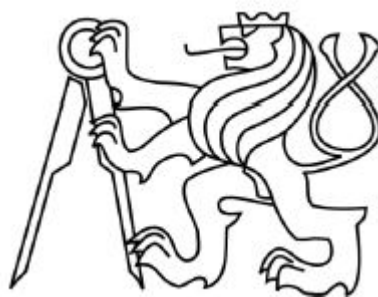


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

---

FAKULTA STROJNÍ  
ÚSTAV AUTOMOBILŮ, SPALOVACÍCH MOTORŮ A KOLEJOVÝCH  
VOZIDEL



**Diplomová práce**

**Koncepční řešení prostoru posádky vozu kategorie GT**

**Conceptual solution of package for GT car**

Praha, 2017

Bc. Miloš Mundil

# Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem „Koncepční řešení prostoru posádky vozu kategorie GT“ vypracoval samostatně pod vedením Ing. Jana Baněčka, Ph.D., s použitím literatury uvedené na konci této mé práce v seznamu použité literatury.

V Praze dne .....

.....

Miloš Mundil

---

# Poděkování

Děkuji svému vedoucímu Ing. Janu Baněčkovi, Ph.D. za hodnotná a přínosná doporučení, která udávala směr a výslednou podobu této práce. Dále za zprostředkování komunikace se společností Praga, která mi k části práce poskytla svá data a které je má práce, věřím, přínosem. V neposlední řadě pak děkuji své rodině, a to zejména svým rodičům, za podstatnou podporu po celou dobu mého studia.

---

# Anotační list

Jméno autora:	Miloš Mundil
Název DP:	Koncepční řešení prostoru posádky vozu kategorie GT
Anglický název:	Conceptual solution of package for GT car
Akademický rok:	2016/2017
Studijní program:	Strojní inženýrství
Obor studia:	Dopravní, letadlová a transportní technika
Zaměření:	Motorová vozidla
Ústav:	Ú12120 - Ústav automobilů, spalovacích motorů a kolejových vozidel
Vedoucí BP:	Ing. Jan Baněček, Ph.D.
Bibliografické údaje:	počet stran            64 počet obrázků        63 počet tabulek        7 počet příloh           0
Klíčová slova:	pracoviště řidiče, ACO, LMP3, FIA, skupina CN, kategorie GT, automatické generování sestav, CATIA V5
Keywords:	driver's workspace, ACO, LMP3, FIA, group CN, automatic assembly generation, CATIA V5
Anotace:	Tato práce studuje technické předpisy kategorie LMP3 a skupiny CN, porovnává je s předpisy ECE. Přináší návrh 3D modelů pro automatické generování sestav. Ukazuje použití těchto modelů pro kontrolu prostoru posádky existujícího vozu.
Abstract:	This theses studies technical regulations of category LMP3 and group CN, compares them with regulations of ECE. It designs 3D models for automatic assembly generation. It shows usage of the models for chcecking driver's workspace of existing car.

---

# Obsah

1 Úvod.....	7
2 Základní informace.....	9
2.1 Metodika programu RIDIC15 .....	9
2.2 Kategorie LMP3.....	11
2.3 Skupina CN.....	12
2.4 Porovnání předpisů ECE, LMP3 a CN .....	12
3 Znění předpisů prostoru posádky.....	16
3.1 Kategorie LMP3.....	16
3.2 Skupina CN.....	25
4 Návrh geometrické interpretace předpisů .....	29
4.1 „kvadr.CATPart“ .....	30
4.2 „vyhled.CATPart“ .....	33
4.3 „plocha.CATPart“ .....	37
4.4 „kokpit_prostor_pro_hlavu_LMP3.CATPart“ .....	39
4.5 „kokpit_sirka_v_loktech_LMP3.CATPart“ .....	41
4.6 „otvor_dveri_LMP3.CATPart“ .....	43
5 Ukázka použití 3D modelů pro kontrolu prostoru posádky vozu Praga R1 .....	45
5.1 Kontrola předpisů ECE .....	47
5.2 Kontrola předpisů LMP3 .....	48
5.3 Kontrola předpisů skupiny CN .....	55
6 Diskuze možností kombinace předpisů.....	58
7 Závěr.....	60

---

# 1 Úvod

Návrh vozu je velmi komplexní činností, se kterou se pojí mnohá omezení. Tato omezení se spolu s časem vyvíjejí a my je můžeme rozdělit do dvou skupin. Do první skupiny by patřila omezení vyplývající ze současných výrobních a technologických postupů, materiálů – jedná se tedy o omezení současným stavem techniky. Ve druhé skupině bychom pak mohli vidět omezení vyplývající z platné legislativy a technických předpisů.

Předpisy jsou do jisté míry mnohem více svazující i proto, že se zaměřují na konkrétní typ navrhovaného vozu, jeho určení. Technické předpisy hovoří o podobě jednotlivých částí vozu často velmi podrobně, v podstatě určují podobu dané kategorie. Vozidla určená k provozu po pozemních komunikacích musí nutně (v kontextu našeho evropského kontinentu) splňovat homologační požadavky dané Evropskou hospodářskou komorou (anglicky Economic Commission of Europe, dále jen ECE). Evropská směrnice definuje např. kategorii M (osobní vůz), G (terénní vůz), N (nákladní vůz). [1] Vedle vozů určených k provozu po pozemních komunikacích však existují i vozy závodní, které musí splňovat technické předpisy vztahující se ke konkrétním soutěžím a které vydávají automobilové organizace. Tyto organizace jsou ve většině případů sdruženy pod Mezinárodní automobilovou federací (FIA). Pro představu můžeme uvést například vozy Formule 1, vozy kategorie FIA GT, LMP3, skupiny CN, vozidla pro autocross, závodní tahače.

Tato diplomová se, jak z názvu vyplývá, zabývá koncepčním řešením prostoru posádky vozu kategorie GT. Písmena GT jsou v tomto kontextu použita jako zkratka pro výraz Gran Turismo (anglicky Grand Touring), což je označení nejčastěji pro „dvoudveřové kupé s celkově dvěma či čtyřmi sedadly“[2]. V souvislosti této práce je výraz použit ve smyslu označení silničního sportovního vozidlo, které může splňovat

podmínky provozu po pozemních komunikacích (Obr. 1), ale i nemusí (Obr. 2).



Obr. 1 – Ford GT

Já se v této práci do různé míry zabývám předpisy týkající se prostoru posádky stanovených ECE, kategorie LMP3 a skupiny CN. V první fázi své práce se zabývám možností rozšíření programu RIDIC15 o generování 3D sestav modelů, které by zobrazovaly předpisy LMP3 a CN. V další části se pak zabývám praktickým použitím vytvořených modelů, konkrétně těmito modely podrobuji kontrole již existující vůz Praga R1. V neposlední řadě pak uvádím i možnosti kombinací těchto předpisů a omezení z nich plynoucí.



Obr. 2 – vůz kategorie LMP3

## 2 Základní informace

Pro návrh prostoru posádky vozu dle předpisů ECE je na ú12120, ČVUT v Praze, rozvíjena metodika zpracovaná do programu nazvaného RIDIC15. Tento program na základě zvolených vstupních parametrů prostoru posádky automatizovaně vygeneruje sestavu 3D modelů v programu Catia tak, aby vyhovovala parametrům zvolených uživatelem a zároveň požadavkům zvolené sestavy předpisů. Takové modely byly přímo k tomuto účelu vytvořené, v podstatě zobrazují sledované předpisy v podobě geometrických objektů. V první části této práce se zabývám vymyšlením a tvorbou 3D modelů, o které by bylo možné tento program rozšířit i pro zobrazení předpisů kategorie LMP3 a skupiny CN.

### 2.1 Metodika programu RIDIC15

Pro snazší pochopení mé práce nejdříve ve stručnosti představím způsob, jakým je metodika tvorby prostoru posádky zpracována v programu RIDIC15.

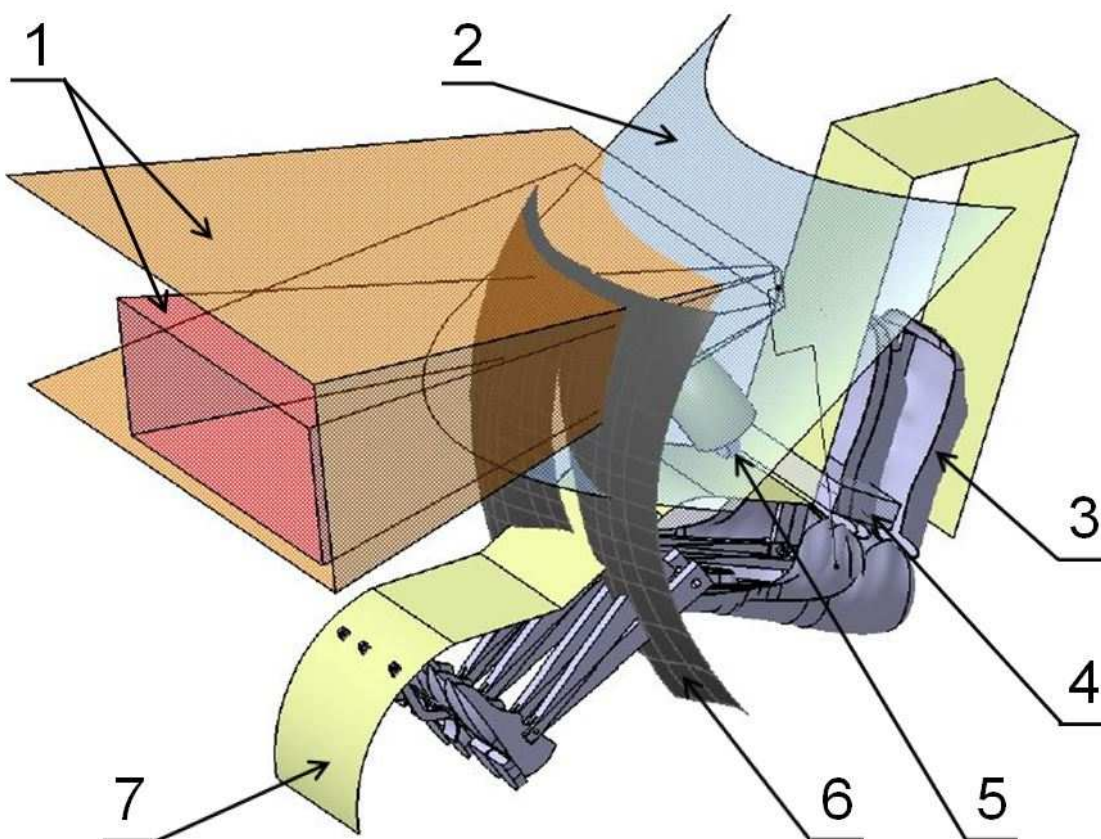
V současnosti jsou programem RIDIC15 zpracovány předpisy ECE. V samotném počátku návrhu prostoru posádky je nutné zvolit vstupní parametry, jedná se proto v tomto případě o polohu sedění, která se odvíjí především od typu vozu. Polohu sedění určuje sklon nastavení opěradla. To vše vyplývá z omezení parametrů stanovených předpisy (v současnosti pouze předpisy ECE). V prostředí Matlab je vytvořen program, který následně, na základě těchto údajů, v korelaci s předpisy ECE, dopočítá hodnoty potřebné pro definování rozměrů již vytvořených 3D modelů programu Catia. V programu Catia bylo rovněž vytvořeno makro, které při dodržení daných pravidel (dodržení adresářové struktury, pojmenování) tyto vypočítané hodnoty přenesou do připravených 3D modelů, ze kterých nakonec vygeneruje kompletní sestavu pracoviště řidiče (Obr. 3). [3]

Mým úkolem je, na základě znalosti předpisů LMP3 a skupiny CN, vymyslet a vytvořit další 3D modely, které by v budoucnu, po úpravě části, která je napsána v programu Matlab, umožnily zahrnout vedle požadavků předpisů ECE i předpisy LMP3 a CN, čímž by byla umožněna tvorba sestav vyhovujících různým kombinacím těchto předpisů. Takové modely musí být vytvořeny specifickým a přesně definovaným způsobem.,

Základním požadavkem je, aby byly modely parametrické, a všechny tyto parametry byly zapsány v „DesignTable“, což je soubor s příponou \*.xls, který je přímo svázán s parametry modelu vytvořeného v softwaru Catia. Změna číselné



hodnoty parametru v souboru \*.xls se totiž automaticky projeví ve změně hodnoty parametru modelu samotného. Dodržení tohoto je důležité s ohledem na zajištění správné funkce vytvořeného makra. Mezi další základní požadavky patří existence druhého souřadného systému v každém takovém modelu. K tomuto vloženému souřadnému systému je celý model vytvářen a vazben, což nám umožňuje měnit polohu modelu v prostoru zavedením šesti transformačních parametrů. Tři z těchto parametrů zaručují posuv modelu ve třech osách. Jsou to parametry „Sx“ (posuv ve směru x), „Sy“ (posuv ve směru y) a „Sz“ (posuv ve směru z). Další tři transformační parametry zaručují natočení modelu. Jedná se o parametry „Euler1“ (1. Eulerův [precesní] úhel), „Euler2“ (2. Eulerův [nutační] úhel) a „Euler3“ (3. Eulerův [rotační] úhel). Podrobný návod pro postup při tvorbě modelů je v diplomové práci Parametrický CAD model pracoviště řidiče, od strany 8 (viz [3]).



Obr. 3 – Sestava pracoviště řidiče vygenerovaná programem RIDIC15

- 1 – výhledy čelním oknem, 2 – čelní okno, 3 – figurína, 4 – šířka v loktech,  
5 – volant s obálkou volantu, 6 – operační dosahv, 7 – obálka řidiče

## 2.2 Kategorie LMP3

Zkratka LMP je tvořena prvními písmeny slov pojmenování „Le Mans Prototype“. Takto jsou označovány závodní vozy speciálně navržené pro účast v závodech série Le Mans a FIA World Endurance Championship. Podoba těchto vozů byla stanovena technickými předpisy vydanými organizací ACO (The Automobile Club de l'Ouest; anglicky Automobile Club of the West). Vozy kategorie LMP jsou uvažovány jednu třídu nad závody vozů kategorie Grand Tourer, které obvykle vycházejí z produkčních. [4]

Kategorie LMP3 byla poprvé představena v roce 2015. Jedná se o vozy s uzavřeným skořepinovým samonosným kokpitem (monokok), jejichž podvozek může být zkonstruován libovolnou společností, pro všechny vozy však předpisy stanovují jednotný pohonný agregát. Kategorie LMP3 má sloužit novým závodníkům a týmům jako vstupní brána do vytrvalostních závodů, počítá se s jejich postupem do vyšších kategorií, tedy do LMP2 a později do nejprestižnější LMP1. [5] [4]

Myšlenka otevřít kategorii LMP3 širší veřejnosti se přizpůsobily i předpisy prostoru pro posádku. Ve vozech LMP3 je o něco málo více místa než ve vozech LMP2, aby bylo umožněno vůz pohodlně řídit i amatérským závodníkům, kteří nejsou pod neustálým tréninkem a nesledují každý kilogram své hmotnosti. [6]

S ohledem na skutečnost, že předpisy byly vydány v relativně nedávné době, jsou i požadavky vyplývající z pravidel definovány současnými konstrukčními nástroji. Omezení jsou již v předpisech zobrazena prostorovými objekty, které byly vymodelovány v některém z CAD programů. S použitím objektů definovaných v předpisech LMP3 se s největší pravděpodobností počítá již při samotném návrhu vozu. Všechny objekty jsou navíc kótovány buďto ke dvěma definovaným rovinám (referenční rovina na spodní straně vozu a zadní stěna monokoku) nebo k sobě samým. Dohromady pak vytváří sestavu modelů. (Obr. 9, Obr. 10), kolem které lze začít s projekcí vozu. Metodika tvorby předpisů LMP3 tedy v podstatě odpovídá metodice programu RIDIC15.

## 2.3 Skupina CN

Kategorie závodních vozů nesoucí označení „skupina CN“ byla představena již na počátku 90. let 20. století asociací FIA (Fédération Internationale de l'Automobile; anglicky International Automobile Federation). Tyto vozy mohou mít otevřený nebo uzavřený kokpit. Způsob konstrukce rámu vozu není přesně specifikován, předpisy hovoří pouze o „survival cell“ (v českém překladu předpisů „kabina pro přežití“), která musí být schválena FIA. Ta může být v zásadě tvořena jak ocelovým rámem, tak i kompozitní skořepinou. Je povoleno použít více než jeden typ motoru, musí však podléhat danému schválení. V rámci rozdělení předpisů dle FIA patří skupina CN do Kategorie II, například spolu se skupinou vozů GT3. Vozy skupiny CN jsou často k vidění při závodech do vrchu a vedle toho samozřejmě také při soutěžích na asfaltových okruzích. Předpisy skupiny CN jsou v různých úpravách platné pro různé šampionáty, například pro Radical European Masters či francouzský V to V. [7]

Stejně jako jiné předpisy, i podoba předpisů CN je poplatná době svého vzniku. Požadavky rozměrové i jiné jsou tu popsány z velké míry přímo v textu, slovně, převážně bez obrazového doprovodu. Mnohdy složitými větnými konstrukcemi se sporným výkladem. Splnění požadavků je posléze kontrolováno 2D šablonami, které jsou definovaně přikládány na jednotlivé části vozu.

## 2.4 Porovnání předpisů ECE, LMP3 a CN

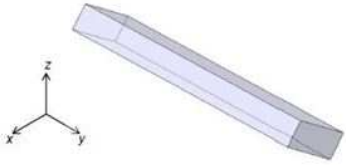
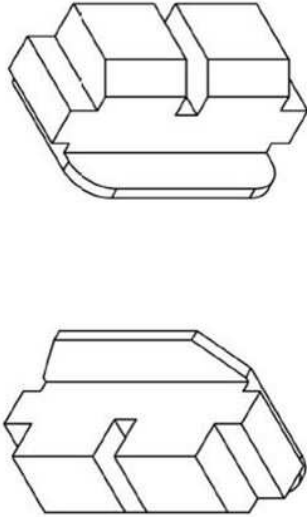
Na začátku práce jsem vytvořil seznam oblastí pracoviště řidiče, o kterých se předpisy zmiňují a kterým se budu věnovat v další práci. Část těchto oblastí se shodovala s prvky již zpracovanými v rámci programu RIDIC15, některé další byly přidány. Přehled o tom, zdali jsou dané oblasti zahrnuty v předpisech a případně jakým způsobem, přináší Tab. 1. Úplné znění předpisů pak přináší kapitola 3.

Pro představu o rozdílném podání téhož prvku v jednotlivých předpisech také uvádím srovnání znění předpisů pro šířku v loktech, výhledu čelním oknem, výhledu bočními dveřmi a prostoru pro nohy. Taková srovnání stála na počátku mé práce, na tomto základě jsem později přešel k vymýšlení modelů, které by respektovaly podobnosti ve znění předpisů. Ideálně tak, aby existoval jeden model pro danou oblast předpisů, který by byl schopen změnou svých parametrů celou oblast obsáhnout. O této myšlence se již od samého počátku dalo mluvit jakožto o utopické, nicméně cíl tomuto se přiblížit, zůstal.

PRACOVNÍŠTĚ ŘIDIČE - seznam prvků				
Název prvku pracoviště řidiče		Prvek zahrnut v předpisech		
		ECE	LMP3	CN
Modely zpracované v RIDIC15	<b>PEDÁLY</b>	ANO	ANO (tak, aby nohy za osou předních kol)	ANO (tak, aby nohy za osou předních kol)
	<b>OBÁLKA ŘIDIČE</b>	ANO	NE	NE
	<b>PROSTOR PRO ŘAZENÍ</b>	ANO	NE	NE
	<b>ŠÍŘKA V LOKTECH</b>	ANO	ANO	ANO
	<b>VÝHLEDY</b>	ANO	ANO	ANO
	<b>VOLANT</b>	ANO	ANO (vzdálenost palubní desky od volantu)	NE
	<b>PŘEDNÍ OKNO</b>	ANO	NE	ANO (pro dodatečnou kontrolu výhledu)
	<b>OPERAČNÍ DOSAHY</b>	ANO	NE	NE
Prvky nové	<b>VÝHLED BOČNÍMI DVEŘMI</b>	NE	ANO	ANO
	<b>PROSTOR PRO NOHY</b>	NE (určen pedály)	ANO	ANO
	<b>OTVOR DVEŘÍ</b>	NE	ANO	ANO
	<b>OBJEM KOKPITU</b>	NE (určen obálkou řidiče)	ANO	NE

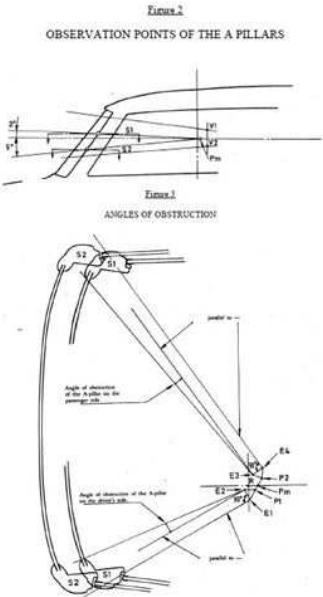
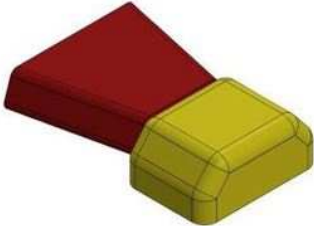
Tab. 1 – Přehled prvků pracoviště řidiče v jednotlivých předpisech

Na Obr. 4 je srovnání znění předpisů, které definují šířku v loktech. Pro předpisy ECE byl navržen model kvádra. V předpisu LMP3 figuruje prostorový objekt, jehož maximální rozměr udává právě onu šířku v loktech. Je však šablonou vázán i k okolnímu prostoru v kokpitu. V předpisech CN se mluví o kontrole šířky v loktech vodorovně umístěným kvádrem o specifikovaných rozměrech. To se víceméně shoduje s předpisy ECE. Je tedy šance na zachování původního modelu.

ECE	LMP3	Skupina CN
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Šířka v loktech definována rozměrem v ose y .</li> <li>• Pokud je sedadlo polohovatelné, musí platit v celém jeho rozsahu.</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definován polohou 3D šablony.</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kvádr vodorovně umístěný.</li> <li>• Šířka 1 100 x výška 100 x délka 250 mm.</li> </ul>

Obr. 4 - Základní porovnání - šířka v loktech

Dále se podíváme na předpis výhledu čelním oknem (Obr. 5). V rámci předpisů ECE se jedná o výseč prostoru vycházející přibližně z místa očí řidiče, kterou lze snadno ohraničit plochami. Pro LMP3 je velikost čelního výhledu přímo určena definovaným objektem (na Obr. 5 tmavě červený). Pro CN je kontrola předního okna popsána slovně, má několik částí.

ECE	LMP3	Skupina CN
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 50 mm svisle od nejvyššího bodu průhledné části skleněná plocha šířku min 250 mm na těživě na obě strany od podélné osy vozu.</li> <li>• Křivka horní hrany je konvexní.</li> <li>• Do výhledu musí být možno umístit obdélník 100 x 950 mm, střed obdélníku 300 mm od nejvyššího bodu střechy.</li> </ul>

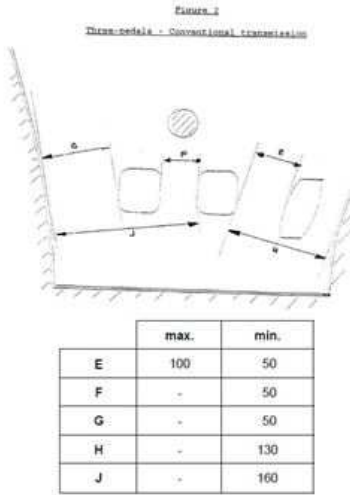
Obr. 5 – Základní porovnání - výhled čelním oknem

U výhledů boční dveřmi (Obr. 6) je situace obdobná. V ECE požadavek na boční výhled definován není. U LMP3 jsou boční výhledy opět tvořeny 3D modely o daných rozměrech. Předpisy skupiny CN se kontrolují přiložením šablony, která stanovuje minimální velikost průhledné plochy. Druhá šablona kontroluje panel dveří, který musí být odlišný od panelu průhledné části.

ECE	LMP3	Skupina CN
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Není definován</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Okenní výplň: <ul style="list-style-type: none"> <li>• min. 400 x 250 mm</li> <li>• max. R 50 mm</li> </ul> </li> <li>• Rám dveří: <ul style="list-style-type: none"> <li>• min. 500 x 300 mm</li> <li>• max. R 150 mm</li> </ul> </li> </ul>

Obr. 6 - Základní porovnání - výhled bočními dveřmi

Prostor pro nohy předpisy opět definují různě (Obr. 7). Pro ECE je uvedena minimální rozteč pedálů, v otázce nášlapných ploch pedálů však nikterak tato norma přísná není. Pro LMP3 je předepsáno vložení objektu tvořeného šesti stěnami na sebe kolmými s danými rozměry. Naproti tomu prostor pro nohy skupiny CN je určena obdélníkovou šablonou s daným minimálním obsahem a délkou hrany, která je tažena od plochy pedálů k průmětu volantu, přičemž není řečeno, že by pohyb šablony musel probíhat po přímce.

UNECE	LMP3	Skupina CN																		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dána rozteč pedálů</li> </ul>  <table border="1" data-bbox="343 1814 598 1982"> <thead> <tr> <th></th> <th>max.</th> <th>min.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E</td> <td>100</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>-</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>G</td> <td>-</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td>-</td> <td>130</td> </tr> <tr> <td>J</td> <td>-</td> <td>160</td> </tr> </tbody> </table>		max.	min.	E	100	50	F	-	50	G	-	50	H	-	130	J	-	160	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kvádr vložený do prostoru pro nohy</li> <li>• x: od nejzazší polohy (sešlápnutý plynový pedál) až po vertikálně promítnutý střed volantu</li> <li>• y: min 330 mm</li> <li>• z: min 370 mm</li> <li>• Doplněno výčtem prvků, které do tohoto prostoru smí zasahovat, viz 14.1.3. b)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Řez plochou rovnoběžnou s plochou yz musí mít obsah min 750 cm<sup>2</sup></li> <li>• Rozměry šablony min 250 x 250 mm</li> <li>• Tyto řezy budou vedeny prostorem od povrchu pedálů až k vertikálnímu promítnutí středu volantu</li> </ul>
	max.	min.																		
E	100	50																		
F	-	50																		
G	-	50																		
H	-	130																		
J	-	160																		

Obr. 7 - Základní porovnání - prostor pro nohy

## 3 Znění předpisů prostoru posádky

V následující části práce uvádím přehledně zpracovaná omezení vyplývající ze studovaných předpisů, tedy LMP3 a skupiny CN. Předpisy ECE byly již zpracovány při tvorbě metodiky programu RIDIC15, proto jim mnou není věnována rovnocenná pozornost.

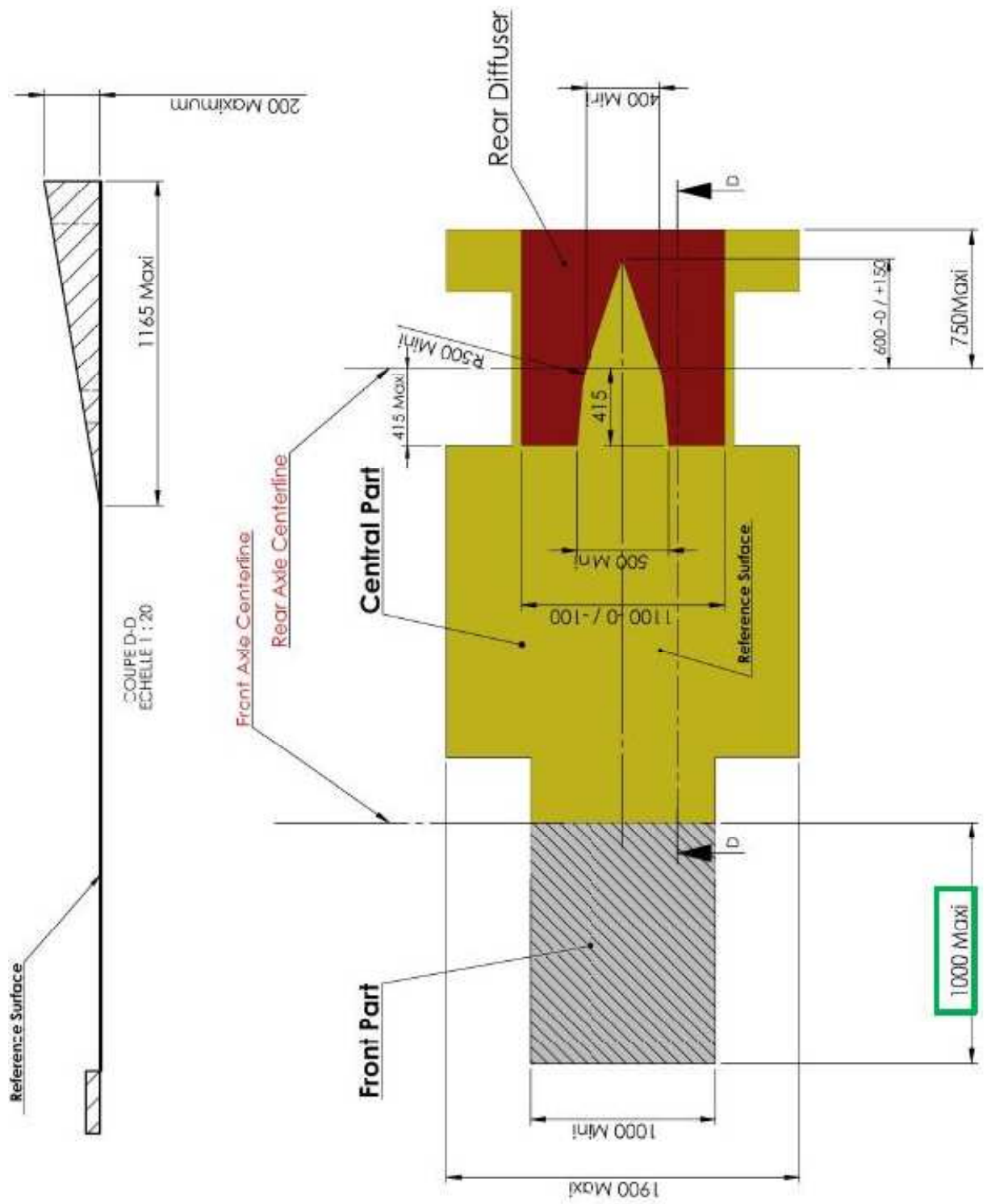
### 3.1 Kategorie LMP3

Veškeré objekty prostoru posádky jsou definovány vzdálenostmi od referenční roviny či zadní stěny monokoku. Referenční rovinou se rozumí deska definovaná dle Obr. 8, která musí být fyzicky připevněna na spodní části vozu. Výraz „zadní stěna monoku“ je jednoznačný ( viz např. Obr. 9, „Monocoque Rear Face“).

Žádná část karoserie nesmí být výše než 985 mm nad referenční rovinou. Pro motor a sání však platí limit vzdálenosti 1050 mm.

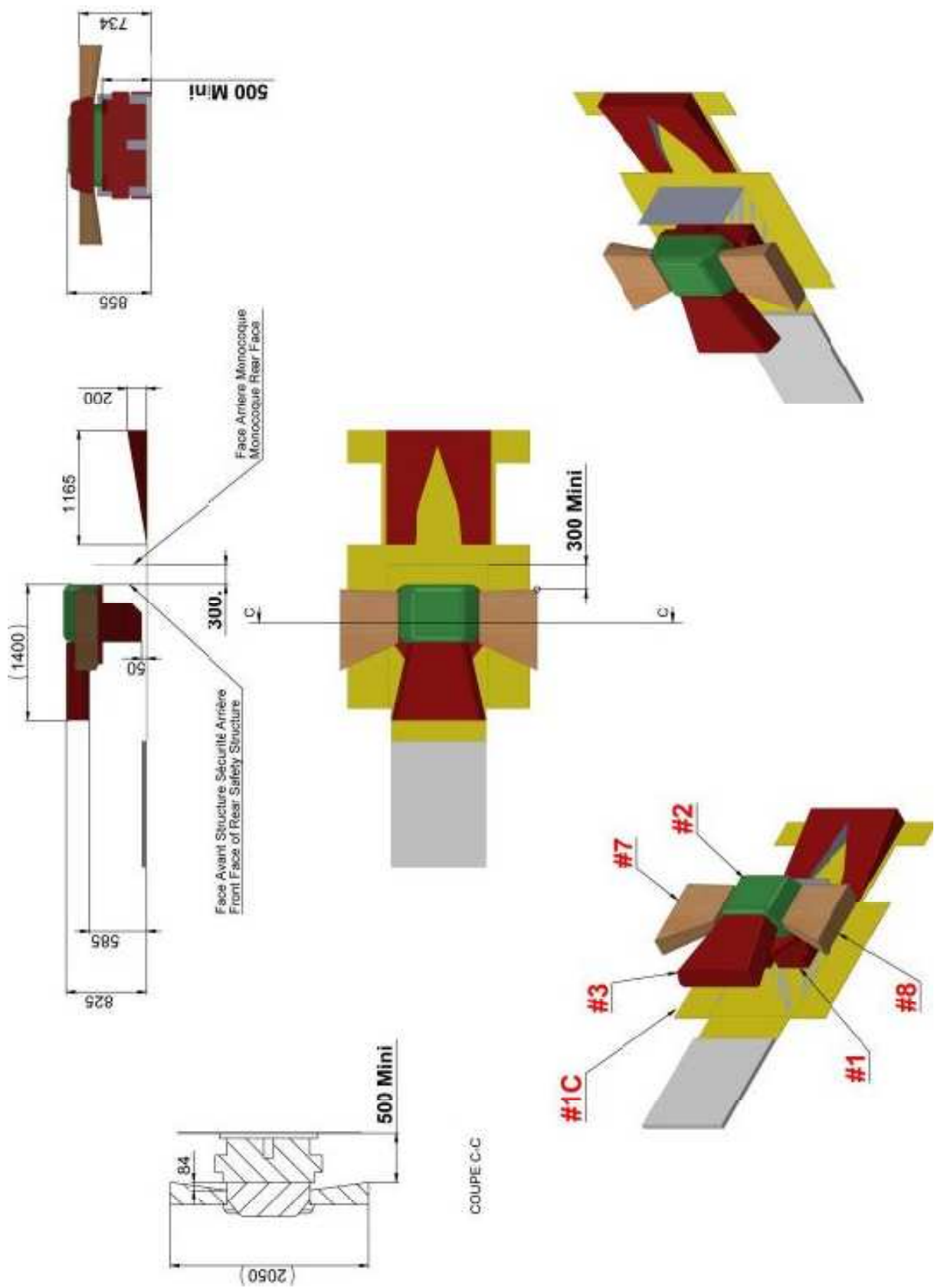
Musí být možné do kokpitu umístit dvě identická sedadla (bez opory ramen), a to symetricky dle podélné roviny symetrie vozidla.

Na dalších stranách následuje ukázka podoby objektů LMP3, posléze je pozornost věnována jednotlivostem. Grafický doprovod je převzat z předpisu [8].

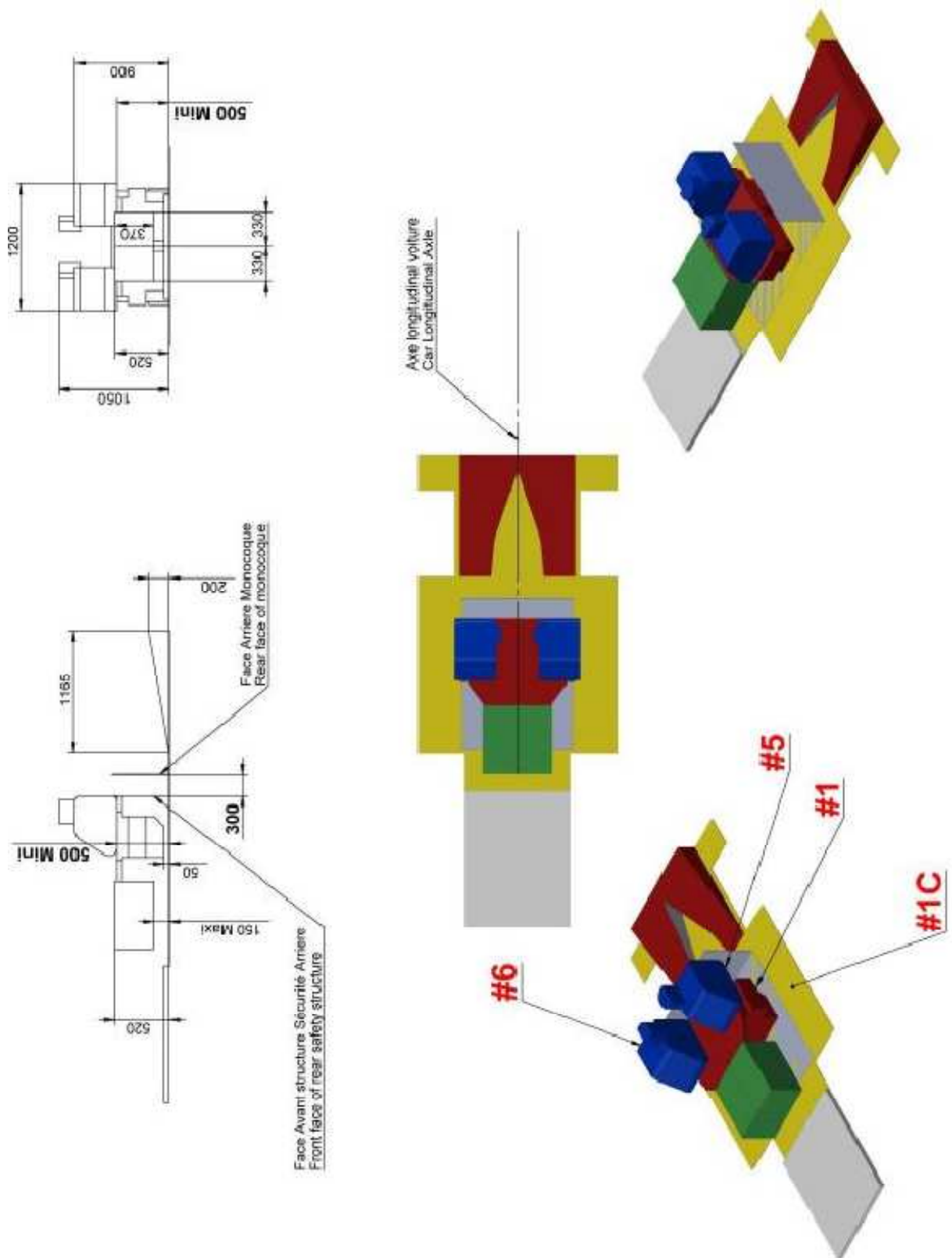


Obr. 8 – LMP3 - Referenční rovina





Obr. 9 – LMP3 - Sestava předpisů s výhledy



Obr. 10 – LMP3 - Sestava předpisů s otvory dveří

## Prostor pro nohy

Chodidla musí být v každé poloze pedálu za osou předních kol. Prostor pro nohy musí být identických rozměrů pro řidiče i spolujezdce, tyto prostory musí být symetricky umístěné dle podélné roviny symetrie vozu. Tvar prostoru pro nohy je definován jako kvádr (6 na sebe navzájem kolmých ploch) o následujících minimálních rozměrech:

- Šířka: 330 mm
- Výška: 370 mm
- Délka: od povrchu plně sešlápnutého plynového pedálu po vertikální průmět středu volantu

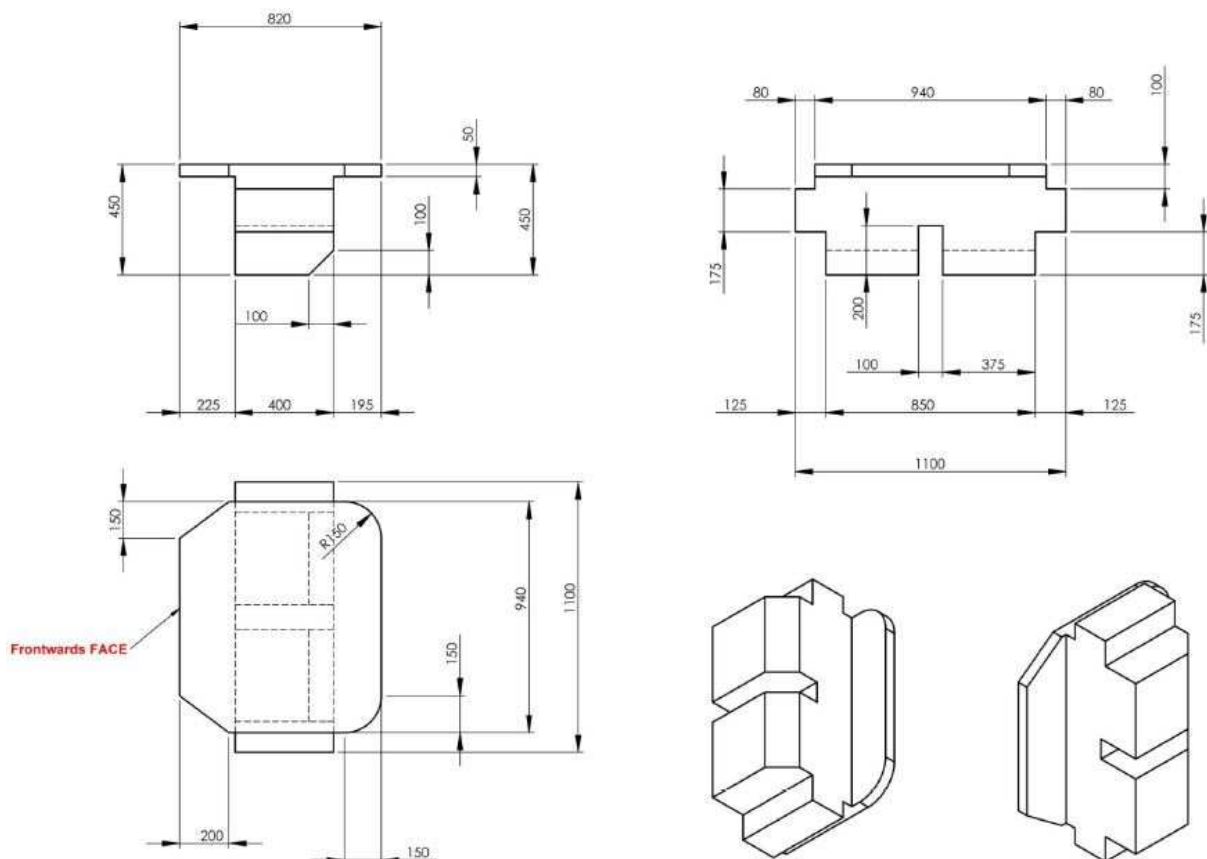
Poloha kontrolního objektu je v prostoru definována vzdáleností od referenční roviny a zadní stěny monokoku, na Obr. 10 se jedná o zelený objekt (přesněji dva objekty – jsou to dva kvádry těsně vedle sebe). Maximální vzdálenost tohoto objektu od referenční roviny je dána na 150 mm, z toho vyvozují, že může být vzdálenost i menší. Zároveň není nikde výslovně řečeno, že musí být kvádry umístěny v rovnoběžnosti s hlavními rovinami vozu zrovna tak, jak je znázorněno na Obr. 10.

Jediné příslušenství vozu, které může zasahovat do prostoru pro nohy, je následující:

- sloupek řízení
- pedály
- ukotvení závěsů ramen, pokud to není potenciálně nebezpečné pro řidiče
- mechanismus stěračů včetně jejich pohonu
- opěrka nohy, ochranné výplně - pokud budou vyjímatelné pro umožnění kontroly prostoru
- zařízení organizátora a klimatizace v prostoru spolujezdce
- prvky a vybavení potřebné pro řízení na panelu, který musí být vyjímatelný
- akumulátor

## Objem kokpitu

Vymezeno šablonou #1, jenž má podobu prostorového objektu (Obr. 11). V prostoru umístěno dle Obr. 9, Obr. 10. Všechny body monokoku, které ohraničuje tato šablona na stranách, vpředu a vzadu, musí být minimálně 500 mm nad referenční rovinou.



Obr. 11 – LMP3 - Šablona #1: kokpit, šířka v loktech

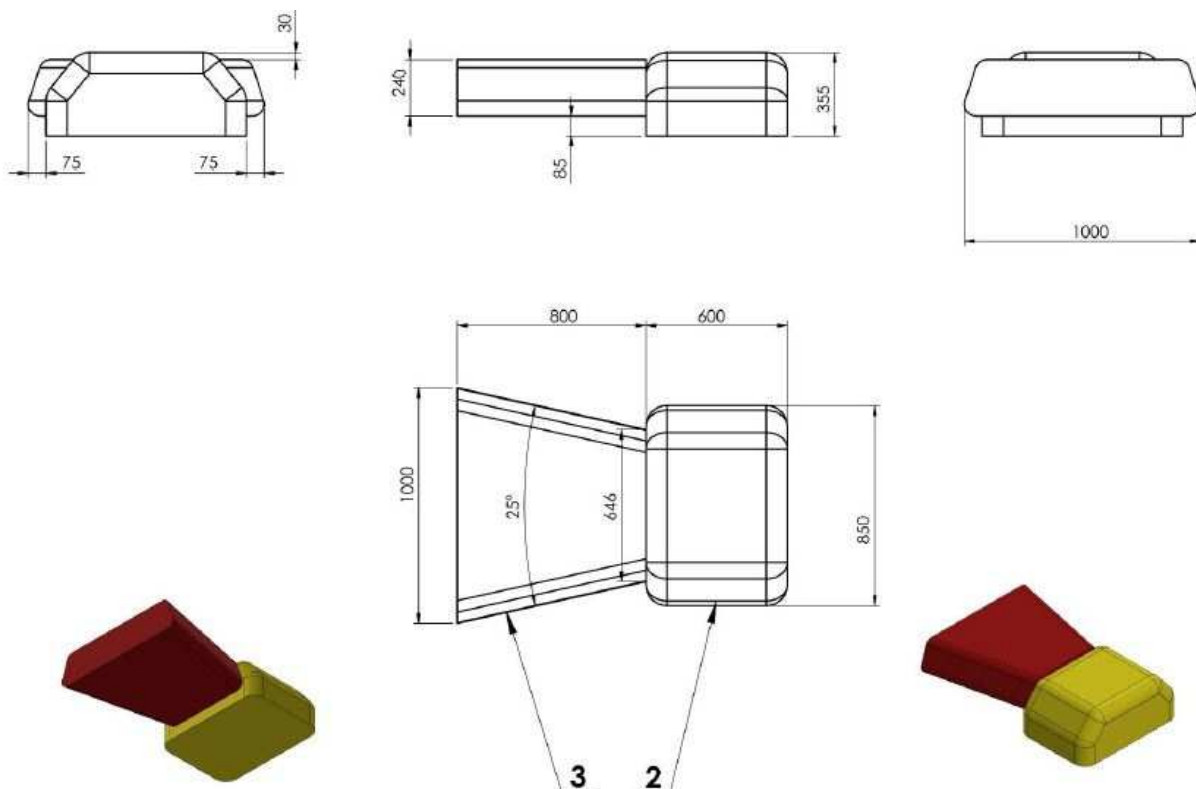
## Prostor pro hlavu

Prostor pro posádku musí umožňovat vložení šablony #2 (viz Obr. 12), která bude v kokpitu umístěna dle Obr. 9.

Pro tuto kontrolu může být vyjmuto následující vybavení kokpitu (které je povoleno pouze mimo prostor pro nohy):

- bezpečnostní prvky a struktury, které nejsou přímo součástí monokoku
- sada nářadí
- sedadla
- ovladače řízení
- systém ventilace/klimatizace
- systém napájení řidiče tekutinou
- zátěž
- zvedáky
- akumulátor
- systém identifikace řidiče

Tyto prvky musí být kryty dostatečně účinným materiálem pro zajištění ochrany řidiče v případě nehody.



Obr. 12 – LMP3 - Šablona #2, kokpit, prostor pro hlavu  
Šablona #3, čelní výhled

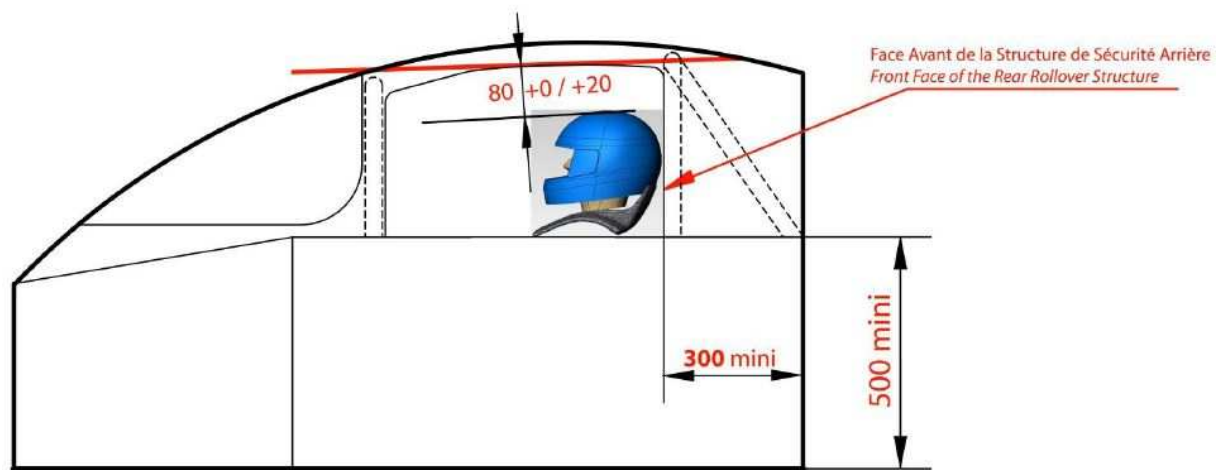
## Pozice řidiče v kokpitu

Přilba řidiče by neměla protínat rovinu vytvořenou na přední straně zadního ochranného oblouku. V případě řádně usazeného řidiče musí jeho přilba být 80 – 100 mm od libovolné přímky v rovině xz, jež spojuje přední a zadní ochranný oblouk v jejich horní části. Viz Obr. 13.

Střed volantu by měl být umístěn minimálně 200 mm od středu vozu. Hrana palubní desky musí být minimálně 50 mm před volantem v jakékoliv jeho poloze. V ose z potom musí být palubní deska od referenční roviny vzdálena minimálně 585 mm. To odpovídá minimální výšce šablony čelního výhledu od referenční roviny (Obr. 9).

## Výhled čelním oknem

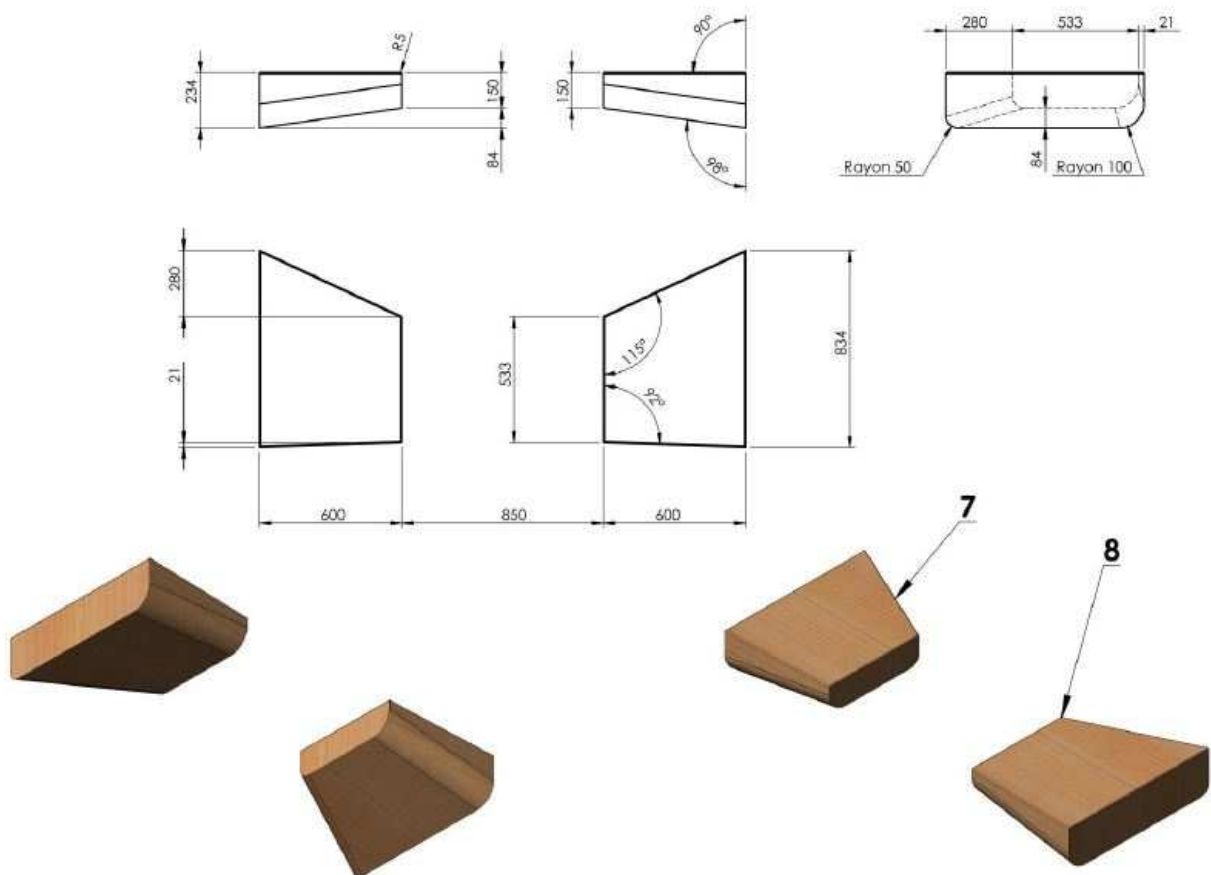
Otvor pro čelní sklo musí umožnit vložení šablony #3 (Obr. 12) tak daleko, aby se dotýkala šablony #2, rovnoběžně s referenční rovinou a minimálně 585 mm nad ní, viz Obr. 9.



Obr. 13 – LMP3 - Pozice řidiče v kokpitu

## Výhled bočními dveřmi

Prostor pro posádku musí umožnit vložení šablony #7 a #8 (Obr. 14) otvorem bočních oken tak, aby se boční plochy dotýkaly šablony #2. Znárodněno na Obr. 9. V těchto dvou prostorech nemohou být žádné prvky kromě polstrování kolem hlavy řidiče a zpětných zrcátek.



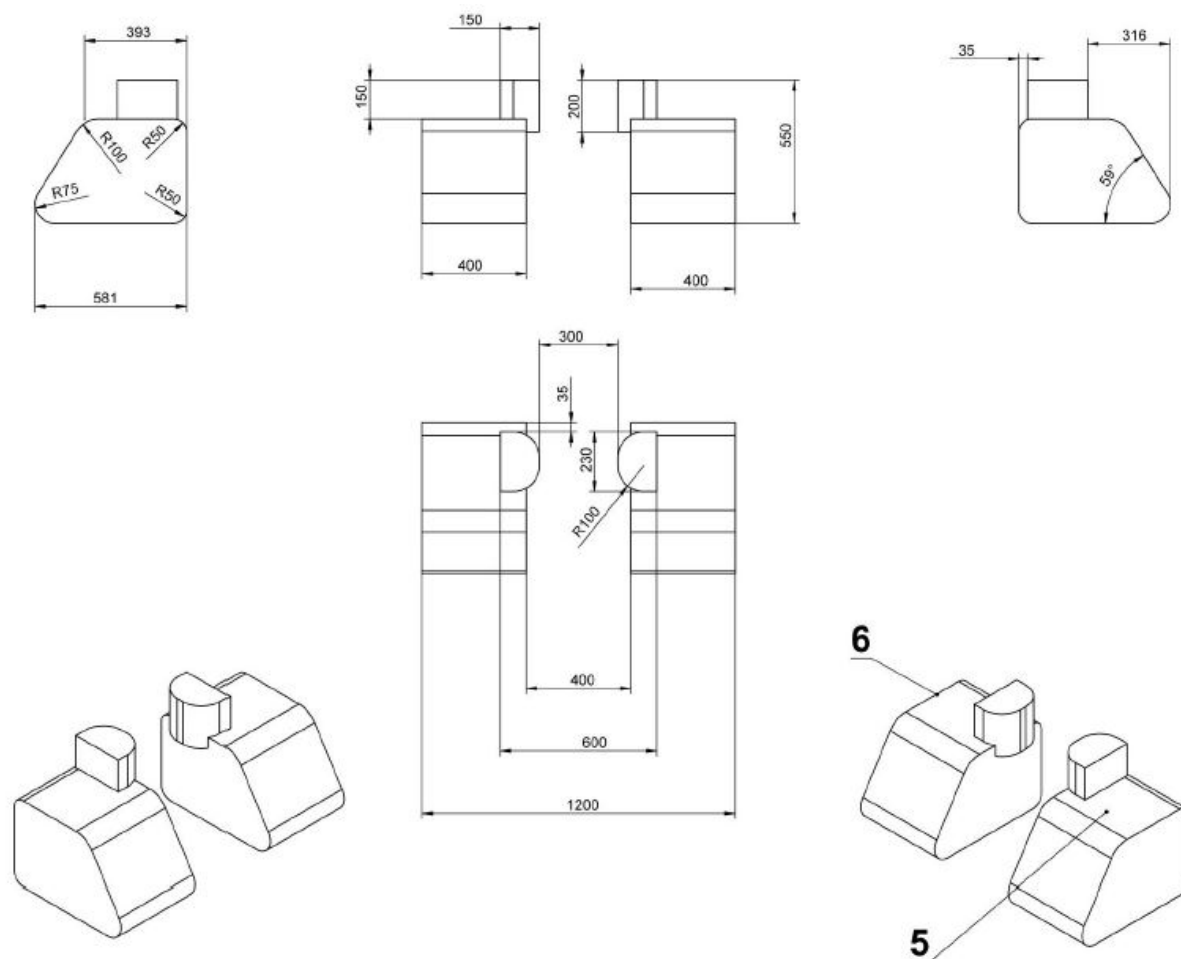
Obr. 14 – LMP3 - Šablona #7 – výhled bočními dveřmi levý  
Šablona #8 – výhled bočními dveřmi pravý

Do prostoru vymezeného horizontální rovinou ve výšce palubní desky, rovinou s touto rovnoběžnou o 200 mm výše a svislou příčnou rovinou v místě přední plochy opěrky pro hlavu smí zasahovat pouze:

- A-sloupky
- polstrování pro hlavu řidiče a jeho opora
- zpětná zrcátka
- stěrač předního okna a jeho mechanismus
- volant
- vedení ventilace smí zasahovat pouze do vzdálenosti 40 mm, výdechy ventilace by v tomto prostoru být neměly
- mechanismus dveří – panty, vzpěry
- systém napájení řidiče a jeho připojení, pokud nezasahuje do čelního výhledu
- přední blatníky, avšak musí být pod rovinou umístěnou ve výšce 695 mm od referenční roviny
- upevnění předního skla takové, kdy lokálně nevyčnívá více než 20 mm nad plochu ve výšce palubní desky
- zasklení může být vyvedeno pouze z průhledného materiálu

## Otvor dveří

Přístup do kokpitu musí umožňovat vložení šablon #5 a #6 (Obr. 15) do pozice dle výkresu na Obr. 10. Při zkoušce budou objekty vsunovány do kokpitu rovnoběžně s referenční rovinou a zadní stěnou monokoku až do vzdálenosti 150 mm od středu vozu. Sedadla a všechny výplně mohou být vyjmuty.



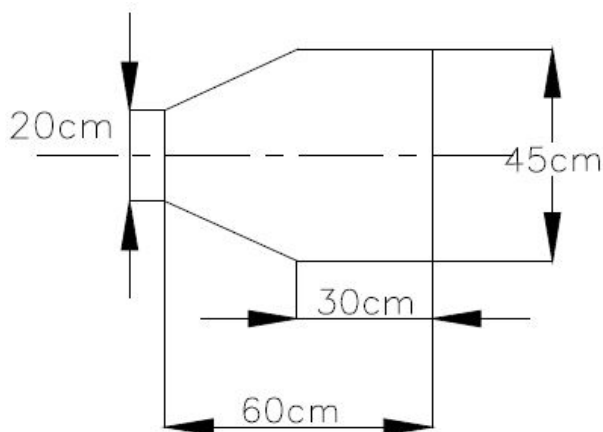
Obr. 15 – LMP3 - Šablona #5 – otvor dveří levý  
Šablona #6 – otvor dveří pravý

### 3.2 Skupina CN

Technické předpisy skupiny CN nepoužívají objekty, jejichž poloha v prostoru by byla dána, jak by se to hodilo v první fázi návrhu vozu a podobně jako tomu je u LMP3. Namísto toho více či méně jednoznačně popisují způsob, jakým zkontrolovat oblasti a prvky již existujícího vozu. Předpisy CN zároveň povolují vůz s otevřeným nebo uzavřeným kokpitem. Na následujících stránkách se z důvodu komplexnosti práce zabývám pouze uzavřenými vozy skupiny CN. Pro otevřenou variantu neplatí požadavek na čelní okno, výhledy a otevíratelné dveře. Navíc je



uvedena minimální velikosti otevření kokpitu. „U otevřených vozů musí být možné do prostoru pro posádku s odmontovaným volantem svisle umístit vodorovnou šablonu definovanou na Obr. 16. Musí být možné posunout tuto šablonu o 25 mm pod nejnižší bod otevření prostoru pro posádku.“ [9]



Obr. 16 – CN – Šablona pro kontrolu otevření kokpitu [9]

## Maximální výška vozu

Výška nesmí přesáhnout 1 030 mm, měřená svisle od nejnižšího bodu vodorovné plochy („ploché dno“, viz níže) k nejvyšší části vozu, s výjimkou „protinárazové struktury“ (ocelové ochranné oblouky), která nesmí vytvářet aerodynamickou strukturu.

Za svislou rovinou dotýkající se zadní části kompletních předních kol a až k zadnímu okraji karoserie (bez zadního křídla) musí mít dolní část vozu pevnou, rovnou, tvrdou, nepropustnou a spojitou plochu, tj. „ploché dno“.

## Pedály

Chodidlo jezdce, sedícího v normální poloze pro řízení s nohama na pedálech ve stavu klidu, nesmí být před svislou rovinou procházející osou předních kol.

## Prostor pro nohy

Vůz musí obsahovat dva volné symetricky umístěné prostory. Každý z nich musí mít svislý příčný řez nejméně 750 cm<sup>2</sup>. Tato plocha musí být zachována od povrchu pedálů až ke svislému průmětu středu volantu. Minimální šířka každého prostoru pro nohy je 250 mm, do výšky alespoň 250 mm.

Z předpisů nevyplývá, že by tažení svisle držené šablony muselo probíhat kolmo na ni, výsledným objektem tedy nemusí být kvádr a dokonce ani zkosený kvádr, jelikož tažení šablony nemusí probíhat ani po přímce. V rámci zjednodušení při konstrukci a tvorbě modelu však tažení po přímce dále předpokládám.

Prvky vybavení zakázaného v prostoru pro nohy, avšak povolené v prostoru pro posádku:

- bezpečnostní vybavení a struktury
- elektronické zařízení
- systém ventilace/klimatizace
- sada nářadí
- sedadlo a nezbytné ovládací zařízení

## Prostor pro posádku

Prostor pro posádku musí být symetrický s podélnou osou vozu. Až do výšky 300 mm od podlahy musí být řidič v normální poloze pro řízení umístěn na jedné straně podélné osy vozu.

## Šířka v loktech

Prostor pro posádku v místě loktů je dán kvádrem o následujících minimálních rozměrech:

- výška: 100 mm
- šířka: 1100 mm
- délka: 250 mm

Předpisy hovoří pouze o kontrole místa „ve výši loktů“, blíže prostor určen není.

## Čelní okno

Tvar okna má být takový, že ve vzdálenosti 50 mm vertikálně od nejvyšší průhledné jeho části je zasklení široké minimálně 250 mm, měřeno na těživě oblouku, na každou stranu od podélné osy vozu. Zároveň existuje požadavek na horní hranu zasklení, která má tvořit konvexní křivku. Dále musí být možné na okno umístit pás o rozměrech 950 x 100 mm. Střed tohoto pásu musí být umístěn ve vzdálenosti 300 mm od nejvyššího bodu střechy, měřeno svisle, vyjma náfuků vzduchu.

## Výhled bočními dveřmi

Dveře musí mít okno vyrobené z průhledného materiálu, do kterého by mělo být možné vepsat rovnoběžník, jehož vodorovné strany měří nejméně 400 mm. Výška měřená na ploše okna kolmo k vodorovným stranám je nejméně 250 mm. Rohy rovnoběžníku mohou být zaobleny poloměrem maximálně 50 mm.

## Dveře

Rozměry spodního panelu, který je odlišný od okna výše (část normálně neprůhledná), musí být takové, aby sem bylo možné vepsat obdélník nebo rovnoběžník široký minimálně 500 mm a vysoký minimálně 300 mm, měřeno svisle, jehož rohy mohou být zaobleny obloukem s maximálním poloměrem 150 mm.

## 4 Návrh geometrické interpretace předpisů

Pro možnost rozšíření programu RIDIC15 i o generování sestav pracoviště řidiče odpovídající předpisům LMP3 a CN jsem k tomuto účelu navrhl vhodné modely. Při tvorbě modelů jsem dodržel postup podrobně popsany v [3], tím jsem zaručil jejich správnou funkci po implementaci do programu RIDIC15.

V případě předpisu LMP3 hovořícím o poloze volantu vůči palubní desce může být použit stávající model tvořící obálku volantu. Předpis LMP3 volný prostor kolem volantu stanovuje na 50mm od jeho povrchu v jakékoliv jeho poloze, takže stačí tuto informaci zanést do již používaného modelu.

### Upravené nebo nově vytvořené modely

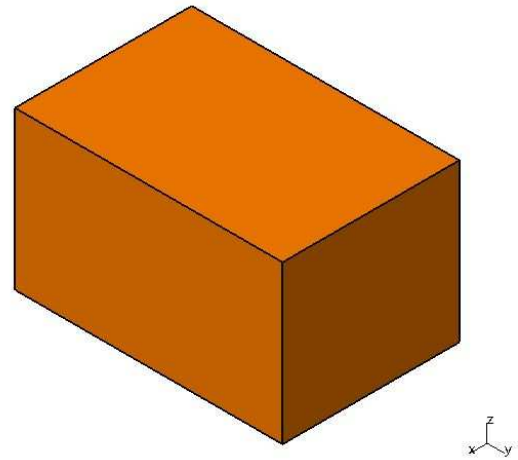
Navrhl jsem šest parametrických modelů, kterými je možné zobrazit předpisy LMP3 a CN (jejich znění je vypsáno v kapitole 3). Modely jsou v základní formě nazvané obecně, nesou příponu \*.CATPart a počítá se s jejich pozdějším rozkopírováním a přejmenováním na název, jenž bude vyjadřovat konkrétní objekt daného předpisu modelem zobrazený. Návrh na takové přejmenování je vždy v tabulce pod příslušným modelem. Celkově těchto šest modelů používám v 16-ti jejich podobách. Modely použité v metodice RIDIC15 můžeme rozdělit na dva typy.

Prvním typem jsou objekty, u nichž je nežádoucí, aby docházelo k jejich jakémukoliv pronikání. A to ať už s jiným modelem nebo přímo s částmi vozu. Mezi takové objekty patří např. prostor pro nohy, šířka v loktech či otvor dveří. Tyto modely jsou zobrazeny bez jakékoliv průhlednosti.

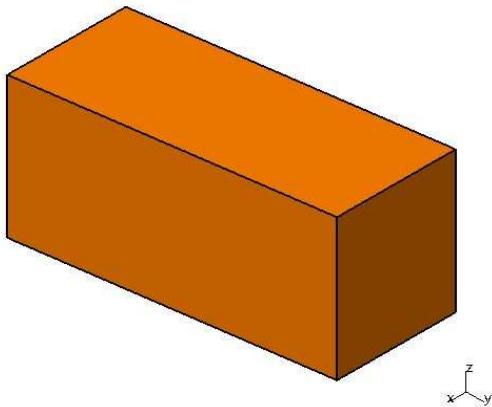
Druhým typem modelů jsou ty, u nichž může docházet k jejich průniku mezi sebou anebo například se zaskleními otvorů kokpitu. Jedná se například o výhledy či obálku volantu. Takovýmto modelům je pro větší přehlednost v sestavě nastaven určitý stupeň průhlednosti.

Následuje popis těchto modelů s ukázkami aplikace pro konkrétní předpis a návrhem na jejich přejmenování. Soubory těchto modelů (\*.CATPart) i s tabulkami parametrů (\*.xls) jsou uloženy na přiloženém CD ve složce „modely“. Hodnoty parametrů, které jsou proměnné podle konkrétní konfigurace prostoru posádky a je proto nutné, aby byly stanoveny programem RIDIC15 na základě vstupních, jsou v této práci pro názornost nahrazeny pomlčkami. Hodnoty v tabulkách ponechané jsou ty, které jsou předpisy přímo stanoveny jako hraniční.

## 4.1 „kvadr.CATPart“

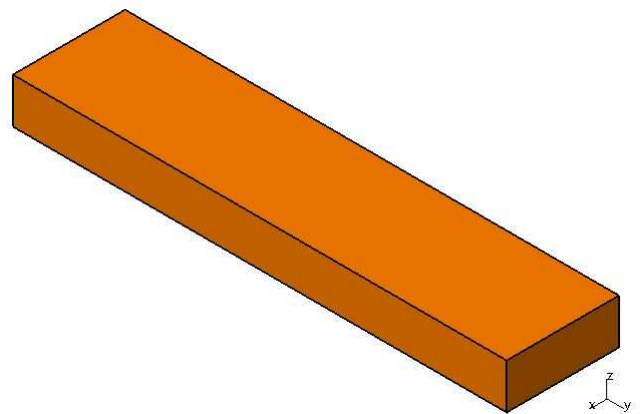


Obr. 17 - “prostor\_pro\_nohy\_LMP3” - iso pohled



Obr. 18 – “prostor\_pro\_nohy\_CN” - iso pohled

Model obecně nazvaný „kvádr“ vznikl úpravou modelu „šířka v loktech“, který již byl v programu RIDIC15 používán. „Základem 3D modelu jsou body B1, B2, B3 a B4, jejichž x-ové a z-ové souřadnice je možné měnit prostřednictvím parametrů „B1x“, „B1z“, „B2x“, „B2z“ atd. (viz

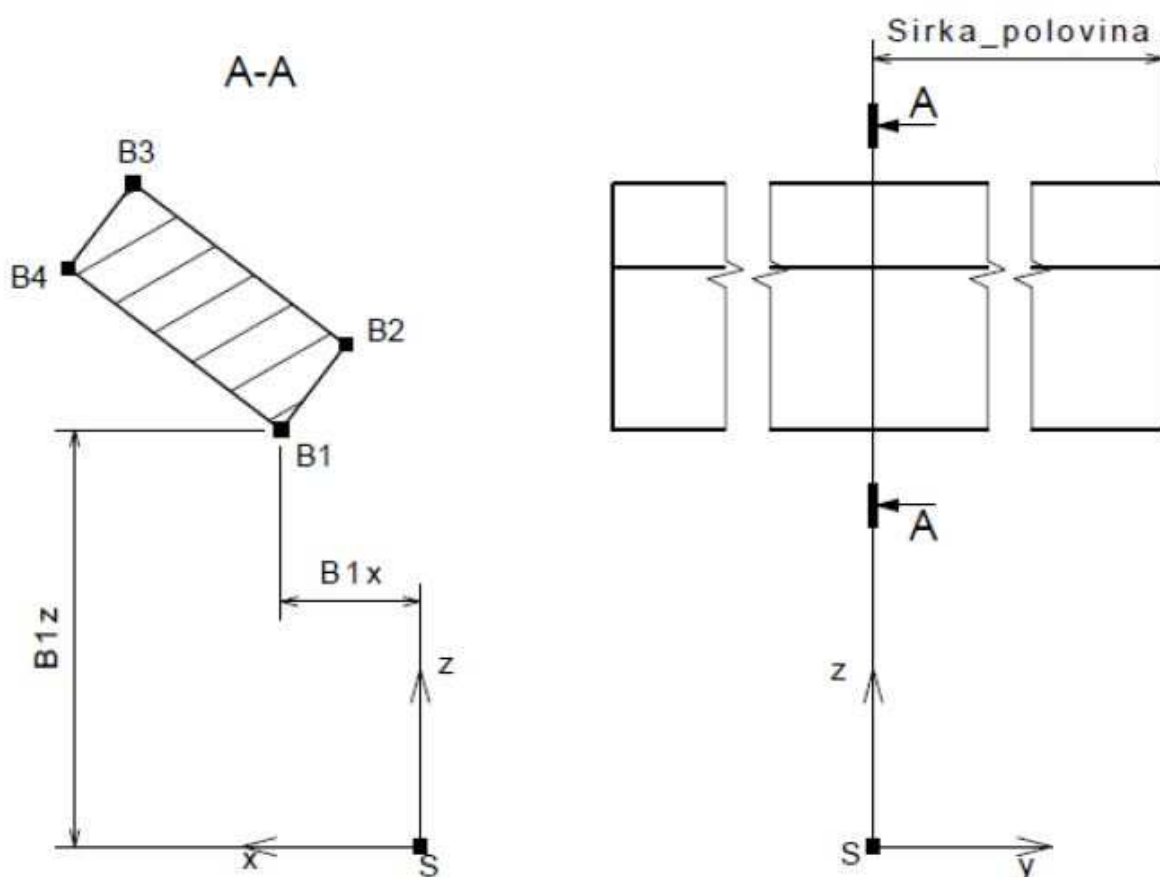


Obr. 19 – “sirka\_v\_loktech\_CN” - iso pohled

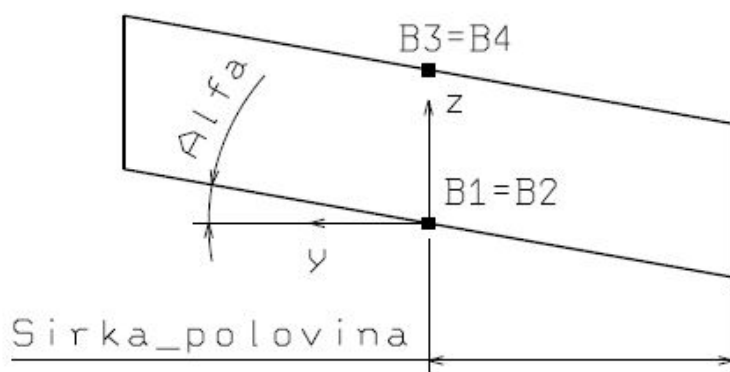
Tab. 2), přičemž y-ová souřadnice je vždy shodná s y-ovou souřadnicí bodu S. Tyto body jsou propojeny úsečkami, které tak dohromady tvoří základní profil modelu. Tento profil je posléze vytažen do šířky (ve směru osy y) na každou stranu o hodnotu odpovídající parametru „Sirka\_polovina.“ Viz schéma na Obr. 20. [3]

Tento základ modelu jsem upravil tak, abych mohl přidat parametr „Alfa“, který je definován podle Obr. 21. Přidání tohoto parametru umožnilo přesněji interpretovat předpisy prostoru pro nohy skupiny CN, jelikož pro CN není definován objekt se všemi stěnami na sebe kolmými, viz

Tab. 2, parametr „Alfa“. Tento model také může v programu RIDIC15 nahradit původní model „sirka\_v\_loktech“.



Obr. 20 – “kvadr.CATPart” – schéma

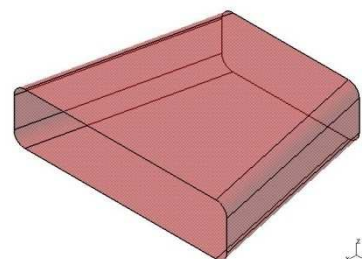


Obr. 21 – “kvadr.CATPart” – schéma – parametr Alfa

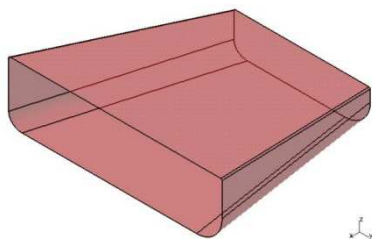
Název parametru (jednotka)	prostor_pro_nohy_LMP3	prostor_pro_nohy_CN	sirka_v_loktech_CN
Sx (mm)	-	-	-
Sy (mm)	-	-	-
Sz (mm)	-	-	-
Euler1 (deg)	-	-	-
Euler2 (deg)	-	-	-
Euler3 (deg)	-	-	-
B1x (mm)	0	0	0
B1z (mm)	0	0	0
B2x (mm)	0	0	0
B2z (mm)	330	300	100
B3x (mm)	370	250	250
B3z (mm)	330	300	100
B4x (mm)	370	250	250
B4z (mm)	0	0	0
Sirka_polovina (mm)	-	-	550
Alfa (deg)	0	-	0

Tab. 2 – “kvadr.CATPart” – hodnoty parametrů

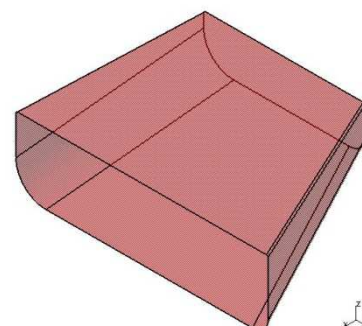
## 4.2 „vyhled.CATPart“



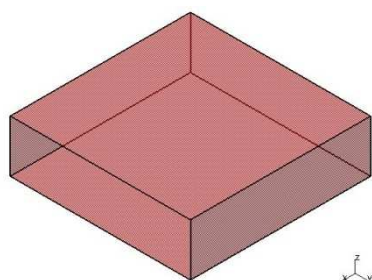
Obr. 23 - - “vyhled\_celni\_LMP3.CATPart” - iso pohled



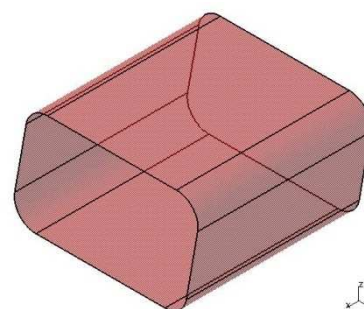
Obr. 22 - “vyhled\_bocni\_LMP3\_L.CATPart” - iso pohled



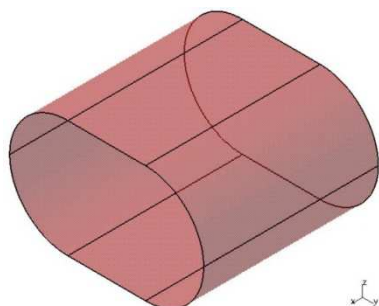
Obr. 24 -“vyhled\_bocni\_LMP3\_P” - iso pohled



Obr. 27 – “vyhled\_celni\_CN.CATPart” - iso pohled



Obr. 25 - “vyhled\_bocni\_CN.CATPart” - iso pohled



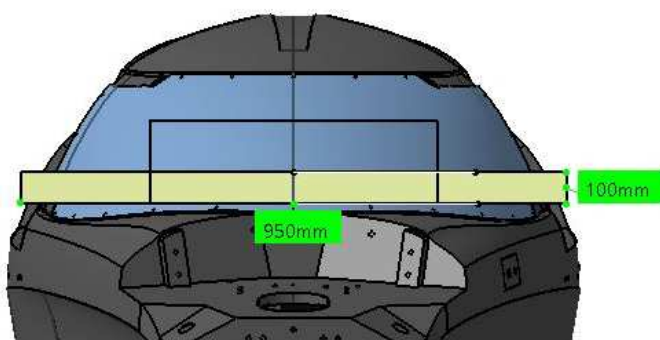
Obr. 26 - “otvor\_dveri\_CN.CATPart” - iso pohled



Model „výhled“ vznikl zcela nově, a to tak, aby jeho struktura umožnila zavedení vhodných parametrů. Ty, společně s polohou souřadného systému, vidíme na schématu (viz Obr. 30). Omezení, které plyne ze způsobu, kterým je model vystavěn, se týká parametrů „Radius1-4“, které nemůžou nabývat nulových hodnot. V případě, že není zaoblení hran žádoucí, musíme zadat hodnotu rozumně větší než nula (např. 0,001, viz Tab. 3).

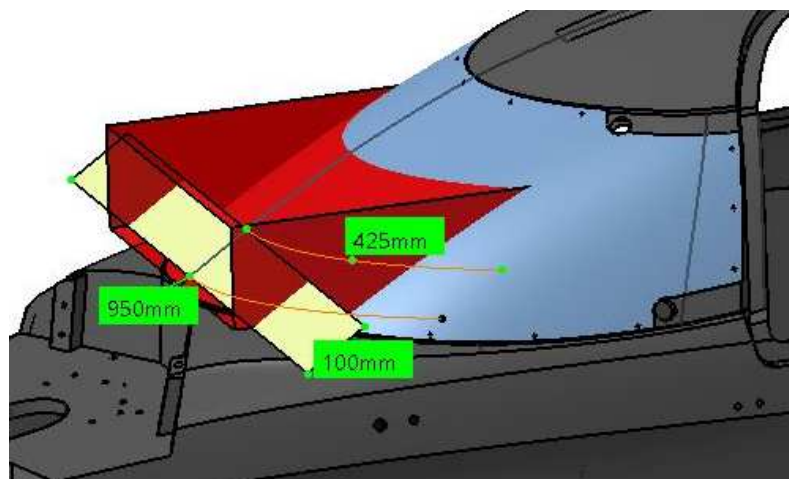
Předpisy LMP3 lze tímto modelem zobrazit přesně tak, jak jsou definovány. Výhled čelním oknem můžeme vidět na Obr. 23, boční výhled levými dveřmi na Obr. 22 a boční výhled pravými dveřmi na Obr. 24.

Lze tímto modelem zobrazit i tři různé předpisy CN. Pro zobrazení výhledu čelním oknem CN jsem navrhl podobu modelu, který můžeme vidět na Obr. 27. Šířka toho objektu je pevně dána předpisy, jeho polohu v sestavě je však třeba odvodit od dalších rozměrů vozu či jeho částí. Horní plocha navrženého objektu musí být 50 mm pod nejvyšším bodem průhledné části čelního okna. Polohu spodní plochy, a tím výšku objektu, lze s ohledem na znění předpisů stanovit její vzdáleností 350 mm od nejvyššího bodu střechy vozu, vyjma přívodů vzduchu. V této podobě stanovuje model minimální plochu čelního okna v případě, že by bylo kolmé (úhel sklonu okna 90°). V případě jiné známé hodnoty sklonu okna lze tento rozměr upřesnit, a to tak, že ke vzdálenosti 250 mm od nejvyššího bodu střechy přičteme hodnotu  $50 \text{ mm} \times \sin[\text{úhel sklonu okna}]$ . V obou případech pak musí být dodatečně zkontrolována dostatečná šířka okna. Pro toto měření je nutné znát tvar okna, jelikož měření probíhá na jeho ploše. Okno musí být takové, aby na něj bylo možné horizontálně přiložit pás o rozměrech 950 mm x 100 mm, jehož spodní hrana bude zarovnána s dolním okrajem našeho modelu čelního výhledu (viz Obr. 28 a Obr. 29).

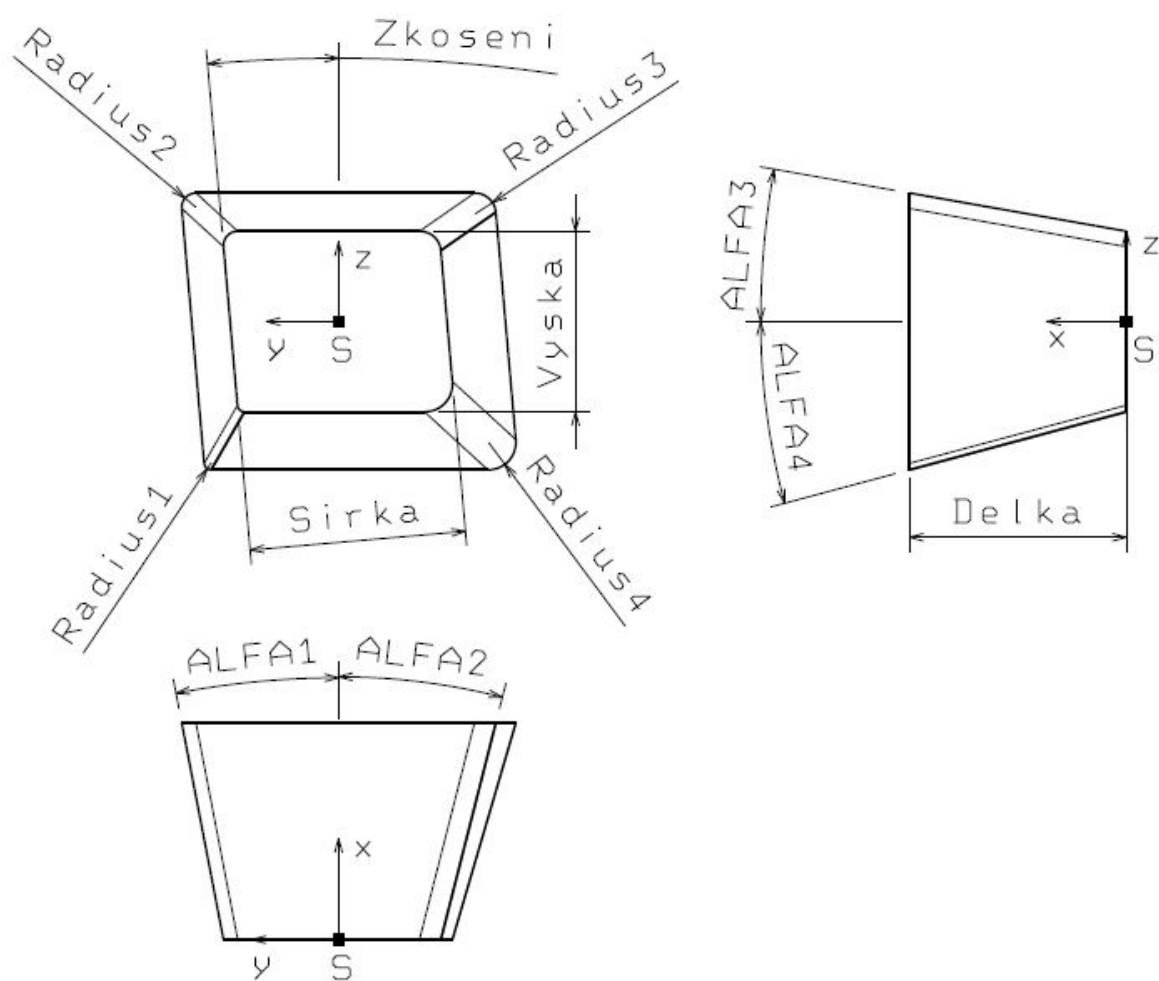


Obr. 28 – Výhled čelním oknem CN –  
dodatečná kontrola – pohled zředu

Navrženým modelem lze zobrazit i minimální výhled bočními dveřmi (Obr. 25), volitelným parametrem je sklon bočních stěn, tedy parametr „Zkosení“ (viz Tab. 3). Dále používám model „výhled“ i pro zobrazení požadované velikosti dveří skupiny CN, viz Obr. 26.



Obr. 29 - - Výhled čelním oknem CN – dodatečná kontrola – průmět na okno  
(dvě oranžové křivky, 425 mm dlouhé)

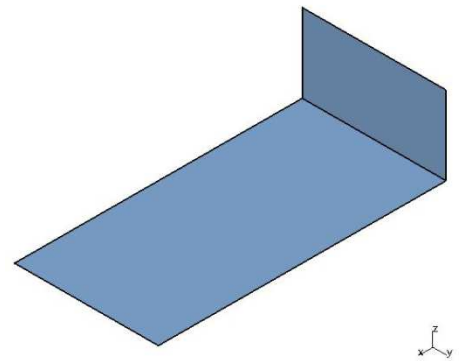


Obr. 30 – "vyhled.CATPart" - schéma

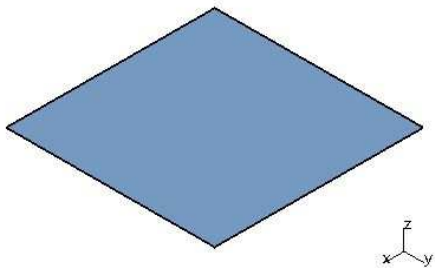
<b>Název parametru (jednotka)</b>	<b>vyhled_celni_LMP3</b>	<b>vyhled_bocni_LMP3_L</b>	<b>vyhled_bocni_LMP3_P</b>	<b>vyhled_celni_CN</b>	<b>vyhled_bocni_CN</b>	<b>otvor_dveri_CN</b>
Sx (mm)	-	-	-	-	-	-
Sy (mm)	-	-	-	-	-	-
Sz (mm)	-	-	-	-	-	-
Euler1 (deg)	-	-	-	-	-	-
Euler2 (deg)	-	-	-	-	-	-
Euler3 (deg)	-	-	-	-	-	-
Sirka (mm)	646	533	533	500	400	500
Vyska (mm)	240	150	150	-	250	300
Delka (mm)	800	600	600	500	400	450
Zkoseni (deg)	0	0	0	0	-	-
ALFA1 (deg)	12,5	2	25	0	0	0
ALFA2 (deg)	12,5	25	2	0	0	0
ALFA3 (deg)	0	0	0	0	0	0
ALFA4 (deg)	0	8	8	0	0	0
Radius1 (mm)	50	100	50	0,001	50	150
Radius2 (mm)	50	5	5	0,001	50	150
Radius3 (mm)	50	5	5	0,001	50	150
Radius4 (mm)	50	50	100	0,001	50	150

Tab. 3 – “vyhled.CATPart” – hodnoty parametrů

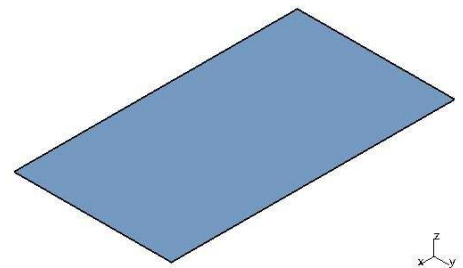
### 4.3 „plocha.CATPart“



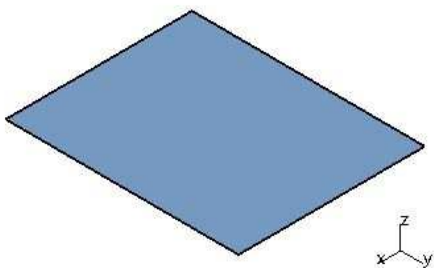
Obr. 32 – “referencni\_roviny\_LMP3.CATPart” - iso pohled



Obr. 31 – “vyska\_vozu\_max\_LMP3.CATPart” - iso pohled



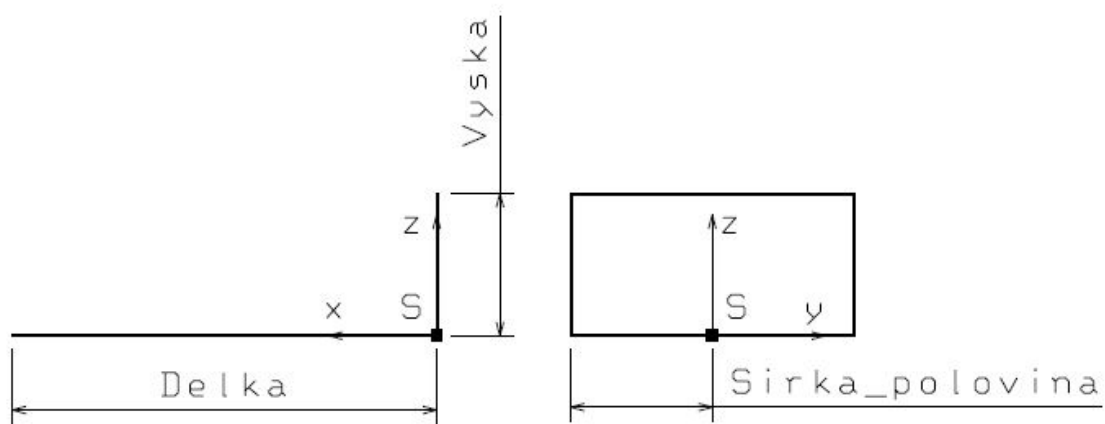
Obr. 33 – “referencni\_rovina\_CN.CATPart” - iso pohled



Obr. 34 – “vyska\_vozu\_max\_CN.CATPart” - iso pohled

Umístění objektů je v předpisech LMP3 kótováno k referenční rovině a zadní stěně monokoku. Model “plochy” jsem tedy vytvořil, aby byly tyto roviny patrné i v sestavě generované programem RIDIC15. Zároveň jsem tento model použil i pro znázornění maximální dovolené výšky vozu, což může být při jeho tvorbě na základě

vygenerované sestavy bezesporu užitečné. Obdobné podoby modelu, v jiných rozměrech, navrhuji i pro zobrazení referenční roviny a maximální výšky vozu skupiny CN. Model “plochy” v různých jeho formách můžeme vidět na Obr. 32, Obr. 31, Obr. 33 a Obr. 34. Parametry určující rozměr modelu jsou pouze dva, viz Obr. 35.

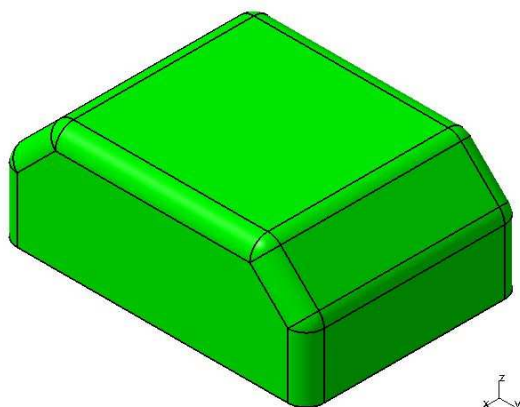


Obr. 35 – “plochy.CATPart” - schéma

Název parametru (jednotka)	referencni_roviny_LMP3	vyska_vozu_max_LMP3	referencni_rovina_CN	vyska_vozu_max_CN
Sx (mm)	-	-	-	-
Sy (mm)	-	-	-	-
Sz (mm)	-	-	-	-
Euler1 (deg)	-	-	-	-
Euler2 (deg)	-	-	-	-
Euler3 (deg)	-	-	-	-
Sirka_polovina (mm)	500	500	500	500
Vyska (mm)	550	0	0	0
Delka (mm)	2000	1000	1800	800

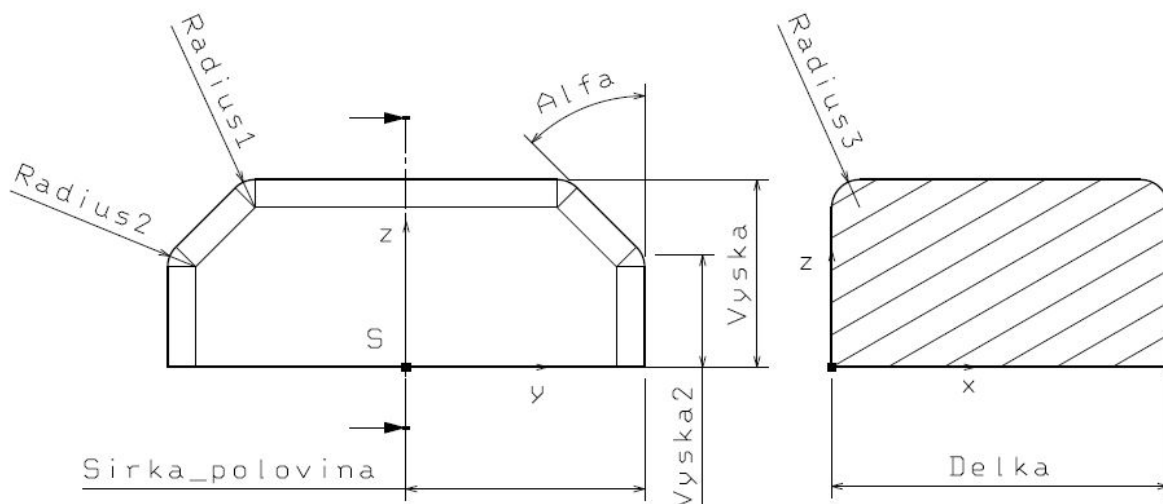
Tab. 4 – “plochy.CATPart” – hodnoty parametrů

#### 4.4 „kokpit\_prostor\_pro\_hlavu\_LMP3.CATPart“



Obr. 36 – “kokpit\_prostor\_pro\_hlavu\_LMP3.CATPart” - iso pohled

Tento model je jednoúčelový, přímo definovaný předpisy LMP3, představuje prostor pro hlavy posádky této kategorie. Je vymodelován jako symetrický objekt, jeho parametry a poloha souřadného systému jsou zřejmé z Obr. 37 a Tab. 5.

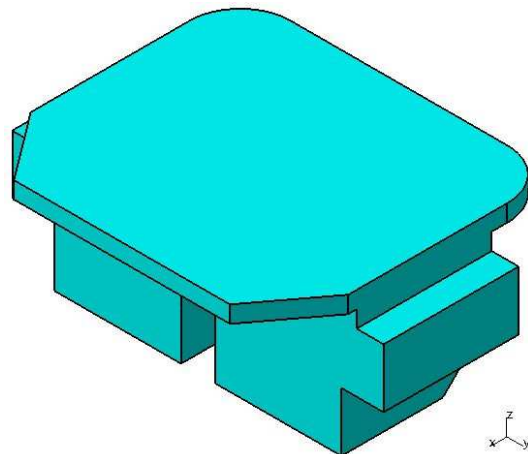


Obr. 37 – “kokpit\_prostor\_pro\_hlavu\_LMP3.CATpart” - schéma

<b>Název parametru (jednotka)</b>	<b>kokpit_prostor_pro_hlavu.CATPart</b>
Sx (mm)	-
Sy (mm)	-
Sz (mm)	-
Euler1 (deg)	-
Euler2 (deg)	-
Euler3 (deg)	-
Vyska (mm)	335
Vyska2 (mm)	200
Sirka_polovina (mm)	425
Delka (mm)	600
Radius1 (mm)	50
Radius2 (mm)	50
Radius3 (mm)	50
Alfa (deg)	45

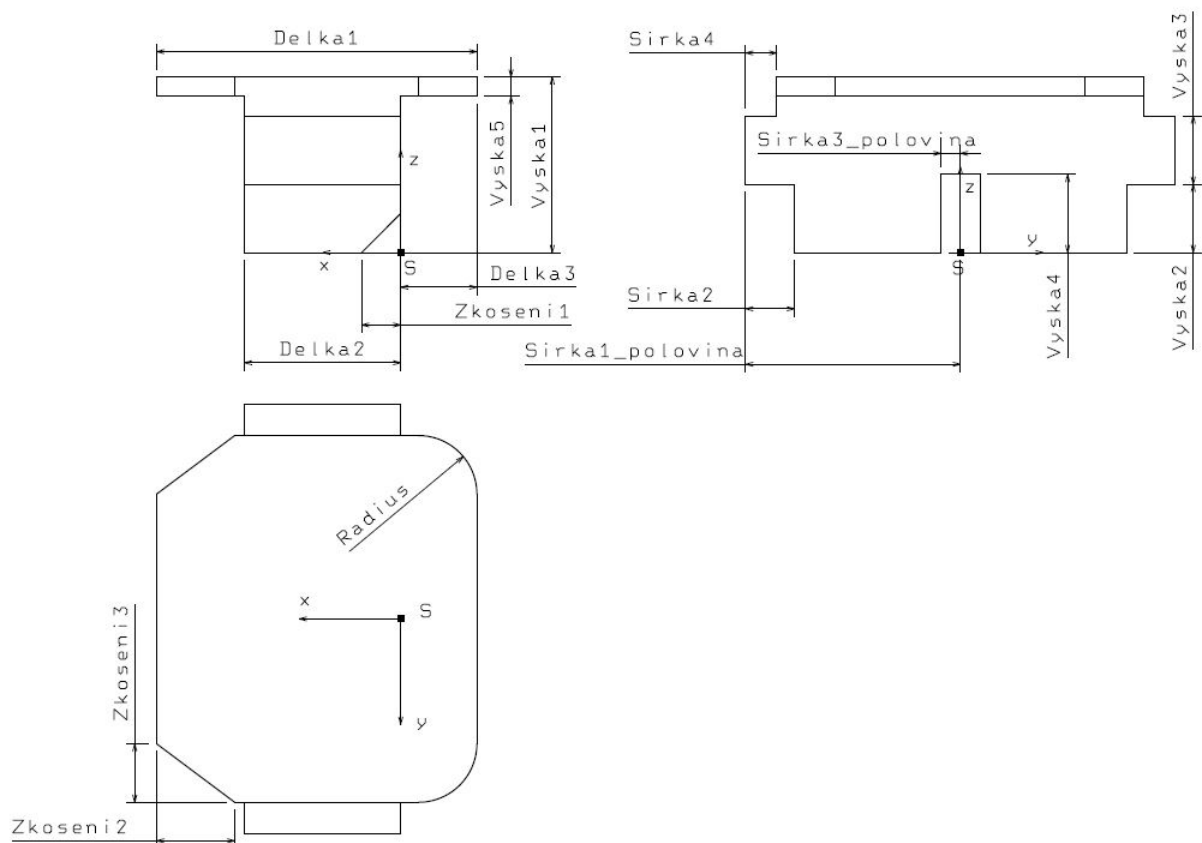
Tab. 5 - "kokpit\_prostor\_pro\_hlavu\_LMP3.CATpart" – hodnoty parametrů

## 4.5 „kokpit\_sirka\_v\_loktech\_LMP3.CATPart“



Obr. 38 – “kokpit\_sirka\_v\_loktech\_LMP3.CATPart” - iso pohled

Tento model je jednoúčelový, přímo definovaný předpisy LMP3, vymezuje prostor kokpitu a zároveň určuje šířku v loktech. Je vymodelován jako symetrický objekt, jeho parametry a poloha souřadného systému jsou zřejmé z Obr. 39 a Tab. 6.



Obr. 39 - “kokpit\_sirka\_v\_loktech\_LMP3.CATPart” - schéma

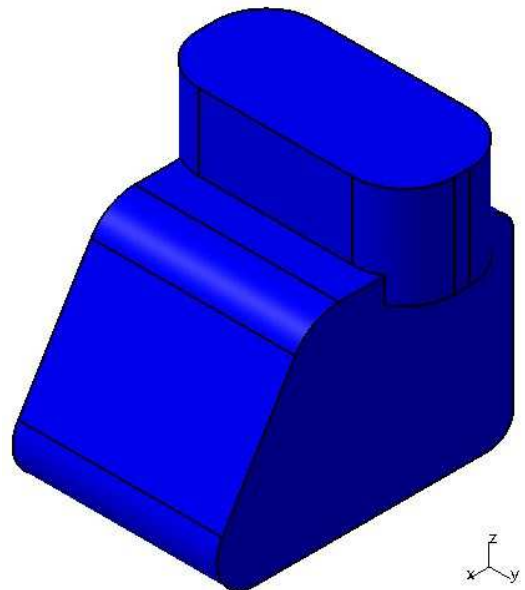


<b>Název parametru (jednotka)</b>	<b>kokpit_sirka_v_loktech_LMP3.CATPart</b>
Sx (mm)	-
Sy (mm)	-
Sz (mm)	-
Euler1 (deg)	-
Euler2 (deg)	-
Euler3 (deg)	-
Delka1 (mm)	820
Delka2 (mm)	400
Delka3 (mm)	195
Vyska1 (mm)	450
Vyska2 (mm)	175
Vyska3 (mm)	175
Vyska4 (mm)	200
Vyska5 (mm)	50
Sirka1_polovina (mm)	550
Sirka2 (mm)	125
Sirka3_polovina (mm)	50
Sirka4 (mm)	80
Zkoseni1 (mm)	100
Zkoseni2 (mm)	200
Zkoseni3 (mm)	150
Radius (mm)	150

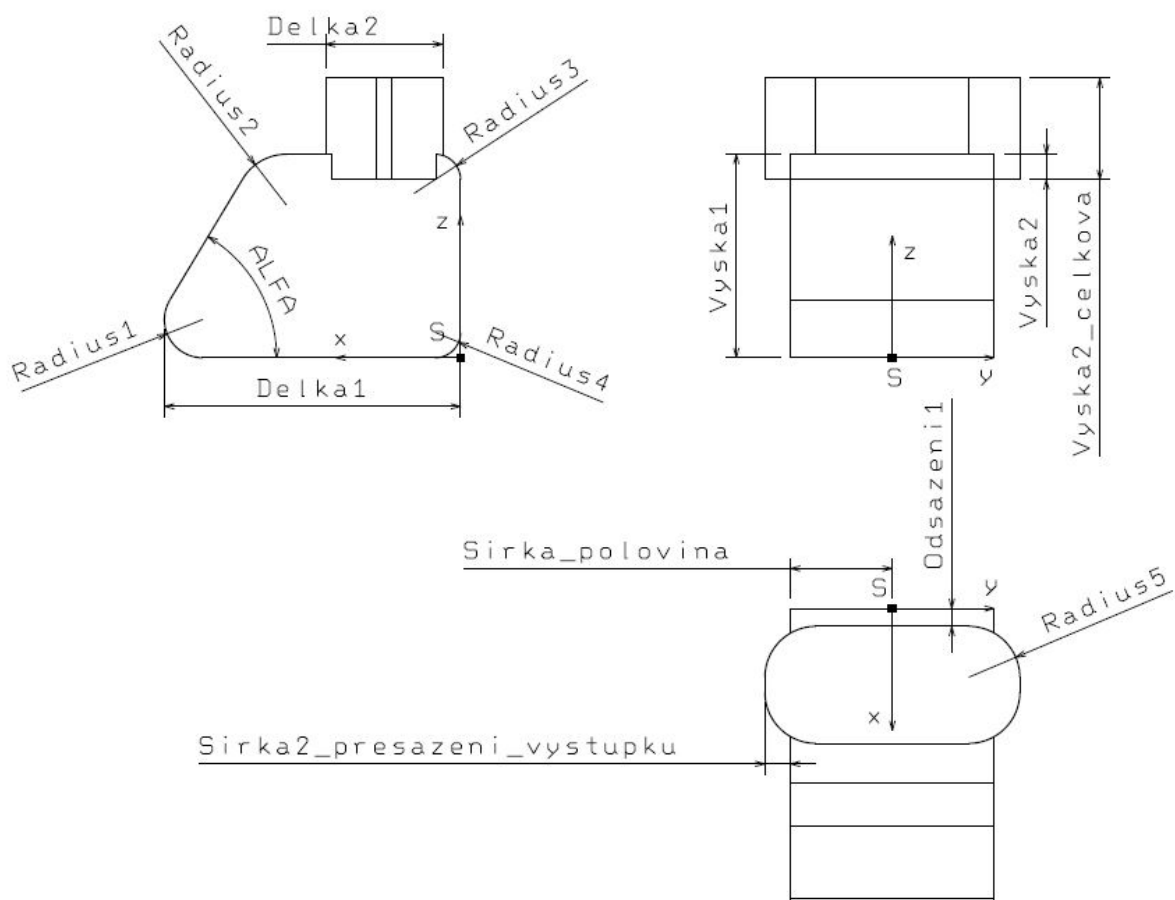
Tab. 6 - "kokpit\_sirka\_v\_loktech\_LMP3.CATPart" – hodnoty parametrů

## 4.6 „otvor\_dveri\_LMP3.CATPart“

Tento model opět slouží k zobrazení předpisů LMP3, tentokrát se jedná o definování minimálního otvoru dveří, vlevo i vpravo. K tomuto účelu jsou v předpisech definovány dva modely (levý a pravý), já navrhuji zjednodušení ve formě modelu pravolevého. Je opět vymodelován jako symetrický objekt, jeho parametry a poloha souřadného systému jsou zřejmé z Obr. 41 a Tab. 7.



Obr. 40 –  
“otvor\_dveri\_LMP3.CATPart”-  
iso pohled



Obr. 41 - “otvor\_dveri\_LMP3.CATPart” - schéma

<b>Název parametru (jednotka)</b>	<b>otvor_dveri_LMP3.CATPart</b>
Sx (mm)	-
Sy (mm)	-
Sz (mm)	-
Euler1 (deg)	-
Euler2 (deg)	-
Euler3 (deg)	-
Delka1 (mm)	581
Vyska1 (mm)	400
Sirka1_polovina (mm)	200
Radius1 (mm)	75
Radius2 (mm)	100
Radius3 (mm)	50
Radius4 (mm)	50
ALFA (deg)	59
Delka2 (mm)	230
Vyska2 (mm)	50
Vyska2_celkova (mm)	200
Sirka2_presazeni_vystupku (mm)	50
Radius5 (mm)	100
Odsazeni1 (mm)	35

Tab. 7 - "otvor\_dveri\_LMP3.CATPart" – hodnoty parametrů

## 5 Ukázka použití 3D modelů pro kontrolu prostoru posádky vozu Praga R1

Ve chvíli, kdy máme předpisy, které jsou popsány různým způsobem, interpretovány jednotně, se nám práce s nimi výrazně zjednodušuje. V našem případě jsme znění předpisů ECE, LMP3 a CN přenesli do zobrazení pomocí zparametrizovaných prostorových modelů vytvořených v programu Catia. Těmto modelům přiřadíme hodnoty parametrů odpovídající předpisům a vytvoříme z modelů jednotlivých prostorů kolem pracoviště řidiče pro každý takový předpis sestavu. Tyto sestavy pak jdou použít například následujícími způsoby.

Obálka modelů, ze kterých sestává takováto sestava, v podstatě tvoří package vozu. Není pro nás proto problém v 3D modelovacím softwaru rovnou začít tvořit strukturu vozu, jelikož její hraniční rozměry v inkriminovaných místech jsou znázorněny právě modely předpisů.

Další možností, jak použít modely, je ke kontrole už hotového vozu či jeho návrhu, jehož 3D model máme k dispozici. V takovém případě není problém z modelu vozu a modelů předpisů utvořit jednu sestavu, ve které po pečlivém umístění objektů pracoviště bude zřejmé, zdali takový vůz vyhovuje zkoumaným předpisům či v jakých místech je nutné provést konkrétní úpravy.

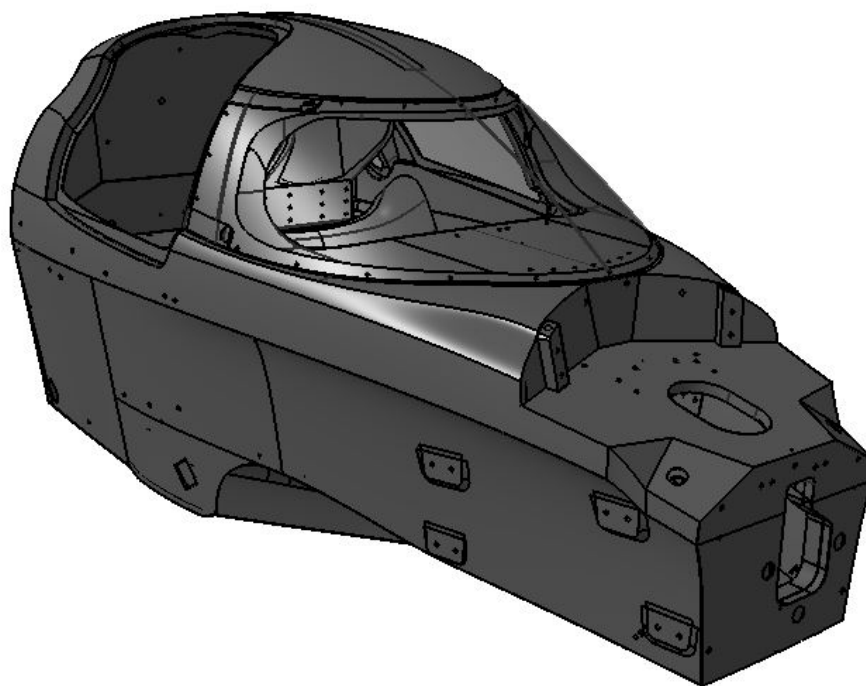
Téma této diplomové práce víceméně vzešlo z myšlenky vytvořit podklady pro úvahy o dalším možném vývoji vozu značky Praga R1 (Obr. 42). Vůz Praga R1 byl koncipován pro značkové poháry, které se nepodařilo v zamýšleném rozsahu prosadit. Po závodní stránce je tedy provozován ve volných kategoriích, ve kterých je



Obr. 42 – Praga R1

úspěšný. Individuálně byla homologována i silniční verze. To vše vedlo k myšlence prozkoumat podmínky, za kterých by byl vůz přípustný širšímu použití, například prostřednictvím okruhových dnů, klubového ježdění či sběratelům. K prošetření byly tedy zadány předpisy dle ECE, kategorie LMP3 a skupiny CN.

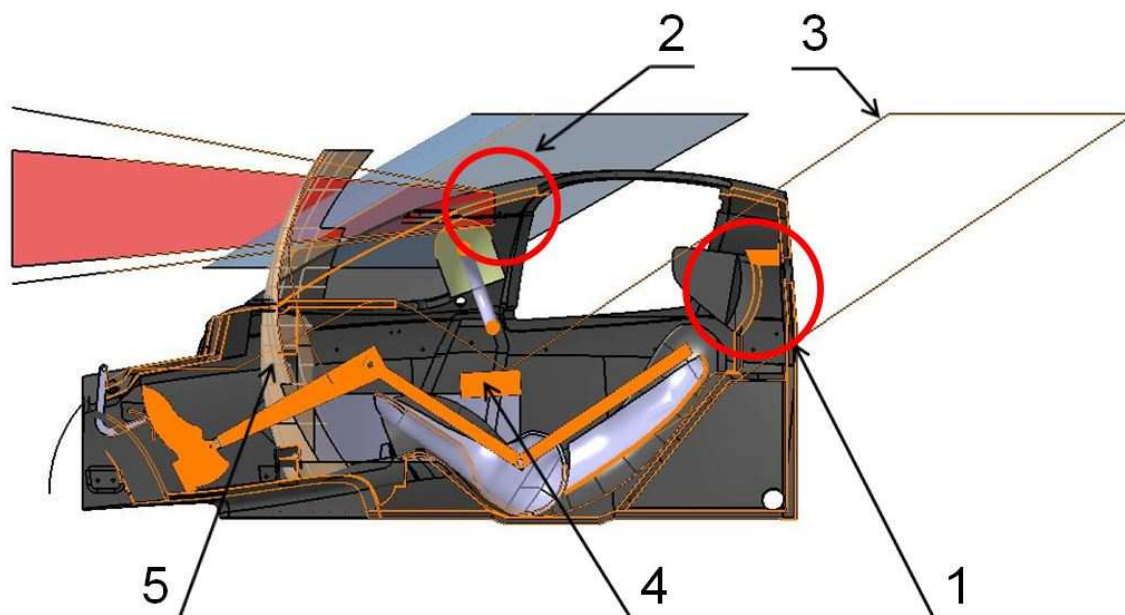
K práci mi byl poskytnut 3D model monokoku (Obr. 43), ze kterého jsem doplněním modelů předpisů vytvořil sestavu. Na následujících stranách se tedy zabývám kontrolou současného vozu Praga R1 s ohledem na plnění předpisů prostoru posádky dané ECE, LMP3 a CN.



Obr. 43 – Praga R1 - monokok

## 5.1 Kontrola předpisů ECE

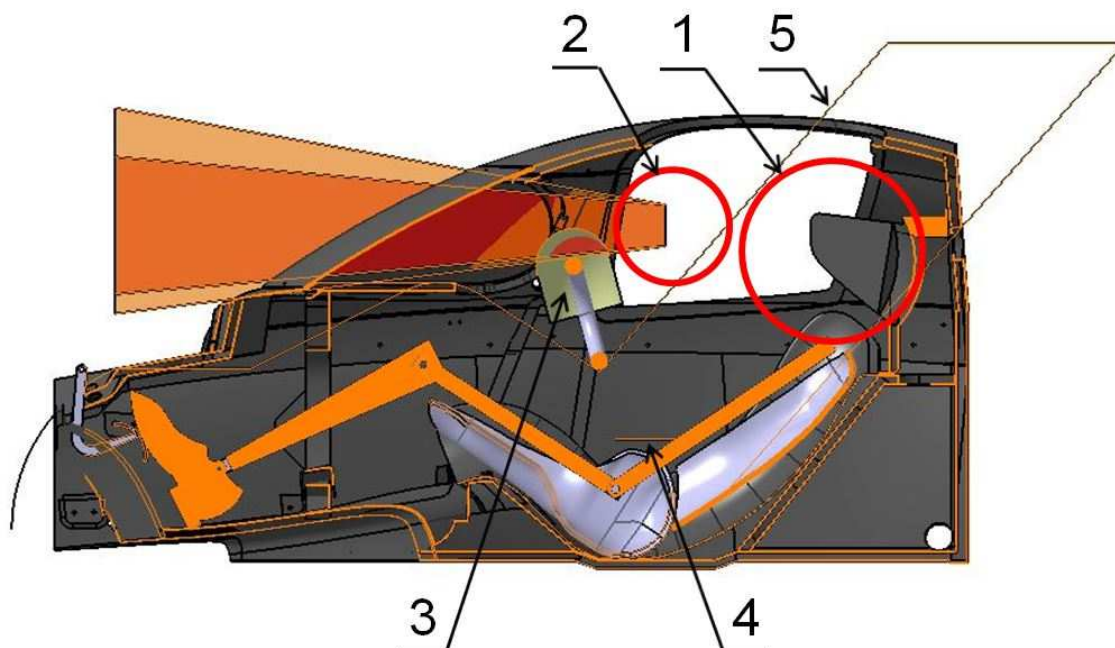
Sestava modelů zobrazujících předpisy ECE byla vygenerována programem RIDIC15. Vstupní parametry nutné pro tvorbu sestavy byly zjištěny z poskytnutého monokoku. Jedná se o úhel sklonu zad od svislé osy  $56^\circ$ , úhel pokrčení stehen od vodorovné plochy  $33^\circ$  a polohu paty, která je 80 mm pod H-bodem 95% figuríny. Důležitou vstupní veličinou pro konstruování předpisů ECE je právě sklon opěradla sedadla. Naše žádaná hodnota  $56^\circ$  je daleko za hodnotou doporučenou ( $14^\circ$ - $24^\circ$ ), pro tuto hodnotu sklonu norma neuvádí korekce pozice výhledů či obálky řidiče, sestava vygenerovaná programem RIDIC15 proto není přímo použitelná. Z Obr. 44 je patrné, že rozevření ploch výhledů nevychází ani přibližně z místa, kde předpokládáme hlavu figuríny. Podobně nesmyslně je zobrazena poloha plochy operačních dosahů – z této pozice sedění na ni rozhodně nelze dosáhnout bez nutnosti zvednutí se z opěradla. Objekt šířky v loktech je rovněž v místě, kde rozhodně lokty žádného člověka nebudou, navíc v našem případě, kdy neuvažujeme sedadlo polohovatelné výškově, by šířka v loktech měla být znázorněna pouze 2D plochou, nikoliv 3D objektem - kvádrem. Zmíním ještě například obálku řidiče, která určuje nutný prostor nad hlavou. V tomto případě vyčnívá dozadu nad vůz, jelikož nepředpokládá při sedění předkloněnou hlavu, k čemuž v tomto případě dojde.



Obr. 44 – Sestava ECE vygenerovaná programem RIDIC15 – řez rovinou symetrie sedadla

- 1 – předpokládaná poloha hlavy dle RIDIC15, 2 – místo počátku výhledů,  
3 – obálka řidiče, 4 – šířka v loktech, 5 – operační dosahy

Proto jsem v sestavě ponechal jen pro nás v tuto chvíli důležité objekty a upravil jejich polohu. Upravenou sestavu ECE můžeme vidět na Obr. 45. Jde jen o hypotetickou ukázkou toho, jak by mohly být objekty umístěny, aby vůz co možná nejvíce vyhověl, nelze z tohoto vyvozovat žádné definitivní závěry. Jak se k takovéto rozsáhlé korekci polohy objektů pro takové úhly sklopení opěradla sedadla staví autority, se zatím nepodařilo zjistit. Žádné oficiální stanovisko k tomuto nám není známo.



Obr. 45 – Upravená poloha objektů ECE – řez rovinou symetrie sedadla

- 1 – skutečný prostor pro hlavu, 2 – místo počátku výhledů,  
3 – změna polohy volantu a jeho obálky, 4 – změna polohy a tvaru šířky v loktech,  
5 – změna tvaru obálky řidiče

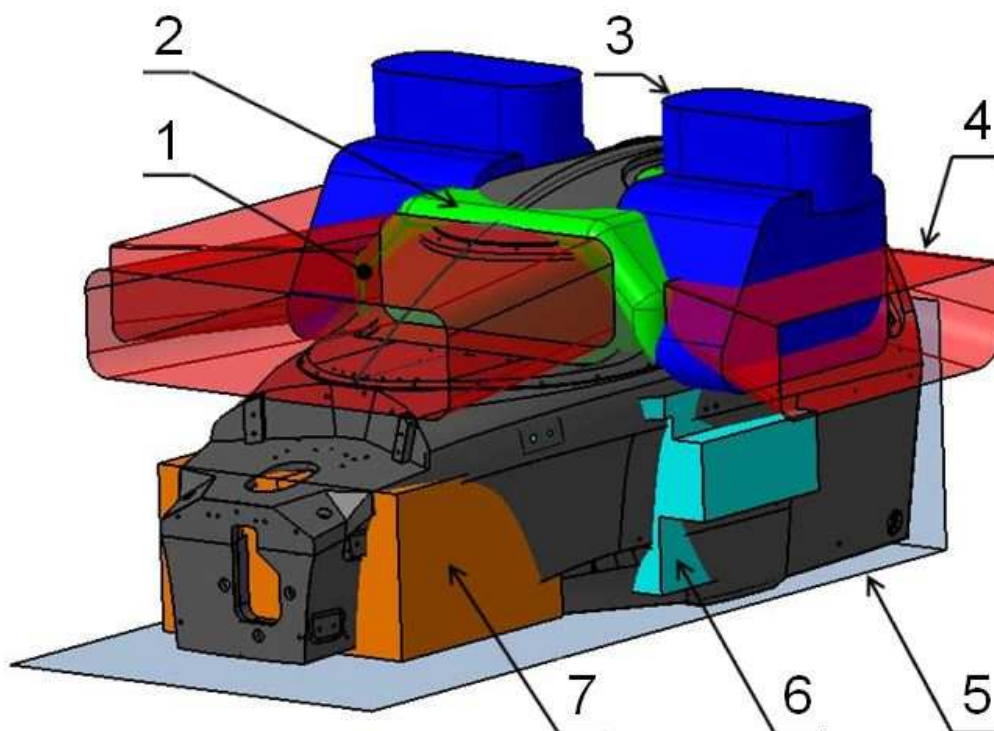
## 5.2 Kontrola předpisů LMP3

Poloha kontrolních objektů popsaných v předpisech LMP3 je přesně specifikována, tvorba sestavy předpisů LMP3 je tudíž jednoznačná. Jak již bylo řečeno, poloha modelů je zakótována k referenční rovině (leží na spodní části karoserie vozu) a k zadní stěně monokoku, případně řetězovitě k jiným objektům.

Já jsem nejdříve provedl porovnání kokpitu Praga se sestavou objektů LMP3 tak, jak to určují předpisy. Posléze jsem navázal různými úpravami monokoku a ukázal, o kolik by provedená úprava zlepšila splnění požadavků LMP3.

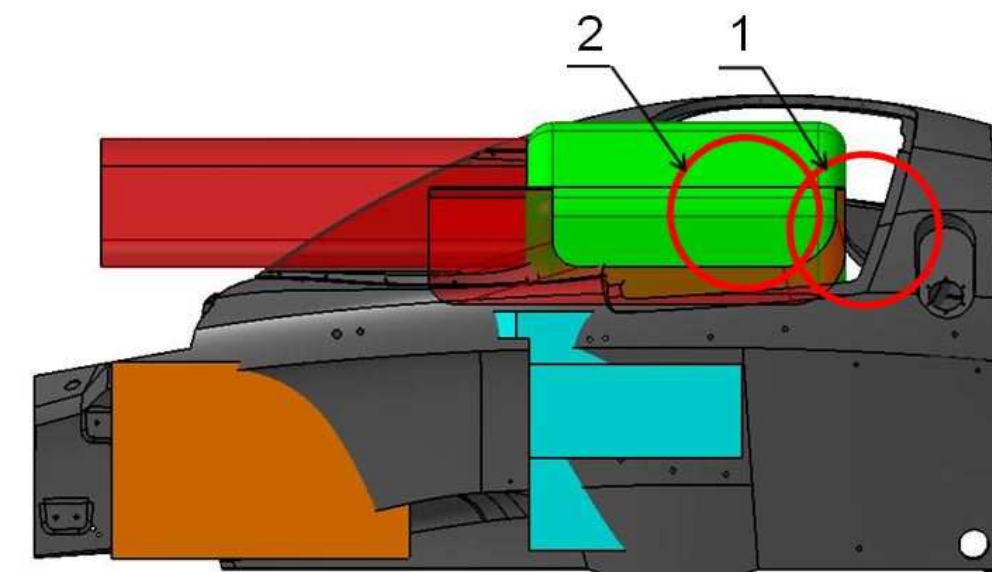
## Analýza současného stavu – předepsaná poloha sestavy LMP3

Sestavu vloženou do monokoku Praga vidíme na Obr. 47 a Obr. 46. Z obrázku je patrné, že nevyhovuje v žádném ze sledovaných směrů.



Obr. 47 – Praga a LMP3

- 1 – výhled čelní, 2 – kokpit, prostor pro hlavu, 3 – otvor bočních dveří, levý,  
4 – výhled boční, levý, 5 – referenční plochy, 6 – kokpit, šířka v loktech,  
7 – prostor pro nohy



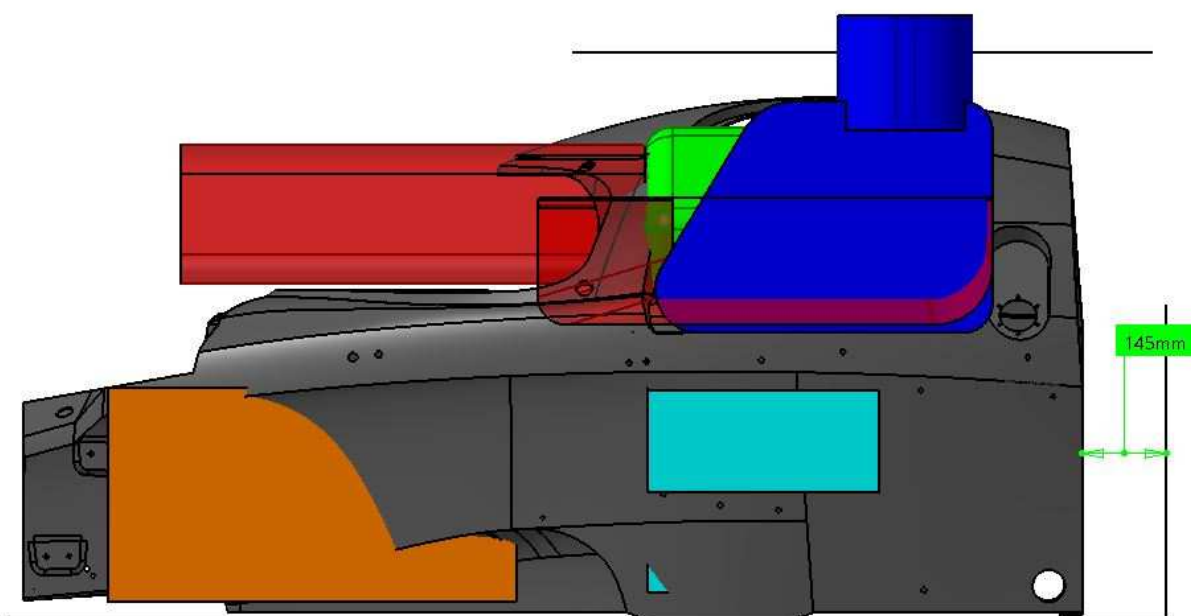
Obr. 46 – Praga a LMP3 – pohled zleva

- 1 – poloha hlavy řidiče v kokpitu Praga, 2 – poloha hlavy dle LMP3



## Analýza současného stavu – upravená poloha sestavy LMP3

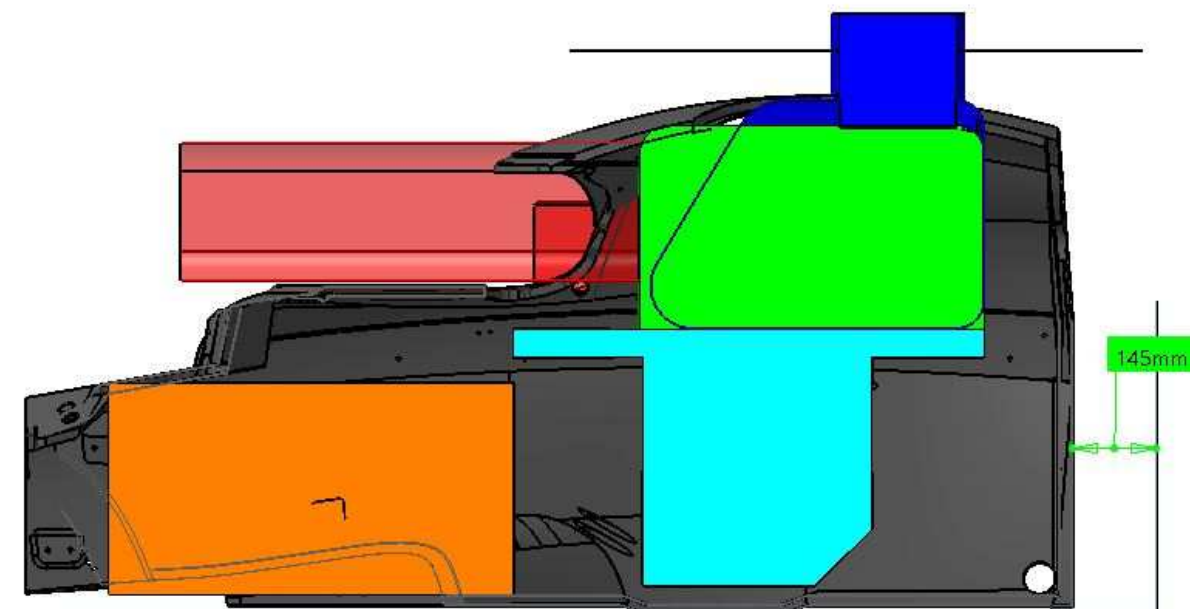
Z obrázků výše je viditelné, že kdyby byla sestava LMP3 umístěna více vzadu, byla by i míra vyhovění předpisům o poznání vyšší. Poloha objektů umístěných nejvíce vzadu je u LMP3 dána vzdáleností 300 mm od zadní stěny monokoku, a to proto, že ve vymezeném prostoru počítají předpisy LMP3 s přítomností ochranného ocelového oblouku a jeho vzpěry (viz Obr. 13). Vůz Praga žádný takový nemá, a proto je například šablona vymezující prostor pro hlavu (zelený objekt) více vpředu, než by byla hlava pilota sedícího ve voze Praga (zřejmě např. z Obr. 46). Proto jsem polohu sestavy LMP3 upravil v předozadním směru tak, aby kokpit předpisy co nejvíce splňoval. Posunul jsem ji tedy v konečném výsledku o 145 mm tak, jak je vidět na Obr. 48.



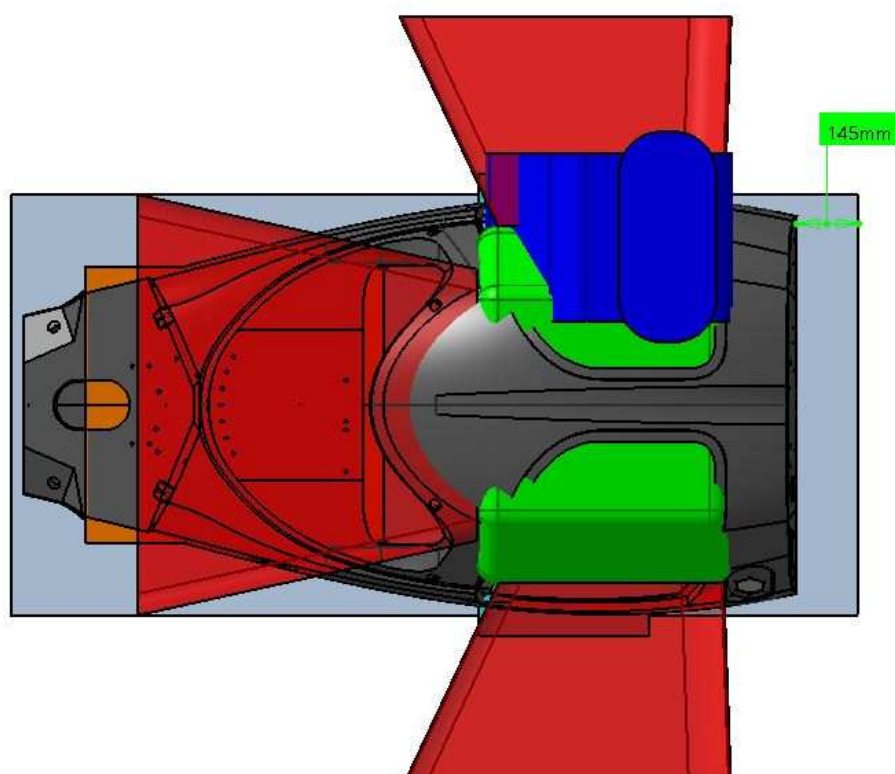
Obr. 48 – Praga a LMP3 (sestava posunutá o 145 mm) – pohled z boku

Pohled z toho samého směru, avšak v řezu vedeném rovinou symetrie sedadla, znázorňuje Obr. 50. V tomto pohledu je zřejmé i vnitřní uspořádání šablon. Nutné se jeví přepracování tvaru prostory pro nohy, z hlediska předpisů je výhodné ploché dno monokoku. Čelní výhled vyhovuje svou spodní hranou, nicméně výška průzoru je požadována větší. Na základě tohoto řezu i usuzujeme nutné zvětšení oblasti hlavového prostoru. Toto není nutné provést ve středu vozu, tam výška a prostor vyhovují. Jde o veliké zaoblení střechy ve směrech do boku, které nevyhovuje. Tato domněnka se potvrzuje pohledem na Obr. 49, kde vidíme zelenou šablonu kokpitu

výrazně přesahovat hranici monokoku na obou stranách. Ideálním tvarem by proto byl monokok s plošší střechou, se zaoblením na stranách menším, než je tomu nyní.

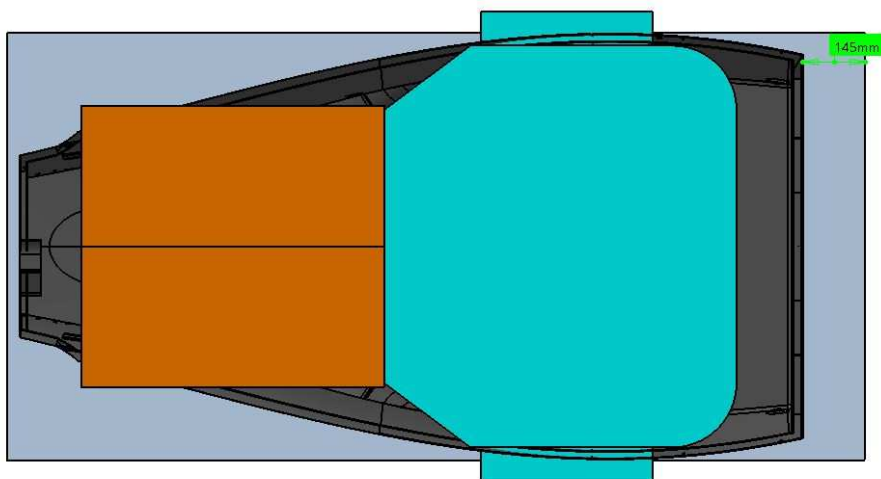


Obr. 50 - Praga a LMP3 (sestava posunutá o 145 mm) – řez rovinou symetrie sedadla



Obr. 49 – Praga a LMP3 (sestava posunutá o 145 mm) – pohled shora

Navíc nabízím ještě pohled shora, a to na vnitřní prostor dolní poloviny monokoku (viz Obr. 51). Nutně by pro splnění předpisů muselo dojít v obou oblastech, které na obrázku můžeme vidět. Prostor pro nohy je nutné rozšířit především v přední části monokoku, vhodné by bylo i zjednodušit jeho tvarování. V oblasti šířky v loktech by rovněž bylo nutné monokok rozšířit, a to na obou stranách tak, aby tyrkysová šablona nepřesahovala jeho hranici.

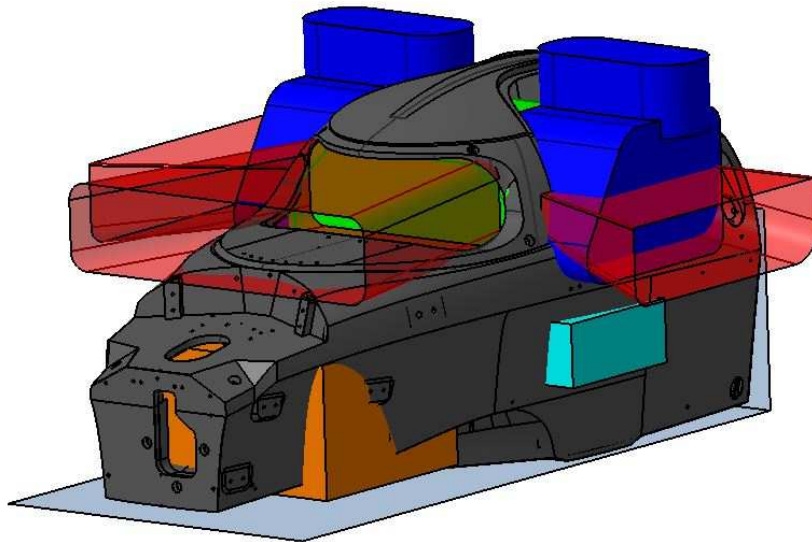


Obr. 51 - Praga a LMP3 (sestava posunutá o 145 mm) – pohled shora do dolní poloviny monokoku

## Analýza stavu po zvětšení monokoku při zachování jeho tvaru

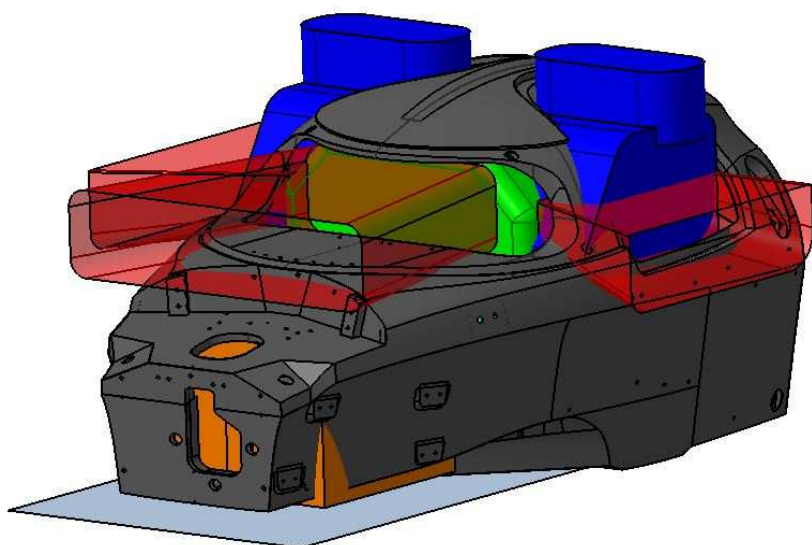
Jak je nejlépe vidno na bočním pohledu (Obr. 46), skořepina monokoku Praga je co do výšky menší než předpisy dovolují. Model skořepiny jsem proto zvětšil na 108%, abych tento prostor maximálně využil. Z výsledku (Obr. 52) vidíme, že stejným zvětšením monokoku stále většině z předpisů nevyhovíme. Změnu pozorujeme pouze u objektu, který vymezuje minimální prostor pro hlavy posádky (zelený).

Ve druhé fázi jsem skořepinu zvětšil v každém ze 3 směrů jiným poměrem. V délce jsem rozměr ponechal, v tomto směru vyhovuje. Co do šířky jsem provedl zvětšení na 142%, což je hodnota, kdy je monokok schopen obsáhnout požadovanou šířku v loktech (viz Obr. 53). Ve výšce je monokok opět zvětšen na 108%, jako v předchozím případě. I přesto, že kokpit při tomto mohutném



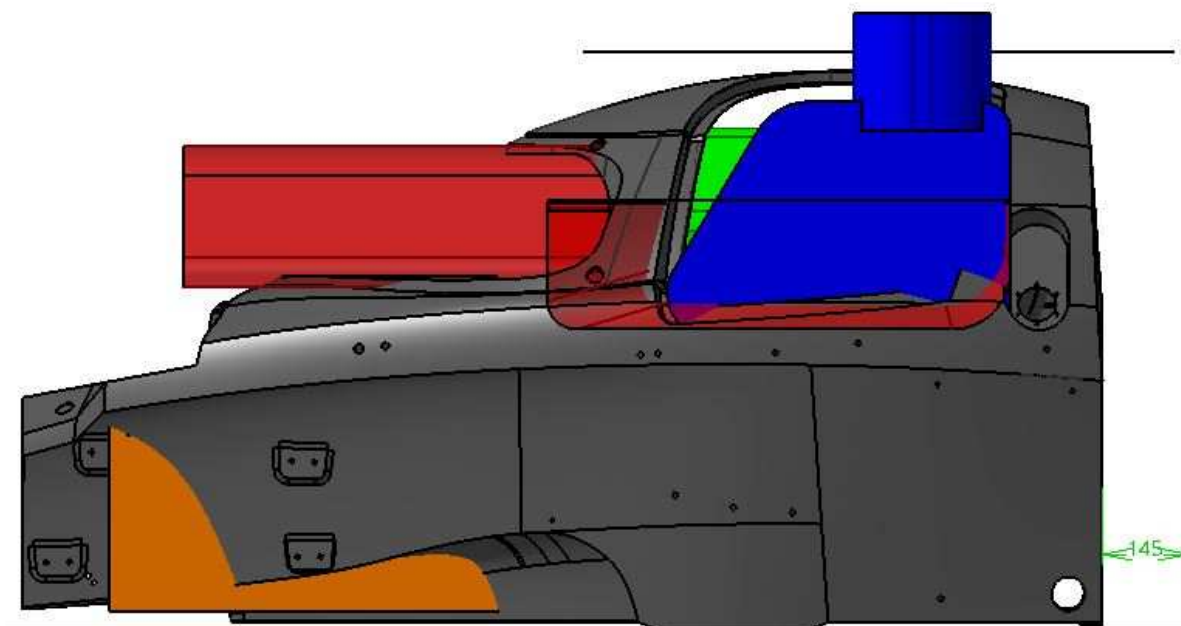
Obr. 52 – Praga (108%) a LMP3

rozšíření splňuje požadavek šířky v loktech, tak vidíme, že stále nedošlo ke splnění minimální prostoru pro nohy (oranžový objekt v přední části vozu) a výhledů. Čelní výhled je splněn na jeho horní hraně, spodní hranou však zasahuje do struktury monokoku. Přesně naopak, než tomu bylo u monokoku nezvětšeného. Do prostoru bočních výhledů pak v plné míře zasahují A-sloupky. Celkovému splnění předpisů by opět prospělo posunout celou sestavu šablon LMP3 směrem dozadu.



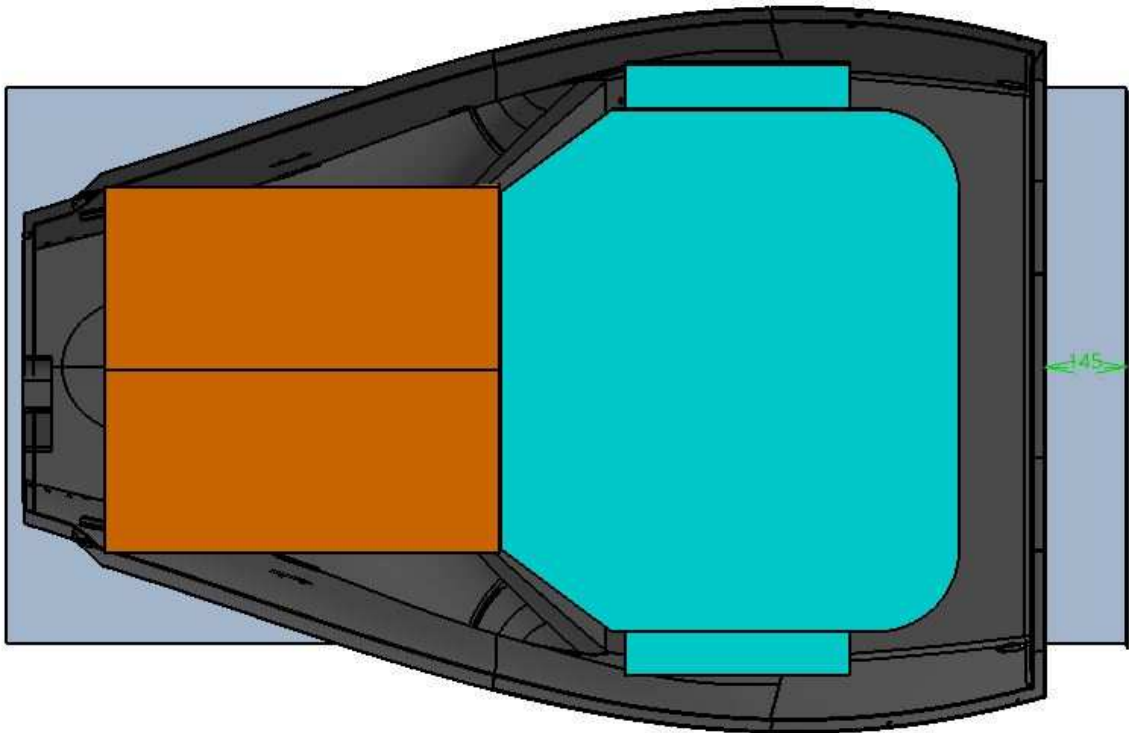
Obr. 53 – Praga (nestejněměrně zvětšená) a LMP3

## Nestejněměrně zvětšený monokok s upravenou polohou sestavy LMP3



Obr. 54 – Praga (zvětšený monokok) a LMP3 (posunutá sestava)

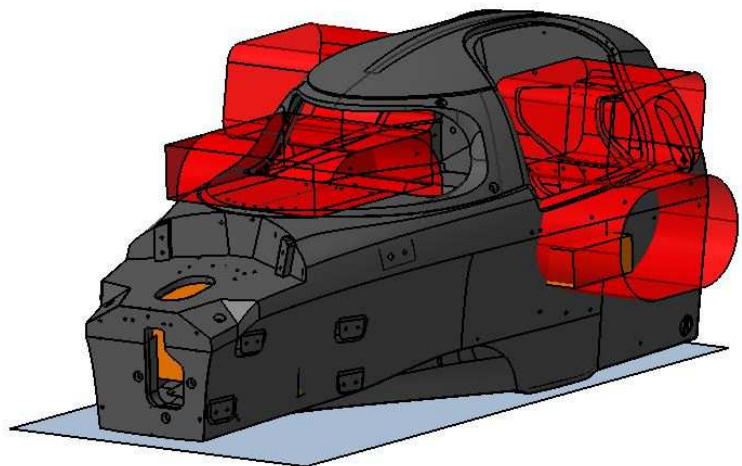
Na Obr. 54 vidíme zvětšený monokok spolu se sestavou LMP3 posunutou o 145 mm vzad. V délce je ponechán rozměr původní. Posunutí šablony kokpitu umožnilo monokok rozšířit na 131% namísto původně potřebných 42% navíc. Na obrázku Obr. 55 pak vidíme vnitřní uspořádání šablon prostoru pro nohy (oranžové) a šablony kokpitu (tyrkysová). Z toho je zřejmé, že monokok ve výšce dělicí roviny je širší, než by bylo vyžadováno šablonou, nicméně nepříznivý je tvar zužující se příliš brzy vpředu a dole na obou stranách. Co do výšky je skořepina v tomto případě zvětšena na 105% tak, aby šablona čelního výhledu byla přibližně ve středu průzoru okna (nikoliv tedy pro využití maximální povolené výšky jako v předchozích případech). Z Obr. 54 je pak vidět, že by bylo nutné pro splnění předpisů jak zvětšit otvor dveří, tak i výhled samotný.



Obr. 55 – Praga (zvětšený monokok, dolní polovina) a LMP3

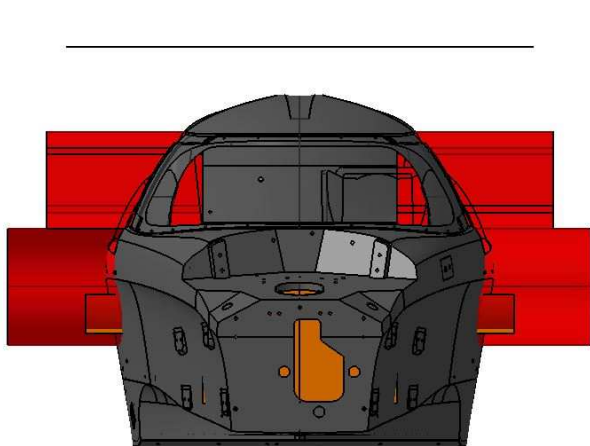
### 5.3 Kontrola předpisů skupiny CN

Místa, o kterých hovoří předpisy CN, nejsou vůči sobě navzájem nikterak ustaveny v prostoru. Víceméně pouze kontrolují již hotové prvky na autě, např. velikost okna či dveří. Nelze proto vytvořit jednu danou sestavu modelů, tak jak tomu je v případě LMP3, zde je každý model usazován zvlášť. Výsledek vidíme na obrázcích níže. Z Obr. 56 je patrné, že objekt šířky v loktech (oranžový, v místě, kde tušíme dveře) přesahuje hranici monoku a ten tedy nevyhovuje. Naopak objekty vymezující prostor pro nohy jsou schované uvnitř monokoku. V řezu modelem (Obr. 57) posléze vidíme, že skutečně vyhovují. Zároveň je z tohoto pohledu zřejmé, že Praga splňuje požadavek

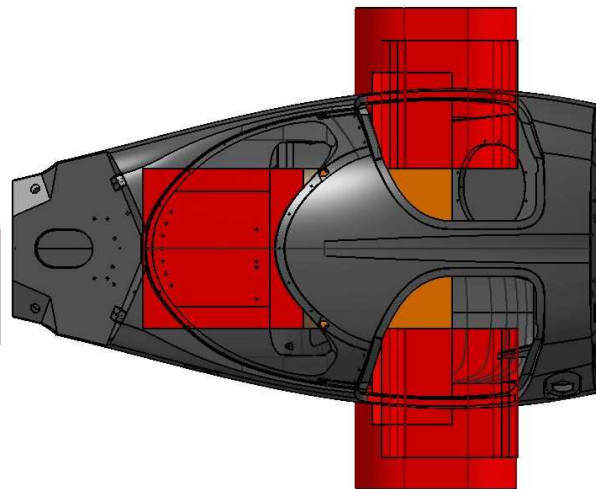


Obr. 56 – Praga a CN

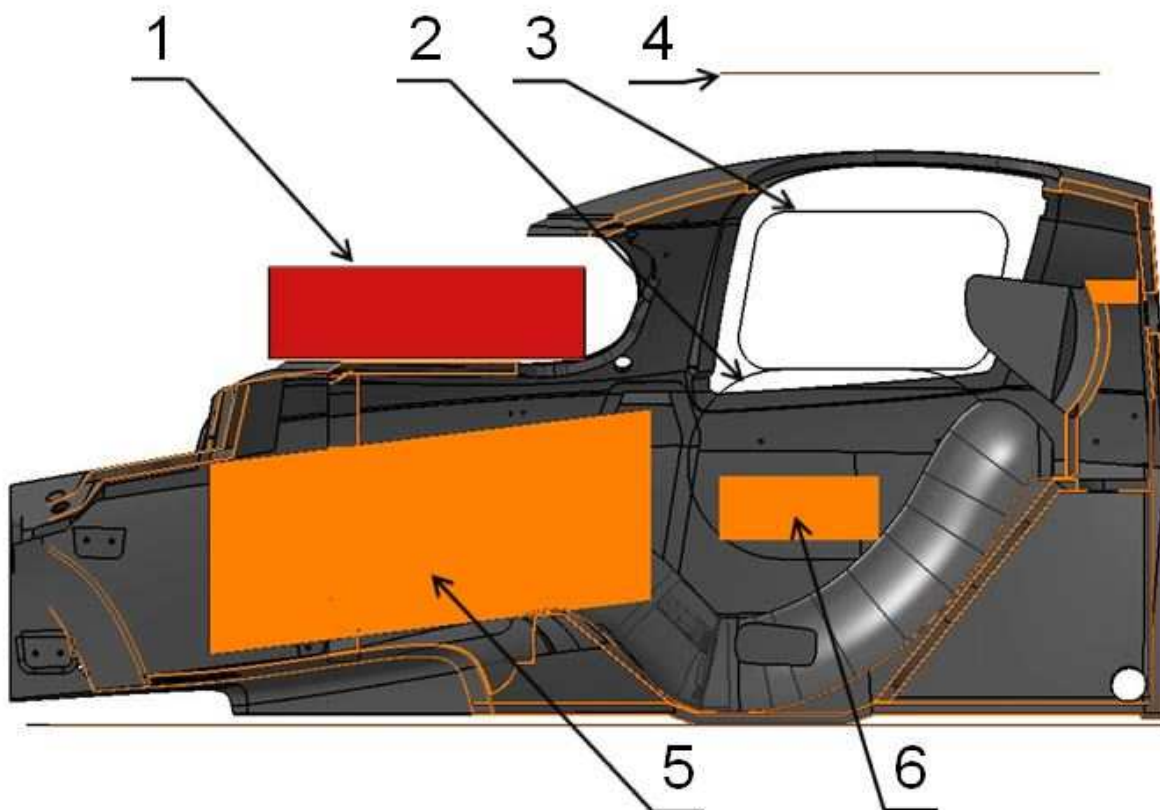
minimálního výhledu čelním oknem i bočními dveřmi. Co však zcela chybí, je otvor dveří pod bočním oknem. V tomto směru by tedy vůz Praga musel s ohledem na předpisy CN doznat největší změny.



Obr. 59 - Praga a CN – pohled zepředu



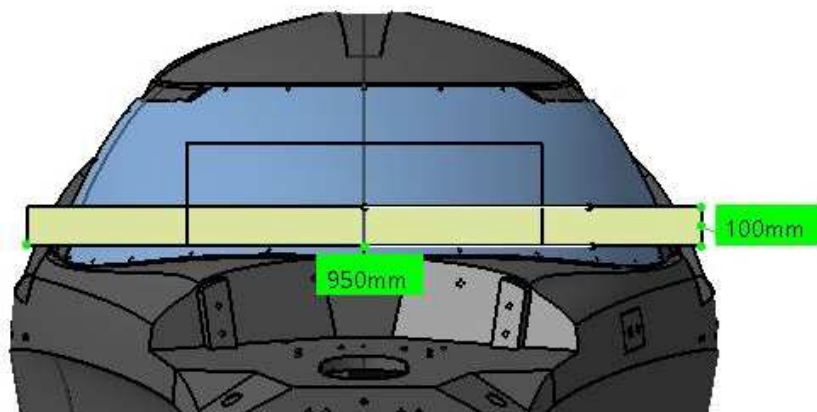
Obr. 58 – Praga a CN – pohled shora



Obr. 57 – Praga a CN – řez rovinou symetrie sedadla

- 1 – výhled čelním oknem, 2 – otvor dveří, 3 – výhled bočním oknem,
- 4 – maximální výška vozu, 5 – prostor pro nohy, 6 – šířka v loktech

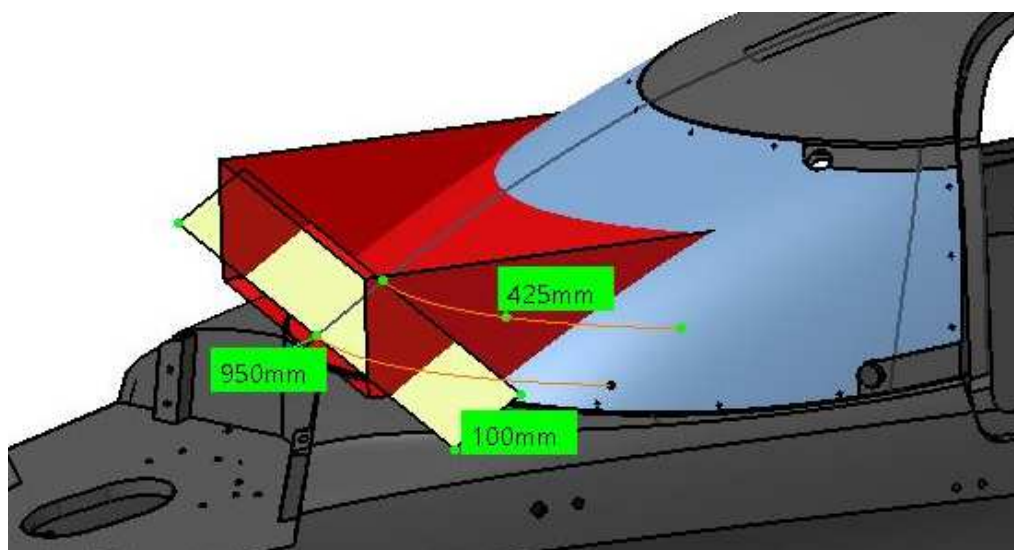
Nad provedení kontroly těmito modelu je nutné doplňkově provést kontrolu dostatečné velikosti předního okna, a to přiložením šablony 950 mm x 100 mm, jak je řečeno v předpisech. V naší situaci zarovnáme dolní okraj obdélníku se spodní plochou modelu čelního výhledu, pod úhlem sklonění okna (Obr. 60). Teoreticky bychom ji posléze vodorovně „obtiskli“ na okno. V praxi bychom však museli mít šablonu z velmi poddajného materiálu, jelikož vlivem sklonění a zakřivení okna by toto např. s papírovou šablonou nebylo



Obr. 60 – Praga a CN – dodatečná kontrola okna - zředu

možno provést. Mohli bychom se však provést např. provázky, které by naznačovaly spodní a horní hranu šablony a které by měřily 425 mm na každou stranu od středu okna. Na Obr. 61 toto vidíme naznačené oranžovými křivkami.

Z kontroly vyplývá, že vůz Praga R1 z požadavků CN splňuje předpis pro minimální prostor pro nohy, rovněž splňuje výhled čelní a bočními dveřmi. Nesplňuje však oblast požadované šířky pro lokty a velmi zásadně ani požadavek na otvor dveří odlišný od panelu průhledné část.



Obr. 61 – Praga a CN – dodatečná kontrola okna – přiložení šablony



## 6 Diskuze možností kombinace předpisů

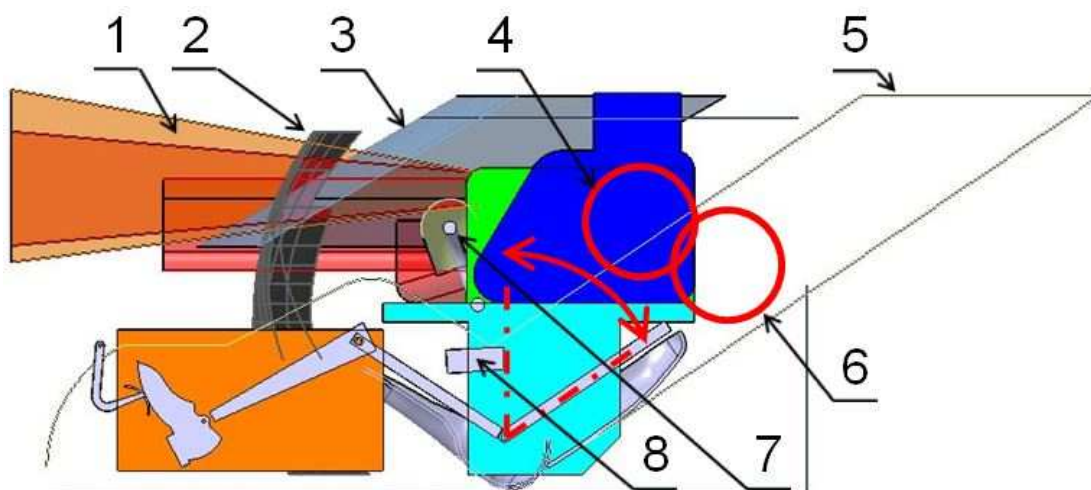
Další otázkou, která se objevuje už od samého počátku práce, je, zdali vůbec je možné zkombinovat některé z těchto předpisů dohromady? Jaká by z toho plynula omezení pro jeho konstrukci? Vyšetřením těchto možností se zabývám v následující části.

### LMP3 a CN

Z informací výše lze vyvodit, že předpisy LMP3 pojmu předpisy skupiny CN až na zmiňovaný otvor dveří. V případě tvorby vozu dle předpisů LMP3 je tedy hypoteticky možné splnit i předpisy CN v případě, že bude otvor dveří předpisům CN uzpůsoben. V jiném případě by vůz LMP3 splňoval předpisy skupiny CN, pokud by bylo orgány FIA ustoupeno od požadavku dvou od sebe odlišných panelů – průhledné a neprůhledné části. V případě jejich možného překrytí lze tvrdit, že vůz LMP3 splňuje i předpisy CN, co se prostoru posádky týče.

### ECE a LMP3

Sestavu předpisů ECE a LMP3 vidíme na Obr. 62 – v tomto případě je sklon zadové části figuríny ponechán stejný jako ve voze Praga, tj.  $56^\circ$  od svislé osy a rozmístění prvků takové, jaké bylo vygenerováno programem RIDIC15. V obrázku



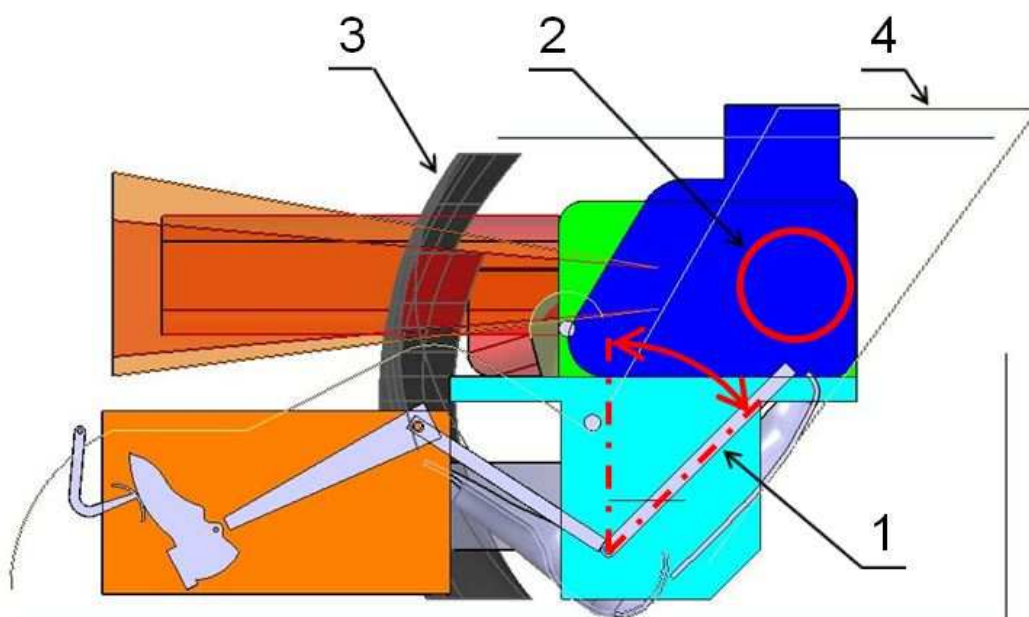
Obr. 62 – ECE a LMP3 – úhel sedění  $56^\circ$

- 1 – výhled čelní, 2 – operační dosahy, 3 – čelní okno,  
4 – pozice hlavy dle LMP3, 5 – obálka řidiče, 6 – pozice hlavy dle ECE,  
7 – volant a jeho obálka, 8 – šířka v loktech

je opět patrné nesmyslné umístění počátku výhledů, šířky v loktech, volantu, nerozumná vzdálenost operačních rozsahů a velikost obálky řidiče. Což opět plyne z neexistence vhodných korekcí v daných normách pro dané usazení figuríny.

Přináším proto hypotetickou ukázkou, jakým způsobem by mohly být objekty předpisů ECE rozmístěny v sestavě LMP3 tak, aby si co možná nejvíce odpovídaly. Na následujícím obrázku (Obr. 63) je úhel nastavení sedadla  $45^\circ$ , upravil jsem obálku řidiče v místě hlavy figuríny a operační dosahy byly posunuty o 200 mm směrem vzad. Výška nad hlavou řidiče zůstala taková, jaká je předepsaná pro maximální úhel nastavení sedadla dle ECE, tedy  $24^\circ$ . V našem případě by se však v případě extrapolace hodnot korekcí tato vzdálenost zmenšila, velmi pravděpodobně na nebo pod úroveň maximální výšky vozu dle LMP3.

Co se týče potřebné šířky v místě pro nohy, tak lze z normy vyvodit, že minimální potřebný prostor pro nohy je dle ECE 503 mm, což je méně než minimální hodnota rozměru dle LMP3, která v součtu činí 660 mm.



Obr. 63 - ECE a LMP3 – úhel sedění  $45^\circ$

- 1 – úhel sedění, 2 – upravená společná pozice hlavy řidiče,  
3 – upravená poloha operačních dosahů, 4 - upravený tvar obálky řidiče

## 7 Závěr

Na samém začátku práce jsem nastudoval metodiku a funkci programu RIDIC15 a seznámil se s oblastmi předpisů ECE, které jsou předmětem našeho zájmu. Spolu s tím jsem se dopodrobna zajímal o předpisy kategorie LMP3 a skupiny CN. Mým úkolem bylo na základě těchto znalostí navrhnout parametrické 3D modely v programu Catia, které by dokázaly interpretovat a zobrazit předpisy LMP3 a CN a o které by mohl být rozšířen program RIDIC15. Přinesl jsem návrh šesti základních modelů, které používám pro zobrazení předpisů LMP3 a CN v 16-ti různých podobách.

Ve druhé fázi práce jsem ukázal praktické použití jak modelů vygenerovaných programem RIDIC15, tak i modelů mnou vytvořených, a to pro kontrolu pracoviště řidiče vozu Praga R1 s ohledem na plnění těchto tří druhů předpisů. Do 3D modelu kokpitu tohoto vozu, který mi byl společností Praga poskytnut, jsem umístil sestavy předpisů a jednotlivé oblasti zanalyzoval.

Na závěr jsem se představil možnosti kombinací předpisů a omezení, která z takových kombinací plynou či by mohla plynout.

Pokračování práce se může i nadále ubírat dvěma cestami. První cestou by byla implementace modelů do programu RIDIC15, jeho postupné vylepšování a ladění. Spolu s tím by bylo vhodné vyřešit otázku kolem homologace vozu dle ECE s úhlem sedění větším, než jsou hodnoty doporučené. To víceméně spočívá v dialogu s autoritami. Druhou cestou pokračování práce může být použití výstupů analýzy vozu Praga R1 a kombinace předpisů jako podkladů pro tvorbu nové generace vozu a započít tedy s projekcí vozu samotného.

## Seznam použité literatury

- [1. Wikipedia. *Kategorie vozidel*. [Online] [Citace: 27. Červen 2017.] [https://cs.wikipedia.org/wiki/Kategorie\\_vozidel](https://cs.wikipedia.org/wiki/Kategorie_vozidel).
2. Wikipedia. *Gran Turismo (automobil)*. [Online] [Citace: 7. červen 2017.] [https://cs.wikipedia.org/wiki/Gran\\_Turismo\\_\(automobil\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/Gran_Turismo_(automobil)).
3. **Lyčka, Ondřej**. Parametrický CAD model pracoviště řidiče. *DP 2015 - MV02*. Praha : ČVUT v Praze, 2015.
4. Wikipedia. *Le Mans Prototype*. [Online] [Citace: 7. červen 2017.] [https://en.wikipedia.org/wiki/Le\\_Mans\\_Prototype](https://en.wikipedia.org/wiki/Le_Mans_Prototype).
5. European Le Mans Series. *The different classes*. [Online] [Citace: 11. červen 2017.] <http://www.europeanlemansseries.com/en/elms/the-different-classes/4>.
6. automobilrevue.cz. *LE MANS LMP3 – Cesta do Le Mans...* [Online] [Citace: 10. Červen 2017.] [http://www.automobilrevue.cz/rubriky/motorsport/le-mans-lmp3-cesta-do-le-mans\\_45371.html](http://www.automobilrevue.cz/rubriky/motorsport/le-mans-lmp3-cesta-do-le-mans_45371.html).
7. Wikipedia. *Group CN*. [Online] [Citace: 7. červen 2017.] [https://en.wikipedia.org/wiki/Group\\_CN](https://en.wikipedia.org/wiki/Group_CN).
8. European Le Mans Series. *The different classes*. [Online] [Citace: 28. Červen 2017.] <http://europeanlemansseries.com/web/assets/Pages/Categories/Technical-LMP3.pdf>.
9. Autoklub České republiky. *Technické předpisy pro sportovní produkční vozy, skupina CN*. [Online] [Citace: 28. Červen 2017.] <http://www.autoklub.cz/dokument/12031-cl-259-technicke-predpisy-pro-sportovni-produkcni-vozy-skupina-cn-.html>.

## Seznam obrázků

Obr. 1 – Ford GT .....	7
Obr. 2 – vůz kategorie LMP3.....	8
Obr. 3 – Sestava pracoviště řidiče vygenerovaná programem RIDIC15 .....	10
Obr. 4 - Základní porovnání - šířka v loktech.....	14
Obr. 5 – Základní porovnání - výhled čelním oknem .....	14
Obr. 6 - Základní porovnání - výhled bočními dveřmi.....	15
Obr. 7 - Základní porovnání - prostor pro nohy .....	15
Obr. 8 – LMP3 - Referenční rovina.....	17
Obr. 9 – LMP3 - Sestava předpisů s výhledy .....	18
Obr. 10 – LMP3 - Sestava předpisů s otvory dveří.....	19
Obr. 11 – LMP3 - Šablona #1: kokpit, šířka v loktech.....	21
Obr. 12 – LMP3 - Šablona #2, kokpit, prostor pro hlavu.....	22
Obr. 13 – LMP3 - Pozice řidiče v kokpitu .....	23
Obr. 14 – LMP3 - Šablona #7 – výhled bočními dveřmi levý .....	23
Obr. 15 – LMP3 - Šablona #5 – otvor dveří levý.....	25
Obr. 16 – CN – Šablona pro kontrolu otevření kokpitu [9] .....	26
Obr. 17 - “prostor_pro_nohy_LMP3” - iso pohled .....	30
Obr. 18 – “prostor_pro_nohy_CN” - iso pohled .....	30
Obr. 19 – “sirka_v_loktech_CN” - iso pohled.....	30
Obr. 20 – “kvadr.CATPart” – schéma .....	31
Obr. 21 – “kvadr.CATPart” – schéma – parametr Alfa.....	31
Obr. 24 - “vyhled_bocni_LMP3_L.CATPart” - iso pohled .....	33
Obr. 22 - - “vyhled_celni_LMP3.CATPart” - iso pohled .....	33
Obr. 23 -“vyhled_bocni_LMP3_P” - iso pohled.....	33
Obr. 25 - “vyhled_bocni_CN.CATPart” - iso pohled.....	33
Obr. 26 - “otvor_dveri_CN.CATPart” - iso pohled.....	33
Obr. 27 – “vyhled_celni_CN.CATPart” - iso pohled.....	33
Obr. 28 – Výhled čelním oknem CN – dodatečná kontrola – pohled zřepedu .....	34
Obr. 29 - – Výhled čelním oknem CN – dodatečná kontrola – průmět na okno (dvě oranžové křivky, 425 mm dlouhé).....	35
Obr. 30 – “vyhled.CATPart” - schéma .....	35
Obr. 31 – “vyska_vozu_max_LMP3.CATPart” - iso pohled .....	37
Obr. 32 – “referencni_roviny_LMP3.CATPart” - iso pohled .....	37

Obr. 33 – “referencni_rovina_CN.CATPart” - iso pohled .....	37
Obr. 34 – “vyska_vozu_max_CN.CATPart” - iso pohled .....	37
Obr. 35 – “plochy.CATPart” - schéma .....	38
Obr. 36 – “kokpit_prostor_pro_hlavu_LMP3.CATPart” - iso pohled .....	39
Obr. 37 – “kokpit_prostor_pro_hlavu_LMP3.CATpart” - schéma.....	39
Obr. 38 – “kokpit_sirka_v_loktech_LMP3.CATPart” - iso pohled.....	41
Obr. 39 - “kokpit_sirka_v_loktech_LMP3.CATPart” - schéma .....	41
Obr. 40 – “otvor_dveri_LMP3.CATPart”- iso pohled.....	43
Obr. 41 - “otvor_dveri_LMP3.CATPart” - schéma .....	43
Obr. 42 – Praga R1 .....	45
Obr. 43 – Praga R1 - monokok.....	46
Obr. 44 – Sestava ECE vygenerovaná programem RIDIC15 – řez rovinou symetrie sedadla.....	47
Obr. 45 – Upravená poloha objektů ECE – řez rovinou symetrie sedadla.....	48
Obr. 46 – Praga a LMP3 – pohled zleva .....	49
Obr. 47 – Praga a LMP3 .....	49
Obr. 48 – Praga a LMP3 (sestava posunutá o 145 mm) – pohled z boku .....	50
Obr. 49 – Praga a LMP3 (sestava posunutá o 145 mm) – pohled shora.....	51
Obr. 50 - Praga a LMP3 (sestava posunutá o 145 mm) – řez rovinou symetrie sedadla.....	51
Obr. 51 - Praga a LMP3 (sestava posunutá o 145 mm) – pohled shora do dolní poloviny monokoku.....	52
Obr. 52 – Praga (108%) a LMP3 .....	53
Obr. 53 – Praga (nestejněměrně zvětšená) a LMP3 .....	53
Obr. 54 – Praga (zvětšený monokok) a LMP3 (posunutá sestava) .....	54
Obr. 55 – Praga (zvětšený monokok, dolní polovina) a LMP3.....	55
Obr. 56 – Praga a CN.....	55
Obr. 57 – Praga a CN – řez rovinou symetrie sedadla .....	56
Obr. 58 – Praga a CN – pohled shora .....	56
Obr. 59 - Praga a CN – pohled zpředu .....	56
Obr. 60 – Praga a CN – dodatečná kontrola okna - zpředu .....	57
Obr. 61 – Praga a CN – dodatečná kontrola okna – příložený šablony.....	57
Obr. 62 – ECE a LMP3 – úhel sedění 56° .....	58
Obr. 63 - ECE a LMP3 – úhel sedění 45° .....	59

## Seznam tabulek

Tab. 1 – Přehled prvků pracoviště řidiče v jednotlivých předpisech .....	13
Tab. 2 – “kvadr.CATPart” – hodnoty parametrů .....	32
Tab. 3 – “vyhled.CATPart” – hodnoty parametrů.....	36
Tab. 4 – “plochy.CATPart” – hodnoty parametrů.....	38
Tab. 5 - “kokpit_prostor_pro_hlavu_LMP3.CATpart” – hodnoty parametrů.....	40
Tab. 6 - “kokpit_sirka_v_loktech_LMP3.CATPart” – hodnoty parametrů.....	42
Tab. 7 - “otvor_dveri_LMP3.CATPart” – hodnoty parametrů.....	44