

Západočeská univerzita v Plzni
Fakulta umění a designu Ladislava Sutnara

Diplomová práce

DESIGN EXTERIÉRU AUTOMOBILU

BcA. Jan Hrodek

Západočeská univerzita v Plzni
Fakulta umění a designu Ladislava Sutnara

Katedra designu
Studijní program Design
Studijní obor Design

Diplomová práce
DESIGN EXTERIÉRU AUTOMOBILU
BcA. Jan Hrodek

Vedoucí práce: Ing. Petr Siebert
Katedra designu
Fakulta designu a umění Ladislava Sutnara
Západočeské univerzity v Plzni

Plzeň 2018

Prohlašuji, že jsem práci zpracoval samostatně a použil jen uvedených pramenů a literatury.

Plzeň, květen 2018

podpis:

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval panu Ing. Petru Siebertovi za podněty a jeho způsob vedení během mého celého magisterského studia, a následně i diplomové práce.

Dále patří velké díky Mgr. MgA. Zdeňce Kučerové a Mgr. Petru Chocholemu, za jejich vstřícnost a ochotu při zajišťování grantu k vytvoření modelu diplomové práce.

Nemohu opomenout ani firmu ZF, konkrétně pana Karla Loeffelmanna a pana Richarda Radu, jež mi poskytli prostředky i materiál k vypracování důležitých součástí modelu.

A neocenitelnou měrou musím poděkovat Jaroslavu Prchalovi za jeho pomoc při výrobě modelu.

OBSAH

1. MÉ DOSAVADNÍ DÍLO V KONTEXTU SPECIALIZACE	1
2. TÉMA A DŮVOD JEHO VOLBY, CÍL PRÁCE	
2.1 <i>TÉMA A DŮVOD JEHO VOLBY</i>	4
2.2 <i>CÍL PRÁCE</i>	5
3. PROCES PŘÍPRAVY, PROCES TVORBY	
3.1 <i>PROCES PŘÍPRAVY</i>	7
3.2 <i>PROCES TVORBY</i>	7
3.2.1 <i>VÝROBA MODELU</i>	10
4. POPIS DÍLA, TECHNOLOGICKÁ SPECIFIKA, PŘÍNOS PRÁCE PRO DANÝ OBOR	
4.1 <i>POPIS DÍLA</i>	11
4.2 <i>TECHNOLOGICKÁ SPECIFIKA</i>	13
4.3 <i>TECHNICKÉ PARAMETRY VOZU</i>	17
4.4 <i>PŘÍNOS PRÁCE PRO DANÝ OBOR</i>	17
5. RESUMÉ	19
6. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	20
7. INTERNETOVÉ ZDROJE	21
8. SEZNAM PŘÍLOH	23

1. MÉ DOSAVADNÍ DÍLO V KONTEXTU SPECIALIZACE

Do oblasti designu jsem se pomalu nevědomě dostával už jako malý, kdy mi mnohdy k zábavě vystačil čistý papír a tužka, případně nůžky a lepidlo. Nemohu být dědečkovi vděčnější, když mne v mých šesti letech učil základy perspektivy, na kterých jsem počínal budovati své první vize, ať už smyšlené krajiny, postav, či dopravních prostředků. Průběhem let se můj zájem o automobily prohloubil a zesílil, z mé záliby se stala vášeň. Přestože se můj zájem, proměnit designové nadšení ve studijní obor již na střední škole, nesetkal s přílišným nadšením mých nejbližších, dočkal jsem se od nich i přesto vřelé podpory, jelikož zjistili, že má hlava je tvrdší, než zeď.

Mé středoškolské dílo na Střední umělecké škole grafické zahrnovalo spíše soubor grafických prací, od kreslení v plenéru, po práci v grafických programech, po navrhování webu. Nicméně zájem o automobily byl stále přítomen a promítal se do mé tvorby, kde to jen bylo možné. Dokonce i na leptech. Na střední škole jsem se zdokonaloval v kresbě a ve větší míře se začal učit v grafických editorech, jako Photoshop, Illustrator a InDesign, jež se mi v následném designéřském životě i s úroky navrátilo. Získal jsem hlubší zkušenosti s kresbou, malbou, vnímáním prostoru nebo prací s fotografií. Čistě navrhování automobilů se tak během mých střední školy let stalo spíše volnočasovou aktivitou, ale na mém nadšení pro věc se nic nezměnilo.

První zkušeností, co se týče přímo designu, se tak stal první ročník studia na vysoké škole, tehdy ještě Ústavu umění a designu při Západočeské univerzitě v Plzni. Poprvé jsem se ocitl v prostředí designu, prostředí plného inspirace, i konkurence. Zde jsem se dostal pod vedení Františka Pelikána, díky jehož nadšení a neutuchající lásce k automobilismu byl můj zájem o transport design ještě umocněn, rovněž díky jeho obdivuhodné snaze a motivaci vybudovat při fakultě umění a designu obor Transport design, i prostřednictvím nás, studentů.

Mou první prací, na kterou mohu být hrdý, je návrh redesignu *Tatry T87*, interní soutěže ateliéru design pro společnost LEO Express. V soutěži jsem se k mému překvapení umístil první, zřejmě díky silnému tvarovému odkazu na původní model T87, vyváženým proporcím, řešení interiéru a inovativnímu pohonu. Téhož roku vznikl i můj další návrh, design dálkového autobusu budoucnosti, *Timelineru*. Tento návrh zpracovával téma vzdálené budoucnosti hromadné dopravy, kdy pohyb zabezpečoval magnetický polštář skrze čtyři podpůrné pohonné jednotky po bocích karoserie. Hlavní tvar přejal siluetu klasického dálkového autobusu z 50. let, amerického Greyhoundu.

Přestože studium Průmyslového designu vyžadovalo rozšířené technické vzdělání - jako mechaniku, základy modelování v inženýrských a výpočetních programech, nebo širší znalost strojů a materiálů - některé znalosti, během této doby nabyté, doceňuji až s přibývajícím lety. Vzhledem ke studijní vytíženosti v oboru průmyslového designu, jako můj další projekt zmíním bakalářskou práci - *Design formulového vozu*. Ještě pod vedením Františka Pelikána jsem vytvořil koncept vozu formulového typu, jehož jediným cílem bylo dostat pilota i vůz na samé hranice fyzikálních možností v honu za nejrychlejšími časy na kolo. Při ohlédnutí zpět na této práci nacházím její nedostatky, však byla mi drahocennou zkušeností, ať už z hlediska plánování, 3D modelování nebo výroby modelu, jež jsem kompletně celý vyrobil ručně.

V nadcházejících letech magisterského studia se naskytly mnohá zadání s tematikou transport designu, jako například design golfového vozíku; redesign *Škody MBX*, vystavovaný na výstavě *Legenda 2016*; design nadcházející *Škody Fabie*, prezentované v Pražském zastoupení *Škody Auto*, nebo *redesign* vybraných starších modelů právě Doc. ak. soch. Františka Pelikána, v podání jeho studentů. Ovšem jednou z nejpřínosnějších prací byla spolupráce s firmou *Aufeer*, a jejím designérem *Eero Kankainenem*, který na fakultu pravidelně dojížděl a dohlížel na naše návrhy. Následná stáž v této firmě mi dodala mnoho neocenitelných zkušeností s prací v designérském kolektivu, naučila mne

efektivněji a rychleji pracovat, ale především mne utvrdila v mém rozhodnutí stát se automobilovým designérem.

Jsem rád, ohlížeje se zpět, že má tvorba stále podléhá evoluci, nestagnuje, má svůj jazyk a osobnost. Pokládám za velmi důležité vlastní tvorbu rekapitulovat, i kriticky hodnotit, byť zastávat se jí; vzhlížet stále vpřed a zaznamenávat posun, však udržovat harmonii a zastávat stejné hodnoty.

Automobilový design je pro mne renesančním sochařstvím i moderním uměním současné doby; zosobňuje estetiku, smysl pro tvar, zastávání určitých hodnot a standardů, ať už v kontextu doby, tradice, či společnosti. Tyto hodnoty respektuji a jim chtěl bych dosátni, nikoli neosobně a ledabyly odívati prostý polotovar ekonomického kalkulu.

2. TÉMA A DŮVOD JEHO VOLBY, CÍL PRÁCE

2.1. *Téma a důvod jeho volby*

Výběr tématu mé diplomové zřejmě reflektuje předchozí kapitola, přesným zněním zadání - *Design exteriéru automobilu*. Vzhledem k mému portfoliu, nejen univerzitních prací, pro mne byla přirozená volba navázat na předchozí práce. Obecné znění zadání je jak osvobozující, tak svazující, jelikož široký záběr mnohdy vede ke zdoluhavému nacházení problému, či smyslu tvorby navrhovaného produktu. Před samotnou volbou tématu jsem si určil jako prioritu estetickou a osobitou stránku automobilu. Zajímavé, elegantní tvarování, jež zaujme na první pohled, rozeznatelnou siluetu s odkazem, ale především silné a majestátní proporce.

Téma závěrečné práce definuje člověka, reflektuje jeho osobnost, a přístup. Osobně jsem zvolil téma, jež mne bude bavit a naplňovat, dovolí mi vytvořit něco jedinečného, čistého, bez limitů. Byť většině závěrečných prací studentů v oblasti transport designu dominuje tvarosloví supersportů nebo hypersportů, této cestě jsem se záměrně vyhýbal. Jak z důvodu širokého spektra tohoto druhu vozidel na scéně, tak i kvůli relativně snadné aplikaci tvaru na takovéto proporce. Z vlastní zkušenosti vím, že designérsky nejnáročnější disciplínou jsou malé městské vozy. Zde hrají správné proporce a prostorová vnímavost hlavní roli a každá nesprávná linie nebo plocha odkryje nedostatky. Na druhou stranu vozy sportovní a čistě závodní působí efektně již svou tělesnou stavbou a nadsazenými rozměry, na nichž budovat své tvarosloví je záležitostí mnohem snazší.

Byť obdivuji některé supermoderní a futuristické vize konceptů dopravy jako pozorovatel, není mi tato disciplína jakožto tvůrci atraktivní. Už z toho důvodu, že se v okamžiku jeho představení zkrátka stává zastaralou. Design by měl být nadčasový, nikterak ovšem záměrně za tímto účelem, však vyplynouti by měl z čisté krásy a radosti jeho tvůrce i pozorovatele při pohledu na něj. Chtěl jsem stvořit design, promlouvající sám za sebe, nikoli složitý ideový koncept.

Dobrý design je jako vtip, musí-li být vysvětlován, aby byl pochopen, ztratí svůj smysl i elán.

2.2. Cíl práce

Mým záměrem bylo vytvořit designovou studii super-luxusního autonomního čtyřmístného sedanu, teoreticky i *limuzíny*¹. Téma zpracovávám jak z důvodu nárůstu autonomní dopravy, tak také vzhledem ke stále se rozšiřující modelové nabídce jednotlivých značek. Přestože doprava ve většině světa houstne, můžeme pozorovat paradoxní nárůst rozměrů samotných vozidel - rostoucí trend velkých SUV, zvětšování nižších modelových řad do rozměrů dříve výše postavených modelů značky. Tento jev snad může mít souvislost s narůstající rychlostí dopravy, kdy automobily již na silnici nestráví takové množství času. Vezmeme-li v potaz autonomní dopravu, její plynulost a rychlost, zjistíme, že rozměry vozu v takovémto systému jsou naprosto zanedbatelné, jelikož si samy najdou místo k parkování, nebo zkrátka odjedou za město. Cílem práce tedy není nalézt optimální rozměry pro využití v dnešní dopravě a tento prostor zužitkovat, nýbrž stvořit vlastní základ, jež bude sloužit jako podklad pro zcela novou tvarovou architekturu, však se zachováním i řidičského zážitku z jízdy. Účelem práce je do portfolia značky BMW připojit nový model, vlajkovou loď flotily, s adekvátním výrazem a postojem tohoto poslání. Jako základní tvarosloví svého modelu jsem si stanovil prvky vozů ze 30. - 40. let minulého století, skloubené s moderním designem.

Co se týče volby značky, dovolil jsem si užítí dlouhodobého souboje automobilek BMW a Mercedes-Benz. Přestože se jedná o jedny z nejznámějších a nejluxusnějších značek, jejich rivalita je zkrátka v designovém světě cítit. Mercedes za poslední dobu přišel s mnoha vizemi a koncepty, však i zasvěcený člověk může v těchto ztratit přehled. BMW má své koncepty dle mého názoru

¹ Limuzína je zpravidla čtyř až šesti dveřový automobil s tříprostorovou karosérií s prostorem pro 6 až 9 cestujících s pevnou střešou. Prostor pro cestující je zpravidla oddělen mezistěnou od prostoru řidiče umístěnou za přední řadou sedadel.; Limuzína [online] 2017, [cit 2018-04-25], dostupné z <https://cs.wikipedia.org/wiki/Limuz%C3%ADna>

ucelenější, soustředěné, na rozdíl od Mercedesu, který svá nová designová názvosloví (pro běžné automobily a elektromobily) spíše teprve hledá. Však hlavním důvodem proč volba padla na BMW, je oproštění od klasických rozměrů vozu, jimž je BMW věrné a jehož vize se stále pohybují v rovině převážně uživatelem kontrolované dopravy. A současně z důvodu konkurence pro Maybach Vision 6 od Mercedesu (*viz. Příloha 11*), kdy tento vzhledově přejímá roli vůdce luxusní divize GT vozů. BMW i9, jak jsem model pojmenoval, jde ještě o trochu dál. Nemá zastávat jen úlohu rekreačního pojízdného piknikového drahokamu, mělo by vyjadřovat sebevědomí, soustředěnost, luxus a majestát. Stát se synonymem silniční jachty, kde bude příjemné trávit čas jak produktivně, tak relaxováním i řízením, ztělesňovat důstojnost a profesionalitu, pracovat jako ti, jež vozí. Návrh by měl k pozorovateli promlouvat svou elegancí a charakterem, měl by vás přimět chtít takovýmto vozem odjet, ale především z vozu být viděn i vystupovat.

3. PROCES PŘÍPRAVY, PROCES TVORBY

3.1. *Proces přípravy*

Jako každý designér, započínám nový projekt prvotními skicami (viz. *Přílohy 14,15*) hrubého tvaru, jež mi vytyčí základní stavební prvky návrhu; v oblasti redesignu, příprava začíná rešeršemi a hlubším studiem modernizované věci. V mém případě se nejednalo v pravém slova smyslu o redesign, nýbrž o vytyčení ikonických prvků, charakteristických pro dané období a skloubení s moderními dynamickými tvary vozů současných. Tedy něco mezi oběma přístupy. Během procesu skicování jsem našel ideální proporce pro svůj návrh, ze kterých jsem posléze vycházel a jež příliš nepodlehly následné úpravě do finální podoby.

Pro začátek jsem naskicoval jak možné koncepce vozu, tak i základní tvary, jež budou definovat celkový tvar automobilu. Z hrubých náčrtů jsem se postupně propracovával ke složitějším skicám s většími detaily. Již vzhledem k předchozím zkušenostem, je pro mne nutné stanovit si veškeré detaily ve skice, kdy následná modelace v digitální podobě, je mnohem jednodušší a plynulejší.

Pro začátek jsem naskicoval jak možné koncepce vozu, tak i základní tvary, jež budou definovat celkový tvar automobilu. Z hrubých náčrtů jsem se postupně propracovával ke složitějším skicám s většími detaily (viz. *Příloha 16*). Již vzhledem k předchozím zkušenostem, je pro mne nutné stanovit si veškeré detaily ve skice, kdy následná modelace v digitální podobě, je mnohem jednodušší a plynulejší.

3.2. *Proces tvorby*

Zvláštní péči si vyžádal i design kol (viz. *Příloha 17*). Jako první jsem rozpracoval variantu klasického tvaru litého kola, a na něj nasazeného krytu v barvě vozu, podobné těm, jež známe z mnoha klasických vozidel, ať už z *BMW*

327 nebo VW Brouk. Snažil jsem se dosáhnout rovnováhy mezi odkazem minulosti a moderním provedením paprsků kol. Toto klasické provedení, týká se celého vozu, však má i své teoretické opodstatnění - exteriér samotného automobilu nemá sloužit jako přehlídka komponentů, jako tomu je u vozů sportovních, supersportů či hypersportů - tyto vozy dávají na odív své technické útroby a komponenty, jako brzdy, difuzory, přitlačná křídla nebo průduchy, a působí čistě atletickým dojmem. i9 jde opačnou cestou. Nepotřebuje vystavovat svou techniku, neboť pro jejího kupce jsou největší předností - namísto výkonových parametrů - charakter, elegance a společenský oděv.

Přestože se jedná o prémiově působící tvar kol se silným dojmem, chtěl jsem vytvořit i druhou variantu moderních litých kol s názvoslovím BMW. Tento design respektuje pětipaprskový základ architektury kol BMW, pestře rozvětvený k umocnění 3D dojmu (viz. Příloha 16, 26).

Jakmile je finální tvar automobilu dán nákresey, je na řadě úprava skic v grafickém editoru, nejčastěji Photoshopu (viz. Příloha 18). Takto upravené skici lépe definují tvar, stanoví základní promodelování karoserie určením světelných stínů, a nabídnou pozorovateli lepší představu o možné reálné podobě. Tyto rendery slouží automobilovým značkám především k reklamním účelům, předkládají veřejnosti schopnosti jejich designérského týmu a možný náhled do budoucnosti.

Dále přichází na řadu 3D modelování, v mém případě v programu *Blender*² (viz. Příloha 19). Jedná se o polygonové modelování, tedy modelování podobné plastice, kdy tvar vzniká postupnou úpravou hmoty a zjemňováním sítě původního polotovaru. Narozdíl od *NURBS*³ modelování jde o tvorbu dynamickou, nikoliv matematicky tak přesnou, však okamžitě tvarovatelnou. Vzhledem k

² Volně dostupný program pro 3D modelování

³ Non-uniform rational basis spline (NURBS) je matematický model běžně používaný v počítačové grafice pro generování a reprezentování křivek a ploch, které nabízejí velkou flexibilitu a přesnost při manipulaci jak s analytickými tak s volnými tvary.; NURBS [online] 2017, [cit 2018-04-21], dostupné z <https://cs.wikipedia.org/wiki/NURBS>

procesu tvorby ve skutečných automobilkách nebo designérských centrech, se jedná o běžný postup, kdy koncept je původně modelován v polygonovém modeláři (právě díky možnosti okamžité editace), a následně přemodelován v *NURBS* programu, tedy v parametricky definovaných plochách, jež je využíván v závěrečné fázi návrhu automobilu jako finální tvar, a zároveň podklad pro formování částí karoserie. Modelování jsem věnoval 2 týdny, než vznikl základní tvar vozu a mohly začít konzultace ohledně vyrobitelnosti tohoto na fréze. Po této fázi jsem se mohl věnovat detailům 3D modelu a nastavit základní materiály prostřednictvím režimu *Node Editor* (viz. *Příloha 20*), z nichž nejdůležitější je osvětlení vozu, kdy například zadní svítlny se sestávají z několika částí o různých materiálech, aby bylo docíleno zamýšlené barevnosti a tvarosloví i při zhasnutých světlech. Finalizace 3D modelu spočívá ve správném nastavení prostředí, které může návrh jak povznést, tak naopak degradovat. Nastavení materiálů, světelnosti a odlesků je klíčové pro správné zasazení do scény (viz. *Příloha 21*). Renderování provádím rovněž v programu *Blender*, v prostředí zvaném *Cycles Render* (viz. *Příloha 22*), kde je nastavení takové scény náročnější, než v běžných vizualizačních programech (*KeyShot*, *Vray*), nabízí však nepřeberné spektrum možností definovaných uživatelem. Při nastavování materiálů používám *Principled Shader*⁴ (viz. *Příloha 23*) pro jeho adaptabilitu a vyvážené výstupy. *Principled Shader* nastaví jak materiál matné pneumatiky, tak i hluboký lesklý metalický povrch, jež by dříve řešily shadery dva s dodatečným nastavením.

Po finalizaci základního tvaru auta jsem kontaktoval firmu MBtech ohledně vyrobitelnosti. Během této fáze jsem model na základě četných konzultací s modeláři následně upravoval tak, aby splňoval požadavky pro frézování; tyto úpravy se týkaly uzavření otvorů modelu, tedy definováním limitů pro frézu, zahloubení dna, zjemnění polygonové sítě nebo určením oblastí pro frézování frézou o průměru 1mm. Díky rychlé odezvě byl model do týdne připraven k vyfrézování.

⁴ "shader" = počítačový program sloužící k řízení jednotlivých částí programovatelného grafického řetězce grafické karty; *Principled shader* - výstupový program vyvinutý společností Pixar, nahrazující a zároveň spojující většinu současných shaderů za účelem jejich snadnějšího nastavení a unifikace při konverzi.; *Principled* BSDF [online] 2018; dostupné z <https://docs.blender.org/manual/en/dev/render/cycles/nodes/types/shaders/principled.html>

3.2.1. Výroba modelu

Nyní k samotné výrobě modelu. Vyfrézovaný polotovar bylo nutné zbrousit smirkovým papírem, zatmelit dvěma vrstvami tmele, a tento opět dohladka zbrousit jemným brusným papírem (viz. Příloha 28). Následoval proces jemného zbroušení, vyplnění a lakování v lakýrnické dílně. Dále jsem musel přizpůsobit veškeré komponenty vytištěné na práškové 3D tiskárně, aby bezchybně pasovaly na vyfrézovaný a nalakovaný tvar (viz. Příloha 29) - především přední, boční a zadní lišty, jež model prostupují.

Obě verze kol byly tištěny na práškové tiskárně za pomoci Mgr. Petra Pelikána, a zčásti ve spolupráci s firmou ZF. Takovéto výtisky jsou extrémně křehké a je zapotřebí je zpevnit vyplněním speciálním vteřinovým lepidlem, a po následném zbroušení nastříkat tmelem ve spreji, následně opět plničem. Ráfky jsou oděny do pneumatik z měkkého frézovaného polyuretanu (viz. Příloha 30).

Po povrchové úpravě se části modelu dočkají lakování (viz. Příloha 31, 32) v několika fázích. První je zmíněný plnič, následuje základová barva, dále v případě karoserie metalíza, a v poslední řadě bezbarvý lak. Po nalakování je model sestaven a vystaven na podestě z LED diodami prosvíceného mléčného plexiskla.

4. POPIS DÍLA, TECHNOLOGICKÁ SPECIFIKA, PŘÍNOS PRÁCE PRO DANÝ OBOR

4.1. Popis díla

Můj návrh *BMW i9* je superluxusní sedan, časově zasazen do nepříliš vzdálené budoucnosti - let 2035-40, vyznačující se především svými proporcemi,

komfortem pro cestující, překonáváním dlouhých vzdáleností a jedinečným designem. Těmto jeho primárním účelům jsou přizpůsobeny i rozměry samotného vozu. Vůz se sestává z několika hlavních pilířů - prominentní přední maska, dlouhá elegantní kapota, prostorný interiér, výrazně klenuté oblouky kol nebo splývavá zád'. Charakteristickými prvky karoserie jsou již několikrát zmíněné proporce - muskulatura vozu, postoj, jeho základní stavební rysy, jež by měly vyniknout i v pouhé siluetě. Na tento aspekt je v návrhu kladen velký důraz. Další důležitou součástí designu je odkaz na historii - konkrétně na 30. léta 20. století, kdy můžeme pozorovat vzestup aerodynamického tvarování karoserie, jež se ve své době proměnilo téměř v máni. Vlivu "streamliningu", jak zní jeho anglický název, podlehl i vzhled vozů, u nichž by se kvůli jejich výkonu aerodynamický efekt neprojevil, tak i předmětům, které se ani nepohybovaly; např. ořezávátka či žehličky. Nicméně vzhledu vozů tento směr přinejmenším prospěl a posloužil jako posun vpřed ve tvarování karoserií - *BMW 328 MM nebo (1938)* (viz. Příloha 1), ikonický *Autobahn Courier (1938)*, *BMW 328 Kamm Coupé (1940)* (viz. Příloha 2), *Alfa Romeo 8C 2900 (1935)*, česká *Tatra T87* (viz. Příloha 3), nebo *Pierce Silver Arrow (1933)* (viz. Příloha 4). U posledního zmíněného bych rád vyzdvihl jeho velice nadčasový design - zcela se vymykající soudobému trendu, kdy krytování rezerv za zadními oblouky kol, nebo tvarování střechy, vůz posouvají o dekády dopředu. Jeho vzhled se mi stal silnou inspirací, ať už z důvodu moderního, elegantního vzhledu, tak také z hlediska jeho rozměrů a hlavních rysů. Tyto rysy zahrnují krátký přední převis, dlouhou kapotu, kapkovitý tvar karoserie a dlouhý zadní převis. Jakožto současné inspirace jsem užil modelu *BMW 328 MM Coupé Concept* z roku 2010 (viz. Příloha 5), v němž jsem si však namísto tvarového základu propůjčil styl jeho přístupu k redesignu; v neposlední řadě podnítil mou inspiraci koncept *BMW Vision Next 100* (viz. Příloha 6), nový model *BMW 8 Concept* (viz. Příloha 7) a *BMW Vision i dynamics* (viz. Příloha 8), představené roku 2017 ve Frankfurtu. Právě *Vision i dynamics* se staví mezi modely *i3* a *i8* (viz. Příloha 9), nabízí čistě elektrický pohon, zatímco si zachovává prvky jako dlouhý rozvor, splývavou zád' a krátké převisy. Právě tento koncept mi pomohl při stanovování základních pilířů mého designu vozu, jež by měl být vrcholem modelové řady *i* od BMW.

Přední část vozu opticky jemně dělí hmotu "motorové oblasti" a krytů předních kol, přičemž je ve spodní části spojuje příčnou linií se dvěma vertikálními "čepeli" u vstupů chlazení, čímž lehce symbolizuje nárazníky z let třicátých. Na rozdíl od přední části, zádi dominuje jednodušší provedení z hlediska odkazu na historii, kdy vozy zakončoval prostý kapkovitý tvar a vystouplé světlometry - i9 má zadní horizontální část světel do karoserie zapuštěnu, zato vystupující v místech zakončení.

Design užívá průniku dvou výrazných materiálů, vzájemně se prolínajících a kontrastujících, což vozu dodává jak větší integritu, tak i hloubku. Při celkovém pohledu si můžete všimnout, jak vůz tyto lišty lemují a obepínají - prolínají se po obvodu, přičemž vstupují do karoserie a poté opět vystávají ven.

Maska vozu řeší možnou evoluci klasických ledvinek do tvaru pronikajícího kapotou a nárazníkem, zároveň zasahující do tvarosloví přední části svými hranami, jež tvoří základní stavební linie kapoty a vytváří žraločí profil. Spodní, pozitivně orientovaná plocha obsahuje čtyřhranný štítek s názvem *Concept BMW i9*, jehož grafiku jsem také zpracoval. V oblasti nad hlavními světlometry najdeme dvě malé kruhové spáry - jsou to špičky vysouvacích tykadel s vlaječkami, jakožto nezbytná příplatková výbava každého velvyslance...

Pohled z boku pozorovateli naskytne pohled na nekonečně dlouhou, elegantní kapotu. Tento efekt je dán velkou křivostí spodní hrany čelního skla, které vlivem vystouplých hran A-sloupku, opticky začíná až za touto hranicí. Ve spodní části vystupuje z výdechu brzd linie, nabírající na intenzitě, lomící se vzhůru před zadním kolem, mizí, a následně se opět objevuje hraně zadních dveří jako tzv. "*Hofmeister kink*" (viz. *Příloha 10*); vlnka charakteristická pro klenutí zadních oken BMW). V boční podlahové "ploutvi", respektive na její vnitřní straně, se nachází kamera snímající dopravu v mrtvém úhlu, zatímco funkci zpětných zrcátek plní indikátory předjíždění v průhledovém displeji v levém a pravém okně. Zpětné zrcátko nahrazuje kamera ve spoileru, umístěná v zadní části střechy. Tento spoiler využívá kombinaci *Coandova efektu*⁵ a *Bernoulliho efektu*⁶ (*vstupy*

⁵ Proud kapaliny nebo plynu má při obtékání silně zakřiveného povrchu tendenci tento povrch obepínat.; Coanda efekt [online] 2013, [cit 2018-04-19], Dostupné z <http://fyzmatik.pise.cz/1446-coanduv-efekt.html>

⁶ Je vztah užívaný v mechanice tekutin, který odvodil Daniel Bernoulli a který vyjadřuje zákon zachování mechanické energie pro ustálené proudění ideální kapaliny (Energie je v rovnici přepočtena na objemovou

vzduchu NACA) a přítlačného efektu křídla (viz. Příloha 24). Vzduch proudící přes čelní sklo je vtáhnut do mělkých prohlubní ve střeše a poté usměrněn spoilerem k vytvoření malého přítlaku, neboť důraz je kladen primárně na minimální aerodynamický odpor.

Přední světlomety tvoří velmi důležitou kapitolu, protože jsou základním výrazovým prostředkem vzhledu, nebo dokonce pohledu, vozu. Během tvorby 3D modelu jsem na základě svých skic vymodeloval několik návrhů, včetně vertikálních světel (viz. Příloha 25) zasahujících do blatníků, jež působily velmi inovativně a futuristicky, však velmi narušovaly soustředěný, honosný "pohled" automobilu.

BMW i9 cílí na movité zákazníky, kteří často (nejen) pracovně cestují, ať už se šoférem nebo bez něj, jejich vůz se tak mnohdy mění v kancelář na kolech, a rovněž vůz využívají jako relaxační zónu, oázu klidu. Plní funkci reprezentačního vozu, či diplomatického speciálu.

4.2. Technologická specifika

Základní rám vozu je tvořen kombinací prvků z vysokopevnostní oceli a hliníkových profilů (pro snížení hmotnosti). Na rám je upevněno nezávislé pneumatické odpružení, schopné měnit světlou výšku vozu, tvrdost tlumičů a adaptovat podvozek v závislosti na zvoleném jízdním režimu nebo povrchu vozovky pro co nejpohodlnější svezení. Nejedná se tedy o sportovní vůz, byť je sportovní jízdy schopen, primární bude vždy komfort pro posádku. Hydraulika v tomto případě napomáhá nastupování, zároveň zastává i bezpečnostní funkci, a sice zdvižení auta na straně, kde senzory zaznamenají možný boční náraz.

jednotku kapaliny.); Bernoulliho efekt [online] 2018, [cit 2018-04-30], Dostupné z https://cs.wikipedia.org/wiki/Bernoulliho_rovnice

O brzdění se starají *elektrické kotoučové brzdy*⁷ o průměru 360 mm, společně s *rekuperativním brzděním*⁸, které je iniciováno, jakmile řidič sundá nohu z plynového pedálu.

BMW i9 má poháněné obě nápravy, pro běžný provoz je ale upřednostňována náprava zadní. Pohon všech kol může zapnout řidič sám na palubě, případně software řídicí jednotky automaticky aktivuje přední nápravu, jakmile detekuje prokluz. Vůz rovněž disponuje zatáčením všech kol, zvaným 4WS⁹. Jednou z mnoha výhod takového systému je vyšší manévrovatelnost jak při nízkých rychlostech, kdy se zadní kola natáčí *nesouhlasně* (opačným směrem, než kola přední), tak i při dálničním tempu s koly natáčejiícími se *souhlasně*. Současně s dlouhým rozvorem náprav je jeho největší předností právě jízda na dlouhé vzdálenosti, tento rozměr také posádce usnadňuje nastupování.

Samotný rám auta upřednostňuje bezpečnost, tedy tuhost karoserie, kvůli níž jsou A-sloupky plynule vedeny podél horní hrany oken dveří, tedy i9 nedisponuje extravagantním vyklápěním dveří, nýbrž dveřmi vyklápějícími se proti sobě, a současně se mírně vysouvající podél boku, aby umožnilo co nejsnazší nastupování. Dalším výrazným prvkem, oproti dnešním vozům, je absence zpětných zrcátek. Jejich funkci obstarává systém 2 kamer v ploutvích za předními koly, které takto snímají prostor a pomocí průhledových displejů v interiéru signalizují řidiči, zda může přejet do vedlejšího pruhu.

Dno rámu vyplňují nejtěžší komponenty - baterie (o kapacitě až 120 kWh), jež snižují těžiště vozu, napájející zadní *elektromotory* (o výkonu 2 x 180 kW) jsou spojeny přímo s koly, pohon přední nápravy zabezpečují dva menší elektromotory (2 x 120 kW) (viz. Příloha 11). Za účelem snížení spotřeby vůz operuje pouze s jednou poháněnou nápravou, v převážné většině tou zadní, přičemž přední se

⁷ U budoucích vozů mohou být přizpůsobeny řidiči a vytvářet měkký, nebo pevný protitlak, kratší, nebo delší zdvih pedálu, stejně jako je tomu dnes u jízdních režimů pro zavěšení a řízení.; Elektrické brzdy [online] 2018, [cit 2018-04-30], dostupné z <https://www.motor1.com/news/240878/brembo-f1-derived-electric-brakes/>

⁸ Rekuperace je proces přeměny kinetické energie dopravního prostředku zpět na využitelnou elektrickou energii při brzdění.; Rekuperace [online] 2018, [cit 2018-04-15], dostupné z <https://cs.wikipedia.org/wiki/Rekuperace>

⁹ je systém natáčení zadních kol. Vozy s tímto systémem se vyznačují lepší manévrovatelností při nižších rychlostech a ovladatelností při vyšších rychlostech.; 4WS [online] 2018, [cit 2018-04-19], dostupné z <http://www.zakruta.cz/slovník-pojmu/pojem/4ws/>

zapojuje jen v případě potřeby. Vzhledem k použitému typu pohonu budete na zádi jen marně hledat klasické koncovky výfuku.

Namísto samosvorného diferenciálu se o vyrovnávání rotací kol při zatáčení stará sofistikovaný software, upravující chování vozu za rozdílných jízdních podmínek. Celý rám je připraven k montáži přídatných výztuží a pancéřování - vůz bude užíván jako diplomatický/vládní speciál, kde jsou tyto prvky hojně využívány.

V přední části (místu běžně vyhrazenému spalovacímu motoru) najdeme velký úložný prostor, jež je i díky dlouhé kapotě schopen pojmout mimo jiné i 2 páry lyží, nebo golfové vaky. V prostoru za předními koly je menší zavazadlový prostor pro kufr/zavazadlo střední velikosti, přístupné při otevření dveří, které umožňuje řidiči, případně pasažérovi vepředu si toto příruční zavazadlo vzít, aniž by musel otevřít kapotu vozu. Zadní úložný prostor je v závislosti na výbavě buď:

- *standardním úložným prostorem*
- *vybavený luxusním piknikovým a jídelním setem s lednicí*
- *částečně vyplněný vybavením pro stav nouze (v případě pancéřované verze) jako hasící jednotkou, kyslíkovou bombou, bombou se stlačeným vzduchem pro opětovné dotlakování pneumatik / vystřelení dveří po kolizi*

V přední části vozu se v masce - typických BMW ledvinkách - skrývají LED diody pro možné denní svícení, přičemž vypnuta vypadají jako běžný tvarový doplněk. V hlavních světlometech je použita technologie laserového svícení (s dosahem až 800m) *BMW Laserlight*¹⁰.

Kola na zobrazovaném modelu z estetických důvodů obouvají nízkoprofilové pneumatiky, osazené na litých hliníkových kolech.

¹⁰Laser Light má až dvakrát delší světelný kužel, než konvenční světlometry a jsou pětikrát jasnější, jejich svítivost je 170 lumenů, zatímco dnes běžné diodové světlometry kolem 100, světlo je čistě bílé.; Laserlight [online] 2018; [cit 2018-04-10] dostupné z <http://www.auto.cz/bmw-predstavuje-diodovy-laser-light-78485>

Střecha vozu umožňuje posádce na předních sedadlech panoramatický výhled na oblohu, zatímco cestující vzadu mají k dispozici malé výklenky přímo nad hlavou, zatímco zadní část vozu má jeho uživateli nabídnout především soukromí a pocit bezpečí.

Největší části karoserie jsou tvarovány přímo na rámu pomocí technologie zvané *superformování*¹¹, kdy je hliník, zahřátý na teplotu 500°, a lisován přímo na rám prostřednictvím stlačeného vzduchu. Takto lze vytvarovat velké plochy karoserie beze spár s vysokou kvalitou povrchu.

Čelní sklo, táhnoucí se od kapoty do poloviny střechy, je vyrobeno technologií vrstvení více druhů skel - tzv. *Armour Glass*¹² je téměř nerozbitné, a vysoce odolné vůči jakýmkoli druhům nárazů. Současně s touto, na voze nenajdete žádné stěrače; voda je odváděna díky *ultrazvukovému elektronickému systému*¹³ vysílajícím zvukové vlny procházející sklem, systému převzatého z proudových letounů.

4.3. *Technické parametry vozu (viz. Příloha 12)*

Rozměry:

Délka: **5 950 mm**

¹¹ Lisování hliníku při 500 °C stlačeným vzduchem; Superformování [online], [cit 2018-04-22], dostupné z http://driversweb.cz/clanky/blog/Novy_Bentley_Continental_GT

¹² Technologie skla plně odolného vůči nárazům; Armour Glass Tesla [online] 2018, dostupné z <https://www.teslamagazin.sk/tesla-semi-armor-glass/>

¹³ Namísto stěračů by podle něj měly čištění čelního skla zajišťovat ultrazvukové vlny, konkrétně vlny s frekvencí přes 30 kHz.; Stěrače, ultrazvuk [online] 2013, [cit 2018-04-12], dostupné z https://auto.idnes.cz/mclaren-nahradi-sterace-ultrazvukem-dv3-/automoto.aspx?c=A131218_001738_auto_moto_vok

<i>Šířka:</i>	2 130 mm
<i>Výška:</i>	1 450 mm
<i>Rozvor:</i>	3 750 mm
<i>Hmotnost:</i>	2 250 - 2 500 kg (dle verze modelu)
<i>Výkon:</i>	600 kW / 805 koní
<i>Točivý moment:</i>	1100 Nm
<i>Pohon:</i>	4x4

4.4. *Přínos práce pro daný obor*

Mezi hlavní přínosy práce z mého hlediska vidím ve snaze posunout designový jazyk BMW o krok dále, přičemž jeho tvarosloví navazuje na novodobé koncepty a samotný design vychází z vozů navrhovaných 100 let před ním samotným. Jde o vůz schopný plně autonomní jízdy, nicméně i řidič sám, už dle firemního sloganu samotné automobilky¹⁴, neměl by býti nijak ochuzen o jedinečný zážitek z jízdy.

Zpracovaný design zachovává základní proporce luxusních automobilů, a neměl by se stavět do poněkud uniformní linie čistě autonomních vozů, které mnohdy trpí pokulhávající koncepční identitou, zatímco automobilového nadšence přímo děsí jednotvárnost a absence osobitosti takových prostředků.

Zásadním přínosem však je nastavení nového, vyššího standardu luxusních automobilů, za využití všech nejmodernějších technologií v automobilovém průmyslu. Jak oproštění od standardních rozměrů vozu, tak i v aplikaci, respektive absenci konvenčních (mnohdy rušivých) prvků automobilu

¹⁴ Sheer driving Pleasure - Radost z jízdy; slogan BMW, oficiální český překlad, dostupné z <https://www.bmw.com/en/index.html>

jako zpětná zrcátka nebo stěrače, jež ,byť jen v menší míře, zvyšují aerodynamický odpor automobilu.

5. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

5.1. Knižní a periodická literatura

Kazunori, YAMAUCHI. Apex, The Gran Turismo magazine. Japonsko. POLYPHONY Digital.

SIMON, Daniel. The Timeless Racer. Culver City: Design Studio Press, 2012. ISBN: 978-1-62465-013-0.

SIMON, Daniel. Cosmic Motors. Culver City: Design Studio Press, 2012
ISBN: 9781933492278

MEAD, Syd. The Movie Art of Syd Mead: Visual Futurist. Velká Británie, Titan Books. ISBN 9781785651182

NEWBURY, Stephen. Auta: Design pro nové tisíciletí. Česká republika, Euromedia, 2003. ISBN: 80-242-1011-8.

5.2. *Internetové zdroje*

Limuzína [online] 2017. Citováno 25. dubna 2018. Dostupné z
<https://cs.wikipedia.org/wiki/Limuz%C3%ADna>

NURBS [online] 2017. Citováno 21. dubna 2018. Dostupné z

<https://cs.wikipedia.org/wiki/NURBS>

Principled BSDF [online] 2018. Dostupné z

<https://docs.blender.org/manual/en/dev/render/cycles/nodes/types/shaders/principled.html>

Coanda efekt [online] 2013. Citováno 19. dubna 2018. Dostupné z

<http://fyzmatik.pise.cz/1446-coanduv-efekt.html>

Bernoulliho efekt [online] 2018. Citováno 30. dubna 2018. Dostupné z

https://cs.wikipedia.org/wiki/Bernoulliho_rovnice

Rekuperace [online] 2018. Citováno 15. dubna 2018. Dostupné z

<https://cs.wikipedia.org/wiki/Rekuperace>

Elektrické brzdy [online] 2018. Citováno 30. dubna 2018. Dostupné z

<https://www.motor1.com/news/240878/brembo-f1-derived-electric-brakes/>

4WS [online] 2018. Citováno 19. dubna 2018. Dostupné z

<http://www.zakruta.cz/slovník-pojmu/pojem/4ws/>

Laserlight [online] 2018. Citováno 10. dubna 2018. Dostupné z

<http://www.auto.cz/bmw-predstavuje-diodovy-laser-light-78485>

Superformování [online] 2018. Citováno 22. dubna 2018. Dostupné z

http://driversweb.cz/clanky/blog/Novy_Bentley_Continental_GT

Armour Glass; Tesla [online] 2018, dostupné z

<https://www.teslamagazin.sk/tesla-semi-armor-glass/>

Stěrače, ultrazvuk [online] 2013. Citováno 14. dubna 2018. Dostupné z

https://auto.idnes.cz/mclaren-nahradi-sterace-ultrazvukem-dv3-/automoto.aspx?c=A131218_001738_automoto_vok

Sheer driving Pleasure - Radost z jízdy; slogan BMW, oficiální český překlad, dostupné z

<https://www.bmw.com/en/index.html>

<http://www.carbodydesign.com/>

<https://www.garaz.cz/>

<https://en.wikipedia.org/wiki/Superforming>

https://cs.wikipedia.org/wiki/Bernoulliho_rovnice

<https://www.bmw.com/en/index.html>

<https://www.bmw.co.uk/discover-bmw/concept-cars>

<http://danielsimon.com/cosmic-motors-vehicles/>

<https://www.bmw.co.uk/discover-bmw/concept-cars/bmw-i-vision-dynamics>

6. RESUMÉ

For my master thesis “car design exterior” I wanted to create a superluxurious sedan. Design of the body itself was inspired mostly on 1930-1940s european cars, with application of such elements as very long hood, prominent wheel arches or rear windshield. When it came to branding, I thought it

may be interesting for BMW to come up with a distinguished opponent to the Mercedes Maybach Vision 6, though even more sophisticated and complex.

The BMW i9, as I named it, should express elegance, style, strong expression and majesty. Though it is a four door, it retains a profile of a GT or fastback, and also offers spacious interior of a *limousine*. Not mentioning large luggage space in the hood (for skis or golf poles) and trunk - thanks to it's space saving electric powertrain. The *i9* places on the top of the BMW model hierarchy, becoming a BMW *flagship*, designed for travelling upper class, businessmen, politics or ambassadors.

While reflecting the BMW language, the i9 shifts it even further. The mask integrates the classical grille into the shape of the hood, as well as you can see a shape, wrapping the car around, inside and out, finished in a secondary colour. While looking at the car as a whole, you will notice missing conventional elements like rearview mirrors or windscreen wipers. That is due to the technologies such as rearview cameras placed on the inside of the side "fins", and an ultrasonic system that emits high frequency waves to create a thin film on the windshield to prevent the dirt from settling.

Concerning manufacturing, the frame is made of aluminium, combined with reinforced steel parts, with the possibility of a complete body armouring. Body is made by the technology of *superforming*, which allows to create smooth large surfaces from one single aluminium sheet. Inside, there are electromotors at each wheel, producing *805 horsepower* when combined. The battery is place on the bottom of the frame to keep low centre of gravity. Thanks to it's *4WS* system and long wheelbase, i9 offers a great maneuverability and driving comfort.

7. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1

Rešerše - *BMW 328 Mille Miglia (1935)*

Příloha 2

Rešerše - *BMW 328 Kamm Coupé (1940)*

Příloha 3

Rešerše - *Tatra T87*

Příloha 4

Rešerše - *Pierce Silver Arrow (1933)*

Příloha 5

Rešerše - *BMW 328 Mille Miglia Coupé Concept 2010*

Příloha 6

Rešerše - *BMW Vision NEXT 100*

Příloha 7

Rešerše - *BMW 8 Concept*

Příloha 8

Rešerše - *BMW Vision i dynamics (2017)*

Příloha 9

Rešerše - *BMW i3, i8*

Příloha 10

Rešerše - *Hofmeister kink*

Příloha 11

Rešerše - *Mercedes Maybach Vision 6*

Příloha 12

Rozměrová studie vozu BMW i9

Příloha 13

Základní schéma uspořádání pohonu a úložných prostorů

Příloha 14

Skici vývojové

Příloha 15

Pokročilé skici

Příloha 16

Pokročilé skici

Příloha 17

Skici designu kol

Příloha 18

Digitální skici

Příloha 19

Modelování v programu Blender

Příloha 20

Ukázka režimu Node Editor v programu Blender

Příloha 21

Nastavování prostředí a světelnosti v programu Blender

Příloha 22

Ukázka renderování přes Cycles Render v programu Blender

Příloha 23

Principled Shader v prostředí Node Editoru programu Blender

Příloha 24

Zadní spoiler a zjednodušený princip jeho funkce

Příloha 25

Test vertikálních světel

Příloha 26

Finální rendery

Příloha 27

Varianty designu kol

Příloha 28

Úprava povrchu modelu

Příloha 29

3D tisky komponentů

Příloha 30

Výroba komponentů modelu

Příloha 31

Proces lakování modelu

Příloha 31

Finální úpravy modelu

Příloha 1

Rešerše - *BMW 328 Mille Miglia*¹⁵



¹⁵ Zdroj: <http://cdn.bmwblog.com/wp-content/uploads/05bmw328rmmonaco.jpg>

Příloha 2

Rešerše - BMW 328 Kamm Coupé¹⁶



¹⁶ Zdroj: https://www.netcarshow.com/BMW-328_Kamm_Coupe-1940-ig.jpg

Příloha 3

Rešerše - Tatra T87 (1933)¹⁷

Tatra T87

During World War II, the T87's handling proved too much for many occupying German officers. It was rumored that the German high command banned them from driving it due to the high number of bad accidents.




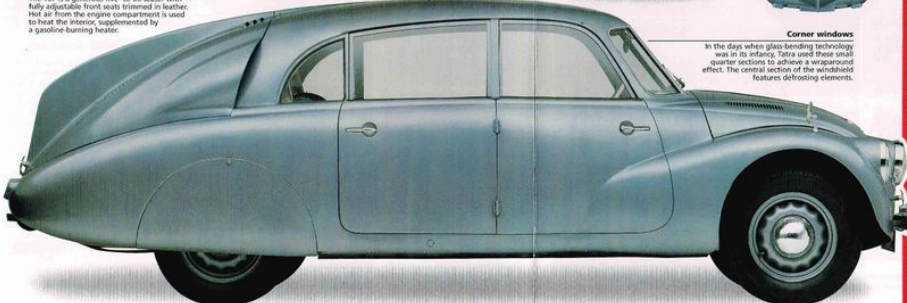
Flush-fitting door handles
Aerodynamics were considered important by Tatra, and thanks to this kind of detailing, the T87 has an incredibly low drag factor of 0.36.

Air vents double as rear window
Reversing in the T87 is a nightmare, as vision through the engine plate, through a tiny window in the cabin, is marginal at best.

Air-cooled V8
The 24-hp overhead-camshaft V8 engine is in a mild state of tune and proved reliable in service. On the move, the Tatra is exceptionally quiet.

Corner windows
In the days when glass-bending technology was in its infancy, Tatra used these small quarter sections to achieve a wraparound effect. The central section of the windshield features defrosting elements.

Luxurious interior
The T87 is a generous five- to six-seater with fully adjustable front seats trimmed in leather. Hot air from the engine compartment is used to heat the interior, supplemented by a gasoline-burning heater.

Specifications

1938 Tatra T87

ENGINE

Type: V8
Construction: Alloy block and 4-valve
Valve gear: Two valves per cylinder, operated by a single overhead camshaft per bank of cylinders
Bore and stroke: 2.97 in x 3.31 in
Displacement: 2,964 cc
Compression ratio: 6.8:1
Induction system: Single Karbur carburetor
Maximum power: 48 hp at 3,000 rpm
Maximum torque: Not quoted

TRANSMISSION

4-speed

BODY/CHASSIS

Light alloy subframe chassis and steel floor

SPECIAL FEATURES

The central headlight is a quick way of telling a T87 from the earlier T72.

The driver has to reverse looking through the engine cover louvers.

RUNNING GEAR

Steering: Rack and pinion
Front suspension: Independent with tubular coil spring and lower arm shock absorbers
Rear suspension: Spring axle with quarter-elliptic leaf springs and lower arm shock absorbers
Brakes: Locked drum (front) and rear (absent) shoes, 16 in dia
Tires: 5.50 x 16

DIMENSIONS

Length: 162.5 in | Width: 55.5 in
Height: 60.0 in | Wheelbase: 112.2 in
Track: 39.2 in (front and rear)
Weight: 1,400 lb

¹⁷Zdroj:

<https://www.ebay.com/itm/TATRA-T87-T-87-SPEC-SHEET-Brochure-Prospekt-1937-1938-1939-/121468469681>

Příloha 4

Rešerše - *Pierce Silver Arrow (1933)*¹⁸

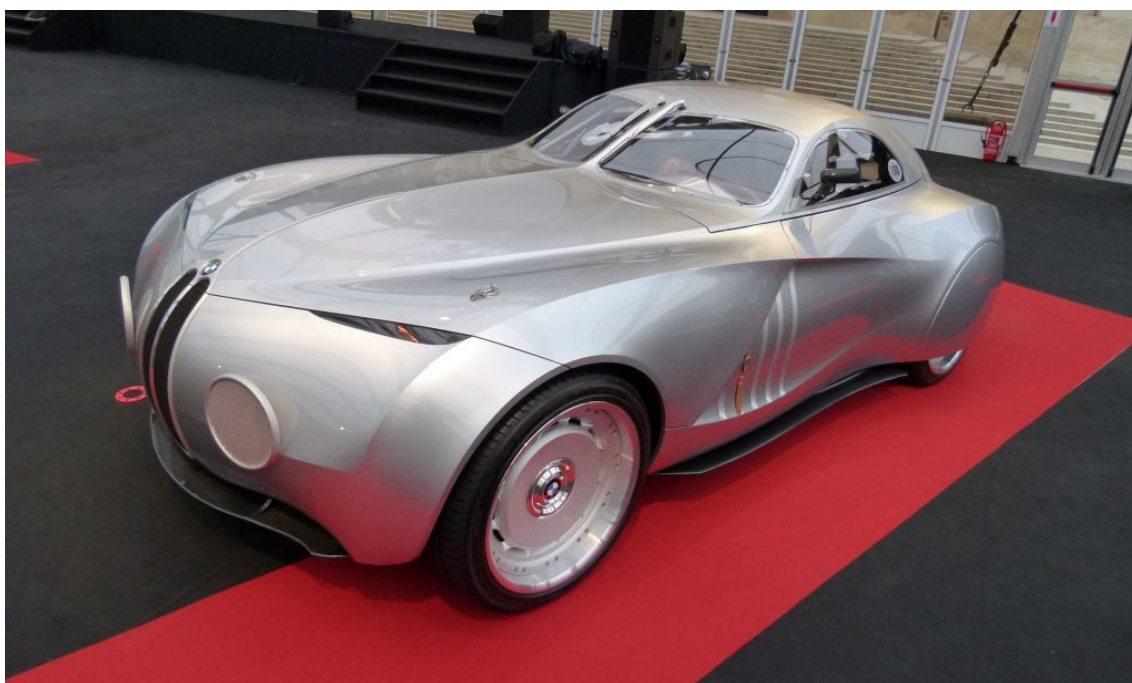
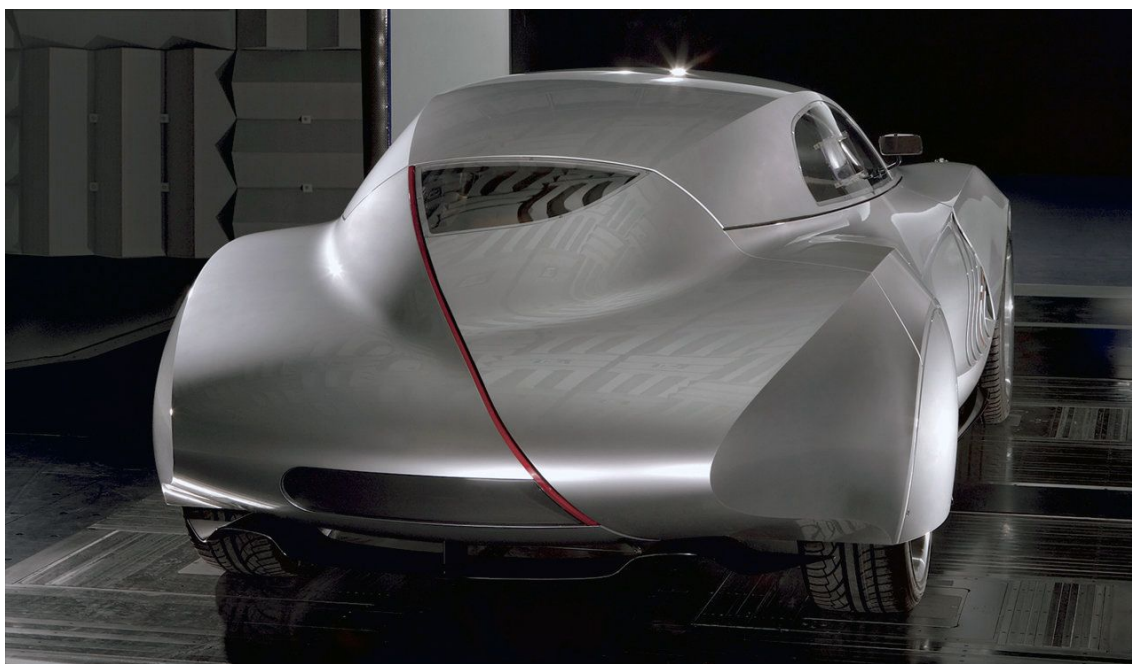


¹⁸Zdroj:

<https://rmsothebys-cache.azureedge.net/f/8/6/8/3/b/f8683b524e4542fc1832d7166f1ab960865600ad.jpg>

Příloha 5

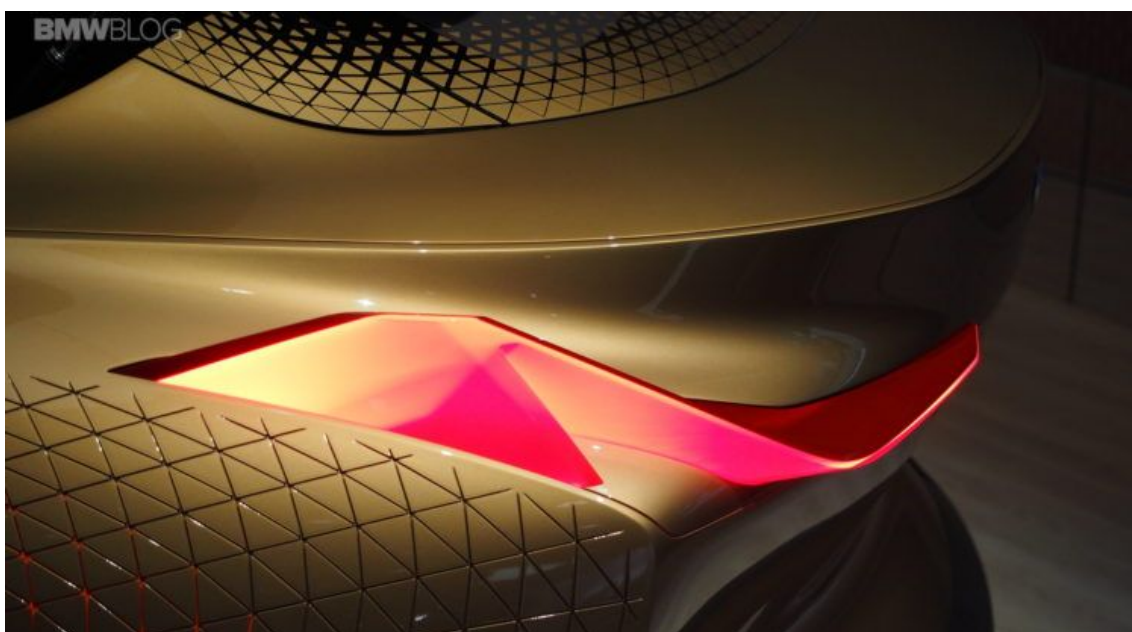
Rešerše - *BMW 328 Mille Miglia Coupé Concept 2010*¹⁹



¹⁹Zdroj: <https://photo-voiture.motorlegend.com/high/bmw-328-mille-miglia-concept-64227.jpg>

Příloha 6

Rešerše - *BMW Vision NEXT 100*²⁰



²⁰ Zdroj: <http://www.bmwblog.com/2017/03/06/bmw-concept-cars-the-bmw-vision-next-100/>

Příloha 7

Rešerše - *BMW 8 Concept*²¹



²¹ Zdroj:

<https://www.slashgear.com/bmw-concept-8-series-exclusive-first-drive-borrowing-a-priceless-prototype-19488833/>

Příloha 8

Rešerše - BMW Vision i dynamics 2017²²



²² Zdroj: <https://www.bmw.co.uk/discover-bmw/concept-cars/bmw-i-vision-dynamics>

Příloha 9

Rešerše - BMW i8 (nahore), BMW i3²³



²³ Zdroj: <https://www.invelt.com/bmw-i3-bmw-i8>

Příloha 10

Rešerše - Hofmeister kink²⁴



²⁴ Zdroj: <http://www.bmwblog.com/2015/02/28/the-hofmeister-kink/>

Příloha 11

Rešerše - Mercedes Maybach Vision 6²⁵

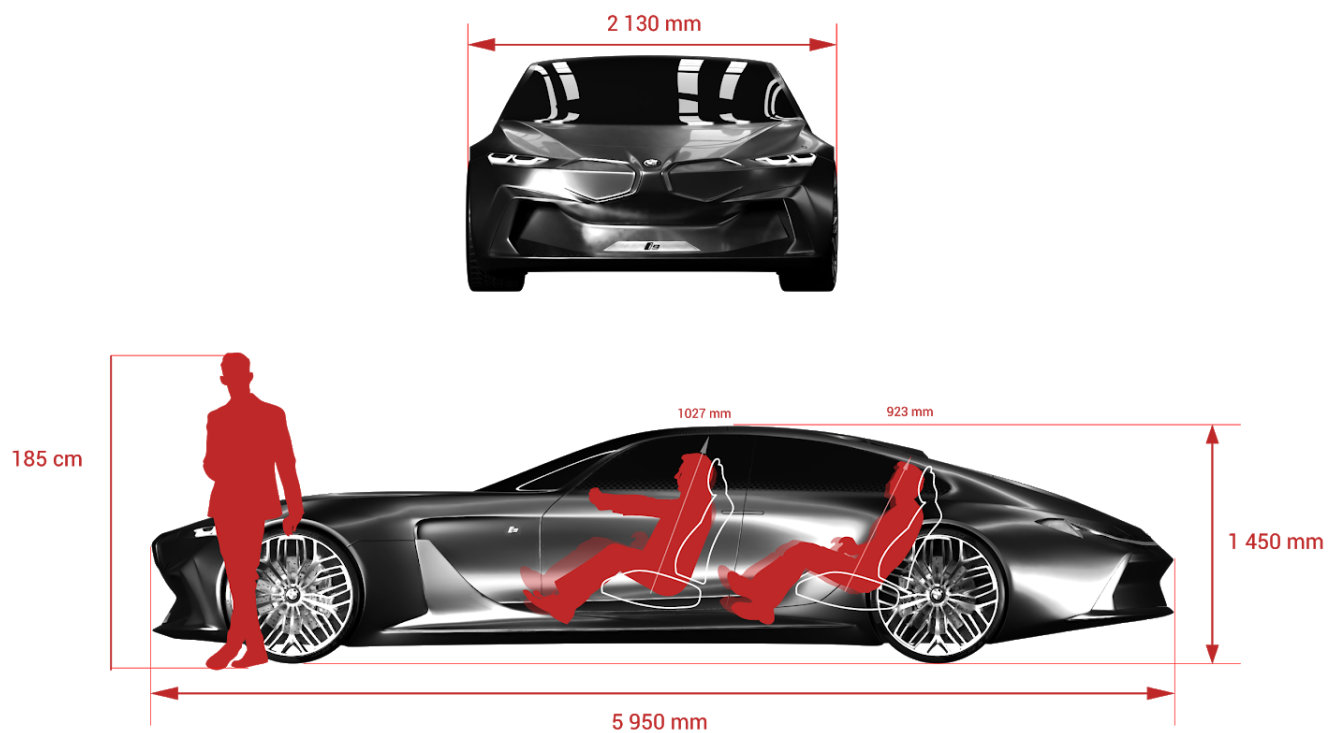


²⁵Zdroj:

<https://www.carmagazine.co.uk/car-news/motor-shows-events/pebble-beach/2017/vision-mercedes-maybach-6-cabriolet-news-photos-specs/>

Příloha 12

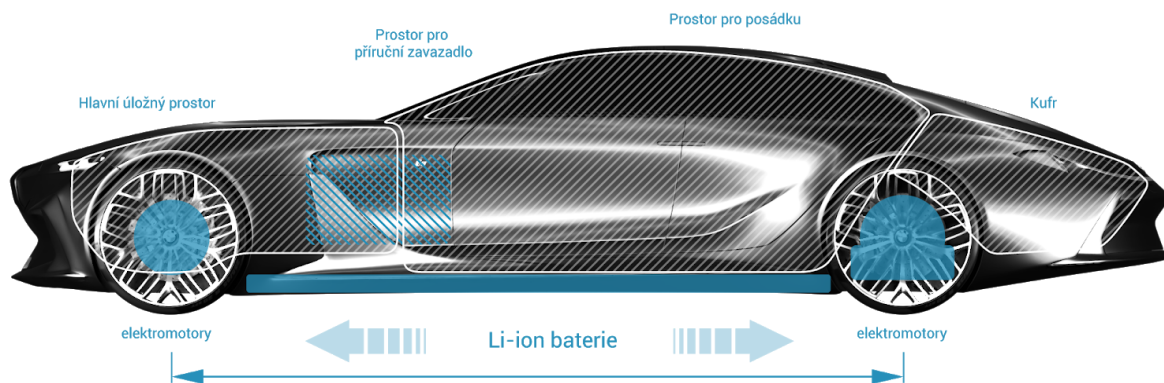
Rozměrová studie BMW i9²⁶



²⁶ Archiv autora

Příloha 13

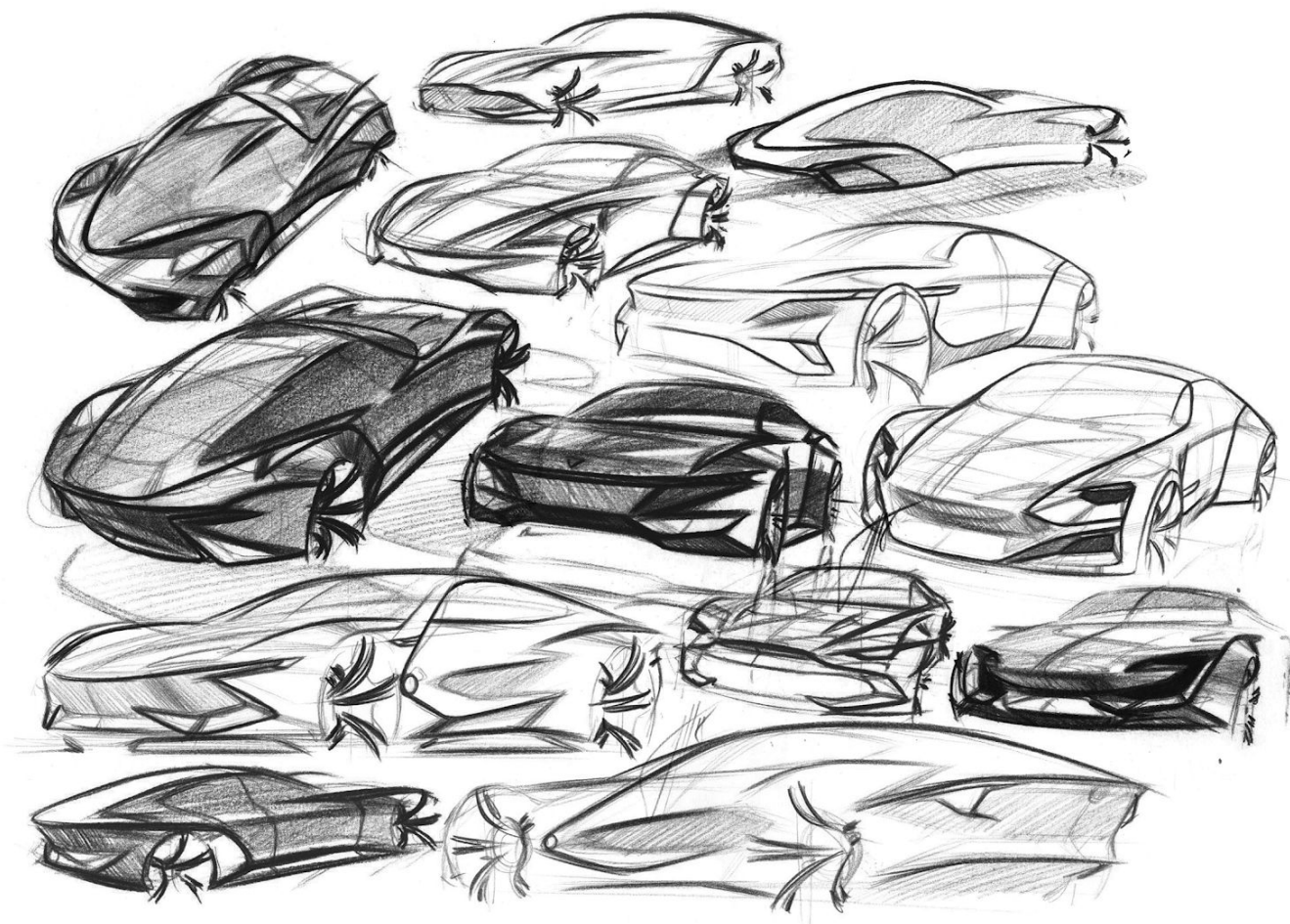
Základní schéma uspořádání pohonu a úložných prostorů²⁷



²⁷ Archiv autora

Příloha 14

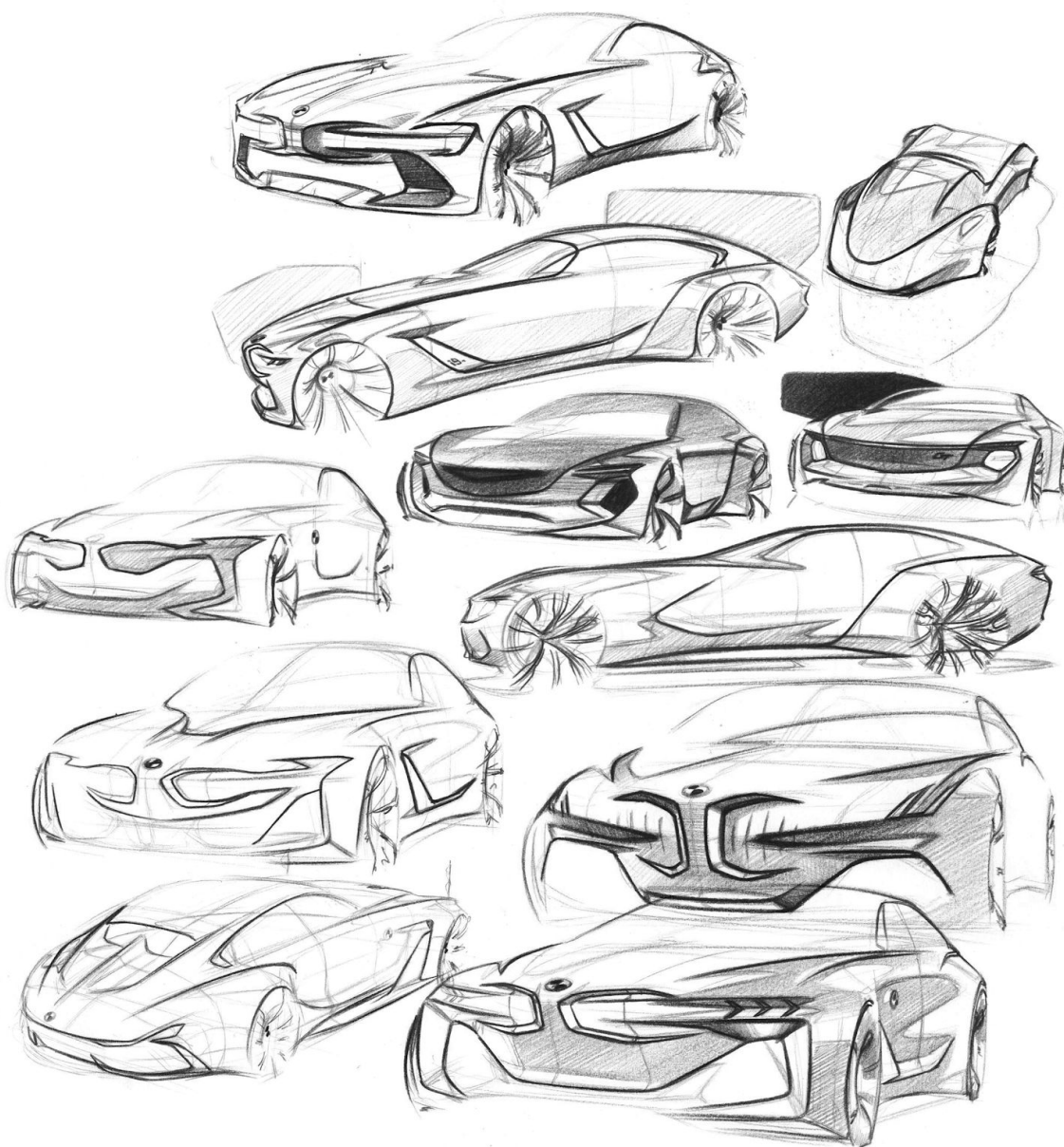
Skici vývojové²⁸



²⁸ Archiv autora

Příloha 15

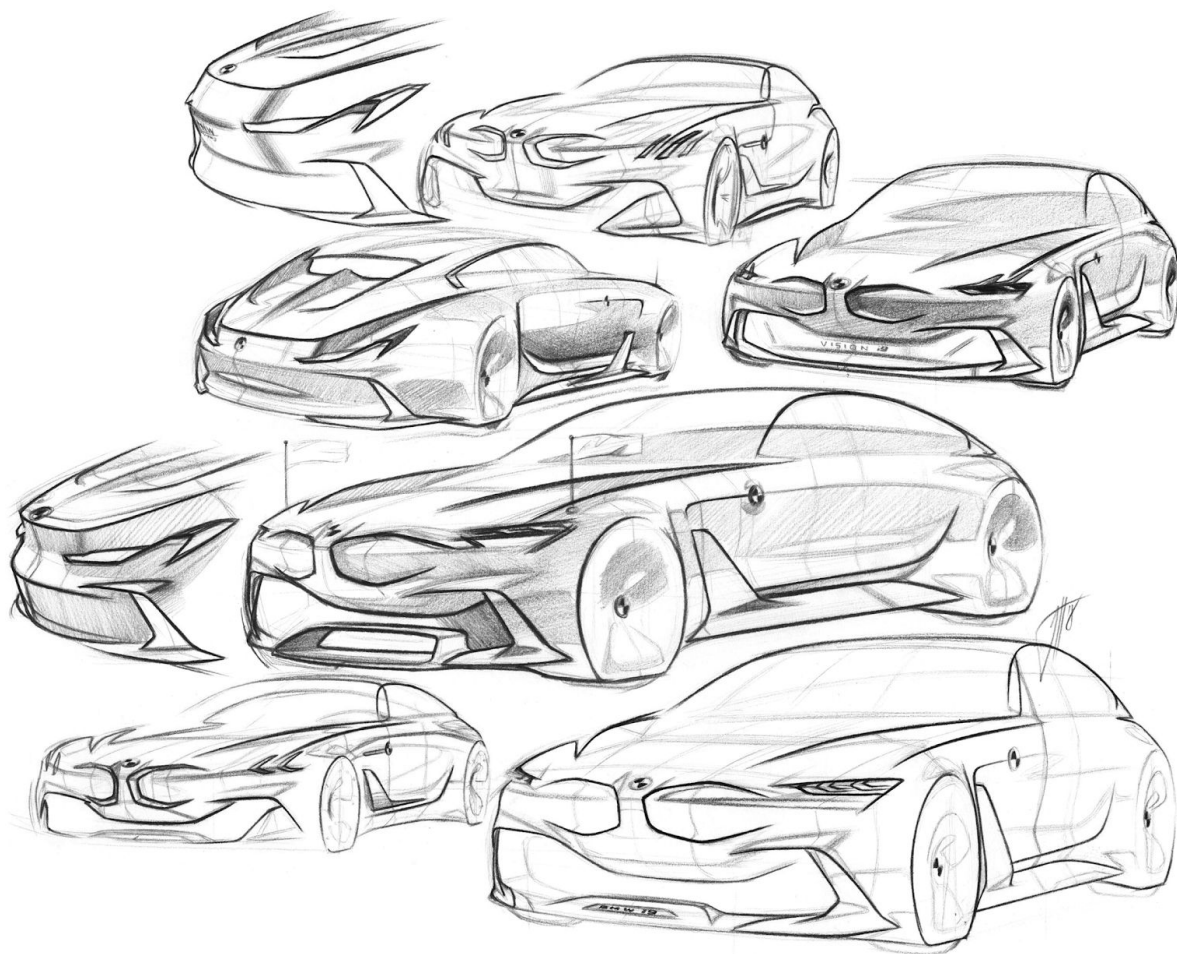
Pokročilé skici²⁹



²⁹ Archiv autora

Příloha 16

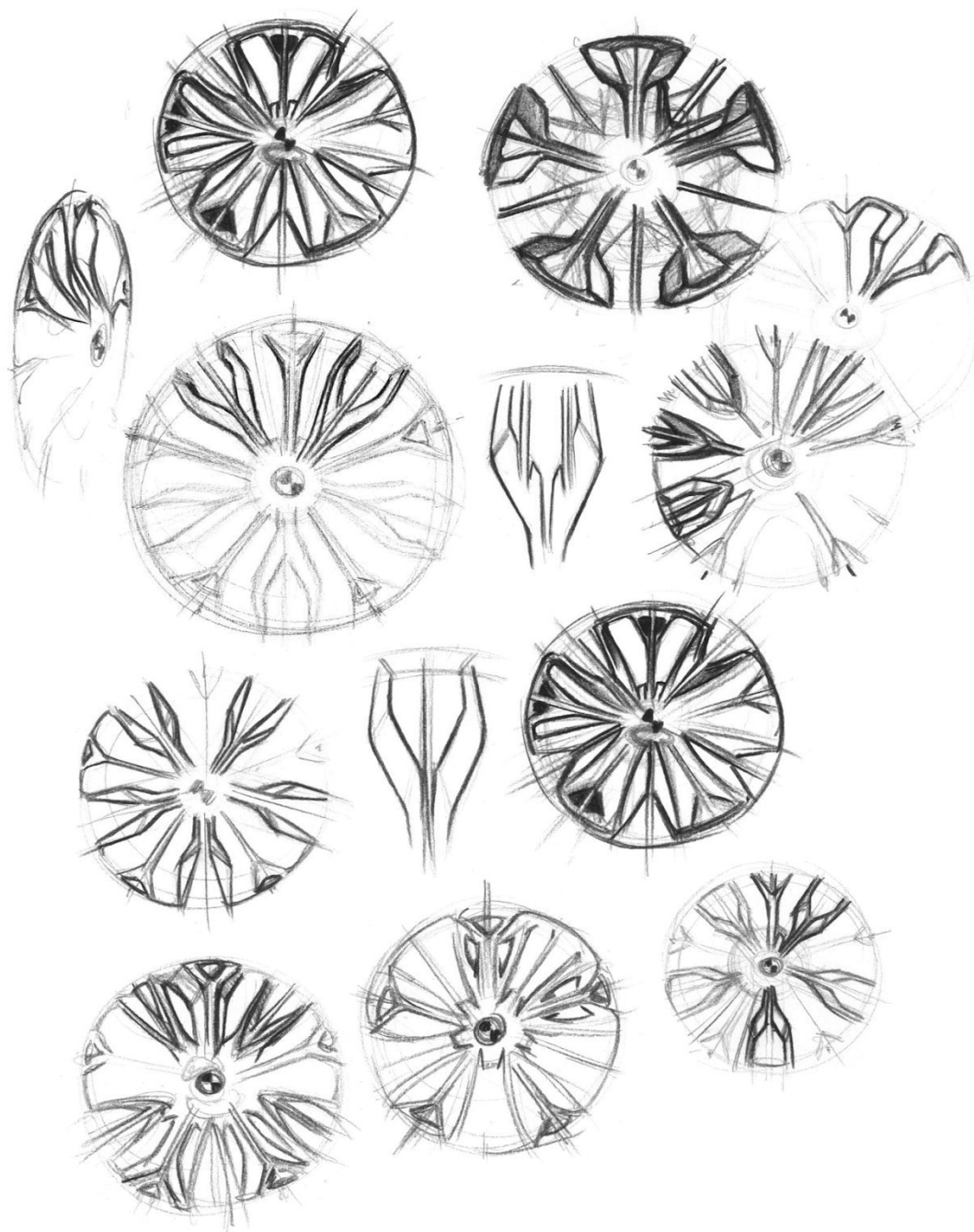
Pokročilé skici³⁰



³⁰ Archiv autora

Příloha 17

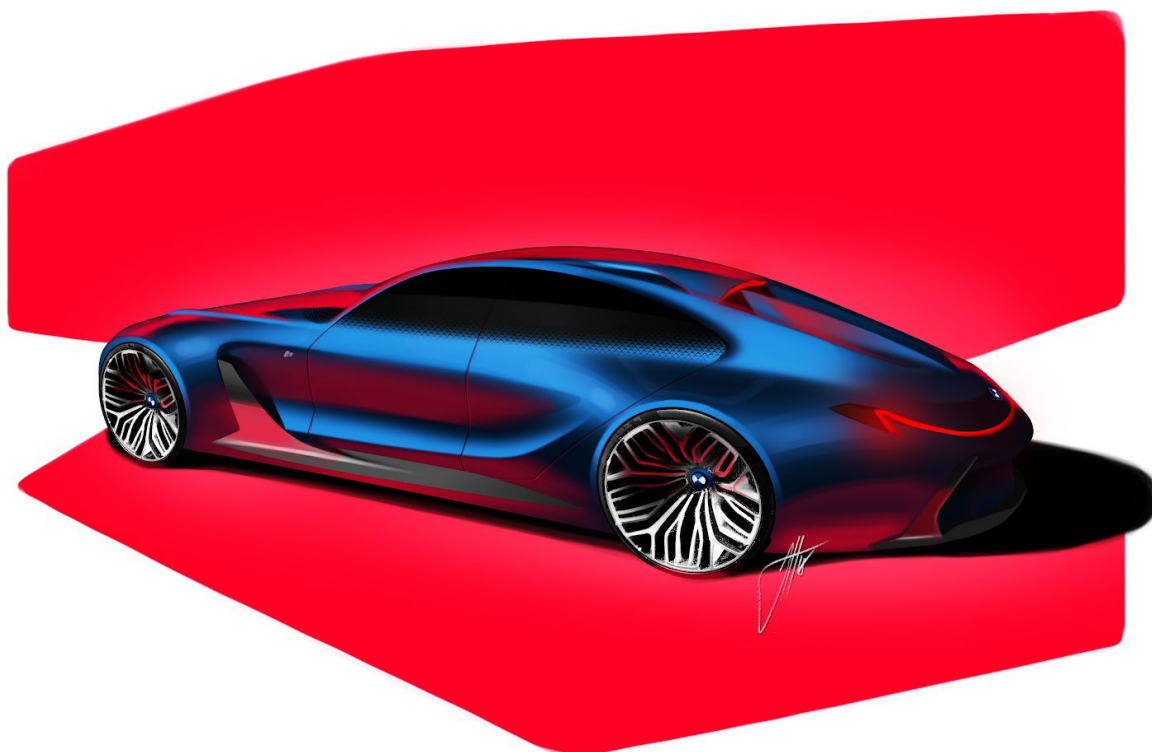
Skici designu kol³¹



³¹ Archiv autora

Příloha 18

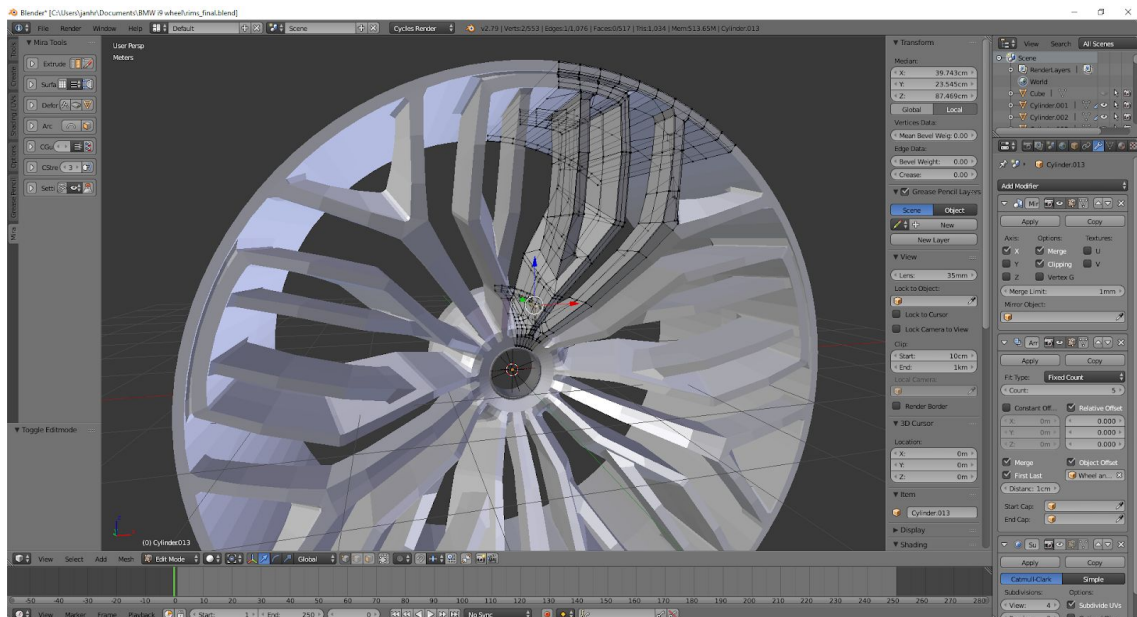
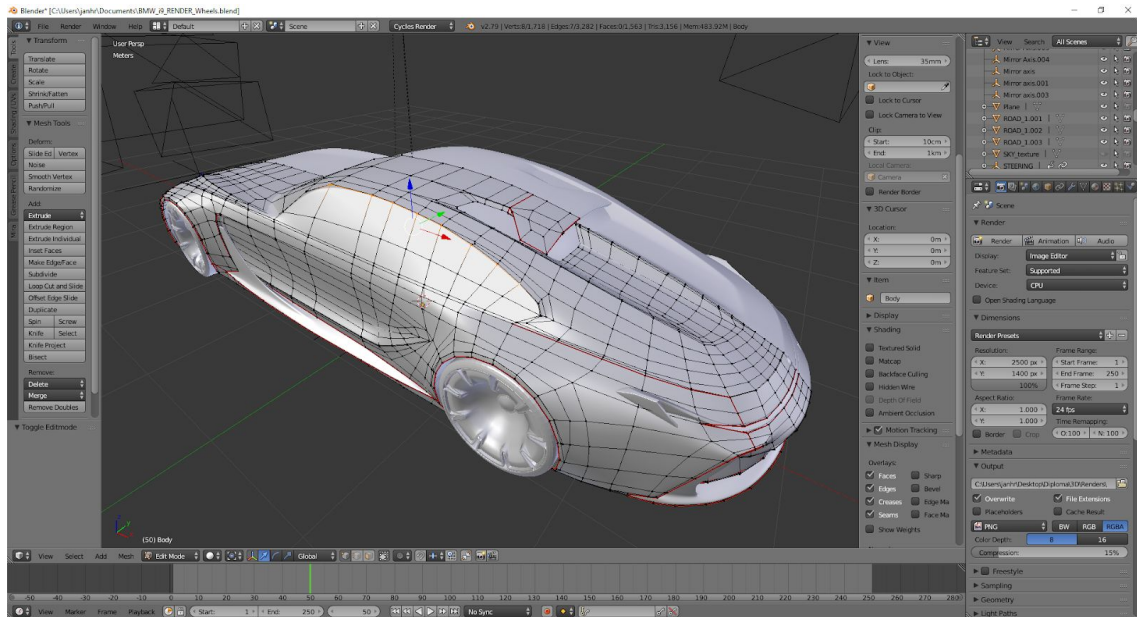
Digitální skici³²



³² Archiv autora

Příloha 19

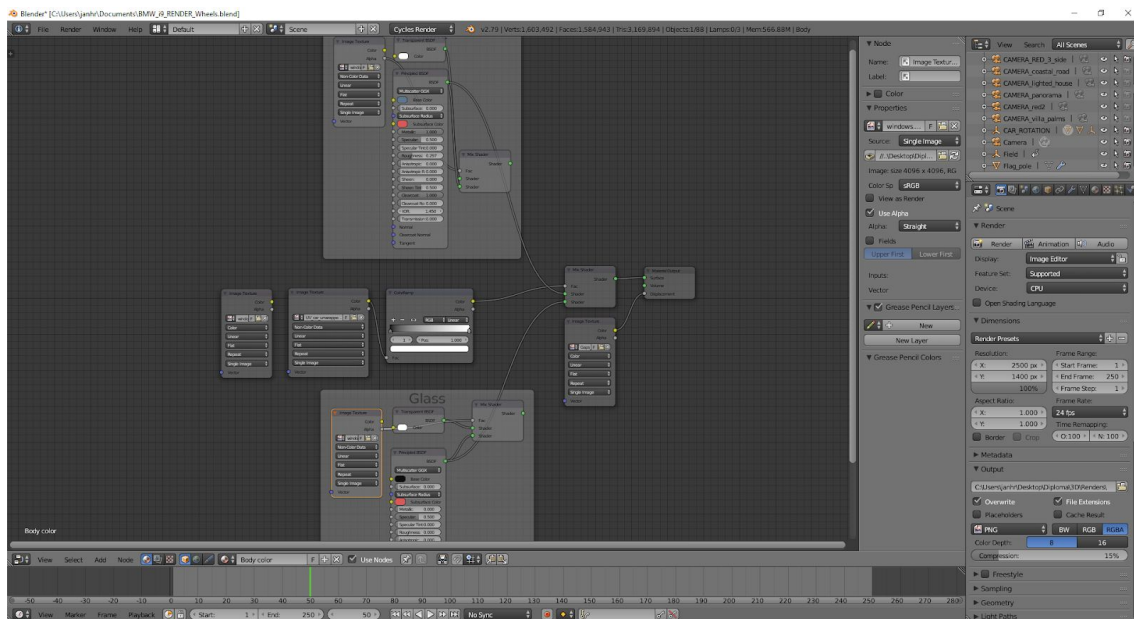
Modelování v programu Blender³³



³³ Archiv autora

Příloha 20

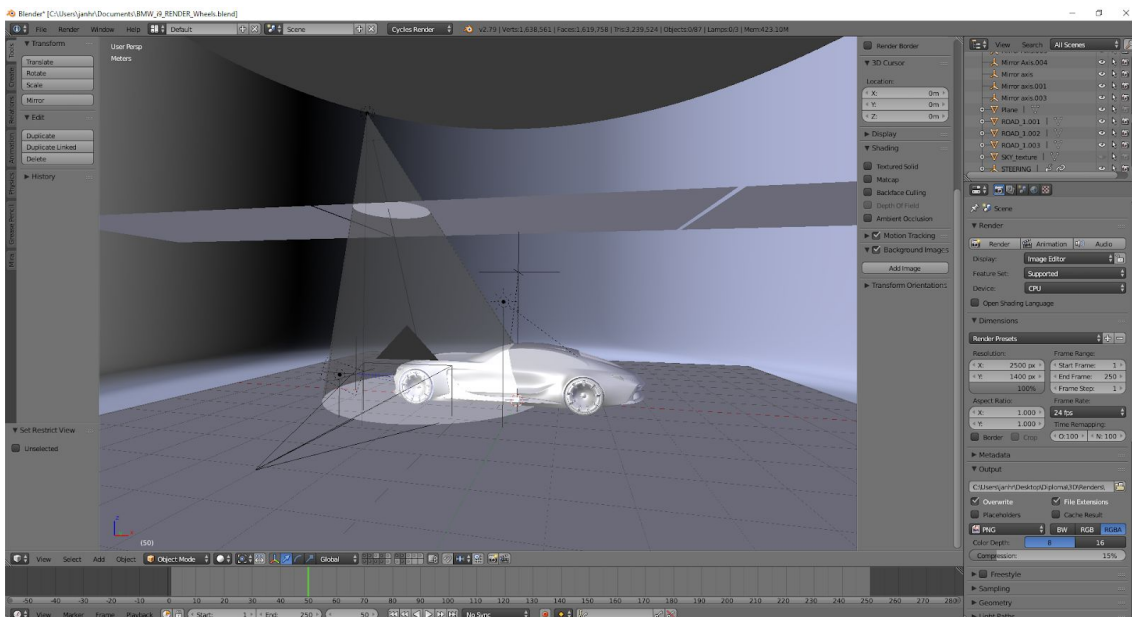
Ukázka režimu Node Editor v programu Blender³⁴



³⁴ Archiv autora

Příloha 21

Nastavování prostředí a světelnosti v programu Blender³⁵



Příloha 22

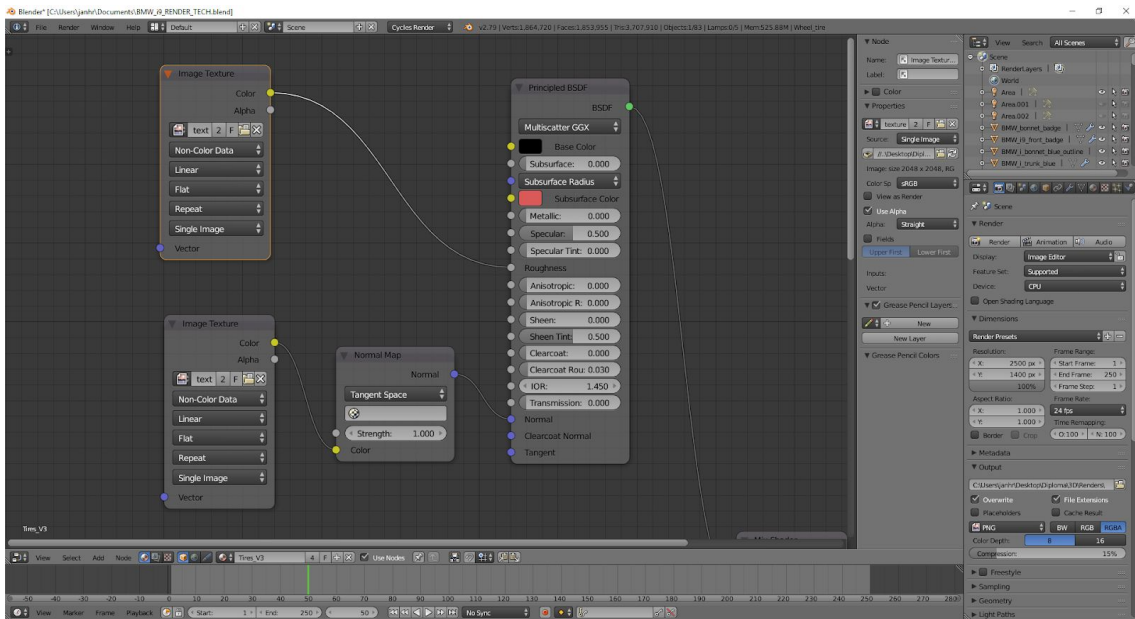
Ukázka renderování přes Cycles Render v programu Blender³⁶



³⁶ Archiv autora

Příloha 23

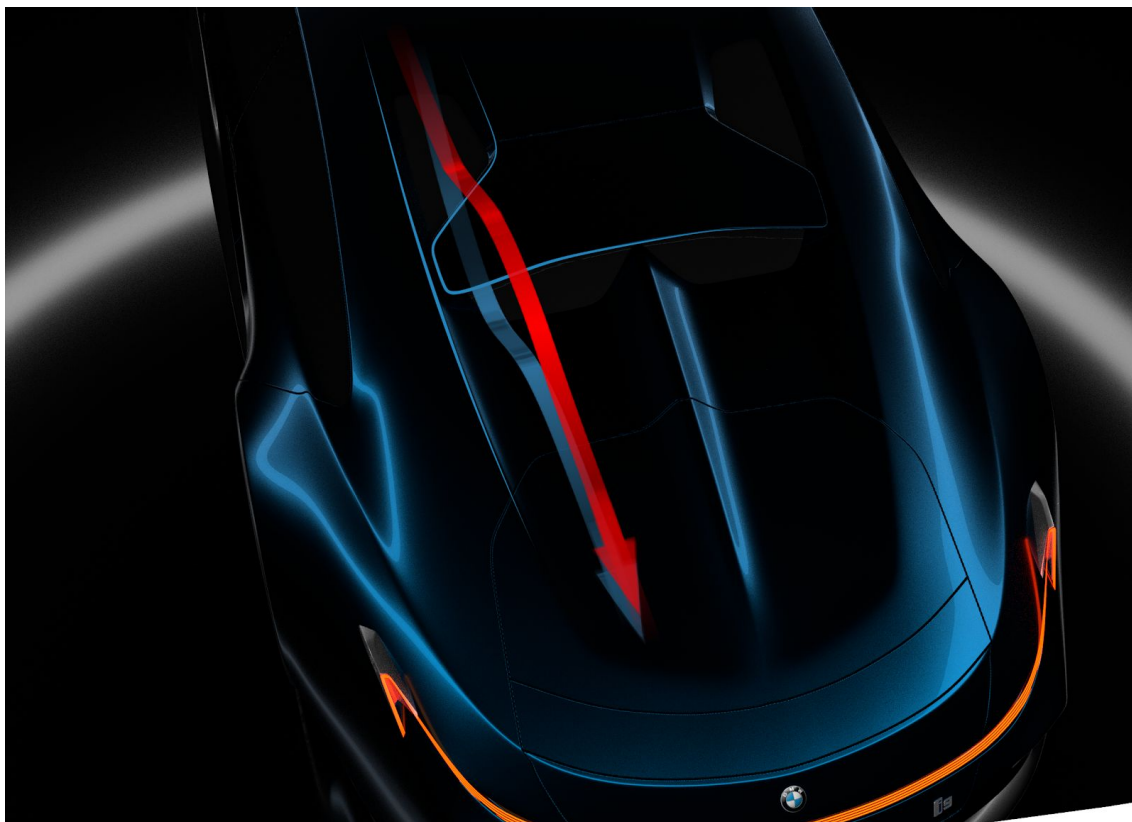
Principled Shader v prostředí Node Editoru programu Blender³⁷



³⁷ Archiv autora

Příloha 24

Zadní spoiler a zjednodušený princip jeho funkce³⁸



³⁸ Archiv autora

Příloha 25

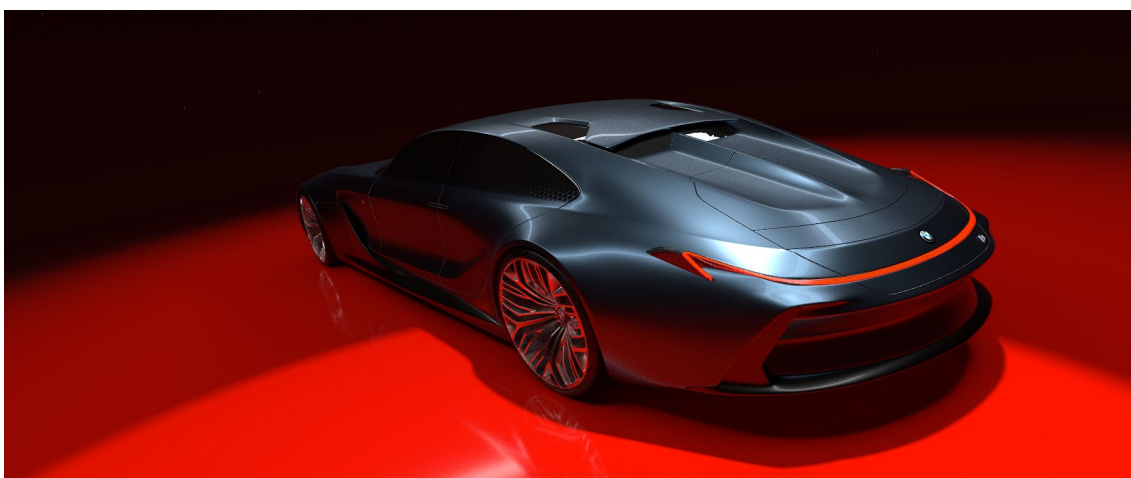
Test vertikálních světel ³⁹



³⁹ Archiv autora

Příloha 26

Finální rendery⁴⁰



⁴⁰ Archiv autora

Příloha 27

Varianty designu kol⁴¹



⁴¹ Archiv autora

Příloha 28

Úprava povrchu modelu⁴²



⁴² Archiv autora

Příloha 29

3D tisky komponentů⁴³



⁴³ Archiv autora

Příloha 30

Výroba komponentů modelu⁴⁴



⁴⁴ Archiv autora

Příloha 31

Proces lakování modelu⁴⁵



⁴⁵ Archiv autora

Příloha 32

Finální úpravy modelu⁴⁶



⁴⁶ Archiv autora