

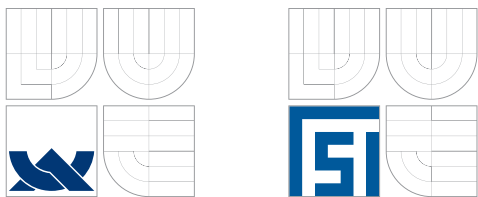
Fakulta strojního inženýrství
Ústav konstruování / Odbor průmyslového designu

Faculty of Mechanical Engineering
Institute of Machine and Industrial Design / Department of Industrial Design

Návrh designu vozu Mitsuoka Kit Car

Pojednání ke státní doktorské zkoušce
Discourse on the Dissertation Thesis

Autor práce: **Ing. Jaroslav Kratochvíl**
Author



Fakulta strojního inženýrství
Ústav konstruování / Odbor průmyslového designu

Faculty of Mechanical Engineering
Institute of Machine and Industrial Design / Department of Industrial Design

Návrh designu vozu Mitsuoka Kit Car

Pojednání ke státní doktorské zkoušce
Discourse on the Dissertation Thesis

Autor práce: **Ing. Jaroslav Kratochvíl**
Author

Vedoucí práce: **Ak.soch. Miroslav Zvonek, Art.D.**
Supervisor

1	Úvod	4
1.1	Vymezení řešené problematiky	4
1.2	Cíle řešení	4
2	Historický vývoj	5
2.2	Počátky malých vozidel	5
2.3	50. - 60. léta	5
2.4	70.-90. léta	8
2.5	Současnost	9
3	Obecná problematika motorových vozidel	11
3.1	Definice motorového a silničního vozidla	11
3.2	Druhy silničních vozidel, kategorie vozidel	11
3.3	Členění kategorie L	12
4	Problematika karoserií	13
4.1	Definice karoserie	13
4.2	Typy karoserií	13
5	Analýza sériového řešení Mitsuoka MC-1	18
5.1	Parametry vozidla	18
5.2	Koncepce vozu	18
5.3	Bezpečnost	20
5.4	Ergonomie	21
5.5	Design	22
6	Metodika postupu řešení	23
7	Dílčí cíle vyplývající z dosavadní úrovně řešení	24
8	Literatura	25

1.1 Vymezení řešené problematiky

Téma disertační práce spadá zcela do oblasti tvůrčí činnosti. Hlavním oborem je průmyslový design a následně jeho specifická část nazývaná designem dopravních prostředků nebo-li transport designem.

Řešení zadané problematiky zahrnuje interdisciplinární přístup z oborů umění, ergonomie a technických věd.

Základem práce je navržení nového řešení designu, tzn. výsledným řešením je subjektivní soubor myšlenek, který nemá exaktní charakter a nelze jej tudíž chápat jako neomylné východisko, dogma.

Tvůrčí zaměření práce z oblasti průmyslového designu předem vylučuje možnost postupů podle vypracovaných teoretických podkladů a vyžaduje subjektivní autorský přístup. Dostupné prameny literatury proto byly využity zejména pro získání teoretické základny z oblasti historického a technického vývoje.

Prvotním impulsem k řešení práce byl požadavek na vypracování nové podoby designu zmíněného vozidla pro účely výuky a propagace Ústavu konstruování, popř. fakulty. Myšlenka byla již zpracovávána studenty magisterského studijního programu se zajímavými myšlenkami z pohledu estetiky, avšak nerespektujícími požadavky technologické, výrobní a ekonomické dostupnosti.

1.2 Cíle řešení

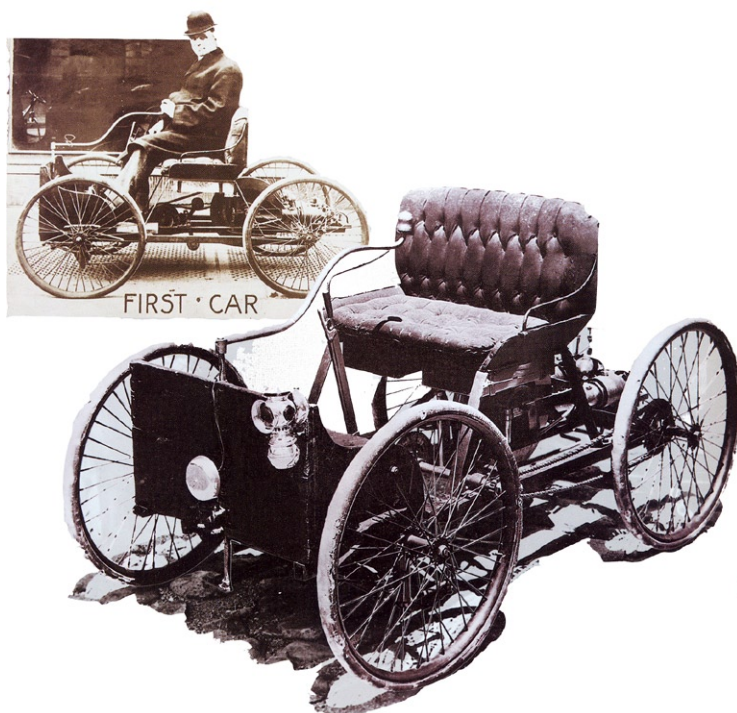
Cílem zadané doktorské práce je **návrh nového exteriéru i interiéru postavený na podvozku zakoupeného sériového vozidla Mitsuoka microcar MC-1 se zachováním základních funkčních prvků**, tzn. podvozkového rámu včetně řízení a tlumících elementů, pohonné jednotky a prvků pro ovládání beze změn.

Zachované prvky nesmějí být omezeny nebo změněny po stránce funkční, jejich tvarování promítající se do podoby celkové soustavy však může nebo mělo by být pozměněno za cílem proměny sériové podoby (např. podoba volantu, atp.).

2 Historický vývoj

2.2 Počátky malých vozidel

Přesné datování počátku vývoje malých vozidel je velmi těžce vymežitelné. Uvažujeme-li za takový dopavní prostředek vozidlo poháněné motorem s vnitřním spalováním a volantem, pak mezi první předchůdce v novodobé historii můžeme zařadit první vůz Henryho Forda z roku 1896. Je považován díky nízké kupní ceně a jednoduché konstrukci předzvěstí kategorie microcars.



Obr. 2.1 H. Ford se svým prvním vozidlem, nazývaným Quadricycle nebo lidově „Lízinka“. [1, 2]

Silný vývoj na počátku 20. století přinesl pokročilou konstrukci, která se uplatňovala zejména na vozidlech pro více osob. Dalšími kroky v produkci malých vozidel byly až ve 20. letech tzv. cyclecars. Ty byly definovány tehdejšími mezinárodními předpisy jako čtyřkolové vozidlo s prvky motocyklové konstrukce [3]. Jejich pohotovostní hmotnost nesměla přesáhnout 350 kg (definice dnešních lehkých čtyřkolek). Tříkolová vozidla byla považována za sidecars.

2.3 50. - 60. léta

Skutečný rozvoj kategorie malých automobilů, zvaných též tzv. „bubbles cars“ nebo-li „bublinová auta“ nastal v období po 2. světové válce. Důvody jsou prosté a logické v kontextu politického vývoje. Nedostatek pohonných hmot a surovin potřebných pro výrobu automobilů způsobil spolu s nízkou kupní silou poválečných let velký zájem o levná vozidla s nízkou spotřebou. Poptávka po levných dopravních prostředcích přetrvávala zejména v Německu a celém území Evropy.

2.3.1 Významní představitelé

BMW Isetta (1955 - 1962)

Dvumístná Isetta se stala revoluční novinkou po jejím uvedení v roce 1955. Automobilka BMW odkoupila práva na její výrobu z Itálie od společnosti Isomoto a jejího majitele Renza Rivoly a reagovala tak na malý odbyt svých modelů 501, 502 a 507.

Model byl vyráběn s několika úpravami - motor byl nahrazen motocyklovým čtyřtákním jednoválcem. Nejprve šlo o verzi s nejnižší kubaturou a trojicí kol, později jako čtyřkolové vozidlo se silnějším motorem a místem až pro čtveřici osob.

Výraznou inovací, která vozidlo zapsala do paměti, bylo otevírání dveří v přední části včetně sloupku řízení. Takovýto mechanismus si nechala společnost patentovat a stal se později význaným prodejním náskokem před konkurencí. Verze 600 už byla vybavena dvojicí dveří - vpředu a vpravo pro přístup na zadní sedadla.

Mechanismus otevírání se zároveň stal samostatným uceleným prvkem tvarování. Čisté boční linie včetně bohatého prosklení logicky člení celkový objem a opticky snižují výšku. Tohoto jevu je také dosaženo dvoubarevnou kombinací. Doplňujícím detailem je zadní nosič, který zvyšuje užžitnou hodnotu možností uchycení zavazadel a nahrazuje tak nedostatek zavazadlového prostoru.



Obr. 2.2 BMW Isetta 250 [4]

<i>zdvihový objem:</i>	245 cm ³	(model 600: 582 cm ³)
<i>výkon motoru:</i>	8,8 kW	(14,7 kW)
<i>počet vyrobených ks:</i>	161 728	
<i>rozměry (d_xš):</i>	2850 x 1380 mm	
<i>hmotnost:</i>	360 kg	

Messerschmitt KR175, KR200 (1953-1955)

Jednomístný vůz původně navržený pro válečné invalidy vystihl dobu a ujal se jako lidové vozítko. Původní motor 175 ccm byl postupně nahrazen kubaturou 200 ccm. Vůz bez zavazadlového prostoru řešil tento nedostatek montáží nosného rámu na zádi.

Vozítko využívá čisté tvarování, které je doplněno lištami nebo technologickým členěním rozbíjejícím optickou hmotnost stroje. Velké vystupující blatníky čistotu tvaru základní karoserie poněkud nabourávají, zřejmě i z tohoto důvodu jsou uvedené části některých exemplářů celé nebo částečně barveny neutrálně k jejich potlačení, popř. optckému propojení s celkem. Zajímavým prvkem je možnost užití průhledné polykarbonátové střechy poněkud předbíhající dobu nebo odklápění celé horní části namísto dveří.

Svým pojetím vůz částečně připomíná dnes rodící se kategorii UNV historie (viz. kap. 4.2.1).



Obr. 2.3 Messerschmitt KR200 [5]

<i>zdvihový objem:</i>	175 cm ³ (200 cm ³)
<i>výkon motoru:</i>	6,6 kW (7,5 kW)
<i>počet vyrobených ks:</i>	19 666 + 46 190
<i>rozměry (d×š):</i>	2820 x 1220 mm
<i>hmotnost:</i>	180 kg

Velorex Oskar (1950-1971)

Slavné dvoumístné vozidlo bratrů Stránských nejprve vyráběno v Solnici a Novém Hrádku (v.d. Velo Hradec Králové) pod názvem Oskar 54, postupně přejmenováno na Velorex. Konstrukce z trubkového prostorového rámu byla pokryta nejprve částečně laminátem, později koženkou z PVC (sériová podoba).

Původně čtyřkolové vozidlo vyvinuté pro invalidy vzhledem k ceně nižší než motocykl získalo oblibu široké veřejnosti. Vyráběná vozítka byla osazována motocyklovými motory ČZ 175 a Jawa 250 a 350 ccm a v průběhu sériové produkce doplňována o různá vylepšení (prodloužení pro přepravu dětí a nákladu uvnitř, přepínání zpětného chodu, apod. V roce 1971 byl výrobní program změněn na nový čtyřkolový model, který však nedosáhl věhlasu předchozího modelu a výroba byla v roce 1973 ukončena.



Obr. 2.4 Velorex Oskar (1959) [6]

<i>zdvihový objem:</i>	250 cm ³ (175, 350 cm ³)
<i>výkon motoru:</i>	12,2 kW (11,5 kW)
<i>počet vyrobených ks:</i>	cca 15 300
<i>rozměry (d×š×v):</i>	3280 x 1400 x 1250 mm
<i>hmotnost:</i>	205 kg

Poptávka po malých vozidlech s postupem času od válečných let upadala a s tím také jejich vývoj. Výroba se postupně přeorientovala na vozy vyšších tříd, vozítka znamenající přechod mezi motocykly a automobily ztratily svou cílovou skupinu. Výjimkou se stala Francie, kde nastal boom a dodnes je tato země jedním z nejvýznamnějších výrobců microcars, tzv. voiturettes (vozíky).

2.4.1 Významní představitelé

Bond Bug (1970 - 1974)

Tradiční britský výrobce tříkolových automobilů představil v 70. letech nový model, jehož zvláštností bylo vyklápění celého předního panelu namísto klasických dveří.

Stroj byl vyvinut jako levný dopravní prostředek s laminátovou karoserií a sportovním nádechem pro mladé s nízkými příjmy. Využíval co nejnižšího počtu dílů a vyráběl se pouze v jedné barvě a s jedním typem vnitřního čalounění.

Tvarování vychází z typického stylu 70. let - využívá spíše hran a přímých linií v exteriéru i interiéru.



Obr. 2.5 Bond Bug vystavený v londýnském Design museu

<i>zdvihový objem:</i>	700 cm ³ (750 cm ³)
<i>výkon motoru:</i>	21,3 kW (23,5 kW)
<i>počet vyrobených ks:</i>	2268
<i>rozměry (d.š.):</i>	2730 x 1550 mm
<i>hmotnost:</i>	390 kg

Arolla (1977 - 1983)

Jedná se o typický model voiturettes, který svým tvarováním ovlivnil většinu francouzských modelů několika následujících let. Tříkolové vozítko vycházející z pojetí motorového kola je řízeno pomocí řidítek. Následující modely ve verzi pick-up nebo čtyřkolové verze se postupně zvětšovaly včetně motorizace.

Velmi málo prostoru pro tvarování je patrné zejména v přední části, kde je třeba udržet vnitřní prostor pro posádku. Velký rádius se snaží opticky rozložit hmotnost směrem k přednímu kolu a tím odstranit dojem „pojízdné krabíčky“. Transparentní provedení dveří působí technologicky příliš kontrastně k provedení karoserie.

Společnost v roce 1983 zkrachovala a na jejím základě vzniknul dnešní známý výrobce pod značkou Aixam.



Obr. 2.6 Arolla 11 [6]

<i>zdvihový objem:</i>	50 cm ³
<i>výkon motoru:</i>	2,2 kW
<i>rozměry (d_xš_xv):</i>	1840 x 1050 mm
<i>hmotnost:</i>	110 kg

2.5 Současnost

V současnosti vyráběné vozy microcars se svým pojetím více blíží automobilům vyšších tříd a rozměrů. S ohledem na bezpečnost, a tím i na cílovou skupinu zákazníků, reagují integrací elektronických systémů zvyšující koncovou cenu a jejich konkurenceschopnost, se jako jedna z hlavních výsad, vytrácí.

5.1.3 Významní představitelé

Ligier Be Two (2006)

Francouzský výrobce mikroautomobilů přišel na ženevském autosalonu v roce 2006 s velmi zajímavým polootevřeným konceptem, jehož tvar je částečně tvořen pouze prostorovým rámem z hliníkových profilů, ocelových trubek a polykarbonátovými panely.

Dvumístná koncepce s možností odejmutí střešního panelu a čelního skla je určena pro mladistvé řidiče, čemuž je podřízeno vnější tvarování. Zavazadlový prostor je vyřešen pomocí uzamykatelné schránky tvořící samostatný celek. Veškeré funkční prvky jsou zavěšeny na rámu a tím podporují celkovou jednoduchost.

Celkové proporce vozu odkrytím předních kol vyvolávají vjem automobilu s velkou výškou. Konstrukce promítající se do exteriéru pak naznačuje ambice bezpečného dopravního prostředku.

Výrazné tvarování je postaveno na samotném tvarosloví rámu zvýrazněném např. jednoduchou dveřní konstrukcí a na pojetí detailu. Jsou jimi spojky trubek a spojení jednotlivých panelů s rámem. Poněkud nejednotně může na pozorovatele působit lineární tvarování prahů a přední kapotáže. Barevné členění naznačuje rozdíly použitých materiálů.



Obr. 2.7 Ligier Be Two [7]

zdvihový objem: 500 cm³
výkon motoru: 4 kW
rozměry (d_xš_xv): 2680 x 1410 x 1560 mm

Maranello 4Cycle

Italská společnost Effedi vyrábí typického zástupce mikroaut s výrazným tvarováním, jehož provedení a určení je diskutabilní. Velmi výrazně - ostře tvarované hrany zejména ve spodní části prozrazují materiálovou nejednotnost zvýrazněnou odsazením ploch a křivkami bez návaznosti. Celková nejednotnost je patrná také ve tvarování bočních oken.

Zajímavým způsobem pracuje s pohonnými jednotkami - nabízí klasický benzínový a dieselový motor a také hybridní pohon (benzínová pohonná jednotka s elektromotory) nebo pouze elektropohon.



Obr. 2.8 Maranello 4Cycle

zdvihový objem: 500 cm³ (zážehový i vznětový motor)
výkon motoru: 4 kW (diesel, elektromotor), 15 kW (zážehový motor)
rozměry (d_xš_xv): 2640 x 1440 x 1670 mm

Corbin Sparrow (2001)

Elektricky poháněné vozidlo tříkolové jednomístné koncepce je vyráběno z vysokopevnostního kompozitu pro zvýšení bezpečnosti pasažera. Bylo vyvinuto konstruktérem Mikem Corbinem, který je držitelem několika rychlostních rekordů s elektricky poháněnými vozidly, tvarování vozidla je proto uzpůsobeno s cílem nízkého koeficientu odporu vzduchu c_x .

Příjemné měkké křivky karoserie odpovídají hravému vozu do městského provozu. Vlivem použitého materiálu jsou však zesíleny A-sloupky, které omezují výhled řidiče.



Obr. 2.9 Corbin Sparrow [6]

<i>zdvihový objem:</i>	500 cm ³
<i>výkon motoru:</i>	13 kW
<i>rozměry (d_xš_xv):</i>	2438 x 1320 x 1448 mm
<i>hmotnost:</i>	612 kg

3 Obecná problematika motorových vozidel

3.1 Definice motorového a silničního vozidla

Motorové vozidlo - vozidlo, které se po pozemní komunikaci pohybuje pomocí vlastní motorické síly. [8]

Silniční vozidlo je motorové nebo nemotorové vozidlo, které je vyrobené za účelem provozu na pozemních komunikacích pro přepravu osob, zvířat nebo věcí [9]. Viz. kap. 5.1.2.

3.2 Druhy silničních vozidel, kategorie vozidel

Základní rozdělení silničních vozidel upravuje právní norma [10, 20]. Na základě tohoto dělení jsou stanoveny kategorie vozidel včetně jejich značení.

Kategorie vozidel je skupina vozidel, která mají stejné technické podmínky stanovené prováděcím právním předpisem. [9] Jedná se zpravidla o vymežující podmínky maximálních vnějších rozměrů, maximální konstrukční rychlostí, druhu karoserie, počtem dveří, počtem míst k sezení, apod.

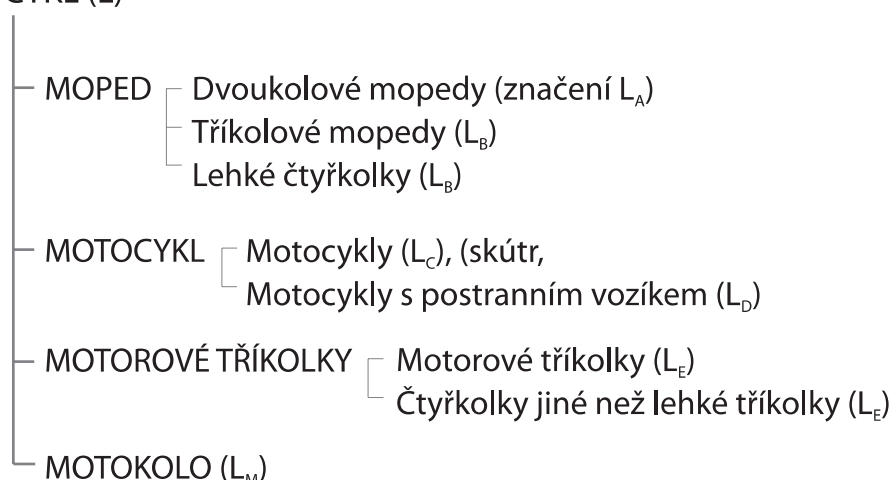
Druh vozidla	Odpovídající kategorie
motocykl	kategorie L
osobní automobil	kategorie M 1
autobus	kategorie M 2 a M 3
nákladní automobil	kategorie N
speciální automobil	kategorie N
přípojně vozidlo	kategorie O
ostatní vozidla	kategorie R

Obr. 3.1 Druhy a kategorie vozidel

3.3 Členění kategorie L

Vozidla definovaná druhem „motocykl“ jsou dále v kategorii L dělena a specifikována do dalších označení druhu, popř. poddruhu, které jsou omezeny svými parametry, viz. [10].

MOTOCYKL (L)



Obr. 3.2 Členění kategorie L

3.3.1 Podrobná specifikace čtyřkolových motocyklů [10]

Lehké čtyřkolky (L_B)- čtyřkolky, jejichž hmotnost v nenaloženém stavu je menší než 350 kg, do čehož se nezapočítává hmotnost baterií v případě elektrických vozidel, dále, jejichž nejvyšší konstrukční rychlost nepřesahuje 45 kmh^{-1} a jejichž zdvihový objem motoru nepřesahuje 50 cm^3 u zážehových motorů nebo pro jiné druhy motorů maximální čistý výkon nepřesahuje 4 kW.

Čtyřkolky jiné než lehké tříkolky (L_F) - jejichž hmotnost v nenaloženém stavu nepřesahuje 400 kg nebo 550 kg u vozidel určených k přepravě nákladů, do čehož se nezapočítává hmotnost baterií v případě elektrických vozidel a dále, u nichž maximální čistý výkon motoru nepřesahuje 15 kW.

4 Problematika karoserií

4.1 Definice karoserie

Pojem „karoserie“ je nejčastěji popisován jako svrchní, vnější část automobilu [11]. Je však možné ji také popsat jako konstrukční skupinu celku, tzn. automobilu dále se skládajícího ze skupin podvozku a hnacího ústrojí.

4.2 Typy karoserií

Základní rozdělení vozidel podle typu karoserie, pohotovostní hmotnosti, apod. je závazně specifikováno právní normou č. 56/2001 Sb. Odborná veřejnost však využívá některé další níže uvedené termíny.

Následné rozčlenění karoserií do skupin je odvislé od základních určujících faktorů:

1/ dle tvaru a účelu [12]

- osobní - pro přepravu max. 9 osob (viz. kap. 4.2.1)
- pro hromadnou přepravu osob
- dodávkové karoserie s celkovou hmotností do 3,5 t
- nákladní karoserie
- speciální karoserie
- karoserie přípojných vozidel.

2/ dle vztahu k podvozku [12], viz. kap. 4.2.2

4.2.1 Druhy osobních karoserií

Tvar osobních karoserií závisí na parametrech:

- počtu přepravovaných osob
- množství přepravovaného nákladu
- účelu využití

Základní tvary karoserií (níže popsaná terminologie vychází z definice uvedené v legislativě [10]):

Sedan, Hatchback, Liftback, Limuzína, Kupé, Kabriolet, Roadster, Kombi, Osobní kombi

Vzhledem k rychlému rozvoji automobilového průmyslu v poslední dekádě jsou mezi odbornou veřejností známy další výrazy:

MPV (Multi Purpose Vehicle) - Víceúčelový vůz - shoduje se s pojetím pojmu „Velkoprostorové kombi“ dle [13] nebo „kombi“ dle [10]. Typickým zástupcem je např. legendární Chrysler Voyager, Volkswagen Sharan, Ford Galaxy. Kategorie také zahrnuje tzv. **Mini MPV** (2 řady sedadel, výška MPV), zástupcem je např. VW Touran.

SUV (Sport Utility Vehicle) - Sportovně užitkový vůz. Taktéž se shoduje s pojetím pojmu „Velkoprostorové kombi“ dle [13], má však většinou vyšší světlou výšku a tomu

odpovídající zaměření do lehkého terénu (ne vždy nebo vypínatelný systém pohonu 4x4). Zástupcem této třídy je např. VW Touareg (luxusní SUV), Renault Kangoo 4x4.

CUV - Crossover (Crossover Utility Vehicle) - Jedná se obecně o vozidla kombinující parametry více kategorií s ne úplně přesnými hranicemi. Typickým představitelem kategorie je Mercedes-Benz třídy R kombinující klasické kombi, MPV a SUV.

Microcar - kategorie vozů definovaná sdružením AFQUAD (European Association of the Manufacturers of QUADricycles) [14] dle požadavků evropské direktivy č. 2002/24 definující čtyřkolky (odpovídá kategorii L_E a L_B dle požadavků [10], viz. kap 5.1.3.1).

UNV (Ultra Narrow Cars) - zcela nová kategorie definovaná dle senátního návrhu v USA maximální šířkou vozidla 42 palců (cca 1066 mm) mezi krajními body. Jiné oficiální vymezení není zatím ustaveno [15].

4.2.2 Typy karoserií dle vztahu k podvozku

Primárním aspektem dělícím danou kategorii je konstrukční hledisko definující vzájemný vztah mezi konstrukčními skupinami. Jejich pevné nebo rozebíratelné spojení je základním určujícím parametrem.

Rozlišujeme základní typy karoserií [13, 16, 17]:

Podvozková - karoserie je upevněna na podvozkový rám, který je zcela nosný pro hnací i řídicí ústrojí a zachycuje veškeré síly a momenty působící od pohonného ústrojí a závěsů kol. Spojení karoserie s rámem je pružné, rozebíratelné, tlumící přenos akustických ruchů. Využívá se výhradně u nákladních automobilů, výhodou je modularita výroby.

Polonosná - karoserie je s rámem spojena pevně, rozebíratelně, podílí se na zachycení namáhání vznikajících při provozu vozidla. Tento model používají zejména vozidla s tzv. perimetrickým rámem.

Samonosná - karoserie spojená s rámem nerozebíratelně (nejčastěji svařované konstrukce), tvoří základní nosný prvek ostatních konstrukčních skupin (hnací a řídicí ústrojí, podvozkové skupiny). Tato skupina se dále dělí dle vnitřní struktury (s páteří, s podélníky, s předním nebo zadním nosičem, s úplnou nebo částečnou vnitřní kostrou).

4.3 Podvozkové rámy karoserií

Rám vozidla je nosná část vozidla vytvořená z různých nosných prvků [13]. Základní typy:

Rám žebřinový - „ladder chasis“ - typ využívaný zejména v minulosti, od 60. let minulého století jako běžný typ rámu, který je dodnes využívaný u automobilů kategorie SUV. Základním principem je využití dvou nosníků (podélníků) doplněných o příčné a boční výtuhy. Nevýhodou takových rámu je nízká torzní tuhost.

Rám úhlopříčkový - tvořen ze dvou přímých podélníků, příček a jedné dvojice úhlopříček ve střední části.

Rám křížový - přibližný tvar písmene „X“, tvořený dvěma sblížujícími se podélníky a příčkami.

Rám obvodový - rám se dvěma podélníky přibližně sledujícími obrys bočních stěn vozidla.

Páteřový rám - rám vozidla se středním podélným nosníkem.

Páteřový vidlicový - páteřový rám s rozdělením v oblasti uložení hnacího ústrojí.

Rám příhradový - původně vyvinutý rám pro závodní automobily, které byly vystaveny vyššímu zatížení. Jedná se o prostorový rám svařený většinou z profilů kruhového nebo případně čtvercového průřez. Tím je zajištěna vysoká tuhost. Nevýhodou je prostorová náročnost (vyžaduje specifickou konstrukci spojenou s celkovou koncepcí stroje a např. zhoršeným přístupem do kabiny) spojená s vysokou výrobní cenou a nemožností využití při velkosériové produkci z důvodu nemožnosti využití robotizované výroby.

Rám plošinový - součástí rámu jsou vyztužené plochy tvořící zároveň podlahu.

4.4 Požadavky na karoserie

Požadavky kladené na karoserie souvisí s funkcí, provozem a výrobou dopravního prostředku. Jejich přesné znění uvádí řada norem ČSN EN, ČSN ISO a ČSN (třída 30).
Základní požadavky lze shrnout do několika okruhů:

1/ Ochrana posádky a okolí

a/ ochrana před povětrnostními vlivy

b/ aktivní bezpečnost - opatření ke snížení možnosti vzniku nehody [18]:

- jízdní bezpečnost - vlastnosti zmenšující jízdní nedostatky - výkon a akcelerace,
- kondiční bezpečnost - opatření zajišťující jízdní pohodlí - mikroklima, hladina hluku, sezení, stimulace jízdní pohody
- pozorovací bezpečnost - výhledy z vozidla, osvětlení vozidla, pasivní viditelnost
- ovládací bezpečnost - umístění ovladačů, ovládací síly.

c/ pasivní bezpečnost - opatření ke zmenšení následků nehody [18]:

- vnější bezpečnost - snížení nebezpečí zranění ostatních účastníků dopravy (deformační vlastnosti, absorbery nárazové energie, ochranné systémy při srážce s chodcem, zaoblení vnějších hran, apod.),
- vnitřní bezpečnost - opatření vedoucí ke zmenšení zranění posádky (deformační zóny, zachování prostoru pro přežití, ochrana proti vymrštění osob, ochrana proti požáru)

2/ Estetika

- účelnost tvaru a provedení karosérie související s jeho určením,
- estetika vnějšího a vnitřního tvaru (souvisí s bezpečnostními a ergonomickými aspekty).

3/ Ergonomické požadavky

a/ Prostorové požadavky, sedění

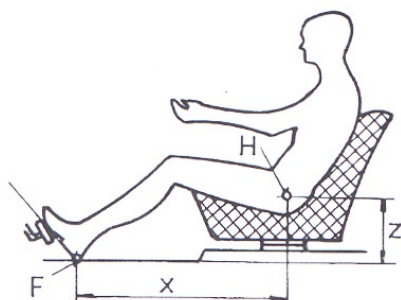
Poloha řidiče - určena vztahem mezi geometrií sedadla a polohou ovladačů. Určuje se podle vzájemné polohy vztažných bodů H, R, F v souřadné soustavě spojené s vozidlem [13]:

Bod H - vztažný bod sedění (ČSN 30 0720, ČSN 30 0725) - střed vzájemného otáčení nohou a trupu (poloha kyčelního kloubu). Pevně spojený s tělem.

Bod R - projektovaný vztažný bod sedění určený jako bod H umístěný v zadní a nejnižší poloze rozsahu seřízení sedadla. Představuje kolmý průmět bodu H na vztažnou svislou podélnou rovinu.

Bod F - patní bod je určen průsečíkem roviny souměrnosti pedálu, roviny podlahy vozidla a roviny tečné ke středu nášlapné plochy pedálu.

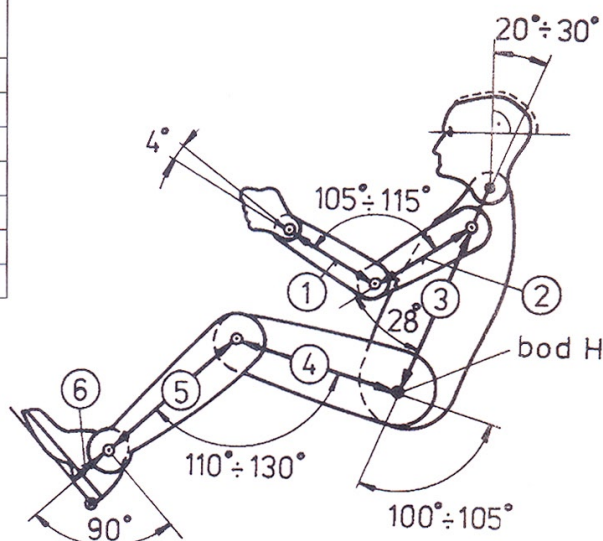
Charakteristika definující typ sedění pro různé kategorie vozidel je kvantitativně určena vodorovnou vzdáleností Bodů **H** a **F** (směr o_x) a svislou vzdáleností uvedených bodů, viz. Obr. 4.1, Obr. 4.2.



Obr. 4.1 Stanovení patního bodu a určení polohy sedění [13]

Kvalitu sedění lze určit porovnáním měřeného objektu a optimálního rozmezí úhlů částí těla při sedění dle doporučení norem SAE J 833a a normy VDI 2780 (rozměry figuríny). Nedodržením těchto doporučení může docházet ke stavu křečí, apod.

rozměr (mm)	5 % žena	50 % člověk	95 % muž
1	210	237	264
2	236	268	301
3	401	447	493
4	357	404	452
5	418	476	535
6	102	107	120
výška	1500	1650	1849



Obr. 4.2 Optimální rozmezí úhlů částí těla při sedění [13]

b/ Výhled

Výhledem z vozidla se rozumí především výhled řidiče. Optické informace získávané řidičem jsou závislé na fyziologii vidění.

Rozlišují se oblasti [13, 19]:

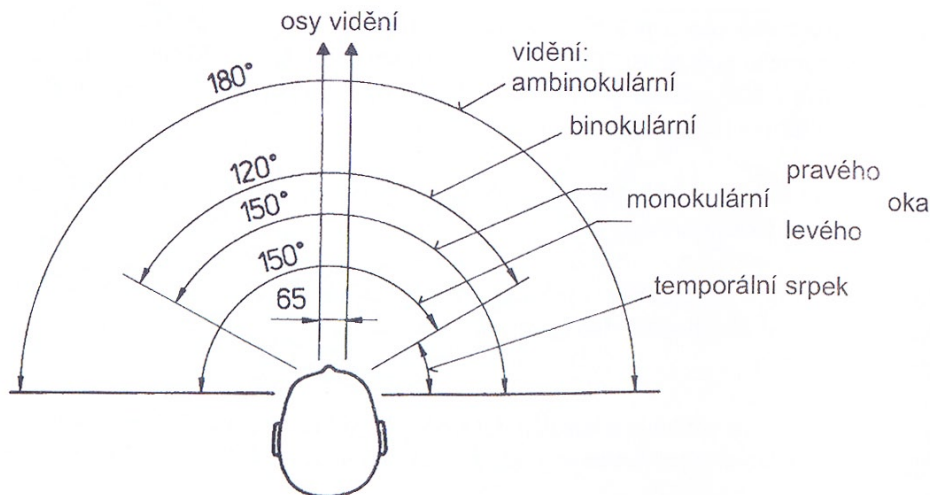
- zorné pole - část prostoru viditelná při klidném pohledu (oko a hlava se nepohybují) přímo vpřed jedním okem.

- pohledové pole - oblast vidění při pohybu pouze očí.
- rozhledové pole - oblast vidění při pohybu hlavy i očí.

Monokulární zorné pole - oblast vidění na frontální paralelní rovině jedním nepohybujícím se okem.

Binokulární zorné pole - oblast vidění obou očí zároveň (jejich monokulární pole se z velké části překrývají).

Temporální srpek - část binokulárního zorného pole, která je viditelná pouze jedním okem (periferní vidění v rozsahu přibližně 30°).



Obr. 4.3 Monokulární, binokulární a ambinokulární zorné pole ve vodorovné rovině [13]

Výhledy z vozidla jsou omezeny konstrukcí (sloupky A, B, příp. C, D). Určují se výhledové úhly: přímé (výhledy vně, na ovladače a sdělovače), nepřímé (viditelné pomocí zpetných zrcátek), mrtvý úhel (není vidět míjející vozidlo).

c/ Ovládání

Ovladače musejí splňovat fyziologická a ergonomická kritéria zajišťující hmatovou nebo optickou rozpoznatelnost [13, 19]:

- vhodné tvarování a typ ovladače odpovídající způsobu ovládání,
- dostupnost a přehlednost,
- umístění a velikost dle funkce (sdružení funkčně související ovladače), důležitosti a četnosti používání,
- pohybový soulad mezi funkcí a směrem ovládání,
- rozlišitelnost polohy a vzájemně dle barvy, kontrastu (značení), jasu.

Oblast dosažitelnosti ovladačů je určena prostorem, kde obsluha může vykonávat ovládací úkony beze změny polohy (se zapnutým bezpečnostním pásem) = **ergosféra**.

Dle četnosti používání byly experimentálně stanoveny prioritní skupiny ovladačů, jejichž poloha se při konstrukci řídí těmito pravidly.

Pro **sdělovače** platí obdobná pravidla:

- umístění v přímém poli výhledu,
- rozpoznatelnost dle barvy, jasu, kontrastu (popř. jejich změny),
- čitelnost a velikost minimálního detailu,
- velikost, poloha a tvar související se sdělovanou informací.

d/ Mikroklima

Ovlivňuje jízdní pohodu posádky (je v přímé souvislosti s aktivní bezpečností vozu).

Zahrnuje základní oblasti:

- vzduch v kabině (teplota, vlhkost, proudění vzduchu, složení vzduchu),
- přenos hluku do kabiny,
- přenos vibrací k posádce.

5 Analýza sériového řešení Mitsuoka MC-1

5.1 Parametry vozidla

Motor - zdvihový objem 50 cm³

- jednoválcový zážehový, dvoutaktní, 2 ventily
- výkon 4,4 kW (6k) při 6000 ot.min⁻¹

Karoserie - jednomístná dvoudílná laminátová, konstrukce podvozková

Rám - obvodový prostorový

Brzdový systém - bubnové hydraulické brzdy

Převodovka - variátor s možností jízdy vpřed a vzad

Řízení - hřebenové s přímou volantovou tyčí

Celková hmotnost: 160 kg

Celkové rozměry vozidla: délka: **1755 mm**

šířka: **1080 mm**

výška: **1455 mm**

Rozvor: **1110 mm**

Světlá výška: **130 mm**

Vzhledem výše uvedeným parametrům splňuje vozidlo Mitsuoka MC-1 veškeré předpoklady pro zařazení do kategorie microcars - lehké čtyřkolky, a tím také do kategorie L_B dle kap. 3.3 a [10].

Z uvedeného zařazení vyplývá, že vozidlo je možné řídit už od patnácti let věku s řidičským oprávněním skupiny A1 (malé motocykly do 50 ccm).

5.2 Koncepce vozu

Mitsuoka MC-1 je koncipována jako otevřené jednomístné vozidlo se sdruženým čelním a střešním panelem ochraňujícím řidiče před povětrnostními vlivy. Karoserie je tvořena dvěma laminátovými díly: monolitická spodní část vytvářející podlahu a přes vnitřní členění přechází z interiéru do vnější části karoserie a dále horní část tvořící již zmíněný štít zahrnující střechu.



Obr. 5.1 Stávající podoba Mitsuoka MC-1

Kvalifikace rámu a karoserie

Karoserie a rám stávajícího vozidla je ve srovnání s běžnými dopravními prostředky poněkud specifický, proto není možné dle všech parametrů zařadit v rámci existujících pojmů zcela jednoznačně.

Mitsuoka Kit Car je vystaven na obvodovém podvozkovém rámu prostorového charakteru z trubkových profilů.

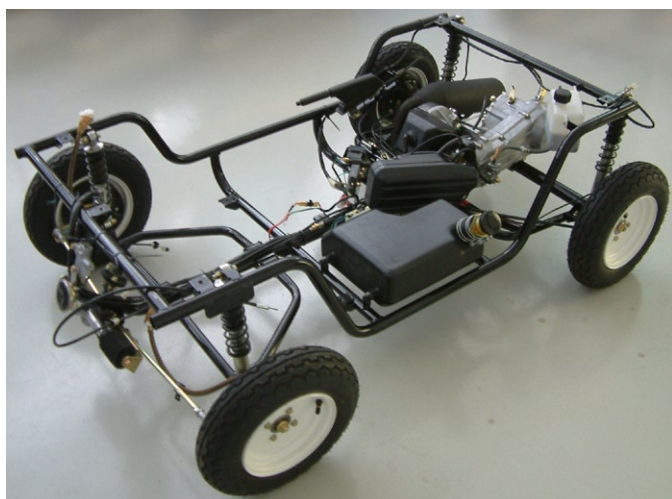
Karoserie se upevňuje na rám podvozku pružně, rozebíratelně a sama je nenesoucí pro funkční složky, tzn. jedná se o podvozkovou karoserii. Je nosnou pro sedačku řidiče, přístrojovou desku a její podpůrný rám, střešní část karoserie a její podpůrný rám (kolidující parametr odpovídající samonosnému typu karoserie s částečnou vnitřní kostrou).

Rozestavění funkčních prvků

Motor je umístěn v oblasti pod sedačkou řidiče a nad zadní nápravou spolu s dalšími prvky (převodovka, vzduchový filtr, olejová nádrž, výfuk).

V přední části se z funkčních prvků nachází pouze řízení a ovládací pedály (neseny karoserií), rozložení celkové hmotnosti je proto přenášeno zejména na zadní nápravu.

Ve střední části se nachází palivová nádrž spojená rozebíratelně s podvozkem.



Obr. 5.2 Stávající podvozek s funkčními prvky

Užitná hodnota

Vozidlo je svými vnitřními rozměry a umístěním sedačky předurčeno pouze pro jednu osobu, což je v souladu s dimenzováním ostatních konstrukčních skupin. Tato vlastnost je však omezující pro výsledné využití a například nástupu další osoby v průběhu překonávané vzdálenosti.

Jedním z důležitých parametrů stanovení užitné hodnoty je otevřená konstrukce karoserie. Omezuje využití dle klimatických podmínek pouze sezonně, popř. za vhodných povětrnostních podmínek, a tím dramaticky snižuje celkovou využitelnost.

Stroj není v sériové podobě modelu MC-1 vybaven žádnou odkládací uzamykatelnou nebo uzavíratelnou schránkou, čímž je výrazně sníženo potenciální využití.

Jedinou možností je odložení drobného nákladu do odkládacího prostoru za řidičem, který je však otevřený a vzhledem k pozici za sedačkou obtížně kontrolovatelný v průběhu jízdy. Druhou možností je využití "hluchého prostoru" vlevo od sedačky. Tato oblast je částečně tvarově uzpůsobena (zapuštěna) pro odkládání malých předmětů a v případě pohybu nákladu je hluk vznikající kontaktem s podlahou přenášen a zesilován v celé karoserii.

5.3 Bezpečnost

Vozidla Mitsuoka microcars jsou vystavěna v souladu s jejich tvarováním s nižší světloúsvětou ve srovnání s vozy vyšších tříd. Poloha řidiče je proto celkově nižší a proto také méně bezpečná v případě kolizních situací. Výrobce však úroveň bezpečnosti dle obecně uznávaných kritérií neuvásí (Euro NCAP, ADAC, ap.).

Dalším parametrem ovlivňujícím bezpečnost posádky je nižší hybnost soustavy vyplývající z výrazně nižších pohotovostních hmotností vozidel a jejich nižších rychlostí pohybu ve srovnání s běžnými vozidly silničního provozu. V případě kolize s autem vyšších tříd vozidlo snadno mění výslednou trajektorii pohybu a přebírá kinetickou energii.

Pasivní bezpečnost

Konstrukce vozidla vycházející z podvozkového rámu a nesené laminátové karoserie nemá zakomponovány do řešení zvláštní deformační zóny zvyšující pasivní bezpečnost vnější i vnitřní. Vzhledem k velmi malému půdorysu je účinek případně zakomponovaných výztuh do rizikových oblastí problematický z důvodu velmi malých vzdáleností od místa střetu k řidiči (velmi krátké deformační zóny).

Tuhost laminátové karoserie je (v případě kolize z kapotované strany - přední a zadní část) velmi nízká při současném tvarování v porovnání s ocelovými či hliníkovými částmi běžných typů karoserií (v případě osobní přepravy samonosné). Použitý ocelový rám dosahuje světlé výšky dle zatížení v nejvyšším bodě cca 450 mm, z tohoto důvodu by pravděpodobně v případě kolize dokázal pohltit deformační energii pouze omezeně, popř. nezabrání podjetí pod vozidla s vyšší světloúsvětou (nákladní vozidla, MPV, SUV). Vzhledem k absenci dveří a nosných rámu přístrojové desky a střešního panelu uchyacených ne k podvozkovému rámu, ale k laminátové části, je v případě bočního nárazu řidič chráněn pouze minimálně.

Vozidlo je sériově vybaveno pouze dvoubodovým bezpečnostním pásem uchyceným do plošné části laminátové karoserie. Účinnost takového bezpečnostního pásu je proto diskutabilní (možnost vytržení z karoserie, setrvačný pohyb hlavy a trupu v případě nehody). Sedačka je vybavena opěrkou hlavy, není však výškově stavitelná.

Model MC-1 není vybaven žádnými zadržovacími systémy reagujícími na stupeň deformace karoserie (airbagy).

Aktivní bezpečnost

Jízdní bezpečnost vozu je vlivem zařazení do kategorie motocyklů omezena zdvihovým obsahem souvisejícím s výkonem motoru (využita horní hranice kategorie). Brzdná účinnost je určena použitím bubnových brzd. Směrová stabilita a řízení souvisí z důvodu malého rozvoru a rozchodů s odezvou podvozku na profil trasy.

Otevřený charakter vozidla výrazně omezuje vliv na kondiční bezpečnost. Sedačka svou konstrukcí odpovídá spíše vozu vyšší třídy.

Pozorovací bezpečnost úzce souvisí s ergonomií pracoviště - výhledovými úhly. Výhled vpřed je značně snížen použitím laminátové konstrukce (A-sloupků) s technologií vlepění předního polykarbonátového skla vyžadující vytvoření stykových ploch vzájemným přesahem. Výhledy do boků a vzad lze díky otevřené karoserii kvalifikovat jako velmi dobré. Pasivní viditelnost je dána použitou barvou karoserie a kontrastem s pozadím (vyšší viditelnost žluté karoserie vs. modrá - symbolika upozornění) a osvětlením vozidla. Světlomety v zadní části jsou umístěny v horní pozici výrazně zlepšující viditelnost.

Nároky na ovládací bezpečnost klesají s využitím pouze základních ovládacích a sdělovacích systémů. Funkce ovládání světel je zcela automatická a aktivuje se sepnutím elektrického obvodu (spínací skříňe).

5.4 Ergonomie

Poloha vztažných bodů: Poloha vztažných bodů byla experimentálně stanovena s figurantem o výšce 175 cm. Sedačka řidiče (vztažný bod H) se nachází v zadní části vozidla za polovinou rozvoru a významně tak ovlivňuje rozložení hmotnosti za provozu. Vzdálenost bodů F a H vertikální (viz. kap. 4.4) ($x = 600$ mm) a horizontální ($y = 380$ mm) jsou menší než u nákladního auta (x) a přibližně dodávkového automobilu (y). Vzhledem k měření v nejjzdálenější poloze sedadla jsou výsledky zcela neodpovídající.

Pracovní prostor řidiče: Poloha řidiče byla taktéž experimentálně změřena se stejným figurantem a srovnána s požadavky optimálního rozmezí úhlů částí těla při sedění dle kap. 4.4. Výsledek neodpovídá těmto standardům zejména v oblasti kolen (87° - doporučené rozmezí $110-130^\circ$) a v oblasti loktů (122° - doporučené rozmezí $105-115^\circ$). Z tohoto měření vyplývá, že prostor pro řidiče neodpovídá nárokům průměrné lidské postavy, je zkrácen.



Obr. 5.3 Měření ergonomických parametrů s figurantem

Přístupové soustavy: Vlivem jednodílné spodní části karoserie současné řešení nezahrnuje téměř žádné servisní otvory (přístupy). Jedinými snadnými možnostmi přístupu je pomocí trojice ručně demontovatelných šroubů víko k baterii nebo demontáž sedačky z vozu přichycené čtveřicí šroubů. Přístup k doplnění paliva a oleje je přístupný pod víčky jednotlivých nádrží vně karoserie.

5.5 Design

Exteriér

Celkové tvarosloví vozidla využívá měkkých linií propojujících přední a zadní část ve spodní části exteriéru. Aplikované konvexní křivky navozují dojem průběhem křivek zvětšeného vnitřního prostoru a hravosti. Sklon karoserie logicky naznačuje směr pohybu ne příliš ostrým úhlem odpovídajícím koncepci a motorickému osazení vozidla. Klínovitost karoserie v čelním pohledu opticky rozkládá hmotnost do vystouplých bočních lemů kryjících přední i zadní kola, a tím zvětšuje optickou stabilitu stroje.

Vozidlo je poněkud nelogicky opticky zatíženo v zadní části sníženým tvarováním lemů blatníků. Při osazení řidičem se zvyšuje zatížení zadní nápravy a těžiště soustavy se posouvá nad tuto oblast. Drobný pokles způsobený uvedeným zatížením stupňuje dojem "těžkosti" už v neobsazeném stavu.

Výrazným prvkem karoserie je osazení obepínající celý obvod stroje. Jeho části tvořící lemy blatníků zvýrazňují kola a opticky snižují plochu vystavenou výše. Současně vytvářejí vpředu i vzadu krátký převis. Problematickým bodem je ukončení stěn karoserie v místě lemů, které při bližším pohledu prozrazuje malou tloušťku stěny a absenci podběhů. Osazení v přední a zadní části vytváří dojem zredukovaných nárazníků, jejich křivka je však poněkud narušena plošnými podstavami reflexních odrazových bodů nelogicky spjatých právě s osazením. Uvedený prvek má také funkci vyztužení v celém průběhu.

Samostatným prvkem karoserie je panel vytvářející čelní štít a zároveň střechu. Díl je nesen trubkovým rámem vzadu a šroubovými spoji ke spodní části karoserie vpředu. Vytváří se tak A-sloupky vyztužené prolisy zároveň odvádějícími vodu v případě deště. Jejich ukončení je řešeno plastikovou hranou vyztuženou ocelovým páskem, která zabraňuje zranění. Přejechání hrany do nekryté části a následného spoje se spodním dílem karoserie volbou jiného typu krytí (pryž) zbytečně upoutává pozornost, zejména u světlých laků karoserií. Lineární čelní linie horního dílu tvarově nekoresponduje s měkkým tvarováním blatníků spodní části.

Přejechání mezi polovinami je částečně narušen vloženými světlomety. Nápadné tvarování předních světlometů vyvolává pocit "živého drobečka" veselého pojetí nebo očí osvětlujících vozovku. Společně se směrovkami jsou výrazným prvkem spodní čelní části, která je jinak střídá a příjemně vypouklá.

Profil tvarování zadní části v oblasti určené pro umístění RZ bohužel nemá jasný vztah s čelním profilem a působí proto poněkud plošně. Také vlivem již zmíněných zadních lemů působí část zezadu obepínající sedačku navenek těžce. Schránka za sedačkou opticky neodlehčuje, spíše vytváří pocit snížené bezpečnosti při nárazu zezadu.

Výrazným členem snižujícím vizuální kvalitu celku je krytí opěrného rámu střechy. Trubkový profil shodující se s profilem podvozkového rámu je kryt molitanovými podélně dělenými dílci potaženými folií s možností obvodového slepení. Jednoduché řešení má za funkci krytí elektrických vodičů ke koncovým světlometům a směrovkám a zároveň dotykově stírá nepříjemný kontakt hmatový či optický s tvrdým a chladným ocelovým profilem. Částečně odkrytý profil rámu společně s elektropřívody naznačují základní problém - vzájemná nespojitost těchto segmentů. Typizované díly zadních světlometů jsou ve zcela jasném tvarovém vztahu se světlomety v přední části.

Design interiéru

Interiér vozidla je možné nazvat částí plnou rozporů a protikladů.

Zřejmě nejnápadnějším prvkem je syntetickou kůží potažená sedačka proporcí odpovídající automobilům vyšších tříd. Její tvarování a zhmotnění vyvolává pocit možnosti jízdy na dlouhé vzdálenosti a je silně kontrastní např. k vnitřnímu povrchu střechy, který je vlivem technologie laminování nepřesný a vyvolává uvnitř silně pocit velmi levného automobilu.

Sekundárním výrazným prvkem je téměř ortogonální tvarování podlahové plochy (prolisy a krytí funkčních prvků) ve vztahu k měkkému tvarování exteriéru.

Vztah designu a technologie výroby

Výsledné tvarování je částečně ovlivněno technologií výroby. Zejména spodní část karoserie je tvořena jedním dílem s bohatým členěním designérským, konstrukčním (prolisy a osazení za účelem zvýšení tuhosti) a technologickým.

Laminátové díly jsou vyráběny laminací do negativních forem, které je třeba po vytvrnutí pojidel vyjmout.

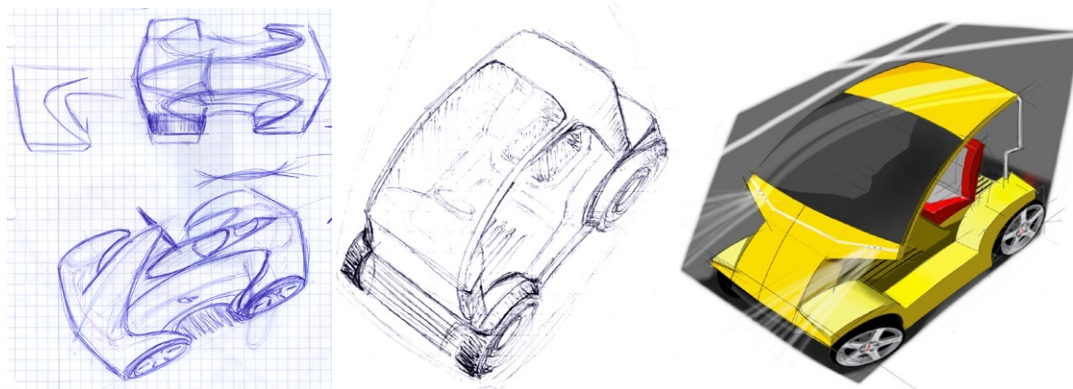
Sériová karoserie MC-1 je při bližším prozkoumání zjevně zaformována ve směru vertikálním. Základním vodítkem jsou úkosy v rovinách kolmých ke směru odformování.

Blok přístrojové desky byl dle organického tvarování vyráběn metodou vakuového lisování přes formu. Výhodou takové metody je možnost tvarové různorodosti omezené tloušťkou stěny vytvořené skořepiny, dále opět směrem zaformování a odformování a omezení minimálním rádiusem mezi plochami. Probletické jsou oblasti s nutností vložit jádra k vytvoření otvorů, kde je následně patrná tloušťka stěny bez zahranění.

6 Metodika postupu řešení

Zvolený postup disertační práce a dosavadní provedené kroky:

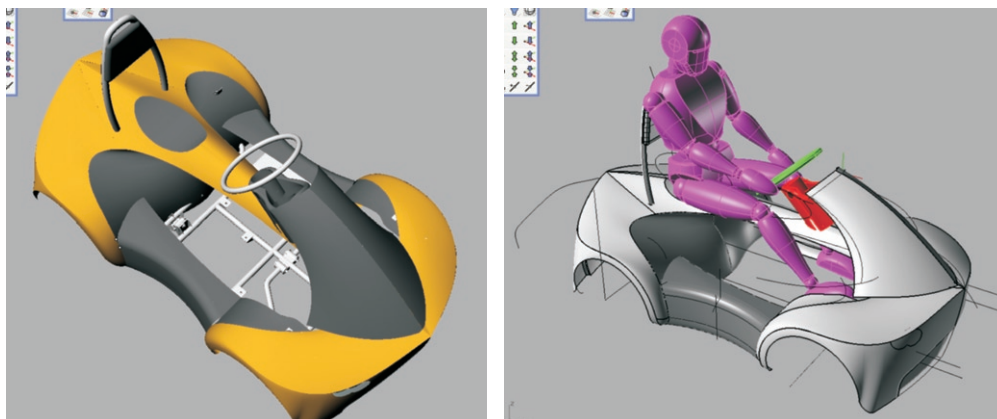
- 1/ Analýza současné podoby, analýza problematiky s tématem související.
- 2/ Stanovení vstupních podmínek a parametrů (určené podvozkovým rámem a funkčními prvky).
- 3/ Kresebné skici.
- 4/ Tvarování pomocí modelářské hlíny (clay) v měřítku 1:5 a 1:10.
- 5/ Převod variantních řešení do digitální 3D podoby.



Obr. 6.1 Kresebné skici ruční a pomocí LCD tabletu



Obr. 6.2 Ukázka modelů z modelářské hlíny



Obr. 6.3 Variantní řešení nového designu.

Další postup řešení:

- 6/ Získání přesných vstupních dat připojovacích rozměrů metodou 3D scanningu a převod dat z polygonální formy do NURBS.
- 7/ Přesné vymodelování do digitální podoby.
- 8/ Výpočet vizualizací.

Uvedená metodika byla využita při řešení grantového projektu FV FSI (BD 1363038 - Návrh interiéru vozu Mitsuoka Kit Car), jehož řešení se stává součástí řešení disertační práce.

7 Dílčí cíle vyplývající z dosavadní úrovně řešení

Výsledné řešení sleduje dílčí cíle a aspekty:

- dodržení charakteru malého vozidla vycházející z jeho určení pro městský provoz a přepravu jedné osoby s minimálním nákladem,
- dodržení charakteru malého ekonomicky nenáročného vozidla s jednoduchou konstrukcí,
- dodržení a zlepšení ergonomických parametrů vycházejících z prostorových nároků průměrné lidské postavy,
- respektování technologických a výrobních požadavků pro možnou realizaci návrhu včetně připojovacích soustav a prvků (podvozkový rám, brzdový obvod, ovládací pedály, řízení, apod.),
- začlenění požadavků výuky na snadnou rozebíratelnost do jednotlivých konstrukčních skupin v cílovém návrhu,
- vylepšení přístupových soustav pro servisní účely.

- [1] Bowler, M., Guzzardi, G., Rizzo, E. - Velká kniha automobilů. 1. vydání. Rebo Productions CZ, 2003. 634 str. ISBN 80-7234-313-0.
- [2] Kindersley, D. - Eyewitness Guides. Car. 1. vydání. Gallimard Editions, 1990. ISBN 80-86144-28-3.
- [3] Soukup, J. - Lidová vozítka - perspektivní kategorie vozidel nebo omyl historie? Motor journal, č. 13, 2001, 2. ročník.
- [4] <http://www.laptop-laptop.de/produkte/kfz/bmw-isetta.php>
- [6] Weiner, B. - Microcar museum Inc., 2007, <http://www.microcarmuseum.com/index.html>
- [5] 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.
- [7] Čermák, L. - Ligier Be Two - z jiného soudku, dostupné na <http://news.auto.cz/aktuality/ligier-be-two-z-jineho-soudku.html>
- [8] Vyhláška 341/2002 Sb. o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích.
- [9] Zákon 56/2001 Sb. o provozu na pozemních komunikacích.
- [10] Vyhláška 341/2002 Sb. o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích. Příloha 18: Podrobné rozdělení druhů vozidel, používání názvů a zkratk druhů vozidel pro vyplňování technických průkazů, technických osvědčení a schvalovacích dokumentů k vozidlům
- [11] Klimeš, L. - Slovník cizích slov. 4. vydání. SPN, 1987. 816 str.
- [12] Vlk, F. - Karosérie. 2. vydání. Vysoké učení technické v Brně, 1987. 131 str.
- [13] Vlk, F. - Karosérie. 1. vydání. Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 2000. 245 str. ISBN 80-238-5277-9.
- [14] Anonym - The european directive 2002/24 applies to „quadricycles“, dostupné na <http://www.afquad.com/htm/uk/categories.htm>
- [15] Woodbury, R. - The benefits of Ultra-Narrow Vehicles, dostupné na <http://www.commutercars.com/>
- [16] Apetaur, M., Hanke, M., Rost, M., Kejval, Z. - Karosérie. 2. vydání. Vydavatelství ČVUT, 1993. 150 str. ISBN 80-01-00955-6.
- [17] Špánik, M. - Karosérie. 4. vydání. Vydavatelstvo STU v Bratislave, 1998. 210 str. ISBN 80-227-1058-X.
- [18] Philippi, M., Kováč, M. - Inovácie v karosériách. Zborník Vývojové trendy v automobilovom priemysle. Inovačné centrum automobilovej výroby, 2003. str. 20-25.
- [19] Král, M. - Ergonomie a její užití v technické praxi. 1. vydání. AKS, 1994. ISBN 80-85798-35-7.
- [20] Zákon 56/2001 Sb. o provozu na pozemních komunikacích. Příloha: Rozdělení vozidel do kategorií.
- [21] Kratochvíl, J.: Problematika designu malých městských vozidel, 47. mezinárodní konference kateder částí a mechanismů strojů, sborník prací, Praha 2006, str.181-184. ISBN 80-213-1523-7
- [22] Kratochvíl, J., Paloušek, D. - Návrh designu přístrojové desky pro jednomístné vozidlo Mitsuoka Kit Car. Autodesk Academia Fórum 2006. Brno 2007. Vysoké učení technické v Brně, Centrum vzdělání a poradenství. 145-148 p. ISBN 978-80-214-3335-9.

