

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N 2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: Průmyslové inženýrství a management

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vývoj produktu s ohledem na náklady

Autor: **Bc. Jan NOVOHRADSKÝ**
Vedoucí práce: **Doc. Ing. Jana KLEINOVÁ, CSc.**

Akademický rok 2013/2014

Západočeská univerzita v Plzni
Fakulta strojní
Akademický rok: 2013/2014

Studijní program: Strojní inženýrství
Forma: Kombinovaná
Obor/komb.: Průmyslové inženýrství a management (PIMNK)

Podklad pro zadání DIPLOMOVÉ práce studenta

PŘEDKLÁDÁ:	ADRESA	OSOBNÍ ČÍSLO
Bc. NOVOHRADSKÝ Jan	Pecháčkova 20, Plzeň - Skvrňany	S12N0042K

TÉMA ČESKY:

Vývoj produktu s ohledem na náklady

NÁZEV ANGLICKY:

Product development with regard to costs

VEDOUcí PRÁCE:

Doc. Ing. Jana Kleinová, CSc. - KPV

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ:

- Charakteristika metod
- Popis vybraného produktu
- Aplikace metody na vybraný produkt
- Zhodnocení

SEZNAM DOPORUČENÉ LITERATURY:

- 1) Ehrlenspiel, K., Kiewert, A., Lindemann, U. : Kostengünstig entwickeln und konstruieren ISBN 978-3-540-74222-7 Springer 2007
- 2) Dinger, H. : Targetcosting: Praktische Anwendung in dem Entwicklungsprozess: Praktische Anwendung in der Produktentwicklung ISBN 3-446-21900-5 Hanser 2002
- 3) Interní podnikové materiály

Podpis studenta:

Datum:

Podpis vedoucího práce:

Datum:

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou/diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou/diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské/diplomové práce.

V Plzni dne:

.....
podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucí mé bakalářské práce paní doc. Ing. Janě KLEINOVÉ, CSc. a konzultantovi mé diplomové práce paní Ing. Pavle MARŠÁKOVÉ za pomoc v průběhu zpracování mé práce v podobě konzultací, studijních materiálů a hodnotných rad při mé práci.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Novohradský	Jméno Jan			
STUDIJNÍ OBOR	N2301 Průmyslové inženýrství a management				
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Kleinová, CSc	Jméno Jana			
PRACOVIŠTĚ	ZČU - FST - KPV				
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ		Nehodící se škrtněte	
NÁZEV PRÁCE	Vývoj produktu s ohledem na náklady				
FAKULTA	strojní	KATEDRA	KPV	ROK ODEVZD.	2014

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	75	TEXTOVÁ ČÁST	50	GRAFICKÁ ČÁST	25
STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Diplomová práce obsahuje popis metod snižujících náklady a aplikuje je na produkt hlavové opěrky v automobilech. Práce vyvozuje závěry, jakým způsobem konstruovat kvalitní hlavové opěrky při snížení nákladů na jejich produkci.				
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	Target costing, Design for X, Design to cost, Náklady, Hlavové opěrky, Whiplash, Crash testy				

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR		Surname Novohradský		Name Jan	
FIELD OF STUDY		N2301 Průmyslové inženýrství a management			
SUPERVISOR		Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Kleinová, CSc.		Name Jana	
INSTITUTION		ZČU - FST - KPV			
TYPE OF WORK		DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable	
TITLE OF THE WORK		Product development with regard to costs			
FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Industrial engineering	SUBMITTED IN	2014

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	75	TEXT PART	50	GRAPHICAL PART	25
BRIEF DESCRIPTION		This thesis consists description of methods for lowering development costs. It applies these methods to headrests in vehicles and suggests approaches to constructing high quality headrests for reduced costs.			
TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS					
KEY WORDS		Target costing, Design for X, Design to cost, Costs, Headrests, Whiplash, Crash tests			

Obsah

SEZNAM OBRÁZKŮ A PŘÍLOH	2
SEZNAM ZKRATEK.....	4
ÚVOD	5
1 CHARAKTERISTIKA METOD	6
1.1 TARGET COSTING	6
1.2 DESIGN TO COST.....	10
2 POPIS VYBRANÉHO PRODUKTU A KLÍČOVÉ PARAMETRY	15
2.1.1 <i>Hodnocení bezpečnosti podle euroNCAP</i>	<i>16</i>
2.1.2 <i>Hodnocení nákladů výroby</i>	<i>20</i>
3 VYBRANÉ PRODUKTY A JEJICH HODNOCENÍ	23
3.1 OPĚRKY PASIVNÍ	23
3.1.1 <i>BMW 3 F30.....</i>	<i>24</i>
3.1.2 <i>BMW 1 F20.....</i>	<i>26</i>
3.2 OPĚRKY AKTIVNÍ	28
3.2.1 <i>BMW X3 F25.....</i>	<i>29</i>
3.2.2 <i>BMW 5 F10.....</i>	<i>31</i>
3.3 OPĚRKY REAKTIVNÍ.....	33
3.3.1 <i>Opel Astra H</i>	<i>34</i>
3.3.2 <i>Mazda 3.....</i>	<i>36</i>
4 ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ A VYVOZENÍ ZÁSAD KONSTRUOVÁNÍ	39
4.1 ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ	39
4.2 ZÁSADY KONSTRUOVÁNÍ.....	42
ZÁVĚR.....	44
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	45
SEZNAM PŘÍLOH	46

Seznam obrázků a příloh

- Obr. 1-1** Fáze životního cyklu produktu
- Obr. 1-2** Znárodnění postupu BOTTOM UP a TOP DOWN
- Obr. 1-3** Vliv času na náklady nutné ke změně
- Obr. 1-4** Algoritmus postupu při vývoji produktu
- Obr. 2-1** Fáze whiplashe při nárazu
- Obr. 2-2** Výsledky crash testu Audi A6 Strana 1
- Obr. 2-3** Výsledky crashtestu Audi A6 Strana 2
- Obr. 2-4** Výsledky crashtestu Audi A6 Strana 3
- Obr. 2-5** Kompletní autosedačka
- Obr. 2-6** Kompletní hlavová opěrka
- Obr. 2-7** Zadní kryt opěrky
- Obr. 2-8** Kovový rám opěrky
- Obr. 2-9** Spodní kryt opěrky
- Obr. 2-10** Tlačítko zafixování opěrky
- Obr. 2-11** Polotovar předního krytu
- Obr. 2-12** Zadní plastový kryt
- Obr. 2-13** Plastová konstrukce opěrky včetně rámu
- Obr. 2-14** Plastová konstrukce
- Obr. 2-15** Graf využití materiálů Audi A6
- Obr. 2-16** Rám sedačky Audi A6
- Obr. 3-1** Výškově nastavitelná klasická opěrka hlavy
- Obr. 3-2** Whiplash BMW 3
- Obr. 3-3** Rám sedačky BMW 3
- Obr. 3-4** Komponenty opěrky BMW 3
- Obr. 3-5** Graf využití materiálů BMW 3
- Obr. 3-6** Whiplash BMW 1
- Obr. 3-7** Rám sedačky BMW 1
- Obr. 3-8** Komponenty opěrky BMW 1
- Obr. 3-9** Graf využití materiálů BMW 1
- Obr. 3-10** Aktivní opěrka hlavy
- Obr. 3-11** Whiplash BMW X3
- Obr. 3-12** Rám sedačky BMW X3
- Obr. 3-13** Potah a rám opěrky BMW X3
- Obr. 3-14** Pěna a mechanismus opěrky BMW X3
- Obr. 3-15** Graf využití materiálů BMW X3
- Obr. 3-16** Whiplash BMW 5
- Obr. 3-17** Rám sedačky BMW 5
- Obr. 3-18** Komponenty opěrky BMW 5
- Obr. 3-19** Graf využití materiálů BMW 5
- Obr. 3-20** Reaktivní opěrka hlavy
- Obr. 3-21** Whiplash Opel Astra

- Obr. 3-22** Rám sedačky Opel Astra
- Obr. 3-23** Komponenty opěrky Opel Astra
- Obr. 3-24** Graf využití materiálů Opel Astra
- Obr. 3-25** Whiplash Mazda 3
- Obr. 3-26** Rám sedačky Mazda 3
- Obr. 3-27** Komponenty opěrky Mazda 3
- Obr. 3-28** Graf využití materiálů Mazda 3
- Obr. 4-1** Výsledky crashtestů
- Obr. 4-2** Výsledky hodnocení bezpečnosti a nákladů
- Obr. 4-3** Graf nákladovosti a bezpečnosti opěrek

Seznam zkratk

- DTC – (Design to cost) metoda vývoje s ohledem na náklady
- DFX – (Design for X) metoda vývoje s ohledem na určitý klíčový aspekt
- DFM – (Design for Maintainability, Manufacture) metoda vývoje s ohledem na udržovatelnost, výrobu
- DFA – (Design for Assembly) metoda vývoje s ohledem na sestavení
- DFS – (Design for Safety) metoda vývoje s ohledem na bezpečnost
- DFR – (Design for Reliability) metoda vývoje s ohledem na spolehlivost
- DFE – (Design for Environment) metoda vývoje s ohledem na životní prostředí
- FIP – (Foam in Place) metoda zhotovení hlavové opěrky
- TC – (Target costing) metoda cílových nákladů
- PTS – (points) počet bodů dosažených při crash testu

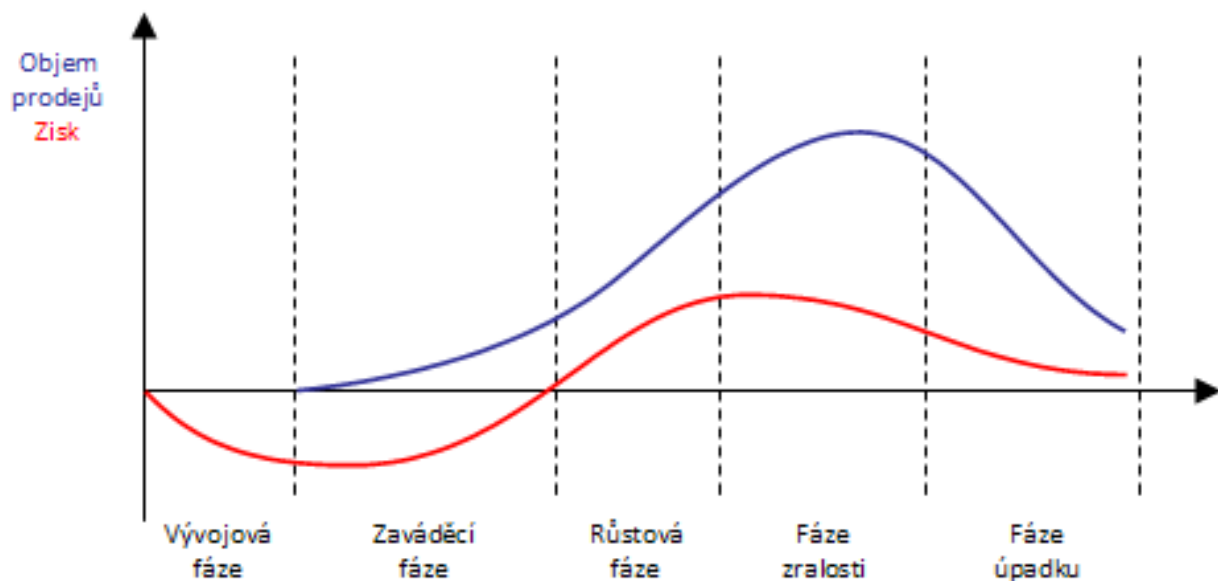
Úvod

V době, kdy jsou ekonomické faktory výroby sledovány drobnohledem a je vyvíjen stále větší tlak na snižování nákladů s výrobou spojených, jsou stále důležitější metody zabývající se touto problematikou. Šetření nejen materiálem, ale i technologií výroby přispívá k lepší konkurenceschopnosti každého podniku zabývajícího se nejen výrobou, ale také přípravou výroby. Nelze ovšem takovéto snižování nákladů praktikovat donekonečna, neboť vyráběné produkty musí plnit stanovené požadavky na funkci, bezpečnost, trvanlivost, kvalitu atp. Jinými slovy je nutné vyrábět s optimálním využitím všech zdrojů tak, aby byly vynaloženy co nejmenší náklady, ale funkce součásti přitom nebyla nijak ohrožena. Tomuto tématu se bude věnovat následující práce.

1 Charakteristika metod

Existuje celá řada pohledů na přístup k zefektivnění výroby. Většina se zabývá předvýrobní fází, neboť tato fáze je, jak dobře známo, nejdůležitější. Paretův princip říká, že 80% kvality, tedy i efektivity při výrobě, lze ovlivnit v předvýrobní fázi a 20% ve výrobě. Budeme se tedy spíše věnovat fázi vývoje produktu a nalézání prostorů k vylepšení ve fázi vývoje. Pro potřeby této práce byly vybrány metody, které jsou v dnešní době velmi používané.

Fáze vývoje se nachází na začátku životního cyklu produktu, jak je vidět z obrázku **Obr. 1-1**.



Obr. 1-1. Fáze životního cyklu produktu [7]

Jedná se o fázi, která nepřináší zisk jako takový, pouze náklady. V této fázi jsme ovšem schopni ovlivnit produkt nejvíce z hlediska budoucích nákladů na výrobu, servis, kvalitu.

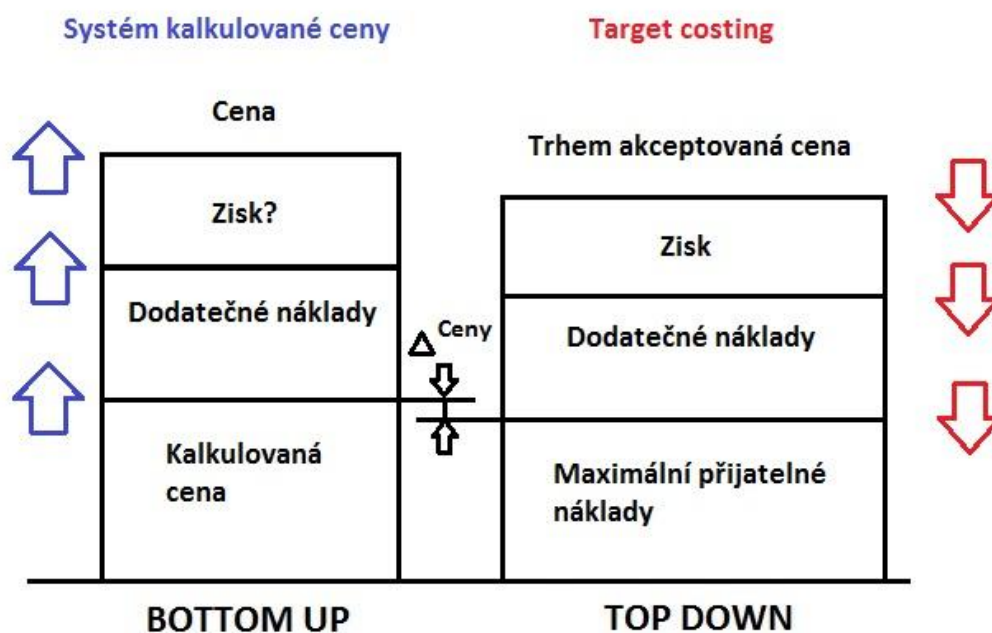
Soustředíme se tedy pouze na metody, které se věnují právě předvýrobním fázím životního cyklu produktu, tedy fázi konceptu a vývoje. Pro potřeby této práce byly vybrány metody, které jsou v dnešní době velmi často používané, a to metody Target costing (TC) a Design to cost (DTC).

1.1 Target costing

Target costing, jak již název napovídá, je metoda založená na cílové ceně, resp. cílových nákladech. Co si pod pojmem cílové náklady představit: U target costingu první fáze vývoje produktu neprobíhá v technickém úseku vývoje, ale ve finančním. U produktu je nejdříve stanovena finální cena, za kterou bude výsledný produkt prodáván na trhu. Hlavní rozdíl mezi konvenčním přístupem k ceně lze naznačit klíčovými otázkami. Konvenční přístup se řídí

otázkou: “Kolik bude produkt stát?”. Oproti tomu TC se ptá: “Kolik smí produkt maximálně stát?”. Jinými slovy říká, na jaké náklady je nutné se dostat, aby byl produkt konkurenceschopný. Lze si představit řadu produktů, které byly inovacemi hnány do extrémů například co do technologie a nabízených funkcí. Ty ovšem nebyly zákazníkem využívány, tudíž pro podnik znamenaly náklady navíc. Z toho důvodu je na celý proces nahlíženo z jiného pohledu, a to – je nutné nabízet zákazníkovi tak dobrý produkt, jak je pro něj důležité a jak je to jím vnímáno, nikoliv tak dobrý, jak je to jen možné. Vnímání produktu zákazníkem je tedy velice důležité. Z toho důvodu je vhodný detailní průzkum trhu a dialog se zákazníkem. Není totiž lepšího přístupu, než se zákazníka zeptat, co od produktu očekává, jak vnímá kvalitu produktu a jak vnímá rozdíly mezi konkurencí. Kromě přímého dialogu je řada způsobů, jak těchto informací dosáhnout. Například dotazníky či firmy zabývající se průzkumy trhu. Máme-li představu o produktu, na základě průzkumu konkurence je nutné stanovit cenu produktu. Tím rozumíme cenu odpovídající trhu tak, aby byla konkurenceschopná, ale přitom byla schopná přinést požadovaný zisk.

Cenu je poté nutné nejprve oprostit od daně. Dále je nutné stanovit požadovanou marži na produktu a také ji odečíst tak, abychom se dostali na náklady, za které bude produkt vyroben. Jde tedy o tzv. princip TOP-DOWN. Je stanovena horní hranice, od které jsou odečítány jednotlivé dílčí náklady až se dostaneme na číslo námi požadované. (Opačný přístup, tedy BOTTOM-UP využívá konvenčního přístupu, tedy je stanovena funkce produktu, na základě funkce nutná technologie, součásti a z ceny vypočítané na základě těchto parametrů je stanovena výsledná cena produktu. Ta ovšem nemusí být odpovídající trhu.) Celý postup je znázorněn na obrázku **Obr. 1-2**.



Obr. 1-2 Znázornění postupu BOTTOM UP a TOP DOWN (upraveno dle [7])

Jedna z hlavních výhod TC spočívá v možnosti sledování financí spojených s produktem od samého počátku. Není ovšem možné tento způsob vývoje aplikovat kdekoliv. Jako všechny přístupy i TC má svá úskalí. Je možné ho aplikovat pouze v podnicích využívajících rozpočetnictví.

V prvopočátku jsou tedy stanoveny pouze klíčové parametry produktu a jeho cena. Je důležité vědět, co chceme vyrábět, nepodstatné detaily jsou ovšem vynechány. Pro lepší představu zvolme příklad: Řekněme, že budeme chtít vyrábět notebook ve středním segmentu a prodávat jej za konečnou cenu 15 000,- Kč včetně DPH. V tuto chvíli není důležité, zda bude mít displej 15,4" či 16", není důležitý ani výkon procesoru či zda je kryt zhotoven z hliníku. Důležité faktory jsou zboží, které na trhu chybí či je ho nedostatek, předpokládané množství a cena.

Tato cena je v dalších fázích vývoje rozčleněna podle jednotlivých procesů a v důsledku i podle jednotlivých dílů produktu, v našem případě notebooku. Část peněz putuje do obchodního oddělení, část do vývoje, kde se dělí dále na jednotlivé díly – harddisk, mechanika, základní deska, LCD displej apod. To může být výhodné z hlediska rozhodování o použitých technologiích. Například máme-li k dispozici 1000,- Kč na CPU, nebude možné v takové sestavě nabídnout vysoce výkonný čtyř jádrový procesor, ale pouze dvou jádrový. Pokud bychom přesto chtěli nabídnout lepší procesor, bylo by nutné finance přečerpat z jiného dílu, například z operační paměti. Jinými slovy ušetření nebo prodražení jednotlivých součástí a procesů se vždy vzájemně promítne v konečné ceně, a proto je nutné dodržovat stanovené cílové ceny s nejvyšší přesností.

TC je hojně využíván například v automobilovém průmyslu či elektronice, čili v dnešní době dá se říci – spotřebním zbožím. Protože takový trh je přesycený, panuje na něm silná konkurence. V takovém prostředí zajistí konkurenceschopnost zejména cena. Vzhledem k vyšším nákladům nutným pro realizaci je TC vhodný zejména u sériově vyráběných produktů s vysokým stupněm automatizace výroby.

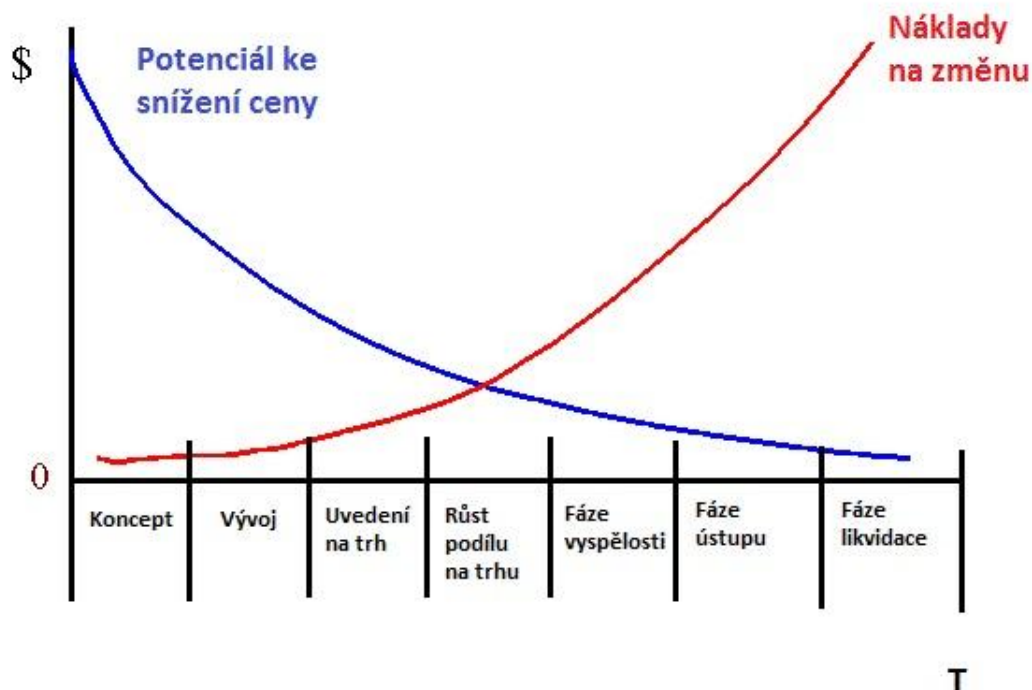
Cena jednoho kusu produktu nám ovšem nestačí. Je nutné provést rozbor celého životního cyklu produktu a na jeho základě stanovit velikost investice. V našem případě stanovme délku životního cyklu notebooku na 4 roky. První rok je stádium vývoje, čili neziskový a další tři roky předpokládáme prodeje ve výši 10 000ks za rok. Celkově za 4 roky tedy 30 000ks notebooků při 15 000,- Kč za kus. Výsledné číslo je tedy 450 mil. za období čtyř let včetně DPH i marže. Tuto částku poníženou o DPH i marži je tedy nutné rozdělit na patřičné díly tak, jak je uvedeno výše.

Zavedení TC je velice náročné zejména z důvodu přesného stanovení ceny produktu. V ideálním případě je třeba odhad s přesností na haléře. U nově vznikajících firem bývá zavedení nejjednodušší, i když nedostatkem dat z předešlých let a nedostatkem zkušeností dochází často k odchylkám od ceny na jednotlivých odděleních. Nejlepším předpokladem je

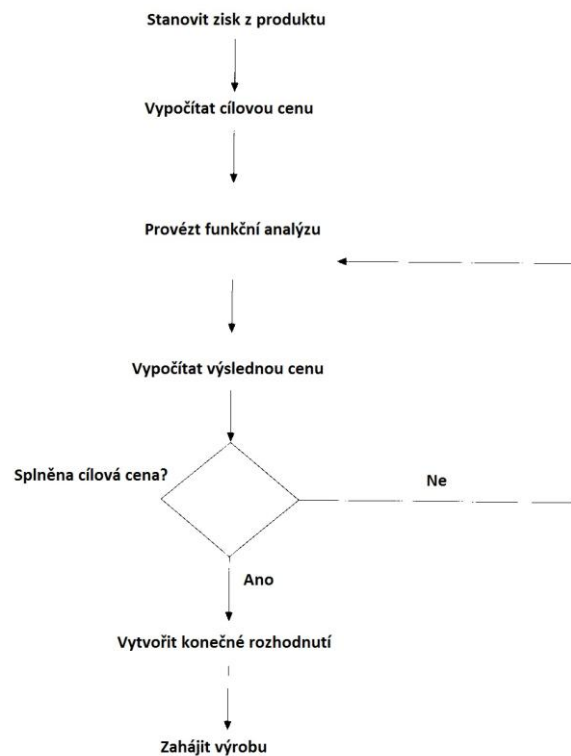
procesně orientovaný podnik. Ale ani u takového podniku není zaručeno, že bude implementace úspěšná.

Jak již bylo zmíněno výše, rozdělení peněz mezi jednotlivá oddělení a v důsledku i mezi jednotlivé díly nám pomůže určit použitou technologii, materiály atp. V případě, že v jednom oddělení jsou finance nedostatečné a v druhém nadbytečné, je problém řešitelný. To ovšem vyžaduje vysokou úroveň spolupráce mezi odděleními, jejich důmyslné propojení a jednoznačné nastavení kompetencí. Také z toho důvodu nabízí TC více než-li jen pohled na produkt z hlediska ceny. Ve svém důsledku totiž změní fungování celého podniku. Ovšem pouze v případě, že podnik rizikovou implementaci TC úspěšně přežije.

Mezi největší výhody TC tedy patří hlavně možnost sledování nákladů v průběhu celého procesu produkce. A protože je cena rozčleněna podle jednotlivých součástí, je možné kontrolovat jejich vývoj. V případě, že stanovený díl splňuje požadavky co do funkčnosti, nikoliv však ceny, je nutné se vrátit zpět a vyvinout alternativu (viz obrázek **Obr. 1-4**). Tímto způsobem je možné provádět „iteraci“ do té doby, než jsou splněny dva klíčové požadavky – funkčnost a cena. Algoritmus iterací je znázorněn na obrázku. Toto je výhodné z pohledu včasného odstraňování nedostatků. Jak je známo, čím dále v procesu produkce jsme, tím vyšší náklady musíme vynaložit na odstranění chyb či nedostatků, jak naznačuje obrázek **Obr. 1-3**. Tímto způsobem je možné řadu nedostatků odhalit již ve fázi vývoje, čímž jsou náklady opět tlačeny směrem dolů.



Obr. 1-3 Vliv času na náklady nutné ke změně (upraveno dle [7])



Obr. 1-4 Algoritmus postupu při vývoji produktu (upraveno dle [7])

1.2 Design to cost

Tradiční přístup k vývoji produktu je založen na technické a technologické vyspělosti produktu, času uvedení na trh, kvalitě, popřípadě také estetice. To ovšem v silně konkurenčním prostředí nemusí a mnohdy nemůže fungovat. Produkt musí být schopný cenové konkurence. To znamená, že z pohledu zákazníka musí být produkt tzv. pořiditelný, jinými slovy musí být za odpovídající cenu. Je tedy nutné ke všem hlavním požadavkům na produkt zahrnout i jeho cenu, a to nejen cenu na pořízení, ale také na provoz, jinými slovy cenu životního cyklu produktu (life-cycle cost). Protože zákazníkem nejsou vynakládány prostředky pouze na pořízení produktu, je nutné zahrnout i všechny ostatní, jako například provoz (pohonné hmoty, energie) a údržbu.

Tento přístup je ovšem nutno zavádět již ve fázi vývoje produktu. Jak je známo, drtivá většina nákladů na výrobu a provoz produktu, je rozhodnuta ve vývojové fázi. Podle některých publikací lze až 70% výsledných nákladů ovlivnit právě v této fázi. S následnou výrobou bývá spojeno řádově 15% nákladů. Z toho vyplývá, že ovlivňováním produktu v momentě, kdy se již vyrábí, lze upravit náklady v nejlepším případě o maximálně 15%. To znamená, že pokud chceme ovlivňovat cenu, je nutné toto činit od samého začátku již ve fázi konceptu.

Design to cost patří do kategorie metod Design for X (DFX – design pro X). X v tomto případě označuje množinu metod využívaných pro zlepšení klíčových vlastností produktu s ohledem na nejlepší využití limitovaných zdrojů řešitelského týmu. Stejně tak bývá

zdůvodňováno slovem „excellence“, čili dosažení nejlepšího možného výsledku. DFX, jako jeden z nejefektivnějších přístupů zahrnuje řadu nástrojů, jako například:

Design for Manufacture and Assembly (Design s ohledem na výrobu a sestavení)

DFM a DFA se ve vývojové fázi snaží co nejvíce upravit produkt tak, aby byl co nejjednodušejší vyroben a sestaven, což je mnohem výhodnější, než když je produkt připraven jít do výroby a musí být z určitého důvodu přepracován. Nejlepší řešení takového problému je vytvořit tým spolupracující s dodavatelem materiálu a se zástupcem vedení výroby. Hlavním úkolem řešitelského týmu je redukovat odpad. Může jít jak o prvky nepřidávající hodnotu či o prvky, které by měly být upraveny nebo jsou jejich tolerance příliš přísné. Stejně nevhodné jsou operace, které jsou náročné na přípravu a jejich provádění tedy předchází několik dalších kroků. Takovéto nerobustní operace snižují efektivitu a zvyšují možnost chyb a defektů.

Design for Reliability (Design pro spolehlivost)

Spolehlivost produktu je brána jako celková doba jeho funkčnosti za daných provozních podmínek, ať už se projeví jako počet uzavřených cyklů, otáček, času, najetých kilometrů atp. Je nutné zohlednit rozhodující faktory, jako například právě pracovní prostředí, míry namáhání materiálu, ale i možnost nevhodného užívání a v důsledku toho ovlivnění užitné doby. Správně řešený DFR by měl zahrnovat všechny možné alternativy toho, co by mohlo učinit produkt neschopným provozu. DFR by měl mimo jiné zahrnovat také:

- Minimalizování poškození při dopravě, servisu a opravách
- Ochranu proti opotřebení vlivem prostředí a degradačním vlivům
- Zjednodušování designu
- Maximalizování použití normalizovaných součástí
- Určení všech příčin defektů
- Definování chyb dodavatelů a jejich řešení

Design for Maintainability (Design pro udržovatelnost)

DFM zajišťuje, aby produkt po celou dobu své životnosti plnil svoji funkci za minimálního úsilí na jeho údržbu, ať už z časového nebo finančního hlediska. DFM(Design pro udržovatelnost), DFS(Design pro servisovatelnost) a DFR(Design pro spolehlivost) spolu úzce souvisejí, neboť minimalizování údržby a servisu může být zlepšeno pomocí zvýšení spolehlivosti. DFM minimalizuje:

- Čas potřebný pro údržbu jak na straně uživatele, tak na straně technika
- Možnost úrazu v důsledku prováděných oprav nebo servisu
- Cenu spojenou s časem stráveným servisem
- Náklady na logistiku spojenou s dopravou náhradních dílů a součástí

Design for Serviceability (Design pro servisovatelnost)

DFS se věnuje maximálnímu zefektivnění servisu. Měl by zajišťovat co nejjednodušší diagnostikovatelnost chyby, její nápravy, zamezení jejímu dalšímu objevení stejně tak jako výměnu jednotlivých dílů a uvedení sestavy do původního funkčního stavu. Špatná servisovatelnost ve svém důsledku znamená zvýšené náklady na záruku, nespokojenost zákazníka a v konečném důsledku ztrátu podílu na trhu. Stejně jako jsou při DFM důležití zástupci výroby, jsou zde důležití zástupci servisního oddělení. Řešitelský tým by měl věnovat pozornost hlavně:

- Atributům zákaznického servisu
- Času nutnému pro práci
- Cena dílů
- Bezpečnost
- Diagnostika
- Zjednodušení servisních úkonů
- Frekvence oprav a jejich výskytu
- Speciální nástroje
- Chyby vyvolané servisními úkony

Design for the Environment (Design pro životní prostředí)

Se stále zvyšujícími se nároky na energie a snižujícími se zásobami fosilních paliv jsou produkty tlačeny k snižování energetické náročnosti, využívání obnovitelných zdrojů energie a recyklovatelnosti. Hlavní myšlenkou tohoto přístupu je to, že i přes stále se zvyšující nároky na výkon lze tohoto dosáhnout bez zatěžování životního prostředí. Tato myšlenka by měla být zohledněna v DFE. DFE nahlíží na životní prostředí jako na zákazníka. Tudiž negativní vliv na prostředí je vnímán jako defekt, nekvalita. Bohužel ohled na životní prostředí většinou přináší větší náklady jak na vývoj, tak na provedení a výrobu samotnou. V dlouhodobém důsledku se tento přístup ovšem pozitivně projevil na životním prostředí i na řadě technologických inovací, které jsou neustále rozšiřovány plošně. Náklady vynaložené na zohlednění životního prostředí se dají klasifikovat jako:

- Náklady na vývoj a výrobu systému
- Náklady na nahrazení za současný výrobek
- Náklady na údržbu a opravy
- Náklady na provoz (energie)
- Náklady na ekologickou likvidaci

Design for Cost (Design pro náklady)

DFC, jinak také DTC(Design to Cost) řeší celkové náklady produktu. Zahrnuje nejen náklady na výrobu, ale také náklady na odstranění závad, distribuci, záruku, ale také všechny výše uvedené nástroje.

Target costing je nedílnou součástí design to cost. Protože přístup design to cost vyzdvihuje cenu na úroveň ostatních klíčových aspektů, je využívána metoda target costing nejen k vývoji, ale také ke kontrole. Výsledná cena je v tomto případě také rozčleněna do jednotlivých životních fází produktu, je také nutné ji co nejpřesněji stanovit a hlavně dodržet. Mezi ostatní pilíře metody design to cost zařadíme:

- Porozumění finanční stránky zákazníka
- Vyhodnocení nacenění konkurenčních produktů klíčových součástí
- Rozčlenění nákladů na základní úrovně, kdy je možné přiřadit částem podíl nákladů
- Stanovení faktorů hrajících největší roli při redukci nákladů
- Zhotovení modelů zobrazujících vliv změn do celého životního cyklu
- Aktivní hledání alternativních řešení při vývoji
- Analýzy funkčnosti s ohledem na cenu
- Aplikace design for manufacturability – design pro výrobu umožňující rapidní snížení nákladů na základě výběru vhodné technologie výroby
- Vytváření vhodných hodnotících systémů neustále sledujících vývoj ceny produktu ve vývoji i v dalších fázích životního cyklu z důvodu kontinuálního zlepšování produktu

V průběhu vývoje je vhodné stanovit tým lidí ze všech odvětví produkce za účelem kreativního hledání alternativních řešení, hodnocení stávajících variant a vyhodnocování výsledků. Pro zkoumání jevů a jejich výsledků je vhodné vytvářet modely, které toto nejlépe ilustrují. V případě nestanovení takovýchto řešitelských týmů je rozhodování přeneseno na jednotlivá oddělení, což není výhodné. Protože jednotlivá oddělení nemají ucelený pohled na produkci, jejich perspektiva je značně zkrácená. V důsledku tohoto mohou tíhnout k řešením, která jsou vhodná pouze pro ně, ale vzhledem k celé produkci jsou značně nevýhodná.

Pro vyhodnocování nalezených alternativních řešení jsou využívány hodnotové analýzy. Ty se týkají mnoha oblastí vývoje produktu. Například:

Obecná:

- Může být design změněn tak, aby došlo ke snížení počtu součástí?
- Může být současný design pořízen za nižší cenu?
- Může být použita normalizovaná součást?
- Byla by pozměněná normalizovaná součást ekonomicky výhodnější?
- Pokud je účel součásti zlepšení vzhledu, je její součást opodstatněná?
- Existuje jiná levnější součást plnící stejnou funkci?
- Může být design změněn tak, aby byla součást zjednodušena?
- Dovoluje použitá součást využití standardního měřicího zařízení?
- Může být použita součást určená pro jiné zařízení?
- Může být použit levnější materiál?
- Může být snížen počet použitých materiálů?
- Jsou k dispozici nově vyvinuté materiály?
- Může být design upraven tak, aby dovozoval automatizovanou výrobu?

Strojní:

- Jsou všechny strojně opracované a finišované plochy nezbytné?
- Bude hrubší povrch dostačující?
- Dovoluje design použití standardních řezných nástrojů?
- Jsou tolerance menší, než by mohly být?
- Může být použit jiný materiál, jednodušší k obrábění?
- Může být použit držák za účelem odstranění závitových děr?
- Mohou být použity nýty namísto závitových děr?
- Mohou být dvě nebo více součástí sloučeno?
- Mohou být součásti symetrické?
- Existuje nově vyvinuté upevnění, které by zrychlilo sestavení?
- Jsou zapotřebí pouze velikosti použitého nářadí?
- Jsou používány naskladněné součásti?
- Mohou být využity čepy k zamezení nežádoucího pohybu?

Specifikační:

- Existuje normalizovaná součást schopna nahradit vyrobenou?
- Může být použita normalizovaná součást namísto speciální?
- Může být některá specifikace změněna za účelem snížení ceny?
- Jsou použity standardní pomůcky?
- Jsou všechny závit standardní?
- Mohou být použity standardní řezné nástroje?
- Mohou být použity standardní měřidla?
- Existuje materiál v takovém stavu a ošetření, aby nebylo zapotřebí obrábění?

Zajištění kvality:

- Jsou plány kontroly kvality realizovatelné?
- Je současný způsob testování nutný?
- Mohou být odstraněny přebytné kontroly?
- Vyřešilo by chyby v kvalitě přepracování designu?
- Může být design změněn tak, aby zjednodušil kontrolu?

Balící:

- Je současná úroveň balení nezbytná?
- Může být balení zjednodušeno?
- Mohou být použity jiné balící materiály?
- Je možné balení po paletách?
- Může být design upraven tak, aby bylo umožněno automatizované balení?
- Je balení vymyšleno tak, aby dovovalo použití nejlevnějších balících materiálů?

Je doporučováno využít takovýchto analýz a „checklistů“, neboť ne všechny aspekty a otázky ohledně produktu jsou vždy na první pohled zřejmé. Tyto checklisty vycházejí z již realizovaných projektů a jsou sestaveny pro konkrétní oblasti.

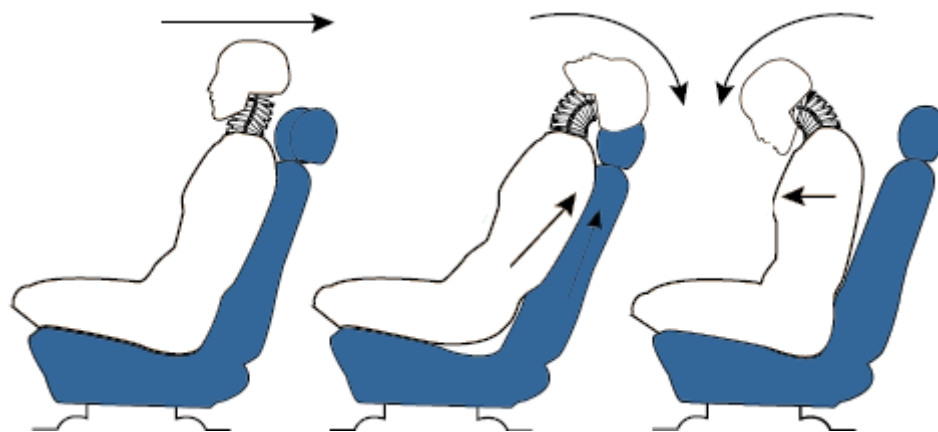
2 Popis vybraného produktu a klíčové parametry

Výše uvedené metody budou aplikovány na vybraném produktu v praxi. Konkrétně se jedná o hlavové opěrky v automobilech. Jako u ostatních součástí automobilu, je i zde tlak na snižování nákladů a tudíž i cenu. Rozdíl oproti designovým prvkům ve vozidle je ten, že hlavová opěrka musí v první řadě plnit bezpečnostní normy a musí být účinná v případě nehody. Protože jsou automobily velice přísně hodnoceny z hlediska pasivní bezpečnosti, je to otázka nejen prestiže automobilek vyrábět co nejbezpečnější automobily, ale existuje i možnost, že automobil nebude možné prodávat v případě, že nesplní bezpečnostní požadavky dané normami a zákonem.

Téma této práce by se dalo jednou větou popsat jako:“ Vývoj nejlevnější hlavové opěrky automobilu při zachování standartu bezpečnosti.“ A protože existuje několik základních typů opěrek, je nutné je nejdříve popsat a na základě tohoto popisu provádět rozbor.

Aplikace výše uvedených metod je provedena na jenom z nejdůležitějších prvků pasivní bezpečnosti v automobilech, a to hlavové opěrce. Hlavová opěrka byla vynalezena již v roce 1921 Benjaminem Katzem, v automobilech se však začala standartně objevovat až v pozdních 60. letech. Až koncem 60. let byla nařízena jako povinná výbava vozidla ve Spojených státech.

Protože bezpečnosti automobilů je dnes připisována velká důležitost, jsou jednotlivé prvky velice detailně zkoumány a testovány. Pro účely testování hlavových opěrek jsou prováděny crash testy (destruktivní zkoušky pasivní bezpečnosti vozů) a je zkoumán efekt známý jako whiplash, čili prudké zaklonění hlavy cestujícího s vlivem na poranění krční páteře. Tento jev je zpravidla nejsilnější při nárazech zezadu, kdy může dojít k vážným poraněním páteře.



Obr. 2-1 Fáze whiplashe při nárazu [8]

Na obrázku **Obr. 2-1** je znázorněn průběh nárazu. V první fázi je cestující setrvačnou silou zatlačen do sedačky. V druhé fázi je vlivem sklonu opěráku tělo pasažéra tlačeno vzhůru vůči opoře, přičemž opora hlavy chybí. Tím dochází k pokračování pohybu hlavy do záklonu až k podložce a zpět.

K eliminaci tohoto jevu je využívána právě hlavová opěrka, jejíž úkol je whiplash co nejvíce zmírnit. Ačkoliv tvar a umístění opěrky bývají zpravidla podobné, při samotném nárazu se konkrétní opěrky chovají různě s ohledem na svoji konstrukci a použitou technologii.

V kapitole číslo 1 byly popsány jednotlivé metody řešící otázku vývoje produktu s ohledem na vybraná kritéria, jako například výrobu a sestavení, spolehlivost, bezpečnost, udržitelnost, servisovatelnost, životní prostředí a náklady. Jako produkt, na kterém bude provedena aplikace, byla vybrána hlavová opěrka v automobilu. Z výše uvedených kritérií jsou pro nás vzhledem k charakteru produktu dvě klíčová, a to náklady a bezpečnost.

2.1.1 Hodnocení bezpečnosti podle euroNCAP

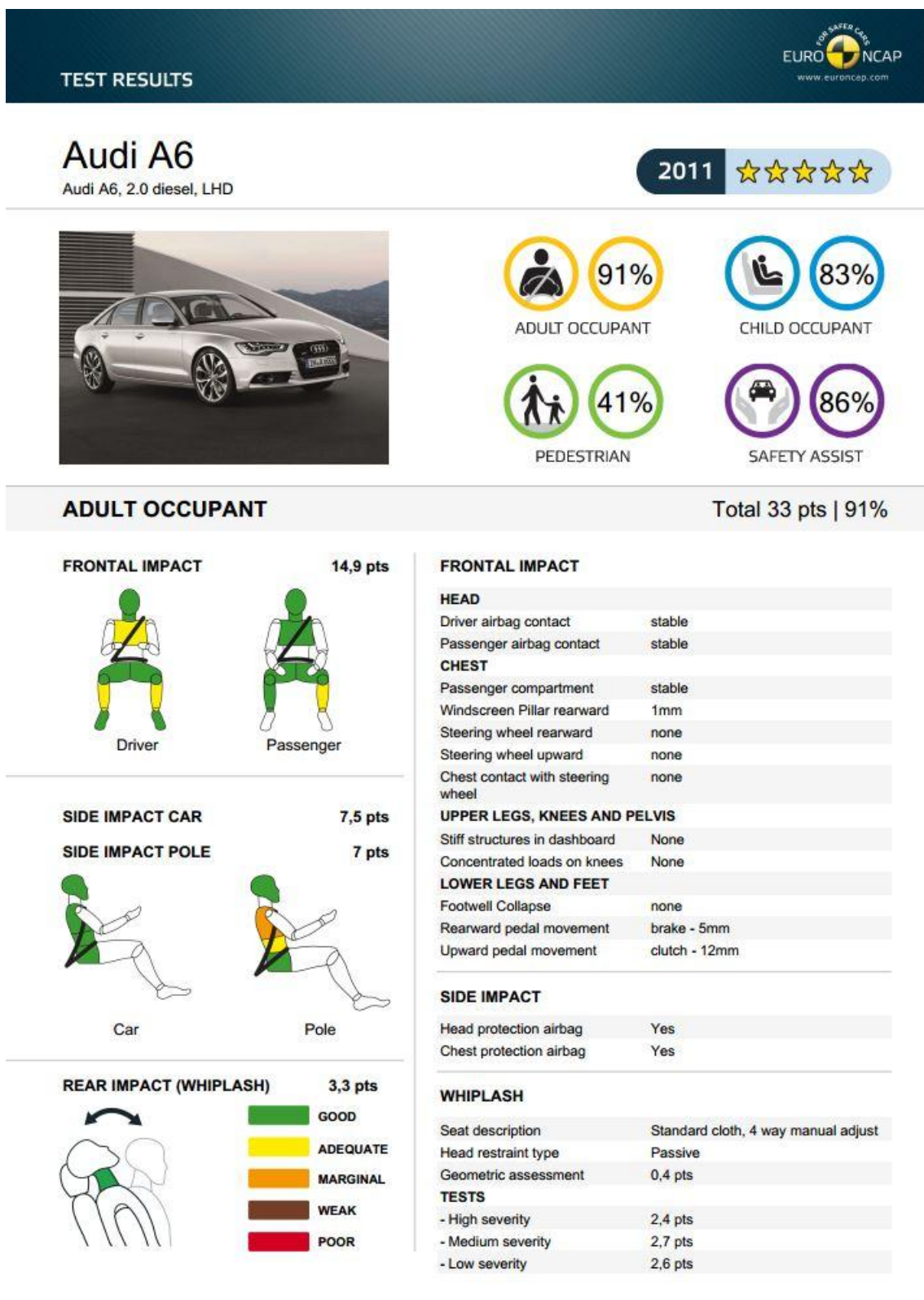
Protože hlavové opěrky jsou testovány jako součást pasivní bezpečnostní výbavy vozidla, bezpečnost bude znázorněna ve formě výsledků testování prováděných společností euroNCAP, která provádí crash testy, kdy je destruktivním způsobem hodnocena úroveň bezpečnosti vozidel. Výsledek celkové bezpečnosti je u vozidel uváděn jak v tzv. hvězdičkách (1 až 5 – vyššímu počtu hvězd odpovídá větší bezpečnost), tak v procentuálním vyjádření. Součástí tohoto hodnocení jsou i detailní hodnocení jednotlivých systémů. Tato částečná hodnocení jsou využita k evaluaci opěrek.

Dále je uveden příklad celkového hodnocení bezpečnosti podle euroNCAP pro vůz Audi A6. Na tomto příkladě jsou popsány jednotlivé části hodnocení bezpečnosti.

Hodnocení je v tomto případě tvořeno třístránkovým dokumentem shrnujícím bezpečnostní vlastnosti automobilu. První stránka je sumarizace dosažených výsledků v jednotlivých bezpečnostních ohledech, které jsou detailně. Jedná se o následující oblasti hodnocení:

- Ochrana dospělých cestujících
- Ochrana dětí
- Bezpečnostní systémy (aktivní bezpečnost)
- Ochrana chodců

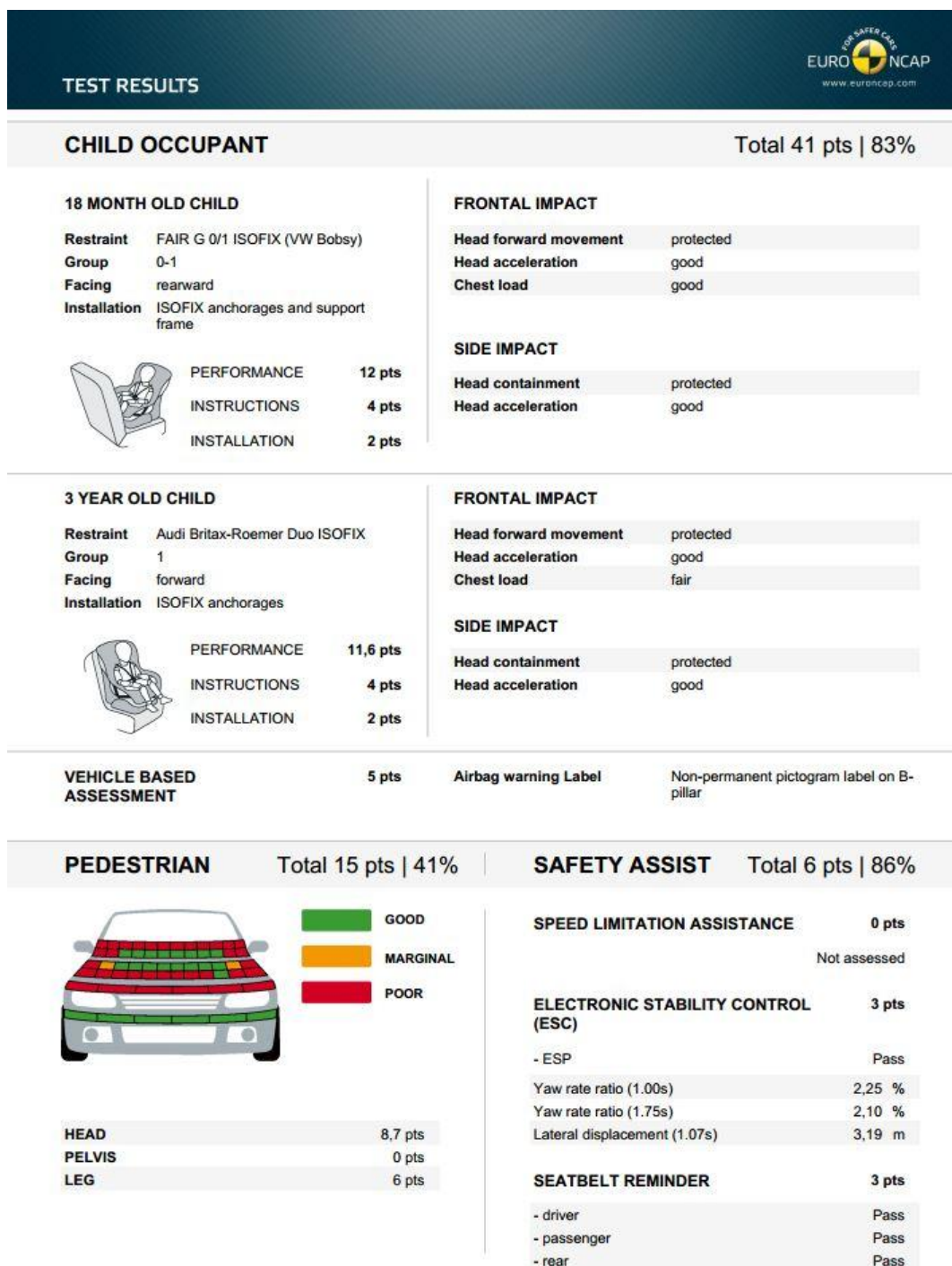
Na první straně viz. **Obr. 2-2** tedy můžeme vidět výsledky v těchto jednotlivých disciplínách a na základě nich je stanoveno celkové hodnocení automobilu. Část první strany je věnována dospělým cestujícím. Zde jsou výsledky dosahovány za pomoci provádění tzv. crashtestů, čili destruktivních zkoušek automobilů. V tomto případě je vozidlo testováno na ochranu pasažérů sedících vpředu. Výsledky testu jsou znázorněny na figurínách barvami v závislosti na rozsahu poranění pasažérů od zelené barvy až po červenou – dle legendy. Výsledný směrodatný údaj je potom počet dosažených bodů (pts.). V této části jsou uvedeny i námi potřebné údaje o whiplashi, čili ochraně proti nárazu zezadu. V levé spodní části obrázku je znázorněna figurína s indikovaným směrem pohybu hlavy a možným poraněním krční páteře. Tento údaj bude směrodatný pro diplomovou práci. V pravé spodní části obrázku je popsáno sedadlo včetně opěrky hlavy, zda se jedná o aktivní, pasivní či reaktivní atp.




Obr. 2-2 Výsledky crash testu Audi A6 Strana 1 [6]

Horní část druhé strany (viz. Obr. 2-3) dokumentu je věnována dětským pasažérům, zejména v dětských sedačkách či boosterech, u kterých se hodnocení whiplashe neprovádí, tím pádem je tato strana pro účely diplomové práce nepodstatná. Na straně je také v pravé spodní části

hodnocení aktivních bezpečnostních prvků vozidla, zejména elektronických bezpečnostních systémů, jako například asistentů jízdy v pruhu, či bezpečnostní brzdění ve městě. Levá spodní část je věnována hodnocení bezpečnosti chodců, čili ochrana chodců při čelním střetu s vozidlem. Při čelním střetu s vozidlem dochází ke zranění chodce vlivem nárazníku, kapoty vozidla, potažmo čelního skla. To je znázorněno a barevně rozlišeno v horní části obrázku.



Obr. 2-3 Výsledky crashtestu Audi A6 Strana 2 [6]

TEST RESULTS			
DETAILS OF TESTED CAR			
SPECIFICATIONS		SAFETY EQUIPMENT	
Tested model	Audi A6, 2.0 diesel, LHD	Front seatbelt pretensioners	
Body type	4 door saloon	Front seatbelt load limiters	adaptive
Year of publication	2011	Driver frontal airbag	adaptive
Kerb weight	1650kg	Front passenger frontal airbag	adaptive
VIN from which rating applies	applies to all A6 of the specification tested	Side body airbags	
		Side head airbags	
		Electronic Stability Control	
		Seatbelt Reminder	Driver, passenger and rear

COMMENTS

Adult occupant

The passenger compartment remained stable in the frontal impact. The A6 is fitted with Audi's adaptive frontal airbags and seat belts. Sensors in the front seat rails detect whether an occupant is positioned close to the steering wheel (a small driver, for example) or more rearwards. The restraint system is tuned accordingly, using special vents in the airbags and seat belt load limiters adapted to the appropriate occupant size. In the frontal test, the system worked well and both the driver and passenger's heads were well protected. Dummy readings indicated good protection of the dummies' knees and femurs. Audi showed that the car would provide a similar level of protection to occupants of different sizes and to those sat in different positions. In the side barrier impact, the dummy indicated good protection of all body regions. However, the driver's door was found to be unlatched after the test and the car was penalised for this. In the pole test, the car provided marginal protection of the driver's chest. The seat and head restraint provided good protection against whiplash injuries in the event of a rear-end collision.

Child occupant

Based on dummy readings in the dynamic tests, the A6 scored maximum points for its protection of the 18 month infant. A switch is available as an option, and can be retro-fitted by an Audi dealer, which allows the passenger airbag to be disabled so that a rearward-facing child restraint can be used in that seating position. However, as the switch is not standard equipment on any model, it did not qualify for assessment by Euro NCAP. The dangers of using a rear-facing restraint in the front passenger seat without first disabling the airbag were not sufficiently clear, with only a pictogram representation on a non-permanent label.

Pedestrian

The bumper provided good protection for pedestrians' legs. However, the front edge of the bonnet was poor in all areas tested and scored no points. The bonnet was also rated predominantly as poor for the protection it offered to the head of a struck child and to the protection it offered an adult.

Safety assist

Electronic stability control is standard equipment on the A6 and met Euro NCAP's test requirements. A seatbelt reminder is standard equipment for the driver, front passenger and rear seats. A speed limitation device is not available.

Obr. 2-4 Výsledky crashtestu Audi A6 Strana 3 [6]

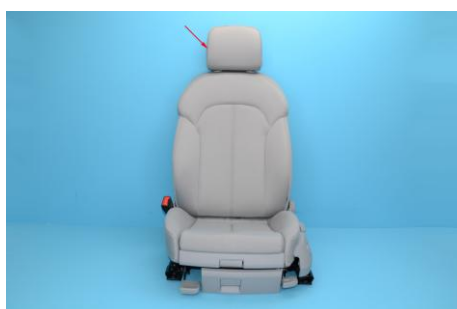
Třetí strana (viz. **Obr. 2-4**) udává technické parametry vozidla a ostatní údaje důležité z hlediska bezpečnosti. Z důvodu úspory místa jsou v následující části uváděna pouze potřebná data z výše uvedených dokumentů. Dokumenty celé jsou zařazeny na konci práce v přílohách. Pro účely této diplomové práce pro nás je tedy důležitý údaj o hodnocení

whiplashe, který je znázorněn na první straně dokumentu. Dokument je na serveru euroNCAP volně ke stažení pro každý typ automobilu.

2.1.2 Hodnocení nákladů výroby

Náklady jsou hodnoceny metodou design to cost, čili design pro náklady. Každý produkt je rozebírán z hlediska použitých materiálů, technologie výroby, množství materiálu (například tloušťka) a v neposlední řadě také konstrukce. Protože vzhledem k citlivosti dat není možné publikovat výrobní náklady na opěrky v peněžních jednotkách (korunách či eurech), je hodnocení znázorněno pomocí fiktivních jednotek, které je možné vzájemně porovnávat.

Pro zdůvodnění nákladovosti jednotlivých opěrek je rozebrána jejich konstrukce doplněná obrázky. Pro příklad opět uvedme vůz Audi A6 vybavený klasickou pasivní hlavovou opěrkou nastavitelnou jak výškově, tak podélně. Hlavová opěrka včetně konstrukce je znázorněna na obrázcích níže. Obrázek **Obr. 2-5** zobrazuje celou sedačku, do které je zasazena opěrka **Obr. 2-6**.



Obr. 2-5 Kompletní autosedačka



Obr. 2-6 Kompletní hlavová opěrka

Na obrázku **Obr. 2-7** vidíme zadní kryt opěrky včetně potahu. Kryt je na sedačku připevněn za pomoci suchého zipu. Rám – jedinný kovový prvek opěrky, je znázorněn na obrázku **Obr. 2-8**.

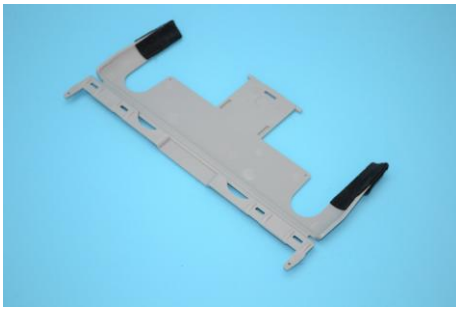


Obr. 2-7 Zadní kryt opěrky



Obr. 2-8 Kovový rám opěrky

Spodní kryt opěrky, který je vyráběn z plastu, znázorňuje obrázek **Obr. 2-9**. Na vedlejším obrázku **Obr. 2-10** najdeme vyfocené tlačítko podélného nastavení opěrky, které můžeme najít z boku opěrky.



Obr. 2-9 Spodní kryt opěrky



Obr. 2-10 Tlačítko zafixování opěrky

Na dalších dvou obrázcích **Obr. 2-11** a **Obr. 2-12** vidíme přední kryt bez potahu a zadní plastový kryt.



Obr. 2-11 Polotovár předního krytu



Obr. 2-12 Zadní plastový kryt

Následující obrázek **Obr. 2-13** ukazuje vnitřní konstrukci opěrky, do které je zasunut kovový rám, viz **Obr. 2-14**.



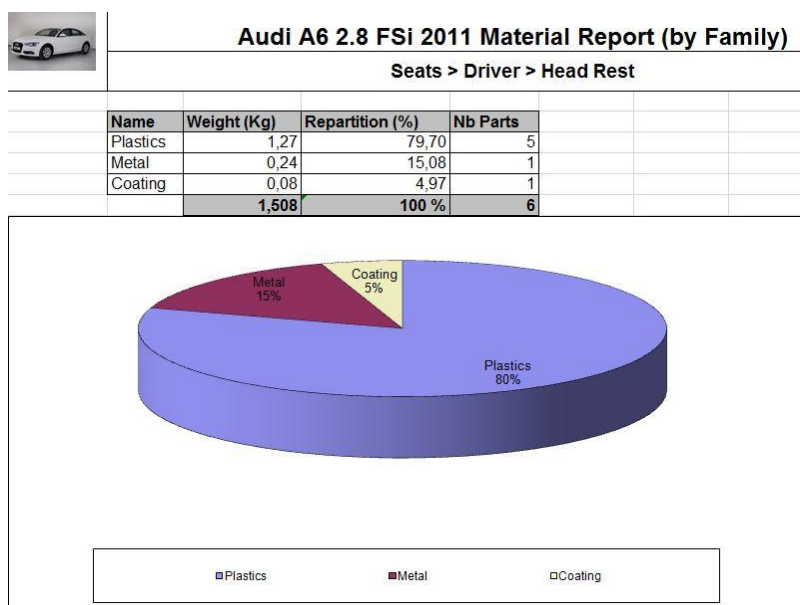
Obr. 2-13 Plastová konstrukce opěrky
včetně rámu



Obr. 2-14 Plastová konstrukce

Následující graf na obrázku **Obr. 2-15** indikuje počet použitých materiálů, jejich procentuální obsazení v opěrce a jejich váhu. Z grafu je patrné, že drtivá většina opěrky je tvořena plastem,

právě z důvodu snižování nákladů. Zde hraje roli i hmotnost samotná nejen z pohledu ceny, ale také z pohledu setrvačné síly působící na opěrku v případě nárazu.



Obr. 2-15 Graf využití materiálů Audi A6 [10]

Protože hlavovou opěrku není možné brát jako samostatný prvek, ale jako část celku autosedačky, je nutné brát v úvahu upevnění opěrky v horní části sedačky – opěráku. To je znázorněno na následujícím obrázku **Obr. 2-16**. V tomto případě je konstrukce rámu dostatečně pevná a vedení opěrky je realizováno pomocí dvou profilů přivařených k rámu sedačky po celé jejich délce. Díky tomu tvoří sedačka a opěrka jednotný, dostatečně tuhý skelet schopný absorbovat energii nárazu s minimální deformací.



Obr. 2-16 Rám sedačky Audi A6

3 Vybrané produkty a jejich hodnocení

Tak jako u většiny produktů, i v případě hlavových opěrek existuje několik základních typů. V této kapitole je vybráno několik opěrek, každá zastupující jednotlivý typ. Produkty jsou hodnoceny hlavně z pohledu dvou vybraných kritérií - nákladů a bezpečnosti. U produktu velice přísně bezpečnostně testovaného kvůli přímému vlivu na lidské zdraví je klíčovým aspektem splnění účelu, a to ochrany cestujícího. Je tedy bezpodmínečně nutné, aby byly hodnocené parametry dodrženy v rámci nastavených tolerancí, a to s co nejvyšší možnou dosaženou bezpečností.

Z hlediska nákladů je pro výrobce velice důležité sledovat náklady spojené s vývojem a výrobou. Zprv je nutné vyvíjet a vyrábět takové produkty, které budou co nejlépe konkurenceschopné, avšak stále kvalitní a bezpečné. Zadruhé vynaložíme-li větší náklady na výrobu produktu, nemusí se to nutně projevit v jeho lepších konečných vlastnostech. Jinými slovy dražší hlavová opěrka nemusí být nutně bezpečnější.

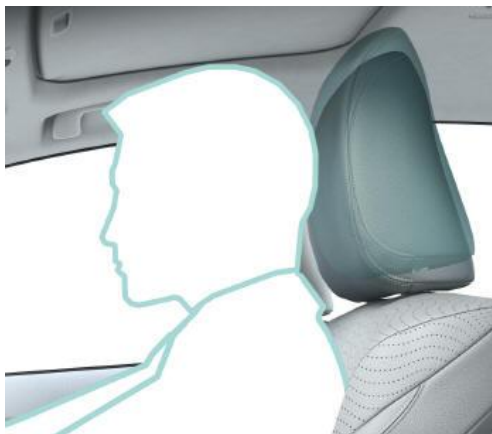
Jako u ostatních součástí automobilu, je i zde tlak na snižování nákladů a tudíž i cenu. Rozdíl oproti designovým prvkům ve vozidle je ten, že hlavová opěrka musí v první řadě plnit bezpečnostní normy a musí být účinná v případě nehody. Protože jsou automobily velice přísně hodnoceny z hlediska pasivní bezpečnosti, je to otázka nejen prestiže automobilek vyrábět co nejbezpečnější automobily, ale existuje i možnost, že automobil nebude možné prodávat v případě, že nesplní bezpečnostní požadavky dané normami a zákonem.

Téma této práce by se dalo jednou větou popsat jako: “Vývoj nejlevnější hlavové opěrky automobilu při zachování standartu bezpečnosti.“ A protože existuje několik základních typů opěrek, je nutné je nejdříve popsat a na základě tohoto popisu provádět rozbor.

U každé opěrky je uvedeno, ze kterého vozu pochází a jeho hlavní parametry, jako například pohotovostní hmotnost a výsledky crashtestů. Hlavním a jedinným hodnotícím kritériem však bude pouze výsledek hodnocení whiplashe.

3.1 Opěrky pasivní

Pasivní hlavová opěrka nijak nereaguje při havárii, je pouze statická a svoji přítomností zajišťuje pouze ochranu hlavy cestujícího při rázu. Je to základ, který je dnes standardní u všech vozů prodávaných v Evropě. Jednou z modifikací, kterou tyto opěrky prošly, je náklon opěrky, viz obrázek **Obr. 3-1**. Opěrku je možné naklopit dopředu či dozadu tak, aby lépe vyhovovala pasažérovi při nárazu. Druhou hlavní úpravou je samozřejmě výšková nastavitelnost opěrky.



Obr. 3-1 Výškově nastavitelná klasická opěrka hlavy

3.1.1 BMW 3 F30

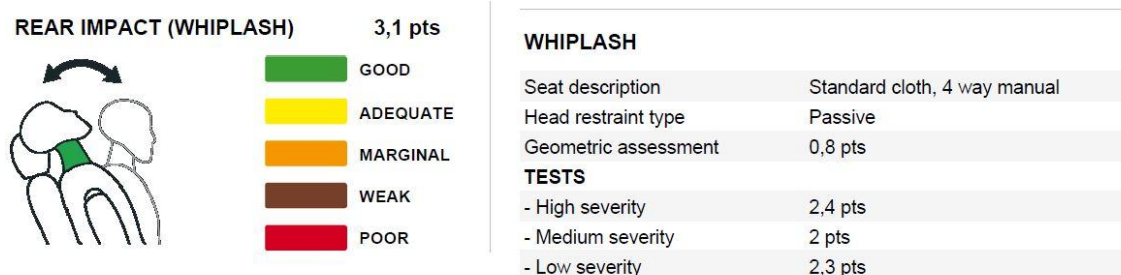
BMW řady 3 se sériovým označením F30 spadá do kategorie střední třídy. Tato čtyřdvéřová limuzína je se svými 1490kg pohotovostní hmotnosti nad průměrem mezi svými konkurenty. Jde o až donedávna nejmenší model od mnichovské automobilky z řad 3,5 a 7.

Bezpečnost

Celková bezpečnost BMW 3 F30 dosáhla v testu euroNCAP plného počtu pěti hvězd. Detailnější informace v podobě procentuálních vyjádření dílčích testů jsou následující:

- Ochrana dospělých pasažérů: 95%
- Ochrana dětí: 84%
- Ochrana chodců: 78%
- Aktivní bezpečnost: 86%

Hodnocení whiplashe shrnuje obrázek **Obr. 3-2**.



Obr. 3-2 Whiplash BMW 3

Navzdory tomu, že jde v podstatě o jednu z nejjednodušších variant hlavových opěrek, je výsledné hodnocení velice pozitivní. Zelenou barvou je indikováno nejlepší možné hodnocení. Dosažení 3,1 bodu z celkových 4 má na svědomí správné geometrické charakteristiky sedačky a v neposlední řadě také možnost nastavení opěrky ve 4 směrech.

Hodnocení nákladů

V tomto případě jsou náklady na vývoj a výrobku vcelku jednoduše určitelné. Rám sedačky je v tomto případě méně robustní než například u série 5, avšak uchycení vodičů prvků opěrky je kvalitně zapracováno do opěráku. Nedochozí tak k přílišné deformaci opěráku při dynamických testech.



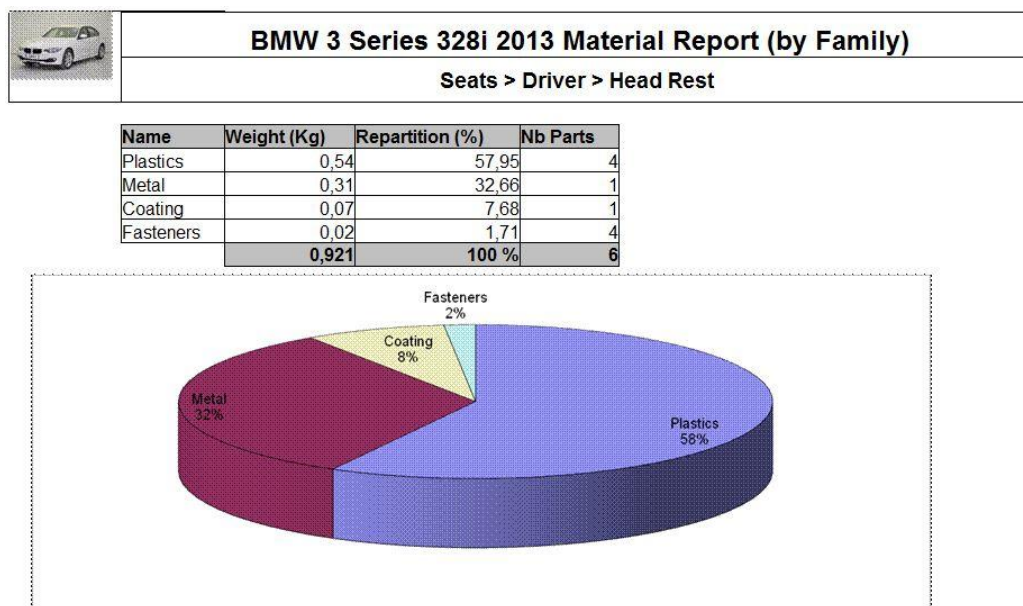
Obr. 3-3 Rám sedačky BMW 3

Konstrukce hlavové opěrky se skládá z kovového rámu, plastové vnitřní konstrukce, polystyrénového prvku, pěny, potahu a tlačítka, jehož funkce je zajištění polohy opěrky v podélném směru. Polystyrénový díl je tlumícím prvkem v případě nárazu. Plastová konstrukce je skeletem celé opěrky (viz. Obr. 3-4).



Obr. 3-4 Komponenty opěrky BMW 3

Z následujícího grafu Obr. 3-5 je vidět, že opěrka je relativně lehká. Rám opěrky tvoří jedinný kovový prvek opěrky. Tvoří 33% hmotnosti celé opěrky. Zbylé náklady plynou na plastovou konstrukci a pěnu vyplňující zbytek opěrky. Takováto opěrka není zdaleka tak nákladná jako její aktivní či reaktivní konkurenti. Náklady na tuto opěrku dosahují 113,- p.j.



Obr. 3-5 Graf využití materiálů BMW 3 [10]

3.1.2 BMW 1 F20

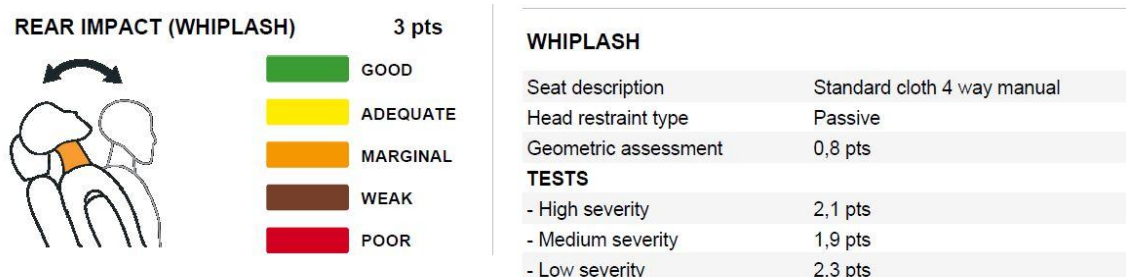
BMW řady 1 s typovým označením F20 je nejmenším zástupcem německé tvorby. Jde o vůz segmentu malé vozy. S pohotovostní hmotností 1365kg patří ovšem mezi těžká auta v této kategorii. To způsobuje jak těžší a robustnější karoserie, tak například zadní náhon (nutnost kardanu atp.)

Bezpečnost

BMW 1 dosáhlo plného počtu pěti hvězd při nárazových testech. Detailnější informace z dokumentace testu stanovují dílčí hodnoty:

- Ochrana dospělých cestujících: 91%
- Ochrana dětí: 83%
- Ochrana chodců: 63%
- Aktivní bezpečnost: 86%

Hodnocení whiplash vozu je znázorněno na obrázku **Obr. 3-6**.



Obr. 3-6 Whiplash BMW 1

Hlavová opěrka dosáhla hodnocení 3 bodů. Dle barevného vyznačení v obrázku by se mohlo zdát, že jde o výrazně horší hodnotu, je si však potřeba uvědomit, že hraniční hodnotu tvoří právě tříbodová hranice. V porovnání s BMW řady 3 jde pouze o 0,1 bodový rozdíl. Lze tedy říci, že i v tomto případě plní hlavová opěrka svoji funkci kvalitně, k čemuž opět přispívá dobrá geometrie sedačky i nastavení opěrky ve 4 směrech.

Hodnocení nákladů

Rám sedačky BMW řady 1 má podobnou konstrukci jako BMW řady 3. Mají dokonce několik společných prvků. Konstrukce je lehčí, avšak dostatečně tuhá a vedení hlavové opěrky je robustně řešené.



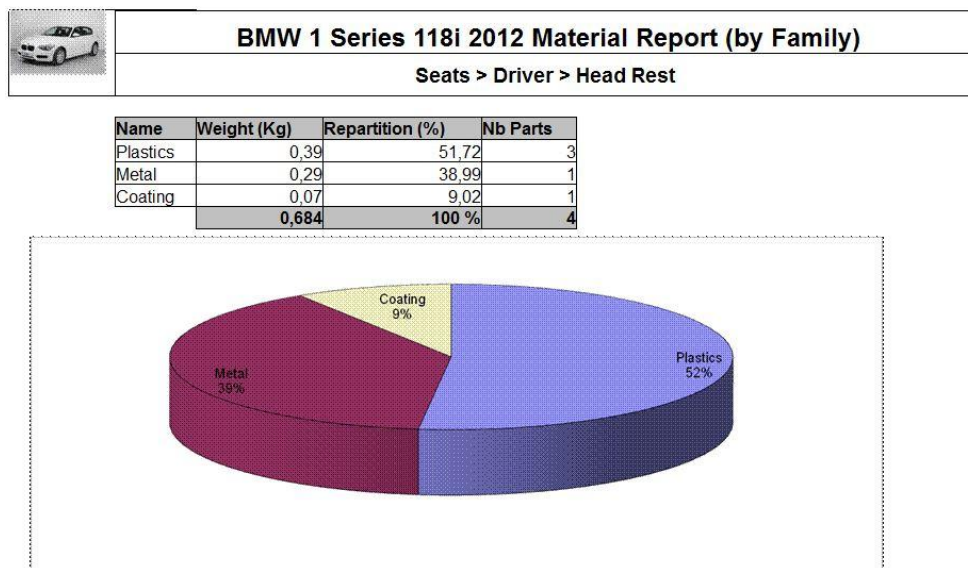
Obr. 3-7 Rám sedačky BMW 1

Také v případě konstrukce opěrky je zde podobné jako u předchozího vozu. Na ocelový rám je upevněn plastový skelet, v němž je polystyrénový tlumící prvek. Tyto prvky jsou poté ukryty v pěně, která je obklopena potahem. V tomto případě není k dispozici tlačítko fixující nastavení opěrky, nastavení je umístěno v opěráku. Opěrka je však výškově nastavitelná, jak je evidentní z průřezů v pěně a potahu.



Obr. 3-8 Komponenty opěrky BMW 1

U této opěrky došlo k významné úspoře materiálu, a to konkrétně u plastu o téměř 0,3kg, jak je vidět na obrázku **Obr. 3-9**. To se v kombinaci s absencí tlačítka projevilo na výsledných nákladech, které činí v tomto případě 105,- p.j.



Obr. 3-9 Graf využití materiálů BMW 1 [10]

3.2 Opěrky aktivní

Aktivní opěrky jsou doménou zejména dražších vozů vyšších tříd a specifikací. Opěrky jsou vybaveny různým systémem ovládání, zpravidla elektronickým, které při nárazu aktivuje protipohyb opěrky vůči hlavě pasažéra, a tím minimalizuje nežádoucí pohyb hlavy, jak naznačuje obrázek **Obr. 3-10**. Kromě toho samozřejmě obsahují veškeré atributy klasické hlavové opěrky. Takovéto opěrky mají lepší předpoklady pro plnění své funkce, než ty klasické, ovšem za vyšší pořizovací cenu. Záměrně využíváme termínu „předpoklady“, neboť to, že zvolíme aktivní opěrku v automobilu nám ještě nedává jistotu, že bude svoji funkci plnit lépe, než správně navržená opěrka klasická pasivní.



Obr. 3-10 Aktivní opěrka hlavy

3.2.1 BMW X3 F25

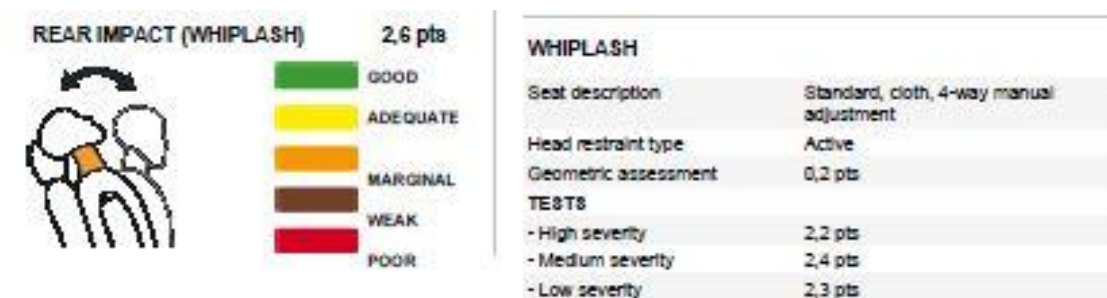
První zástupce aktivní opěrky je BMW X3 s typovým označením F25. Jedná se o pětidvéřové SUV o pohotovostní hmotnosti 1790kg, čímž se řadí do kategorie středních SUV. Řadí se mezi svou menší a větší variantu v podobě BMW X1 a BMW X5.

Bezpečnost

Celkové hodnocení bezpečnosti BMW X3 je hodnoceno plným počtem pěti hvězd. Konkrétní hodnocení 4 hlavních kritérií je:

- Ochrana dospělých pasažérů: 88%
- Ochrana dětí: 83%
- Ochrana chodců: 53%
- Aktivní bezpečnostní prvky: 71%

Hodnocení whiplashe v tomto případě znázorňuje obrázek **Obr. 3-11**.



Obr. 3-11 Whiplash BMW X3

Namáhání krku pasažéra je v tomto případě naznačeno oranžovou barvou znamenající pouze uspokojivou ochranu cestujícího. Podíváme-li se na číselné vyjádření, dosahuje 2,6 bodů z celkových 4. To je způsobeno zejména špatnou geometrií sedadla v kombinaci s opěrkou. Z dynamických testů je vidět, že opěrka samotná funguje relativně správně. Hodnocení při nárazech 2,2, 2,4 a 2,3 bodu je vyhovující. Také správné možnosti výškového a podélného nastavení opěrky přispívají k výsledku. Manuální nastavení opěrky ve 4 směrech (dopředu, dozadu, nahoru a dolů) je zcela vyhovující.

Hodnocení nákladů

Náklady na takovouto opěrku jsou velice komplexní a v ideálním případě by bylo nutné zahrnout jak cenu na vývoj, tak na zabudování řídicích čidel a jednotek. V této práci budeme uvažovat pouze bezprostřední náklady na výrobu opěrky a její umístění ve voze.

Začneme-li s rámem autosedačky, zjistíme, že pro funkci opěrky samotné je nutné jak zabudování tělesa do opěráku, tak příprava vedení kabelu k řídicí jednotce opěrky. Protože

opěrka je aktivní člen, je nutné, aby byl rám sedačky robustnější konstrukce, jak ukazuje obrázek **Obr. 3-12**.



Obr. 3-12 Rám sedačky BMW X3

Opěrka samotná je složená z několika hlavních částí znázorněných na obrázcích níže.



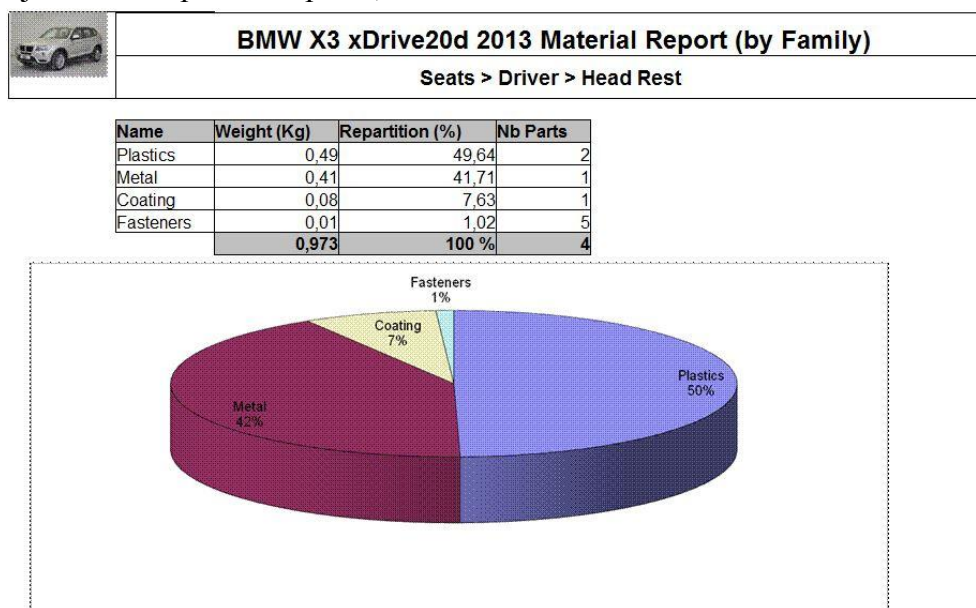
Obr. 3-13 Potah a rám opěrky BMW X3

Vrchní potah opěrky je samozřejmě dodáván v několika provedeních, na obrázku **Obr. 3-13** je uveden základní látkový potah. Pod potahem se nachází pěna, která je vidět na obrázku **Obr. 3-14**. V té je zabudován mechanismus aktivní opěrky, který je vyroben z plastu. Mechanismus je propojen s řídicí jednotkou kabelem, který je veden rámem hlavové opěrky.



Obr. 3-14 Pěna a mechanismus opěrky BMW X3

Celkové náklady na výrobu této opěrky jsou ve výši 227,- p.j. , přičemž náklady na mechanismus opěrky znamenají většinu nákladů, jak je patrné i z grafu znázorňujícího využití materiálů jako kovu a plastu v opěrce, viz obrázek **Obr. 3-15**.



Obr. 3-15 Graf využití materiálů BMW X3 [10]

3.2.2 BMW 5 F10

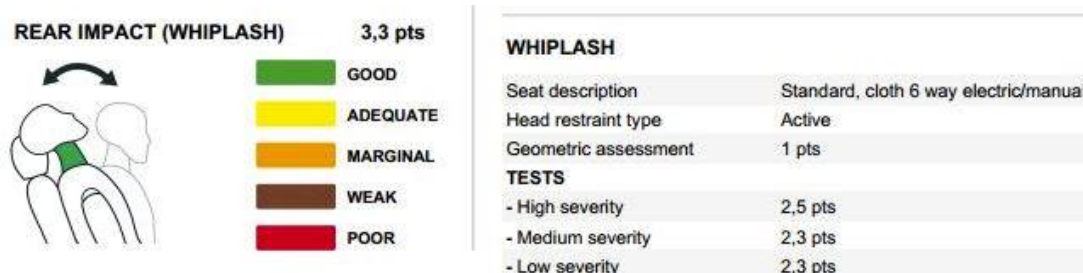
BMW třídy 5 se řadí mezi luxusní limuzíny do vyšší střední třídy. Tento čtyřdvéřový sedan se svou hmotností 1790kg řadí k těžším automobilům ve své třídě.

Bezpečnost

Poslední model s typovým označením F10 obdržel v hodnocení plný počet pěti hvězd. V jednotlivých kategoriích vypadá hodnocení následovně:

- Ochrana dospělých cestujících: 95%
- Ochrana dětí: 83%
- Ochrana chodců: 78%
- Aktivní bezpečnost: 100%

Výsledky whiplash vyznačuje opět obrázek **Obr. 3-16**.



Obr. 3-16 Whiplash BMW 5

V tomto případě je výsledek velice dobrý, a to zejména díky správné geometrii sedaček. V kombinaci s pozitivními výsledky při dynamických testech dosahuje BMW 5 hodnocení 3,3 bodu, což je výborný výsledek, k němuž velkou mírou přispělo také polohování opěrky v 6 směrech.

Hodnocení nákladů

Také v tomto případě je samotný rám sedačky robustní konstrukce. Kostra opěráku je tvořena profilovaným plechem a opěrka je do něj zabudována skrz konstrukci vlastní, nikoliv do přivařených uchycení, jako tomu je u jiných sedaček. Také z důvodu výbavy sedačky je sedačka robustnější.



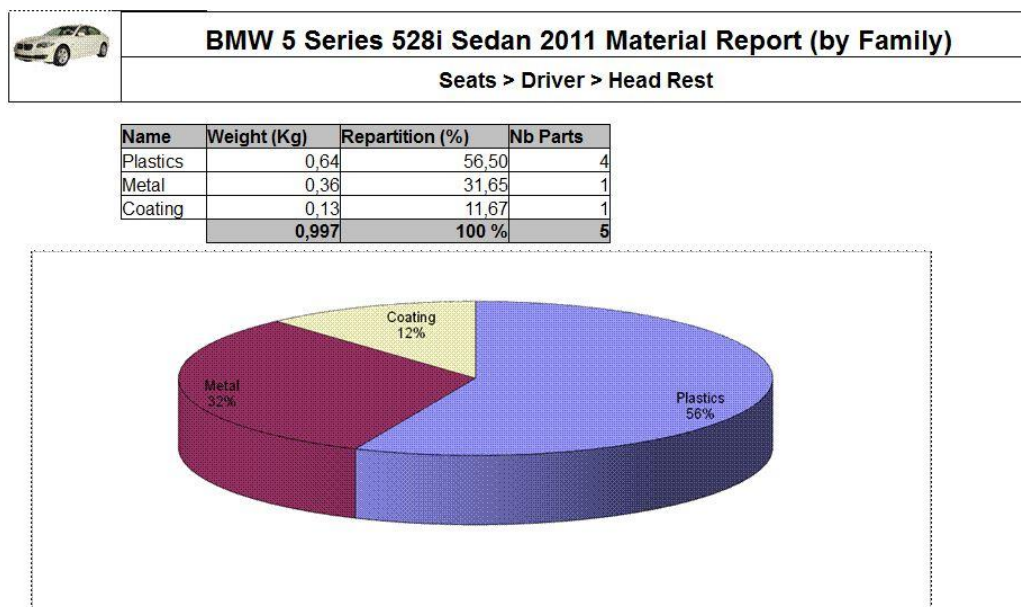
Obr. 3-17 Rám sedačky BMW 5

Konstrukce opěrky samotné je v tomto případě poměrně komplikovaná. Ocelovým rámem je veden kabel propojující řídicí jednotku s opěrkou. Kromě tlačítka pro polohování opěrky je zde přední a zadní kryt, potah a mechanismus.



Obr. 3-18 Komponenty opěrky BMW 5

Konstrukce opěrky je náročná jak na odformování a tlakové lití plastů, tak na montáž samotnou. To v kombinaci způsobuje, že i relativně lehká opěrka (viz. **Obr. 3-19**) nákladově spadá do nejvyšší kategorie, konkrétně 227,- p.j.



Obr. 3-19 Graf využití materiálů BMW 5 [10]

3.3 Opěrky reaktivní

Takto jsou označovány druhy aktivních opěrek, které nejsou ovšem vysunuty vůči hlavě elektronickým systémem, nýbrž mechanickým. Funkce takové opěrky vypadá například tak, že v momentě nárazu trupu do sedačky je v sedačce vyvinut tlak na určité místo, které jednoduchým pohybem vyvolá protipohyb opěrky, jak je znázorněno na obrázku **3-20**. Jde zpravidla o jednoduchý princip, který neznámá vysoké náklady na realizaci. Nevýhodou těchto systémů je to, že nemusí být vhodný pro všechny typy automobilů, ale hlavně pro rozdílnou tělesnou konstituci pasažérů. Dodatečné náklady se však zpravidla promítají do komplikovanější konstrukce opěráku samotného, ve kterém je zabudovaný ovládací mechanismus pro opěrku.



Obr. 3-20 Reaktivní opěrka hlavy [9]

3.3.1 Opel Astra H

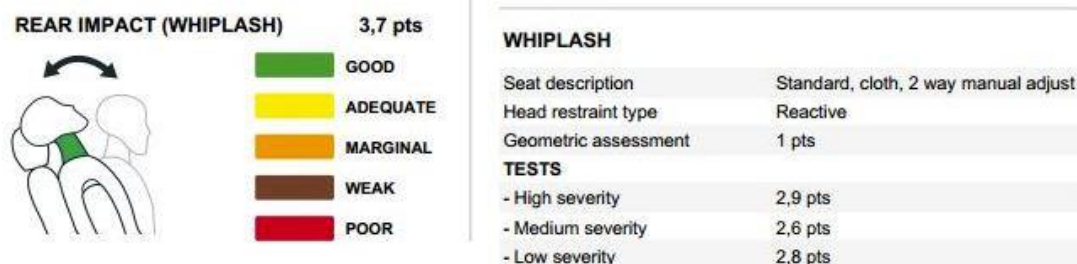
Opel Astra s typovým označením H spadá do kategorie malých vozů stejně jako BMW řady 1. Tento pětidveřový hatchback se svou pohotovostní hmotností 1318 kg patří ke středně těžkým zástupcům třídy.

Bezpečnost

Bezpečnost Opelu Astra H byla při testech ohodnocena pěti hvězdami. Takový výsledek je u německých aut relativně běžný, procentuální vyjádření v jednotlivých oblastech je tudíž vhodnější:

- Ochrana dospělých cestujících: 95%
- Ochrana dětí: 84%
- Ochrana chodců: 46%
- Aktivní bezpečnost: 71%

V testu na whiplash dosáhl Opel Astra výsledků zobrazených na obrázku **Obr. 3-21**.



Obr. 3-21 Whiplash Opel Astra [6]

Dosažení výborného výsledku při tomto testu i přes polohování opěrky pouze ve dvou směrech má na svědomí především geometrické řešení sedačky. Opěrka dosáhla skvělého hodnocení i při dynamických testech, to lze ovšem přisoudit sedačce samotné. Reaktivní hlavové opěrky jsou používány spíše u japonských automobilů, málokteré však dosahují takových výsledků.

Hodnocení nákladů

Uchycení opěrky do rámu sedačky je zhotoveno z dvou ocelových trubíc přivařených ke konstrukci opěráku, který je tvořen profilovaným plechem. Ve spodní části opěráku je možné vidět mechanismus reaktivní opěrky viz **Obr. 3-22**.



Obr. 3-22 Rám sedačky Opel Astra

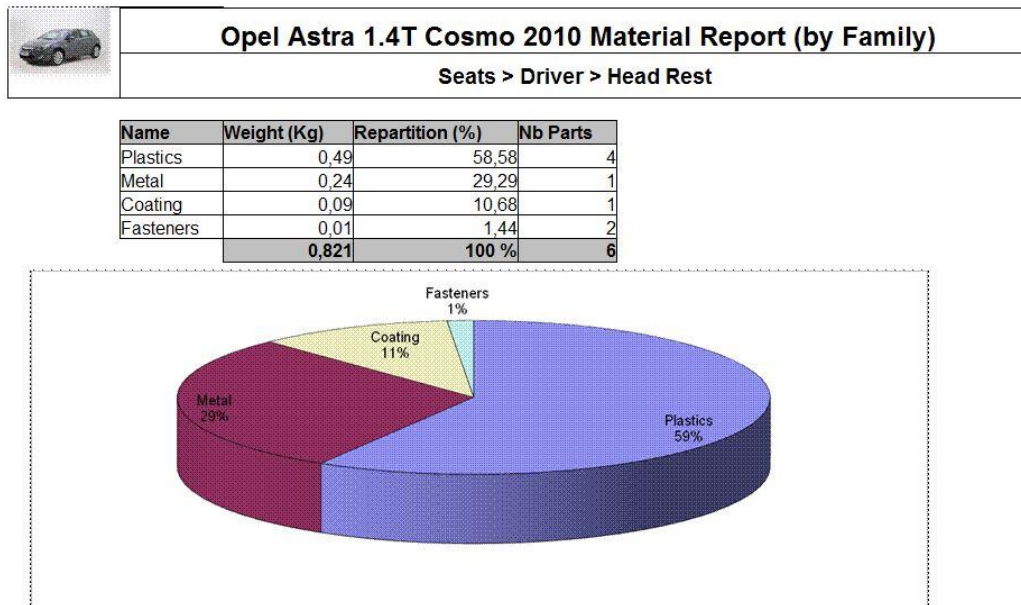
Přední část opěrky je tvořena potahem, zadní část plastovým krytem, pod kterým se nachází pěna. Tlačítko na Obr. slouží k ovládnání podélného nastavení opěrky. Na **Obr. 3-23**. je k vidění kabel resp. táhlo opěrky vedené kovovým rámem opěrky do sedadla.



Obr. 3-23 Komponenty opěrky Opel Astra

V tomto případě je opěrka pouze minimálně rozdílná od klasické pasivní opěrky. Náklady na její výrobu jsou tedy téměř identické. Ovšem vícenáklady se promítají do výroby opěráku, ve kterém je zabudovaný mechanismus, který opěrku prodraží o 105,- p.j. Ve výsledku jsou tedy

náklady na opěrku včetně mechanismu 193,- p.j. Obrázek **Obr. 3-24** ukazuje rozložení použitých materiálů v opěrce včetně hmotností.



Obr. 3-24 Graf využití materiálů Opel Astra [10]

3.3.2 Mazda 3







Mazda 3 r.v. 2009 spadá do kategorie malých vozů. Konkrétní testovaný hatchback s pětidveřovou karoserií disponuje pohotovostní hmotností 1257kg, což ho řadí mezi lehčí ve své třídě.

Bezpečnost

Stejně jako výše zmíněná konkurence, i Mazda 3 získala při nárazových testech plný počet pěti hvězd. Dílčí procentuální výsledky jsou zobrazeny níže:

- Ochrana dospělých cestujících: 86%
- Ochrana dětí: 84%
- Ochrana chodců: 51%
- Aktivní bezpečnost: 71%

Výsledné hodnocení whiplashe zobrazuje obrázek **Obr. 3-25**.

REAR IMPACT (WHIPLASH)	2,5 pts
	
	GOOD
	ADEQUATE
	MARGINAL
	WEAK
	POOR

WHIPLASH	
Seat description	Standard cloth, 4 way manual adjust
Head restraint type	Reactive
Geometric assessment	-0,4 pts
TESTS	
- High severity	2,3 pts
- Medium severity	2,4 pts
- Low severity	2,5 pts

Obr. 3-25 Whiplash Mazda 3 [6]

Přestože je opěrka nastavitelná ve 4 směrech, výsledné geometrické umístění je zvoleno špatně. Díky tomu dosáhla opěrka při testu pouze průměrného hodnocení 2,5 bodu.

Hodnocení nákladů

V případě Mazdy 3 je rám opěráku tvořen trubicovými profily. Mechanismus samotný je založený na jiném principu, než tomu bylo v případě Opelu. Z obrázku **Obr. 3-26** je vidět, že uchycení opěrky vůči opěráku je provedeno standartním uchycením, které je v případě nárazu tlačeno vůči pasažérovi mechanismem celého opěráku.



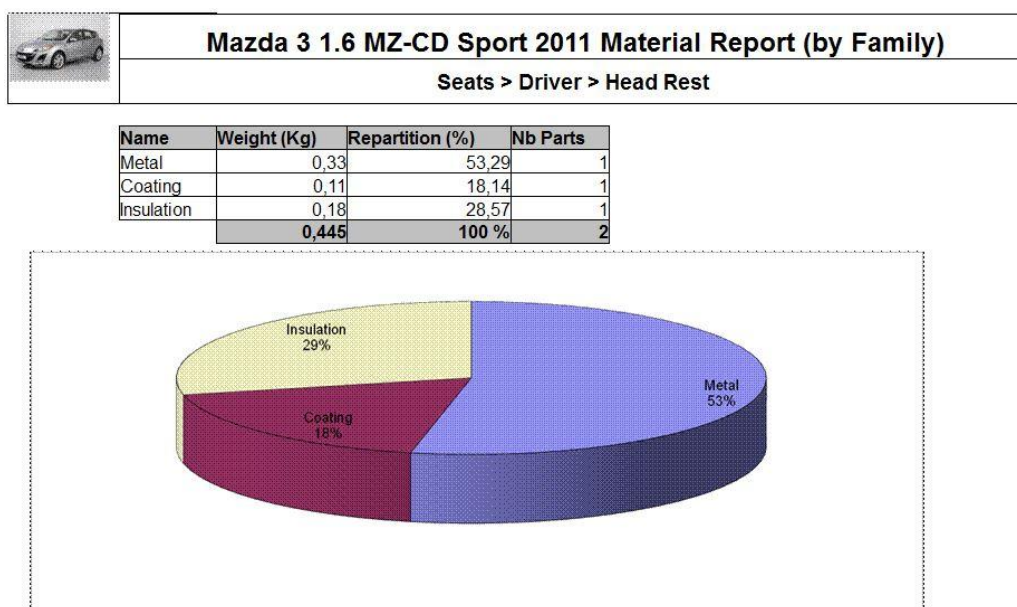
Obr. 3-26 Rám sedačky Mazda 3

Opěrka je vyráběna velice jednoduchým způsobem. Základem je opěr kovový rám, který umožňuje nastavení jak výškové, tak podélné. Okolo rámu je nasazen potah, který je přizpůsoben k tomu, aby do něj byla tlakem vpravena pěna. Tvoří tedy jakousi vlastní formu. To činí opěrku velice nenákladnou z hlediska výroby.



Obr. 3-27 Komponenty opěrky Mazda 3

Vícenáklady v tomto případě opět způsobuje rozdílná konstrukce sedačky resp. opěráku. Ačkoliv opěrka samotná znamená náklady ve výši 76,- p.j., vícenáklady spojené s opěrákem se vyšplhají na konečných 187,- p.j. Z obrázku **Obr. 3-28** je vidět rozdílné rozložení materiálů oproti německým konkurentům. Pojem insulation znamená izolaci právě z důvodu technologie vyplňování pěny (konkrétně se jedná o technologii FIP Foam In Place – vyplňování potahu pěnou na místě).



Obr. 3-28 Graf využití materiálů Mazda 3 [10]

4 Zhodnocení výsledků a vyvození zásad konstruování

V první části kapitoly 4 se věnujeme vyvozování závěrů z dat získaných v předchozí části. V druhé části uvedeme několik zásad pro vývoj hlavové opěrky s optimálním hodnocením dvou námi vybraných parametrů.

4.1 Zhodnocení výsledků

Jak jsme si mohli všimnout v několika případech, vyšší náklady na výrobu opěrky nemusí být nutně spojeny s lepšími výsledky při bezpečnostních testech. Například v konkrétním případě BMW X3, kde aktivní opěrka selhává a dosahuje dokonce nižších hodnocení než běžné pasivní opěrky neprémiových značek. Přestože vlastní opěrka plnila funkci správně, geometrické sestavení celku není optimální a tím je ovlivněn celý výsledek. Na obrázku **Obr. 4-1** je pro srovnání tabulka zobrazující výsledky hodnocení všech vozidel v euroNCAP testech.

	Ochrana dospělých pasażérů [%]	Ochrana dětí [%]	Ochrana chodců [%]	Aktivní bezpečnost [%]
BMW X3 A	88	83	53	17
BMW 5 A	95	83	78	100
Astra H R	86	84	46	71
Mazda 3 R	86	84	51	71
BMW 3 P	95	84	78	86
BMW 1 P	91	83	63	86

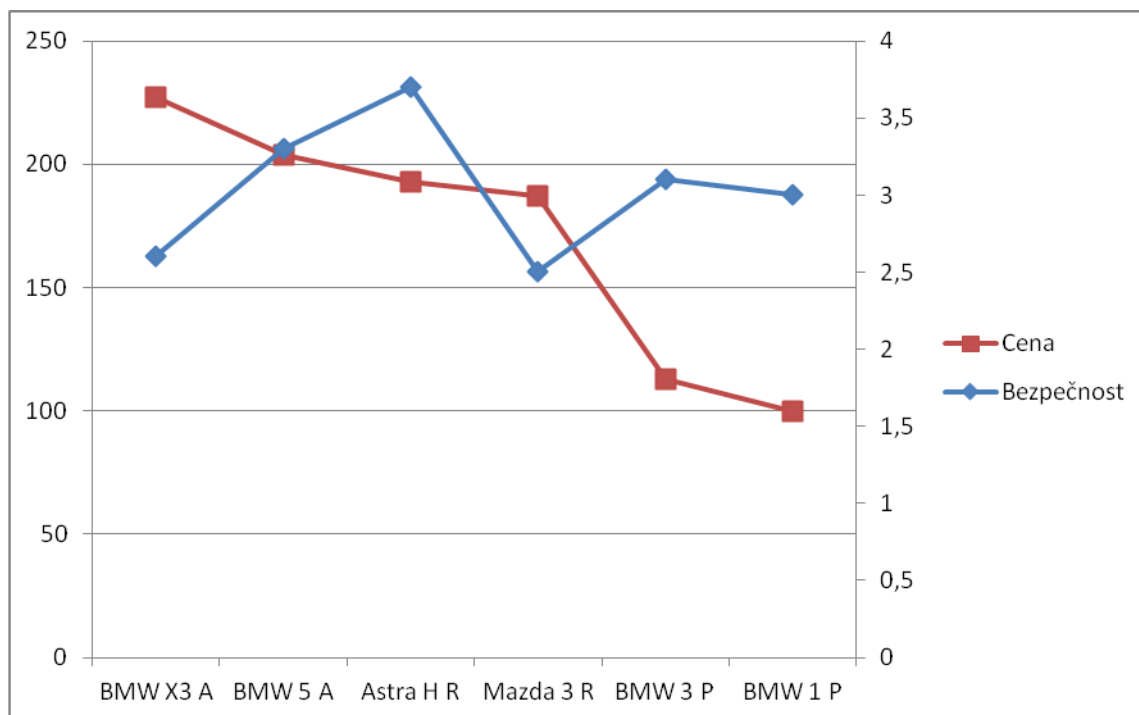
Obr. 4-1 Výsledky crashtestů

Obrázek **Obr. 4-2** obsahuje tabulku s číselnými výsledky jak bodového ohodnocení ochrany proti whiplashi, tak nákladového hodnocení v peněžních jednotkách. Pro lepší představu jsou data z tabulky vynesena ve formě grafu na následujícím obrázku.

	Whiplash [b]	Náklady [p.j.]
BMW X3 A	2,6	227
BMW 5 A	3,3	204
Astra H R	3,7	193
Mazda 3 R	2,5	187
BMW 3 P	3,1	113
BMW 1 P	3	100

Obr. 4-2 Výsledky hodnocení bezpečnosti a nákladů

Obr. 4-3 ukazuje graficky vztahy mezi testovanými opěrkami jak z hlediska bezpečnosti, tak nákladů. Za označením modelu je uvedeno, zda se jedná o opěrku aktivní – A, reaktivní – R či pasivní – P. Zatímco u BMW řady 5 se body téměř překrývají, v případě BMW X3 je za vysoké náklady dosaženo téměř nejhoršího výsledku ze všech testovaných opěrek. Horší hodnocení získala jen Mazda 3, a to s diferencí 0,1 bodu, ovšem při značném rozdílu nákladů. Oproti tomu obě dvě pasivní opěrky zapadají do oblasti grafu bezpečnosti společně s ostatními opěrkami, náklady jsou oproti konkurentům citelně nižší.



Obr. 4-3 Graf nákladovosti a bezpečnosti opěrek

Tato práce zahrnuje pouze vozy v běžném provozu. Srovnání bylo provedeno především na vozech BMW z důvodu spolupráce naší společnosti s německou automobilkou, která má zájem o zvyšování kvality a prestiže a samozřejmě snižování nákladů. Do vozů BMW jsou ovšem standardně montovány pouze aktivní a pasivní opěrky. Z toho důvodu byly zahrnuty dvě další automobilky, které produkují některé své modely s reaktivními opěrkami. Aby byly výsledky co nejobjektivnější, byli zástupci reaktivních opěrek vybráni dva, jeden od německé automobilky Opel, druhý od Japonské automobilky Mazda. Zástupci pasivních a aktivních hlavových opěrek byli také vybráni vždy dva právě z důvodu co největší objektivnosti získaných dat.

Tato práce měla za úkol zhodnotit produkty hlavových opěrek ze dvou klíčových hledisek, a to pasivní bezpečnosti a nákladů na produkci. Bezpečnostní hledisko bylo hodnoceno podle výsledků euroNCAP crash testů, v rámci nichž je prováděn whiplash test.

Z výsledků těchto testů vyplynulo několik poznatků. Bylo zjištěno, že aktivní či reaktivní opěrka, tedy nákladově náročnější, nemusí být nutně spojena s lepšími výsledky. Jako mnohem směřodatnější se ukázalo zkoumání opěrky včetně opěráku jako jednoho celku, neboť právě kombinace těchto dvou komponent je důležitá s ohledem zejména na tuhost konstrukce opěráku a geometrické začlenění opěrky do opěráku.

Nákladové hledisko bylo posuzováno metodou design do cost, jehož kontrolním mechanismem je target costing. Byly posuzovány použité materiály, jejich množství případně hmotnost, konstrukce opěrky, technologie její výroby a v případě některých opěrek také mechanismy nutné k jejich ovládní. Protože cílové náklady na výrobu opěrky byly stanoveny na 100,- p.j., výroba aktivních či reaktivních opěrek se nejevila jako možná vzhledem k tomu, že náklady na výrobu těchto opěrek byly značně vyšší, řádově 150-220,- p.j.. V porovnání se zjištěním, že zdaleka ne vždy jsou aktivní či reaktivní opěrky bezpečnější než klasické, tedy pasivní, se aktivní i reaktivní opěrky ukázaly jako nerentabilní. Pozornost tedy byla dále věnována pozorování ukazatele zmíněného v bezpečnostních testech, tedy kombinace opěrky a opěráku. Bylo vyzpozorováno, že má význam věnovat pozornost tuhosti konstrukce opěráku, vedení opěrky v opěráku a geometrické začlenění opěrky.

V případě nedostatečně tuhého rámu docházelo k nechtěné deformaci s vlivem na cestujícího, neplatilo ovšem obecně, že čím tužší rám, tím lepší výsledky. Existují případy příliš tuhých rámu, které nebyly schopny absorbovat energii a přenášely ji tím na tělo pasažéra. Toto se však týkalo zejména sedaček sportovních vozů s konstrukcí z uhlíkových vláken, což je mimo téma této práce.

Vedení opěrky v rámu bylo většinou realizováno pomocí trubicových profilů přivařených k horní části opěráku. Jde o konvenční řešení, které je ideální vzhledem k požadavkům. Zde se ovšem značně projevuje tuhost svaru, případně jeho délka. V případě nedostatečné délky svaru dochází k deformaci, či dokonce destrukci svaru. V takovém případě je poloha opěrky vůči opěráku nevyhovující a může pasažérovi způsobit poranění. I zde je tedy nutné důkladně sledovat tuhost konstrukce a svarů.

Geometrické začlenění opěrky do rámu mají na svědomí právě trubicové vodící profily a vnitřní rám opěrky v kombinaci s polohováním opěrky (v případě, že je polohováním opěrka vybavena). Je důležité, aby polohování umožnilo ideální nastavení pro pasažéry všech tělesných konstitucí u obou pohlaví. Správné nastavení opěrky je z hlediska bezpečnosti velice důležité.

Výsledkem této práce je zhotovení zásad konstruování hlavových opěrek s ohledem na náklady při zajištění dostatečné bezpečnosti pasažérů. Zásady jsou uvedeny v kapitole 4.2 a jsou rozčleněny podle jednotlivých faktorů ovlivňujících výsledné hodnocení jak bezpečností, tak nákladů.

4.2 Zásady konstruování

Zhodnocení metodou Target Costing řekněme, že aby byla opěrka konkurenceschopná a prodejná, nesmí náklady na její výrobu přesáhnout 100,- p.j. Z dostupných dat tedy můžeme říci, že za 100,- p.j. nejsme schopni vyrobit opěrku ani aktivní ani reaktivní, pouze pasivní, a to především z důvodu nákladů nutných na mechanismy. Přihlédneme-li k hlavnímu parametru opěrek – bezpečnosti, zjistíme však, že i s pasivní opěrkou jsme schopni dosáhnout téměř identického, někdy dokonce lepšího výsledku, než s opěrkou aktivní či reaktivní. Budeme-li navíc hodnotit náklady na provoz z pohledu uživatele, absence komplikovaných elektronických či mechanických komponentů snižuje náklady na servis. Také tento aspekt je vnímán řadou potenciálních zákazníků a zvyšuje tím pádem konkurenceschopnost automobilky.

Další velice důležitý bod je konstrukce rámu sedačky. První důležitou vlastností je tuhost rámu. Ať už je rám zhotoven z trubicových polotovarů, z profilovaného plechu či dokonce v některých případech ze slitin magnesia nebo uhlíkových vláken, je nutné, aby byl rám dostatečně tuhý. V případě automobilů s vyššími stupni výbavy a tím pádem i hmotnosti sedačky samotné, je třeba brát v úvahu právě zvýšenou hmotnost a tím pádem i setrvačné síly, které na sedačku v momentu nárazu působí. Tuhost však nesmí překročit mez, kdy není rám již schopen dostatečně pojmout energii nárazu a přenáší ji na pasažéra. Tento problém se vyskytuje především v některých případech rámu z uhlíkových vláken, což je atribut zejména sportovních automobilů, které tato práce neřeší.

Druhý klíčový parametr je vedení opěrky v opěráku. Ve většině případů jsou k rámu přivařené trubicové profily, kde délka svarů či tuhost rámu není dostatečná a vlivem ohybového momentu v horní části opěráku dochází k nechtěné deformaci. Je tedy nezbytné buď přistupovat ke konstrukci konvenčně, avšak vyvarovat se příliš slabé konstrukce či tuhosti svarů, nebo najít nekonvenční řešení, které zajistí dostatečnou tuhost v kombinaci s nízkými náklady na výrobu.

Dále si je třeba uvědomit náklady na použité materiály. Z koláčových diagramů uvedených u nákladového hodnocení opěrek můžeme vidět snahu výrobců o co nejmenší podíl materiálů jako je například kov. Stejně tak je snaha o minimalizaci použití ostatních materiálů z důvodu pořizovacích nákladů. Tyto úspory však nesmí dojít za hranici snížení kvality produktu. Protože i na opěrky je vztahována garance, je nežádoucí, aby se opěrka poškodila běžným používáním v době záruky a musela být měněna v záruční lhůtě, či vydáním technické zprávy o nevyhovující kvalitě a následném svolávání stovek tisíc automobilů do autorizovaných servisů. To by znamenalo větší náklady, než které měly být uspořeny například ubráním tloušťky materiálu na potahu.

V neposlední řadě je potřeba myslet na technologii výroby a montáže. Opěrka, u které je nutná montáž z mnoha dílů, znamená zvýšení nákladů oproti opěrce vyráběné jednoduchým postupem bez montáže – taková opěrka se skládá pouze z kovového rámu, potahu s izolací a

pěny. Rám je vložen do potahu, který je poté napuštěn pěnou. Tato velmi jednoduchá technologie razantně snižuje náklady na výrobu a neznamena snížení kvality produktu jak z hlediska výdrže, tak především bezpečnosti.

Výsledkem dodržení výše uvedených postupů lze přinést značné úspory v nákladech, což je velice žádaný efekt jak z pohledu výrobců samotných, tak samozřejmě také firem externě pracujících pro automobilky. Můžeme-li nabídnout stejně bezpečnou hlavovou opěrku, jako konkurence, ovšem s nižšími náklady na výrobu, máme zajištěnu značnou konkurenční převahu. Neustálými inovacemi a zlepšeními tak může firma posílit své postavení na trhu.

Závěr

Tato práce poskytuje pohled na současné trendy ve snižování nákladů na výrobu. Zmiňuje několik metod, kterými je možné snižovat cenu produktu již od fáze vývoje, kde se toto nejvíce projeví, přitom ale musí být zachovány klíčové vlastnosti produktu. Aby byl produkt na dnešním trhu konkurenceschopný, je třeba vidět jeho cenu hlavně z pohledu zákazníka. To znamená, že je třeba hledět na celkovou cenu produktu za jeho životní cyklus. Tedy ne jen pořizovací cenu, ale také náklady spojené s údržbou, provozem a v neposlední řadě také likvidací. Aby byl produkt konkurenceschopný, musí tedy kombinovat vysokou užitnou hodnotu a přijatelnou cenu. Z toho důvodu je výhodné zahrnout požadavek na adekvátní cenu již do stádia vývoje, kdy je možné ji patřičně sledovat a upravovat. Stejně tak je ovšem důležité sledovat i funkční vlastnosti produktu, a to zejména, jedná-li se o prvek bezpečnostní a podléhající přísné kontrole a přísným normám. Kombinací všech výše uvedených požadavků a průzkumu trhu je možné stanovit klíčové parametry produktu a s minimálními stanovenými náklady jej poté vyvíjet tak, aby bylo možné v kterékoli fázi sledovat náklady, ale hlavně v konečné fázi vyvinout produkt, který je konkurenceschopný a výhodný jak z pohledu zákazníka, tak z pohledu výrobce.

Seznam použité literatury

- [1] Ehrlenspiel, K., Kiewert, A., Lindemann, U. : *Kostengünstig entwickeln und konstruieren* ISBN 978-3-540-74222-7 Springer 2007
- [2] Dinger, H. : *Targetcosting: Praktische Anwendung in dem Entwicklungsprozess: Praktische Anwendung in der Produktentwicklung* ISBN 3-446-21900-5 Hanser 2002
- [3] Dvořáková, L, Kleinová, J: *Hodnocení výkonnosti podniku a DP* Plzeň: ZČU-KPV, 2012
- [4] Clifton, Bird, Albano & Townsend : *Target Costing; Market-Driven Product Design* ISBN 0-8247-4611-2 *Marcel Dekker, Inc.* 2004
- [5] Michaels, J.V., Wood W.P. : *Design to Cost* ISBN 978-0471609001 Wiley-Interscience 1989
- [6] www.euroncap.com 10.03.2014
- [7] <https://managementmania.com/> 05.03.2014
- [8] www.whiplash.cz 15.03.2014
- [9] www.wikipedia.com 20.11.2013
- [10] www.a2mac.com 16.03.2014
- [11] Interní podnikové materiály

Seznam příloh

- PŘÍLOHA č. 1** Výsledky crash testu vozu Opel Astra
- PŘÍLOHA č. 2** Výsledky crash testu vozu BMW řady 3
- PŘÍLOHA č. 3** Výsledky crash testu vozu BMW řady 5
- PŘÍLOHA č. 4** Výsledky crash testu vozu BMW X3
- PŘÍLOHA č. 5** Výsledky crash testu vozu vozu BMW 1
- PŘÍLOHA č. 6** Výsledky crash testu vozu Mazda 3

PŘÍLOHA č. 1

Výsledky crash testu vozu Opel Astra

TEST RESULTS



Opel / Vauxhall Astra

Opel Astra 1.6 'Enjoy', LHD

2009



ADULT OCCUPANT

Total 34 pts | 95%

FRONTAL IMPACT

15,1 pts



Driver



Passenger

SIDE IMPACT CAR

8 pts

SIDE IMPACT POLE

7,3 pts



Car



Pole

REAR IMPACT (WHIPLASH)

3,7 pts



FRONTAL IMPACT

HEAD

Driver airbag contact	stable
Passenger airbag contact	stable

CHEST

Passenger compartment	stable
Windscreen Pillar rearward	2mm
Steering wheel rearward	none
Steering wheel upward	none
Chest contact with steering wheel	none

UPPER LEGS, KNEES AND PELVIS

Stiff structures in dashboard	none
Concentrated loads on knees	none

LOWER LEGS AND FEET

Footwell Collapse	none
Rearward pedal movement	none
Upward pedal movement	clutch - 3mm

SIDE IMPACT

Head protection airbag	Yes
Chest protection airbag	Yes

WHIPLASH

Seat description	Standard, cloth, 2 way manual adjust
Head restraint type	Reactive
Geometric assessment	1 pts

TESTS

- High severity	2,9 pts
- Medium severity	2,6 pts
- Low severity	2,8 pts

TEST RESULTS



CHILD OCCUPANT Total 41 pts | 84%

18 MONTH OLD CHILD

Restraint Britax Römer Baby Safe
Group 0, 0+
Facing rearward
Installation Adult seatbelt



PERFORMANCE **11,1 pts**
INSTRUCTIONS **4 pts**
INSTALLATION **2 pts**

FRONTAL IMPACT

Head forward movement protected
Head acceleration good
Chest load good

SIDE IMPACT

Head containment protected
Head acceleration good

3 YEAR OLD CHILD

Restraint Britax Römer Duo Plus
Group 1
Facing forward
Installation ISOFIX anchorages and top tether



PERFORMANCE **12 pts**
INSTRUCTIONS **4 pts**
INSTALLATION **2 pts**

FRONTAL IMPACT

Head forward movement protected
Head acceleration good
Chest load good

SIDE IMPACT

Head containment protected
Head acceleration good

VEHICLE BASED ASSESSMENT

6 pts

Airbag warning Label

Text and pictogram warning label permanently attached to both sides of the passenger sun visor

PEDESTRIAN Total 16 pts | 46% | **SAFETY ASSIST** Total 5 pts | 71%



■ GOOD
■ MARGINAL
■ POOR

HEAD 10,4 pts
PELVIS 0 pts
LEG 6 pts

SPEED LIMITATION ASSISTANCE

0 pts

- 0, not available

ELECTRONIC STABILITY CONTROL (ESC)

3 pts

- standard

SEATBELT REMINDER

2 pts

- driver 1 pts
- passenger 1 pts

TEST RESULTS



DETAILS OF TESTED CAR

SPECIFICATIONS

Tested model	Opel Astra 1.6 'Enjoy', LHD
Body type	5 door hatchback
Year of publication	2009
Kerb weight	1318kg
VIN from which rating applies	Applies to all Astras of the specification tested

SAFETY EQUIPMENT

Front seatbelt pretensioners	dual pretensioners
Front seatbelt load limiters	
Driver frontal airbag	single stage
Front passenger frontal airbag	single stage
Side body airbags	
Side head airbags	

COMMENTS

Adult occupant

The passenger compartment remained stable in the frontal impact, the windscreen pillar moving rearward less than 2mm. Dual pretensioners restrained the dummies well and readings indicated that the knees and femurs of both the driver and passenger were well protected. Opel were able to show that occupants of different sizes, and those sat in different seating positions, would be similarly well protected. The Astra scored maximum points for its protection of the front passenger occupant in the frontal impact. Protection of the chest was adequate in the side barrier impact and marginal in the more severe side pole test, with good protection of all other body regions in both tests. Protection against whiplash injuries in rear impacts was rated as good.

Child occupant

Based on dummy readings in the frontal and side impacts, the Astra scored maximum points for protection of the 3 year dummy. Forward movement of the head was well controlled. In the side barrier test, both dummies were properly contained by their restraints. The passenger airbag can be disabled to allow a rearward facing child restraint to be used in that seating position. However, information provided to the driver regarding the status of the airbag is not sufficiently clear. The dangers of using a rearward facing child seat in that position without first disabling the airbag are clearly explained in a label attached to the passenger's sun visor.

Pedestrian

The car scored maximum points for the protection offered to pedestrians' legs by the bumper. However, the protection provided by the front edge of the bonnet was poor and scored no points in Euro NCAP's tests. In most areas likely to be struck by the head of a child, the bonnet offered marginal protection. In all areas likely to be struck by an adult's head, the bonnet provided poor protection.

Safety assist

Electronic Stability Control (ESC) is standard equipment across the whole of the model range as is a seatbelt reminder system for the driver and front passenger seats.

PŘÍLOHA č. 2

Výsledky crash testu vozu BMW řady 3



BMW 3 Series

BMW 320d, LHD

2012



ADULT OCCUPANT



CHILD OCCUPANT



PEDFSTRIAN



SAFETY ASSIST

ADULT OCCUPANT

Total 34 pts | 95%

FRONTAL IMPACT

15,8 pts



Driver



Passenger

SIDE IMPACT CAR

8 pts

SIDE IMPACT POLE

7,4 pts



Car



Pole

REAR IMPACT (WHIPLASH)

3,1 pts



- GOOD
- ADEQUATE
- MARGINAL
- WEAK
- POOR

FRONTAL IMPACT

HEAD

Driver airbag contact	stable
Passenger airbag contact	stable

CHEST

Passenger compartment	stable
Windscreen Pillar rearward	1mm
Steering wheel rearward	none
Steering wheel upward	none
Chest contact with steering wheel	none

UPPER LEGS, KNEES AND PELVIS

Stiff structures in dashboard	none
Concentrated loads on knees	none

LOWER LEGS AND FEET

Footwell Collapse	none
Rearward pedal movement	brake - 14mm
Upward pedal movement	none

SIDE IMPACT

Head protection airbag	Yes
Chest protection airbag	Yes

WHIPLASH

Seat description	Standard cloth, 4 way manual
Head restraint type	Passive
Geometric assessment	0,8 pts

TESTS

- High severity	2,4 pts
- Medium severity	2 pts
- Low severity	2,3 pts

TEST RESULTS



CHILD OCCUPANT Total 41 pts | 84%

18 MONTH OLD CHILD

Restraint Fair G 0/1 S Isofix
Group 0, 1
Facing rearward
Installation ISOFIX anchorages and support frame



PERFORMANCE 12 pts
INSTRUCTIONS 4 pts
INSTALLATION 2 pts

FRONTAL IMPACT

Head forward movement protected
Head acceleration good
Chest load good

SIDE IMPACT

Head containment protected
Head acceleration good

3 YEAR OLD CHILD

Restraint Fair G 0/1 S Isofix
Group 0, 1
Facing forward
Installation ISOFIX anchorages and support frame



PERFORMANCE 11,9 pts
INSTRUCTIONS 4 pts
INSTALLATION 2 pts

FRONTAL IMPACT

Head forward movement protected
Head acceleration good
Chest load fair

SIDE IMPACT

Head containment protected
Head acceleration good

VEHICLE BASED ASSESSMENT

5 pts

Airbag warning Label

Text and pictogram warning label on both sides of passenger sun visor

PEDESTRIAN Total 28 pts | 78% | **SAFETY ASSIST** Total 6 pts | 86%



GOOD
MARGINAL
POOR

HEAD 15,9 pts
PELVIS 6 pts
LEG 6 pts

SPEED LIMITATION ASSISTANCE 0 pts
Not assessed

ELECTRONIC STABILITY CONTROL (ESC) 3 pts
- DSC Pass
Yaw rate ratio (1.00s) 1,84 %
Yaw rate ratio (1.75s) 1,52 %
Lateral displacement (1.07s) 3,22 m

SEATBELT REMINDER 3 pts
- driver Pass
- passenger Pass
- rear Pass

TEST RESULTS



DETAILS OF TESTED CAR

SPECIFICATIONS

Tested model	BMW 320d, LHD
Body type	4 door saloon
Year of publication	2012
Kerb weight	1495kg
VIN from which rating applies	applies to all BMW 3 series of the specification tested

SAFETY EQUIPMENT

Front seatbelt pretensioners	
Front seatbelt load limiters	
Driver frontal airbag	
Front passenger frontal airbag	
Side body airbags	
Side head airbags	
Electronic Stability Control	DSC
Seatbelt Reminder	driver, passenger and rear seats

COMMENTS

Adult occupant

The passenger compartment of the 3 Series remained stable in the frontal impact. Dummy readings indicated good protection of the knees and femurs of the driver and passenger. BMW showed that a similar level of protection would be provided for occupants of different sizes and to those sat in different positions. In the side barrier test, all body regions were well protected and the car scored maximum points. In the more severe side pole test, protection of the chest and abdomen was adequate and that of the head and pelvis was good. The seat and head restraint provided good protection against whiplash injuries in the event of a rear-end collision.

Child occupant

Based on dummy results in the dynamic tests, the 3 Series scored maximum points for its protection of the 18 month infant, and lost only a fraction of a point for protection of the 3 year old. In the frontal impact, forward movement of the head of the 3 year dummy, sat in a forward facing restraint, was not excessive. In the side impact, both dummies were properly contained by the protective shells of their restraints, minimising the likelihood of contact with parts of the car's interior. A switch is available as an option to deactivate the passenger airbag, allowing a rearward facing child restraint to be used in the passenger seat. This was not assessed as it is not standard equipment. There were clear warnings of the dangers of using a rearward facing restraint in that seating position without having deactivated the airbag.

Pedestrian

Both the bumper and the front edge of the bonnet provided good protection to pedestrians and the car scored maximum points in these areas. In almost all areas where a child's head might strike, the bonnet provided good protection but was predominantly poor in those areas likely to be struck by an adult's head.

Safety assist

Electronic stability control is standard equipment on the 3 Series and met Euro NCAP's requirements. A seatbelt reminder is standard for the driver, front passenger and rear seats. A speed limitation device is available but was not assessed by Euro NCAP as it is offered as an option.

PŘÍLOHA č. 3

Výsledky crash testu vozu BMW řady 5



BMW 5 Series

BMW 530d, LHD

2010 ★★★★★



95%

ADULT OCCUPANT

83%

CHILD OCCUPANT

78%

PEDESTRIAN

100%

SAFETY ASSIST

ADULT OCCUPANT Total 34 pts | 95%

FRONTAL IMPACT 15,5 pts

Driver Passenger

SIDE IMPACT CAR 8 pts

SIDE IMPACT POLE 7,4 pts

Car Pole

REAR IMPACT (WHIPLASH) 3,3 pts

Green	GOOD
Yellow	ADEQUATE
Orange	MARGINAL
Brown	WEAK
Red	POOR

FRONTAL IMPACT

HEAD	
Driver airbag contact	stable
Passenger airbag contact	stable
CHEST	
Passenger compartment	stable
Windscreen Pillar rearward	1mm
Steering wheel rearward	none
Steering wheel upward	7mm
Chest contact with steering wheel	none
UPPER LEGS, KNEES AND PELVIS	
Stiff structures in dashboard	none
Concentrated loads on knees	none
LOWER LEGS AND FEET	
Footwell Collapse	none
Rearward pedal movement	brake - 38mm
Upward pedal movement	none

SIDE IMPACT

Head protection airbag	Yes
Chest protection airbag	Yes

WHIPLASH

Seat description	Standard, cloth 6 way electric/manual
Head restraint type	Active
Geometric assessment	1 pts
TESTS	
- High severity	2,5 pts
- Medium severity	2,3 pts
- Low severity	2,3 pts

TEST RESULTS



CHILD OCCUPANT Total 41 pts | 83%

18 MONTH OLD CHILD

Restraint Fair G0/1S ISOFIX
Group 0, 0+
Facing rearward
Installation ISOFIX anchorages and support frame



PERFORMANCE **11,8 pts**
INSTRUCTIONS **4 pts**
INSTALLATION **2 pts**

FRONTAL IMPACT

Head forward movement protected
Head acceleration good
Chest load good

SIDE IMPACT

Head containment protected
Head acceleration good

3 YEAR OLD CHILD

Restraint Fair G0/1S ISOFIX
Group 1
Facing forward
Installation ISOFIX anchorages and support frame



PERFORMANCE **12 pts**
INSTRUCTIONS **4 pts**
INSTALLATION **2 pts**

FRONTAL IMPACT

Head forward movement protected
Head acceleration good
Chest load good

SIDE IMPACT

Head containment protected
Head acceleration good

VEHICLE BASED ASSESSMENT

5 pts

Airbag warning Label

Text and pictogram warning label permanently attached to both sides of the passenger sun visor

PEDESTRIAN Total 28 pts | 78% | **SAFETY ASSIST** Total 7 pts | 100%



■ GOOD
■ MARGINAL
■ POOR

HEAD 22 pts
PELVIS 0 pts
LEG 6 pts

SPEED LIMITATION ASSISTANCE 1 pts

- active, standard

ELECTRONIC STABILITY CONTROL (ESC) 3 pts

- standard

SEATBELT REMINDER 3 pts

- driver 1 pts
- passenger 1 pts
- rear 1 pts

TEST RESULTS



DETAILS OF TESTED CAR

SPECIFICATIONS

Tested model	BMW 530d, LHD
Body type	4 door saloon
Year of publication	2010
Kerb weight	1790kg
VIN from which rating applies	applies to all 5 series of the specification tested

SAFETY EQUIPMENT

Front seatbelt pretensioners	driver: double passenger: single
Front seatbelt load limiters	
Driver frontal airbag	
Front passenger frontal airbag	
Side body airbags	
Side head airbags	

COMMENTS

Adult occupant

The passenger compartment remained stable in the frontal impact. Dummy readings indicated good protection of the knees and femurs of both the driver and front seat passenger. BMW were able to demonstrate that occupants of different sizes, and those sat in different positions, would be similarly well protected. Maximum points were scored in the side barrier test. In the more severe side pole impact, the head and pelvis were well protected, the chest and abdomen adequately so. Good protection was provided against whiplash injuries in the event of a rear impact.

Child occupant

Based on dummy readings in the dynamic tests, the 5 series was awarded maximum points for protection of the 3 year dummy in the frontal and side impacts. Forward movement of the dummy's head was not excessive in the frontal impact and both the 3 year and 18 month dummies were properly contained by their respective child restraints in the side impact. The passenger airbag can be disabled to allow a rearward facing child restraint to be used in that seating position. However, information provided to the driver regarding the status of the airbag is not sufficiently clear. A permanently attached label warns clearly of the dangers of using a rearward facing restraint in the passenger seat without first disabling the airbag.

Pedestrian

The 5 series is fitted with an 'active bonnet'. When a pedestrian is struck, actuators lift all four corners of the bonnet away from hard structures underneath. This creates more space to absorb the energy of a struck pedestrian, lowering injury values. The bonnet has scored maximum points in the areas likely to be struck by the head of a child and has scored very highly in those areas likely to be struck by an adult. The front edge of the bonnet did not score any points for the protection provided to pedestrians' legs but the bumper scored maximum points.

Safety assist

Electronic Stability Control is standard equipment on the 5 series, together with a driver-set speed limitation device. A seatbelt reminder system is also standard equipment and covers all seating positions.

PŘÍLOHA č. 4

Výsledky crash testu vozu BMW X3

TEST RESULTS



BMW X3

BMW X3 2.0 Diesel

2011 ★★★★★



ADULT OCCUPANT



CHILD OCCUPANT



PEDESTRIAN



SAFETY ASSIST

ADULT OCCUPANT

Total 32 pts | 88%

FRONTAL IMPACT

14,6 pts



Driver



Passenger

SIDE IMPACT CAR

8 pts

SIDE IMPACT POLE

6,4 pts



Car



Pole

REAR IMPACT (WHIPLASH)

2,6 pts



FRONTAL IMPACT

HEAD

Driver airbag contact	stable
Passenger airbag contact	stable

CHEST

Passenger compartment	stable
Windscreen Pillar rearward	7mm
Steering wheel rearward	none
Steering wheel upward	7mm
Chest contact with steering wheel	none

UPPER LEGS, KNEES AND PELVIS

Stiff structures in dashboard	None
Concentrated loads on knees	None

LOWER LEGS AND FEET

Footwell Collapse	none
Rearward pedal movement	brake - 24mm
Upward pedal movement	brake - 6mm

SIDE IMPACT

Head protection airbag	Yes
Chest protection airbag	Yes

WHIPLASH

Seat description	Standard, cloth, 4-way manual adjustment
Head restraint type	Active
Geometric assessment	0,2 pts

TESTS

- High severity	2,2 pts
- Medium severity	2,4 pts
- Low severity	2,3 pts

TEST RESULTS



CHILD OCCUPANT Total 41 pts | 83%

18 MONTH OLD CHILD

Restraint Fair G0/IS
Group 0/1
Facing rearward
Installation ISOFIX anchorages and support frame



PERFORMANCE **11,9 pts**
INSTRUCTIONS **4 pts**
INSTALLATION **2 pts**

FRONTAL IMPACT

Head forward movement **protected**
Head acceleration **good**
Chest load **good**

SIDE IMPACT

Head containment **protected**
Head acceleration **good**

3 YEAR OLD CHILD

Restraint Fair G0/IS
Group 0/1
Facing forward
Installation ISOFIX anchorages and support frame



PERFORMANCE **12 pts**
INSTRUCTIONS **4 pts**
INSTALLATION **2 pts**

FRONTAL IMPACT

Head forward movement **protected**
Head acceleration **good**
Chest load **good**

SIDE IMPACT

Head containment **protected**
Head acceleration **good**

VEHICLE BASED ASSESSMENT **5 pts** **Airbag warning Label** **Text and pictogram label permanently attached to the sun visor**

PEDESTRIAN Total 19 pts | 53% | **SAFETY ASSIST** Total 5 pts | 71%



■ GOOD
■ MARGINAL
■ POOR

HEAD **13,1 pts**
PELVIS **0 pts**
LEG **6 pts**

SPEED LIMITATION ASSISTANCE **0 pts**
Not assessed

ELECTRONIC STABILITY CONTROL (ESC) **3 pts**
- DSC **Pass**
Yaw rate ratio (1.00s) **1,70 %**
Yaw rate ratio (1.75s) **2,30 %**
Lateral displacement (1.07s) **3,04 m**

SEATBELT REMINDER **2 pts**
- driver **Pass**
- passenger **Pass**
- rear **Not assessed**



TEST RESULTS



DETAILS OF TESTED CAR

SPECIFICATIONS

Tested model	BMW X3 2.0 Diesel
Body type	5 door SUV
Year of publication	2011
Kerb weight	1790kg
VIN from which rating applies	Applies to all X3 of the specification tested

SAFETY EQUIPMENT

Front seatbelt pretensioners	
Front seatbelt load limiters	
Driver frontal airbag	single stage
Front passenger frontal airbag	single stage
Side body airbags	
Side head airbags	
Electronic Stability Control	
Seatbelt Reminder	driver and passenger

COMMENTS

Adult occupant

The passenger compartment remained stable in the frontal impact. Dummy readings indicated good protection for the knees and femurs of both the driver and front passenger dummies and BMW showed that a similar level of protection would be offered to occupants of different sizes and to those sat in different seating positions. The X3 scored maximum points for the protection it provided in the side barrier test. In the more severe side pole impact, protection of the chest was weak. The front seat and head restraint provided marginal protection against whiplash injuries in a rear-end collision.

Child occupant

Based on dummy readings in the frontal and side impact tests, the X3 scored maximum points for protection of the 3 year child and lost only a fraction of a point for the 18 month old child. Although the passenger airbag can be disabled to allow a rearward-facing child restraint to be used in that seating position, insufficient information is provided to the driver regarding the status of the airbag preventing any reward for the system. Permanently attached labels on the sun visor clearly warn of the dangers of using a rearward facing child seat in that position without first disabling the airbag.

Pedestrian

The bumper provided good protection to pedestrians' legs. However, the entire front edge of the bonnet provided poor protection. In most areas likely to be struck by the head of a child, the bonnet offered only marginal or poor protection. In those areas likely to be struck by an adult's head, the protection was mostly good with some poor performing areas.

Safety assist

Electronic stability control is standard on the X3 and met Euro NCAP's requirements. There is a seatbelt reminder system for the driver and passenger, but not for the rear seats. The X3 is not available with a speed limitation device.

PŘÍLOHA č. 5

Výsledky crash testu vozu BMW 1

TEST RESULTS 

BMW 1 series

BMW 116, LHD

2012

★★★★★



ADULT OCCUPANT



CHILD OCCUPANT



PEDFSTRIAN



SAFETY ASSIST

ADULT OCCUPANT

Total 33 pts | 91%

FRONTAL IMPACT

15,4 pts



Driver



Passenger

SIDE IMPACT CAR

7,9 pts

SIDE IMPACT POLE

6,5 pts



Car



Pole

REAR IMPACT (WHIPLASH)

3 pts



- GOOD
- ADEQUATE
- MARGINAL
- WEAK
- POOR

FRONTAL IMPACT

HEAD

Driver airbag contact	stable
Passenger airbag contact	stable

CHEST

Passenger compartment	stable
Windscreen Pillar rearward	13mm
Steering wheel rearward	none
Steering wheel upward	none
Chest contact with steering wheel	none

UPPER LEGS, KNEES AND PELVIS

Stiff structures in dashboard	none
Concentrated loads on knees	none

LOWER LEGS AND FEET

Footwell Collapse	none
Rearward pedal movement	brake - 31mm
Upward pedal movement	clutch - 2mm

SIDE IMPACT

Head protection airbag	Yes
Chest protection airbag	Yes

WHIPLASH

Seat description	Standard cloth 4 way manual
Head restraint type	Passive
Geometric assessment	0,8 pts

TESTS

- High severity	2,1 pts
- Medium severity	1,9 pts
- Low severity	2,3 pts

TEST RESULTS



CHILD OCCUPANT Total 41 pts | 83%

18 MONTH OLD CHILD

Restraint Fair G 0/1 S
Group 0+, 1
Facing rearward
Installation ISOFIX anchorages and support frame



PERFORMANCE 11,8 pts
INSTRUCTIONS 4 pts
INSTALLATION 2 pts

FRONTAL IMPACT

Head forward movement protected
Head acceleration good
Chest load good

SIDE IMPACT

Head containment protected
Head acceleration good

3 YEAR OLD CHILD

Restraint Fair G 0/1 S
Group 0+, 1
Facing forward
Installation ISOFIX anchorages and support frame



PERFORMANCE 12 pts
INSTRUCTIONS 4 pts
INSTALLATION 2 pts

FRONTAL IMPACT

Head forward movement protected
Head acceleration good
Chest load good

SIDE IMPACT

Head containment protected
Head acceleration good

VEHICLE BASED ASSESSMENT

5 pts

Airbag warning Label

Text and pictogram label permanently attached to the passenger sun visor

PEDESTRIAN Total 23 pts | 63% | **SAFETY ASSIST** Total 6 pts | 86%



GOOD
MARGINAL
POOR

HEAD 16,6 pts
PELVIS 0 pts
LEG 6 pts

SPEED LIMITATION ASSISTANCE 0 pts
Not assessed

ELECTRONIC STABILITY CONTROL (ESC) 3 pts
- DSC Pass
Yaw rate ratio (1.00s) 3,20 %
Yaw rate ratio (1.75s) 1,80 %
Lateral displacement (1.07s) 3,18 m

SEATBELT REMINDER 3 pts
- driver Pass
- passenger Pass
- rear Pass

TEST RESULTS



DETAILS OF TESTED CAR

SPECIFICATIONS

Tested model	BMW 116, LHD
Body type	5 door hatchback
Year of publication	2012
Kerb weight	1365kg
VIN from which rating applies	applies to all 1 Series of the specification tested

SAFETY EQUIPMENT

Front seatbelt pretensioners	
Front seatbelt load limiters	
Driver frontal airbag	single stage
Front passenger frontal airbag	single stage
Side body airbags	
Side head airbags	
Electronic Stability Control	
Seatbelt Reminder	driver, passenger & rear

COMMENTS

The rating of the BMW 1 Series has been upgraded from 2011 to 2012. The car is unchanged and test results have been carried over from the previous year. The 2012 rating reflects the performance of the 1 Series against Euro NCAP's latest requirements.

Adult occupant

The passenger compartment remained stable in the frontal impact. Dummy readings showed good protection of the knees and femurs of driver and passenger. BMW showed that a similar level of protection would be provided for occupants of different sizes and to those sat in different seating positions. In the side barrier test, the car provided adequate protection for the chest and good protection for other body areas. In the more severe side pole test, dummy readings of rib compression indicated weak protection for the chest area. The front seats and head restraints provided marginal protection against whiplash injuries in the event of a rear-end collision.

Child occupant

Based on dummy readings in the frontal and side impacts, the 1 Series scored maximum points for protection of the 3 year infant. Forward movement of that dummy in the frontal impact was not excessive and, in the side impact, both dummies were properly contained within the shells of their restraints, minimising the likelihood of dangerous head contacts. A switch is available as an option which allows the passenger airbag to be disabled, allowing a rearward facing restraint to be used in that seating position. Information provided to the driver about the status of the airbag does not meet Euro NCAP's requirements. The dangers of using a rearward facing seat in that position without disabling the airbag are clearly explained in a permanently-attached label.

Pedestrian

In all areas likely to be struck by a child's head, the bonnet offered good protection and the car scored maximum points for this part of the assessment. For an adult's head, protection was predominantly poor, although some areas tested were good. The bumper offered good protection to pedestrians' legs in all areas, and scored maximum points. However, the front edge of the bonnet was poor and scored no points.

Safety assist

Electronic stability control is standard equipment on the 1 series and met Euro NCAP's test requirements. A seatbelt reminder is provided for the driver, passenger and rear positions. A speed limitation device is available as an option but did not meet Euro NCAP's fitment requirements, so was not assessed.

PŘÍLOHA č. 6

Výsledky crash testu vozu Mazda 3

TEST RESULTS



Mazda 3

Mazda 3 1.6 'Touring', LHD

2009



ADULT OCCUPANT



CHILD OCCUPANT



PEDFSTRIAN



SAFETY ASSIST

ADULT OCCUPANT

Total 31 pts | 86%

FRONTAL IMPACT

15,3 pts



Driver



Passenger

SIDE IMPACT CAR

7,5 pts

SIDE IMPACT POLE

5,5 pts



Car



Pole

REAR IMPACT (WHIPLASH)

2,5 pts



- GOOD
- ADEQUATE
- MARGINAL
- WEAK
- POOR

FRONTAL IMPACT

HEAD

Driver airbag contact	stable
Passenger airbag contact	stable

CHEST

Passenger compartment	stable
Windscreen Pillar rearward	2mm
Steering wheel rearward	none
Steering wheel upward	none
Chest contact with steering wheel	none

UPPER LEGS, KNEES AND PELVIS

Stiff structures in dashboard	none
Concentrated loads on knees	none

LOWER LEGS AND FEET

Footwell Collapse	none
Rearward pedal movement	clutch - 52mm
Upward pedal movement	clutch - 16mm

SIDE IMPACT



Head protection airbag	Yes
Chest protection airbag	Yes


WHIPLASH

Seat description	Standard cloth, 4 way manual adjust
Head restraint type	Reactive
Geometric assessment	-0,4 pts

TESTS

- High severity	2,3 pts
- Medium severity	2,4 pts
- Low severity	2,5 pts

TEST RESULTS		EURO NCAP www.euroncap.com							
CHILD OCCUPANT		Total 41 pts 84%							
18 MONTH OLD CHILD Restraint Britax Romer Baby Safe Group 0, 0+ Facing rearward Installation ISOFIX anchorages and top tether  <table border="0"> <tr> <td>PERFORMANCE</td> <td>12 pts</td> </tr> <tr> <td>INSTRUCTIONS</td> <td>4 pts</td> </tr> <tr> <td>INSTALLATION</td> <td>2 pts</td> </tr> </table>		PERFORMANCE	12 pts	INSTRUCTIONS	4 pts	INSTALLATION	2 pts	FRONTAL IMPACT Head forward movement protected Head acceleration good Chest load good SIDE IMPACT Head containment protected Head acceleration good	
PERFORMANCE	12 pts								
INSTRUCTIONS	4 pts								
INSTALLATION	2 pts								
3 YEAR OLD CHILD Restraint Britax Romer Duo Plus Group 1 Facing forward Installation ISOFIX anchorages and support frame  <table border="0"> <tr> <td>PERFORMANCE</td> <td>12 pts</td> </tr> <tr> <td>INSTRUCTIONS</td> <td>4 pts</td> </tr> <tr> <td>INSTALLATION</td> <td>2 pts</td> </tr> </table>		PERFORMANCE	12 pts	INSTRUCTIONS	4 pts	INSTALLATION	2 pts	FRONTAL IMPACT Head forward movement protected Head acceleration good Chest load good SIDE IMPACT Head containment protected Head acceleration good	
PERFORMANCE	12 pts								
INSTRUCTIONS	4 pts								
INSTALLATION	2 pts								
VEHICLE BASED ASSESSMENT	5 pts	Airbag warning Label	Text and pictogram warning label permanently attached to both sides of the passenger sun visor						

PEDESTRIAN	Total 18 pts 51%	SAFETY ASSIST	Total 5 pts 71%											
 <table border="0"> <tr> <td></td> <td>GOOD</td> </tr> <tr> <td></td> <td>MARGINAL</td> </tr> <tr> <td></td> <td>POOR</td> </tr> </table> <table border="0"> <tr> <td>HEAD</td> <td>10,2 pts</td> </tr> <tr> <td>PELVIS</td> <td>2 pts</td> </tr> <tr> <td>LEG</td> <td>6 pts</td> </tr> </table>		GOOD		MARGINAL		POOR	HEAD	10,2 pts	PELVIS	2 pts	LEG	6 pts		SPEED LIMITATION ASSISTANCE 0 pts - 0, not available ELECTRONIC STABILITY CONTROL (ESC) 3 pts - standard SEATBELT REMINDER 2 pts - driver 1 pts - passenger 1 pts
	GOOD													
	MARGINAL													
	POOR													
HEAD	10,2 pts													
PELVIS	2 pts													
LEG	6 pts													

TEST RESULTS



DETAILS OF TESTED CAR

SPECIFICATIONS

Tested model	Mazda 3 1.6 'Touring', LHD
Body type	5 door hatchback
Year of publication	2009
Kerb weight	1257kg
VIN from which rating applies	from JMZBL14Z201124005

SAFETY EQUIPMENT

Front seatbelt pretensioners	
Front seatbelt load limiters	
Driver frontal airbag	single stage
Front passenger frontal airbag	single stage
Side body airbags	
Side head airbags	
Driver knee airbag	

COMMENTS

Adult occupant

The passenger compartment remained stable in the frontal impact, the windscreen pillar moving rearward by only 2mm. The car scored maximum points for its protection of the driver dummy. Protection of the passenger was rated as adequate for the chest and good for other body regions. Mazda were able to demonstrate that the knees and femurs of occupants of different sizes, and of those sat in different seating positions, would be similarly well protected. In the side barrier impact, dummy readings were good in all body regions. However, the curtain airbag did not deploy fully at the rear, leaving a space where an occupant's head might contact the C pillar. This was penalised by Euro NCAP and is reflected in a lowered score for the driver's head protection. The same phenomenon occurred in the more severe side pole test and that test was similarly penalised. In the pole test, dummy readings in the chest indicated poor protection. The seat and head restraint provided marginal protection against whiplash injuries in a rear impact.

Child occupant

Based on dummy readings from the frontal and side barrier tests, the Mazda 3 scored maximum points for its protection of both the 18 month and the 3 year infant. Forward movement of the head of the 3 year old, sat in a forward facing restraint, was well controlled. In the side impact, both dummies were properly contained by the shells of their restraints. The passenger airbag can be disabled to allow a rearward facing child restraint to be used in that seating position. However, information provided to the dummy regarding the status of the airbag is not sufficiently clear. Cars with serial numbers greater than JMZBL14Z201124005 have a permanently visible label warning of the dangers of using a rearward facing restraint in that seat without first disabling the airbag. Earlier cars did not have such labels and would have scored two points less for child occupant protection, although the star rating would be unchanged.

Pedestrian

The bumper scored maximum points for its protection of pedestrians' legs. However, in those areas most likely to be struck by an adult's head, the bonnet provided poor protection and scored no points.

Safety assist

Electronic Stability Control is standard equipment on the Mazda 3, as is a seatbelt reminder system for the driver and front passenger seats.