



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

DESIGN REPREZENTAČNÍHO AUTOMOBILU

DESIGN OF REPRESENTATIVE CAR

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

PETR NEVŘELA

VEDOUCÍ PRÁCE


SUPERVISOR

akad. soch. LADISLAV KŘENEK, Ph.D.

BRNO 2008

Prohlašuji, že tuto diplomovou práci jsem vypracoval samostatně a veškerou literaturu i ostatní informační zdroje, ze kterých jsem při práci čerpal, jsem uvedl v seznamu použité literatury.

Petr Nevřela



Děkuji panu Mgr. A. Davidu Karáskovi za konzultace k diplomové práci, zvláště za věcné připomínky a aktivní vedení projektu k cíli.

Zároveň děkuji společnosti Aufeer Design s.r.o., která zajistila maximální podporu jak při procesu navrhování, tak při realizaci modelu k diplomové práci. Jmenovitě panu Martinu Hlinskému za veškerou organizaci, panu Martinovi Zabadalovi, Pavlu Procházkovi a Lukáši Starému za odborné podklady a konzultace.

Děkuji také panu Michalu Jelínkovi za čas, který strávil komentováním mých návrhů k projektu a jeho vývoje.

Současně děkuji všem kantorům Oboru průmyslového designu FSI VUT v Brně za jejich ochotný přístup a spoustu cenných informací během celého studia.

Zvláště děkuji svým rodičům za podporu a pochopení, které mi poskytovali. Děkuji také svým spolužákům za časté debaty nad tímto projektem.

Česky:

Svým návrhem reprezentativního automobilu respektuji potřebné požadavky v kategorii prémiových vozů. Automobil by měl působit na první pohled majestátně. Zvolené robustnější tvarování doplňují luxusně pojaté elementy.

Použité pohonné ústrojí představuje současný technologický přechod k alternativním pohonům. Některé další prvky využívají pokročilých technologií, což tento návrh posouvá více do koncepční roviny.

Diplomová práce není navržena pro žádnou zavedenou automobilovou značku. Tento způsob je náročnější, protože nelze spoléhat na asociaci se známou značkou, poskytnul mi však maximální volnost při tvarování automobilu.

Klíčová slova: reprezentativní automobil, hybridní technologie, aktivní světlomety, multifunkční panel zadních světel, komfort, prostorný interiér

English:

My concept of a premium car conforms to all the requirements of the premium car segment. The car should at first sight look majestic. Strong styling is supplemented with luxury elements.

The applied engine comprises contemporary technological transition to alternative engines. What makes this project more conceptual is taking advantage of advanced technology.


This diploma project is not designed for any known car manufacturer. This method is demanding because the final concept cannot be associated with any known brand and at the same time offers maximum freedom of styling.

Keywords: representative car, hybrid technology, adaptive headlamps, multifunctional tail light board, comfort, roomy interior

Bibliografická citace:

NEVŘELA, P. Design reprezentačního automobilu. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. 56 s. Vedoucí diplomové práce akad. soch. Ladislav Křenek, Ph.D.

Obsah		
Úvod		11
1	Technické parametry	13
	1.1	Rozměry vozidla 15
	1.2	Karoserie 18
	1.3	Pohonná jednotka 19
	1.4	Světlomety 21
	1.5	Další technické skupiny 23
2	Ergonomie	25
	2.1	Výhled z vozidla 27
	2.2	Sezení 29
	2.3	Nastupování 30
	2.4	Zavazadlový prostor 31
3	Design	33
	3.1	Koncepce reprezentativních vozů 35
	3.2	Stanovení cílů 36
	3.3	Předdiplomový projekt 37
	3.4	Vývoj návrhu 38
	3.5	Finální návrh - exteriér 40
	3.6	Finální návrh - interiér 43
	3.7	Finální návrh - barevné varianty 44
Závěr		47
Zdroje		51
Seznam příloh		55



Textová část diplomové práce popisuje projekt z pohledu technických vlastností, ergonomie a designu. Každá část rozebírá danou problematiku v souvislostech se současnou produkcí a s vizemi budoucího vývoje.

Inovace spočívá v celkovém tvarovém řešení, které si vyžádalo samotné téma práce. Dalším významným faktorem je využití pokrokových technologií pocházejících nejen z oblasti automobilového průmyslu.

Interiér je zpracován velmi koncepčně. Zkoumal jsem především jeho vliv na exteriér, tzn. hmotové proporce a ergonomické požadavky. Koncepce interiéru je minimalistická s důrazem na vyspělé technologie, jednoduché ovládání a komfort.

Součástí vývoje návrhu tohoto automobilu byly poznatky z předdiplomového projektu na téma futuristický reprezentativní automobil. Zde jsem si ověřil především přístup k architektuře vozu, její vztah k počtu přepravovaných osob, pohonné jednotce, ale i to, jak by měl vůz dané kategorie působit jako celek.

Diplomová práce byla navíc konzultována s konstrukční, vývojovou a designérskou společností Aufeer Design s.r.o. z Mladé Boleslavi a designérem Michalem Jelínkem. Po rozhodnutí, zpracovávat koncept bez souvislosti se zavedenými značkami, jsem proto zvolil název automobilu Aufeer A.concept.

1 TECHNICKÉ PARAMETRY |



1.1 Rozměry vozidla

A.concept představuje konkurenci pro prodloužené verze vozidel vyšší třídy. Typickými zástupci této kategorie jsou německé modely Audi A8 [obr. 1.1, 1.2], BMW třídy 7 [obr. 1.3] a Mercedes Benz třídy S [obr. 1.4, 1.5], ale významným členem je také japonský Lexus LS [obr. 1.6]. Neméně důležité je srovnání s aktuálními koncepty Mercedes Benz F700 [obr. 1.7, 1.8], Nissan Intima [obr. 1.9] nebo sportovněji pojaté BMW CS [obr. 1.10, 1.11] a Peugeot 908 RC [obr. 1.12].

Tab. 1.1 Sériová vozidla (rozměry v mm) [2]

	délka	šířka	výška	rozvor
Audi A8 L	5192	1894	1455	3074
BMW 760Li	5179	1902	1484	3128
Mercedes Benz S600 L	5209	1872	1473	3165
Lexus LS600hL	5150	1875	1480	3090



obr. 1.1 Audi A8 [1]



obr. 1.2 Audi A8 [1]



obr. 1.3 BMW třídy 7 [1]



obr. 1.4 Mercedes Benz třídy S [3]



obr. 1.5 Mercedes Benz třídy S [3]



obr. 1.6 Lexus LS [4]

Tab. 1.2 Koncepty (rozměry v mm) [2]

	délka	šířka	výška	rozvor
Mercedes Benz F700	5180	1960	1438	3450
Nissan Intima	4980	1840	1450	2825
BMW CS	5106	1978	1367	3142
Peugeot 908 RC	5123	1980	1370	3150



obr. 1.7 Mercedes Benz F700 [1]



obr. 1.8 Mercedes Benz F700 [1]



obr. 1.9 Nissan Intima [1]



obr. 1.10 BMW CS [1]



obr. 1.11 BMW CS [1]

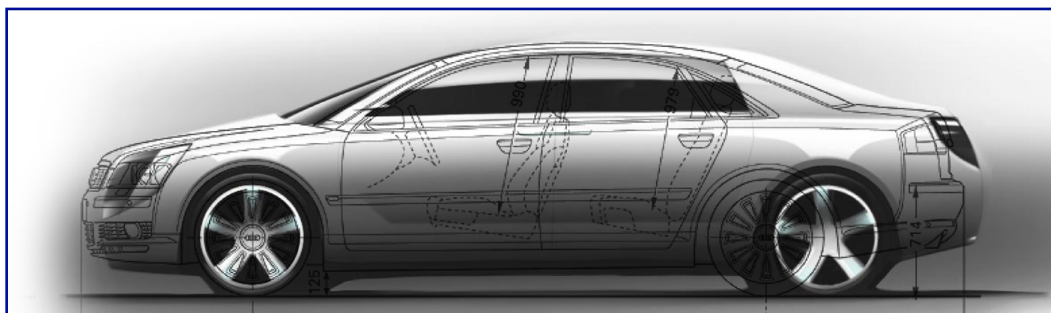


obr. 1.12 Peugeot 908 RC [1]

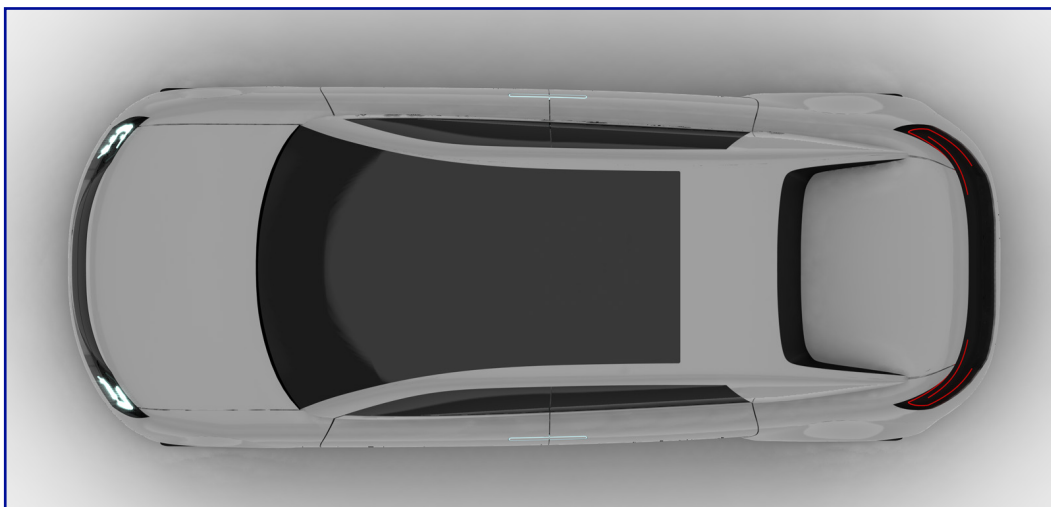
Tab. 1.3 Vlastní návrh (rozměry v mm)

	délka	šířka	výška	rozvor
Aufeer A.concept	5100	1950	1450	3300

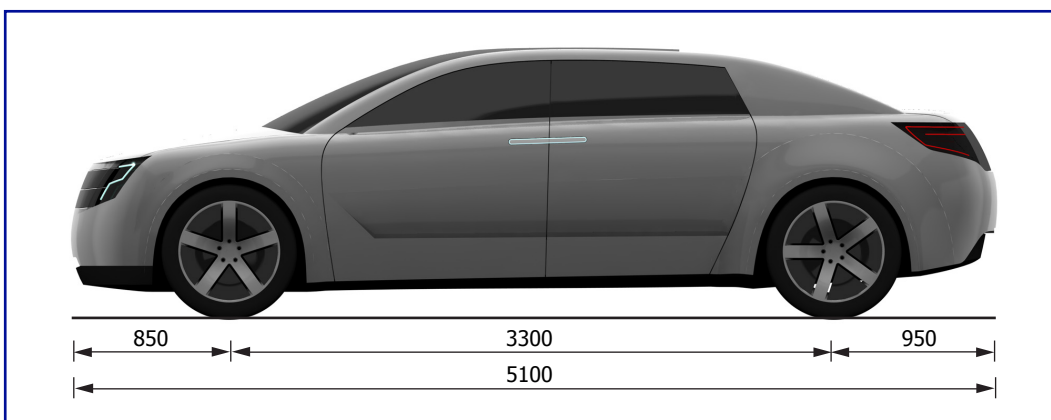
Z uvedených rozměrů je patrné, jak je architektura konceptu změněna ve prospěch prostoru pro cestující. Automobil vnějšími rozměry prakticky nevybočuje z obvyklých hodnot sériových vozů. Pouze rozvor poskytuje přibližně dvakrát větší příděl milimetrů v podélném směru, než je obvyklý rozdíl mezi standardní a prodlouženou verzí. Zvolenými rozměry jsem se pokusil nalézt optimální variantu pro maximální prostor pro pasažéry v kombinaci s atraktivními proporcemi. Podobný postup lze sledovat u konceptu Mercedes Benz F700. Výsledek však působí silně neharmonicky. Mnohem lépe se se zvolenými rozměry vypořádali designéři konceptů Nissan Intima, BMW CS nebo Peugeot 908 RC.



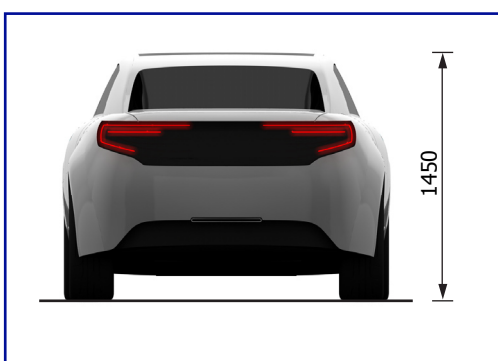
srovnání finální skicy s vozem Audi A8



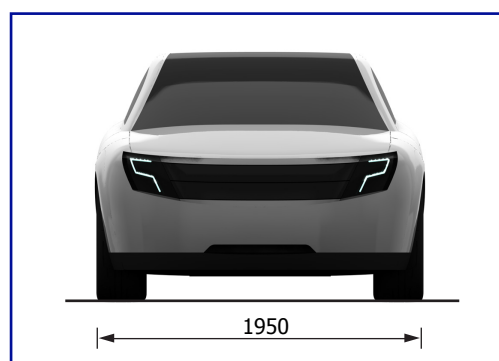
horní pohled



boční pohled



přední pohled



zadní pohled

1.2 Karoserie

Koncept vychází z klasické tříprostorové čtyřdveřové karoserie typu sedan. Karoserie je tvořena prostorovým hliníkovým rámem, podobným Audi Space Frame modelu A8 [obr. 1.13]. Ploché díly karoserie jsou upevněny tak, aby se podílely na únosnosti pevné struktury s hliníkovým rámem. Kombinace pevných hliníkových plechů a rámu zajišťuje vysokou tuhost, což poskytuje nadprůměrnou bezpečnost při nárazu. Deformační zóny přední a zadní části skeletu účinně tlumí energii nárazu, aby došlo k co nejmenší deformaci kabiny. Podélné nosníky karoserie jsou tvarované tak, aby se po nárazu deformovaly vhodným způsobem a směrem.

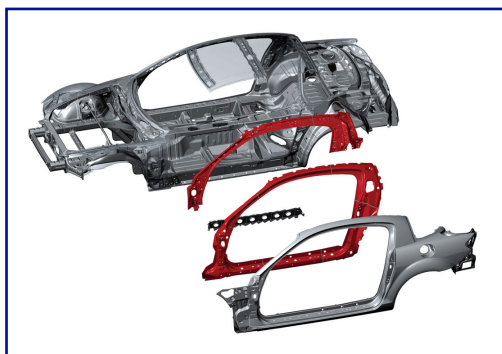
Boční dveře se otevírají proti sobě. Tento typ je náročnější na řešení odolnosti proti bočnímu nárazu. Vycházel jsem z řešení, použitého u automobilu Mazda RX-8 [obr. 1.14, 1.15]. Tuhost boční části zajišťuje několik kusů plechu svařených dohromady. Do tohoto rámu jsou zavěšeny dveře. Zadní dveře přitom obsahují integrovaný B-sloupek v podobě výztuhy, která je při jízdě zamknuta v dolní a horní části do bočního rámu [obr. 1.16].



obr. 1.13 Audi Space Frame model A8 [5]



obr. 1.14 Konstrukce Mazdy RX-8 [7]



obr. 1.15 Konstrukce Mazdy RX-8 [7]



obr. 1.16 Výztuha dveří Mazdy RX-8 [7]

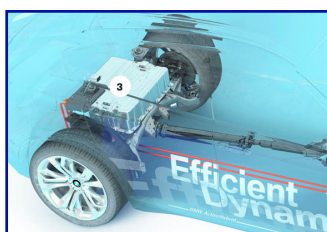
Hliníková karoserie poskytuje v porovnání s vyspělými ocelovými karoseriemi až o 60% vyšší pevnost v krutu a až o 40% nižší hmotnost, což zajišťuje lepší ovladatelnost a nižší spotřebu pohonných hmot. Redukce neodpružených hmot přispívá ke snížení valivého odporu pneumatik,

zlepšuje odpružení a tím také komfort a dynamiku jízdy. Z ekologického hlediska má hliník také výhody. Nízká hmotnost a vysoká recyklovatelnost vynahrazuje použitou výrobní energii po ujetí zhruba 60 000 km. [5]

1.3 Pohonná jednotka

V současnosti můžeme pozorovat postupnou aplikaci hybridních pohonů u vlajkových modelů prémiových značek. Tato kategorie přímo vybízí k využití cenově odvážnějších technologií. Hybridní pohon, tvořený kombinací klasického spalovacího motoru a elektromotoru, lze vnímat jako jeden z přechodů k vyspělejším pohonným ústrojím. Zvyšující se oblíbenost hybridních pohonů potvrzuje i nárůst prodeje těchto automobilů v USA v lednu 2008 o 27% [6]. Další úspěchy této technologie závisí na vyspělosti dílčích řešení.

Patrně největším vývojovým problémem jsou baterie a to nejen v odvětví automobilového průmyslu. Rozšířeným typem baterie pro hybridní pohon jsou nikl-metal hydridové baterie (Ni-MH), které do svých hybridních vozů implementuje japonský Lexus nebo také BMW u budoucí hybridní varianty modelu X6 [obr. 1.17]. Baterie jsou rozměrné a mají především poměrně vysokou hmotnost. V případě modelu Lexus LS 600h L představuje nárůst hmotnosti výrazných cca 10% oproti variantě bez hybridního pohonu. Další rozšířený typ baterie jsou lithium-iontové (Li-Ion) [obr. 1.18]. Tyto baterie mají nižší hmotnost, kratší dobu dobíjení a nyní také příznivou cenu vzhledem k masovému rozšíření do různých odvětví. Tento typ baterie využívá například elektromobil Tesla Roadster. Sada 6800 Li-Ion článků o celkové hmotnosti 450 kg poskytuje vozu dojezd přibližně 350 km dle jízdního režimu. [8]



obr. 1.17 baterie hybridu BMW X6 [7]



obr. 1.18 sada baterií Li-Ion [6]

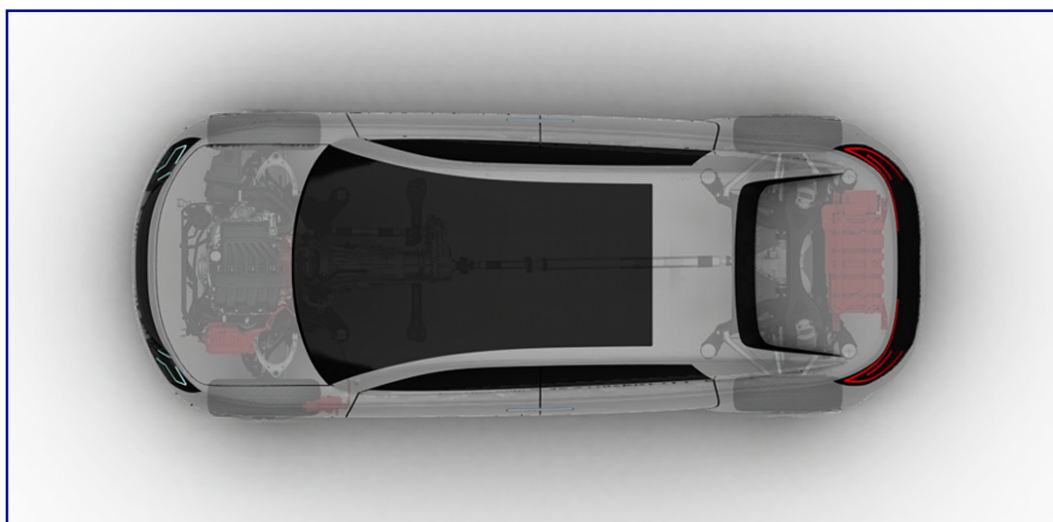


obr. 1.20 článek baterie NanoSafe [9]

Pro svůj koncept jsem zvolil akumulátory americké firmy Altairnano. Baterie NanoSafe [obr. 1.20] využívají nanotechnologických poznatků a vyznačují se dlouhou životností dle výrobce až 20 let. Přičemž po 15 tisících nabíjecích cyklech by měly být schopné absorbovat 85% energie. Další velkou předností je doba nabíjení, pohybující se řádově v minutách. Nabíjení v elektromobilu Lightning GT s těmito bateriemi by mělo trvat okolo 10 minut. Podstatnými vlastnostmi jsou

malé rozměry, velký rozsah provozních teplot od -50°C do $+75^{\circ}\text{C}$ a bezpečnost celé sestavy, u které nedochází k únikům tepla.[9] Baterie budou uloženy nad zadní nápravou pro optimální rozložení hmotnosti, které přispívá lepším jízdním vlastnostem.

Hybridní pohon A.conceptu tvoří kombinace maloobjemového spalovacího motoru a elektromotoru. Jedná se o dvou režimový hybridní systém, což znamená, že je vůz optimalizován pro jízdu ve městě a zároveň pro mimoměstský provoz. Automobil ve městě využívá pouze elektromotor. Nezatežuje tak obydlenou plochu exhalacemi a současně se snižuje úroveň produkovaného hluku. Zároveň výrazně klesá průměrná spotřeba, kterou u současných vozů nejvíce zvyšuje pohyb ve městě. Úspora paliva by měla představovat až 25%. Mimo městský provoz je koncept poháněn spalovacím motorem. V tomto režimu mají spalovací motory nejnižší spotřebu pohonných hmot. V případě potřeby akcelerace, například při předjíždění, začne pracovat současně i elektromotor. Řidič má poté k dispozici maximální výkon, což přispívá k aktivní bezpečnosti vozidla. Při brzdění nebo při jízdě z kopce dochází k rekuperaci, tedy k přeměně kinetické energie dopravního prostředku zpět na využitelnou elektrickou energii. Ta je ukládána v akumulátorech nebo přechází rovnou do napájecí soustavy.

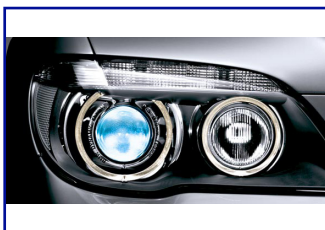


porovnání prostorových nároků hybridního ústrojí Porsche s A.conceptem [2]

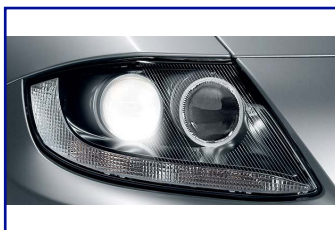
1.4 Světlomety

Donedávna nejrozšířenější halogenové světlomety vystřídaly v tomto segmentu sériově montované xenonové výbojky [obr. 1.21]. Volitelnou výbavu obvykle pak obsahují bi-xenonové reflektory [obr. 1.22], případně jejich aktivní varianta. Bi-xenonové světlomety mají jednu xenonovou

výbojku pro potkávací i dálková světla. Přepínání probíhá posouváním elektromagnetické clonky v reflektoru. Aktivní světlomety reagují na natočení volantu při zatáčení a osvětlují tak prostor, který konvenční světlomety nepokryjí. Osvětlení zajišťuje natáčecí xenonový modul v reflektoru. Výrobci deklarují u xenonových světlometů vyšší svítivost, teplotu světla bližší dennímu světlu (4200K oproti 3200K u halogenu), nižší spotřebu energie a vyšší životnost. [10]



obr. 1.21 xenonové světlo BMW 7 [13]



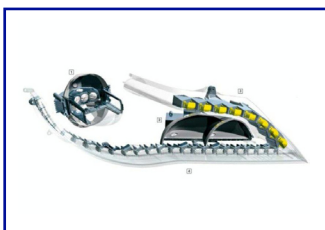
obr. 1.22 bi-xenon BMW Z4 [13]



obr. 1.23 přední světlomet Lexus LS [4]

Výrazným trendem v oblasti světlometů je využití LED technologie. Žárovky zadních světel jsou už běžně nahrazeny diodami i v nižších kategoriích než jsou vlajkové modely výrobců. Prosazení v předních světlometech ovlivnil vývoj této technologie a legislativa. Nyní nalezneme přední světlomety osazené diodami v nabídce značek Audi a Lexus. Lexus nabízí LED technologii pro potkávací světla [obr. 1.23]. Audi získalo u sportovního modelu R8 povolení Evropské unie pro přední světlomety tvořené kompletně diodami [obr. 1.24, 1.25]. Technologie LED poskytuje barvu světla ještě bližší dennímu světlu (přesněji 6000K), delší životnost, až 10x rychlejší reakce než klasická žárovka, nízkou spotřebu, prostorovou nenáročnost a možnost samostatně řídit každou diodu zvlášť. [11]

Koncept Renault Laguna Coupe prezentuje také světlomety tvořené diodami [obr. 1.26]. Technologie ovšem spočívá na principu odrazu a šíření světla. Světelný svazek, vydávaný světlomety, se odráží přes průhledný element ve formě krystalů. Kvalita a rozptýlení světla reaguje na aktuální jízdní podmínky. [7]



obr. 1.24 části světlometu Audi R8 [11]



obr. 1.25 světlomet Audi R8 [11]



obr. 1.26 světlomet Laguna Coupe [7]

U svého konceptu jsem se rozhodnul skloubit tyto technologie. Světlomet vozu A.concept je tvořen polykarbonátovým blokem, ve kterém je zasazen pás diod [obr. 1.28]. Materiál celého

bloku je v automobilovém průmyslu běžně používaný Makrolon od firmy Bayer [12]. V zadní části tohoto bloku je naklápěcí modul pro šíření světelného svazku pocházejícího z LED zdroje. Světlo díky těmto prvkům nabízí mnoho režimů svícení v závislosti na jízdých podmínkách [obr. 1.29]. Tvar a materiál světloometu by měl zároveň splňovat požadavky na ochranu chodců při střetu.

Návrhem zadních světlometů jsem navázal na poznatky z osobního dopravního zařízení Toyota i-Real [obr. 1.27]. Zadní část automobilu tvoří po celé ploše mezi nárazníkem a hranou zavazadelníku světelný panel [obr. 1.30]. Plochu tvořenou velkým množstvím LED diod překrývá lesklý polykarbonát. Ve vypnutém stavu je tmavý, diody jej v různých režimech prosvěcují. Opět je kladen důraz na multifunkčnost. Zadní světlometry tak nabízí několik režimů od obrysových světel až po režim panického brzdění, kdy diody svítí ve výstražné kombinaci se směrovými světly. Zpětná světla jsou tvořena dvěma dlouhými pásy, které optimálně osvětlují prostor za vozem při couvání za snížených světelných podmínek. Střední část panelu slouží k zobrazování loga výrobce a registrační značky, případně označení modelové řady nebo motorizace.



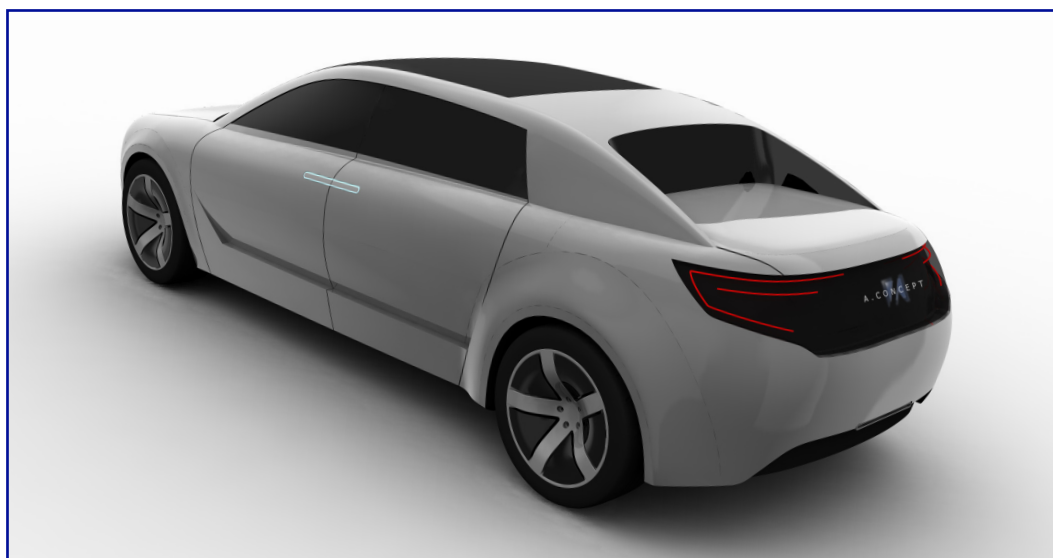
obr. 1.27 Toyota i-Real [14]



obr. 1.28 potkávací světla návrhu



obr. 1.29 potkávací světla návrhu



obr. 1.30 zadní světelný panel vozu A.concept

1.5 Další technické parametry

Koncept je vybaven stálým pohonem všech kol. Předpokládám využití dalších elektronických systémů zlepšujících jízdní vlastnosti a zvyšující aktivní bezpečnost vozu. Obvyklá výbava v podobě protiblokovacího (ABS) a protiprokluzového (ASR) systému, stabilizačního programu (ESP) s brzdovým asistentem bude doplněna o aktivní podvozek. Tento prvek lze popsat jako regulaci charakteristik odpružení a tlumení pomocí řídicího systému podle aktuálních jízdních podmínek. Automobil s tímto podvozkem dosahuje vyšší bezpečnosti jízdy, cestovního komfortu a nižšího namáhání součástí podvozku, takže i delší životnosti. [15]

Aktivní podvozek konceptu tvoří Delphi MagneRide [obr. 1.31]. Jedná se o magneto-reologické tlumiče, které v reálném čase řídí aktivní systém na základě informací ze senzorů. V současnosti používá tento systém např. Audi R8. Odezva systému se pohybuje v mikrosekundách. Přednosti této soustavy spočívají ve výborné kontrole rázů a vibrací, nižší spotřebě energie a v méně složité výrobě vzhledem k menšímu počtu pohyblivých prvků. [16]

Zavěšení přední nápravy je čtyřprvkové. Zadní náprava je lichoběžníková. Obě nápravy mají stabilizátory. Automobil má hliníková litá kola s průměrem 22 palců, opatřená aerodynamickými plastovými kryty [obr. 1.32]. Spáry mezi plastovými díly a nosným hliníkovým diskem zajišťují dostatečné větrání brzd. Výplně mezi paprsky kol omezují turbulence, zvyšují tak aerodynamiku a spolu s pneumatikami s nízkým valivým odporem [obr. 1.33] přispívají ke snížení spotřeby. Převodovka je automatická.



obr. 1.31 Delphi MagneRide [16]



obr. 1.32 disk kola vozu A.concept



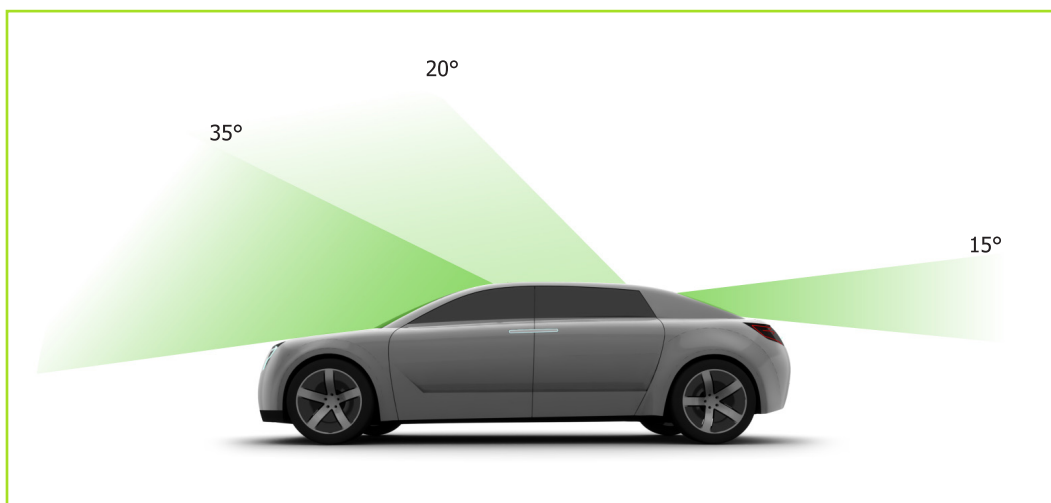
obr. 1.33 disk s pneumatikou



2.1 Výhled z vozidla

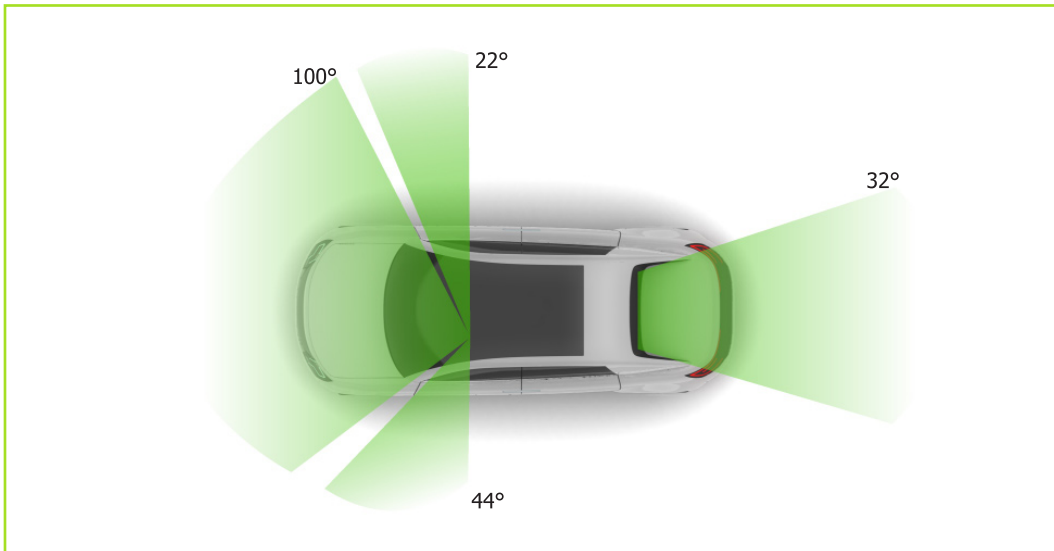
Jedna z definic ergonomie popisuje cíl tohoto vědního oboru jako optimalizaci postavení člověka v pracovních podmínkách, a to ve smyslu dosažení zdraví, pohody, bezpečnosti a optimální výkonnosti. [17] V případě automobilu a jeho použití považují za důležitý aspekt výhled z vozidla. Jedná se o faktor, který v sobě obsahuje všechny zmíněné požadavky ergonomie.

Tvarování kabiny si nevyžádalo žádné komplikované rozložení konstrukčních prvků. Sloupky A jsou jednoduché s profilem běžných rozměrů. Prostor pro posádku je umístěn více vpředu, než je obvyklé. Tento posun umožňuje použití maloobjemového kompaktního spalovacího motoru nad přední nápravou. Díky této posunuté pozici řidiče je zajištěn dobrý horizontální výhled z vozu i přes mírně stoupající A sloupek. Není tedy potřeba rozvětvit přední sloupek na dvě části, což přináší menší prostorové nároky. Vertikální výhled vpřed limituje zespoda hrana kapoty před čelním sklem. Hrana je ve výšce běžné pro automobily této kategorie, takže v kombinaci s výškově nastavitelným sedadlem řidiče poskytuje výhled na vozovku jako vozidla současné produkce. Vzhledem k použití panoramatické střechy bez příčných výtuh v oblasti nad předními sedadly je svislý výhled vzhůru bez omezení [obr. svislý výhled]. Maximální výhled tato střecha poskytuje i zadním cestujícím. [obr. 2.1]



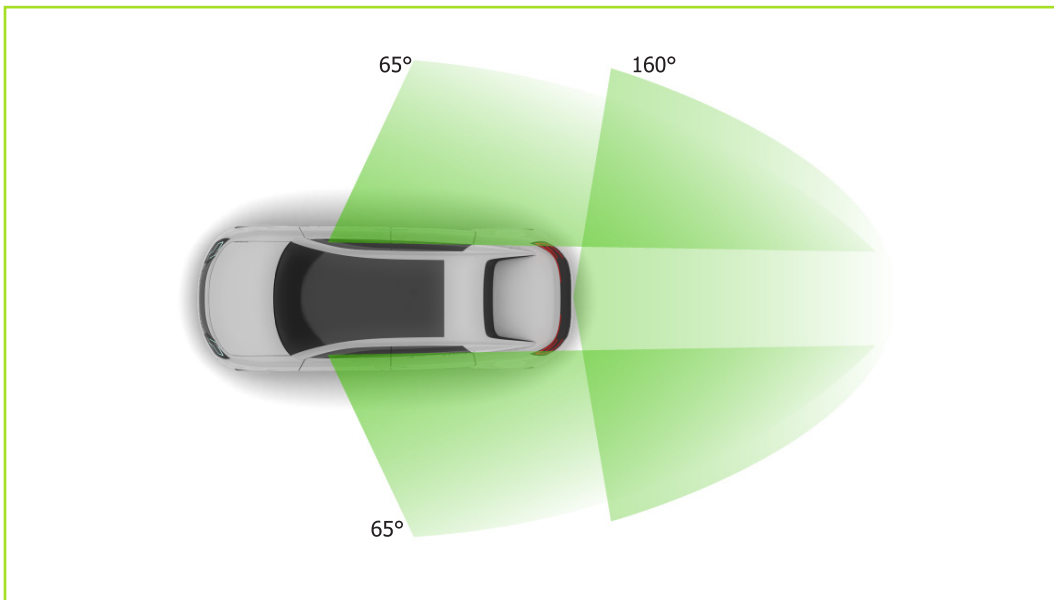
obr. 2.1 svislý výhled z vozu řidiče a cestujících na zadních sedadlech

Sloupky B jsou skryty pod plochou bočního prosklení a mají opět standardní rozměry, takže nijak výrazně nekomplikují výhled tímto směrem. Mohutné jsou ovšem C sloupky, aby navodily přirozený pocit bezpečí. Jejich hmota sice představuje jistou překážku ve výhledu vzad. Nicméně svým podélným ustavením výhled dozadu nijak zvlášť neovlivňují [obr. 2.2]. Pouze při parkování



obr. 2.2 výhled dozadu od řidiče

snižují úhel výhledu, ale v této situaci řidič spíše využije kamery. Jedna kamera je součástí světelného panelu na zádi vozu a snímá prostor za vozem v úhlu téměř 180°. Další dvě kamery jsou umístěny na A sloupku, kde nahrazují vnější zpětná zrcátka a minimalizují mrtvý úhel [obr. 2.3].

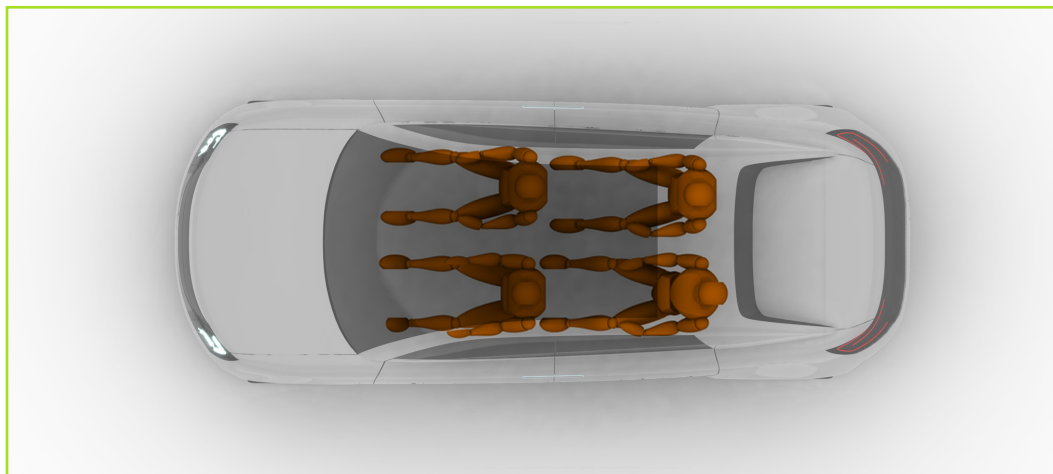


obr. 2.3 prostor snímáný kamerami



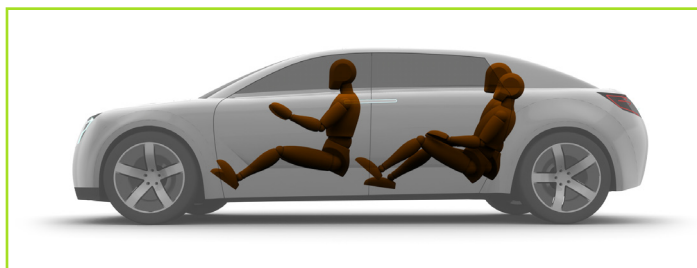
2.2 Poloha sezení

Dlouhý rozvor nabízí maximální prostor pro cestující. Přestože je u tohoto vozu nepatrně větší důraz na variabilitu a prostornost zadních sedadel, místa řidiče i spolujezdců respektují ergonomickou normu ČSN 30 0725, která určuje způsob sezení ve vozidle, zároveň tedy také polohu hlavy a odtud vyplývající výhled z vozidla. [obr. 2.4]



obr. 2.4 uspořádání sedadel

A.concept je pro maximální individuální komfort vybaven čtyřmi samostatnými sedadly. Cestující na zadních místech mohou využít rozsáhlejší polohovatelnost sedadel. Sedadlo lze elektromotoricky přesunout až do nejnižší polohy, která umožňuje cestovat a relaxovat téměř v horizontální poloze. [obr. 2.5] Současně dochází k vysunutí modulu, který podpírá lýtka cestujícího. Sedadla jsou přitom vybavena masážními systémy. Pro bezpečné cestování v této relaxační poloze je sedadlo vybaveno airbagem v sedáku sedadla. Airbag se v případě čelního nárazu nafukuje v přední části základny sedadla a zamezuje tak pohybu pánve cestujícího směrem vpřed a dolů. Stejným systémem jsou například vybavena relaxační sedadla automobilu Lexus LS 600h L [obr. 2.6].



obr. 2.5 uspořádání sedadel s relaxační polohou na zadních sedadlech



obr. 2.6 sedadla Lexus LS 600h L [4]

2.3 Nastupování

Komfort je vlastnost, kterou tento automobil musí poskytovat nejen při jízdě, ale také nastupování. Proto jsem zvolil otevírání dveří proti sobě. Jedná se o systém, kterým disponovala první vozidla nejen luxusní kategorie. Je zřejmé, kolik prostoru se nabízí pro nastoupení na zadní sedadla. Stejný typ uchycení zadních dveří jsem zvolil pro svůj koncept.

Pro maximální pohodlí při nastupování jsem rovněž vypustil B sloupek. Člověk, který bude nastupovat na zadní místo, tak má možnost náklonu vpřed při nastupování, který mu běžné dveře nepovolují. Pokud jsou otevřeny přední i zadní dveře zároveň, nabízí se nastupujícím prostor k usednutí bez jakýkoliv překážek nutících k nepřirozeným pohybům.

Častým problémem konvečních automobilů jsou znečištěné spodní části prahů po jízdě v nepříznivém počasí. Takže jsou cestující nuceni s opatrností vystupovat a nastupovat, což může být zvláště ve volném oděvu komplikované. Navrhnul jsem proto dveře vozu tak, že překrývají prahy až do jejich spodní části, kde dosedají s obvyklým gumovým těsněním [obr. 2.10]. Případné nečistoty tak zůstávají na spodní hraně otevřených dveří a cestující mají možnost bezstarostného pohybu přes čistý práh dovnitř vozu nebo ven.



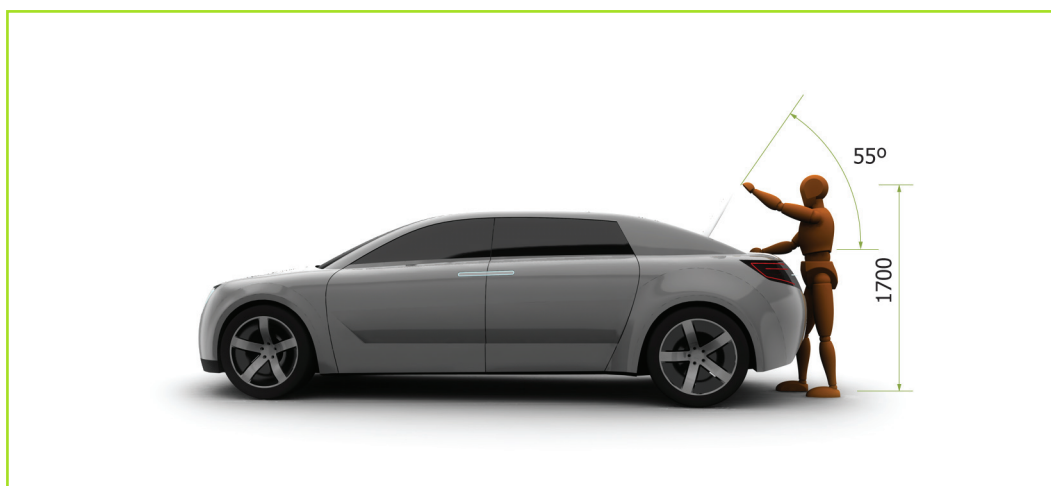
obr. 2.10 dveře chránící prahy před nečistotami

Stejná situace se znečištěním může nastat při manipulaci s klikami dveří. V současnosti je stále běžnější bezklíčové odemykání vozu. Majitel je vybaven čipovou kartou, kterou automobil rozpozná a odemkne všechny zámky. Poté je ale opět nucen otevřít dveře uchopením za kliku, která může být znečištěná. Přestože vývoj automobilek dotáhl tvar klik často k ergonomické dokonalosti, může taková situace nastat. A.concept jsem vybavil vyklápěcím sensorovým madlem. Vyklápěcí mechanismus uchovává plochu dotyku během jízdy a při zamknutém vozidle čistou.

Pokud se přiblíží majitel s čipovou kartou k zaparkovanému vozu, dojde k odemknutí zámků a vyklopení madla. Nastupujícímu, po dotyku madla, asistují při otevírání dveří elektromotory v závislosti na jeho tlaku na madlo. Tím je zaručeno jak rychlé, tak plynulé otevření v případě potřeby. Po usednutí nebo vystoupení se dveře v případě, že tomu nebrání žádná překážka, samy zavírají.

2.4 Zavazadlový prostor

Celá koncepce automobilu preferuje prostor pro cestující. Přesto odhaduji výsledný objem zavazadlového prostoru na 400 - 450 l, což považuji vzhledem k cílové skupině zákazníků za dostatečnou hodnotu. Zavazadlový prostor není příliš hluboký, takže je výborně dostupný. Víko zavazadelníku se otevírá dostatečně vysoko, aby se o jeho hranu nezranil uživatel spadající do 90 percentilní skupiny [obr. 2.13]. Otevírání a zavírání probíhá dálkovým ovládním na čipové kartě nebo lze víko elektromotoricky zavřít stisknutím tlačítka na víku.



obr. 2.13 otevření víka zavazadelníku



3.1 Koncepce reprezentativních vozů

Design v oblasti automobilového průmyslu se velmi dynamicky rozvíjí a je zásadním faktorem při výběru nového vozu. Úspěch automobilu tedy velmi závisí na práci designérů. Patrick Le Quément, šéfdesignér Renaultu, takto komentuje svoji práci: „Podstatou práce designéra je dávat produktům, které vyrábíme, když ne duši, tak alespoň živost, inteligenci, charakter, šarm, a lidské teplo.“ [19] Stěží lze jasně konkretizovat, co by měl automobil mít, aby splňoval tyto požadavky. Nicméně právě tento typ vlastností rozhodne o kvalitě nového návrhu. Jak jej společnost přijme a jak dlouho bude pro zákazníky atraktivní. Kromě poznatků z estetiky může inspirace pro návrh přicházet i z jiných oborů průmyslového designu nebo z oblasti nových technologií. Například úspěšný osobní přehrávač iPod od firmy Apple nebo mobilní telefony jsou často zmiňovány jako inspirace při zpracování interiéru automobilu.

V segmentu luxusních automobilů lze pozorovat různý koncepční přístup. Společným rysem je obvykle rozměrná základna vozu. V případě konceptu BMW CS je tato hmota zjemněna vyběhlými linkami [obr. 3.2]. Sportovní vzhled dále zdůrazňuje dlouhá kapota, spíše horizontální proporce prvků čelní masky a celkově nízká silueta konceptu [obr. 3.1]. BMW CS je výborným příkladem skloubení klasických sportovních proporcí se čtyřmístným interiérem.



obr. 3.1 BMW CS [1]



obr. 3.2 BMW CS [1]

Mercedes Benz zpracoval téma luxusního sedanu velmi extravagantně. Koncept F700 [obr. 3.3, 3.4] byl inspirován delfínem, karoserie je organicky tvarovaná a působí velmi dynamicky. Plocha bočního prosklení se výrazně zařezává do robustního pontonu. Celek přesto působí velmi kompaktně. Bohužel je nutno konstatovat, že finální podoba konceptu původnímu návrhu příliš neodpovídá. Především zkrácená před a zad se podepsaly na disharmonickém výsledku.



obr. 3.3 Mercedes Benz F700 [1]



obr. 3.4 Mercedes Benz F700 [1]



Zadání pro Peugeot 908 RC [obr. 3.5, 3.6] požadovalo kombinaci luxusní limuzíny se siluetou supersportovního vozu. Gérard Welter, bývalý šéfdesignér značky Peugeot, říká, „908 RC je naším autem snů.“ [19] Karoserie tohoto konceptu je hmotově velice vyvážená, její plochy působí uhlazeně a elegantně. Dovedně skrývá prostorný interiér, který je umístěn uprostřed mezi osami kol a dává tak vyniknout symetrii z bočního pohledu. Jedinou vadu na vzhledu tohoto vozu vidím ve zbytečných detailech přední masky, majících koncept ještě více připodobnit kočkovité šelmě.



obr. 3.5 Peugeot 908 RC [1]

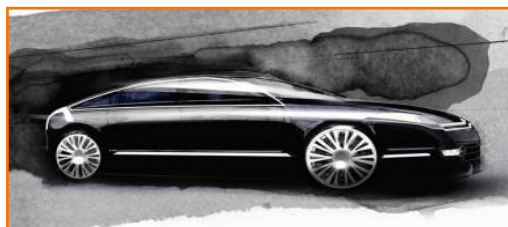


obr. 3.6 Peugeot 908 RC [1]

Další koncept, který lze zmínit v souvislosti s luxusním cestováním je Citroën C6 [obr. 3.7, 3.8]. Přínosem tohoto konceptu v oblasti designu je vyrovnaná souhra extravagantního francouzského šarmu s odkazem na vlastní historii. Neobvykle tvarované detaily jen podtrhují vyrovnanost a majestátnost celku.



obr. 3.7 Citroën C6 [1]



obr. 3.8 Citroën C6 [1]

3.2 Stanovení cílů

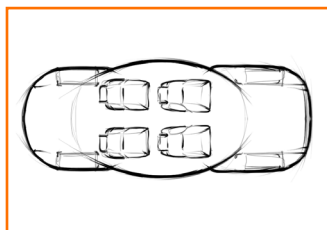
Výchozí požadavek byl návrh automobilu, který bude poskytovat dostatek prostoru pro cestující a přitom bude působit reprezentativně. Koncept by se měl vyznačovat originálním tvarováním, které bude dávat najevo netradiční pohonnou jednotku a zaměření na komfort cestujících. Podstatným faktorem bylo rozhodnutí, částečně vyplývající ze spolupráce se společností Auffer Design, nenavrhnout automobil pro žádnou zavedenou značku. Tato volba přináší obrovskou volnost při stylingu karoserie. Zároveň však nedovoluje pozorujícím asociovat návrh se zavedenou značkou, takže vzrůstá požadavek na originalitu a atraktivitu návrhu.

Automobil je navržen pro blízkou budoucnost. Využívá tedy technických a technologických poznatků, které se pomalu etablují už na současném trhu nebo jsou dotaženy alespoň v koncepčním vývoji. Předpokládám, že by mohl být uveden do výroby po zhruba pěti až desetiletém vývoji, tedy do roku 2018.

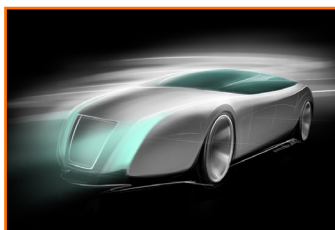
Koncept je navržen pro movitější zákazníky, kteří vyžadují přirozenou reprezentativnost svého automobilu, nepostavenou na extravagantních prvcích. Majestátnost by měla vyplývat z celkového pojetí, podtržena pouze luxusními elementy. Dalšími uživateli tohoto vozu jsou lidé na vedoucích pozicích, kteří často pracovně cestují. Během cesty potřebují komfort pro svoji práci nebo odpočinek před dalším výkonem.

3.3 Předdiplomový projekt

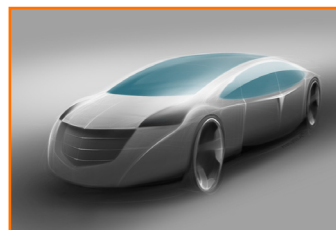
Cílem předdiplomového projektu bylo koncepční pojetí diplomové práce. Zaměřil jsem se na zdůraznění prostoru pro cestující [obr. 3.9]. Podstatou návrhu bylo obklopení kabiny zbývajícími částmi vozu tak, aby na ni navazovaly, ale přitom nesnížily její jasný výraz.



obr. 3.9 prostor pro cestující



obr. 3.9 skica předdiplomového projektu



obr. 3.10 skica předdiplomového projektu

Skicy i hmotová studie nakonec potvrdily, že je vhodnější automobil udržet spíše v celistvosti a kompaktnosti [obr. 3.9, 3.10]. Tento projekt mi potvrdil výhodnost dveří otevíraných proti sobě a získání prostoru pro cestující v případě posunutí celé kabiny více mezi osy kol. Zároveň jsem si během návrhu ujasňoval faktory, které přispívají reprezentativnosti produktu. Jednalo se především o využití technologií a samotné architektury vozu. Všechny poznatky z tohoto projektu jsem zužitkoval při návrhu diplomové práce.



obr. 3.11 koncept předdiplomového projektu



obr. 3.12 koncept předdiplomového projektu

3.4 Vývoj návrhu

V úvodní fázi navrhování jsem se snažil produkovat maximálně různorodé koncepty. Nejprve jsem cíleně nezohledňoval případné technické požadavky, aby se do popředí mohly dostat nezaujaté nápady. Každému návrhu jsem se snažil vtisknout nějaký osobitý prvek. Jednalo se například o zvýraznění zadních míst kabiny „plovoucí“ plochou vycházející z bočního okna [obr. 3.14], zdůraznění důležitosti zadních míst obepínající hmotou [obr. 3.15] nebo sníženou spodní hranou bočního prosklení [obr. 3.13].



obr. 3.13 průvodní skica



obr. 3.14 průvodní skica

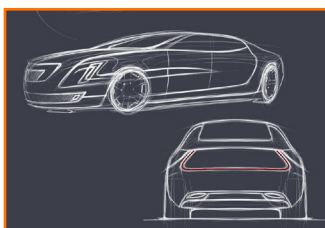


obr. 3.15 průvodní skica



obr. 3.16 průvodní skica

Zároveň jsem zkoušel, zda návrhu prospívá spíše sportovní pojetí nebo robustnější styling. Během konzultací jsem postupně více zohledňoval zvolené parametry vozu. Odpadnul tak směr designu s robustní předí, protože automobil nepohání klasický velkoobjemový motor [obr. 3.16]. Více jsem vyzdvihoval význam prostoru pro cestující [obr. 3.17].



obr. 3.17 průvodní skica



obr. 3.18 návrh otevírání dveří



obr. 3.19 průvodní skica

Dále jsem se rozhodoval, jestli upřednostnit elegantní styling [obr. 3.21] nebo prosazovat chladnější technicistní vzhled. Klíčovou skicou jsem určil směr s robustnější karoserií,

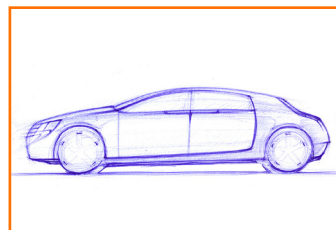
minimalistickým přístupem k práci s plochami a se zdůrazněním charakteru vozu dvoubarevným lakováním [obr. 3.22]. Alternativně jsem dvoubarevné řešení nahradil nápadným zářezem nad zadním kolem [obr. 3.24]. Od tohoto návrhu jsem později upustil, protože jsem od vozu očekával především výrazný horizontální charakter. Navíc zářez příliš zjemnil hmotu zadního blatníku a celkově rozebral zadní partii konceptu.



obr. 3.20 průvodní skica



obr. 3.21 první dvoubarevný koncept



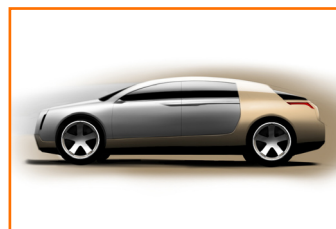
obr. 3.22 první klíčová skica



obr. 3.23 vývojová skica



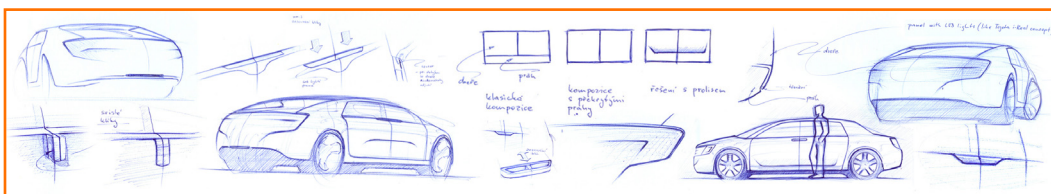
obr. 3.24 vývojová skica



obr. 3.25 vývojová skica

Dvoubarevnou verzi jsem přizpůsobil požadavkům na rozměry [obr. 3.25]. Práh v jiné barvě ovšem vyžadoval vyšší pozici, aby splňoval požadovaný efekt, čímž zmenšoval otvor pro nastupování. Navíc v této fázi návrhu jsem už měl v plánu využití dveří zasahujících až k podvozku. Zásadně prosazuji barevné odlišování výhradně samostatných objektů, nikdy nenavrhuji barevný předěl na jedné hmotě. Z těchto všech důvodů bylo nutné změnit dvoubarevný koncept.

Svislé spáry dveří, které přesahovaly práh, neposkytovaly požadovaný horizontální ráz. Navrhnul jsem tedy polis na dveřích, který opticky jasně dominuje nad spárami a vytváří přirozenou základnu pontonu karoserie mezi koly. V této fázi jsem se už zabýval také jednotlivými detaily. Spoustu času jsem věnoval konceptu předních i zadních světlometů [obr. 3.26]. Z hlediska designu jsem nejvíce řešil jejich proporce vůči celému vozu a charakter jakým by měla světla působit na pozorovatele. Dále jsem skicoval kliky dveří, disky kol a vnější zpětná zrcátka.



obr. 3.26 dílčí koncepty

3.5 Finální návrh - exteriér

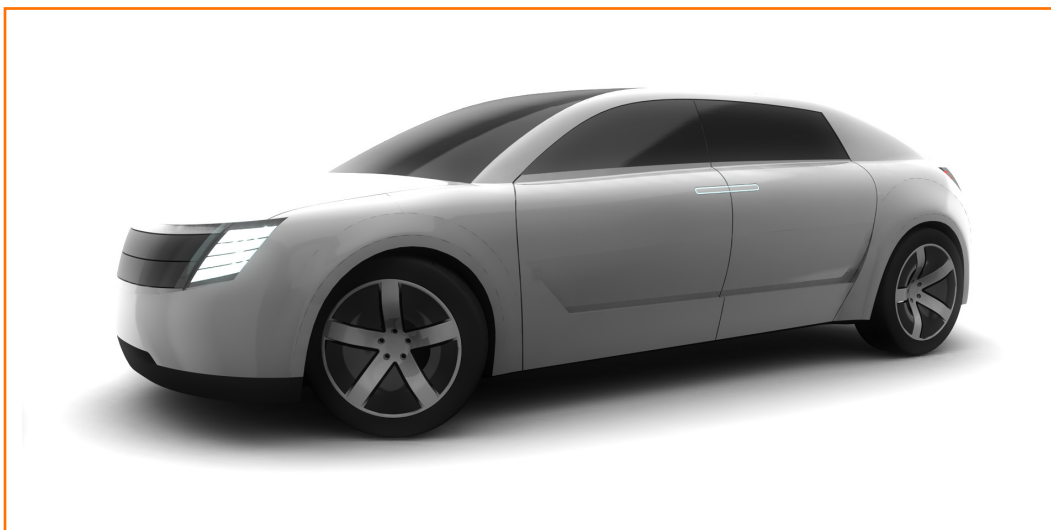
Výsledná koncepce exteriéru odráží veškeré poznatky z vývoje vnějšího designu, zvolené technické parametry a požadovaný charakter vozu. Automobil má robustní základní hmotu pontonu, kterou dynamizuje mírně zkosená příď i zád'. Ponton opticky odlehčuje zářez pro přední světlomety, ve střední části horizontála prolisu ve dveřích a v zadní části hmota světelného panelu. Dalšímu zjemnění přispívá protáhlý tvar klik dveří. Jejich rozmístění na dveřích naznačuje systém otevírání proti sobě. Proporce všech těchto partií jsem pečlivě ověřoval. Vyvážený protipól spodnímu objemu by měla představovat horní část kabiny. Tvar bočního prosklení se jakoby zrcadlí ve spodní části pomocí prolisu dveří. Tento prvek představuje komunikaci mezi hlavními částmi architektury vozu, pontonem a prosklenou částí. Dynamický charakter A sloupku plynule pokračuje až do sloupku C, který je ovšem zároveň pevně usazen ve své základně. Kontinuální plocha bočního prosklení dále zvýrazňuje horizontální charakter vozu. [obr. 3.27]



obr. 3.27 zadní perspektivní pohled návrhu A.concept

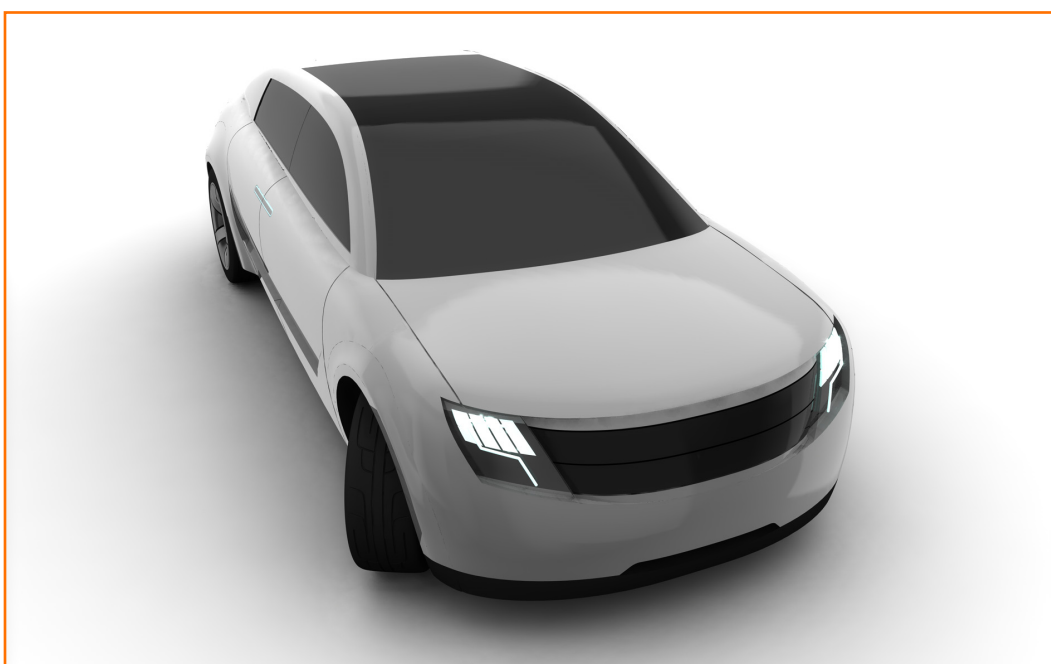
Přední části konceptu dominuje černá maska chladiče opatřená nenápadnými třemi spárami. Největší přívod vzduchu pro chlazení zajišťuje otvor v dolní části nárazníku, který je zároveň spoilerem. Další vstup vzduchu je na vnitřní straně světlometů, především pro chlazení brzd. Maska chladiče je vyrobena z lesklého černého polykarbonátu. Svým vzhledem uvádí jakoby pod kapotou pokračující prosklenou plochu čelního skla a střechy. [obr. 3.28]

Světlomety představují velmi výrazné elementy přední části vozu. Geometrický tvar jedolitého transparentního materiálu odkazuje na čistý a ušlechtilý charakter skla. Světlomety by měly působit jako luxusní módní doplněk. Ostrými hranami oživují klidné přechody okolních ploch. Tvar linky rozsvícených diod kopíruje tvar světla a svým zakončením navazuje na černou



obr. 3.28 zadní perspektivní přední projektu A.concept

masku chladiče. V zadní části je umístěný další zdroj světla, který tvoří plošná sestava menších světelných prvků. Jejich vzhled odkazuje na použitou technologii, proto vypadají jako seskupení malých krystalů. [obr. 3.29]

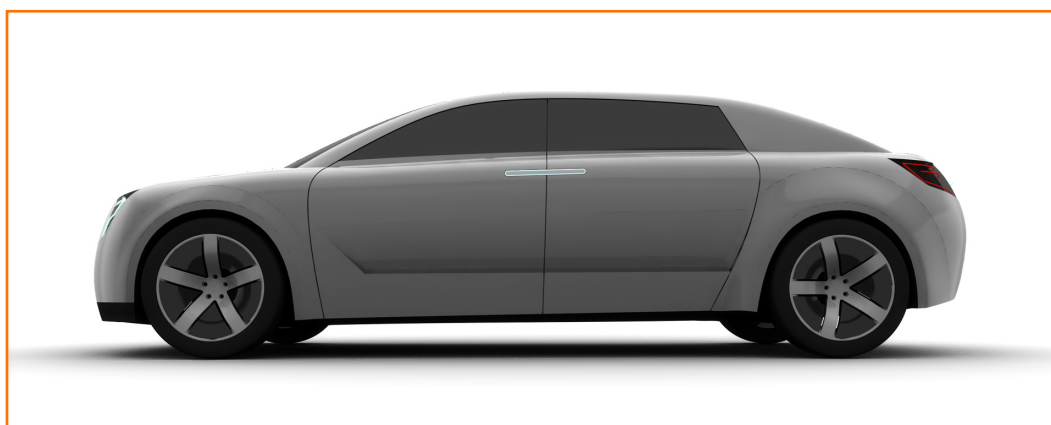


obr. 3.29 přední světlomety návrhu A.concept



obr. 3.30 zadní světelný panel vozu A.concept

Posledním prvkem výrazně ovlivňujícím design exteriéru automobilu jsou kola. Navrhnul jsem disky představující kombinaci konzervativnější formy s futuristickými požadavky. Základní motiv pěti paprsků s jednoduchým tvarováním, které odpovídá designu karoserie, doplňují trojúhelníkové plastové díly. [obr. 3.32] Materiál těchto výplní je polotransparentní s lesklým povrchem. Černý nádech snižuje nápadnost tohoto prvku, odlesky jej zároveň přiznávají. Disk by se tak měl stát dalším zajímavým a přitom funkčním elementem vozu. [obr. 3.31]



obr. 3.31 boční pohled návrhu A.concept s disky kol



obr. 3.32 disk s kryty a pneumatikou návrhu A.concept

3.6 Finální návrh - interiér

Pro interiér jsem zvolil jednoduché plynulé křivky a plochy. [obr. 3.33] Palubní desce dominuje interaktivní plocha, která v oblasti volantu zobrazuje pouze nejn nutnější informace (rychlost, navigace, palivo). V případě potřeby je řidič upozorněn krátkým zobrazením v jeho zorném poli. Požadovaným ovladačům lze dávat pokyny verbálně nebo dotykem. Tlačítka se zobrazují interaktivně, jsou dostatečně velká a pomocí nanotechnologie mohou plasticky vystupovat nad povrch pro minimální odvádění pozornosti od řízení. Volitelně mohou být informace zobrazovány na čelní sklo jako tzv. head up display.

V interiéru převládají luxusní materiály. Především jemná kůže béžového odstínu a hliníkové doplňky v podobě madel, středového pásu a částí volantu. V loketní opěrce je integrovaný ovladač s dotykovými plochami, kterým lze ovládat veškeré funkce automobilu. Sedadla jsou seřiditelná prakticky ve všech směrech. Robustně tvarovaná sedadla by měla dávat najevo komfortní sezení.



obr. 3.33 skica interiéru vozu A.concept

3.6 Finální návrh - barevné varianty

Charakter tohoto vozu nejlépe zdůrazní tmavý odstín laku nebo luxusně působící metalický lak.



obr. 3.34 barevná varianta návrhu





obr. 3.35 barevná varianta návrhu



obr. 3.35 barevná varianta návrhu



Téma diplomové práce vyžadovalo neustálé úvahy, zda navržený koncept působí dostatečně reprezentativně. Proces vývoje návrhu představoval hledání rovnováhy mezi tradičními hodnotami a inovativním přístupem. Vytvořil jsem mnoho rozmanitých návrhů a dílčích konceptů, na kterých jsem ověřoval reakce pozorovatelů a zároveň si formoval vlastní postoj k tomuto zadání.

Za velkou přednost jakéhokoliv produktu pokládám vyvážený charakter. Může se jednat o správné spojení technických vlastností s vnějším vzhledem nebo třeba o harmonii proporcí výrobku. Právě tyto vlastnosti jsem se pokusil vtisknout svému konceptu. Automobil této kategorie by měl dávat najevo kombinaci seriózního přístupu s odvahou k neobvyklým řešením. Největším úkolem u takového typu vozu je nepodlehout příliš konzervativním hodnotám, které jsou pro ně tolik typické.

Největší výhodou tohoto návrhu je silný základní výraz celého konceptu podpořený souladem jednotlivých částí. Automobil se vyznačuje promyšlenými čistými plochami. Především boční plochou pontonu a rozsáhlým čelním prosklením zasahujícím až k zadním sloupkům. Exteriér by měl jasně demonstrovat význam prostoru pro cestující. Horizontální linie bočního profilu vyjadřují neagresivní sebevědomý postoj vozu.

Významným prvkem A.conceptu je využití nových technologií pro dosažení požadovaného vzhledu. Pomocí těchto poznatků jsem mohl návrhu vtisknout vybrané charakteristické rysy. Výhodou mé práce v tomto směru byla možnost konzultovat konkrétní aplikaci dané technologie přímo na tento automobil s odborníky ze společnosti Aufeer Design. Tato možnost potvrdila reálnost návrhu minimálně v koncepční rovině, případně jsem dostal spoustu informací o faktorech ovlivňujících uvedení takového návrhu do sériové podoby.

Následný vývoj by si vyžádaly především světlomety a konstrukce karoserie bez B sloupku. Přední světlomety by musely splňovat veškeré požadavky na zástavbu, na materiál v souvislosti s ochranou chodců při střetu a zvláště také na odvod tepla, které by světlomet produkoval. Ještě větší pozornost v oblasti chlazení by si vyžádal zadní světelný panel. Nutnou tuhost karoserie a nároky na bezpečnost při bočním nárazu by mohla podpořit volba vyspělých materiálů, případně další vývojová generace již dnes sofistikovaných konstrukčních řešení. Největší vliv na realizaci by měla cena zvolených materiálů a komplikované elektroniky. Nicméně právě segment luxusních vozů dovoluje širší možnosti z hlediska ceny.

Během navrhování tohoto konceptu jsem načerpal maximum informací, které s projektem v nejširším měřítku souvisely. Podrobně jsem se věnoval variantním návrhům a jejich selekci. Automobil se vyvíjel od různorodých verzí přes klíčové dvoubarevné varianty až do finální



podoby dle zmíněných požadavků. Nabízí tedy očekávaný komfort pro cestující, který vychází z dostatečného prostoru. Respektuje zvolené technické parametry a měl by nabízet svému uživateli přirozenou reprezentativnost.



Elektronické zdroje

- [1] URL: <<http://www.ccardesign.ru/gallery>> [cit. 2008-04-01].
- [2] URL: <<http://www.auto.cz>> [cit. 2008-04-15].
- [3] URL: <http://www.mercedes-benz.cz/content/czechia/mpc/mpc_czechia_website/cz/mpc_splashpage/home/home/products/new_cars/s_class/360_views.html> [cit. 2008-03-21].
- [4] URL: <http://www.lexus.cz/lexus_cars/ls/ls600h/showcase/index.asp> [cit. 2008-02-01].
- [5] URL: <<http://www.audi.cz/technika/asf/>> [cit. 2008-01-07].
- [6] URL: <<http://www.greencarcongress.com/>> [cit. 2008-04-23].
- [7] URL: <<http://www.carbodydesign.com>> [cit. 2007-11-01].
- [8] URL: <<http://www.teslamotors.com/>> [cit. 2008-03-18].
- [9] URL: <<http://www.altairnano.com/documents/NanoSafeBackgrounder060920.pdf>> [cit. 2008-04-28].
- [10] URL: <<http://www.hella.com/produktion/HellaCOM/WebSite/Channels/AutoIndustry/Light/Headlamps/Headlamps.jsp>> [cit. 2007-12-14].
- [11] URL: <<http://www.audi.com>> [cit. 2008-03-03].
- [12] URL: <<http://www.makrolon.com>> [cit. 2008-04-21].
- [13] URL: <<http://www.bmw.com>> [cit. 2008-03-13].
- [14] URL: <http://www.toyota.co.jp/en/autoshow/2007/tokyo/report/toyota/1017_3/index.html> [cit. 2008-04-12].
- [15] URL: <http://en.wikipedia.org/wiki/Active_Body_Control> [cit. 2008-02-17].
- [16] URL: <<http://www.delphi.com>> [cit. 2007-12-02].
- [17] URL: <http://www.bozpinfo.cz/citarna/tematicke_prilohy/ergonomie/ergonomie1.html> [cit. 2007-12-02].

Časopisy

- [19] AutoDesign & Styling – č. 6, str. 24, Signum, 2007, ISSN 1801-6766
- [20] AutoTip
- [21] Autohit

Litetratura

- [22] Bowler, M., Guzzardi, G., Rizzo, E. - Velká kniha automobilů. 1. vydání. Rebo Productions CZ, 2003. 634 str. ISBN 80-7234-313-0.
- [23] Stephen Newbury – Auta: Design pro nové tisíciletí 1. Knižní klub, 2002. 288 str. ISBN 80-242-1011-8.
- [24] Stephen Newbury – Auta: Design pro nové tisíciletí 2. Knižní klub, 2003. 288 str. ISBN 80-242-1040-1.
- [25] Larry Edsall – Prototypy – Automobilový design 20. a 21. století. Rebo, 2004. 220 str. ISBN 80-7234-356-4.
- [26] Kindersley, D. - Eyewitness Guides. Car. 1. vydání. Gallimard Editions, 1990. ISBN 80-86144-28-3.
- [27] Box, R.d.l.R. - Encyklopedie osobních vozů, osobní vozy 1945 - 1975. 2. vydání. Rebo Productions CZ, 2001. 299 str. ISBN 80-7234-182-0.
- [28] Vlk, F. - Karosérie. 1. vydání. Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 2000. 245 str. ISBN 80-238-5277-9.
- [29] Apetaur, M., Hanke, M., Rost, M., Kejval, Z. - Karosérie. 2. vydání. Vydavatelství ČVUT, 1993. 150 str. ISBN 80-01-00955-6.
- [30] Král, M. - Ergonomie a její užití v technické praxi. 1. vydání. AKS, 1994. ISBN 80-85798-35-7.



[1]	náhledy posterů	4xA4
[2]	sumarizační poster	1xA1
[3]	technický poster	1xA1
[4]	ergonomický poster	1xA1
[5]	designérský poster	1xA1
[6]	model	M 1:10
[7]	CD s dokumentací	1xCD

