

**2. Interpretácia surových dát v pojmoch zákazníckych potrieb** (tab. 2.3).

Ak je vykonaná správne, potom:

- **Vyjadruje** potreby v termínoch **ČO** má produkt plniť, **nie AKO** by to mohol plniť: napr. elektrické časti pod prúdom je treba chrániť pred vlhkosťou

(NESPRÁVNE: elektrické časti pod prúdom je treba umiestniť do vodotesného puzdra)

- **Vyjadruje potreby** tak **špecificky** ako surové údaje (avšak v technických termínoch): napr. elektropotrebič je nárazuvzdorný (NESPRÁVNE: elektropotrebič je robustný)
- **Vyjadrenia sú formulované pozitívne**, nie negatívne (čo produkt má, spĺňa, nie to, čo nemá, nespĺňa): napr. náradie pracuje normálne aj vo vlhkom prostredí (NESPRÁVNE: náradie nie je znefunkčnené vo vlhkom prostredí)
- **Vyjadruje potrebu ako atribút produktu** (produkt, resp. zákazník pomocou produktu má možnosť...): napr. batéria je dobíjateľná pomocou cigaretového zapalovača vo vozidle (NESPRÁVNE: adaptér na zapalovač cigariet umožňuje dobíjanie batérie)
- **Vyhýba sa používaniu** slov „**musí**“ a „**mal by**“ (môžu pôsobiť zavádzajúco; stupeň dôležitosti danej vlastnosti sa určí neskôr, krok 4)

Tab. 2.3: Príklad interpretácie potreby zo surových dát (produkt – elektrický akumulátorový skrutkovač – ES)

Otázka / výzva	Vyjadrenie zákazníka	Interpretácia potreby
Typické použitie	Chcem ťahať skrutky rýchlejšie, ako ručným spôsobom	ES ťahuje skrutky rýchlejšie, ako ručný skrutkovač
	Niekedy robím klampiarske práce, používam skrutky do plechu	ES ťahuje kovové skrutky do plechu
	Opravujem elektropotrebiče, bielu aj čiernu techniku, elektroinštaláciu	ES je použiteľný na skrutky na elektropotrebičoch
Existujúce produkty – čo je dobré	Páči sa mi ručka v tvare pištole, pohodlne padne do ruky	ES má pohodlné uchopenie
	Dobré je mať magnetizovaný nástavec	ES udrží skrutku pred zaskrutkovaním v správnej polohe
Existujúce produkty – čo je zlé	Neznášam, ak koncovka v skrutke prekíza	Koncovka ES ostáva v správnej polohe voči skrutke bez prekížavania
	Nemôžem uzamknúť ES, aby bol použiteľný, aj pri vybitej batérii	Užívateľ môže vyvinúť potrebný krútiaci moment na ES manuálne na utiahnutie skrutky <b>(príklad skrytej potreby)</b>
	Nedokážem zaskrutkovať skrutku do tvrdého dreva	ES zaskrutkuje skrutku do tvrdého dreva
Navrhované zlepšenia	Prídavný nástavec, ktorý by umožnil dosiahnutie na skrutku v úzkej diere	ES umožňuje dosiahnuť skrutky umiestnené v hlbokých úzkych otvoroch
	Hrot na odstránenie farby zo zamaľovanej hlavy skrutky	ES umožňuje manipuláciu skrutiek, ktoré boli zatreté farbou
	Možnosť vyraziť vodiacu jamku	ES umožňuje vytvoriť vodiaci otvor <b>(príklad skrytej potreby)</b>

**3. Usporiadanie potrieb hierarchicky** na primárne, sekundárne (prípadne terciárne, atď.) potreby. Jedným zo spôsobov je vytvorenie matice podľa tab. 2.4.

Tab. 2.4: Matica pre hierarchické usporiadanie potrieb

Hierarchia potrieb	Pred nákupom	Počas nákupu	Pri používaní (Prípadne aj po skončení životnosti)
Nutnosti produktu na veľmi dobrej úrovni ( <i>Čo produkt musí mať?</i> )			
Špecifické charakteristiky nad rámec samozrejmosti ( <i>Čo by produkt ešte mohol mať?</i> )			
Prekvapenia a potešenia ( <i>Aké vidíte potenciálne nenáročné vylepšenia?</i> )			

	Doména marketingu a oddelenia predaja
	Doména dizajnu a inžinierstva

Analýza požiadaviek sa týka obdobia pred nákupom, pri nákupe a počas využívania výrobku. Požiadavky zákazníkov treba analyzovať v troch úrovniach:

- Nutné charakteristiky produktov, bez ktorých sa na trhu neuplatnia.
- Samozrejme požiadavky, ktoré treba splniť a ponúknuť aj špecifické vlastnosti, ktoré konkurenčné produkty nemajú.
- Neobvyklé možnosti prekvapenia a potešenia zákazníkov, tzv. bonbóniky.

**4. Pridelenie hodnoty relatívnej dôležitosti zákazníckych požiadaviek**, napríklad na stupnici od 1 do 5 (najvhodnejšie pomocou dotazníka u zákazníkov, kde je vhodné tiež doplniť otázku, či danú vlastnosť zákazník považuje za jedinečnú, prekvapivú a/alebo neočakávanú):

- (1) Prvok/funkcia sú nežiaduce. O takomto produkte ani neuvažujem.
- (2) Prvok/funkcia nie sú dôležité, avšak neprekážajú.
- (3) Prvok/funkciu by som privítal, avšak nie je nevyhnutná.
- (4) Prvok/funkcia je žiaduca, ale nie je kriticky dôležitá.
- (5) Prvok/funkcia je nevyhnutná. Bez nej o takomto produkte neuvažujem.

**5. Premietnuť potreby do súboru možných riešení.** Nastáva čas generovania ideí, keď na otázku ČO hľadáme odpovede AKO.

## 2.3 Nástroje pre analýzu zákazníckych požiadaviek

### Dotazník

Odpovede z dotazníka **musia zodpovedať** nasledovné otázky:

- Kedy a na aký účel zákazník používa produkt?
- Ako vyzerá typický prípad použitia produktu?
- S ktorými vlastnosťami existujúcich podobných produktov je zákazník spokojný a v akej miere?
- S ktorými vlastnosťami existujúcich podobných produktov je zákazník nespokojný a v akej miere?
- Aké nové vlastnosti, zlepšenia by zákazník uvítal?
- Aké kritériá zákazník zvažuje pri kúpe daného typu produktu?
- Čo a v akej miere je u produktu pre zákazníka dôležité?
- Čo z toho, s čím sa zákazník stretol pri obdobných produktoch, nechce?
- Čo považuje zákazník za samozrejmú produktu a za čo (a koľko) je ochotný si priplatiť?

*Pri realizácii výskumu/prieskumov formou dotazníkov je nevyhnutné adresovať ich starostlivo vybranej skupine respondentov a je výhodné postaviť otázky tak, aby odpovede bolo možné vyjadriť matematicky (na stupnici, percentuálne a pod.). Pri tvorbe otázok, ako i spracovaní výsledkov je nutné zohľadniť odpovede v kontexte povahy respondenta (**neexistuje priemerný zákazník, preto vyjadrenie priemernej hodnoty je len orientačný matematický údaj, nie smerodajná informácia!**).*

### Párové porovnávanie

Rozdelením dohodnutého počtu bodov medzi všetky možné dvojice prvkov akejkoľvek situácie zainteresovanými osobami sa získa ich skupinový názor na závažnosť jej jednotlivých prvkov. Východiská:

- Analyzovaná situácia
  - Zainteresované strany
  - Účel porovnávania
1. Dekompozícia situácie na prvky, ktoré logicky súvisia s účelom porovnávania. Základný význam má výber prvkov z rovnakej dekompozičnej úrovne. Ich počet by mal byť menší než 10, ale mali by celostne vystihovať situáciu z hľadiska účelu hodnotenia.
  2. Párové porovnávanie rozdelením dohodnutého počtu bodov (1, 2, 3 až 10) medzi všetky možné dvojice dekomponovaných prvkov každým do porovnávania zahrnutým zainteresovaným človekom.



3. Zhrnutie a spracovanie výsledkov porovnávania tak, aby bola určená ich závažnosť, a aby bol viditeľný aj rozptyl názorov respondentov vo forme grafov a štatistických charakteristík, ako sú aritmetický priemer a rozptyl. V prípade potreby možno sledovať aj koreláciu medzi závažnosťami prvkov a respondentmi rozdelenými i do skupín podľa pohlavia, veku, vzdelania a podobne.

Tab. 2.5: Príklad riešenia párového porovnávania (4 prvky)

Vlastnosť		A	B	C	D	Σ bodov	Poradie dôležitosti	Váha
A	Početnosť funkcií	X	7	6	5	18	1	30 %
B	Estetickosť	3	X	7	6	16	2	26,67 %
C	Ovládateľnosť	4	3	X	4	11	4	18,33 %
D	Poruchovosť a servis	5	4	6	X	15	3	25 %
<b>Spolu</b>						<b>60</b>		<b>100%</b>







### QFD (Dom kvality)

QFD (Quality function deployment) je mechanizmus, ktorý slúži na rozmiestnenie želaní zákazníkov vertikálne aj horizontálne do podniku. Transformuje požiadavky zákazníkov do vhodných technických požiadaviek pre každú úroveň vývoja a výroby produktov, vyjadruje odpovede AKO na otázky ČO? (požiadavky zákazníkov, krok 5). QFD je zobrazovaný pomocou tabuliek - matice. Táto matica je nazývaná aj „Dom kvality“ (obr. 2.6, tab. 2.6), ktorý svojou konštrukciou pozostávajúcou s buniek umiestnených v radoch a stĺpcoch pripomína dom so strechou. Obsahom buniek sú požiadavky a vzťahy medzi nimi, ktorých výsledkom sú ciele a opatrenia získané z hodnotenia parametrov celého „domu kvality“.



Obr. 2.6: Dom kvality

Tab. 2.6: Popis jednotlivých oblastí Domu kvality

Pole	Význam	Hodnota (číselné vyjadrenie)
<b>Čo? (požiadavky zákazníka)</b>	Zoznam požiadaviek zákazníka na produkt	Slovné vyjadrenie
<b>Váha</b>	Hodnotenie dôležitosti, priority (podľa zákazníka), plánovacia matica umiestnená hneď vedľa požiadaviek zákazníka	Stupnica (napr. od 1 - zanedbateľné do 5 – kriticky dôležité)
<b>Ako? (vlastnosti produktu)</b>	Technické požiadavky na výrobok najmä z pohľadu zákazníka	Slovné vyjadrenie
<b>Vzťah medzi Čo? a Ako?</b>	Určuje vzájomnú dôležitosť kombinácii pre výslednú charakteristiku navrhovaného výrobku. Transformácia zákaznických požiadaviek do technických parametrov výrobku	 <b>silný vzťah (9)</b>
		 <b>slabý vzťah (1)</b>
		 <b>stredne silný vzťah (3)</b>
<b>Korelácia medzi Ako?</b>	Slúži na zistenie vzájomnej závislosti medzi jednotlivými technickými parametrami navrhovaného výrobku. <b>Je vhodné, ak sa rovnakým spôsobom definuje aj korelácia medzi Čo?</b>	 <b>silne pozitívna:</b> vlastnosti sú na sebe závislé, alebo ich kombinácia prináša novú kvalitatívnu črtu (9)
		 <b>pozitívna:</b> vlastnosti sa ovplyvňujú pozitívne (3)
		vzájomné pôsobenie je neutrálné (0, nevyznačuje sa)
		 <b>negatívna:</b> vlastnosti sa ovplyvňujú negatívne (-1)
<b>Ciele a opatrenia</b> Komplexné vyhodnotenie údajov z celej tabuľky „Domu kvality“, napr.:  (podobne pre väčšiu komplexnosť informácií je možné pridať túto sekciu aj za Čo?)	Významnosť zlepšenia	(koeficientom >1)
	Náročnosť jednotlivých Ako? (na organizáciu, na financie, atď.)	Stupnica (napr. od 1 – triviálne do 10 – extrémne náročné)
	Smery zlepšenia pre Ako?	↑ čím viac, tým lepšie (0)
		↓ čím menej, tým lepšie (0)
		○ nominálna je ideálna (0)
	Ciele kvality pre Ako?	Vyjadrené cieľovou hodnotou a príslušnou jednotkou (10000 hodín bez poruchy, 5,5 litrov paliva na 100 km a pod.)
	Hodnota relatívnej dôležitosti	Číselné, čím dôležitejšie, tým viac
Porovnanie hodnôt dosahovaných konkurenciou	Hotnota a príslušná jednotka, získané pri benchmarkingu	



Príklad Domu kvality pre dizajnerský koncept malého mestského vozidla je v prílohe 1.

## 2.4 Kontrolné otázky a úlohy

1. *Definujte misiu vývojového projektu pre Vaše zadanie (automobil, automobilový komponent)*
2. *Vypracujte časový plán realizácie Vášho zadania pomocou Ganttovho diagramu, spoločné úlohy rozdeľte medzi jednotlivých členov tímu a farebne vyznačte zodpovednosti za čiastkové spoločné úlohy pre jednotlivých členov tímu.*
3. *Na základe vlastných názorov a údajov vyhládaných na internete určite zákaznícke potreby vzhľadom na objekt Vášho zadania.*
4. *Vytvorte vzorový dotazník na zistenie zákazníckych potrieb pre objekt Vášho zadania.*
5. *Spracujte výsledky z predchádzajúcej úlohy ako surové dáta a vypracujte jednotlivé matice (mapa portfólia zákazníkov, interpretácie potreby zo surových dát, hierarchické usporiadanie potrieb) pre analýzu zákazníckych požiadaviek.*
6. *Na základe vlastného názoru pridajte výsledkom predchádzajúcej úlohy hodnoty relatívnej dôležitosti zákazníckych požiadaviek a usporiadajte ich podľa dôležitosti.*
7. *Vytvorte dom kvality QFD pre objekt Vášho zadania.*

### 3. ANALÝZA TRHU – PRÍPRAVA ŠPECIFIKÁCIE PRODUKTU

#### Program vývoja a plánovanie

Príprava programu vývoja:

- Identifikácia a predbežný popis informácií nevyhnutných pre dizajn produktu
- Definovanie funkcie benchmarkingu
- Identifikácia vývojových procesov u OEM (original equipment manufacturer)
- Identifikácia a popis prevzatých dielov

Plánovanie vývoja

- Umiestnenie vozidla (systému, komponentu) do zvláštneho trhového výklenku.
- Výskum trhu a existujúcich procesov napomáha a podporuje:
  - Stanovenie trendov vývoja z ekonomických trendov a odhadov správania sa zákazníkov
  - Prípravu konceptu tak, aby bolo možné dosiahnuť optimálnu kombináciu ekonomických a strategických ukazovateľov a prijateľného rizika

#### Stanovenie zadania pre vývoj výrobku pre AV



Obr. 3.1: Hlavné skupiny atribútov výrobku v automobilovom priemysle

Pri stanovení kľúčových atribútov je nevyhnutné dosiahnuť rovnováhu (kompromisy):

- v rámci jednotlivých skupín atribútov
- medzi jednotlivými skupinami atribútov
- medzi požiadavkami na kvalitatívne atribúty a nákladmi

### **Stanovenie zadania – príklady atribútov výrobku pre AV:**

- **Funkčnosť**
  - Integrácia viacerých funkcií
  - Spoľahlivosť počas celej doby životnosti
  - Odolnosť voči vplyvom okolia
  - „Blbovzdornosť“ – používanie je jednoznačné a v súlade so zámerom konštruktéra
- **Bezpečnosť**
  - Eliminácia rizík poranenia pri používaní
  - Súlad s predpismi a normami (ECE, ISO, STN, internými...)
  - Aktívna / pasívna bezpečnosť
  - Včasná a spoľahlivá indikácia a identifikácia prípadnej poruchy
- **Komfort**
  - Jednoduchosť ovládania
  - Dobrá dostupnosť ovládacích prvkov
  - Eliminácia rušivých faktorov (zápach, hluk, drsný povrch, ostré hrany)
  - Pohoda a príjemný pocit pri používaní
- **Spracovanie/kvalita/styling dizajn**
  - Dokonalý vzhľad, „charakter“ (športový, luxusný, rodinný, futuristický, atď.)
  - Súlad s ostatnými prvkami a celkovým dizajnom a filozofiou automobilu
  - Stálosť kvality

### **3.1 Analýza trhu**

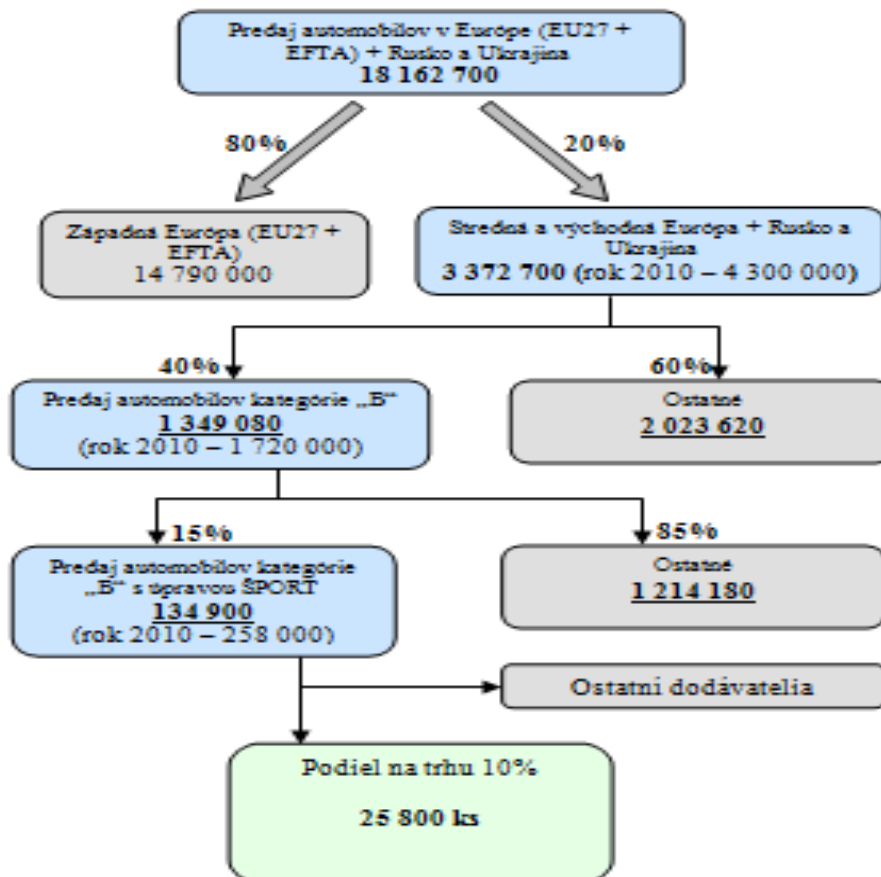
Výskumy/prieskumy trhu:

- pomáhajú identifikovať **špecifikáciu problému**, t.j. to, čo sa vlastne snažíme vyriešiť
- konfrontujú riešenia so skutočnými zákaznickými, funkčnými a trhovými potrebami
- prinášajú konsenzus do cieľov vývojových tímov

Marketingový (trhový, zákaznický a i.) **výskum = dlhodobé skúmanie** charakteristických vlastností skúmaného trhu, resp. trhového segmentu. Na základe získaných údajov a dlhodobých štatistík umožňuje pomocou matematických metód predpovedať rôzne scenáre vývoja trhu a jeho požiadaviek a operatívne adaptovať podnikovú stratégiu. Hlavné oblasti:

- Vývoj ekonomických ukazovateľov, trendov a preferencií spotrebiteľov
- Vývoj ponuky a dopytu v danom segmente trhu
- Mapovanie, predpovedanie a eliminácia rizík
- Monitorovanie konkurencie

- Inovačné spravodajstvo, očakávania a predpovedanie zmien, nových technológií
- Hodnotenie súčasného a odhad budúceho trhového podielu



Obr. 3.2: Príklad marketingovej analýzy: Odhad predaja športových doplnkov pre vozidlo triedy B

Marketingový (trhový, zákaznícky a i.) **prieskum** = **krátkodobé, resp. jednorazové zisťovanie** odpovedí na otázky aktuálnych potrieb, požiadaviek a preferencií zákazníkov. Najčastejšie využívaným nástrojom marketingových prieskumov sú ankety a rôzne formy dotazníkov. Takto získané údaje umožňujú:

- definovať špecifikáciu tzv. štandardného výrobku (produktu), t.j. takého, ktorý bude vyhovovať majoritnej skupine potenciálnych zákazníkov
- špecifikovať a pripraviť alternatívy nadštandardných variantov výrobku (produktu), resp. doplnkových prvkov a funkcií pre významné minoritné skupiny zákazníkov so zvláštnymi požiadavkami

Trhové prieskumy skúmajú najmä:

- Dôležitosť prvkov (črť) z hľadiska zákazníka
- Silné a slabé stránky výrobku v rámci daného segmentu trhu
- Očakávania a kritériá v rámci daného segmentu
- Kvalita materiálov (spracovania výrobku)
- Očakávania z hľadiska komfortu
- Spokojnosť so súčasnými riešeniami
- Percentuálny podiel dizajnu, stylingu a ďalších charakteristík pri rozhodovaní o nákupe
- Klasifikácia prvkov výrobku do skupín „musí mať“ , „mal/mohol by mať“ a „oblasti možných zlepšení“
- Súčasné a budúce trendy

Zákaznícke prieskumy skúmajú najmä:

- Zvyklosti a vzorce správania sa užívateľov daného segmentu trhu v pracovných a voľných dňoch (dochádzanie do práce/školy, nákupy, výlety, kultúrne podujatia a pod.)
- Životný štýl a záujmy zákazníkov (šport, elektronika, umenie, ...)
- Demografické charakteristiky potenciálnych zákazníkov (vek, pohlavie, povolanie, rodinný stav)
- Dominantná aktivita popri šoférovaní (počúvanie rádia/hudby, socializácia so spolucestujúcimi, vybavovanie telefonátov, jedenie...)
- Súčasné a budúce trendy

## 3.2 Nástroje pre analýzu trhu a konkurencie

### Segmentácia

Segmentáciu automobilov ilustrujú mapy v prílohe 2 a 3. Triedy vozidiel môžeme klasifikovať podľa:

- Ceny a dĺžky vozidla (tab. 3.1)
- Typu a tvaru karosérie (tab. 3.2):
  - Hatch: typický typ karosérie pre nižšie triedy vozidiel, zahŕňa tiež Notchback kvôli variabilite zadného priestoru
  - Sedan: typický dizajn limuzíny, limitovaná variabilita zadného priestoru
  - Estate: variabilný zadný priestor
  - Coupé: bez zadného radu sedadiel
  - Convertible: roadstery a kabriolety
  - Monocab: nie je dôležitý tvar, ale koncept variabilita, priestrannosť
  - Off – road: zahŕňa tak pravé off-roady, ako aj SUV

Tab. 3.1: Triedy osobných automobilov podľa cenovej relácie (a) a dĺžky vozidla (b)

Od (EUR)	Do (EUR)	Segment	Názov
1	10 000	A	Entry
10 001	13 500	B	Small
13 501	17 500	C	Lower Medium
17 501	27 000	D	Upper Medium
27 001	42 500	E	Executive
42 501		F	Luxury

(a)

Od	Do	Segment	Názov
1	3 700	A	Entry
3 701	4 000	B	Small
4 001	4 400	C	Lower Medium
4 401	4 700	D	Upper Medium
4 701	5 000	E	Executive
5 001		F	Luxury

(b)

Tab. 3.2: Kritériá segmentácie osobných automobilov podľa karosérie

Name	Doors	Criteria	Example
Hatch	3 or 5	2 Box Design	VW Golf
Sedan	4	3 Box Design	Mercedes E-Class
Estate	5	2 Box Design	VW Passat Variant
Coupe	2	sporty	Audi TT
Convertible	2 or 4	open	MG F
Monocab	3 - 5	One Box Design	Renault Espace
Off-Road	3 or 5	Off-Road	Jeep Cheerokee

## Prognózovanie

**Prognóza** je systematicky odvodená a čo do spoľahlivosti ohodnotená výpoveď o budúcom stave objektu, ktorá sa má uskutočniť za určitých podmienok a v určitom čase. Objektom prognózovania v inovačnom procese sú najmä [1]:

- potreby zákazníkov
- časové charakteristiky
- technologické zmeny
- zmeny zdrojov
- inovačné riziko
- interakcie okolia
- vývoj kapacity trhu
- vývoj u konkurentov
- makroekonomické parametre

Existujú tri hlavné skupiny metód prognózovania:

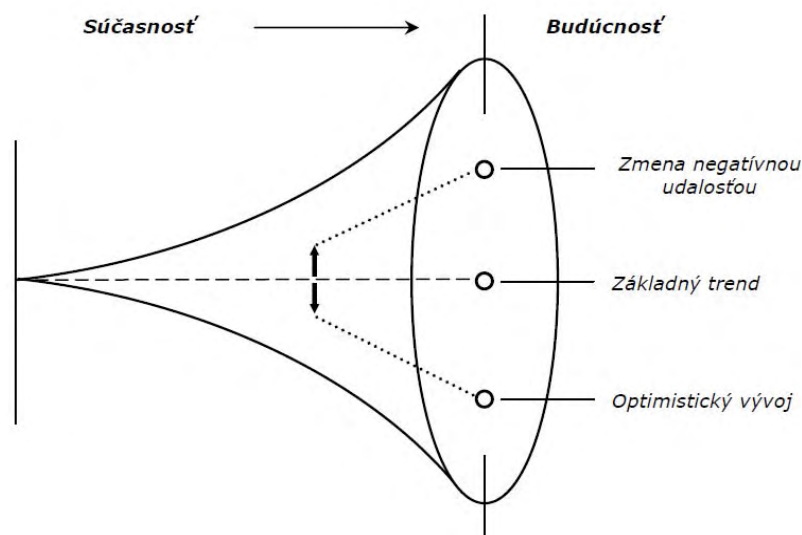
- Extrapoláčne metódy: Vychádzajú z analýzy minulého vývoja a pomocou matematicko-štatistických postupov extrapolujú vývoj do budúcnosti.
- Expertné metódy: Sú založené na vyhodnotení subjektívnych úsudkov skupiny expertov o budúcom stave resp. vývoji.

- Simulačné metódy: Sú založené na princípe analógie skúmaného vývoja s inými objektmi. Skúmajú budúce stavy prognózovaného systému a spôsoby ich dosiahnutia pomocou variantných zmien jednotlivých faktorov a premenných, ktoré v modeli charakterizujú prognózovaný objekt. V súčasnosti sa preferuje najmä počítačová simulácia.

### Prognóza typu scenárov

Scenár je založený na alternatívnom hodnotení javov (obr. 3.3). Scenár nerieši v podstate problém, riešenie sa zo scenára odvádza. Uvažuje sa:

- najpravdepodobnejší vývoj,
- optimistický a
- pesimistický vývoj do budúcnosti.



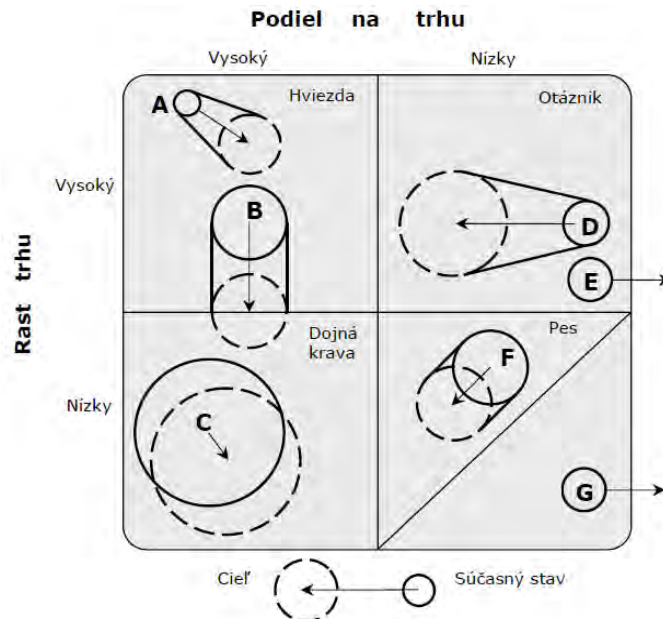
Obr. 3.3: Model formulovania scenárov [1]

### Bostonská (BCG) matica

Analýza portfólia vlastných i konkurenčných produktov v súradniciach trhový podiel – rast trhu (obr. 3.4), ktorá umožňuje posúdenie konkurenčnej pozície, ktorú delí do štyroch segmentov:

- Otáznik. Odbyt produkcie rýchle rastie, ale podiel na trhu je malý.
- Hviezda. Najlepšia pozícia - ukazuje na rastúci trh a dominantný podiel na trhu.
- Dojná krava. Produkty, ktoré boli hviezdami, ich podiel na trhu klesá, predstavujú však pre podnik aktuálne najvýznamnejší zdroj príjmu.
- Pes. Stagnujúci trh bez vyhladky na rast. Pozícia je signálom na opustenie trhu.





Obr. 3.4: Schéma BCG matice [1]

## SWOT analýza

Názov metódy je odvodený od začiatočných písmen anglických slov vyjadrujúcich hodnotenie vplyvu vonkajších a vnútrofirémnych faktorov :

- Strengths (silné stránky)
- Weaknesses (slabé stránky)
- Opportunities (príležitosti)
- Threats (hrozby)

SWOT analýza dáva realistický pohľad na východiskovú a perspektívnu pozíciu inovačnej stratégie. Spravidla je vyžadovaná ako súčasť dokumentácie každého inovačného projektu. Faktory T a O sú zamerané na vzťahy k okoliu (akcionári, zákazníci, konkurenti, veritelia, zájmové skupiny, štátna správa, dodávatelia a celkové sociálne, ekonomické, technologické a politické vplyvy). Faktory S a W sú zamerané dovnútra (produktu, organizácie) a týkajú sa všetkých zdrojov hodnototvorného procesu a dôležitých ukazovateľov konkurencieschopnosti. Faktory S a O sú tie, ktoré napomáhajú dosiahnutie cieľa, W a T dosiahnutie cieľa sťažujú.

## Benchmarking

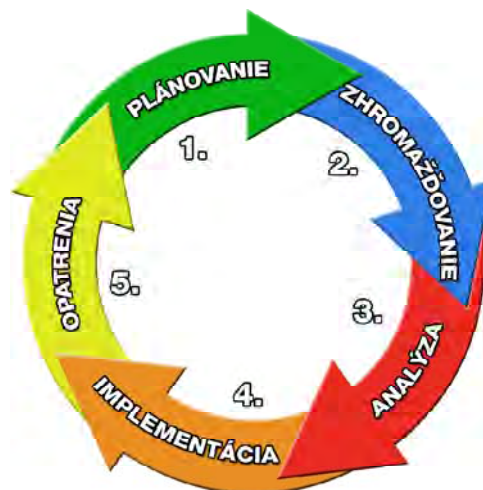
Metóda porovnávania procesov (i výrobkov, resp. produktov) s konkurenciou, pričom smerodajní sú konkurenti, považovaní za špičku v danej oblasti. Napomáha stanoveniu priorít a cieľov, ktoré vedú k zlepšeniu. Je to kontinuálny proces (obr. 3.5) so zámerom zlepšiť vlastnú výkonnosť; zlepšenia dosiahnuté pochopením najlepších praktík môžu viesť k veľkým konkurenčným výhodám. Rozhodnutia sú



prijímané na základe konkrétnych dát a faktov. Podstatou je identifikácia najlepších praktík, najlepších výkonov ("Benchmarkov") ako meradiel na zmysluplné a dosiahnuteľné stanovenie cieľov.

- **Nie je to** len prosté meranie alebo jednoduché číselné porovnávanie, ale porovnávanie podnikových procesov, s cieľom zlepšiť vlastné procesy a pochody
- **Neznamená** "priemyselnú turistiku" alebo špionáž, ale vzájomnú výmenu s možnosťou zlepšovania a učenia sa pre všetkých zúčastnených
- **Nepredstavuje** jednoduché kopírovanie, ale pochopenie úspešných praktík druhých a na tomto základe vytvorenie vlastných riešení.
- Kľúčovým heslom benchmarkingu je: „porovnávanie – pochopenie – adaptácia“

Benchmarking pre oblasť produkt dizajnu spočíva v zbieraní všetkých dostupných relevantných údajov (technických, technologických, marketingových, atď.) o konkurenčných produktoch. Zostaví sa tabuľkový prehľad jednotlivých parametrov u vlastného a konkurenčných produktov, určia sa ideálne hodnoty pre jednotlivé parametre, prípadne sa do tabuľky pridá fiktívny ideálny produkt s ideálnymi parametrami. Následne sa parametre produktov vyhodnotia, do akej miery sa blížia ideálu a stanoví sa tzv. best-in-class produkt, t.j. najlepší v danej triede. Tieto informácie slúžia ako podnet pre hľadanie a adaptáciu spôsobov, akými je možné ideálne parametre dosiahnuť u vlastného produktu.



Obr. 3.5: Grafické znázornenie benchmarkingu

### 3.3 Špecifikácia produktu

Úlohou špecifikácie je stanoviť nevyhnutné požiadavky a znaky, ktoré sú rozhodujúce pre konštrukčné či marketingové riešenie. Výstupom špecifikácie je **protokol** – zoznam znakov, hodnôt a podmienok, ktoré výrobok/produkt musí spĺňať.

**Protokol musí definovať všetky kvalitatívne požiadavky kvantitatívne,** aby ich bolo možné konfrontovať s reálnymi údajmi získanými zo simulácií a testovania prototypov a spoľahlivo vyhodnotiť pri verifikácii (overovaní) a validácii (schvaľovaní) nového dizajnu. Význam špecifikácie:

- vyvíjame výrobok, ktorý sme chceli a nie to, čo nám náhodou vyjde
- zjednotí pohľady viacerých špecialistov a umožňuje riadiť proces tvorby výrobku
- pomáha riešiť protikladnosť niektorých parametrov výrobku.

Existujú dva **hraničné prípady špecifikácie** výrobkov:

- Špecifikácia je **jednoznačne daná**. Príkladom je jednoznačná objednávka zákazníka u zákazkových výrobkov. Špecifikácia sa obmedzuje na kontrolu reálnosti parametrov, resp. ich zmeny v stanovených limitoch.
- Špecifikácia je **úplne neurčitá**. Typický príklad pre významné inovácie. V tomto prípade špecifikácia môže byť najdôležitejšou fázou tvorby výrobku.

V praxi sa väčšinou stretávame s prípadmi, nachádzajúcimi sa medzi týmito extrémami. V špecifikácii je potrebné rozlišovať:

- externé požiadavky (zákazník, ekológia, bezpečnosť, normy a pod.)
- interné požiadavky (zdroje, stratégia, skúsenosť a pod.)
- projektové požiadavky (termíny, výdavky, organizácia vývoja a pod.)

**Príprava špecifikácie** prebieha v šiestich krokoch:

### **1. Príprava zoznamu metrík.**

Pre každú zo zákazníckych požiadaviek je potrebné vytvoriť zoznam kvantifikovateľných ukazovateľov, ktorými je možné danú vlastnosť vyjadriť (tuhosť v N, Pa, hlučnosť v dB, spotrebu v l/100 km...). Zásady:

- a. Metrika musí byť úplná, t.j. vyjadrená toľkými veličinami, aby bola jednoznačná. (napr. tuhosť vyjadriť pevnosťou v ohybe, pevnosťou v tlaku a ťahu,...)
- b. Premenné veličiny musia byť závislé, (hmotnosť, pevnosť...) nie nezávislé (napr. materiál)
- c. Metrika musí byť praktická, merateľná jednoduchým spôsobom, nie napr. v špeciálnych laboratórnych podmienkach s vysokými nákladmi
- d. Niektoré potreby nie je možné kvantifikovať jednoducho, vtedy je potrebné zistiť veličiny, ktoré zákazník považuje za dôležité napr. pomocou dotazníkov.
- e. Metrika musí byť zvolená tak, aby ju bolo možné porovnávať s kritériami konkurenčných produktov (t.j. podobne, ako ich uvádza konkurencia napr. v katalógoch)

## 2. Matica potreba – metrika.

Vyjadruje vzájomnú väzbu medzi potrebami, ktoré vyplynuli z analýzy požiadaviek na produkt a metrikami, ktoré vyjadrujú mieru, akou sa tieto potreby spĺňajú. V niektorých prípadoch sa jedna potreba môže dať vyjadriť len pomocou viacerých metrik, a naopak, aj metrika sa môže vzťahovať na viac potrieb (tab. 3.4).

Tab. 3.3: Príklad zoznamu metrik

Metrika číslo	Vzťahovaná k potrebe	Metrika	Váha	Jednotka
1	1	Estetika karosérie	4	subj.
2	2,3,4	Dĺžka automobilu	3	mm
3	2,3	Šírka automobilu	3	mm
4	2,3	Výška automobilu	3	mm
5	4	Objem batožinového priestoru	4	l
6	1,2,5	Počet dverí karosérie	2	ks
7	6,14	Počet hviezdíček EURO NCAP	5	ks
8	8,9	Nájazdový uhol	5	°
9	6,7,8,9,10	Elektronické bezpečnostné systémy	5	subj.
10	7,10	Šírka pneumatík	3	koef.
11	8,9	Svetlá výška	5	mm
12	11	Maximálne zrýchlenie	4	s (0-100km/h)
13	12	Spotreba paliva	2	l/100km
14	8,13	Výkon motora	5	kW
15	8,13	Krútiaci moment	4	Nm
16	14	Počet airbagov	5	ks
17	16	Pohodlnosť sedadiel	5	subj.
18	15,17	Počet ovládačov prístrojovej dosky	3	subj.
19	17,18	Počet odkladacích miest v interiéri	3	subj.
20	17,19	Elektronická výbava interiéru	4	subj.
21	25	Cena automobilu	2	EUR
22	20,21,23	Šírka interiéru v laktách vpredu	4	mm
23	20,21,23	Priestor pre hlavu vpredu(max)	4	mm
24	20,22	Šírka interiéru v laktách vzadu	4	mm
25	20,22	Priestor pre hlavu vzadu	4	mm
26	24	Luxusnosť interiéru	2	subj.
27	21	Vzdialenosť pedálov od operadla	3	mm

Tab. 3.4: Matica potreba - metrika

Exteriér vozidla		Interiér vozidla																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Metrika</th> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th><th>21</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Estetika karosérie</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dĺžka automobilu</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Šírka automobilu</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Výška automobilu</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Objem batožinového priestoru</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Počet dverí karosérie</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Počet hviezdíček EURO NCAP</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Nájazdový uhol</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Elektronické bezpečnostné systémy</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Šírka pneumatík</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Svetlá výška</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Maximálne zrýchlenie</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Spotreba paliva</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Výkon motora</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Krútiaci moment</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Cena automobilu</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Metrika	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	21	Estetika karosérie																		Dĺžka automobilu																		Šírka automobilu																		Výška automobilu																		Objem batožinového priestoru																		Počet dverí karosérie																		Počet hviezdíček EURO NCAP																		Nájazdový uhol																		Elektronické bezpečnostné systémy																		Šírka pneumatík																		Svetlá výška																		Maximálne zrýchlenie																		Spotreba paliva																		Výkon motora																		Krútiaci moment																		Cena automobilu																		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Metrika</th> <th>5</th><th>7</th><th>14</th><th>15</th><th>16</th><th>17</th><th>18</th><th>19</th><th>20</th><th>21</th><th>22</th><th>23</th><th>24</th><th>25</th><th>26</th><th>27</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Objem batožinového priestoru</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Počet hviezdíček EURO NCAP</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Počet airbagov</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Pohodlnosť sedadiel</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Počet ovládačov prístrojovej dosky</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Počet odkladacích miest v interiéri</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Elektronická výbava interiéru</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Cena automobilu</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Šírka interiéru v laktách vpredu</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Priestor pre hlavu vpredu</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Šírka interiéru v laktách vzadu</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Priestor pre hlavu vzadu</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Luxusnosť interiéru</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Vzdialenosť pedálov od operadla</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Metrika	5	7	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	Objem batožinového priestoru																	Počet hviezdíček EURO NCAP																	Počet airbagov																	Pohodlnosť sedadiel																	Počet ovládačov prístrojovej dosky																	Počet odkladacích miest v interiéri																	Elektronická výbava interiéru																	Cena automobilu																	Šírka interiéru v laktách vpredu																	Priestor pre hlavu vpredu																	Šírka interiéru v laktách vzadu																	Priestor pre hlavu vzadu																	Luxusnosť interiéru																	Vzdialenosť pedálov od operadla																
Metrika	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	21																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Estetika karosérie																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Dĺžka automobilu																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Šírka automobilu																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Výška automobilu																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Objem batožinového priestoru																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Počet dverí karosérie																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Počet hviezdíček EURO NCAP																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Nájazdový uhol																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Elektronické bezpečnostné systémy																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Šírka pneumatík																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Svetlá výška																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Maximálne zrýchlenie																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Spotreba paliva																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Výkon motora																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Krútiaci moment																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Cena automobilu																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Metrika	5	7	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Objem batožinového priestoru																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Počet hviezdíček EURO NCAP																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Počet airbagov																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Pohodlnosť sedadiel																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Počet ovládačov prístrojovej dosky																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Počet odkladacích miest v interiéri																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Elektronická výbava interiéru																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Cena automobilu																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Šírka interiéru v laktách vpredu																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Priestor pre hlavu vpredu																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Šírka interiéru v laktách vzadu																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Priestor pre hlavu vzadu																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Luxusnosť interiéru																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Vzdialenosť pedálov od operadla																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Potreba</th> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th><th>21</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1 Pekný a jednoduchý dizajn</td><td>*</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2 Optimálne rozmery karosérie</td><td></td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td></tr> <tr><td>3 Dobrá parkovanie v meste</td><td></td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td></tr> <tr><td>4 Prevoz aj väčších batožín</td><td></td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td></tr> <tr><td>5 Jednoduché nastupovanie pasažierov</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td></tr> <tr><td>6 Vysoká aktívna bezpečnosť automobilu</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td></tr> <tr><td>7 Dobrá ovládateľnosť</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td></tr> <tr><td>8 Dostupnosť a prejazd terénu</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td></tr> <tr><td>9 Univerzálne použitie automobilu</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td></tr> <tr><td>10 Stabilita pri prejazde zákrutou</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td></tr> <tr><td>11 Dobré zrýchlenie automobilu</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td></tr> <tr><td>12 Prímeraná spotreba k jazde</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td></tr> <tr><td>13 Výkonný motor pre všetky prostredia</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td></tr> <tr><td>25 Prímeraná cena v porovnaní s konkurenciou</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td></tr> </tbody> </table>	Potreba	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	21	1 Pekný a jednoduchý dizajn	*																2 Optimálne rozmery karosérie		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	3 Dobrá parkovanie v meste		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	4 Prevoz aj väčších batožín		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	5 Jednoduché nastupovanie pasažierov					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	6 Vysoká aktívna bezpečnosť automobilu						*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7 Dobrá ovládateľnosť							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	8 Dostupnosť a prejazd terénu							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	9 Univerzálne použitie automobilu							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	10 Stabilita pri prejazde zákrutou							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	11 Dobré zrýchlenie automobilu							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	12 Prímeraná spotreba k jazde							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	13 Výkonný motor pre všetky prostredia							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	25 Prímeraná cena v porovnaní s konkurenciou							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Potreba</th> <th>4</th><th>14</th><th>15</th><th>16</th><th>17</th><th>18</th><th>19</th><th>20</th><th>21</th><th>22</th><th>23</th><th>24</th><th>25</th><th>26</th><th>27</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>4 Prevoz aj väčších batožín</td><td>*</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>14 Vysoká bezpečnosť a ochrana pasažierov</td><td></td><td>*</td><td>*</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>15 Jednoduché a dostupné ovládače</td><td></td><td></td><td>*</td><td>*</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>16 Prijemné sedenie a držanie tela v sedadle</td><td></td><td></td><td></td><td>*</td><td>*</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>17 Pekný interiéru so športovým vzhľadom</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td></tr> <tr><td>18 Veľa úložného priestoru v kabíne</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td></tr> <tr><td>19 Výbava elektronickými systémami</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td></tr> <tr><td>20 Pekný a útulný interiéru</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td></tr> <tr><td>21 Dostatok miesta pre vodiča</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td></tr> <tr><td>22 Dostatočné miesto pre cestujúcich vzadu</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td></tr> <tr><td>23 Dostatok miesta pre spolujazdca</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td></tr> <tr><td>24 Interiéru s luxusným vzhľadom</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td></tr> <tr><td>25 Prímeraná cena v porovnaní s konkurenciou</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td><td>*</td></tr> </tbody> </table>	Potreba	4	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	4 Prevoz aj väčších batožín	*															14 Vysoká bezpečnosť a ochrana pasažierov		*	*													15 Jednoduché a dostupné ovládače			*	*												16 Prijemné sedenie a držanie tela v sedadle				*	*											17 Pekný interiéru so športovým vzhľadom					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	18 Veľa úložného priestoru v kabíne					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	19 Výbava elektronickými systémami					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	20 Pekný a útulný interiéru					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	21 Dostatok miesta pre vodiča					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	22 Dostatočné miesto pre cestujúcich vzadu					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	23 Dostatok miesta pre spolujazdca					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	24 Interiéru s luxusným vzhľadom					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	25 Prímeraná cena v porovnaní s konkurenciou					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*																																																																																		
Potreba	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	21																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
1 Pekný a jednoduchý dizajn	*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
2 Optimálne rozmery karosérie		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
3 Dobrá parkovanie v meste		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
4 Prevoz aj väčších batožín		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
5 Jednoduché nastupovanie pasažierov					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
6 Vysoká aktívna bezpečnosť automobilu						*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
7 Dobrá ovládateľnosť							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
8 Dostupnosť a prejazd terénu							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
9 Univerzálne použitie automobilu							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
10 Stabilita pri prejazde zákrutou							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
11 Dobré zrýchlenie automobilu							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
12 Prímeraná spotreba k jazde							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
13 Výkonný motor pre všetky prostredia							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
25 Prímeraná cena v porovnaní s konkurenciou							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Potreba	4	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
4 Prevoz aj väčších batožín	*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
14 Vysoká bezpečnosť a ochrana pasažierov		*	*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
15 Jednoduché a dostupné ovládače			*	*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
16 Prijemné sedenie a držanie tela v sedadle				*	*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
17 Pekný interiéru so športovým vzhľadom					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
18 Veľa úložného priestoru v kabíne					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
19 Výbava elektronickými systémami					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
20 Pekný a útulný interiéru					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
21 Dostatok miesta pre vodiča					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
22 Dostatočné miesto pre cestujúcich vzadu					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
23 Dostatok miesta pre spolujazdca					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
24 Interiéru s luxusným vzhľadom					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
25 Prímeraná cena v porovnaní s konkurenciou					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			

**3. Spracovanie benchmarkingu konkurenčných produktov.**

**4. Stanovenie ideálnych a krajne prijateľných cieľových hodnôt pre špecifikáciu:**

- a. Minimálne X
- b. Maximálne X
- c. V medziach medzi X a Y
- d. Presná hodnota X
- e. Súbor diskretných hodnôt (napr. veľkosti hlavy skrutiek prijateľných pre použitie v danom výrobku)

**5. Vyhodnotenie/prehodnotenie výsledkov a doterajšieho postupu** (napr. pomocou domu kvality, viď kapitola 2.3)

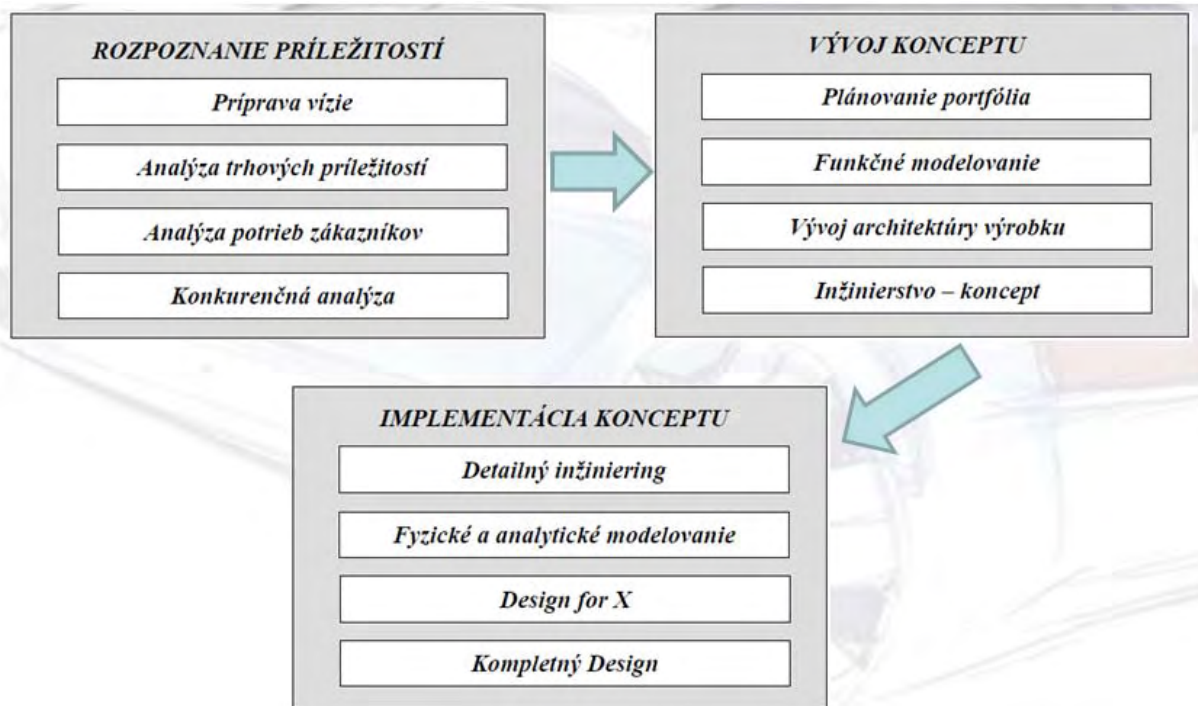
**6. Vypracovanie protokolu finálnej špecifikácie:**

- a. Vytvoriť technický model produktu
- b. Vytvoriť nákladový model produktu
- c. Spresniť špecifikáciu, v prípade potreby vypracovať kompromisné riešenia
- d. Zoskupiť jednotlivé parametre špecifikácie do vhodných skupín (funkčné celky, subsystemy, uzly, súčiastky budúceho produktu). Tento krok je obzvlášť dôležitý pri návrhu komplexných a sofistikovaných výrobkov. Dôležité je zabezpečiť, aby:
  - špecifikácie parametrov subsystemov odrážali špecifikáciu parametrov produktu ako celku
  - splniť parametre, špecifikované pre jednotlivé subsystemy, bolo porovnateľne náročné. Napr. dosiahnuť špecifikovanú hmotnosť motora by nemalo byť výrazne náročnejšie, než dosiahnuť špecifikovanú hmotnosť karosérie, v opačnom prípade je pravdepodobné, že náklady na produkt budú vyššie, než je nevyhnutné.
- e. Zhodnotiť výslednú špecifikáciu a zadokumentovať protokol.

### 3.4 Kontrolné otázky a úlohy

1. Vyjadrite produktové atribúty pre vybraný automobilový komponent
2. Spracujte trhovú analýzu vybraného typu automobilov
3. Spracujte benchmarking pre vybranú triedu automobilov, resp. automobilový komponent
4. Vypracujte protokol špecifikácie pre inováciu vybraného automobilového komponentu

## 4. TVORBA KONCEPTU – KONCEPČNÝ DIZAJN



Obr. 4.1: Základné aktivity pre vývoj nových výrobkov

**Koncepčný návrh** pozostáva z :

- definície koncepcie (návrh niekoľkých rovnocenných variantov),
- analýzy,
- hodnotenia
- výberu variantu (variantov) pre ďalšie rozpracovanie – detailný dizajn

Pri tvorbe konceptu nového výrobku/produktu je nevyhnutné postupovať tímovo, pričom v tíme by mali byť zastúpení nasledovní špecialisti:

- konštruktér
- technológ
- dizajnér
- kvalítár
- zástupca oddelenia testovania
- zástupca servisného, resp. reklamačného oddelenia
- plánovač
- zástupca marketingového oddelenia, logistiky
- zástupcovia iných tímov, zodpovedných za vývoj komponentov (podskupín, subsystémov) daného produktu

Pri tvorbe konceptu nového výrobku/produktu je z konštrukčného hľadiska potrebné vyriešiť najmä nasledovné otázky:

- skladba výrobku - základné tvary a hlavné časti a ich vzťahy
- rozdelenie funkcií a ich hlavné nosiče – materiály, súčiastky, rozmery, výpočty pevnosti
- funkčné schémy
- prenos energie, pohybu, síl...
- priestorové usporiadanie jednotlivých prvkov/komponentov
- princípy riadenia a ovládania
- fyzické modely – mieru potrieb, spôsoby výroby a stupeň detailnosti, ako i metódy experimentov, testov a metód ich hodnotenia na overenie princípov

Podstatou prípravy konceptu je **konkrétne vyjadrenie** predstavy vývojového tímu o budúcom výrobku!

***Koncept musí zohľadňovať:***

**1. Funkčné parametre výrobku** – súbor vlastností, ktoré vymedzujú zmysel, účel, podstatu a použitie výrobku. Vychádzajú z plnenia potrieb zákazníkov a v podstate určujú identitu výrobku:

- výkon,
- rýchlosť,
- nosnosť
- životnosť, odolnosť, spoľahlivosť
- rozmery, hmotnosť, objem
- presnosť,
- spotreba
- kvalita

Funkčné parametre výrobku sa členia:

a. podľa univerzálnosti

- špecifické pre danú kategóriu výrobku (rýchlosť, objem, ...)
- univerzálne (životnosť, spoľahlivosť, cena)

b. podľa výrobkovej línie

- základné – určujúce funkcie
- doplnkové – dodatočné hodnoty k základným funkciám
- podporné – nie sú podstatné pre existenciu výrobku, ale zlepšujú trhový potenciál

**2. Marketingové parametre výrobku.** Táto skupina parametrov vytvára východiskové podmienky pre budúci predaj výrobkov (akceptovanie zákazníkmi, racionálny marketingový systém):

- cenový limit a možnosť modifikovania pre rôzne zákaznicke segmenty (imidž výrobku, znaky osobitosti)



- vplyv na distribučný systém (čas dodávky, miesto modifikácie)
- prevedenie výrobku (nízka, priemerná, výrobná, špičková úroveň)
- štýl (dojem, ktorým výrobok pôsobí na zákazníka).  
Parametre výrobku vzťahované k legislatíve a normám môžu mať u niektorých výrobkov neprekonateľné obmedzenie. Napr.: bezpečnosť práce, zdravotné štandardy, odborové a štátne normy kvality, životné prostredie, patentová čistota, licenčný súhlas.

**3. Technologické parametre výrobku** – spôsobilosť výrobku pre efektívnu výrobu:

- materiálková náročnosť
- vyvolané investície
- energetická náročnosť
- technologickosť
- prácnosť výroby
- montovateľnosť
- vplyv na využitie kapacít
- podiel normalizovaných dielcov
- manipulovateľnosť

Koncepčný dizajn zložitých výrobkov vyžaduje:

- vysokú kvalifikáciu
- znalosti prírodných zákonov
- znalosti inžinierskych metód
- spravidla mu predchádza výskumná a laboratórna činnosť
- tvorivosť a syntetické myslenie

Koncepčný dizajn integruje:

- tvorbu variantov
- spresňovanie špecifikácie
- priebežné hodnotenie.

V mnohých prípadoch je účelné koncepčný dizajn nahradiť:

- nákupom licencie
- nákupom know-how
- stratégiou prevzatia inovácie (napodobnenie výrobku).

Hlavné riziká v etape koncepčného dizajnu sú:

- nedocenená koncepcia
- nevyužitie potenciálu možností výrobku

- precenená koncepcia
- nereálne ciele a podcenené náklady.
- silne závisí od individuality tvorcov
- nedodržanie tímovosti riešenia vedie k preceneniu niektorých stránok výrobku na úkor druhých (technické riešenia pred marketingovými znakmi).




#### 4.1 Nástroje, metódy a techniky koncepčného dizajnu automobilov

##### Základné proporcie automobilu

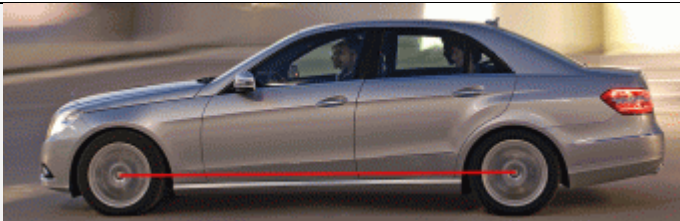

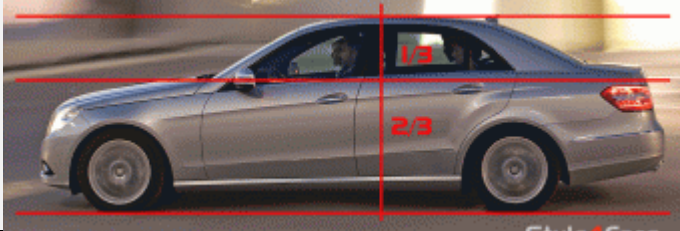
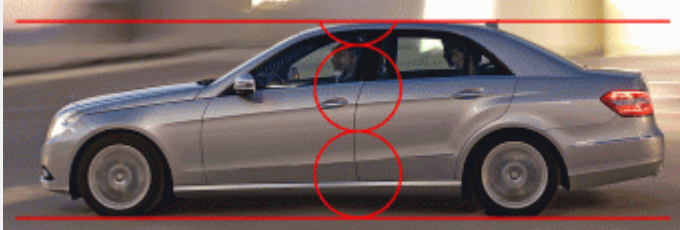
Vzhľad a celkový dojem z vozidla je tvorený kombináciou harmóniou línií a objemov. Práve tieto línie tvoria to, čo každý ihneď vníma ako dizajn automobilu. Veľký počet automobilov sa po celom svete predáva práve kvôli ich vzhľadu. Niektoré pravidlá boli v automobilovom priemysle prijaté ako všeobecný štandard, iné si každá automobilka prispôbuje podľa svojho štýlu. Kombinácia proporcií (obr. 4.2) a výsledné riešenie a zladenie konkrétnych línií dosahuje väčší či menší stupeň originality. Snahou dizajnérov je práve vytvoriť jedinečnú kombináciu tvarov, ktorá by sa dostala do povedomia ako súčasť imidžu danej značky.

Príklad štúdie najzákladnejších proporcií automobilu – Mercedes E, modelový rok 2009. Pri navrhovaní jeho dizajnu sa dizajnéri pridrižovali siedmich pravidiel (tab. 4.1, podľa [10]).

Tab. 4.1: Štúdia základných proporcií automobilu – Mercedes E, rok 2009

Č.	Obrázok	Popis
1		Vzdialenosť medzi kolesami na rovnakej strane vozidla je asi trojnásobkom priemeru jedného z nich. V tomto prípade je asi tri a pol násobkom
2		Pozdĺžna os A - stĺpika by mala prechádzať blízko centra predných kolies. Poloha a orientácia A – stĺpika sú veľmi dôležité pre správny výhľad vodiča z vozidla. Toto pravidlo možno použiť len u vozidiel so zadným pohonom. Vozidlá s predným pohonom majú predné kolesá umiestnené bližšie k predným dverám
3		Zvislá čiara od najnižšieho bodu C – stĺpika smeruje do centra zadných kolies. Tiež to neplatí rovnako pre vozidlá s rozdielnym druhom pohonu



4		<p>Úsečka spájajúca stredy predného a zadného kolesa automobilu by mala vždy prechádzať po hranici spodnej časti dverí s prahom (bočnou lištou)</p>
5		<p>Spodná časť predných svetlometov obvykle začína na pomyselní dotýčnici predného kolesa v jeho najvyššej časti</p>
6		<p>Jedným z najdôležitejších aspektov vozidla je výška bočných okien vo vzťahu k výške dverí. Najpoužívanejší rozmer je do jednej tretiny celkovej výšky vozidla. Pri každom športovom coupé to je však menej ako jedna tretina</p>
7		<p>Konečná celková výška karosérie by mala predstavovať asi dva a štvrt' až dva a pol násobok výšky kolies</p>

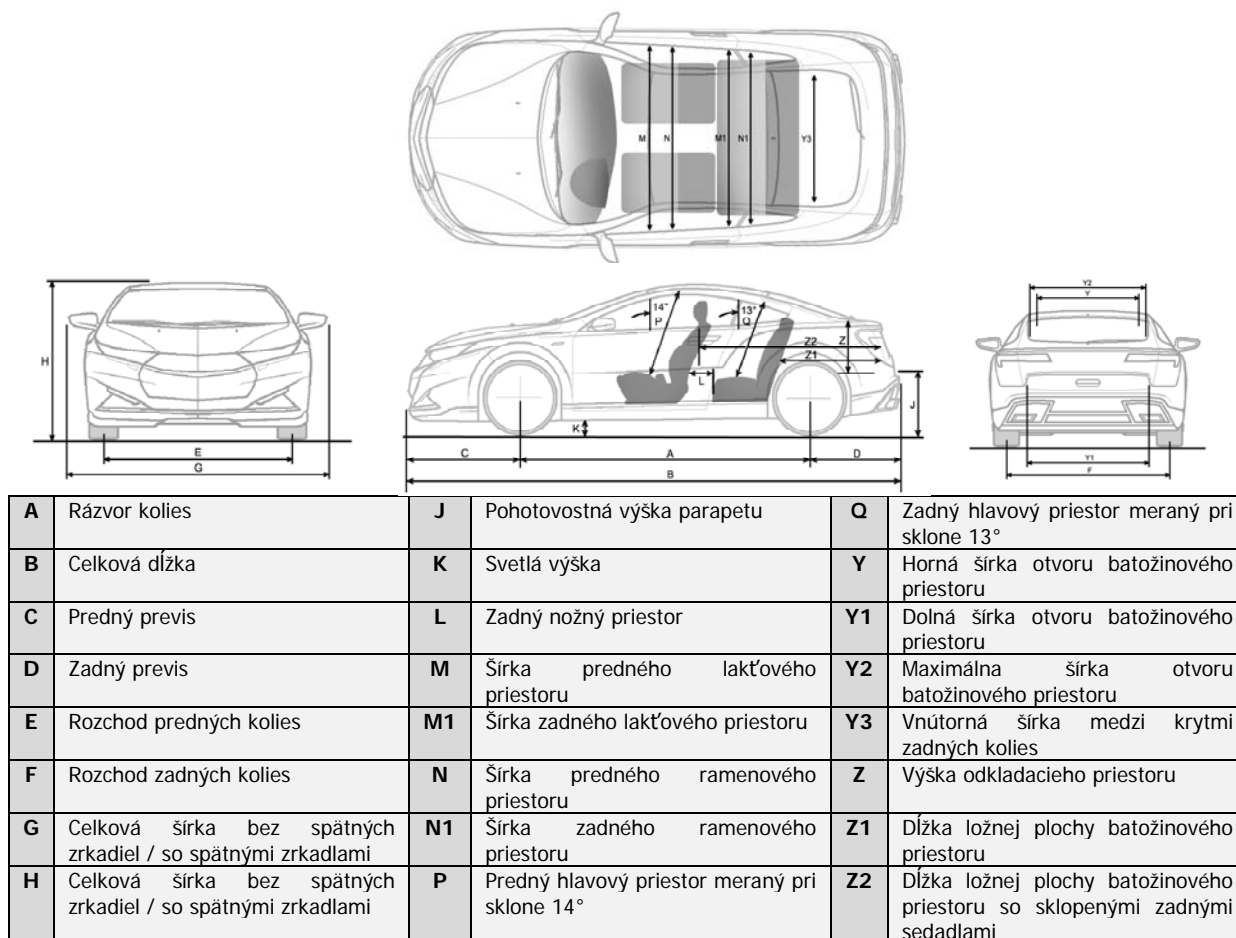
### Skica

Skica je výkres zhotovený obyčajne voľnou rukou ceruzou na informáciu, na objasnenie predstavy, náčrt, drobný prozaický obrázok, čiara. Pri tvorbe skice je nevyhnutné dodržiavať proporcionálnosť kresby, t.j. pomery jednotlivých dĺžok, aby náčrt pôsobil realisticky. Zároveň sa musí vziať do úvahy vyjadrenie perspektívy pri zobrazovaní 3D objektov na 2D výkrese.

### *Kreslenie skice – rýchla náčrťková technika*

Pri kreslení a základnom porozumení pravidiel pohľadov je základom dosiahnutie realistického efektu. Len dodržaním určitých pravidiel je možné vyzdvihnúť niektoré elementy dizajnu. Dôležité je osvojenie si troch základných pohľadov:

- jeden,
- dva
- tri body. Trojbodová technika sa pri automobilovom kreslení takmer nevyskytuje.



Obr. 4.2: Konceptný dizajn automobilu – základné proporcie [11]

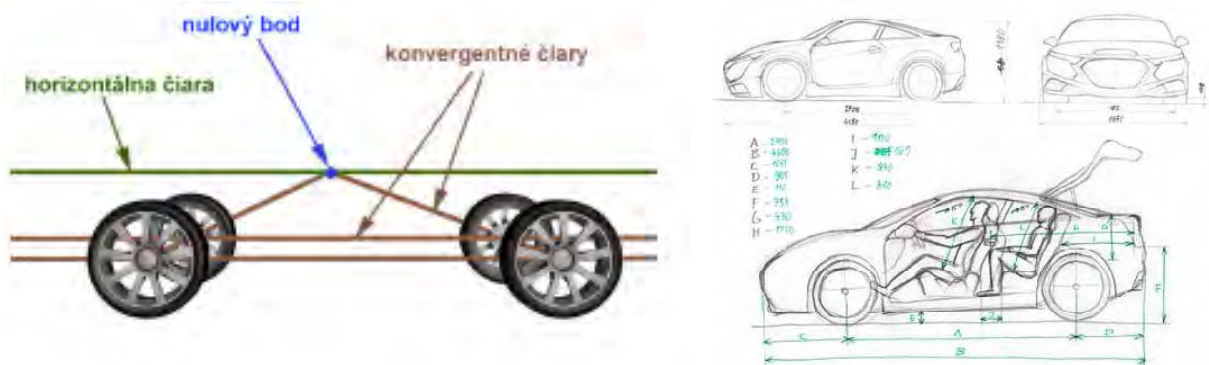
Sú tri hlavné elementy v každej kresbe:

- **Horizontálna čiara** popisuje horizont, ktorý je vždy považovaný za akúsi očnú úroveň. Napríklad objekt umiestnený nad horizontálnu čiaru, je nad divákovou očnou úrovňou a preto ukazuje jeho spodnú stranu.
- **Nulový bod** je umiestnený na horizontálnej čiare, kde sa konvergentné čiary zbiehajú. Nakoľko je vždy na horizontálnej čiare, jeho pozícia závisí na divákovom uhle pohľadu.
- **Konvergentné čiary.** Všetky priamky rovnobežné v príslušnej scéne sa vždy budú zdať, že sa zbiehajú k jednému bodu (nulovému bodu). Výnimkou z toho pravidla je, že čiary viditeľné rovnobežné, alebo kolmé k divákovi sa nebudú zbiehať. V jedno a dvojbodovej perspektíve sa môžu považovať všetky kolmice ako nezbiehajúce sa čiary.

### Jednobodová perspektíva

Jednobodová perspektíva (obr. 4.3) je evidentná, keď objekt je viditeľný rovnobežne, alebo kolmo k divákovi. Toto znamená, že iba čiary idúce smerom k,

alebo od diváka sa zdajú, že sa zbiehajú v jednom bode (nulovom bode) na horizontálnej čiare. Je zvlášť užitočná pre rýchlo kresliace postranné pohľady na vozidlo.



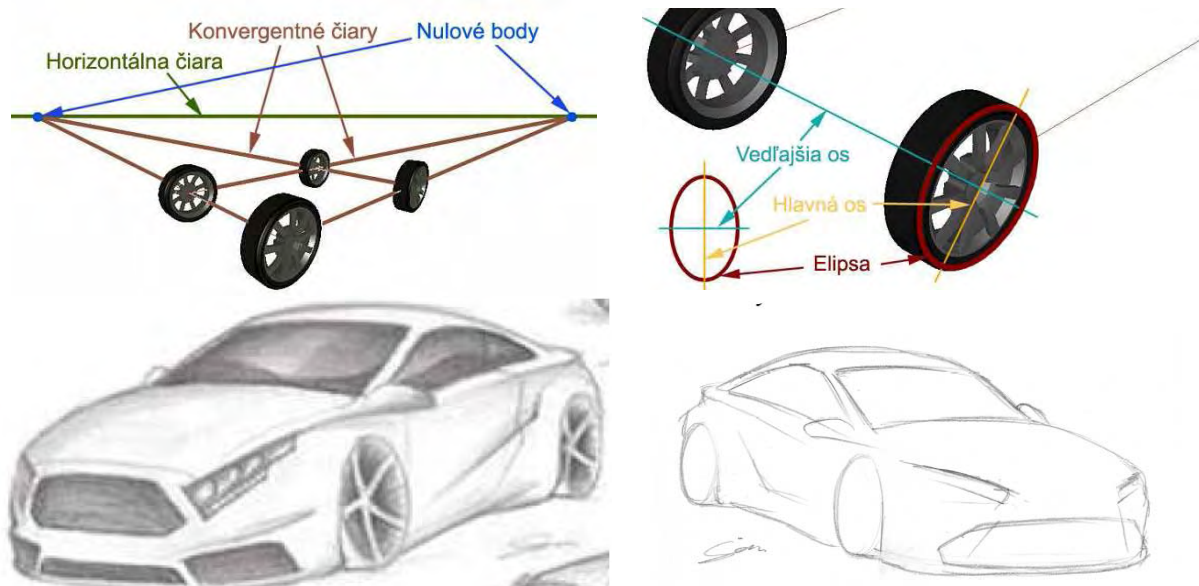
Obr. 4.3: Jednobodová perspektíva a rýchle skice s načrtnutím základných rozmerov

### Dvojbodová perspektíva

Obr. 4.4. Ak je objekt šikmo k pozorovateľovi, tak všetky horizontály sa zdajú byť zbiehavé. Tento jav spôsobí vzniknutie dvoch nulových bodov na horizontálnej čiare. Ich umiestnenie na horizontálnej čiare závisí od uhlu pohľadu na objekt.

### Elipsy kolies

Pri kreslení automobilu to je asi najnáročnejšia časť skice. Pri kolmom pohľade na koleso je koleso kruhového tvaru. Akonáhle sa pootočí, začne sa meniť na elipsu. Táto má hlavnú a vedľajšiu os. Vedľajšiu os je vždy dobré zladit' s osou nápravy vozidla. Hlavná os (najdlhší rozmer elipsy) je kolmá k osi nápravy.



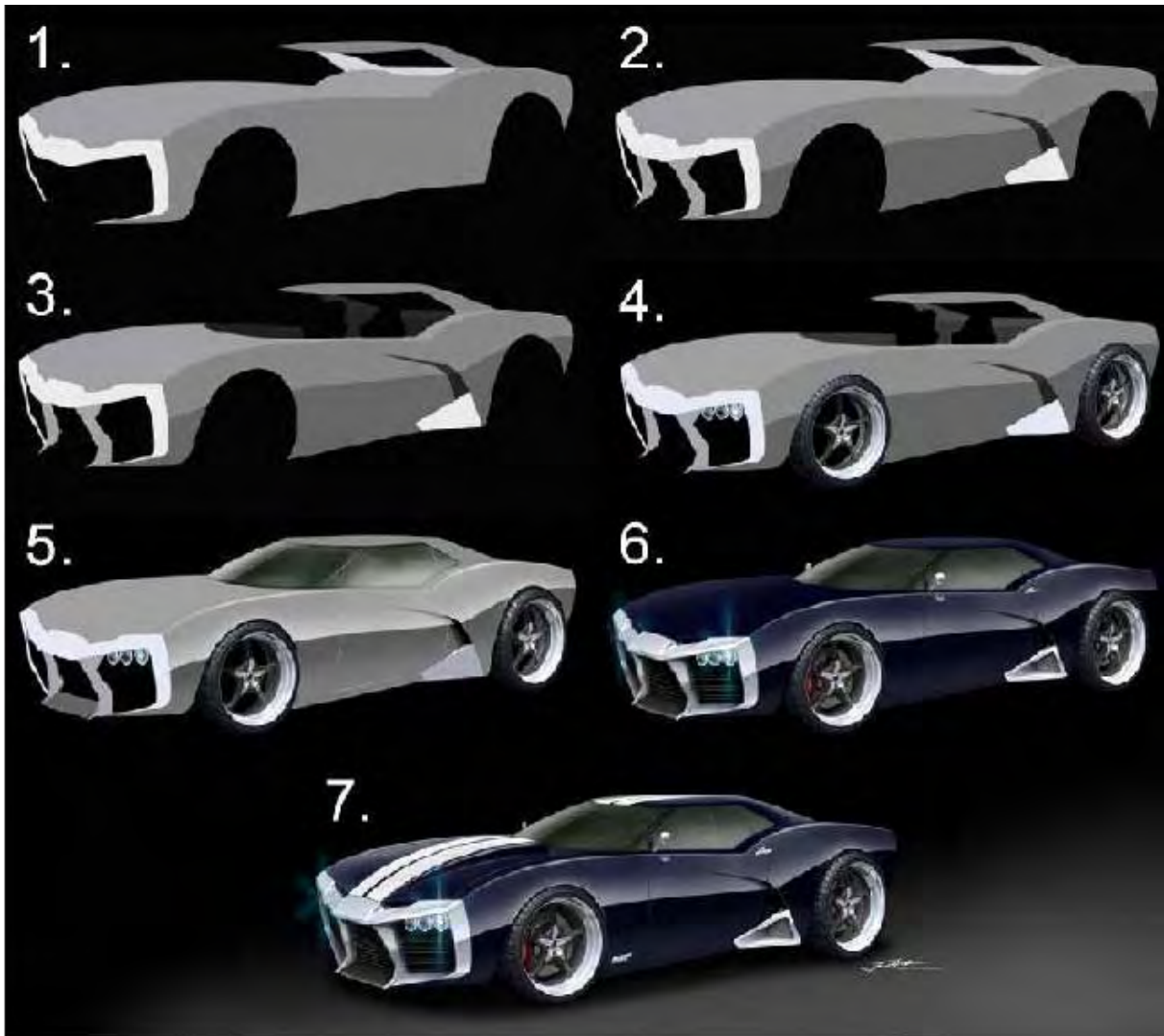
Obr. 4.4: Dvojbodová perspektíva, elipsy kolies a rýchle skice [11]

## Renderovanie

Podstatou renderovania je vytvorenie obrazu automobilu, resp. interiéru, či komponentu vo fotografickej kvalite pre možnosť posúdenia konceptu. Čistota línií a iné úpravy sa dosiahnu pomocou počítačových renderovacích nástrojov (napr. Photoshop, Corel Designer Suite). Dizajnér vytvorí viac pohľadov pre podrobnejšiu ilustráciu a vozidlo (karosériu, interiér, prvok interiéru, atď.) možno pozorovať v troch dimenziách. Postup renderovania v programe Adobe Photoshop ilustruje obr. 4.5 (podľa [11]):

1. Na začiatku je potrebné sa rozhodnúť, aký bude použitý druh zobrazovacej perspektívy. Ako podklad je dobré použiť naskenovanú ručnú skicu. Tá sa vo PhotoShope vytvorí ako nová vrstva. Pre každú časť návrhu automobilu je potrebné vytvoriť samostatnú vrstvu. Na začiatku sa vytvorí takzvaná silueta karosérie, ktorá udáva základný tvar automobilu. Je dobré nastaviť neutrálnu šedú farbu pre lepšie posúdenie tieňovania.
2. V každom kroku sa postupne pridávajú detailnejšie vrstvy. V tomto prípade bol pridaný nasávací otvor za bočnými dverami a deliace elementy v jednej maske chladiča. Vytvorením novej vrstvy na spodnej časti karosérie bol vytvorený akoby tmavý odlesk.
3. Ďalšou vrstvou sú okná a sedadlá v interiéri. Keďže sedadlá sú zatienené oknami, je vhodné nastaviť transparentnosť tejto vrstvy na 65 až 80%.
4. Veľkú pozornosť je treba venovať kolesám, ktoré v perspektívnom zobrazení nadobúdajú vajcovitý tvar a zadné koleso musí byť užšie ako predné. Pre zjednodušenie práce a ušetrenie času je dobré kolesá vystrihnúť z iného obrázku.
5. Karoséria je rozdelená na viacero vrstiev a tak je možné jednoducho jednotlivé plochy zosvetliť, stmaviť alebo meniť ich transparentnosť. Pridané boli odlesky na oknách a na boku karosérie.
6. V tomto kroku je dobré zmeniť farbu karosérie. Aby vynikli svetlé odlesky, je treba použiť tmavšiu farbu, v tomto prípade to je tmavomodrá. Pre takmer dokonalú realističnosť renderovaného 2D modelu boli pridané odlesky rámu prednej masky, spätné zrkadlá, kľučky dverí, kotúčové brzdy a detaily v nasávacom otvore za dverami.
7. Po dokončení samotného automobilu nasleduje ešte znázornenie vozovky pod automobilom šedou farbou. Aby auto nebudilo dojem, že lieta, je potrebné pridať na vozovku jemný tieň. Pre dosiahnutie pretekárskeho štýlu vozidla boli pridané ešte dva biele pruhy, čím vynikol aj tvar zakrivenia kapoty a strechy. Týmto je renderovanie športového coupé dokončené a jeho finálna podoba obsahuje približne až 150 vrstiev.

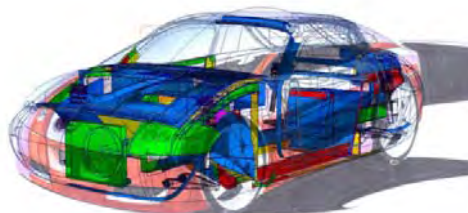




Obr. 4.5: Renderovanie skice automobilu v programe Adobe Photoshop [12]

### Package

Súbežne s dizajnom automobilu sa pracuje na tvorbe tzv. package – súhrnu technických podmienok a zadaní. Package definuje rozmiestnenie všetkých komponentov budúceho vozidla: sedadiel, polohu ovládacích prvkov, kolies, náprav, motora a prevodovky, kúrenia a klimatizácie, rozmery a prístup k priestoru pre batožinu, atď.

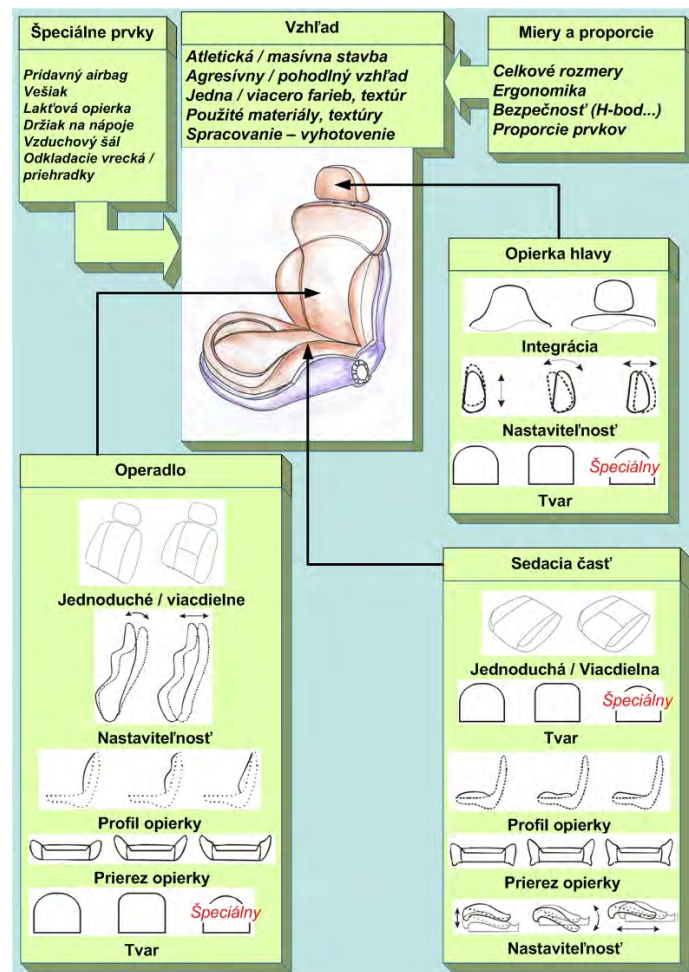


Obr. 4.6: Package automobilu

## Morfologická analýza – morfologická mapa

Je jedna z najvhodnejších techník na vyprodukovanie veľkého množstva nápadov a riešení v krátkom čase. Spočíva v rozložení problému na jeho základné časti alebo štruktúry. Je založená na skutočnosti, že každý produkt alebo proces je systémom jeho častí. Z jeho charakteristík a atribútov sa vytvorí matica, ktorá umožní znásobiť vzťahy medzi jeho základnými časťami. Rozklad objektu na jeho jednoduché komponenty a ich opis charakteristickými parametrami umožňuje hĺbkovú analýzu. Spájanie resp. rozdeľovanie rôznych parametrov vedie k morfologickým modifikáciám. Technika vyžaduje precíznu analýzu veľkého množstva ideí a efektívny spôsob selektovania vznikajúcich kombinácií. Postup:

- Vyberieme dôležité parametre, a pre každý z nich definujeme rôzne hodnoty.
- Potom vytvoríme všetky možné kombinácie, a každú z nich preštudujeme. Niektoré kombinácie budú nezmyselné, niektoré známe, iné nepraktické alebo drahé, ale niektoré si zaslúžia pozornosť. Počet kombinácií rýchle rastie: pokiaľ je  $n$  počet parametrov a  $m$  počet hodnôt, je počet kombinácií  $m^n$ .



Obr. 4.7: Morfologická mapa pre návrh sedadla automobilu

## Galéria

Metóda spája fyzickú a mentálnu aktivitu v procese generovania nápadov. Namiesto, aby účastníci prinášali nápady sa nápady prezentujú účastníkom vystavené ako v galérii a jednotliví účastníci prechádzajú po miestnosti a hodnotia ich. Technika umožňuje anonymitu, je výhodné ju využiť aj vo väčších rozmeroch. Do galérie vstupujú skupiny jednotlivcov (cca 5-10 ľudí). Zloženie jednotlivých skupín je určené charakterom témy. Skupiny by mali byť natoľko veľké, aby bola zachovaná anonymita jednotlivých členov. Pri každom z obrazov sa zastaví vždy celá skupina a spoločne ju komentuje. Diskusia medzi jednotlivcami je vítaná, konkrétne závery a pripomienky sú individuálne. Každý návštevník galérie je vybavený čistým listom papiera (katalógom). Do toho si zapisuje poznámky, pripomienky, námety. Môžu mať aj lepiace štítky, ktoré pridávajú k jednotlivým návrhom. Po spoločnej prehliadke celej galérie môžu jednotlivé skupiny chodiť samostatne od jedného obrazu k druhému a individuálne premýšľať nad jednotlivými detailmi. Skupiny sa rozídu, do katalógu môžu dopĺňať, znovu analyzovať a pripomienkovať materiály a pod. Po stanovenom čase sú katalógy pozbierané a vedúci vzniknuté podnety katalogizujú a vyhodnocujú.

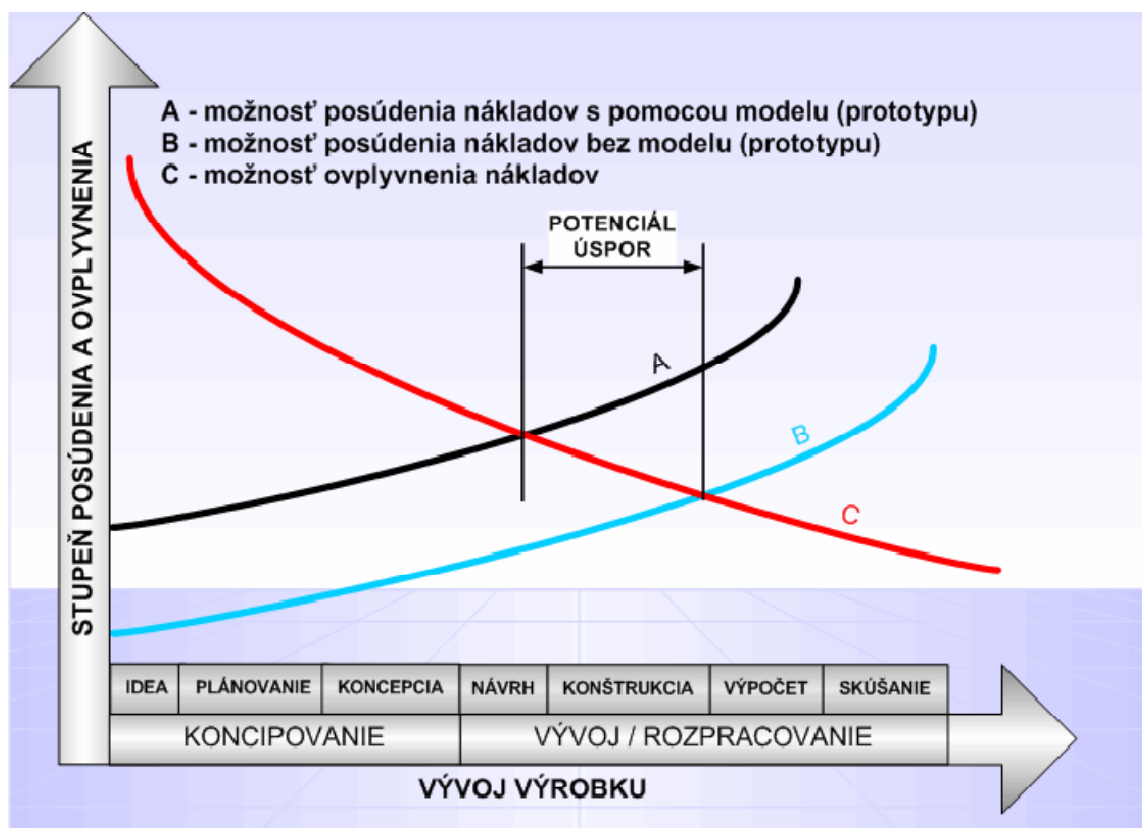


Obr. 4.8: Galéria variantov dizajnu športového kupé [11]



## 5. TESTOVANIE KONCEPTU – TVORBA MODELOV

Hlavným dôvodom tvorby modelov (prototypov) je nutnosť testovania nových výrobkov. Konštrukčné chyby a nedostatky niekedy neodhalí ani najdokonalejšia simulácia. Meniť konštrukciu výrobku, alebo ho opravovať pri (či dokonca až po) zahájení výroby, je značne komplikované a neekonomické. Z ekonomického hľadiska je včasné odhalenie eventuálnej chyby v návrhu inovácie prioritné pri predchádzaní vyšším stratám. Odstránenie chyby už vo fáze konštrukcie je z celkového hľadiska optimálnym riešením problému. Vo fáze technickej prípravy výroby, či dokonca vo výrobe samotnej rastú náklady, ako i komplikovanosť odstránenia chyby doslova rádo. Pri vývoji výrobkov je teda možnosť ovplyvnenia nákladov v protiklade k možnosti ich posúdenia, teda vo vývoji je možné ovplyvniť náklady v okamihu, keď je ich ešte ťažko s určitosťou posúdiť. Kým možnosť posúdenia nákladov s pokračujúcou konkretizáciou výrobku stúpa, klesajú možnosti ovplyvnenia nákladov, zodpovedajúce už stanoveným detailom výrobku. Všetky prínosy k optimalizácii vývoja výrobkov musia z tohto aspektu slúžiť k tomu, aby sa priebeh krivky možnosti posúdenia nákladov udržiaval nad krivkou ovplyvnenia nákladov, alebo minimálne súčasne s ňou. Aj v tomto prípade možno zdôrazniť potrebu použitia modelov (prototypov) vo vývoji výrobku. Možnosti posúdenia nákladov s použitím a bez použitia modelov znázorňuje obr. 5.1.



Obr. 5.1: Posúdenie a ovplyvnenie nákladov v jednotlivých etapách vývoja výrobku bez a s použitím modelov

Potrebným predpokladom na úplné využitie modelov a prototypov je ich správna integrácia do celého priebehu vývoja výrobku. Takto používané prototypy už v počiatočnej fáze vývoja, prípadne už vo fáze predvývojovej, slúžia najmä na dizajnerské štúdie, ergonomické štúdie a k prezentácii výrobku zákazníkovi. Súčasne z nich možno získať informácie pre návrh a konštrukciu nástrojov a strojných zariadení potrebných pre sériovú výrobu. V ďalšej fáze vývoja potom prototypy slúžia na preskúšanie funkčného princípu výrobku, zistenie možných kolízií resp. zložitosti montáže a samozrejme pre skúšky zmontovateľnosti. Z technologického hľadiska je možné rozdeliť metódy prípravy modelov (prototypov) do troch základných kategórií:

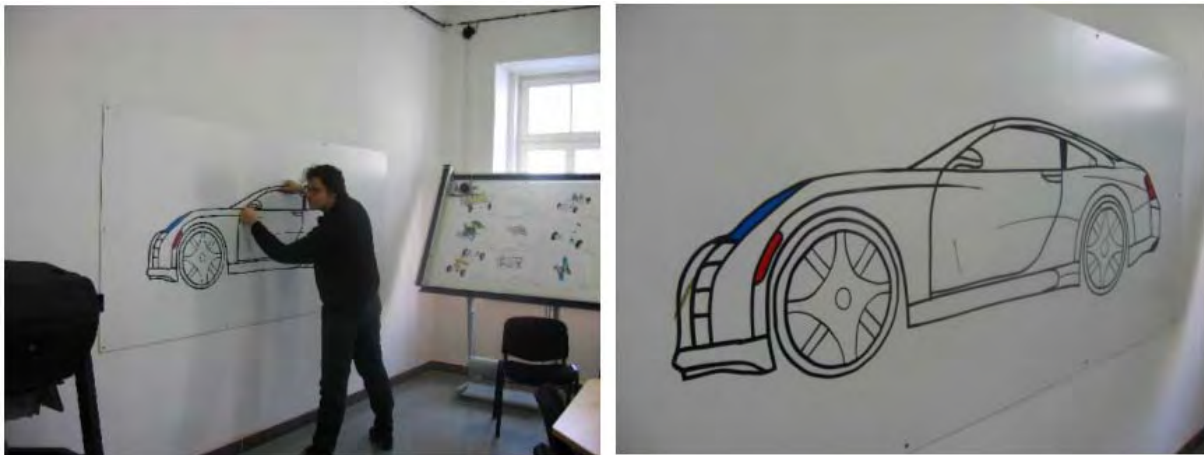
- **Subtraktívne metódy.** Patria sem všetky konvenčné metódy a technológie, pomocou ktorých sa výsledný model (prototyp) získa obrábaním, t.j. odoberaním materiálu. Zvláštnu skupinu v tejto kategórii tvorí CNC obrábanie, ktoré s využitím CAM podpory predstavuje v mnohých prípadoch vysoko efektívne, rýchle a inovatívne riešenie prototypovej výroby.
- **Virtuálne modely (prototypy).** Predstavujú alternatívu výroby prototypov a modelov určených na posudzovanie vzhľadu navrhovaného výrobku. Celý proces prebieha v počítači, výstupom procesu sú iba dáta a teda žiaden fyzický model. Z tohto dôvodu je možné testovať funkčné a technologické charakteristiky len obmedzene, pričom je vždy potrebné hľadať kompromis medzi mierou spoľahlivosti a komplikovanosťou prípravy testov. Táto oblasť je vhodná najmä pre oblasť prezentácie a marketingu, najmä reklamy, avšak nezastupiteľné miesto má aj pri vývoji mechanizmov a komponentov, s využitím CAD/CAM/CAE technológií.
- **Aditívne metódy výroby prototypov,** sú označované tiež súhrnným názvom metóda Rapid Prototyping (RP). RP predstavuje vysoko automatizovanú alternatívu rýchlej materializácie inovačných nápadov. Výhodou metódy Rapid Prototyping je nielen možnosť rýchlej výroby modelov, vzoriek alebo prototypu v ľubovoľnej fáze vývoja, ale hlavne možnosť výroby celého radu modifikácií a konštrukčných usporiadaní navrhovaného výrobku, a to bez použitia foriem a nástrojov.

### 5.1 Páskový model automobilu

Dizajnéri pracujúci v automobilovom priemysle vytvárajú rôzne modely karosérií automobilov v rôznych fázach vývoja. Jedným z hlavných krokov vo vývoji automobilu sú tzv. páskové modely. Mierka týchto modelov zodpovedá reálnej veľkosti navrhovaného automobilu a vytvárajú sa na rovinné plochy. Ide teda o dvojrozmerné modely a toto modelovanie v reálnej mierke umožňuje dizajnérom a konštruktérom vyhodnocovať principiálne krivky – krivky ktoré nám vytvárajú a charakterizujú základné viditeľné črty automobilu, respektíve jeho karosérie. Tieto principiálne krivky je dôležité vyhodnocovať bez zmien miery jednotlivých častí modelu respektíve v ich reálnej mierke. Takéto zmeny by mohli pri práci v zmenšenej mierke, alebo pri práci na konvenčných zobrazovacích zariadeniach viesť

k nežiaducim skresleniam. Pri tvorbe páskových modelov sa nevyužívajú ani ceruzky ani iné kresliace potreby, ale čierna fotografická páska, ktorá sa nanáša na kresliacu plochu.

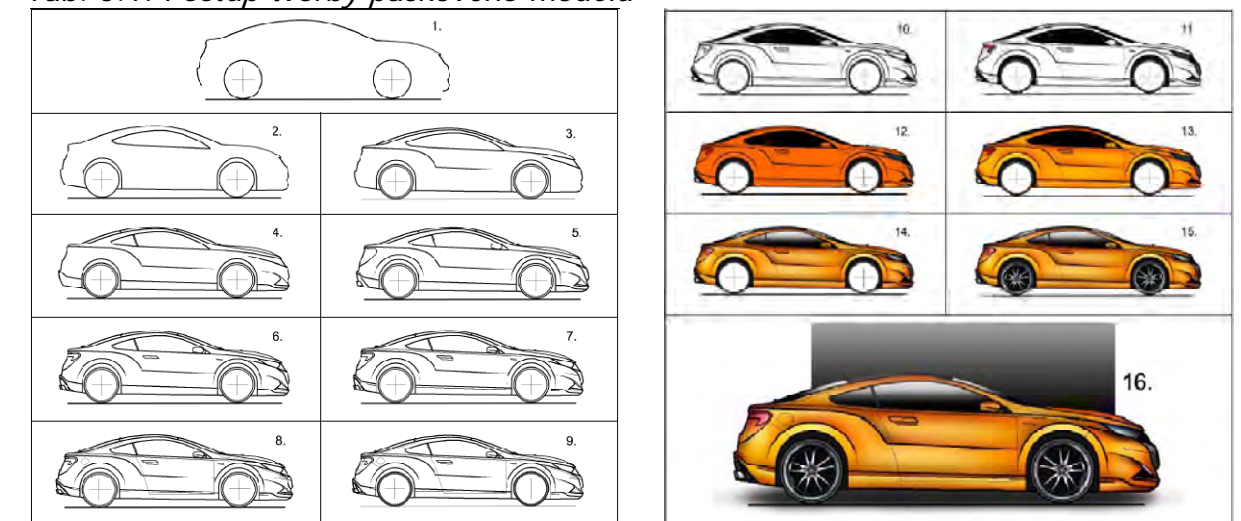
Najrozšírenejším spôsobom modelovania páskových modelov je „fyzické“ modelovanie – ťahanie reálnej pásky na plochu (obr. 5.2). Páskový model je 2D model automobilu vytvorený pomocou pásk nalepovaných na veľké zvislé plochy. Páskové modely sa vytvárajú najčastejšie v skutočnej mierke 1:1. Nevýhodou fyzického páskového modelovania je problematické zachovanie rozlíšenia a vernosti páskového modelu pri jeho prenose z fyzického média (steny) do elektronického formátu pre použitie v iných procesoch automobilového dizajnu, kde sa používajú CAx systémy pre úpravu tvaru, prechodov a plôch.



Obr. 5.2: Ručná tvorba páskového modelu a hotový model [5]

Postup tvorby páskového modelu športového kupé ilustruje a jednotlivé kroky popisuje tab. 5.1:

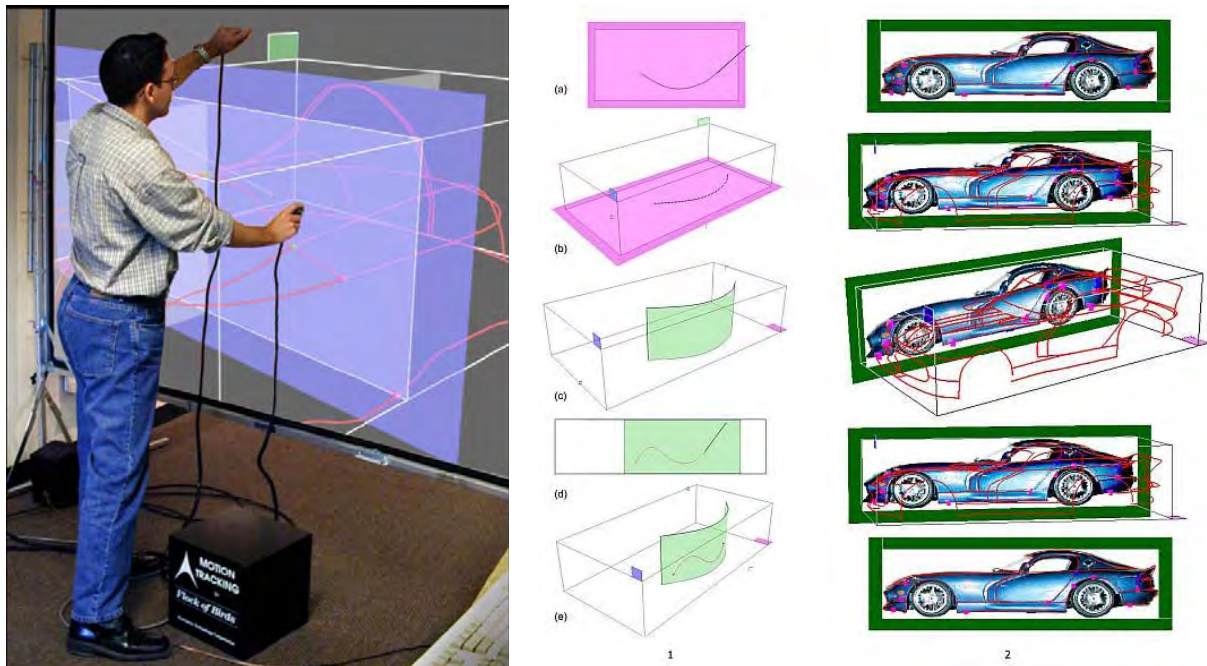
Tab. 5.1: Postup tvorby páskového modelu



Krok	Typ číary	Popis
1	<i>Hrubá</i>	Vyznačenie roviny vozovky, polohy kolies a základnej siluety navrhovanej karosérie
2	<i>Hrubá</i>	Vyznačenie obrysov podvozku, blatníkov a bočných okien.
3	<i>Hrubá</i>	Vyznačenie pneumatík, hlavnej bočnej hrany, miesta svetiel, predného a zadného okna a strechy.
4	<i>Hrubá</i>	Vyznačenie prahov, podnáravníkov a imitácie nasávacích otvorov.
5	<i>Hrubá</i>	Vyznačenie zadného difúzora, koncoviek výfukov, hrany zadného čela, spätných zrkadiel a lemov blatníkov.
6	<i>Hrubá</i>	Vyznačenie jemnej hrany A – línie, bočných smeroviek, kľučiek bočných dverí a zadných svetiel.
7	<i>Tenká</i>	Vyznačenie jemných hrán na bočných prahoch, predných a zadných nárazníkoch a podnáravníkoch.
8	<i>Tenká</i>	Vyznačenie hrán ostrekovačov predných svetiel, bočných dverí, veka palivovej nádrže a kapoty.
9	<i>Tenká</i>	Vyznačenie spojov predného a zadného nárazníka, veka batožinového priestoru a lemu strechy s karosériou.
10		Začiernenie všetkých okien, zadného difúzora, pneumatík a nasávacieho otvoru a jeho imitácie.
11		Začiernenie podbehov kolies a plastu predného nárazníka a zafarbenie predných a zadných svetlometov.
12		Zafarbenie karosérie jednoliatou farbou.
13		Zosvetlenie farby na miestach karosérie približujúcich sa kolmej polohe, zatmavenie farby na miestach karosérie približujúcich sa vodorovnej polohe a začiernenie strechy.
14		Vyznačenie svetlých a tmavých miest na celej karosérii, oknách, predných a zadných svetlometoch a koncovkách výfukov.
15		Integrovanie vystrihnutých diskov kolies.
16		Vytvorenie tmavého prechodu na pozadí a tieňa pod automobilom.

Princíp virtuálneho páskového modelovania (obr. 5.3) je zložitejší a vyžaduje adekvátne technické vybavenie pracoviska. V podstate ide o nanášanie virtuálnych pásov na veľkoplošnú obrazovku pomocou špeciálnych zariadení nazývaných tracker. Napriek vysokému rozlíšeniu a presnosti páskových modelov je problematické tieto ich vlastnosti (presnosť, rozlíšenie, ...) uchovať pri transformácii z fyzického modelu do digitálnej podoby, respektíve do digitálneho formátu pre ďalšie použitie v procese vývoja automobilu. Bolo preto vyvinuté 2D digitálne vytváranie páskových modelov, ktoré umožňovalo s modelom výhodne pracovať za pomoci elektronických médií a originálny systém vytvárania páskového modelu v trojdimenzionálnom priestore na základe 2D modelovacích techník. V princípe tak vznikol prostriedok na digitálne 3D páskové modelovanie na základe kombinácie viacerých digitálnych 2D páskových modelov, respektíve rôznych 2D pohľadov. Pre tvorbu 3D kriviek existuje viacero rôznych systémov. Staršie systémy umožňovali tvorbu 3D kriviek priamo zadávaním kriviek do priestoru pomocou špeciálnych zariadení. Tento spôsob je však veľmi zložitý čo sa týka zachovania presnosti. Novšie metódy sa zamerali na zjednotenie precíznych 2D modelov, ktorých tvorba je na vysokej úrovni. Ich zjednotením vzniká potom kvalitný 3D model.





Obr. 5.3: Tvorba digitálneho páskového modelu

## 5.2 Počítačové modelovanie a CAD

3D virtuálne modelovanie predstavuje jednu z alternatív pre prvotné hodnotenie dizajnu, bez potreby fyzického modelu. Štylistika vozidla je už hodnotená digitálnymi prezentáciami, ktoré sú buď statické obrázky, filmové klipy alebo interaktívne – vo virtuálnej realite. Štandardom je využitie NURBS modelovacích programov, ktoré umožňujú plošné aj objemové modelovanie objektov, komplexnejšie systémy (Maya, 3D Studio Max, a i.) aj tvorbu animácií. Z NURBS kriviek a plôch sa vytvárajú objekty, upravuje sa vyhladenie, plynulosť, pozícia. Objekty sa môžu kombinovať, prechody plôch sa upravujú do optimálnej formy. Takto je možné generovať kombinácie rôznych variantov jednotlivých komponentov, simulovať pohyb vozidla, či funkciu jednotlivých funkčných skupín apod. Detailný digitálny model obsahuje matematický popis geometrie objektov, informácie o vzhľade materiálov, ktoré sú plánované pre použitie v sériovej výrobe (farba, textúra, lesk apod.), popis scény (pozícia kamery, osvetlenie objektu, podklad a pozadie, tieň, odraz, atď.). Hlavnou prednosťou je možnosť zobrazenia objektu v rôznych pohľadoch, ako aj v pohybe. Takéto animované klipy sa využívajú najmä pri prezentáciách na výstavách, autosalónoch, v reklame pri predstavovaní nového typu automobilu apod.

CAD systémy využívajú objemové modelovanie. Vzhľadom na kompletnosť a jednoznačnosť reprezentácie 3D objektov, je objemové modelovanie optimálny prostriedok popisu geometrie súčastky. Vyspelý modelovací program neslúži iba na modelovanie súčastky do 3D podoby, ale umožní pracovať so súčastkou aj po jej namodelovaní. Ďalšie podporné funkcie na prácu s namodelovanou súčastkou, ako

napr. zaťaženie a analýza stavu metódou konečných prvkov (MKP), možnosť naprogramovania obrábania NC strojov a pod., slúžia na komplexne navrhnutie súčiastky s jej nasledovným otestovaním a navrhnutím výroby. Okrem grafických činností CAD/CAM/CAE systémy umožňujú realizovať aj inžinierske výpočty a rôzne analýzy. Jednou z funkcií CAD modulov týchto systémov je výpočet, pomocou ktorého sú navrhované funkčné prvky mechanizmov, napr. ozubenia, skrutkové spoje, nitové spoje, hriadele, ložiská, čapy apod. Na vyššej úrovni je potom možné s využitím metódy konečných prvkov vykonávať pevnostné a tepelné analýzy. To umožňuje už vo fáze návrhu skontrolovať, resp. s pomerne veľkou presnosťou predpovedať správanie sa a vlastnosti súčiastok vystavených určitému zaťaženiu. Podľa zistených výsledkov je možné previesť konštrukčné úpravy návrhu, optimalizovať zvolené súčiastky a skupiny na požadované vlastnosti, a to ešte skôr, než dôjde k ich výrobe - na modeli vytvorenom na obrazovke počítača. Správna aplikácia MKP pozitívne ovplyvňuje počet verzií prototypov a skúšok, čas potrebný na vývoj výrobku a jeho cenu, úroveň a kvalitu. Významné efekty využitia MKP sa prejavujú v automobilovej výrobe najmä z hľadiska bezpečnosti pri návrhu karosérie, hnacieho ústrojenstva, prvkov aktívnej a pasívnej bezpečnosti a pod.

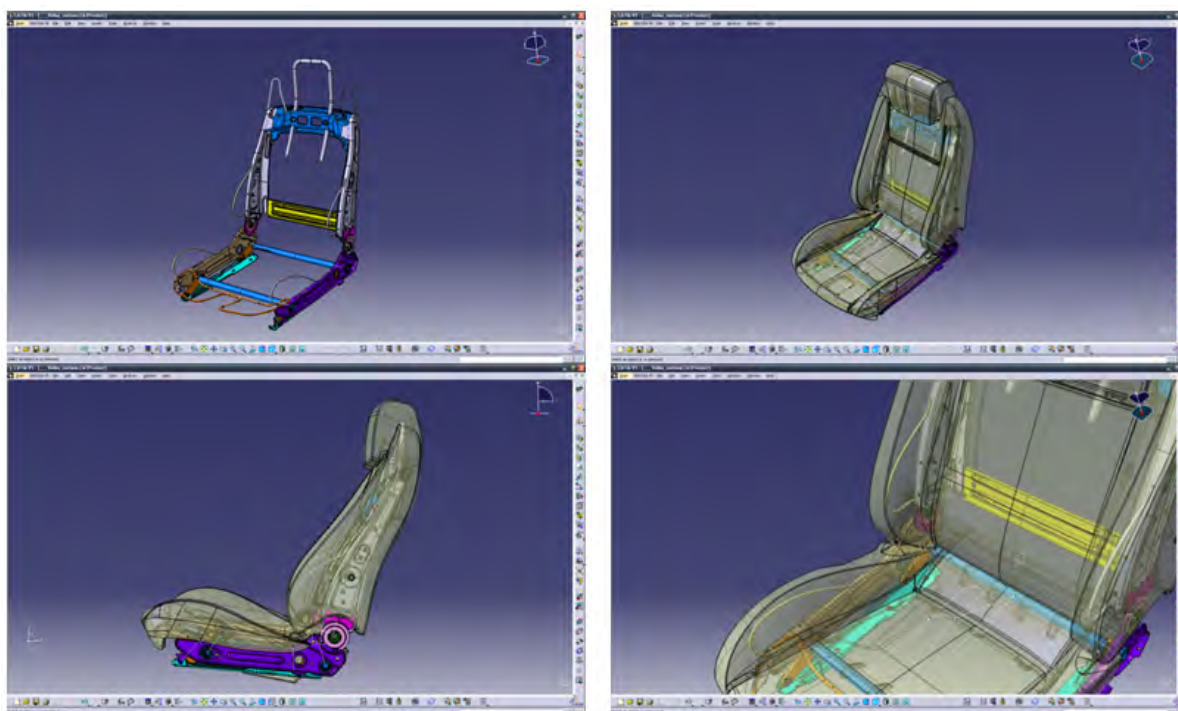
Trend prechodu na súbežný proces vývoja nového výrobku v podobe virtuálneho prototypu (automobilu alebo automobilového podsystemu), prebiehajúci naraz na všetkých pracoviskách podniku a subdodávateľov, prispieva k zvýšeniu kvality, úspore času a nákladov. Tento prechod na integrované navrhovanie virtuálneho prototypu umožňuje zrýchliť vývoj a realizáciu reálneho prototypu a dosiahnuť vyššiu technickú aj estetickú úroveň výrobkov. Úlohou konštruktérov automobilov je zmenšenie hmotnosti a zložitosti, zvýšenie spoľahlivosti a životnosti, zmenšenie zaťaženia životného prostredia znížením hluku, emisií a prenosu vibrácií ako aj zlepšenie ovládateľnosti. Návrhári definujú požadované prevádzkové parametre budúceho výrobku postupne od celku, cez podsystemy až po jednotlivé komponenty vozidla. Simuláciami parametrizovaného virtuálneho prototypu sa preveruje, či sa dosahujú očakávané parametre a potom sa optimalizuje v opačnom poradí, teda od komponentov, podsystemov po celok. Až potom nasleduje zhotovenie a testovanie reálneho prototypu s cieľom overiť jeho prevádzkové vlastnosti a porovnať ich s výsledkami zo simulácií virtuálnych prototypov. Výhodou je, že simuláciami virtuálnych prototypov v súbežnom procese vývoja môže finálny výrobca so subdodávateľmi priebežne spresňovať vlastnosti podsystemov pri neustálom sledovaní ich vplyvu na celkové vlastnosti.

Súbežnými fázami vývoja navrhni – simuluj – optimalizuj sa cyklus vývoja zefektívni hlavne znížením potrebného počtu opakovaných testov reálneho prototypu a skvalitní tým, že je možné nájsť optimum nielen pre jednotlivé komponenty, ale pre výrobok ako celok v interakcii s okolím pri jeho prevádzke. Numerická simulácia virtuálnych prototypov je zjednocujúcim prvkom pre nevyhnutný multidisciplinárny prístup pri vývoji a optimalizácii výrobku ako celku. Medzi hlavné výhody počítačovej simulácie patrí:



- získanie prvotných štúdií o pohybe komponentov vozidla
- získanie spresnených informácií o konštrukcii pred stavbou fyzického prototypu
- prevedenie množstva analýz,
- možnosť získania informácií priamo pre výrobu
- redukcia nákladov na vývoj, časy, zdroje

Najrozšírenejším CAD/CAM systémom v oblasti automobilových výrobcov a dodávateľov je systém CATIA, ktorý je možné označiť za bežný štandard. Jeho hlavným konkurentom je Pro Engineer, najmä z hľadiska robustnosti a univerzálnosti použitia, avšak práve kvôli svojej robustnosti a univerzálnosti je skôr využívaný v iných oblastiach strojárkej výroby. Medzi CAD systémy, ktoré sú využívané najmä menšími dodávateľmi, ktorí nepotrebujú robustné CAD/CAM/CAE riešenia a CAD využívajú v relatívne malej miere a preto vyžadujú jednoduchšie riešenia, patrí Autodesk Inventor, Solid Edge, Solid Works a ďalšie.



Obr. 5.4: CAD model zostavy automobilového sedadla v prostredí CATIA

### 5.3 Výroba fyzických modelov - modelovanie hlíny

Predstavuje v súčasnosti už klasickú, najmä v automobilovom priemysle hojne používanú metódu výroby modelov. Názov metódy môže byť zavádzajúci, keďže evokuje, že ako materiál sa používa hlina. Klasickú keramickú hlinu je síce možné v niektorých prípadoch použiť, avšak kvôli vysokému obsahu vody a veľkému zmršťovaniu v pomerne krátkom čase môže dôjsť k popraskaniu modelu a tým aj k jeho znehodnoteniu. Tomuto javu sa dá predísť vysušením modelu a jeho následným vypálením, avšak hlavnou nevýhodou tohto postupu je, že takýto model je následne

takmer nemožné obrábať, či leštiť kvôli jeho krehkosti. Keramická hlina však má uplatnenie aj v prototypovej výrobe, a to ako materiál na výrobu jednorázových foriem. Hlavnou výhodou je najmä jej veľmi nízka cena. Pre oblasť dizajnu sa v praxi pri tejto metóde ako materiál používa plastická hmota, ktorá sa vzhľadom podobá keramickej hline. Na rozdiel od nej však plnivo nie je viazané vodou, ale obsahuje vosky, tuk a spevňovacie činidlá. Táto hmota je pri izbovej teplote tuhá, zahriatím na teplotu okolo 60 – 70 °C však získa cestovitú konzistenciu a po vychladnutí, približne po 20 – 40 minútach (v závislosti od teploty okolia) stvrdne. V zmäknutom stave je tento materiál veľmi dobre tvarovateľný, po stuhnutí zase dobre obrobiteľný a je ho možné tiež leštiť, či farbiť. Hlavnou výhodou tohto materiálu je okrem uvedených vlastností to, že väčšina týchto hmôt je opakovateľne použiteľná. Medzi ďalšie výhody patrí ekologická nezávadnosť, možnosť opracovania frézovaním, odolnosť voči starnutiu oxidáciou a rozmerová presnosť okolo 4%. Medzi hlavné nevýhody patrí vyššia cena, citlivosť na vysoké teploty (nízka odolnosť voči prehriatiu, má vplyv na použiteľnosť a farebnú stálosť). U väčších modelov je tiež nevýhodou hmotnosť, hustota hmoty sa pohybuje okolo 1,5 kg/dm<sup>3</sup>.

V automobilovom priemysle sa modelárska hlina používa najmä pri vývoji dizajnu na výrobu prvotného fyzického modelu automobilu (obr. 5.5). Kvôli úspore materiálu, ako aj kvôli odľahčeniu modelu a jeho jednoduchšej výrobe sa najprv vyrobí drevený alebo kovový rám, ktorý sa vyplní penovou hmotou a hlina sa použije iba na výrobu povrchovej vrstvy modelu. Hranol hlíny sa následne v celom profile prehreje na výrobcom odporúčanú teplotu spracovania a po zmäknutí sa na suchý a čistý povrch naniesie prvá, tenšia vrstva materiálu. Napriek veľmi dobrej príľnavosti materiálu sa odporúča v prípade, ak sa hlina nanáša napr. na kovovú kostru, použiť na uchytenie prvej vrstvy obojstrannú lepiacu pásku. Následne nanášané vrstvy už môžu byť hrubšie, dokonca je možné pridávať celé prehriate hranoly hmoty. Nanesená hlina sa modeluje buď ručne pomocou špeciálnych tvarových škrabiek a stierok, alebo ju je možné tvarovať automaticky pomocou špeciálnej NC frézy. Výsledný tvar sa následne vyleští a po vytvrdnutí je model pripravený na ďalšie použitie.



*Obr. 5.5: Hlinený model automobilu*

## 5.4 Tvarovanie ľahko obrobiteľných materiálov

Pod týmto pojmom sa najčastejšie rozumie ich obrábanie, a to buď ručné, strojové, alebo pomocou NC obrábacích strojov. Pre túto metódu existuje široké spektrum materiálov, od dreva cez umelé drevo až po polymérové blokované materiály. V podstate je možné do tejto kategórie zaradiť akúkoľvek výrobu modelov, ktorej princípom je obrábanie, pričom polotovar je z náhradného, ľahko obrobiteľného materiálu. Hlavnou výhodou tejto metódy je jej jednoduchosť, relatívne nízke výrobné náklady, univerzálnosť použitia a neobmedzená veľkosť modelov. Vhodnou povrchovou úpravou je možné dosiahnuť ľubovoľnú farbu a textúru povrchu modelov. Hlavnou nevýhodou je priama úmernosť medzi kvalitou a časom, teda čím je vyššia požadovaná kvalita, tým bude výroba náročnejšia a naopak. Medzi ďalšie nevýhody patrí najmä náročnosť výroby rozmerovo malých a geometricky komplikovaných tvarov. V oblasti rýchlej výroby modelov, foriem a nástrojov touto metódou má výsostné postavenie použitie modelových blokovaných materiálov a modelových pást. Modelové blokované materiály sú materiály väčšinou na báze polyuretánovej, či inej polymérovej peny a ako už ich názov napovedá, dodávajú sa vo forme blokov, alebo dosiek. Vďaka svojim dobrým vlastnostiam sú jednoducho a bezprašne obrobiteľné tak ručne, ako aj pomocou frézovacích zariadení. Štandardne sú dodávané väčšinou o rozmeroch 1500 – 2000 mm dĺžka x 1000 – 500 mm šírka, hrúbka sa väčšinou pohybuje od 20 – 500 mm. Modelové pasty predstavujú materiálovú alternatívu metódy modelovania hliny, bez potreby ohrievania materiálu. Ich hlavnou nevýhodou oproti modelovacej hline je jednorazové použitie. Modelové pasty sa nanášajú buď ručne, alebo strojovo pomocou zmiešavacích a dávkovacích agregátov na vopred pripravenú podpornú konštrukciu z dreva, umelých hmôt, blokovaných materiálov, či kovu. Výsledkom je kompaktný model bez štrbín, s hutnou a jemnou povrchovou štruktúrou a vysokou rozmerovou presnosťou, ktorý môže byť v závere procesu výroby ošetrený vrstvou laku, farby, či kovu.

Využitie tejto metódy predstavuje okrem samotnej výroby modelov aj východisko pre ďalšie metódy, najmä pri výrobe foriem pre odlievanie a laminovanie. V tejto oblasti je možné základný postup pri tejto metóde zhrnúť do nasledovných krokov s príslušnými odporučeniami:

**Príprava.** Východiskom pre tvorbu modelov je príprava konceptu. V tejto fáze je potrebné vykonať analýzu skice, resp. CAD (NURBS) modelu (ak je k dispozícii) budúceho výrobku. Ak dizajnér vytvoril prvotný koncept pomocou počítača, a teda má k dispozícii 3D dáta, odporúča sa vytvoriť výkresy v mierke 1:1, a to v čo možno najväčšom počte pohľadov. Generovanie 3D geometrických dát je nevyhnutné v prípade, ak má byť model vyrobený pomocou NC obrábania, kde sú tieto dáta nepostrádateľné pri tvorbe NC programu. Ak sú k dispozícii iba skice, je potrebné určiť základné rozmery, pričom platí, že čím viac údajov o rozmeroch a geometrii budúceho modelu je k dispozícii, tým presnejšia bude výroba. Už v tejto fáze by mali byť zohľadnené obmedzenia tvaru a rozmerov, napr. z hľadiska ergonomie, aerodynamiky, ovplyvnenia ďalších súvisiacich súčiastok či komponentov a pod. Na

základe analýzy požiadaviek na model sa vyberie materiál a určí sa tvar a rozmery polotovaru.

**Príprava výroby.** Cieľom tejto fázy je príprava polotovaru a ďalšie úkony súvisiace so samotným obrábaním. Keďže používané materiály sú väčšinou vo forme dosiek, resp. blokov, je z nich potrebné najprv vyrobiť polotovar. Spôsob výroby polotovaru závisí od rozmerov, t.j. polotovar sa vyrobí buď odrezaním časti dosky, resp. bloku, alebo zlepením viacerých dosiek. Pri lepení je základnou požiadavkou to, aby bol spoj jednak dostatočne pevný, na druhej strane však nesmie ovplyvniť obrobiteľnosť. Ako lepidlá sa používajú epoxidové živice, polyesterové tmely apod. Dôležité je, aby niektorá zo zložiek lepidla neovplyvnila chemicky lepený materiál (napr. ak lepidlo obsahuje organické rozpúšťadlá, môže rozleptať povrch dosky). Pred lepením je preto vhodné odskúšať lepidlo na vzorke materiálu.

**Obrábanie tvaru.** Cieľom tejto fázy je dosiahnutie základného tvaru modelu. Okrem klasických metód mechanického obrábania je možné použiť aj iné, napr. nanosením jemnej vrstvy vhodného organického rozpúšťadla na polymérový materiál prebehne slabé vyleptanie, ktorým sa môže dosiahnuť určitá požadovaná textúra povrchu apod. V niektorých prípadoch, najmä ak je požadovaný tvar geometricky zložitý, sa model rozdelí na časti, ktoré sú geometricky menej komplexné a tieto sa vyrobia zvlášť a následne sa zlepia. Pre lepenie platia tie isté zásady, ako boli uvedené vyššie. Najčastejším záverom tejto fázy býva brúsenie modelu tak, aby sa dosiahli presné rozmery a určitá drsnosť, potrebná pre záverečnú fázu výroby.



*Obr. 5.6: Výroba modelu volantu z polystyrénovej peny*

**Povrchové úpravy** predstavujú záverečnú fázu výroby modelu. Až na výnimky, keď vyrobený model má slúžiť na prezentáciu konceptu ako dizajnerský prototyp, slúžia modely väčšinou buď ako vzorky, ktoré sú vstupom pre reverzné inžinierstvo, kde sa z nich digitalizáciou získa CAD model, alebo ako modely pre výrobu foriem pre odlievanie, či laminovanie. Preto je dôležité, aby ich povrch bol čo možno najhladší. Typickým postupom pre dosiahnutie hladkého povrchu je nanosenie niekoľkých vrstiev tmelu. Tmelením sa zrovnávajú nepravidelnosti povrchu a z tmelu sa vytvorí škrupina, ktorá jednak spevní povrch a jednak vytvorí ochrannú vrstvu, ktorá chráni model pri lakovaní a striekaní farby. Laky a farby, najmä na báze emailov totiž obsahujú organické rozpúšťadlá, ktoré by u polymérových materiálov



mohli zapríčiniť naleptanie a tým aj poškodenie povrchu. Na tmelenie sa používajú najčastejšie dvojzložkové tmely. Pri príprave tmeliacej zmesi je dôležité dodržať predpisy výrobcu, nanosením nevhodne pripravenej zmesi (napríklad, ak zmes obsahuje málo tvrdidla) sa nedosiahne požadovaný efekt, či dokonca sa model môže znehodnotiť. Po vytvrdnutí poslednej vrstvy tmelu a jej prebrúsení a preleštení je model pripravený na lakovanie, či nastriekanie farbou. Po nastriekaní a zaschnutí viacerých vrstiev je model hotový a pripravený na ďalšie použitie.



Obr. 5.7: Výroba modelu automobilu

Pre túto oblasť využitia existuje na trhu široké spektrum polyuretánových blokových materiálov (napr. SikaBlock®). V prípade výroby dizajnerských modelov, resp. tzv. 3D skíc, kde nie je vyžadovaná vysoká presnosť a preferuje sa ručné obrábanie, experimenty ukázali, že tieto materiály sú veľmi dobre a pomerne lacno nahraditeľné tvrdým polystyrénom, bežne používaným v stavebníctve (obchodný názov Styrodur, Styroform a iné), ktorého hlavnými výhodami sú porovnateľná obrobiteľnosť (tak ručnými metódami, ako aj CNC obrábaním), dobrá odolnosť (hodnotená v intenciách výroby modelov) a hlavne nižšia cena.

## 5.5 Laminovanie a odlievanie

**Laminovanie – výroba laminátov** predstavuje veľmi obľúbenú metódu výroby 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).



Obr. 5.8: Výroba a hotový laminovaný diel z uhlíkového kompozitu

**Odlievanie** predstavuje v oblasti výroby modelov jednoduché riešenie sériovej výroby. Z hľadiska technológie je možné rozdeliť túto metódu na dve oblasti – gravitačné (voľné), vákuové a odstredivé liatie a reakčné vstrekovanie pod nízkym tlakom, tzv. RIM (Reaction injection molding). Prvým spôsobom je možné vyrábať tak kovové, ako aj plastové modely, RIM je špeciálne určené pre výrobu plastových dielov z náhradných plastových materiálov.

**Gravitačné liatie** je konvenčná metóda, ktorá však v oblasti výroby modelov a prototypov zvykne používať nekonvenčné materiály. Z kovov sa používajú najmä zliatiny s nízkou teplotou tavenia, pre oblasť plastov zase rýchlo tuhnuce materiály, najčastejšie na báze polyuretánu, často s obsahom rôznych plnív, najčastejšie kovových a sklenených.

Pre zlepšenie kvality výrobkov sa v niektorých prípadoch používa metóda **vákuového liatia**, keď samotný proces odlievania prebieha vo vákuu, čím sa odstránia prípadné vzduchové bubliny, ktoré môžu vzniknúť tak pri príprave zmesi, ako aj pri samotnom odlievaní.

Metóda **odstredivého liatia** sa zase využíva najmä pri výrobe tenkostenných dielov. Výroba foriem pre tieto metódy odlievania zahŕňa široké spektrum technológií, od konvenčných pieskových a sadrových foriem, cez formy s vypáliteľnými, či vytaviteľnými modelmi (pre odlievanie kovov), až po výrobu foriem obrábaním ľahko obrobiteľných materiálov, tvarovaním modelovacích pást, vákuové formovanie a silikónové formy.

Metóda **reakčného vstrekovania pod nízkym tlakom** (Reaction Injection Moulding, RIM) sa vo všeobecnosti používa na výrobu malých sérií plastových výrobkov. Odlievacie živice obsahujú dva hlavné komponenty, a to izokyanát a polyol. Tieto sú najprv separátne odvzdušnené, potom zmiešané v požadovanom hmotnostnom pomere a následne je zmes vstreknutá do dutiny formy, kde dôjde k reakcii oboch zložiek a zmes vytvrdne. Podľa povahy zmesi vytvrdzovanie prebieha



bud' pri izbovej teplote, alebo je zmes vstrekaná do predhriatej formy, kde tvrdne pri určitej konštantnej teplote. V niektorých prípadoch je potrebné hotový odliatok po vybratí z formy dodatočne tepelne ošetriť. Pri odlievaní výrobkov zložitého tvaru a veľkých rozmerov sú dôležitými faktormi, ovplyvňujúcimi vlastnosti a kvalitu odliatku, najmä počet a umiestnenie vstrekovacích otvorov a doba zmiešavania oboch hlavných zložiek. Hlavnými výhodami tejto technológie sú široké spektrum využitia, jednoduchosť foriem a relatívne nízke výrobné náklady, pričom materiály a ich vlastnosti sú navrhované tak, aby pomocou nich bolo možné simulovať vlastnosti napríklad gummy, PE, PP, PA, ABS apod. V oboch prípadoch sa pre odlievanie používajú materiály, u ktorých je doba spracovania rádovo desiatky sekúnd až minúty, doba vyformovania niekoľko minút a doba vytvrdzovania niekoľko hodín. Materiály sú dvojzložkové (živica + tvrdidlo), s možnosťou prídania sklenených alebo kovových plnív pre dosiahnutie požadovaných vlastností.

Silikónové formy sú použiteľné pre gravitačné odlievanie plastov a kovov s nízkou teplotou tavenia. Po menšej úprave je možné tieto formy použiť aj pre reakčné vstrekovanie pod nízkym tlakom, tzv. metóda RIM (Reaction Injection Moulding). Tepelná odolnosť silikónu je do 400° C, životnosť formy v závislosti od namáhania a tvaru dutiny je rádovo v desiatkach odliatkov. Charakteristickým znakom silikónových materiálov je ich vysoká pružnosť po vytvrdnutí, preto sú odolné voči mechanickým vplyvom a pre formy nie je väčšinou potrebné vyrábať zvláštne jadrá. Nevýhodou ich pružnosti je, že ich nie je možné po vytvrdnutí obrábať a použiť pri konvenčnom vstrekaní. Po vytvrdnutí silikónu, rozrezaní formy a odstránení modelu je forma pripravená na použitie. Kvôli väčšej bezpečnosti procesu odlievania je možné odporučiť vloženie formy do rámu, prípadne iným spôsobom zabezpečiť stabilitu vzájomnej polohy jednotlivých dielov formy (svorkami, oblepením lepiacou páskou po obvode formy a pod.). Odlievajúci materiál je potrebné pripraviť v súlade s inštrukciami výrobcu a v prípade, ak to je možné vykonať samotné odlievanie vo vákuu, čo zabezpečí vyššiu kvalitu odliatkov.



Obr. 5.9: Silikónové formy s PUR odliatkami

## 6. DETAILNÝ DIZAJN – ARCHITEKTÚRA A KONŠTRUKČNÉ RIEŠENIE VÝROBKU

Detailný dizajn výrobku zahŕňa prípravu dokumentácie, obsahujúcej detailné informácie o nasledovných oblastiach:

- súčiastky, prvky, uzly
- štandardizácia,
- rozmery, tvar, tolerancie,
- technologické postupy
- presnosť, rozmerové obvody,
- spoľahlivosť,
- materiály,
- povrchové úpravy,
- servis, zoraďovanie

Vývojovým znakom súčasného konštruovania výrobkov je používanie počítačovej podpory (CAx systémy, groupware, špeciálny softvér, databázové systémy). Detailný dizajn zdôrazňuje potreby:

- precíznosť
- presnosť
- skúsenosti
- neustále a systematické hodnotenie a kontrolu priebehu procesu a dosiahnutých cieľov

Typické riziká pri detailnom dizajne výrobkov sú:

- nevyváženosť častí
- nízka pružnosť detailov
- chyby a nepresnosti
- problémy syntézy
- nadmerné množstvo variantov výrobku

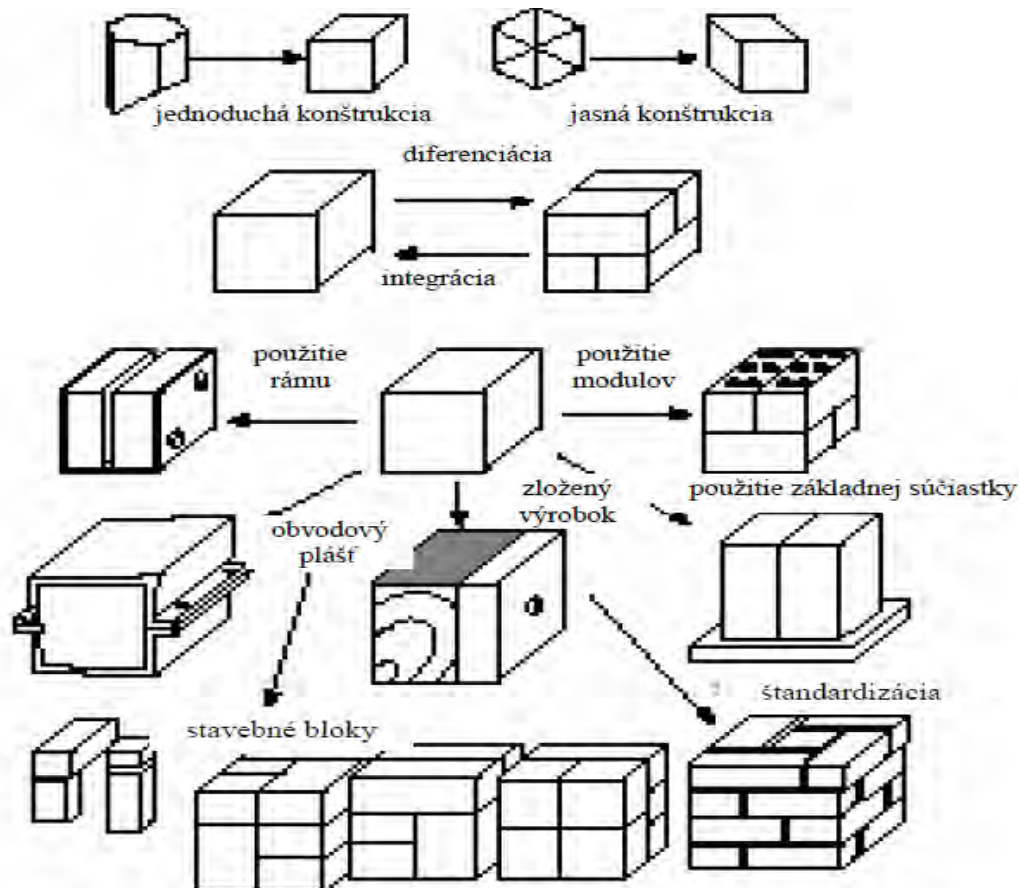
***Ak fáza detailného riešenia nezabezpečí vytýčené ciele, vraciame sa späť ku konceptnému dizajnu, alebo až k špecifikácii výrobku.***

### 6.1 Princípy detailného dizajnu

#### Princíp systemizácie štruktúry výrobku

- Jednoduchá a jasná konštrukcia s dobrou prístupnosťou,
- Diferenciácia a integrácia,
- Používanie:

- rámu,
- modulov,
- obvodového plášťa,
- základnej súčiastky,
- štandardizácie,
- stavebných blokov.
- Oddelenie variantne závislých a variantne nezávislých konštrukčných skupín.



Obr. 6.1: Princíp systemizácie štruktúry výrobku

### Princíp unifikácie konštrukčného riešenia

Používanie už existujúcich konštrukčných skupín:

- Pri konštrukciách sa navrhujú také súčiastky, ktoré sa pri zostavovaní do celkov vyskytujú najčastejšie a pritom zodpovedajú priemernej vypočítanej hodnote. Tým sa získa najmenší možný sortiment súčiastok.
- Unifikácii (zjednocovaniu) podliehajú najmä:
  - lícované spoje,
  - závity,
  - perá,

- drážkové spoje,
- upínacie súčiastky,
- normalizované súčiastky
- Odporúča sa použiť konštrukčné skupiny, ktoré sú komerčne dostupné.

### **Princíp rozčlenenia výrobku na skupiny a podskupiny**

Konštrukcie podskupín a skupín sa navrhujú ako nezávislé montážne celky, ktoré sa zostavujú, regulujú, zbežujú a skúšajú samostatne a na finálny výrobok (stroj) sa namontujú až v konečnom vyskúšanom stave. Postupné vyhotovovanie montážnych celkov umožňuje:

- súčasné a nezávislé zostavovanie jednotlivých častí,
- zjednodušuje montáž,
- uľahčuje použitie hotových a v prevádzke vyskúšaných komponentov a konštrukcií aj v nových výrobkoch.
- Montážne celky okrem iného zjednodušujú demontáž a umožňujú komplexnú výmenu opotrebovaných súčiastok a dielcov.

### **Princípy konštrukčných riešení**

- Konštrukčnú skupinu navrhnuť ako stabilnú z hľadiska polohy, otvorenú z hľadiska prístupnosti s možnosťou jej polohovania.
- Zohľadnenie použitia prípravkov a montážnych nástrojov.
- Vylúčenie možnosti chybného spojenia. Spájané súčiastky sa majú konštruovať tak, aby nebola možnosť namontovať ich chybné (princíp poka-yoke). Konštruktér sa nesmie spoliehať na montážne predpisy, značky, na pozornosť a dôvtip pracovníkov.
- Uprednostňovať smer montáže zhora nadol
- Princíp minimálneho počtu súčiastok, vylúčiť súčiastky plniace rovnakú funkciu.
- Stredenie súčiastok v smere osi. Uloženie montovaných súčiastok sa jednoznačne určuje montážnymi základňami. Tieto neumožňujú pri montáži uložiť súčiastky ľubovoľne.

### **Eliminácia kritických miest**

- Minimalizovať počet spojov a počet druhov spojov
- Zabezpečiť dostatočný priestor pri spájaní
- Uprednostniť priamočiare spojovacie pohyby
- Zabezpečiť možnosť sledovať proces vytvárania spoja
- Redukovať utesňovacie operácie
- Miesta, ktoré je treba utesniť konštruovať čo najmenšie a izolovať ich od funkčných miest, ktoré nie je potrebné utesniť

- Vhodná voľba materiálu súčiastky
- Navrhovať výrazne dosadacie plochy pre dobrú stabilitu polohy súčiastky
- Minimalizovať hmotnosť súčiastok
- Využiť existujúcu funkciu súčiastky
- Používať čo najdlhšie vodiace plochy
- Používať doplnujúce tvary alebo plochy, ktoré slúžia na orientáciu, ustavenie, uchopenie alebo prísun súčiastky
- Tvar a rozmery súčiastok by mali byť také, aby sa jednoducho orientovali a uchopovali v automatickom zariadení
- Používať integráciu niekoľkých súčiastok do jednej, vytvárať bloky súčiastok

### Architektúra vozidla

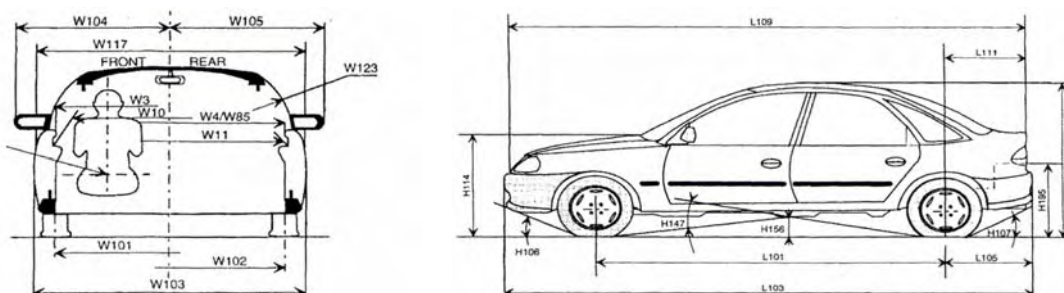
Princíp architektonickej kompozície vytvára v pozorovateľovi dojem z vozidla. Dojmovú veľkosť prvkov vozidla ovplyvňuje:

- členitosť,
- pestrosť,
- drsnosť povrchu,
- kontrast.

Kontrast sa dosahuje tak, že niektorý článok kompozície je úmyselne stavaný do nápadného protikladu k svojmu okoliu, a to tým, že jeho význam je zámerne určitým spôsobom zväčšený alebo zmenšený. Na celku, ako aj na jednotlivých častiach vozidla je nutné použiť jediný sloh (štýl), t. j. jednotu výtvarného výrazu, ktorý je zrejмый v spoločných jednotiacich znakoch.

### Detailný dizajn – exteriér automobilu

- Racionálnosť konštrukcie, prejavujúca sa tesnejšou väzbou medzi konštrukciou, technológiou výroby a tvarom vozidla,
- Starostlivé prepracovanie tvarov vozidla z hľadiska aerodynamických vlastností,
- Dostatočná tuhosť karosérie z hľadiska životnosti a pasívnej bezpečnosti. Preferuje sa tvarové riešenie (výstuže, rebrá...)



Obr. 6.2: Detailný dizajn – exteriér automobilu

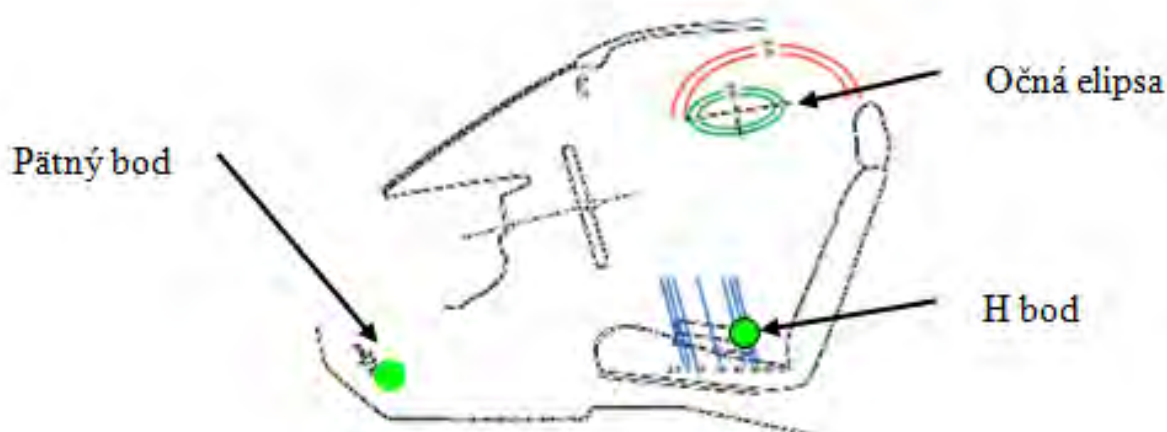
## Detailný dizajn – hnacia sústava

- Minimalizácia hmotnosti, optimalizácia pomeru výkon/hmotnosť
- Spoločnosť riadenia a ovládania – životnosť predpísaná normami
- Predimenzovanie mechanických a dynamických vlastností v rámci schválených noriem

## Detailný dizajn – interiér

- Vnútorň priestor musí byť dostatočne tuhý
- Bezpečne zakotvený zádržný systém
- Minimálne miestne vniknutia častí vozidla do kabíny
- Zachovanie dostatočne veľkého priestoru na prežitie (dostatočne veľká dráha na premiestnenie cestujúcich po náraze dopredu pôsobením zotrvačnosti)
- Ergonomické požiadavky, komfort cestujúcich
- Súlad so vzhľadom exteriéru

## 6.2 Dôležité zóny a body vo vozidle



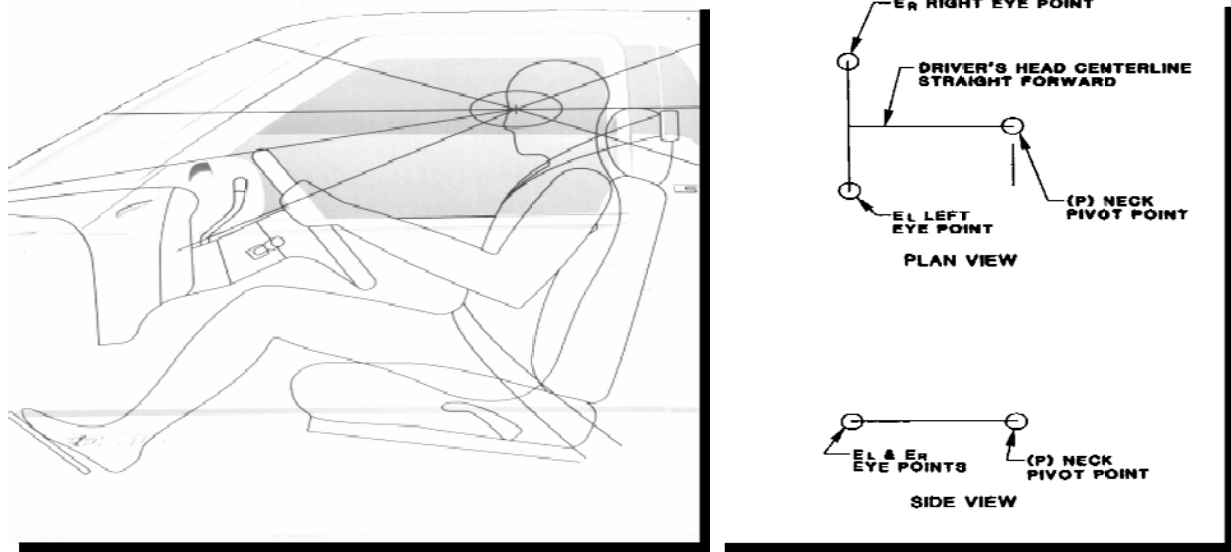
Obr. 6.3: Dôležité zóny a body vo vozidle

### Očná elipsa

Definuje rozhľad z pozície šoféra, predstavuje statické prevedenie vodičovho výhľadu v aute. Rozhranie má eliptický tvar. Elipsa musí zabezpečiť dobrý rozhľad vo vozidle a výhľad z vozidla. Štartovací bod pri návrhu nového vozidla – bezpečnosť je ohrozená keď má vodič zlý výhľad z vozidla. Body E a P – definujú očnú elipsu (obr. 6.4)

- bod E reprezentuje pravé a ľavé oko vodiča
- stredné oko je umiestnené v strede medzi dvoma E bodmi
- bod P reprezentuje hlavný prvok na stavci krčnej chrbtice (bod otáčania)





Obr. 6.4: Očná elipsa

### Referenčný bod sedenia – SRP

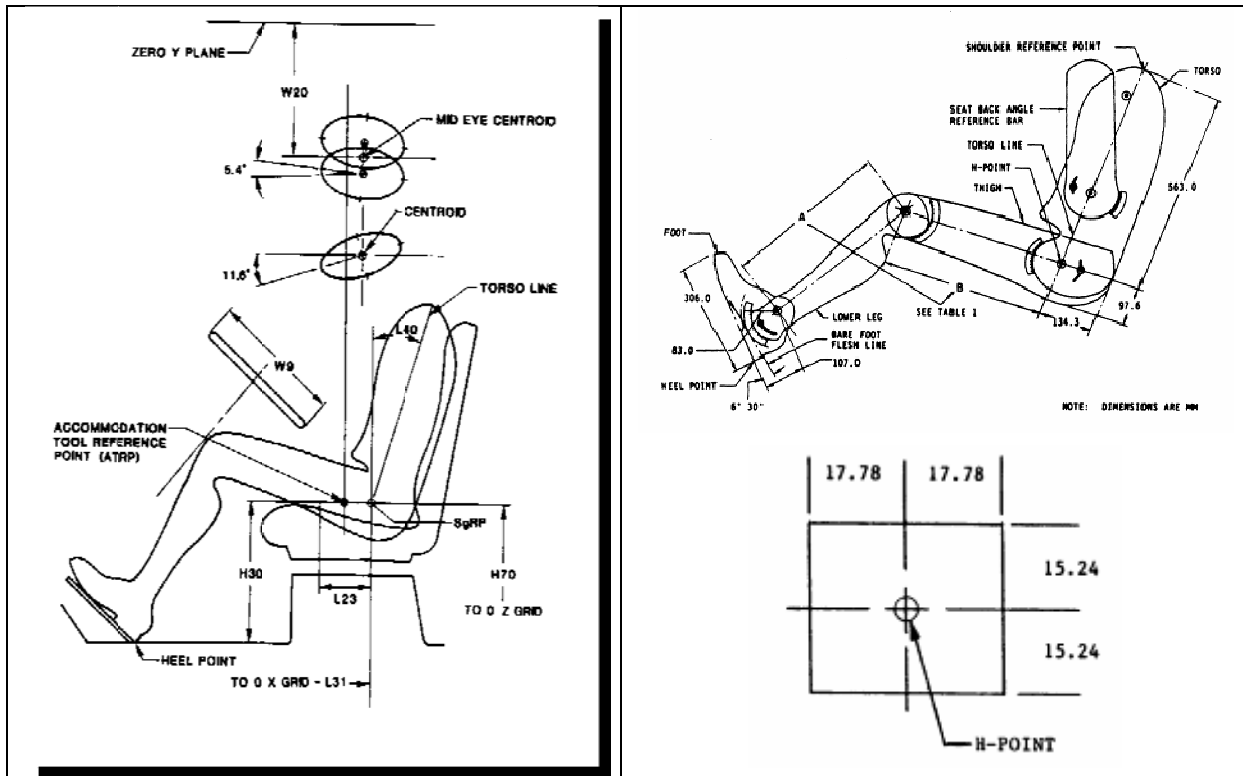
Je umiestnený v sediacej časti vodiča. Pozícia sedenia sa určí na základe odvodenia pomocou očnej elipsy. Bod SRP (obr. 6.5) definuje OEM podľa geometrie:

- Uhol chodidla
- Uhol kolena
- Pätný bod (plynový pedál)
- Bedrový uhol
- Uhol opretia a/alebo uhol trupu

Je to rozhodujúci bod, podľa ktorého sa určí poloha bodu H (obr. 6.6)

### H bod

Simuluje kľúčový stredový bod medzi ľudským trupom a stehnom v oblasti bedrového kĺbu. Nesprávne určenie bodu H môže ovplyvniť bezpečnosť pasažiera. Základný vzťažný bod, od ktorého sa odvíjajú všetky ostatné rozmery a ergonómia vozidla. Najlepšia pozícia pre pasažiera sediaceho v sedadle je, ak jeho panvový kĺb sa nachádza v tomto bode. Tento bod sa nemôže zovšeobecňovať na všetkých ľuďoch a preto má tento bod isté predpísané tolerancie v osiach X, Y a Z.



Obr. 6.5: Referenčný bod sedenia SRP

Obr. 6.6: H bod

## Antropometrika a ergonómia

Pre oblasť navrhovania interiéru automobilov je nevyhnutné definovať tzv. zónu dosahu rúk (hand servicing zone) a do tejto oblasti umiestniť všetky dôležité ovládacie prvky. Tieto sa rozmiestňujú podľa priority:

- Prvky riadenia vozidla (volant, prevodovka, smerovky, pedále)
- Komfortné systémy (nastavenie sedadiel, klimatizácia, ovládanie okien, ...)
- Doplnkové prvky (rádio, elektronické systémy)
- Ostatné

## Výber materiálov

- Kovové materiály:
  - ULSAB, presné prístrihy na mieru (tailored blanks)
  - Hliníkové diely
  - Ľahké zliatiny (napr. elektrón)
  - Oceľové sendvičové materiály
  - Kovové peny, kovové štruktúry (napr. hexagonálna voština)
- Plastové materiály (tab. 6.1).
- Ďalšie (drevo, koža, sklo...)

Tab. 6.1: Plastové materiály využívané v automobiloch

Materiál (skratka)	Názov plastu	Typ	Obchodné názvy (príklad)	Príklad použitia
ABS	Kopolymér akrylonitril-butadién-styrén	TP	Teluran	Kryty kolies, vnútorné vybavenie
EP	Epoxidové živice	TS	CHS Epoxiester	Kompozity
PA	Polyamidy	TS, E	Silon, Nylon, Rilsan, Duretan	Puzdra, ovládacie prvky
PC	Polykarbonát	TS	Lexan, Makrolon	Kryty elektro, skla svetiel
PE	Polyetylén	TP	Hostalen	Tepelné izolácie
PP	Polypropylén	TP	Hostalen PP	Nárazníky
PP/EDM	PP modifikovaný kaučukom	TP	Keltan	Nárazníky
PU PU-RIM PU-RRIM PU-TPU	Polyuretány-reakčne vstrekovaný, zosilnený, termoplastický	TS, E	Bayflex, Moltan, Elastoflex, Desmopan	Nárazníky, držadlá, izolácie, sedadlá, prístrojové dosky
PVC	Polyvinylchlorid	TS, E	Novodur, Hostalit	Vnútorné koženky
UP	Nenasýtený polyester	TS	CHS polyester, Prepreg	Malosériové karosárske diely, opravy
PMMA	Polymetylmetakrylát	TP	Plexisklo, Krasten	Staršie „sklá“ smeroviek
PS,SB	Polystyrén (nie penový) styrén-butadién	TP, SB		Ovládacie prvky interiéru
PBTP	Polytereftalát	TS	Ultradur, Pocan	Ovládacie prvky interiéru
PF	Fenolformaldehydová živica	TS	Bakelit	Elektroskrinky
MF	Melanimformaldehydová živica	TS		Elektrosúčiastky
EPDM	Etylénpropylén-dimér			
GFK	Sklolaminát			

## 7. REVERZNÉ INŽINIERSTVO A DIGITALIZÁCIA

Reverzné inžinierstvo je proces duplikácie existujúceho komponentu, zostavy, či produktu, bez toho, aby boli k dispozícii výkresy, dokumentácia, či počítačový model. Jeho cieľom je analyzovať systém tak, aby bolo možné [9]:

- Identifikovať komponenty systému a ich vzájomné vzťahy
- Vytvoriť model systému v inej forme, alebo na vyššej úrovni abstrakcie
- Vytvoriť fyzický model systému

Reverzné inžinierstvo teda zahŕňa všetky aktivity, ktoré umožňujú determinovať funkčný princíp produktu, či idey a technológie, ktoré boli pôvodne použité pri vývoji produktu. Je možné ho použiť na osvojenie si procesu návrhu, či ako východisko pre proces redizajnu tak, aby bolo možné:

- Sledovať a zhodnotiť mechanizmy, ktoré umožňujú funkčnosť výrobku
- Analyzovať a študovať vnútorné pochody mechanického výrobku
- Porovnať existujúce zariadenie s vlastnými ideami a navrhnuť zlepšenie

Reverzné inžinierstvo predstavuje bežný prístup v rôznych odvetviach, ako napríklad v softvérovom inžinierstve, počítačovom, elektronickom, chemickom priemysle, ako aj v automobilovej, či všeobecne v strojárskvej výrobe. Medzi bežnú prax patrí, že po uvedení nového stroja na trh zakúpi konkurenčný výrobca jeden stroj, ktorý rozoberie, aby určil, akým spôsobom bol vyrobený a na akom princípe pracuje. V chemickom priemysle zase reverzné inžinierstvo pomáha napadnúť konkurenčný výrobný proces chránený patentom. Vo všeobecnosti však pomáha okrem iného skrátiť inovačný, či vývojový cyklus tým, že je možné využiť pozitívne vlastnosti a dobré nápady v ďalšej generácii produktov a eliminovať možné riziká. V procese návrhu dizajnu sa často stáva, že dizajnéri používajú na zhmotnenie svojich ideí rôzne modelovacie hmoty, napr. hlinu, drevo, plasty, gumovú penu apod., avšak na to, aby daný tvar bolo možné vyrobiť, je potrebné mať k dispozícii CAD model. Ak je model tvarovo komplikovaný, čo v procese CAD návrhu znamená, že obsahuje tzv. plochy voľného tvaru (tzv. free-form), jeho CAD modelovanie sa stáva komplikovaným, či dokonca nemožným. V takom prípade totiž nie je možné zaručiť, že CAD model bude akceptovateľne podobný ručne vymodelovanému tvaru. V takomto prípade je riešením reverzné inžinierstvo, keďže fyzický model je zdrojom informácií pre CAD model. Tento proces je niekedy označovaný ako „od súčiastky k CAD modelu“ (part-to-CAD).

Hlavnou úlohou reverzného inžinierstva je skrátenie času potrebného na vývoj. V silne konkurenčnom prostredí globálnych trhov hľadajú výrobcovia neustále nové spôsoby, ako skrátiť dobu uvedenia nových produktov na trh. Metóda rýchleho vývoja produktov (Rapid product development – RPD) je založená na využívaní nových technológií a techník, ktoré pomáhajú výrobcovi a konštruktérovi pri plnení

požiadaviek na skracovanie času potrebného na vývoj. Typickým príkladom je oblasť výroby plastových výrobkov, kde sú výrobcovia nútení drasticky redukovať čas vývoja nástrojov a trysiek. Aplikáciou reverzného inžinierstva je možné trojrozmerný výrobok alebo model rýchlo pretransformovať do digitálnej podoby, následne v CAD systéme upraviť a upravený model exportovať pre použitie napr. pri výrobe s využitím počítačovo riadených technológií. Reverzné inžinierstvo sa uplatňuje najmä z nasledovných dôvodov a v nasledovných prípadoch:

- Pôvodný výrobca buď zanikol, alebo daný produkt už nevyrába
- Nie je k dispozícii adekvátna dokumentácia originálneho návrhu produktu
- Pôvodná dokumentácia produktu sa stratila, či nikdy nebola vytvorená v náležitej forme
- Je potrebné odstrániť určité negatívne vlastnosti produktu. Napríklad, nadmerné opotrebenie indikuje, v ktorých miestach je potrebné upraviť konštrukciu súčiastky.
- Posilniť dobré vlastnosti produktu, založené na dlhodobom užívaní produktu
- Analyzovať dobré a zlé vlastnosti konkurenčného výrobku
- Preskúmať nové spôsoby zlepšenia parametrov a úžitkových vlastností produktu
- Vytvoriť metódy konkurenčného benchmarkingu, analyzovať konkurenčné výrobky a vyvinúť lepšie výrobky
- Pôvodný CAD model nie je dostatočne vyhovujúci pre podporu modifikácií alebo súčasných výrobných metód
- Pôvodný dodávateľ nie je schopný alebo ochotný dodať doplnkové diely
- Pôvodný výrobca nie je schopný či ochotný dodať náhradné diely, alebo za ich dodanie požaduje neúmerne vysokú cenu
- Nahradenie zastaraných materiálov a výrobných procesov novšími a menej nákladnými technológiami

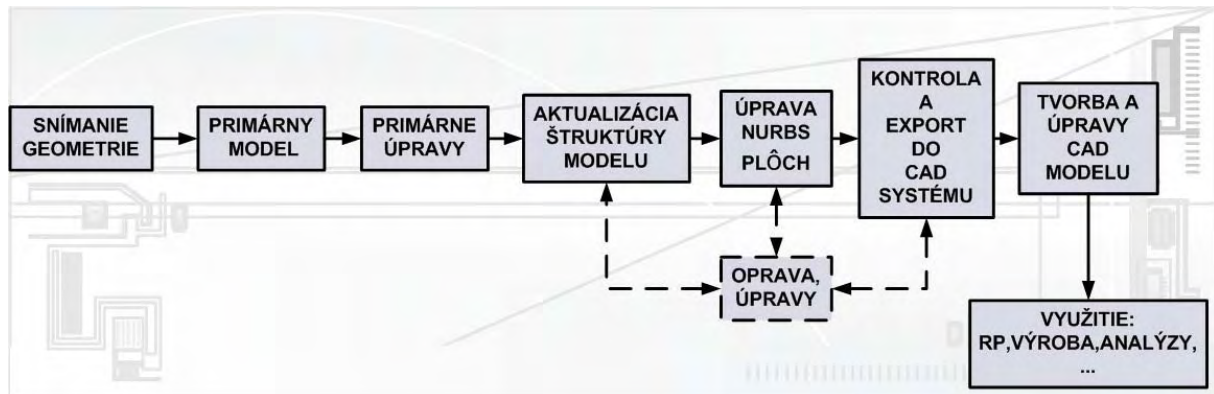
Reverzné inžinierstvo umožňuje duplikáciu existujúceho výrobku získaním fyzických rozmerov, charakteristík a materiálových vlastností. Základným predpokladom efektívnosti je vykonanie dobre naplánovanej analýzy životného cyklu a analýzy nákladov a výnosov pre overenie vhodnosti projektu. Vo väčšine prípadov je reverzné inžinierstvo ekonomicky efektívne len v prípade, ak dané výrobky zaručia návratnosť vysokých investícií, alebo budú reprodukované vo veľkých množstvách [13]. Výnimkou v prípade ekonomickej neefektívnosti je, ak daný výrobok či komponent je nevyhnutne potrebný a kriticky dôležitý pre systém.

## 7.1 Digitalizácia

Najvýznamnejšiu oblasť reverzného inžinierstva využívanú v produkt dizajne predstavuje **digitalizácia**, získavanie trojrozmerných dát vo forme tzv. mrakov bodov alebo 2,5-rozmerných dát vo forme kontúr prierezov v smere osi z, a to pomocou snímacích zariadení, tzv. 3D skenerov alebo počítačovej tomografie (CT). Reprezentácia geometrie telesa pomocou povrchových bodov je prvým krokom pri



vytváraní parametrických povrchových plôšok. Pomocou príslušného softvéru sa následne vytvorí povrchová sieť. Vyčistená povrchová sieť, NURBS krivky, či NURBS plochy sú následne exportované do CAD balíka na ďalšie upravenie, analýzu a generovanie nástrojových dráh pre CAM. Typický postup v procese reverzného inžinierstva predstavuje skenovanie objektu a následnú úpravu získaných dát pomocou modelovacieho a/alebo CAD programu. Schému procesu ilustruje obrázok 7.1.



Obr. 7.1: Schéma procesu digitalizácie

Jednotlivé kroky v uvedenej schéme obsahujú nasledovné činnosti:

- **Snímanie geometrie.** Prvou fázou v tomto kroku je príprava súčiastky, ktorá závisí od konkrétnej používanej technológie. Napr. pri dotykových skeneroch je potrebné súčiastku zafixovať, aby v priebehu skenovania nedošlo ku jej posunutiu, pri optických skeneroch zase v prípade lesklých plôch, ktoré by mohli odrážať svetlo, tieto nastriekať matnou farbou, apod. U niektorých technológií je potrebné skener najprv nakalibrovať a väčšina výrobcov odporúča na skenovaných plochách zdefinovať tri kontrolné body, pomocou ktorých je možné overiť, či z nejakého dôvodu nebol proces snímania ovplyvnený a či nedochádza k nepresnostiam. Pomocou kontrolných bodov je potom možné aj eliminovať riziko znehodnotenia získaných údajov. Keď je súčiastka a zariadenie pripravené, je možné začať s procesom snímania geometrie. Po získaní potrebného množstva dát je možné pristúpiť k ich úprave.
- **Primárny model.** Výstupom predchádzajúceho kroku je väčšinou buď tzv. mrak bodov (point cloud), alebo (najmä pri tzv. 2,5 D skenovaní) súbor kontúr. Ich pospájaním vznikne primárna sieť, a jej vyplnením plôškami zase primárny polygónový model. Tento je nevyhnutné upraviť, keďže primárny model je pomerne nepresný, čo je spôsobené výskytom chybných prvkov, zapríčineným vonkajšími vplyvmi, ako aj nepresnosťou zariadenia. Sieť sa očistí, vyhladí a upraví sa do požadovaného tvaru a presnosti.

- **Primárne úpravy.** Po vykonaní elementárnych úprav siete sa s použitím automatických nástrojov, ako sú dynamické šablóny a nástroje na detekciu nakreslia alebo vytvoria riadiace krivky siete.
- **Aktualizácia štruktúry modelu.** Použitím poloautomatických nástrojov sa pomocou riadiacich kriviek vytvorí reštrukturalizovaná sieť, ktorá už má charakter objektu NURBS (neuniformné racionálne B – krivky).
- **Úprava NURBS plôch.** NURBS plochy je možné pomocou 3D modelovacieho programu ľubovoľne upravovať tak, aby bolo možné dosiahnuť výslednú NURBS plochu, ktorá bude spĺňať požiadavky na požadovanú presnosť a hladkosť.
- **Kontrola a export do CAD systému.** Ak NURBS objekt vyhovuje požiadavkám, je možné ho exportovať do CAD systému. V tejto fáze sa z neho stáva 3D CAD model, ktorý je možné upravovať a používať podľa potreby. Je možné ho exportovať ako STL súbor do RP zariadenia, vygenerovať výkresovú dokumentáciu, pomocou CAM systému použiť na generovanie riadiaceho NC programu, či pomocou CAE systému virtuálne testovať.

## 7.2 Technológie digitalizácie

Digitalizácia objektov je možná vďaka skenovacím zariadeniam, ktoré umožňujú prevod reálnych trojrozmerných objektov do digitálnej podoby. Princíp 3D skenerov je založený na snímaní povrchu objektu v diskretných bodoch, z čoho vyplýva že zdigitalizovaný objekt je v počítači prezentovaný v priestore ako tzv. mrak bodov. Tzv. 2,5 D skenery pracujú na princípe snímania geometrie telesa po vrstvách, pričom hrúbku vrstvy má užívateľ možnosť nastaviť (samozrejme, v rámci možností zariadenia). U týchto zariadení je objekt prezentovaný ako súbor plôch priereзов (resp. obrysových kriviek) s fixne definovaným prírastkom (krokom) v smere osi z.

Digitalizačné zariadenia sa od seba líšia najmä princípom, ako dochádza k snímaniu geometrie objektu a z tohto hľadiska ich môžeme rozdeliť podľa toho či technológia snímania je kontaktná alebo bezkontaktná. V prvom prípade ide o 3D skenery a stacionárne súradnicové meracie systémy CMM (Control Measuring Machine). Bezkontaktné systémy pracujú najčastejšie na laserovom alebo optickom princípe. Vo väčšine prípadov sa používajú nedeštruktívne zariadenia, ktoré súčiastky pri snímaní nezničia. Podľa spôsobu snímania geometrie sa zariadenia delia na:

### 3D skenery:

- **Dotykové:** hrotovým snímačom snímajú diskretné body alebo krivky. Týmto sa následne prekladajú plochy pomocou softvéru, čo sa odráža na najvyššej prácičnosti zo všetkých metód.
- **Ultrazvukové** používajú na snímanie geometrie odraz ultrazvukového signálu od povrchu telesa.
- **Optické** využívajú biele svetlo s vysokou intenzitou, pomocou ktorého premietnu na snímaný povrch mriežku. Túto zosnímajú dve kamery pod

rôznymi uhlami, čím sa získajú jednoznačné koordináty celej snímanej geometrie v priestore. Táto metóda je zo všetkých najrýchlejšia, využíva sa napr. na kontrolu výliskov na lisovacej linke v automobilkách.

- **Laserové** využívajú snímanie laserového lúča, odrazeného od povrchu telesa. Výhodou tejto metódy je vysoká presnosť snímania, jednoduchá obsluha a možnosť prispôsobiť si presnosť snímania konkrétnym požiadavkám a potrebám.

### 2,5 D skenery:

- **Deštruktívne** predstavujú vlastne kombináciu frézovačky a 2D skenera. Teleso sa upevní na pracovnej ploche a po zosnímaní tvaru (prierezu) najvyššej vrstvy pomocou skenera sa z telesa odfrézuje tenká vrstva materiálu a novovzniknutý povrch (prierez) sa opäť zosníma. Tento proces sa opakuje, kým nie je zosnímané celé teleso a následne sa jednotlivé „snímky“ vrstiev spoja pomocou softvéru do 3D modelu.
- **Röntgenové** (CT – počítačové tomografy) a magneticko-rezonančné sa okrem priemyselných aplikácií hojne využívajú aj v medicíne.



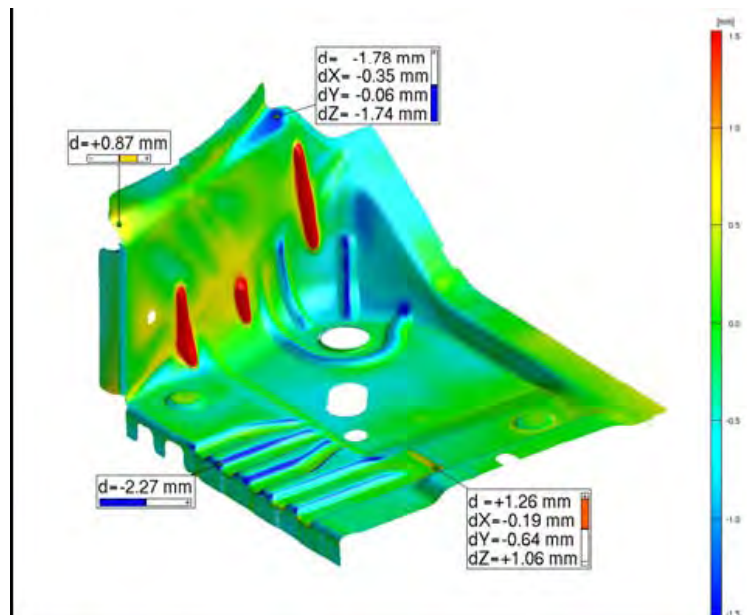
Obr. 7.2: 3D skenery:

a) dotykový, b) ultrazvukový, c) optický, d) deštruktívny, e) laserový

### 7.3 Podpora produkt dizajnu využitím reverzného inžinierstva a digitalizácie

Reverzné inžinierstvo ako metóda v intenciách automobilového priemyslu, či strojárkej výroby ako takej, predstavuje silný nástroj pri plánovaní, vývoji a inováciách produktov, čím pomáha udržať konkurenčnú schopnosť podniku. Proces reverzného inžinierstva začína od fyzického objektu a smeruje naprieč procesom

dizajnu v opačnom smere až po fázu stanovenia definície produktu. Takýmto spôsobom sa snaží získať maximálne množstvo informácií o ideách návrhu, ktoré boli použité na výrobu daného produktu. Možnosti využitia technológií reverzného inžinierstva, najmä digitalizácie, však presahujú rámec oblasti návrhu produktu, pri vhodnej aplikácii ich je možné využiť aj ako nástroj pre projektovanie a riadenie výroby. Typickým príkladom je použitie 3D skenerov pri výrobných linkách ako nástroja pre kontrolu kvality pri porovnávaní skutočne vyrobených súčiastok s výrobnou dokumentáciou, resp. 3D CAD modelmi. Takýmto spôsobom je potom možné napr. určiť mieru opotrebenia nástrojov, a to rýchlym spôsobom, navyše bez nutnosti prerušenia výrobného procesu. Kvalitné zariadenie s kvalitnou softvérovou podporou dokáže rádo v priebehu niekoľkých minút fyzický výrobok zosnímať, porovnať ho s CAD modelom a dokonca automaticky vygenerovať protokol o kontrole. Na obrázku 7.3 je príklad takejto aplikácie – využitie zariadenia FARO s podporou programu GM studio.



Obr. 7.3: Analýza odsnímaného výlisku v programe GM studio

Pred začatím procesu reverzného inžinierstva je potrebné uistiť sa, že bolo vyvinuté všetko úsilie pre získanie existujúcich technických údajov. Napríklad, začať s reverzným inžinierstvom je možné vtedy, ak vznikne potreba náhradných dielov a príslušná technická dokumentácia je buď stratená, zničená, nekompletná, je vlastníctvom iného subjektu, alebo nebola nikdy vytvorená. Reverzné inžinierstvo však môže byť potrebné aj v prípade, ak alternatívne metódy získania technickej dokumentácie vyžadujú vyššie náklady ako samotný proces reverzného inžinierstva. Pri riešení otázky reverzného inžinierstva v procese rýchleho vývoja výrobkov je potrebné zohľadniť štyri hlavné aspekty: etické, aplikačné, technologické a ekonomické. Pri plánovaní reverzného inžinierstva je nevyhnutné zaoberať sa každou z týchto oblastí, vykonať potrebné analýzy tak, aby bolo možné dosiahnuť optimálny prínos.

## 7.4 Aspekty reverzného inžinierstva

### Etické aspekty reverzného inžinierstva

Vo všeobecnosti je veľké množstvo produktov chránených copyrightom a patentmi. Patenty sú ako také silnejším prostriedkom ochrany proti kopírovaniu, keďže chránia nápady a prístupy k riešeniu funkčnosti nového produktu, kým copyright chráni len vzhľad a vonkajšiu podobu, t.j. dizajn objektu. V mnohých prípadoch však patenty slúžia výhradne iba ako varovné znamenie, ktorým sa subjekt snaží odradiť konkurenciu. V takomto prípade je možné postupovať nasledovne:

- Vyjednávať o získaní licencie na využitie nápadu
- Dokázať, že nápad nie je nový a dospieť k nemu môže zvyčajným spôsobom ktokoľvek so skúsenosťami v danej oblasti
- Realizovať drobnú zmenu a dokázať, že na takto zmenený produkt sa nevzťahuje patent

Ďalšie odporúčenia v oblasti etických aspektov reverzného inžinierstva je možné zhrnúť v nasledovných bodoch:

- Nezačínať proces reverzného inžinierstva, ak je v dodacej zmluve na produkt, jeho časti, či náhradné diely výslovne zakázaný
- Realizovať proces výhradne s využitím údajov, ktoré sú bežne voľne dostupné (napríklad na web stránkach, v časopisoch apod.)

Ak sa subjekt pre reverzné inžinierstvo rozhodne, musí si byť istý, že:

- Dokázateľne nemá prístup ku tajným údajom, týkajúcim sa projektu
- Nenavštívi prevádzku pôvodného výrobcu
- Nie je/nebol takým partnerom (v prípade osoby zamestnancom) originálneho výrobcu, ktorý by mal prístup k tajným informáciám, podnikovej dokumentácii a pod.
- Spoločne a podrobne bude viesť a archivovať dokumentáciu o každom výrobku či súčiastke, na ktoré bolo aplikované reverzné inžinierstvo. Takto získa k dispozícii záznam, ktorý v prípade sporu či súdneho procesu bude slúžiť ako nezvratný dôkaz, že reverzné inžinierstvo bolo realizované legálne a v súlade s platnou legislatívou.

### Aplikačné aspekty reverzného inžinierstva

Aplikačné aspekty reverzného inžinierstva sa týkajú spôsobu jeho využitia v podnikovej praxi. Ako také majú veľký vplyv na projektovanie systému a plánovanie procesov a disponibilných zdrojov. V tejto oblasti je potrebné vyriešiť otázky optimalizácie využitia potenciálu dostupných technológií, resp. rozhodnúť o výbere vhodnej metódy podľa potrieb a možností subjektu.



Ako už bolo spomenuté, technológie reverzného inžinierstva je možné použiť aj pri kvalite kontroly. Otázkou je, či daný subjekt plánuje využiť zariadenie aj takto, alebo má byť výhradne určené iba pre vývoj produktov a tvorbu CAD dokumentácie. V prvom prípade je potrebné uprednostniť obstaranie vlastnej technológie pred outsourcingom a rýchlejšie a presnejšie technológie. V oboch prípadoch je však nevyhnutné vykonať analýzu portfólia súčiastok z hľadiska geometrie, resp. ich tvaru, teda to, aké informácie sú pre daný subjekt dôležité a analýzu predpokladaného objemu reverzného inžinierstva. Hlavnými kritériami pri výbere metódy pre implementáciu reverzného inžinierstva sú: tvarová komplexnosť súčiastok, typické rozmerové charakteristiky, predpokladaný objem reverzného inžinierstva a spôsob využitia údajov, ktorý zahŕňa aj analýzu disponibilného softvérového vybavenia. Prehľad aplikačných aspektov jednotlivých kategórií uvádza tabuľka 7.1.

Tab. 7.1: Aplikačné charakteristiky 3D skenerov

Kategória	Určenie	Výhody	Nevýhody	Využitie
<b>Dotykové</b>	Vonkajšie, väčšie, menej komplikované plochy, bez rozmerovo malých prvkov	Nízka cena	Náročnosť procesu, nízka rýchlosť, malá presnosť	Dizajn, jednoduchšie aplikácie, malá frekvencia používania
<b>Optické</b>	Vonkajšie plochy, väčšie otvory, textúry, aj veľké objekty, obmedzene aj rozmerovo malé prvky	Rýchlosť procesu, veľký pracovný priestor, automatizácia procesu	Vyššia cena, nižšia presnosť	Dizajn, vývoj, súradnicové meranie, MKP analýzy, vysoká frekvencia používania
<b>Laserové</b>	Vonkajšie plochy, otvory, komplikované plochy	Vysoká presnosť, kvalita výstupu, veľký pracovný priestor	Vysoká cena	Dizajn, vývoj, meranie, MKP analýzy, kontrola kvality, vysoká frekvencia používania
<b>CT</b>	Vonkajšia aj vnútorná geometria, aj veľké objekty	Automatizácia, kvalita výstupu, veľké rozmery súčiastok, priaznivý pomer kvalita/rýchlosť	Vysoké náklady, špeciálne požiadavky na pracovisko	Dizajn, vývoj, meranie, analýzy, kontrola kvality, vysoká frekvencia používania
<b>Deštrukčné</b>	Vonkajšia aj vnútorná geometria, rozmerovo malé až stredne veľké objekty	Vysoká presnosť, kvalita výstupu	Deštruktívna metóda, nízka rýchlosť, malá pracovná plocha, vyššie prevádzkové náklady	Dizajn, vývoj, meranie, analýzy, kontrola kvality, stredne vysoká frekvencia používania
<b>Ultrazvukové</b>	Vonkajšia aj vnútorná geometria, tvarovo jednoduchšie objekty	Nízka cena, jednoduchá obsluha	Nízka kvalita, malá presnosť	Dizajn, animácia, grafika apod.

### Technologické aspekty reverzného inžinierstva

Technologické aspekty sa týkajú priameho rozhodovania o konkrétnom spôsobe riešenia otázky reverzného inžinierstva z hľadiska použitej technológie. Ako také úzko súvisia, resp. nadväzujú na aplikačné aspekty. Vychádzajú z analýzy portfólia

súčiastok, t.j. analýzy ich geometrických parametrov a na ich základe je možné potom stanoviť požiadavky na zariadenie, ako sú:

- požadovaný snímateľný objem
- presnosť snímania
- rýchlosť snímania
- kvalita procesu
- prenosnosť zariadenia
- prácnosť spracovania získaných údajov,

Technologické aspekty jednotlivých kategórií 3D skenerov ilustruje tabuľka 7.2.

Tab. 7.2: Technologické aspekty jednotlivých kategórií 3D skenerov

Parameter	Kategória 3D skenerov					
	Dotykové	Optické	Laserové	CT	Deštrukčné	Ultrazvukové
Maximálny snímateľný objem	Dostatočný	Veľký	Veľký	Veľký	Obmedzený	Dostatočný
Presnosť snímania	Vyhovujúca	Veľmi dobrá	Excelentná	Dobrá	Veľmi dobrá	Nízka
Rýchlosť snímania	Veľmi nízka	Veľmi vysoká	Vysoká	Dobrá	Prijateľná	Prijateľná
Kvalita procesu (automatizácia)	Nízka	Vysoká	Dobrá až vysoká	Veľmi vysoká	Vysoká	Nízka
Prenosnosť zariadenia	Obmedzene	Obmedzene	Áno	Nie	Nie	Obmedzene
Prácnosť spracovania	Vysoká	Prijateľná	Prijateľná	Malá	Malá	Stredne vysoká

### Ekonomické aspekty reverzného inžinierstva

Ekonomické aspekty majú hlavný význam pri plánovaní konkrétnej realizácie procesu vývoja produktov. Súvisia hlavne s otázkami, či reverzné inžinierstvo vykonávať vo vlastnej réžii, alebo v rámci outsourcingu, resp. ako nájsť vhodný kompromis pre dosiahnutie optimálnej návratnosti nákladov. Obstarávacie náklady na technológiu je možné rozdeliť do štyroch kategórií:

- **Náklady na zariadenie.** Ceny 3D skenerov sa pohybujú rádo vo rozpätí niekoľko tisíc až desaťtisíce Eur u laserových a CT skenerov, v závislosti od konkrétnej konfigurácie. Pri drahších skeneroch je potrebné počítať tiež s ročnými servisnými poplatkami, ktoré sú zvyčajne súčasťou dodacieho kontraktu a ktoré môžu dosahovať výšku až 10% z ceny zariadenia.
- **Náklady na softvér.** Základnou súčasťou dodávky zariadenia je inštalčné CD, ktoré obsahuje softvérové ovládače pre inštaláciu zariadenia a jednoduchý program pre spracovanie získaných údajov. Väčšinou si však praktické využívanie zariadenia vyžaduje aj komplexnejšie softvérové riešenia. Ich ceny

dosahujú v mnohých prípadoch výšku aj nad 50% z ceny zariadenia, ich výhodou však je, že sú riešené modulárne, čiže zákazník má možnosť si pri ich kúpe vybrať a platiť len za to, čo skutočne potrebuje. Investovať do kvalitného softvéru sa veľmi odporúča, umožňuje to prudko zvýšiť efektívnosť celého procesu a pri vhodnom návrhu celého systému reverzného inžinierstva je zaručená rýchla návratnosť investícií.

- **Náklady na vybavenie pracoviska.** Okrem samozrejmosti, akou je potreba PC s operačným systémom a pripojením na počítačovú sieť, sú potrebné aj ďalšie náklady. Vybavenie pracoviska počítačom predpokladá počítač s parametrami grafickej, či CAD pracovnej stanice, t.j. s veľkým monitorom, kvalitnou grafickou kartou a dostatočne veľkou pamäťou RAM. Čo sa týka ďalších nákladov, u väčšiny zariadení je potrebné vyriešiť otázku umiestnenia, resp. ustálenia, či uchytenia snímaného objektu. Väčšina 3D skenerov je určených pre kancelárske podmienky, t.j. s relatívne stálou teplotou okolia a vlhkosťou vzduchu a bez vibrácií. Výnimku tvoria deštruktívne, CT a MRI skenery, ktorých používanie negatívne vplyva na hygienu pracovného prostredia a preto je pre nich potrebné vyčleniť a prispôsobiť samostatné pracovisko.
- **Náklady na pracovnú silu a prevádzkové náklady.** Súčasťou dodávky zariadení býva štandardne aj zaškolenie personálu, ktoré nebýva nijak zvlášť náročné, keďže filozofia systémov je orientovaná na dodávanie tzv. user-friendly (nenáročné na obsluhu, priateľské k užívateľovi) zariadení. Počiatočná kvalifikácia užívateľa však musí byť taká, aby dobre ovládal prácu s CAD systémami. Čo sa týka viazanosti pracovníka na činnosti spojené s procesom reverzného inžinierstva, spotreba času sa líši v závislosti od používaného zariadenia, komplikovanosti objektu, skúseností a zručnosti. Vo všeobecnosti je však možné povedať, že snímanie údajov predstavuje maximálne 10% spotreby času celého procesu (okrem dotykových 3D skenerov), najviac času zaberá úprava NURBS plôch. Dotykové 3D skenery predstavujú v tomto prípade výnimku, keďže tvorba a úprava NURBS plôch sa sčasti prekrývajú s procesom snímania a celkovo celý proces trvá dlhšie, v porovnaní s ostatnými metódami až dvojnásobne. Priemerne veľká a stredne komplikovaná súčiastka (napr. spätné zrkadlo osobného automobilu) môže byť spracovaná optickými a laserovými metódami v priebehu rádovo desiatok minút, kým dotykovým skenerom sa spotreba času pohybuje okolo 20 hodín.

Riešenie reverzného inžinierstva v rámci outsourcingu je výhodné pri relatívne malej frekvencii, alebo v prípade, ak je spektrum súčiastok rôznorodé. Typické náklady na hodinu práce v rámci outsourcingu sa pohybujú okolo 100 €, teda priemerne veľká a stredne komplikovaná súčiastka (20 hodín práce) predstavuje náklady okolo 2000 €.

## 8. RAPID PROTOTYPING – RÝCHLA PRÍPRAVA MODELOV A PROTOTYPOV

### 8.1 Základné pojmy

- **Model výrobku:** Konkretizácia (zhmotnenie idey, konceptu) výrobku, ktorá je používaná pri rozhodovaní a objasňovaní jednej alebo viac otázok počas vývoja výrobku.
- **Typy fyzických modelov:**
  - **Proporčný model (maketa)** zobrazuje vonkajší tvar a najdôležitejšie proporcie. Slúži na komunikáciu a motiváciu, podporuje rýchlu výmenu informácií. Výroba takéhoto modelu by mala byť rýchla, jednoduchá a lacná. Stupeň detailnosti je nízky.
  - **Ergonomický model** podporuje rýchle rozhodovanie o realizovateľnosti. Zobrazuje detaily, ktoré ovplyvňujú možnosť obsluhy a užívania výrobku, respektíve aj najdôležitejšie čiastkové funkcie. Stupeň detailnosti je stredný.
  - **Dizajnerský model** v maximálnej možnej miere zodpovedá vonkajšiemu vzhľadu budúceho výrobku. Vonkajšie plochy sú v kvalitatívnych charakteristikách (farba, kvalita a pod.) veľmi blízke budúcemu výrobku, až identické. Umožňuje skoré zohľadňovanie názoru zákazníkov, odberateľov a dodávateľov. Stupeň detailnosti je vysoký.
  - **Funkčný model** umožňuje skúšanie jednotlivých funkcií výrobku (kinematika, zmontovateľnosť, spôsob údržby a manipulácie a pod.). Zobrazuje jednotlivé alebo všetky dôležité funkcie pri súčasnom zohľadnení vonkajšieho tvaru. Charakterizuje podmienky pre výrobu nástrojov a foriem a výber strojov. Stupeň detailnosti je vysoký.
  - **Prototyp** často úplne zodpovedá sériovému vzoru. Od sériového výrobku sa odlišuje najmä aplikovanými metódami výroby. Umožňuje skúšanie jednotlivých funkcií a vlastností výrobku, výrobu náradia a pod.
  - **Vzor** pochádza z prvej, resp. nulte výrobné série. Umožňuje úplné testovanie všetkých vlastností výrobku, vrátane výrobných technológií a procesov súvisiacich so sériovou výrobou, jej projektovaním a plánovaním.
- **Triedy modelov automobilov:**
  - Koncepčný model
  - Funkčný model
  - Experimentálny prototyp
  - Alfa prototyp (rovnaký materiál a rozmery, iná výroba)
  - Beta prototyp (finálna časť výroby, špeciálna montáž)
  - Predvýrobný prototyp (pilotná výroba, limitovaná kapacita)

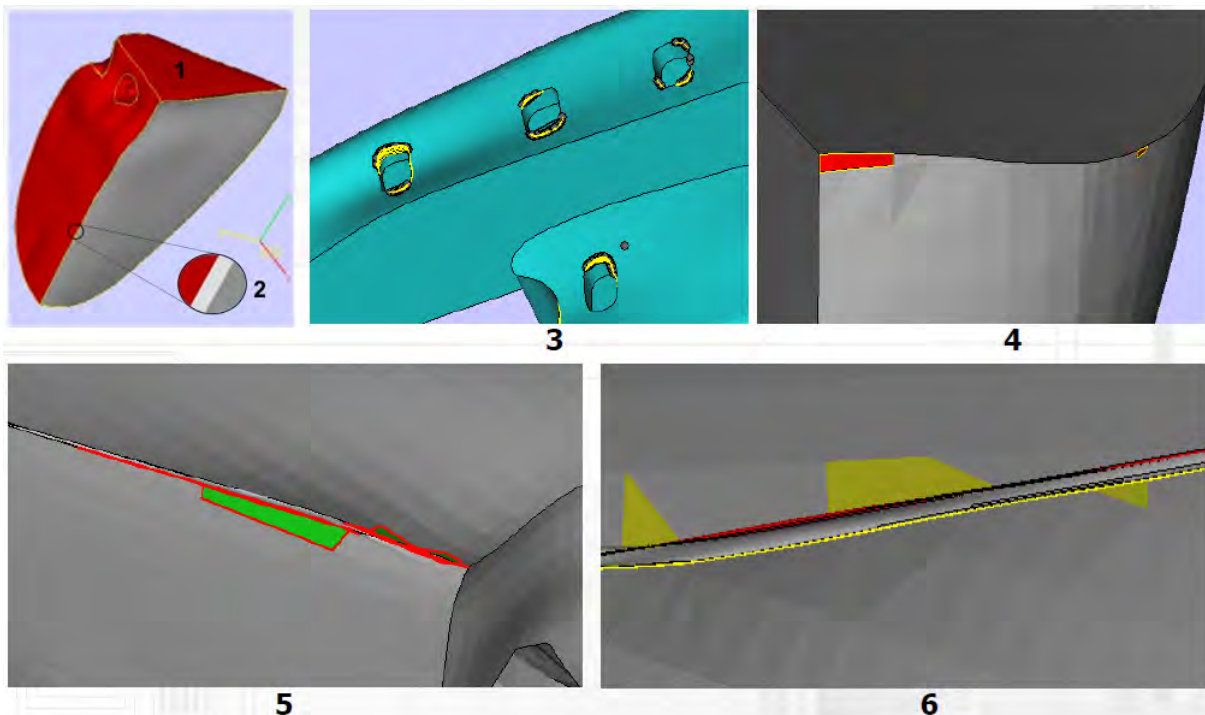






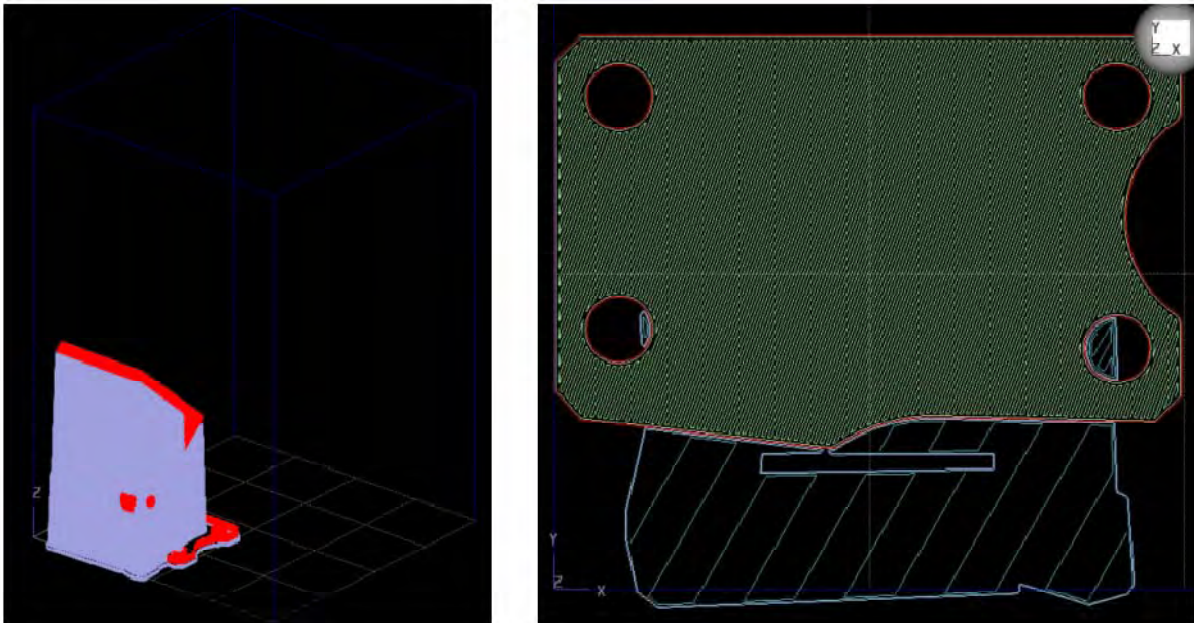
Základným spoločným znakom všetkých technológií RP je, že pracujú pri generovaní fyzických modelov v dvoch krokoch: **generovanie priečného rezu vrstvy** (rovina x-y) a **spojenie vrstvy s predošlou** (vertikálny smer, os z). Vo všeobecnosti je možné postup rozdeliť do troch logických skupín aktivít:

- Príprava počítačového 3D modelu a jeho konverzia do formátu STL. Ten je možné získať tromi základnými spôsobmi, prípadne ich kombináciou:
  - Vytvoriť nový CAD model „na zelenej lúke“, teda úplne nanovo z konceptu, napr. prekreslením 2D skice na 3D model
  - Modifikovať existujúci CAD model, napr. pri inovácii existujúceho výrobku, ktorého technická dokumentácia je k dispozícii v digitálnej podobe v databáze, PDM systéme, atď. pri navrhovaní novej generácie
  - Vytvoriť nový CAD model z fyzického modelu s využitím digitalizácie a reverzného inžinierstva (viď kapitolu 7)
- Príprava dát pre RP: kontrola a oprava chýb STL súboru (obr. 8.4), import do riadiaceho programu RP zariadenia a generovanie dráhy nástroja (obr. 8.5), príprava výroby (obr. 8.6)
- Fyzická výroba a dokončovacie operácie (tzv. post-processing) a prípadné povrchové úpravy

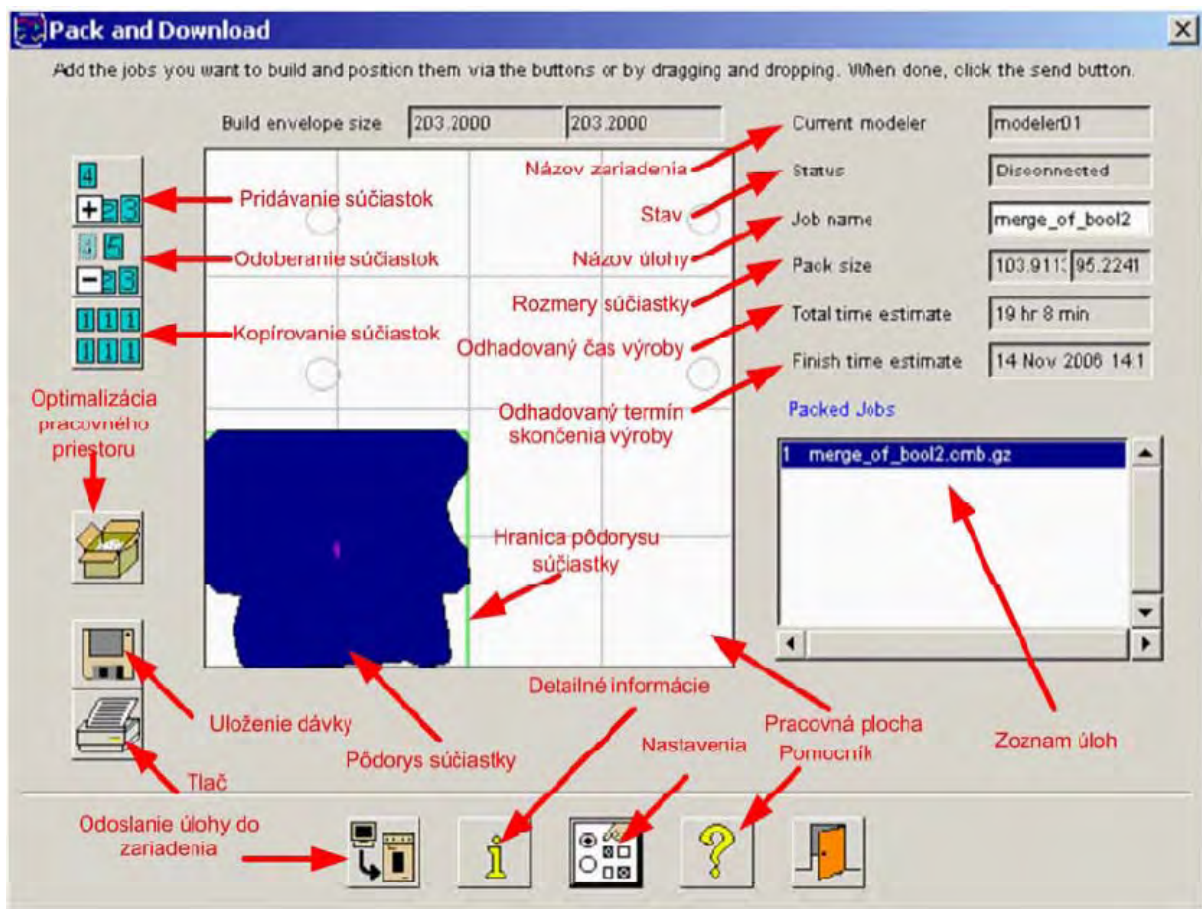


1 – prevrátené trojuholníky, 2 – blízke nesprávne hrany, 3 – šumové plošky, 4 – rovinné diery, 5 – pretínajúce sa trojuholníky a nesprávne hrany, 6 – prekrývajúce sa trojuholníky

*Obr. 8.4: Najčastejšie chyby STL súborov po konverzii*



Obr. 8.5: Vygenerovaná stavebná geometria a detail vrstvy



Obr. 8.6: Modul prípravy výroby v riadiacom softvéri Catalyst RP zariadenia Dimension

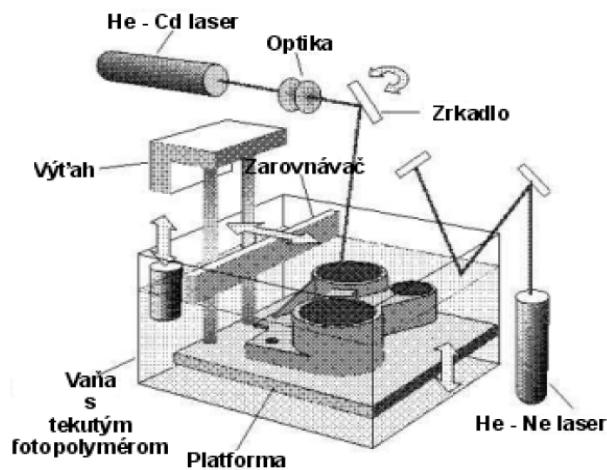
## 8.2 Vybrané technológie Rapid Prototypingu

**Stereolitografia SLA®** - vytvrdzovanie fotopolyméru laserom:

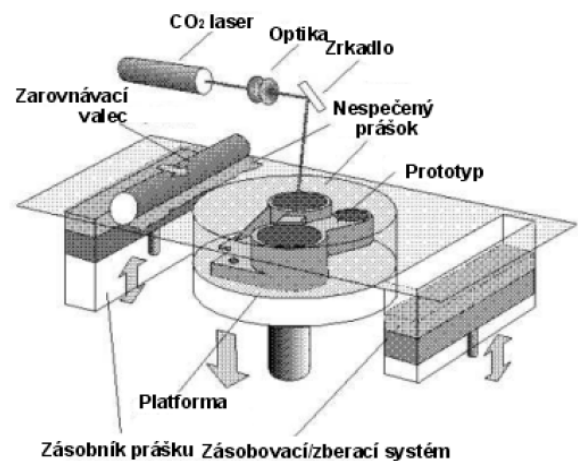
- Akrylátové, epoxidové a uretánové živice
- Max. stavebný objem je 1000x800x600 mm, min. hrúbka vrstvy 0,025 mm
- Presnosť x-y: 0,1-0,5% rozmeru
- Rýchlosť: do 500 cm<sup>3</sup>/hod.
- Sú potrebné oporné štruktúry

**Selektívne laserové spekanie SLS** - laserové spekanie prášku:

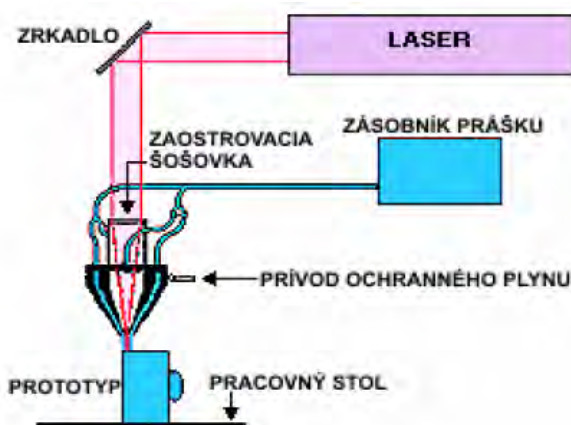
- Plastové, kovové a kompozitné prášky
- Max. stavebný objem je 720x380x380 mm, min. hrúbka vrstvy 0,1 mm
- Rýchlosť výroby až 2500 cm<sup>3</sup>/hod.
- Presnosť x-y: 0,13 mm
- Nie sú potrebné oporné štruktúry



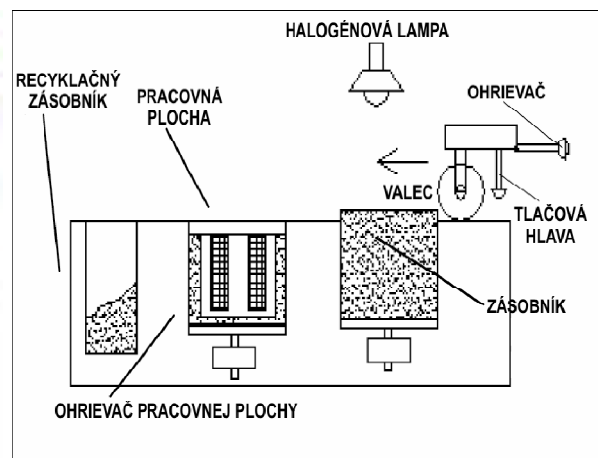
Obr. 8.7: SLA®



Obr. 8.8: SLS



Obr. 8.8: LENS®



Obr. 8.9: SIS



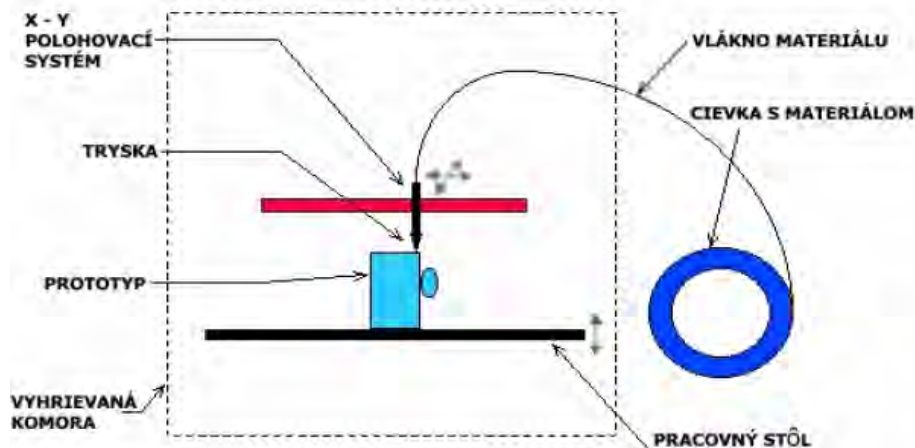
**Tavenie kovových práškov** – nanášanie prášku roztaveného laserom (LENS®) alebo elektrickým oblúkom (EBM):

- Kovové a keramické prášky
- Max. stavebný objem 250x250x200 mm, hrúbka vrstvy 0,05 – 0,2 mm
- Presnosť x-y: 0,4 mm
- Excelentné pre výrobu foriem
- Hotový výrobok nie je pórovitý
- Rýchlosť výroby 60 cm<sup>3</sup>/hod.

### Spekanie práškov: SIS a SMS

- SIS = selektívne inhibičné spekanie
  - Na vrstvu práškového materiálu je inhibítorom nastriekaný negatívny vrstvy, ktorá je následne spekaná infračerveným žiarením
  - Plastové prášky na báze nylonu
- SMS = selektívne spekanie cez masku
  - Spekanie prášku pôsobením infračerveného žiarenia cez masku
  - Nylon plnený sklom

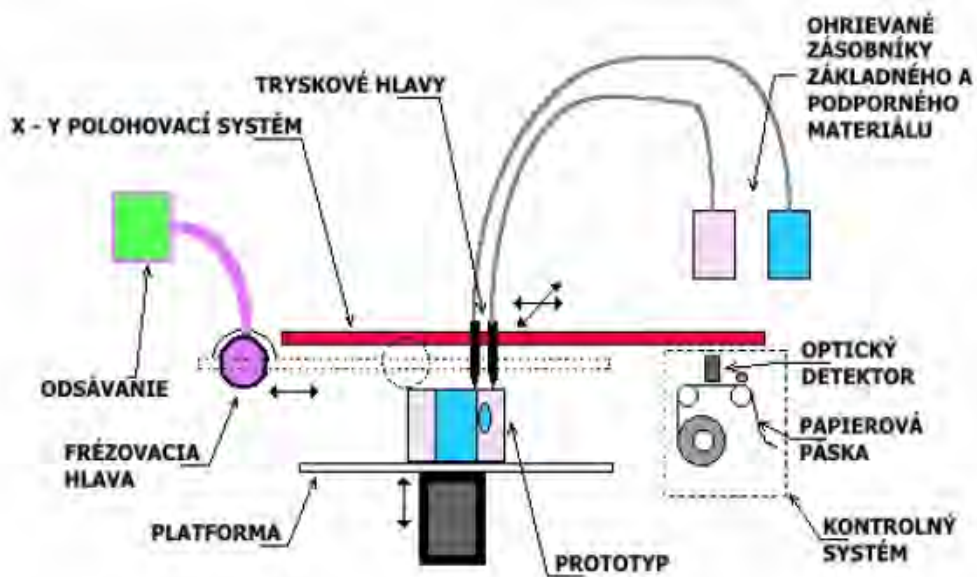
### Nanášanie roztaveného vlákna FDM



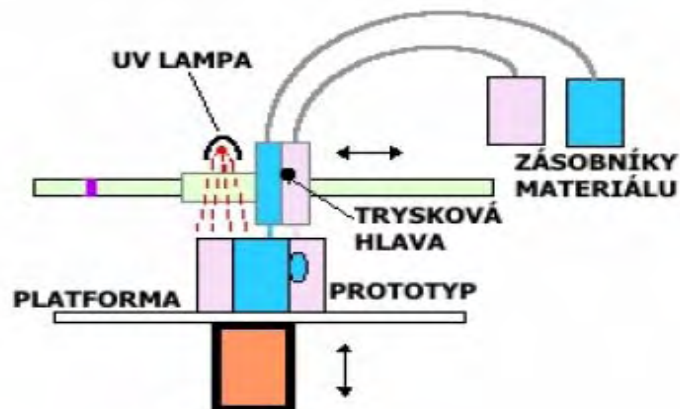
Obr. 8.10: FDM

- Nanášanie roztaveného termoplastu vo forme vlákna
- Vosky, ABS
- Max. stavebný objem je 600x600x500 mm, min. hrúbka vrstvy 0,05 mm
- Nízka rýchlosť; rádovo okolo 20 cm<sup>3</sup>/hod.
- Presnosť x-y: 0,1 – 0,5 %
- Sú potrebné oporné štruktúry

### 3D tlač – InkJet



Obr. 8.11: InkJet na báze termoplastov

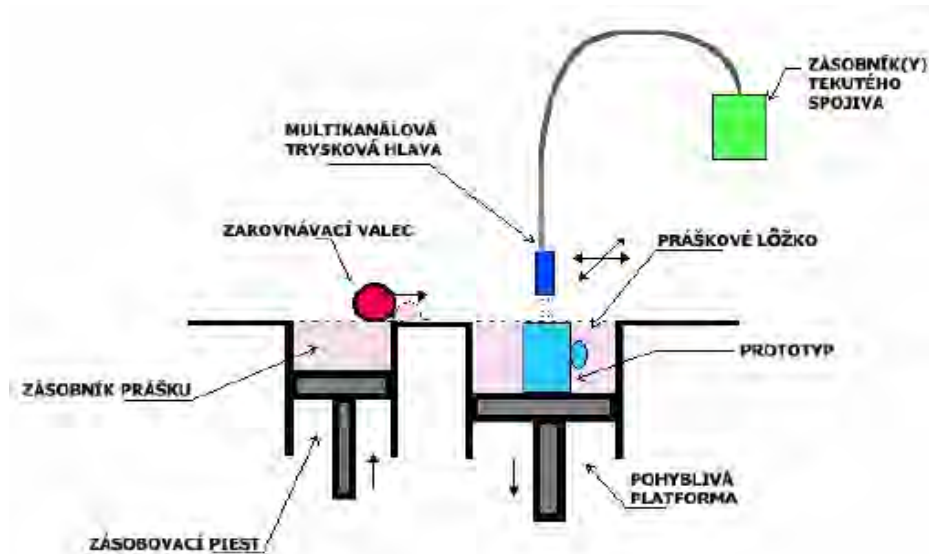


Obr. 8.12: InkJet na báze fotopolyméru – Objet®

**3D tlač – Z Corporation** - spájanie vrstiev prášku nastrekovaním vrstiev spojiva:

- Prášky na báze škrobu, kovové, keramické, sadra
- Max. stavebný objem je 1000×500×250 mm, min. hrúbka vrstvy 0,076 mm
- Rýchlosť výroby až do 500 cm<sup>3</sup>/hod.
- Umožňuje plne farebnú tlač, až 32000 farieb
- Presnosť x-y: 0,07 mm
- Nie sú potrebné oporné štruktúry

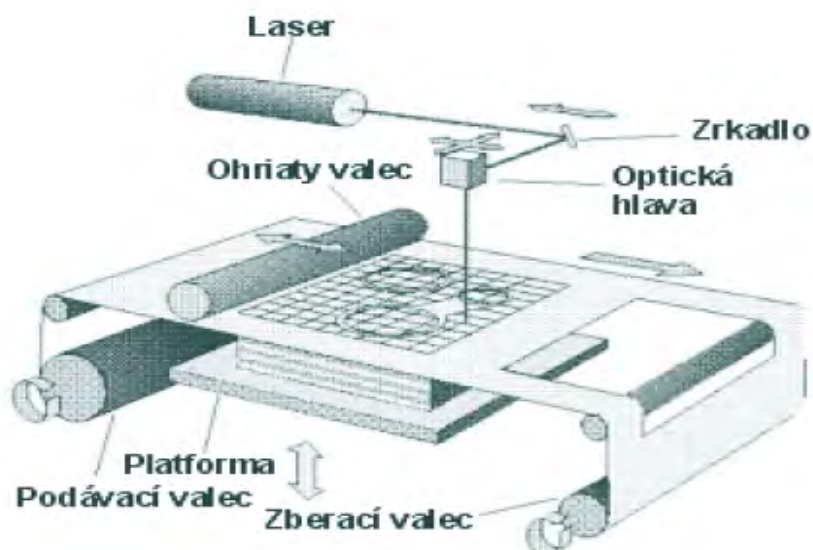




Obr. 8.13: 3D tlač Z Corporation

**LOM** - laminovanie vrstiev materiálu, tvar vrstvy je rezaný laserom:

- Papier, plastové fólie
- Max. stavebný objem je 1180×730×550 mm, min. hrúbka vrstvy 0,08 mm
- Rýchlosť výroby do 100 cm<sup>3</sup>/hod.
- Presnosť x-y: 0,15 %
- Sú potrebné oporné štruktúry



Obr. 8.14: LOM

### 8.3 Rapid Tooling

Rýchla výroba nástrojov Rapid Tooling (RT) je zameraná najmä na výrobu odlievacích a vstrekovacích foriem pre odlievanie plastov, ale aj kovov. Táto oblasť, ktorá predstavuje najčastejšie využitie metódy Rapid Prototyping, je prirodzenou oblasťou aplikácie RP. Súčasné RP technológie totiž neumožňujú výrobu prototypov s použitím širokého spektra komerčne dostupných materiálov a z ekonomického hľadiska nie sú vhodné pre výrobu veľkých sérií modelov, alebo súčiastok, takáto výroba by bola vysoko nákladová a zdĺhavá, čím by sa stala neefektívnou. V skutočnosti je prínos Rapid Toolingu pre priemyselnú prax oveľa väčší, ako prínos RP. V súčasnosti je preto hlavným cieľom pre zlepšenie efektívnosti a spoľahlivosti vývoja produktov implementovať systém rýchlej prípravy výroby a vývoja výrobkov založený na metóde rýchlej prípravy prototypov. S postupným vývojom a nárastom počtu technológií vzniká tendencia klasifikácie RT do skupín, a to z rôznych hľadísk, najmä životnosti formy (počtu vyrobených súčiastok s použitím jednej formy, najčastejšie vzťahované na plastové odliatky), oblasťou aplikácie (formy buď pre výrobu finálnych výrobkov, alebo prototypov), spôsobu výroby formy (priamo alebo nepriamo) atď. Základnými kategóriami sú:

- Podľa životnosti formy:
  - Málo odolné nástroje (Rapid Soft Tooling) – silikónové formy, zvyčajne používané ako nástroj pre ďalšie metódy, alebo na odlievanie náhradných materiálov, t.j. sériovú výrobu modelov a prototypov. Životnosť sa pohybuje rádovo v desiatkach odliatkov na formu.
  - Stredne odolné nástroje (Rapid Bridge Tooling) – formy využiteľné pre vstrekovanie sériovo používaných materiálov. Zvyčajne sú vyrobené z nekonvenčných materiálov. Životnosť formy je rádovo v stovkách odliatkov na formu.
  - Odolné nástroje (Rapid Hard Tooling) – výsledkom sú kovové formy, z hľadiska kvality a životnosti porovnateľné s konvenčnými. Životnosť takejto formy je rádovo tisíce až milióny odliatkov.
- Podľa spôsobu výroby formy:
  - Priama výroba nástrojov (Direct Tooling) – priama výroba formy aditívnou metódou s využitím niektorej z technológií RP
  - Nepriama výroba nástrojov (Indirect Tooling) – nepriama výroba formy použitím nekonvenčnej metódy, najčastejšie odlievania a/alebo materiálu pomocou RP modelu
- Podľa oblasti aplikácie:
  - Výroba prototypov nástrojov (Prototype Tooling) – výroba prototypov nástrojov určených na testovanie (vyrobiteľnosť, funkčnosť foriem) a nástrojov pre výrobu prototypov
  - Výroba nástrojov pre výrobu (Production Tooling) – výroba nástrojov použiteľných priamo v sériovej výrobe

## 9. OPTIMALIZÁCIA DIZAJNU

### 9.1 FMEA – príprava

FMEA (Failure mode and effect analysis – analýza chybových stavov a ich následkov), je analytický nástroj, ktorý slúži na odhaľovanie potenciálnych problémov, ich príčin a následkov. Úlohou FMEA je determinovať mieru významnosti jednotlivých rizík a špecifikovať opatrenia na elimináciu vzniku problémov. To má zaistiť, aby nový výrobok spĺňal všetky požiadavky, ktoré sú naň kladené a vyhnúť sa potrebe dodatočného riešenia problémov a zmien návrhu, a prispieť tak v neskorších fázach prípravy výroby k úspore nákladov.

*Z hľadiska analyzovaného objektu skúmania je možné špecifikovať nasledovné typy FMEA:*

- **Dizajnová – návrhová, konštrukčná (DFMEA):** analýza výrobku pred zahájením výroby
- **Procesová (PFMEA):** analýza výrobných a montážnych procesov
- **Koncepčná :** analýza systémov či subsystémov pri príprave konceptu a v ranných fázach návrhu
- **Analýza vybavenia:** analýza strojných zariadení, vybavenia, príslušenstva a návrhu nástrojov, ktorá predchádza nákupu zariadení
- **Analýza servisu a služieb:** analýza podporných služieb a servisných priemyselných procesov pred spustením ich poskytovania zákazníkom
- **Systémová:** globálna analýza funkcií systému
- **Softvérová:** analýza funkcií softvéru

Pri vývoji nových výrobkov je najviac využívaná konštrukčná FMEA, ktorá z hľadiska špecifického výrobku predstavuje najkomplexnejšiu analýzu. Procesná FMEA slúži pri vývoji skôr ako podporný nástroj DFMEA pri hľadaní možností preventívnych a nápravných opatrení pre elimináciu vzniku kritických a významných chýb návrhu, koncepčná FMEA je zas spracovávaná na vyššej úrovni, teda je menej detailná a môže zahŕňať širšie spektrum výrobkov, napr. celú výrobkovú radu.

*DFMEA tak predstavuje v procese vývoja výrobku analytickú techniku, ktorú primárne využíva konštruktér, resp. tím zodpovedný za vývoj a slúži na to, aby možné chyby návrhu a ich následky bolo možné presne určiť a zvážiť nápravné opatrenia. Procedúra FMEA prechádza nasledovnými fázami:*

1. *Zadanie úlohy a vytvorenie tímu*
2. *Vypracovanie tzv. diagramu ohraničení (boundary diagram)*
3. *Vypracovanie matice rozhraní*
4. *P – diagram*
5. *Vlastná FMEA:*

- *analýza možných chýb*
- *analýza súčasného stavu*
- *návrh a zavedenie nápravných opatrení*
- *analýza nového stavu*

Preto je nevyhnutné vyhodnotiť každý prvok, súčiastku, a to v kontexte celého systému, montážnej skupiny, ako i komponentu. Vo svojej podstate tak DFMEA predstavuje akúsi sumarizáciu úvah pracovného tímu (vrátane poznatkov získaných z predošlých skúseností) v priebehu procesu vývoja komponentu, subsystému a celého systému. Takýto systematický prístup paralelizuje, formalizuje a dokumentuje myšlienkové procesy, ktorými za normálnych okolností prechádza každý konštruktér v procese vývoja výrobku.

### **Zadanie úlohy – objekt a rozsah DFMEA**

*Zadanie úlohy je prvým krokom v procedúre DFMEA. Tu sa **definuje objekt skúmania**, teda **ohraničenie a rozsah analýzy**, t.j. to, čo táto analýza bude zahŕňať a čo bude zo skúmania vylúčené.*

Stanovenie správneho ohraničenia a rozsahu je východiskom pri tvorbe FMEA tímu, a eliminuje riziká:

- stanovenia nesprávneho / nadbytočného rozsahu objektu skúmania
- plytvania času, potrebného na realizáciu analýzy oblastí, ktoré nie sú relevantné, prípadne vôbec neexistujú
- nesprávneho zloženia FMEA tímu

### **Vytvorenie FMEA tímu**

Členmi FMEA tímu by mali byť:

- Vedúci projektu FMEA
- Moderátor – metodik FMEA, zodpovedný za vedenie brainstormingových sedení a vypracovanie príslušnej dokumentácie
- Špecialisti. Ich výber je v kompetencii vedúceho tímu a závisí od objektu skúmania. Medzi nimi, okrem konštruktérov môžu, resp. by mali byť:
  - technológ
  - dizajnér
  - kvalítár
  - zástupca oddelenia testovania
  - zástupca servisného, resp. reklamačného oddelenia
  - plánovač
  - zástupca marketingového oddelenia, prípadne logistiky
  - zástupcovia iných tímov, zodpovedných za vývoj komponentov daného produktu

Jednou z možností, ako zvýšiť kvalitu analýzy, je prizvať do tímu aj tzv. zainteresovaného laika, napr. veľkoobchodníka alebo potenciálneho užívateľa vyvíjaného výrobku ako pozorovateľa. Laický prístup môže do práce tímu priniesť podnety, ktoré nie sú ovplyvnené profesionálnymi skúsenosťami a odhaliť tak skryté neželané funkcie výrobku.

**Príklad – vývoj sedadla automobilu:** členovia tímu: šéfkonstruktér, dizajnér, konštruktér rámu, technológ kovovýroby, konštruktér penových častí, technológ penových častí, konštruktér hlavovej opierky, technológ výroby poťahov, konštruktér plastových dielov, technológ plastových dielov, marketingový špecialista, špecialista na bezpečnosť, technológ montáže, odberateľ – zástupca automobilky, potenciálny zákazník (napr. profesionálny šofér, predajca automobilov a pod.)

Zodpovedný riešiteľ, resp. riešiteľský tím musí pred začatím prípravných procedúr prijať nasledovné rozhodnutia:

- Determinovať stabilitu vývoja produktu. Je výrobok ešte len vo fáze plánovania, prípravy, alebo ide o rozpracovaný projekt s jasným cieľom?
- Koľko prvkov alebo atribútov je stále v procese rozhodovania, alebo ešte nie je determinovaných?
- Ako ďaleko je návrh výrobku pred dokončením? V akom rozsahu je ešte možné realizovať zmeny?

Pred spustením FMEA je potrebné vyriešiť toľko otvorených otázok, koľko je len možné. Návrh výrobku, resp. jeho základný koncept musí byť stabilný a čo možno najdetailnejší, v opačnom prípade vzniká riziko, že FMEA bude nutné podrobiť revízii po každej zmene.

***Stabilita návrhu v tomto ponímaní neznamená, že vývoj výrobku dosiahol finálnu podobu, ale že zmeny návrhu podľa výsledkov FMEA vo forme odporúčaných opatrení je možné do projektu jednoducho implementovať.***

Kriticky dôležitá je podpora zo strany vedenia projektu (resp. podniku) už v tejto počiatkovej fáze, zaručí rýchle odštartovanie jednotlivých procedúr, ako i motiváciu členov tímu počas celého procesu. Podpora pritom musí byť viditeľná a aktívna, napr. vo forme písomných pripomienok zo strany šéfinžiniera zodpovedného za vývoj, ktoré sú využité ako podnety pri brainstormingu.

## Diagram ohraničení

***Diagram ohraničení predstavuje grafické vyjadrenie vzťahov medzi jednotlivými komponentmi skúmaného systému, t.j. výrobku, ako i súvisiacich prvkov, ktoré síce nie sú súčasťou samotného výrobku, ale ktoré tvoria jeho bezprostredné, resp. blízke okolie.***



Medzi výrobkom a súvisiacimi prvkami existujú určité vzťahy, ktoré je v procese FMEA potrebné vziať do úvahy. Tieto prvky sú v diagrame zobrazené vo forme blokov, s vyznačenou hranicou medzi komponentmi výrobku a komponentmi okolia. Vzťahy medzi nimi vyjadrujú spojnice so šípkami, ktoré vyjadrujú smer interakcie, t.j., či je interakcia jednosmerná, alebo obojstranná. Je výhodné jednotlivé väzby odlišiť, napr. farebne alebo štýlom čiary podľa toho, o akú interakciu (fyzickú, energetickú, informačnú, atď.) ide. To umožní dokonale pochopiť väzby a vzťahy a dekomponovať výrobok na potrebnú úroveň detailu. U zložitejších systémov je nutné vytvoriť niekoľko diagramov ohraničení na rôznych úrovniach detailnosti.

**Príklad – predné automobilové sedadlo, dekompozícia:**



Obr. 9.1: Automobilové sedadlo predné

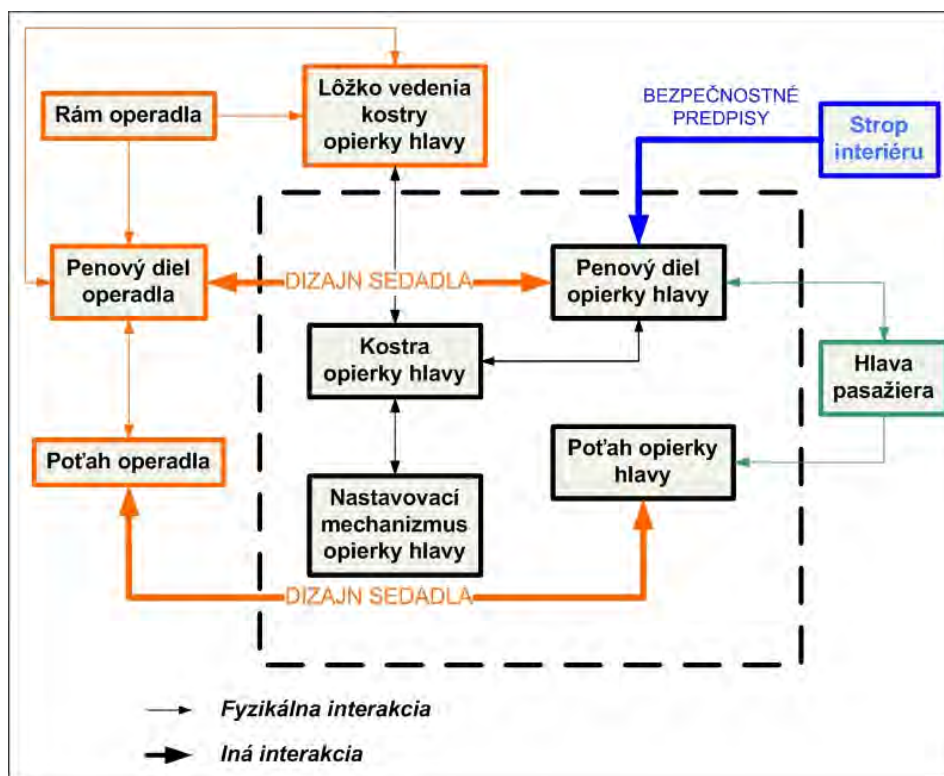
*Klasické predné automobilové sedadlo (obr. 9.1) sa skladá z nasledovných subsystémov (ďalšia dekompozícia – komponenty sú uvedené v zátvorke):*

- *Sedacia časť (kovový rám, konzola uchytenia k podlahe, mechanizmus pre pozdĺžny posun, ovládací prvok pozdĺžneho posunu, mechanizmus výškového nastavenia, ovládanie výškového nastavenia, pružina, pena, poťah, bočný plastový kryt, mechanizmus nastavenia sklonu operadla, ovládanie nastavenia sklonu operadla)*
- *Operadlo (kovový rám, pružina, pena, poťah, uloženie vedenia resp. lôžko kostry opierky hlavy)*
- *Opierka hlavy (kostra, pena, poťah, nastavovací mechanizmus výšky opierky hlavy)*

Príklady súvisiacich prvkov (systémov, resp. komponentov), ktoré tvoria bezprostredné a blízke okolie sedadla automobilu:

- Telo pasažiera
- Prístrojová doska, volant
- Konzola na karosérii, na ktorú sa upevní sedadlo
- Ukotvenia, navíjací mechanizmus a samotný bezpečnostný pás
- Stredový panel, resp. konzola
- Strop interiéru vozidla
- Prah dverí
- Zadné sedadlá, atď.

**Príklad zjednodušeného diagramu ohraničení** na obr. 9.2. Zjednodušenie spočíva v tom, že na tomto obrázku je uvedený iba „hardvér“ výrobku a okolia, teda fyzické objekty. Ohraničenie výrobku je na obr. 9.2 vyznačené čiernym čiarkovaným rámčekom.



Obr. 9.2: Príklad zjednodušeného diagramu ohraničení pre hlavovú opierku

V úplnom diagrame by mali okrem nich byť vyznačené aj všetky ďalšie faktory, potenciálne ovplyvňujúce funkciu výrobku, napr. environmentálne vplyvy (napr. vplyv slnečného svetla na zmenu farby potahu, vplyv prevádzkovej teploty na kvalitu peny), ľudský faktor (pôsobenie užívateľa na nastavovací mechanizmus výšky, napr. nesprávne používanie, opotrebenie mechanizmu, ...) atď.

Faktory ovplyvňujúce funkciu výrobku je dôležité identifikovať, pomenovať a definovať ich vplyv kvôli ich neskoršiemu využitiu pri tvorbe P – diagramu, v ktorom predstavujú tzv. rušivé, resp. poruchové faktory, vedúce k zlyhaniu funkcie výrobku. Komponenty hardvéru sa zvyčajne v diagrame ohraničení zapisujú do rámečkov kvôli odlišeniu od ostatných prvkov diagramu. Vyznačené bloky a väzby v diagrame ohraničení predstavujú vstup do ďalšej fázy prípravy FMEA – tvorby matice rozhraní.

### Matica rozhraní

***Matica rozhraní je odporúčaný nástroj robustnosti, ktorý umožňuje kvalitatívne a kvantitatívne identifikovať a definovať interakcie medzi jednotlivými prvkami systému, t.j. výrobku a špecifikovať tak príčiny vzniku chýb.***

Matica rozhraní umožňuje:

- Identifikovať, či interakcia je potrebná, neutrálna, alebo nepriaznivá
- Identifikovať typ interakcie: fyzický kontakt, transfer energie, tok informácií, materiálová výmena...

Každá bunka v matici je rozdelená do kvadrantov, určených pre špecifikáciu interakcie; číslo v príslušnom kvadrante vyjadruje jej povahu:

- +2: interakcia je nevyhnutná pre funkciu
- +1: interakcia je prínosom, avšak nie je nevyhnutná pre správnu funkciu
- 0: interakcia nemá vplyv na funkčnosť
- -1: negatívny efekt interakcie, nebráni funkčnosti
- -2: interakcii musí byť zabránené pre dosiahnutie správnej funkcie

***Príklad čiastočne vypracovanej matice rozhraní je na obr. 9.3. Pre názornosť uvedieme význam informácií v riadku a stĺpci (riadok vyjadruje aktívnu úlohu, t.j. pôsobenie daného objektu na ostatné komponenty uvažovaného systému a stĺpec pasívnu úlohu, t.j. opačná interakcia), zvýraznenými zelenou farbou:***

*Interpretácia riadku: Hlava pasažiera nesmie za žiadnych okolností prísť do fyzického kontaktu s kostrou opierky, avšak prenos energie je prínosom (pri náraze). Fyzický kontakt hlavy s penou je nevýhodou, ale nemá vplyv na funkciu (napr. pri roztrhnutí potáhu). Prenos, resp. absorpcia energie je vlastne jednou zo základných funkcií peny opierky hlavy. Kontakt hlavy s potáhom operadla je nutný (keďže potáh je práve na to určený), prenos energie má zanedbateľný význam a neovplyvňuje funkciu opierky. K interakcii s ostatnými prvkami skúmaného systému buď nedochádza, alebo ich skúmanie presahuje definovaný rámec danej FMEA.*

*Interpretácia stĺpca: Kostra opierky sa nesmie dotýkať hlavy, a nesmie smerom k nej prenášať energiu (napr. vibrácie). Pena by sa hlavy dotýkať nemala, prenášať energiu (napr. spomínané vibrácie) smerom k hlave nesmie. Kontakt poťahu s hlavou pasažiera neovplyvňuje jeho funkčnosť negatívne ani pozitívne.*

**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 materiállová výmena

Obr. 9.3: Čiastočne spracovaná matica rozhraní pre FMEA hlavovej opierky sedadla

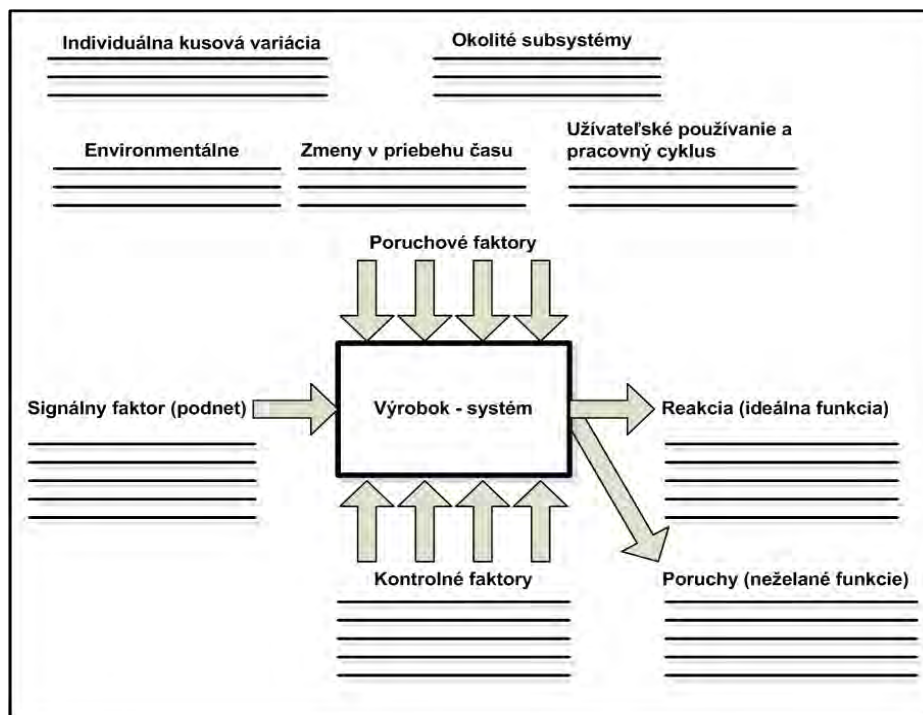
### P – diagram

**P – diagram** (obr. 9.4) predstavuje **štruktúrovaný nástroj pre identifikáciu** určených **vstupov** a **výstupov** (ideálnej funkcie) skúmaného subjektu. Tieto musia byť presne definované merateľnými spôsobmi. Pokiaľ sú tieto špecifikované, je možné určiť **chybové stavy** (t.j. neželané funkcie). Následne sa stanovia **poruchové faktory**, ktoré vedú k vzniku chybových stavov. Na záver sa určia **kontrolné faktory** a prostriedky pre kompenzáciu identifikovaných poruchových faktorov.



Z hľadiska prípravy FMEA analýzy slúži na:

- Potenciálnych príčin chýb (t.j. interakcie v rámci systému, zmenu komponentov, externé klimatické a jazdné podmienky, spôsob používania)
- Režimy závad, chybové stavy (t.j. degradáciu funkcií výrobku)
- Potenciálne efekty závad (t.j. neželaný stav – dôsledok chyby)
- Súčasné kontrolné opatrenia (t.j. kontrolné faktory)
- Odporúčané opatrenia (t.j. kontrolné faktory)



Obr. 9.4: Prázdny P - diagram

**Signálny faktor** je vstup, podnet, teda to, čo aktivuje funkciu výrobku, ktorá bude analyzovaná.

**Reakcia je ideálna funkcia**, ktorú má výrobok splňať, teda účel, pre ktorý je daný výrobok navrhovaný, optimálny výstup.

**Poruchové faktory** predstavujú nechcené rozhrania, podmienky, či neúmyselné interakcie, ktoré môžu viesť k vzniku poruchy – neplneniu funkcie (napr. vibrácie spôsobujúce opotrebenie súčastky, a pod.)

**Poruchy** predstavujú neželané funkcie výrobku a je ich možné rozdeliť do dvoch kategórií:

- *Deviácia plánovanej funkcie výrobku. Z hľadiska FMEA predstavuje potenciálny stav závady (Potential Failure Mode) a môže sa prejavíť ako:*



- nefunkčnosť
- čiastočná funkčnosť (vrátane degradovanej v priebehu času)
- prerušovaná funkcia
- hyperfunkcia (nadmerná funkčnosť)
- Neúmyselný výstup systému (hluk, vibrácie, prehrievanie a pod.)

**Kontrolné faktory** sú súborom činiteľov už zapracovaných do návrhu výrobku, ktorých úlohou je eliminovať pravdepodobnosť vzniku porúch. Sú spôsobmi, akými je možné dosiahnuť robustnejšiu funkčnosť.

## 9.2 FMEA – realizácia

Vstupy pre vykonanie samotnej FMEA teda tvoria:

- Diagram ohraničení
- Matica rozhraní
- P – diagram
- Systémová špecifikácia návrhu (rámcový koncept, interné predpisy a normy kvality, bezpečnostné normy a pod.)

Všetky uvedené vstupy musia byť vypracované v písomnej forme, dostupné v procese realizácie FMEA a ako také tvoria súčasť projektovej dokumentácie.

### Formulár FMEA

Vo všeobecnosti je podstatnou časťou procedúry FMEA vyplnenie formulára – tabuľky. Aj keď sa vzhľadom na interné predpisy a skúsenosti bežná podniková prax postupu môže v detailoch líšiť, základná štruktúra formulára FMEA je taká, ako ju ilustruje obr. 9.5. Z hľadiska prístupu k realizácii analýzy rozlišujeme:

- formálne orientovaný prístup – je podrobnejší, zahŕňa v sebe riziko redundancie údajov, je časovo náročnejší a hodí sa skôr pre koncepčnú FMEA, jednoduché výrobky a základné komponenty – súčiastky
- modelovo orientovaný prístup – prebieha vo viacerých úrovniach podrobnosti, vo všeobecnosti je menej detailný, časovo menej náročný a viac korešponduje s prístupom tzv. lean designu (štíhleho navrhovania výrobkov).

Obrázok 9.5 predstavuje modelovo orientovaný prístup k FMEA, ktorého podstatou je rozdelenie procesu do troch úrovní, vyjadrených v obrázku tromi cestami, označenými číslami 1, 2 a 3. V prvom kroku (cesta 1) sa identifikujú:

- funkčné požiadavky v rozsahu skúmania
- chybové stavy (Failure Modes), odpovedajúce každej vyžadovanej funkcii
- efekty každého z chybových stavov

- stupeň závažnosti (Severity – S, SEV) s najvyšším stupňom závažnosti pre každú skupinu efektov. Tento sa zaznamenáva do príslušného stĺpca tabuľky a určuje poradie priority chybových stavov
- odporúčané opatrenia na zmeny návrhu pre elimináciu vzniku chýb alebo odstránenie, resp. zmiernenie efektov

Product Design Failure Modes and Effects Analysis																	
Názov produktu:											Vpracoval:	Strana: ___ / ___					
Schválil:											FMEA Dátum (Originál):	(Revízia):					
Prvok / funkcia	Potenciálny spôsob zlyhania (Failure Mode)	Potenciálny dôsledok zlyhania (Failure Effect)	SEV	CLAS S	Potenciálna príčina chyby	OCC	Súčasná kontrolná (preventívna) opatrenia	Kontrola preventívnych opatrení	DET	RPN	Odporúčané opatrenia	Zodpovedná osoba	Prijaté opatrenia	SEV	OCC	DET	RPN
Aké sú funkcie, vlastnosti, požiadavky?	Ak to má efekt?	Ako závažné to je?									Co je možné urobiť? - Zmeniť návrh - Prehodnotiť / zmeniť proces - Prijat' zvláštne kontrolné opatrenia - Zmeniť štandardy, procedúry alebo postupy						
	Co môže zlyhať a ako? - Nefunkčnosť - Čiastočná/Nadmerná/Postupne degradovaná funkcia - Prerušovaná funkcia - Nežiaduca funkcia	Aká je príčina?	Ako často sa to stane?														
		Ako sa tomu dá predísť? Aké sú súčasné preventívne opatrenia? Aké sú súčasné kontrolné metódy, spôsoby detekcie?	Ako spoľahlivé sú súčasné preventívne opatrenia a spôsoby detekcie?														

Obr. 9.5: Formulár FMEA

V prvom kroku sa zvyčajne vyrieši len malý počet možných chybových stavov. Pre tie, ktoré nie je možné v prvom kroku eliminovať, sa v druhom kroku (cesta 2) identifikujú:

- príslušné príčiny chybových stavov (koreňové a bezprostredné)
- odhadovaná početnosť výskytu (Occurrence – O, OCC)
- priorita chybových stavov/príčin vzhľadom na kombináciu stupňa závažnosti S a početnosti výskytu O (t.j. stupňa kritickosti)
- odporúčané opatrenia na zmeny návrhu pre elimináciu početnosti výskytu vzniku chýb alebo zmiernenie stupňa kritickosti

V treťom kroku (cesta 3) sa identifikujú:

- Opatrenia pre verifikáciu návrhu (Metódy detekcie), ktoré majú overiť pripravenosť návrhu na schválenie a realizáciu

- Odpovedajúca možnosť zistenia, detekcie (Detection – D, DET)
- Príslušné odporúčané opatrenia
- Číslo priority rizika (Risk Priority Number, RPN)

### Záhlavie formulára FMEA

- Systém, subsystém, číslo a názov výrobku/komponentu, modelový rok, program – jednoznačná identifikácia analyzovaného objektu
- FMEA tím – zoznam členov FMEA tímu
- Zodpovedný riešiteľ projektu – šéfinžinier vývojového tímu
- Zodpovedný vedúci FMEA tímu – osoba, zodpovedná za priebeh FMEA, schvaľujúca príslušnú dokumentáciu
- Autor FMEA – osoba, zodpovedná za vypracovanie dokumentácie
- Dátum vypracovania, schválenia a revízie dokumentácie
- Komentáre, poznámky a pod.

### Prvok / funkcia

Zoznam jednotlivých prvkov systému a požadovaných funkcií:

- reprezentuje všetky želania, potreby a požiadavky, vyslovené i nevyslovené, s ohľadom na všetkých zákazníkov a systémy
- predstavuje zámer – cieľ návrhu, alebo požiadavky konštrukcie
- vyjadrených špecificky, pokiaľ možno, v merateľnom tvare. Funkcia nemôže zlyhať, pokiaľ zlyhanie nie je presne špecifikované alebo merateľné. Relevantné špecifikácie:
  - môžu byť skontrolované / potvrdené
  - zahŕňajú prípadné obmedzenia, resp. parametre návrhu, napr. špecifikácie spoľahlivosti, opraviteľnosti, špeciálne podmienky, hmotnosť, rozmery, umiestnenie, dostupnosť, príslušné štandardy a predpisy

Funkcie je možné rozdeliť do nasledovných skupín (zoradené hierarchicky podľa dôležitosti):

- Legislatívne: zhoda s predpismi a normami
- Bezpečnosť
- Prevádzka – základné funkcie výrobku
- Komfort používania
- Montáž a vyrobiteľnosť
- Ergonómia
- Odolnosť a trvanlivosť
- Haptické (hmatové) a optické funkcie

### Potenciálne chybové stavy (Failure Modes)

- Nefunkčnosť – výrobok / komponent je úplne nefunkčný, neúčinný
- Čiastočná / nadmerná funkčnosť, resp. jej degradácia v priebehu času.
- Prerušovaná funkčnosť – napr. vplyvom externých vplyvov (teplota, vlhkosť, ap.)
- Nežiaduca funkcia

Do analýzy je potrebné zahrnúť aj chybové stavy, ktoré môžu nastať iba za určitých okolností, ktoré sa môžu v priebehu prevádzky vyskytnúť. Naopak, je dôležité vylúčiť triviálne chybové stavy, t.j. možné výhradne za okolností, ktoré nemôžu nastať. V prípade neistoty sa odporúča chybový stav do analýzy zahrnúť.

### Potenciálne efekty

Do tejto kategórie by mali byť zahrnuté všetky poruchové stavy z P – diagramu. Tieto však vo všeobecnosti nemusia byť úplné pre potreby FMEA analýzy. Preto je pri definovaní potenciálnych efektov identifikovať dôsledky, ktoré má chybový stav na:

- ostatné súčiastky alebo komponenty
- vyšší montážny celok
- subsystém výrobku
- celý výrobok
- zákazníka
- normy a predpisy

Typické efekty chýb:

- hluk, zahrievanie, vibrácie
- chybná, nestabilná, prerušovaná prevádzka
- nezhoda s normami a predpismi
- možnosť poranenia
- elektromagnetická interferencia, rušenie rádiových vln
- trhliny, netesnosti, drsnosť, zmena farby, štruktúry povrchu
- redukcia komfortu používania

### Stupeň závažnosti – Severity (S)

Stupeň závažnosti sa vzťahuje na najzávažnejší efekt. Predstavuje relatívne vyjadrenie (tab. 9.1) v rámci danej FMEA a jeho zmena môže byť dosiahnutá jedine zmenou návrhu. **Klasifikácia kritickosti a významnosti (CLASS)** slúži na zdôraznenie závažnosti, resp. významnosti danej funkcie, resp. jej zlyhania. V tabuľke sa vyjadruje uvedením písmen, skratkou. Táto klasifikácia je v rôznych prípadoch rôzna, najčastejšie sa vyskytujú nasledovné triedy:

- **CC** – Kritická charakteristika (Critical Characteristic), ak  $S = 9$  alebo  $10$  a zároveň  $D = 6 - 10$
- **YC** – Potenciálne kritická charakteristika,  $S = 9$  alebo  $10$
- **SC** – Významná charakteristika (Significant Characteristic), vysoký stupeň závažnosti,  $S = 8$
- **YS** – Potenciálne významná charakteristika, dôvod na začatie PFMEA  $S = 5 - 8$  a zároveň  $O = 4 - 10$
- **N** – nepredstavuje kritickú ani významnú charakteristiku (v tabuľke sa písmeno N nemusí uvádzať)

Kritickosť charakteristík je možné zoradiť podľa ukazovateľa kritickosti, ktorý sa vypočíta ako súčin stupňa závažnosti  $S$  a početnosti výskytu  $O$ .

Tab. 9.1: Stupeň závažnosti

Stupeň závažnosti (S)	Povaha efektu
10	Nebezpečný bez výstrahy
9	Nebezpečný s výstrahou
8	Veľmi vážny
7	Vážny
6	Stredne vážny
5	Slabý
4	Veľmi slabý
3	Minimálny
2	Bezvýznamný
1	Žiaden

### Potenciálne príčiny chýb

Potenciálnu príčinu chyby je možné definovať ako indikáciu slabiny návrhu, ktorej dôsledkom je chybový stav. Pre potreby FMEA, ako i ďalšieho vývoja výrobku je potrebné definovať zoznam všetkých možných mechanizmov príčina – následok pre každý chybový stav. Pre chybové stavy so stupňom závažnosti 9 a 10 je nevyhnutné okrem bezprostrednej príčiny určiť aj koreňovú príčinu, odporúča sa to však aj v ostatných prípadoch.

### Početnosť výskytu – Occurrence (O)

Početnosť výskytu vyjadruje pravdepodobnosť, s akou sa môže objaviť príčina určitého chybového stavu. Početnosť výskytu je možné ovplyvniť dvoma spôsobmi: zmenou návrhu výrobku, alebo zmenou procesu návrhu zavedením kontrolných opatrení, štandardizáciou a pod. Keďže tento ukazovateľ ovplyvňuje kritickosť chyby, je dôležité verifikovať mechanizmom zlyhaní s odhadovanou hodnotou početnosti výskytu 1 a 2 (viď tab. 9.2)



*Tab. 9.2: Pravdepodobnosť výskytu*

Hodnota (O)	Početnosť výskytu	Pravdepodobnosť zlyhania
10	≥ 100 na 1000 kusov	Veľmi vysoká: Trvalý stav chyby
9	50 na 1000 kusov	
8	20 na 1000 kusov	Vysoká: Časté chyby
7	10 na 1000 kusov	
6	5 na 1000 kusov	Stredná: príležitostné chyby
5	2 na 1000 kusov	
4	1 na 1000 kusov	
3	0,5 na 1000 kusov	Nízka: relatívne malý počet chýb
2	0,1 na 1000 kusov	
1	≤ 0,01 na 1000 kusov	Nepatrná: chyba je nepravdepodobná

### Kontrolné a preventívne opatrenia a ich kontrola

Ak by v procese FMEA došlo k prehliadnutiu potenciálnej príčiny chyby, do výroby by sa mohol dostať výrobok s chybami návrhu. Pre overenie konzistentnosti a robustnosti FMEA a samotného návrhu výrobku sú potrebné kontrolné opatrenia a mechanizmy. Ak sa podarí identifikovať prehliadnutú príčinu, resp. mechanizmus chyby, je možné realizovať nápravu – zmeny návrhu a pod. Medzi typické preventívne opatrenia patrí :

- kontrola CAD dokumentácie, špeciálne layouty
- kontrolný zoznam robustnosti a spoľahlivosti
- predošlé FMEA
- zákaznicke špecifikácie
- interné normy, vytvorené na základe skúseností z minulých projektov

Kontrola preventívnych opatrení:

- dáta z výroba a testovania príbuzných výrobkov
- štúdie vyrobiteľnosti
- revízia CAD dokumentácie
- DV/PV dokumentácia (design verification/product validation)
- CAE simulácie, iné analytické metódy

## Detekcia (D)

Tab. 9.3: Pravdepodobnosť detekcie

Hodnota (D)	Pravdepodobnosť detekcie
10	Absolútne neistá
9	Veľmi nepatrná
8	Nepatrná
7	Veľmi nízka
6	Nízka
5	Stredná
4	Stredne vysoká
3	Vysoká
2	Veľmi vysoká
1	Takmer istá

## Risk priority number (RPN) – Číslo priority rizika

RPN slúži na komplexné ohodnotenie potenciálneho rizika vzniku chyby a jej možných následkov. Vypočíta sa podľa vzťahu

$$RPN = S \times O \times D$$

Zároveň slúži ako podklad pre rozhodovanie, pre ktoré potenciálne chybové stavy je nevyhnutné vypracovať a prijať nápravné opatrenia pre zníženie rizika ich výskytu, a u ktorých sú existujúce preventívne a kontrolné opatrenia a metódy ich kontroly dostačujúce.

## Odporúčané a prijaté opatrenia

Cieľom nápravných opatrení je eliminovať potenciálne chybové stavy, pričom prioritou prijímania opatrení by mala byť stanovená podľa:

1. najvyššieho stupňa závažnosti (S)
2. klasifikácie kritickosti
3. hodnoty RPN.

Vo všeobecnosti sa odporúča vypracovať návrhy nápravných opatrení pre všetky klasifikované kritické charakteristiky a potenciálne chybové stavy s hodnotou  $RPN > 100$ . Príklady nápravných opatrení:

- Revízia geometrie a tolerancií návrhu
- Revízia materiálovej špecifikácie
- Návrhy reálnych testov a doplnkových simulácií

- Revízia plánu testov
- Integrácia ďalších kontrolných prvkov a mechanizmov do návrhu

Zoznam odporúčaných nápravných opatrení prechádza procesom schvaľovania. Pre opatrenia, ktoré sú schválené na prijatie, sa určí osoba zodpovedná za ich implementáciu, ako i presný časový termín. Po prijatí odporúčaných opatrení sa odporúča vykonať revíziu FMEA, v ktorej sa u dotknutých chybových stavov nový stav prehodnotí a určia sa nové hodnoty S, O, D a RPN a vyhodnotí sa tak vhodnosť a účinnosť prijatých opatrení.

Typickými výstupmi DFMEA sú: kontrolné plány prototypov, zoznam potenciálnych kritických a významných charakteristík, zoznam odporúčaní pre tvorbu výrobkových stratégií a výrobných programov, kontrolný zoznam spoľahlivosti a robustnosti výrobku, revízie metód a plánov testovania, plán verifikácie návrhu. Niektoré z týchto výstupov slúžia ako vstupy pre realizáciu procesovej FMEA, ktorá je zameraná na výrobné a podnikové procesy. Časť týchto výstupov sa využije výhradne pri vývoji daného výrobku, väčšina však poslúži ako zdroj informácií a skúseností s vývojom a prispieva tak ku skvalitneniu, zrýchleniu a zoštíhleniu procesu vývoja výrobkov v budúcnosti.

## 10. TESTOVANIE V AUTOMOBILOVOM PRIEMYSLE

Hlavné metódy testovania pre automobilový priemysel, môžeme rozdeliť na:

- materiálové testy,
- priemyselné a výrobné testy,
- testy potvrdenia návrhu a
- testy zabezpečenia kvality.

Konkrétnejšie triedenie testov:

- normami predpísané skúšky,
- testy odolnosti prevádzané počas výrobného procesu,
- životnostné testy,
- klimatické skúšky,
- funkčné skúšky,
- materiálové skúšky,
- korózne skúšky,
- homologizačné skúšky,
- špeciálne skúšky

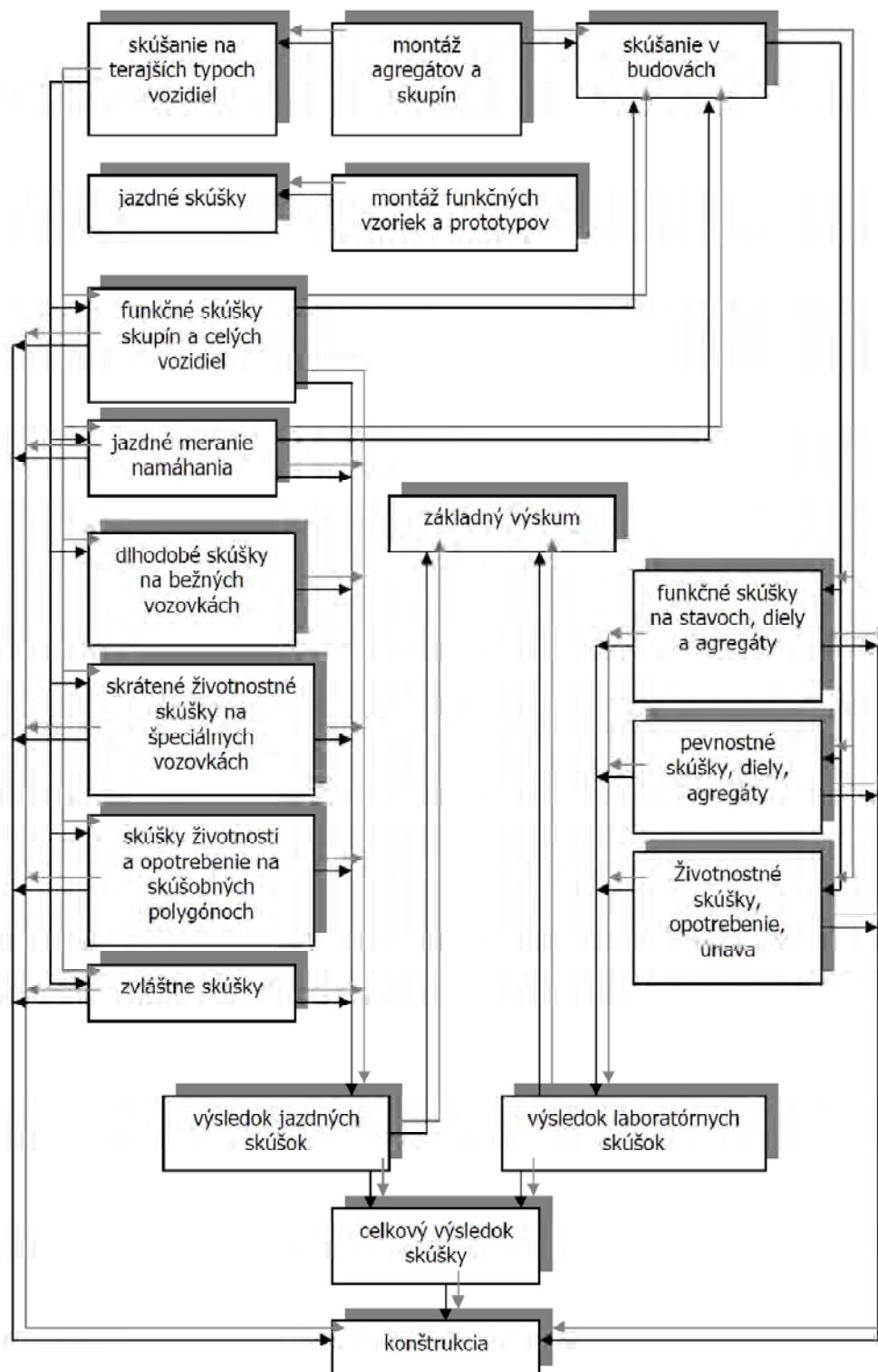
Skúšky motorových vozidiel je možné rozdeliť podľa skúšaných objektov, spôsobu vykonávania podmienok skúšok atď. Vykonávajú sa skúšky skúšobných a modelových vzoriek, nových alebo modernizovaných vozidiel a ich modifikácia, skúšky vozidiel z prebiehajúcej výroby, skúšky vozidiel po generálnej oprave a pod. Podľa najrôznejších skúšok sa sleduje, do akej miery vozidlo vyhovuje požiadavkám funkčným, ekonomickým a životnostným.

Slabé miesta a nedostatky funkcie je nutné pritom rýchle poznať, aby mohli byť konštrukcie opravené, aby doba k skúšaniam bola čo najkratšia (medzi vydaním musia jednotlivé skúšky prebiehať súbežne. (obr. 10.1).

Skúšobníctvo vozidiel je možné rozdeliť na dve hlavné oblasti:

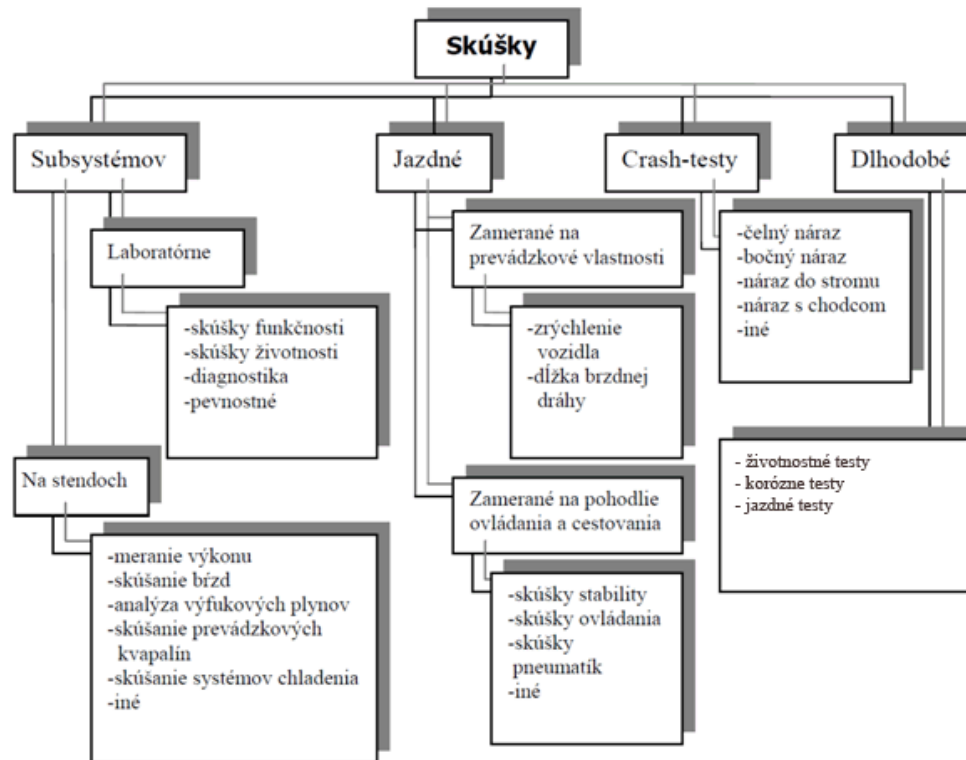
- na jazdné skúšky a
- na skúšky laboratórne (v skúšobniach).

Pre urýchlenie vývoja prebieha často na prevádzke overovanie agregátov nového typu (motor, prevodovka, hnací hriadeľ, nápravy, riadiace ústrojenstvo) vo vozidle terajšej výroby, pretože stavba nosnej konštrukcie a karosérie je väčšinou časovo náročnejšia.



Obr. 10.1: Organizácia skúšobníctva vozidiel [15]





Obr. 10.2: Klasifikácia skúšok [15]

Keďže samotné skúšobníctvo považujeme za súčasť inovačného procesu, pri analýze problematiky skúšobníctva je účelné lokalizovať varianty skúšok do celkového inovačného cyklu (tab.10.1)

Tab. 10.1: Etapy inovačného cyklu a funkcie skúšok [16]

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

## 11. ŠTÍHLY DIZAJN, ŠTÍHLY PROCES VÝVOJA PRODUKTOV

Základnou filozofiou štíhleho „lean“ prístupu vo všetkých oblastiach podnikových činností je minimalizácia aktivít, ktoré nepridávajú hodnotu dôležitú z hľadiska zákazníka. Lean Design – je vysokovýkonný, integrovaný nástroj tímovej práce zameraný na radikálne zníženie výrobných nákladov na všetkých úrovniach, prechádza sa od navrhovania samostatných výrobkov na design kompletnej výrobkovej línie. Princípy:

- Pracovať na tom, čo je pre vývoj dôležité: vytvorenie jasných požiadaviek na vývoj podľa zákazníckych potrieb a prehodnotenie technologických možností a know-how schopností podniku.
- Koncentrovať prácu na vývoji: vykonávať prácu čo možno v najkratšom čase s minimálnymi presunmi medzi jednotlivcami.
- Znovupoužitie poznatkovej bázy
- Redukcia priamych materiálových nákladov:
  - bežné spoločné súčiastky,
  - bežný spoločný základný materiál,
  - zjednodušenie designu,
  - redukcia nepoužiteľného odpadu a kvalitatívnych nepodarkov,
  - eliminácia dávok spracovania atď.
- Redukcia priamych experimentálnych a skúšobných nákladov:
  - zjednodušenie designu - design pre štíhlu výrobu a montáž,
  - redukcia počtu súčiastok,
  - prispôbenie tolerancií výrobku operačným schopnostiam,
  - štandardizácia procesov ai.
- Redukcia operačných prevádzkových nákladov:
  - minimálny dopad na rozmiestnenie usporiadania v závode,
  - získanie synergie pre krížové výrobné línie (napr. modulárny design, stratégia hromadnej úpravy podľa požiadaviek zákazníka),
  - zlepšenie využitia spoločných kapitálových zariadení.
- Minimalizácia nenávratných nákladov na navrhovanie:
  - platforma návrhových stratégií,
  - štandardizácia súčiastok,
  - štíhle QFD („dom kvality“) – názor zákazníka,
  - metódy Six Sigma,
  - design experimentov,
  - hodnotové inžinierstvo, a ďalšie.
- Minimalizácia investícií do základných špeciálnych výrobkov:
  - proces prípravy výroby,
  - prispôbenie tolerancií výrobku operačným schopnostiam,
  - hodnotové inžinierstvo/zjednodušenie designu,
  - design pre tok samostatných súčiastok,
  - štandardizácia súčiastok ai.

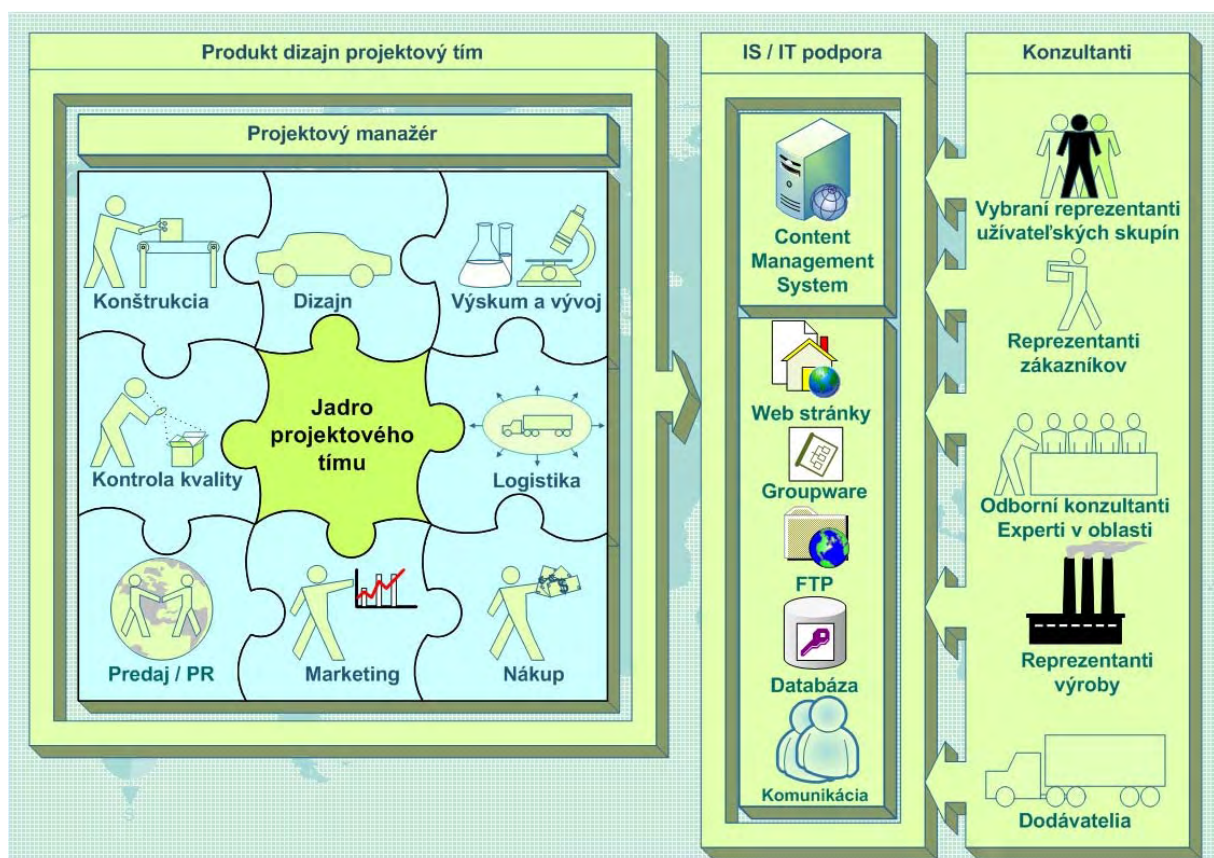
## Štíhly proces vývoja – lean development

Východiskom je skutočná požiadavka zákazníka a stanovenie presnej hodnoty. Všetko ostatné čo neuspokojuje potrebu zákazníka a zákazník za to musí platiť sa považuje za plytvanie.

- Sústredenie sa na prvotnú fázu vývoja, kde sa zohľadňujú mnohé varianty a uhly pohľadov, pretože práve tu je skutočný priestor pre optimalizáciu
- Súbežné činnosti podporované dobrou komunikačnou stratégiou
- Snaha o detailne pochopenie a napĺňanie požiadaviek zákazníka
- Optimalizácia toku v procesoch vývoja a eliminácia plytvania
- Prepojenie špecialistov z funkčných útvarov do multiprofesných tímov (obr. 11.1) za účelom optimalizácie konštrukcie prototypu – výrobu

Tab. 11.1: Najčastejšie plytvanie v procese vývoja

Druhy plytvania	Chyby	Nadvýroba	Komunikácia	Prestoje	Pohyb	Výroba
<b>Príklad</b>	Výkresová, modelová dokumentácia	Zbytočná výroba prototypov	Nedostatočná koordinácia činností, nadbytočná byrokracia	Dlhé úseky medzi jednotlivými fázami vývoja	Nadbytočné vývojové procesy	Dlhé schvaľovanie, Výroba nepotrebných dokumentácie,



Obr. 11.1: Sieťový vývoj produktu s podporou IT prostredníctvom CMS (Content Management System)

### **Checklist pre štíhly „Lean“ Design**

- *Existujú jasne formulované ciele pre plánovanie nového produktu typu „lean“?*
- *Existujú procesné analýzy aktuálnej produkcie, check-listy, atď. pre plánovanie novej produkcie?*
- *Sú v produkt dizajne aplikované nástroje ako: Design for manufacturing/assembly (DFM/A), Design for quality (DFQ), Design for Six Sigma (DFSS), Design to cost (DTC), Quality function deployment (QFD), Design failure mode and effect analysis (DFMEA)?*
- *Sú zástupcovia výrobcu intenzívne zapojení do procesu vývoja nového produktu?*
- *Bol vplyv nových produktov na náklady, funkčnosť, zmontovateľnosť, logistiku a kvalitu vzatý do úvahy a prehodnotený?*
- *Do akej miery sú v novom produkte využité prvky (súčiastky, uzly, agregáty), použité už v predošlých produktoch? Čím viac, tým lepšie.*

## 12. TRENDY VÝVOJA V AUTOMOBILOVOM PRIEMYSLE

Na najvyššej úrovni je možné špecifikovať trendy vývoja trhov a priemyslu, vzájomné vplyvy s okolím, kľúčové ciele a problémy. Základná vízia vývoja automobilového priemyslu a dopravy, resp. ciele, ktorým by sa mal tento vývoj v najbližších dvadsiatich rokoch výrazne priblížiť, zahŕňa trendy, ktoré je možné na základe spoločných znakov a príbuznosti rozdeliť do šiestich kategórií [14]:

- **Sociálne trendy.** Vzťahujú sa na sociálne prostredie, vrátane demografie, životného štýlu, požiadaviek na mobilitu, ochranu zdravia a bezpečnosť. Víziou je lacná, bezpečná, výhodná, pohodlná, čistá, spoľahlivá a všeobecne rozšírená cestná doprava
- **Ekonomické trendy.** Zameriavajú sa na finančné aspekty, ktoré zahŕňajú globálne, národné, firemné a osobné ekonomické hľadiská. Vízia zahŕňa úspešný a trvalo udržateľný rozvoj priemyslu, spojeného s cestnou dopravou
- **Environmentálne trendy.** Ich objektom je životné prostredie, vrátane výroby a spotreby energie, odpadu, emisií a znečistenia a dopadov na zdravie. Vízia predpokladá environmentálne udržateľný systém cestnej dopravy
- **Technologické trendy.** Vyjadrujú, ako technológie ovplyvňujú spôsob života, zahŕňajúc vývoj nových palivových a pohonných systémov, technológie z oblasti elektroniky a riadiacich systémov, konštrukcie a materiály, vrátane výrobných a marketingových procesov. Predpokladajú efektívne a odpovedajúce technologické inovácie v oblasti cestnej dopravy
- **Politické trendy.** Vzťahujú sa na systémy, ktoré riadia tak bežný, ako aj firemný život, zahŕňajú politiky, regulačné a legislatívne opatrenia, spolu s politickými procesmi, ktoré ich ovplyvňujú. Cieľom je efektívna, integrovaná, konzistentná a trvalo udržateľná politika cestnej dopravy
- **Infraštruktúrne trendy.** Ich objektom sú systémy, ktoré podporujú cestnú dopravu, zahŕňajú cestné komunikácie a infraštruktúru, súvisiace služby a informácie, a vzťah k ostatným spôsobom dopravy. Víziou je efektívny, integrovaný a trvalo udržateľný systém cestnej dopravy

### 12.1 Výkonové charakteristiky a ciele

Predstavujú vývoj potrieb a požiadaviek, týkajúcich sa funkčnosti cestných transportných systémov. Na tejto úrovni je možné ich špecifikovať podľa jednotlivých oblastí trendov vývoja nasledovne:



## Sociálna oblasť

Vízia lacnej, bezpečnej, výhodnej, pohodlnej, čistej, spoľahlivej a všeobecne rozšírenej cestnej dopravy predpokladá priblíženie sa nasledovným cieľom:

- **Adaptabilita vozidiel:** automobil s vlastnosťami, ako sú konfigurovateľnosť, schopnosť zvýšenia úžitkových vlastností, modulárnosť. Takéto vozidlo v plnej miere uspokojí užívateľa počas celej doby životnosti, prináša radosť z jazdy, vyžaduje minimálnu námahu pri riadení, je prítlačlivé tak pre mladších, ako i pre starších a má charizmu. Cieľovými oblasťami sú hrdosť na vlastníctvo a potešenie z cestovania, úroveň hluku.
- **Preprava osôb v mestách:** efektívne koncepty osobnej dopravy v meste s rýchlou odozvou plnenia požiadaviek cestujúcich pri nízkom, či nulovom znečisťovaní prostredia
- **Efektívny predaj a zákaznícka podpora:** procesy, ktoré zvyšujú mieru plnenia zákazníckych požiadaviek v priebehu celej doby, počas ktorej zákazník vlastní daný produkt, teda automobil

## Ekonomická oblasť

Úspešný a trvalo udržateľný rozvoj priemyslu, spojeného s cestnou dopravou, predpokladá:

- **Efektívnosť vozidla:** vhodná a nákladovo efektívna doprava, skutočne všeobecná dostupnosť (skoková redukcia obstarávacích nákladov) a minimálne prevádzkové náklady. Najneskôr do roku 2020 majú byť výrobcovia schopní vyvinúť úplne nové vozidlo v priebehu 18 mesiacov a 12 mesiacov pri významnom využití existujúcich komponentov, pri 50% redukcii nákladov na vývoj. Cieľové oblasti: trvanie jazdy, náklady na dopravu, spotreba energie
- **Efektívnosť prepravy:** efektívna ľahká nákladná preprava v rámci mesta, pri minimálnom, či nulovom znečistení a výraznej redukcii nákladov na údržbu a prevádzku vozového parku.
- **Efektívna diaľková preprava:** koncepty efektívnej prepravy tovarov na veľké vzdialenosti, optimalizácia prepravných trás a mobilita za akýchkoľvek podmienok
- **Efektívny dizajn a výroba:** procesy redukujúce čas vstupu na trh nových produktov a výrobné náklady v rámci dodávateľských reťazcov

## Environmentálna oblasť

Environmentálne udržateľný systém cestnej dopravy vyžaduje sociálnu zodpovednosť. Tá znamená environmentálne prijateľné vozidlá bezpečné pre posádku a ostatných účastníkov cestnej premávky, s nízkou mierou znečisťovania prostredia. Hlavnými cieľmi v tejto oblasti je redukcia hluku, emisií a spotreby

energie, potrebnej tak na samotnú prepravu, ako i na výrobu dopravných prostriedkov a údržbu infraštruktúry.

### Ďalšie ciele:

- Dostupnosť prepravy: redukcia priemerného času, stráveného prepravou
- Schopnosť prepravy v požadovanom okamihu: skrátenie času čakania na príslušnú prepravu
- Spôľahlivosť času príchodu: redukcia zdržaní počas prepravy

## 12.2 Výskum a vývoj v oblasti technológií

Prehľad vízie vývoja a výskumu v oblasti technológií podľa jednotlivých oblastí je uvedený v tabuľke 12.1. Technologický vývoj musí reagovať na odozvy na potreby a požiadavky v oblasti technológií, vrátane výskumu, ktoré je možné rozdeliť do nasledovných základných oblastí:

- Motory a hnacia sústava
- Alternatívny pohon vozidiel
- Softvér, snímače, elektronika a telematika
- Konštrukcia a materiály
- Dizajn a výrobný proces

*Tab.12.1: Vízie výskumu a vývoja v oblasti technológií*

Oblasť	Vízia
<b>Motory a hnacia sústava</b>	Efektívny, čistý, rozmerovo malý, ľahký, lacný, spoľahlivý, odolný, vysoko výkonný integrovaný spaľovací motor
<b>Alternatívny pohon vozidiel</b>	Trvalo udržateľné zdroje energie a systémy pohonu, ktoré spĺňajú potreby a požiadavky spoločnosti, priemyslu a životného prostredia
<b>Softvér, snímače, elektronika a telematika</b>	Inteligentne reagujúce, adaptabilné, bezpečné a zabezpečené vozidlo, prevádzkované v prostredí integrovaného a optimalizovaného cestného dopravného systému
<b>Konštrukcia a materiály</b>	Silné, ľahké, bezpečné, environmentálne vyhovujúce, lacné a rekonfigurovateľné štruktúry a materiály
<b>Dizajn a výrobný proces</b>	Efektívne, rýchle, citlivo reagujúce a integrované procesy návrhu a výroby vozidiel

### Motor a pohon vozidiel

Vývoj motorov a technológií pohonu sa zameriava najmä na:

- tepelnú a mechanickú efektívnosť
- výkon a ovládanie
- emisie (znečistenie a hluk)
- spoľahlivosť a odolnosť

- čas uvedenia na trh a znižovanie nákladov
- hmotnosť a veľkosť

Hlavné výzvy pre výskum predstavujú nasledovné oblasti a technológie:

- **zlepšenie procesu spaľovania:**
  - vnútrovalcové snímače
  - adaptívna kalibrácia
  - prevádzka valcov bez použitia vačky
  - variabilná kompresia
  - alternatívne cykly a vylepšené palivové systémy
- **optimalizácia hnacích sústav:**
  - systémy využívajúce odpadové teplo
  - hybridné systémy
  - inovácie v oblasti prevodov
  - zmenšenie rozmerov
  - integrácia
  - systémy skladovania energie
  - inteligentné riadenie
  - inteligentné podporné systémy
- **zlepšenie kontroly emisií:**
  - redukcia emisií vznikajúcich pri studenom štarte
  - biotechnológie
  - katalyzátory so zníženou závislosťou na vzácnych kovoch
- **zmenšenie rozmerov hnacích sústav:**
  - kompozitné štruktúry s použitím plastov, kovov a keramiky
  - tenkostenné štruktúry
  - inovatívne tepelné a mechanické riešenia
  - inteligentné podporné systémy a prevody
  - ľahké prevodovky
- **virtuálne navrhovanie:**
  - simulácia funkčných atribútov, výroby a prípravy nástrojov
  - znalostne orientovaný dizajn
  - virtuálna a autonómna kalibrácia
  - integrácia výskumu a virtuálneho inžinierstva s marketingom a plánovaním
  - modularizácia
- **minimálna potreba údržby:**
  - senzory
  - riadenie kompenzácie opotrebenia
  - integrované diagnostické systémy
  - telematika
  - modelovanie a predikcia porúch
  - vylepšené lubrikanty, prímеси a filtrácia
  - povrchové úpravy

- materiály ložísk
- koncepty dizajnu
- inhibícia korózie a odolnosť voči mechanickému porušeniu
- vylepšené systémy tesnení a uložení

### Alternatívny pohon vozidiel

Hybridné, elektrické vozidlá a vozidlá využívajúce alternatívne zdroje energie predstavujú problematiku, ktorá zahŕňa nasledovné systémy a funkcie:

- aplikácia nových a alternatívnych typov palív, ako vodík, kvapalný plyn (LPG), stlačený zemný plyn, kvapalný zemný plyn, bionafta a metanol, resp. etanol
- konverzia energie z alternatívnych palív na využiteľnú mechanickú energiu
- elektrický pohon vozidiel, systémy uchovávania energie, hybridy a palivové články pre priamu premenu paliva na elektrickú energiu

Vývoj nových systémov pohonu je orientovaný najmä na hlavné oblasti:

- vodíkové a palivové články
- hybridné motory a inovatívne motory s vnútorným spaľovaním
- vylepšené konvenčné a alternatívne palivá

Hlavné výzvy pre výskum predstavujú nasledovné oblasti a technológie:

- **Hybridné elektrické aplikácie** ako súčasť systému pohonu, ktorá podporuje spaľovací motor, prípadne funguje samostatne v špecifických situáciách. Podporné systémy a komponenty, na ktoré sa prioritne zameriava vývoj, sú:
  - Batérie, schopné dodať vysoké okamžité množstvo energie pri minimálnej hmotnosti a nákladoch, veľkom množstve cyklov a dlhej životnosti.
  - Elektrické motory a prevodníky elektrickej energie. Kľúčovou vlastnosťou motora je schopnosť uvoľnenia veľkého množstva energie potrebnej na akceleráciu pri vysokej efektívnosti a zvládnutí požiadaviek na chladenie. Ideálnym riešením sa javí úzka integrácia elektromotora a spaľovacieho motora, alebo prevodového systému.
  - Inovácie v oblasti spaľovacích motorov, prevodov a výfukových systémov
  - Elektronické riadenie pohonu. Spaľovací a elektrický motor sa značne odlišujú svojimi vlastnosťami a vhodnosťou použitia, preto je nevyhnutné ich súčinnosť zosúladiť kvôli dosiahnutiu optimálnej efektívnosti celého systému a jazdným vlastnostiam. Na to je potrebné optimalizovať efektívnosť motorov a ich zaťaženia a zabezpečiť plynulý a stabilný výkon.

- **Elektromobily.** Hlavným obmedzením koncepcie elektromobilov je limitovaný dojazd. Širokému využitiu týchto vozidiel bráni najmä čas potrebný na dobítie. Aj napriek týmto obmedzeniam sa predpokladá, že elektromobily nájdu svoje uplatnenie, a to najmä pri preprave na krátke vzdialenosti. Podporné systémy a komponenty sú podobné ako u hybridných vozidiel, avšak s principiálnou výnimkou pre oblasť batérií, u ktorých je nevyhnutné maximalizovať kapacitu tak, aby sa čo možno najviac predĺžili cykly nabíjania. Výzvy predstavuje riešenie batérií s vysokou kapacitou pri minimálnej hmotnosti, optimalizované nabíjanie pre maximálnu životnosť, diagnostika a recyklovanie. Technológie v tejto oblasti sa zameriavajú na inovácie batérií, alternatívne systémy uchovávanía energie (hydraulické a zotrvačnickové systémy), vývoj nanotechnológií a biotechnológií a systémy riadenia
- **Aplikácie v oblasti palivových článkov.** Závisia na nasledovných oblastiach výskumu:
  - inovácie konštrukcie, zlacnenie výroby palivových článkov a podporných systémov, zvýšenie životnosti a minimalizácia potreby údržby
  - vývoj nových materiálov (platne a membrány)
  - optimalizácia dizajnu: uloženie, podporné systémy, tepelné a vodné hospodárstvo
  - kompresory a čerpadlá s nízkou spotrebou energie a nízkou úrovňou hluku
  - systém zásobovania vodíkovým palivom
  - vyššia efektívnosť výroby tekutého vodíka
  - kryogénne vstrekovanie paliva
- **Alternatívne palivá pre konvenčné vozidlá:**
  - spôsoby udržateľnej mobility
  - alternatívne spôsoby výroby palív z obnoviteľných zdrojov

### Softvér, snímače, elektronika a telematika

Hlavné výzvy pre výskum a vývoj v tejto oblasti predstavuje:

- **Adaptabilita vozidiel**
  - senzory a diagnostické systémy
  - monitorovanie stavu vozidla a vodiča
  - plug and play aplikácie
- **Systémová integrácia**
  - architektúra, štandardy a protokoly podporujúce interoperabilitu
  - fúzia senzorov
  - bezpečnosť a spoľahlivosť kritických systémov
  - komunikačné a informačné technológie
  - riadiace a automatické systémy
- **Používanie a zabezpečenie vozidla**
  - biometria
  - systém zaznamenávania prevádzkových údajov (čierna skrinka)



- systémy spätnej väzby zvyšujúce ekonomickosť jazdy
- simulácia jazdy a odhad času dojazdu
- **Architektúra**
  - diagnostika porúch systému
  - architektúra a štandardy pre senzory
  - operačné systémy
  - modelovanie nákladov
- **Aplikácie pre kooperáciu vozidla a infraštruktúry**
  - autonómne vozidlá
  - riadenie diaľničnej siete a infraštruktúry

### Konštrukcia a materiály

Hlavné smery výskumu v tejto oblasti sa zameriavajú na:

- **Dizajnérske techniky pre simuláciu nárazov** s novými materiálmi, procesmi a architektúrami, umožňujúce 100%-ne virtuálny návrh vozidiel, vrátane nových materiálov a procesov
- **Inteligentné materiály zvyšujúce bezpečnosť chodcov:**
  - pasívne a aktívne materiály v kombinácii s príslušnými riadiacimi systémami
  - elektoreologické materiály (materiály formovateľné elektrickým prúdom)
  - materiály s riadeným lomom
  - systémy airbagov
  - gélové technológie
- **Prostredie absolútne eliminujúce možnosť kolízií.** Cieľom je vyvíjať kvalitné vozidlá s vysokou životnosťou s ohľadom na to, že dopravné nehody môžu byť eliminované využitím telematiky a inteligentných systémov, pri zabezpečení komfortu a výkonu, bez obmedzení a potreby vývoja prvkov pasívnej bezpečnosti. Výzvy predstavuje:
  - fundamentálna revízia súčasných pravidiel a metód tvorby automobilov
  - expanzia materiálových možností
  - vývoj architektúr maximalizujúcich jazdný výkon
  - širokospektrálne integrované modelovanie
  - integrované palivové nádrže
  - konfigurovateľný modulárny dizajn
- **Rekonfigurovateľnosť vozidla.** Predstavuje maximalizáciu zákaznicky orientovanej výroby s detailným prispôbením vozidla zákazníkovi „na mieru“. Výzvy predstavuje:
  - zabezpečenie štrukturálnej integrity
  - stavebnicová štruktúra
  - vysoko pevné platformy s aktivovateľnými a deaktivovateľnými adhezívnymi systémami
  - nové modely dodávateľských reťazcov

- **Zákaznícky orientovaný dizajn**, zohľadňujúci potreby zákazníkov v intenciách individuality, dostupnosť, životný štýl a demografické zmeny. Ten vyžaduje rozšírenie spektra typov vozidiel a špecifikácie, modulárna a pružná výroba a montáž, rozšírenie funkčnosti karosérie a interiéru a procesy, nevyžadujúce vysoké investície. Technológie sa musia zamerať na:
  - modularitu dizajnu a výroby
  - vymeniteľné panely
  - diverzifikáciu produktov
  - rekonfigurovateľné lisovanie, vstrekovanie a odlievanie
  - materiály so schopnosťou tvarovej pamäti
- **Redukcia nákladov v priebehu životného cyklu a vplyvu na životné prostredie:**
  - zníženie prevádzkových a servisných nákladov
  - nové materiály a konštrukcia (hmotnosť, tuhosť, absorpcia energie)
  - zvýšenie životnosti
  - komplexné modelovanie nákladov v priebehu životného cyklu
  - redukcia nákladov
  - vysoko pevné, formovateľné, nekorodujúce hliníkové a nízko nákladové rekonfigurovateľné platformy
- **Optimalizovaný dizajn konštrukcie s využitím kompozitných materiálov:**
  - ľahká konštrukcia (nižšia spotreba paliva, prevádzkové náklady a emisie)
  - vylepšené charakteristiky konštrukcie (bezpečnosť, hluk a vibrácie)
  - redukcia výrobných nákladov a potreby investícií
  - vývoj plastov a kompozitných materiálov
  - vývoj rýchlo tuhúcich plastov a živíc, vyrábaných vstrekovaním pri nízkom tlaku a odlievaním, bez potreby vstrekovania pod vysokým tlakom
- **Predspracované materiály s dlhou životnosťou** bez potreby povrchových úprav, maximalizujúce zostatkovú hodnotu vozidla, redukcia nákladov a pozitívny vplyv na životné prostredie:
  - zvýšenie štruktúrnej trvanlivosti vozidiel
  - inovácie v oblasti technológií spájania materiálov bez ovplyvnenia materiálových vlastností
  - uchovanie povrchovej úpravy materiálov počas procesu spracovania a výroby bez rizika poškodenia
  - predlakovaná oceľ
  - gélom povlakované sklenené vlákna
  - vylepšená adhézia náterových látok
  - systém farbenia integrovaný do nástroja / vstrekovacej formy
- **Nízko nákladové kompozitné konštrukcie** znižujúce hmotnosť, výrobné a prevádzkové náklady, zlepšujúce vlastnosti pri náraze a zvyšujúce životnosť vozidla:
  - Vývoj inteligentných materiálov absorbujúcich energiu:

- schopnosť reagovať na vonkajšie signály a priamy náraz
- výroba, kontrola a trvanlivosť počas doby životnosti vozidla
- systémy riadenia správania sa pri náraze v závislosti od sily nárazu
- **Nízko hmotnostné štruktúry karosérií z kompozitných materiálov:**
  - formovanie a spájanie
  - kozmetické povrchy
  - ekonomicky výhodné materiály a konštrukcie
  - zváranie spojov
  - sendvičové štruktúry
- **Nové technológie v oblasti rozhrania cesta – vozidlo:**
  - redukcia znečistenia a hluku
  - zlepšenie ekonomiky paliva a bezpečnosti
  - vylepšené materiály a dizajn pneumatík
  - optimalizovaný povrch vozoviek

### Dizajn a výrobný proces

Oblasť dizajnu a výrobných procesov zahŕňa všetky činnosti a procesy, spojené s návrhom a vývojom automobilov:

- Generovanie inovačných nápadov, dizajnérske procesy a výroba modelov
- Inžiniersku činnosť
- Výroba prototypov
- Výrobné procesy a technológie výroby komponentov
- Montáž
- Testovanie
- Užívateľská podpora
- Recyklácia / regenerácia
- Súvisiace činnosti: riadenie dodávateľských reťazcov, marketing, logistika, distribúcia a predajná/servisná sieť

Hlavné výzvy v tejto oblasti predstavuje:

- **Redukcia pevného odpadu na objemy, blížiac sa nule:**
  - vývoj technológií recyklácie
  - rozvoj a presadenie sa ekonomicky efektívnych systémov recyklácie s dostatočným objemom náhradných materiálov
  - identifikácia možností opätovného využitia odpadových materiálov vo výrobe alebo na výrobu energie
- **Zákaznícky orientovaný dizajn**
- **Výrazné skrátenie procesu** návrhu komponentov **a času prípravy** výroby s využitím nových metód:
  - Rapid Prototyping

- Rapid Tooling
- **Trvalo udržateľná výroba:** redukcia spotreby materiálov, energií a odpadu vo výrobnom procese
- **Nízko nákladová výroba zvyšujúca flexibilitu:**
  - zvýšenie rekonfigurovateľnosti
  - implementácia dodatočných zmien návrhu do výroby bez dramatického extrémneho navýšenia nákladov
  - zníženie nákladov na výrobu nástrojov
  - odstránenie potreby lakovní
  - rozvoj Rapid Direct Toolingu, vysoko rýchlostného obrábania a vývoj v oblasti vopred lakovaných plechov
- **Elektronická výmena dát** v oblasti dizajnu, analýz, výroby, testovania a prevádzky, umožňujúca zvýšenie kvality, konkurenčnej schopnosti a zákaznícku orientáciu:
  - štandardizácia
  - redukcia nákladov
  - nevyhnutná zmena prístupu, umožňujúca implementáciu a kooperáciu
  - virtuálna realita
  - transfer inovácií, najmä z oblasti leteckého a vojenského priemyslu
- **Zjednodušená expedícia vozidiel**, umožňujúca konfiguráciu predajcami:
  - možnosť montáže v blízkosti trhu
  - zmeny v dodávateľských reťazcoch
  - výmena dát
  - modulárna architektúra vozidiel
  - nová filozofia riadenia zásob
- **Systemová integrácia produkt – proces – informácie – znalosti :**
  - informačná bezpečnosť
  - ochrana duševného vlastníctva
  - nové nástroje a metódy kvantifikácie kvalitatívnych parametrov
  - analytické nástroje a techniky
  - migrácia poznatkov a generatívnosť
  - metodika budovania kolaboratívnych tímov s krížovými kompetenciami
  - komunikačné štandardy a protokoly
  - systémy zabezpečenia a ochrany údajov
  - automatizovaná diagnostika
  - integrácia vývoja v oblasti elektroniky a softvéru

## LITERATÚRA

- [1] KOVÁČ M.: Inovácie a technická tvorivosť. Košice, SjF TU v Košiciach, 2002, 152 s. ISBN 80-7165-369-1
- [2] KOVÁČ, M. a kol.: Product design v automobilovej výrobe, Košice, TUKE, SjF, Edícia EQUAL, 2006, 110 s., ISBN 80-8073-687-1
- [3] SPENCE, A. D.: Mechanical engineering – Product design. USA: McGraw-Hill Primis, 2008. 321s. ISBN-13:978-0-39-044050-1.
- [4] CROW, K.: Product development strategic orientation. [online]. Publikované 2001. URL: <<http://www.npd-solutions.com/strategy.html>>
- [5] BABJAK, Š.: Metódy skracovania času prípravy inovácií: Rýchla príprava prototypov v automobilovom priemysle. Doktorandská dizertačná práca. Košice: Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, 2007. 140 s.
- [6] ERHORN, C. – STARK, J.: Competiting by design: Creating value and market advantage in new product development. Essex Junction: Omneo, 1994. 290 strán. ISBN 0-939246-44-9.
- [7] KOVÁČ, M. – BABJAK, Š.: Integration of Product Innovation Techniques in Automotive Component Design. In: Acta Mechanica Slovaca, roč. 14, č. 1/2010. Košice, SjF TU v Košiciach, 2010, s. 42 – 53. ISSN 1335-2393
- [8] Johnson Controls Trenčín, s.r.o.: Seat\_System\_Design\_out\_for TU KE.
- [9] DRM Associates and PD-Trak Solutions: New product development body of knowledge. 2008. Dostupné na internete: <http://www.npd-solutions.com/bok.html>
- [10] STYLE 4 CARS: Car proportions [online]. Style4cars.com, 2009. [2009-05-25]. Dostupné na internete: <http://www.style4cars.com/?p=19>
- [11] SIM, P.: Dizajn exteriéru automobilu pre voľný čas v štýle coupé. Bakalárska práca. Košice: Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, 2010. 66 s.
- [12] FILIPIAK, J. Photoshop tutorial by Jorg Filipiak [online]. MX-Publisher, 2006. [cit. 2010-04-27]. URL: [http://speedanddesign.net/vweb/images/News/tutorial/jorgfilipiak/Jorg\\_1.htm](http://speedanddesign.net/vweb/images/News/tutorial/jorgfilipiak/Jorg_1.htm)
- [13] BREUGST, M. – HAGEN, L. – MAGEDANZ, T.: Impacts of mobile agent technology on mobile communications system evolution. In: *IEEE Personal Communication Magazine*, Vol. 5, 1998, č. 4, s. 56-69. ISSN: 1070-9916
- [14] PHAAL, R.: Foresight Vehicle Technology Roadmap: Technology and Research Directions for Future Road Vehicles. Londýn: Department of Trade and Industry, 2002. URN 02/933
- [15] Švač, V.: 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



## PRÍLOHY

Príloha 1: Príklad QFD Domu kvality pre malé mestské vozidlo



## Príloha 2: Segmentácia automobilov podľa tried

Status 16.06.2004	Entry	Small	Lower Medium	Upper Medium	Executive	Luxury
Segments	A	B	C	D	E	F
Price	< 10.500 €	ca.10.501-14.000 €	ca. 14.001-19.000 €	ca.19.001-29.500 €	ca. 29.501-45.000 €	> 45.001 €
Alfa Romeo			147, 148, 148 SUV	156, 157, GT Coupe	GTV/ Coupe, Spider, 166, 167 SUV	
Asia Motors			Rocsta			
Aston Martin						DB7 Vantage, Vanquish V12
Audi		A2	A3, A3 neu	A4, A4 Avant, Cabriolet, Magellan	A6, TT, TT Roadster, Allroad	A8, Audi Allroad Quattro, A8 lang, S4, Steppenwolf, Magellan
Bentley						Arnage, Continental GT
BMW		New Mini, New Mini Cabrio	1 Series	3 Series, M3 Series, X3	5 Series, M5 Series, X5, Z4, 6 Series	7 Series, 6 Series
Cadillac					CTS	Seville
Chevrolet					Blazer, Trans Sport, Camaro, Trailblazer	Corvette, Tahoe
Chrysler				Sebring, Vision, Grand Voyager, Voyager, PT Cruiser, Neon	300M, Crossfire	Viper
Citroen	C2	C3, Pluriel	Berlingo, Xsara, Picasso, C3, C4	C5, C8		
Daewoo	Matiz	Kalos	Rezzo, Lacetti	Nubira, Evanda		
Daihatsu	Cuore	Sirion, YRV, Copen	Terios			
Ferrari						612 Scaglietti, 360 Modena, 575 Maranello
Fiat	Panda	Punto, Idea	Multipla, Stilo, Doblo	Ulysse, Fuoristrada, Barchetta		
Ford	Ka	Fiesta, Fusion, StreetKa	Focus, Focus C-Max	Galaxy, Maverick, Mondeo, Escape	Ranger	
Honda		Jazz	Civic, HR-V, Stream, FR-V	Accord Tourer, Accord, CR-V, S2000		Legend, NSX
Hyundai	Atos	Getz	Accent, Matrix	Coupé, Elantra, Terracan, Trajet, Santa Fe, Sonata	XG	
Jaguar				X-Type	S-Type	XK 8, XJ-Series
Jeep				Wrangler	Cherokee, Grand Cherokee	
Kia	Picanto	Rio	Shuma II, Cerato, Sportage	Sorento, Carnival, Carens, Magentis	Opirus	
Lada		Niva	110, 111, 112			
Lamborghini						Murciélago, Gallardo
Lancia		Y, Musa		Phedra, Lybra	Thesis	
Land Rover				Defender, Freelander	Discovery, Baby-Range	Range Rover
Lexus				IS Series	GS-Series	LS-Series, SC-Series, RX-Series
Lotus					Elise	
Maserati						Coupé, Spyder, Quattroporte
Mazda		2	3, Premacy	MX-5, 6, Tribute, MPV	RX8	
Mercedes			A-class, Vaneo	C-class	CLK, E-class, SLK, M-class, V-class, GST	S-Class, G-Class, SL, Maybach, CL, SLR
MG			ZR	MG TF, ZS	ZT, ZT-T	
Mitsubishi		Colt	Space Star, Pajero Pinin	Lancer, Space Runner, Outlander, Grandis	Challenger, Pajero	
Nissan		Micra, Micra Cabrio, Cube	Almera, Almera Tino	Primera, Terrano II, Patrol	Maxima, Pathfinder	350Z
Opel	Agila	Corsa, Meriva	Astra, Zafira	Vectra, Signum, Speedster		
Peugeot	107, 1007	206, 206CC	307, 307CC, Partner	807, 407	607	
Pontiac					Firebird	
Porsche					Boxster	911 (Carrera, GT2, 3, Turbo, Targa) Cayenne, Carrera GT
Proton		300 Series				
Renault	Twingo	Clio, Modus	Mégane, Mégane Grand Tour, Megane Cabrio-Coupe, Scénic, Grand Scénic, Kangoo, Kangoo 4x4	Laguna, Laguna Grand Tour, Espace,	Vel Satis, Grand Espace	
Rolls Royce						Phantom
Rover	15	25, Streetwise	45	75		X-Power
Saab			9-2	9-3	9-5, 9-7	
Seat	Arosa	Cordoba, Ibiza	Toledo, León, Altea	Alhambra		
Skoda		Fabia	Octavia	Superb		
Smart	Fortwo, ForTwo Cabrio	ForFour	Roadster, Roadster Coupe, ForMore			
Ssang Yong				Korando	Musso, Rexton	
Subaru		Justy	Impreza	Forester, Legacy, Outback	Baja	
Suzuki	Alto, Wagon R+	C2, Ignis, Jimny	Grand Vitara, Liana			
Toyota		Yaris, Yaris Verso	Corolla, Corolla Verso, Prius	Avensis, Avensis Verso, Celica, MR2, Previa II, RAV4	Land Cruiser, Camy	
Volvo			V 30	S40, V50, S60, XC50	V70, XC70, S80, C70, XC90, V90	
VW	Lupo	Polo	Golf, Bora, New Beetle, Touran, C1	Passat, Sharan, Marrakesh	Touareg, Multivan, Passat Plus, Microbus	Phaeton

### Príloha 3: Segmentácia automobilov podľa typu karosérie



Status 16.06.2004	Hatch	Sedan	Estate	Coupé	Convertible	Monocab	Off-Road
<b>Alfa Romeo</b>	147, 148	156, 166, 157, 167	156 Sportwagon	Coupe/GTV, GT Coupe	Spider		148 SUV, 167 SUV
<b>Asia Motors</b>							Rocsta
<b>Aston Martin</b>				DB7 Vantage Coupe, Vanquish V12	DB7 Vantage Volante		
<b>Audi</b>	A2, A3, A3	A4, A6, A8	A4 Avant, A6 Avant, Allroad	TT	TT Roadster, A4		Magellan, Steppenwolf
<b>Bentley</b>		Arnage		Continental GT			
<b>BMW</b>	3 Series Compact, New Mini, 1 series	3-, 5-, 7 series, M5 series	3 series Touring, 5 series Touring	M3 Series, 6 series	Z4, 3 Series, M3 series, 6 series		X3, X5
<b>Cadillac</b>		CTS, Seville					
<b>Chevrolet</b>				Corvette, Camaro	Corvette, Camaro	Trans Sport	Blazer, Trailblazer, Tahoe
<b>Chrysler</b>		300M, Neon, Sebring	PT-Cruiser	Viper, Crossfire	Sebring, Viper	Voyager, Gran Voyager	
<b>Citroen</b>	Xsara, C2, C3, C4	C5, C6	C5, Xsara, C4	Xsara	Pluriel	Berlingo, C8, Picasso	
<b>Daewoo</b>	Kalos, Lacetti	Nubira	Nubira			Matiz, Rezzo	
<b>Daihatsu</b>	Cuore, Sirion				Copen	YRV	Terios
<b>Ferrari</b>				612 Scaglietti, 575 Maranello, 360 Modena	360 Modena Spider		
<b>Fiat</b>	Panda, Punto, Stilo		Stilo Multiwagon		Barchetta	Ulysse, Multipla, Idea, Doblo	Fuoristrada
<b>Ford</b>	Focus, Ka, Fiesta, Mondeo	Mondeo, Focus	Mondeo Turnier, Focus		Streetka	Galaxy, Focus C-Max, Fusion, Tourneo	Maverick, Escape
<b>Honda</b>	Civic IMA, Jazz	Accord, Civic, Legend	Accord Tourer	Civic, NSX	S2000	Stream, FR-V	CR-V, HR-V
<b>Hyundai</b>	Accent, Getz	Elantra, Sonata, XG	Elantra	Coupé		Atos, Trajet, Matrix	Santa Fe, Terracan
<b>Jaguar</b>		XJ, X-Type, S-Type	X-Type	XK8	XK 8, F-Type		
<b>Jeep</b>							Cherokee, Grand Cherokee, Wrangler
<b>Kia</b>	Picanto, Rio, Shuma II, Cerato	Shuma II, Magentis, Rio, Opirus, Cerato				Carnival, Carens	Sorento, Sportage
<b>Lada</b>	112		110 111				Niva
<b>Lamborghini</b>				Murciélago, Gallardo			
<b>Lancia</b>	Y	Lybra, Thesis	Lybra			Phedra, Musa	
<b>Land Rover</b>							Freelander, Defender, Discovery, Range Rover, Baby-Range
<b>Lexus</b>		GS-Series, IS-Series, LS-Series	IS-Series Sportcross		SC-Series		RX300
<b>Lotus</b>					Elise		
<b>Maserati</b>		Quattroporte		Coupé	Spyder		
<b>Mazda</b>	2, 3, 6 Sport	3, 6,	6	RX8	MX-5	MPV, Premacy,	Tribute
<b>Mercedes</b>		C-Class, E-Class, S-Class, Maybach	C-Class, E-Class	CL, CLK, C-Class-Compact, SLR	CLK, SL, SLK	A-Class, Vaneo, V-Class, GST	G-class, G-Class Cabrio, M-class
<b>MG</b>	ZR	ZS, ZT	ZT-T		MG TF		
<b>Mitsubishi</b>	Carisma, Colt	Lancer	Lancer			Space Wagon, Space Star, Grandis	Pajero, Challenger, Pajero Pinin, Outlander
<b>Nissan</b>	Micra, Almera, Primera	Maxima, Primera	Primera Traveller	350Z	Micra Cabrio	Almera Tino, Cube	Patrol, Terrano II, X-Trail, Pathfinder
<b>Opel</b>	Astra, Corsa, Vectra	Vectra	Astra, Vectra, Signum	Astra	Astra, Speedster	Agila, Meriva, Zafira	
<b>Peugeot</b>	206, 307, 1007	407, 607	206 SW, 307 Break/SW, 407 Break	406	206CC, 307CC	807, Partner, 107	
<b>Pontiac</b>							
<b>Porsche</b>				911 (Carrera, Turbo, GT2.3)	911 (Carrera, Turbo, GT2.3), Boxster, Carrera GT		Cayenne
<b>Proton</b>							
<b>Renault</b>	Clio, Mégane, Laguna	Mégane, Vel Satis	Laguna Grand Tour, Mégane Grand Tour		Mégane	Espace, Grand Espace, Kangoo, Scénic, Grand Scénic, Twingo, Modus	Kangoo 4x4, Xterra
<b>Rolls Royce</b>		Phantom					
<b>Rover</b>	15, 25, Streetwise	45, 75, X-Power	75 Tourer				
<b>Saab</b>	9-2	9-3, 9-5	9-5	9-3	9-3		
<b>Seat</b>	Arosa, León, Ibiza	Cordoba, Toledo				Alhambra, Altea	
<b>Skoda</b>	Fabia	Fabia, Octavia, Superb	Fabia Combi, Octavia				
<b>Smart</b>	ForFour			Roadster	ForTwo, Roadster	ForTwo Coupe	For More
<b>Ssang Yong</b>							Korando, Musso, Rexton
<b>Subaru</b>	Justy, Impreza	Impreza, Legacy	Outback, Legacy				Forester, Baja
<b>Suzuki</b>	Alto, Ignis				C2	Wagon R+, Liana	Grand Vitara, Jimny
<b>Toyota</b>	Corolla, Yaris, Prius, Avensis	Avensis, Camry, Corolla	Avensis, Corolla	Celica	MR2	Previa, Yaris Verso, Avensis Verso, Corolla Verso	Land Cruiser, RAV4
<b>Volvo</b>	V30	S40, S60, S80	V50, V70, XC 70		C70		XC90, XC50
<b>VW</b>	Lupo, Polo, Golf, New Beetle	Passat, Passat Plus, Bora, Phaeton	Golf, Bora, Passat	Passat	New Beetle, C1	Touran, Sharan, Multivan, Microbus	Touareg, Marrakesh



© 2010

ISBN: 978-80-553-0564-6