



**FAKULTA
STROJNÍ
ČVUT V PRAZE**

Ústav automobilů, spalovacích motorů
a kolejových vozidel

Univerzální nosič interiérových modelů
vozu

Universal carrier of car interior models

DIPLOMOVÁ PRÁCE
2021

Bc. Marek ŠANDA

Studijní program: N2301 STROJNÍ INŽENÝRSTVÍ
Studijní obor: 2301T047 Dopravní letadlová a transportní technika
Vedoucí práce: Ing. Jan BANEČEK, Ph.D.



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Šanda Jméno: Marek Osobní číslo: 456817
Fakulta/ústav: Fakulta strojní
Zadávající katedra/ústav: Ústav automobilů, spalovacích motorů a kolejových vozidel
Studijní program: Dopravní a transportní technika
Specializace: Motorová vozidla

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Univerzální nosič interiérových modelů vozu

Název diplomové práce anglicky:

Universal carrier of car interior models

Pokyny pro vypracování:

Navrhněte podvozek pro tzv. pocitový model interiéru vozu. Jde o podvozkovou plošinu se stavitelným systémem pomocných nosníků a úchytů.

Rámcové kroky:

1. Rešerše existujících řešení, rešerše struktury interiérových modelů a jejich připevnění.
2. Stanovení požadované rozměrové a topologické variability a uspořádání úchytných míst.
3. Konstrukční návrh nosiče,
4. Kontrola pevnosti a tuhosti navrženého nosného systému.

Seznam doporučené literatury:

Apetaur, Hanke Kejval, Rost Konstrukce karosérií a rámců - Karosérie, skriptum ČVUT 1989

Apetaur, Šimon, CD Basic Mechanics of Car-Body Design, EMAE study material, Praha 2010

Stuart Macey, Geoff Wadle: H Point The Fundamentals of Car Design and Packaging, Art Centre College of Design 2008

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

Ing. Jan Baněček, Ph.D., ústav automobilů, spalovacích motorů a kolejových vozidel FS

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: 14.04.2021

Termín odevzdání diplomové práce: 14.07.2021

Platnost zadání diplomové práce: 19.09.2021

Ing. Jan Baněček, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) práce

doc. Ing. Oldřich Vítek, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Ing. Michael Valášek, DrSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta



Anotační záznam

Jméno autora: Marek Šanda

Název práce: Univerzální nosič interiérových modelů vozu

Anglický název: Universal carrier of car interior models

Rozsah práce:

87 stran

94 obrázků

10 tabulek

Akademický rok: 2020/2021

Ústav: 12 120 Ústav automobilů, spalovacích motorů a kolejových vozidel

Studijní program: Strojní inženýrství

Vedoucí práce: Ing. Jan Baněček, Ph.D.

Klíčová slova: Univerzální nosič, interiérový model, interiérový design, automobil, nastavitelná konstrukce,

Key words: Universal Carrier, Interior Model, Interior Design, Car, Adjustable Construction,



Abstrakt

Cílem této diplomové práce je navrhnout univerzální nosič interiérových modelů vozu. Práce je rozdělena do dvou částí. Rešeršní část se zabývá procesem návrhu designu automobilu, použití interiérových modelů vozu a základní geometrií a předpisy vnitřního prostoru vozidla. Druhá část je věnována samotnému návrhu univerzálního nosiče interiérových modelů vozu, kde je detailně rozebrán postup a dále jsou v této části uvedeny výsledky pevnostních analýz. Na závěr práce jsou uvedeny další možné úpravy univerzálního nosiče.

Abstract

The aim of this thesis is to design a universal carrier for interior models of the car. The work is divided into two parts. The search section deals with the design process of a car design, the use of interior models of the car and the basic geometry and regulations of the interior space of the vehicle. The second part is devoted to the design of the universal carrier for interior models of the car, where the procedure is discussed in detail and the results of the strength analyses are presented in this section. At the end of the work, other possible modifications to the universal carrier are given.



Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: “Univerzální nosič interiérových modelů vozu” vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu zdrojů, jenž tvoří poslední kapitolu této práce.

V Praze

.....

(podpis autora)



Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu mé diplomové práce panu Ing. Janu Baněčkovi Ph.D. za podporu, připomínky, cenné rady a čas, který mi věnoval při zpracování této práce.



Obsah

Úvod	9
1 Rešeršní část	10
1.1 Postup při návrhu designu automobilu	10
1.1.1 Skicování	10
1.1.2 Package automobilu	11
1.1.3 Hliněné modely	11
1.2 Základní geometrie a předpisy vnitřního prostoru	13
1.3 Uspořádání pracovního místa řidiče	15
1.3.1 Obálka řidiče	15
1.3.2 Prostor pro řazení	15
1.3.3 Šířka v loktech	16
1.3.4 Ovládací prvky – pedálová skupina	17
1.3.5 Ovládací prvky – volant	17
1.3.6 Operační dosahy	18
1.3.7 Výhledy z místa řidiče	19
1.4 Interiérové modely vozidla-obecně	20
1.5 Interiérové modely – konkrétní problematika	21
1.5.1 První etapa	21
1.5.2 Druhá etapa	22
1.5.3 Třetí etapa	22
1.5.4 Představa řešení	23
1.6 Rešerše požadovaných rozměrů	23
2 Návrh univerzálního nosiče interiérových modelů	27
2.1 Volba materiálu univerzálního nosiče	27
2.1.1 Otevřené/uzavřené ocelové profily	27
2.1.2 Stavebnicové hliníkové profily	28
2.2 Podvozková část univerzálního nosiče	29
2.2.1 První varianta podvozkové části	29
2.2.1.1 První varianta podvozkové části – pevnostní analýza	31
2.2.2 Druhá varianta podvozkové části	38
2.2.2.1 Druhá varianta podvozkové části – pevnostní analýza	41



2.3 Nosná konstrukce interiérových modelů.....	43
2.3.1 Přední část-Přední podběhy	44
2.3.2 Přední část – „A“ sloupky.....	45
2.3.3 Přední část – Uchycení přístrojové desky	48
2.3.4 Přední část – Uchycení předních sedadel a zadních sedadel	49
2.3.5 Přední část – Uchycení interiérové části předních dveří	49
2.3.5.1 Pevnostní analýza – Rám pro uchycení modelu předních dveří.....	51
2.3.6 Prostřední část – „B“ sloupky	58
2.3.7 Prostřední část – Uchycení interiérové části zadních dveří.....	60
2.3.7.1 Pevnostní analýza – Rám pro uchycení modelu zadních dveří.....	61
2.3.8 Prostřední část – Konstrukce pro uchycení interiérového modelu střechy	63
2.3.9 Prostřední část – Uchycení zadních podběhů.....	64
2.3.10 Zadní část – „C“ sloupky	65
2.3.11 Zadní část – „D“ sloupky	66
2.4 Nastavení nosiče na konkrétní vozidla	67
2.4.1 Nastavení univerzálního nosiče – Škoda Citigo	69
2.4.2 Nastavení univerzálního nosiče – Škoda Kodiaq	71
2.4.3 Nastavení univerzálního nosiče – Krátké vysoké sezení.....	73
2.4.4 Nastavení univerzálního nosiče – Dlouhé nízké sezení	74
2.5 Úpravy univerzálního nosiče interiérových modelů vozu	76
Závěr	79
Seznam použité literatury.....	81
Seznam obrázků.....	84
Seznam tabulek.....	86
Seznam příloh	87



Úvod

V dnešní době je nedílnou součástí života většiny lidské populace právě automobil, který slouží jako nástroj k pracovním účelům, přepravě nebo také k prezentaci společenského postavení. Automobil prochází neustálým vývojem technickým, ale samozřejmě také designovým. Mezi hlavní parametry při volbě osobního automobilu dozajista patří vzhled a estetičnost. Proto se čím dál více dbá na designovou stránku automobilu, a to jak vnější tedy exteriér, tak i vnitřní tedy interiér. Jelikož ve vozidle trávíme nejvíce času, tak vyžadujeme, aby interiér působil kladně na naše smysly, zejména zrakové.

V této práci se budu zabývat interiérovými modely vozidla, které jsou nezbytné pro návrh a následnou realizaci nového modelu vozidla u většiny výrobců. Konkrétně budu řešit univerzální konstrukci či nosič těchto interiérových modelů vozu, tak aby vyhovovala nárokům firmy AIRDESIGN s.r.o., která je zadavatelem této diplomové práce.

Hlavním přínosem této práce je zjednodušení a urychlení realizace pocitových a homologačních zkoušek při návrhu nového interiéru vozidla.

Tato diplomová práce je rozdělena do dvou částí. První část je rešeršní, kde je popsán postup při návrhu designu, dále jsou zde uvedeny základní geometrie a předpisy vnitřního prostoru, uspořádání ovládacích prvků a interiérové modely a jejich problematika. Na rešeršní část navazuje část praktická. V praktické části je detailně popsán konstrukční návrh univerzálního nosiče interiérových modelů vozu.



1 Rešeršní část

1.1 Postup při návrhu designu automobilu

Pro přiblížení důvodu existence interiérových modelů vozu je vhodné objasnit celý postup při návrhu designu nového automobilu. Jedná se o postup, který je do jisté míry individuální a každá automobilová firma může mít tento postup odlišný. [1]

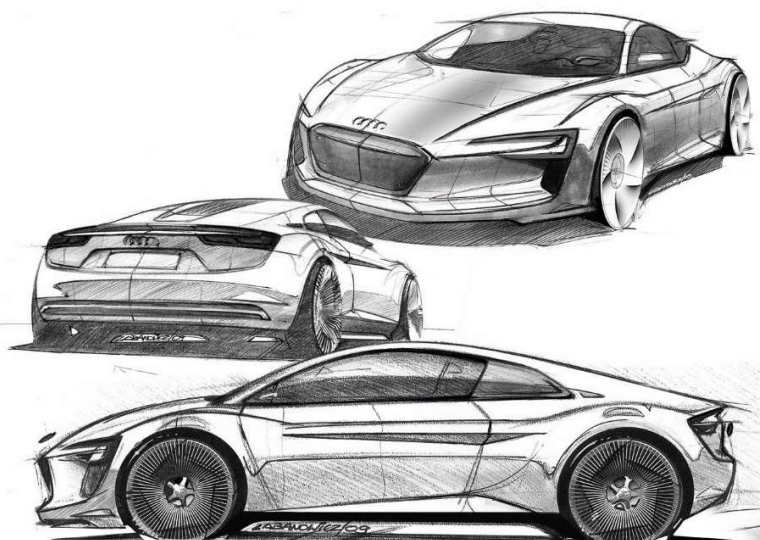
Z větší míry vycházejí tyto postupy z předem vytvořených technik dle Harleye Jarvise Earla, který je zakladatelem prvního oddělení designu a stylingu v General Motors. Techniky vychází z 2D náčrtů na papíře a jejich upravováním a převáděním na náčrty v plné velikosti, dostaneme šablony, které poté slouží jako vzor při tvorbě 3D hliněných modelů ve velikosti 1:1. [2][3]

Dále však automobilové společnosti také vychází ze svých zvyků, zkušeností, nástrojů a taky nutností automobilových i designerských firem.

1.1.1 Skicování

Počátečním krokem při návrhu nového automobilu je z pravidla vytvoření řady skic přibližující výchozí vzhled nového vozu. Tyto prvotní skici se zaměřují hlavně na tvary a design vozu a neberou příliš v potaz funkční a ergonomické prvky vozidla. Z velkého počtu skic se postupným tříděním vybírají ty nejvhodnější k dalšímu použití. [2][3]

Dalším krokem je úprava skic na požadované rozměry vozu, a to jak z hlediska exteriéru, tak z hlediska interiéru. Aby byl tento krok splněn je potřeba vytvořit tzv. package automobilu, na který se poté nový design uplatní. Na tento proces se uplatňují editační a grafické programy. Často však bývá náročné a zdlouhavé skici aplikovat na package automobilu. Po tomto kroku následuje vytvoření prvních 3D modelů v CAD software. [1][3]



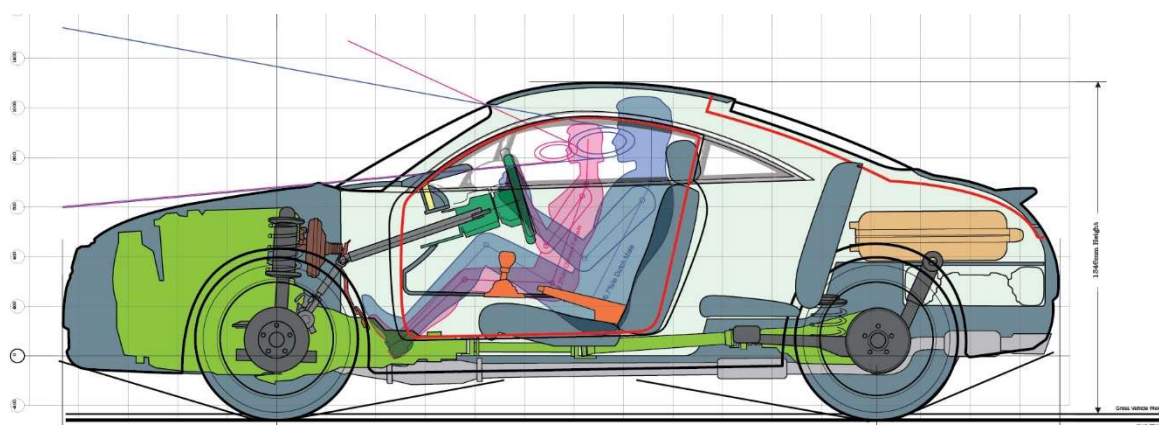
Obrázek 1: Skica konceptu vozidla Audi E-tron [4]



1.1.2 Package automobilu

Jak už bylo řečeno ze vzniklých návrhů se vybere několik nejlepších, které se dále rozpracovávají. Rozpracováním se rozumí podrobnější studování problematiky a zaměření se na konkrétní detaily. Současně s těmito pracemi probíhá také tvorba package automobilu, tedy souhrnu technických podmínek a zadání. Package vozidla neboli prostorové rozvržení karoserie definuje rozvržení všech komponentů budoucího vozidla jako jsou sedadla, ovládací prvky, rozměry interiéru a exteriéru, umístění náprav, motoru, převodovky až po přístup do vozu viz. Obrázek 2. [1] [5] K nejdůležitějším fázím patří definování prvků a částí vozu, které jsou vyžadované předpisy. Poté následuje tvorba výkresů. Klasickým postupem používaným v minulosti byl výkres v měřítku 1:1 v narysu, bokorysu a půdorysu rýsovaný na takzvané stovkové síti (kreslicí plocha rozdělena na čtverce o velikosti 100x100 mm). V dnešní době je tento postup nahrazen tvorbou modelu v CAD programech.

Poté co jsou zajištěny přesné skici, je možné postoupit k další fázi zvané „Tape drawing“. Tato metoda je již velmi stará, ale i přesto ji někteří výrobci stále s oblibou používají. Tape drawing neboli pásková kresba nám tak nabídne velmi realistický obraz budoucího vozu. Jde o proces, kde jsou na rozměrné tabuli skici převedeny do přesného bokorysu vozu ve velikosti 1:1 za pomoci lepících pásek. Jelikož jsou používány lepící pásky různých šířek, jsou tak zvýrazněny všechny linie vozu. Pokud je zhotoven tape drawing, může se přistoupit k další fázi. [1]



Obrázek 2: Package Audi TT [6]

1.1.3 Hliněné modely

Po vytvoření prostorového rozvržení karoserie vozidla a následné implementaci finální podoby skici se vytváří nejen 3D model v CAD programu, ale také hliněný model ve skutečné velikosti. V dnešní době se již hojně využívá virtuální reality pro posouzení vzhledu a estetičnosti. Nadále se však používá i metoda hliněných modelů, protože



reálný model ve skutečné velikosti působí na lidské smysly mnohem lépe než model ve virtuální realitě. [1] [3] [7]

Hliněné modely jsou vytvářeny do nejmenších detailů a je vytvářen jak exteriér, tak i pochopitelně interiér viz. Obrázek 2. Výroba těchto modelů v dnešní době probíhá kombinací ruční práce a moderních technologických strojů jako jsou 3D tiskárny a frézky. Model se dnes již neskládá jen z modelářské hlíny, ale také z polymerů a kombinací různých materiálů pro co nejdokonalější podobu modelu automobilu a také pro snadnou vyrobiteľnost a usnadnění úprav designu v průběhu vývoje. Výhodou speciálního hliněného materiálu (skládající se ze síry, červené zeminy, čínidel ochraňujících kůži modelářů, lanolinového oleje a dalších přísad) je tvárnost v zahřátém stavu při teplotě zhruba 55-60 °C, a naopak po zchladnutí tvarová stálost a tuhost. [7]



Obrázek 3: Příklad hliněných modelů vozidla BMW

Modelářská hlína je v zhruba 60 milimetrové vrstvě nanášena na konstrukci představující kostru nového automobilu. Požadované tvary a linie jsou vyfrézovány na základě dat z 3D CAD modelu vozu a modeláři a designéři následně vytváří požadované úpravy. Finální hliněný model je poté naskenován a z těchto dat vytvořen finální 3D CAD model. Celková hmotnost hliněných modelů dosahuje vysokých hodnot, například hliněný model vozu Škoda VISION E dosahuje hmotnosti kolem 2,5 tuny. Povrch hliněného modelu je poté pokrytý speciální folií, tak aby vynikly všechny tvary a linie. Dalším důvodem pokrytí modelu folií je takový, že pomáhají při kontrole a vyhodnocování účinků dopadu různých světelných zdrojů a jejich odražení od modelu vozidla. Velmi často se na výsledný model nanese barevný lak, tak aby model co nejvíce připomínal reálný automobil. V případě modelu interiéru je metoda velmi podobná, pouze s rozdílem tenčí vrstvy modelářské hlíny. Model interiéru je doplněn o prvky a díly tištěné pomocí 3D tiskáren. Takto vytvořený model interiéru musí splňovat podmínky estetičnosti a ergonomie. [7]



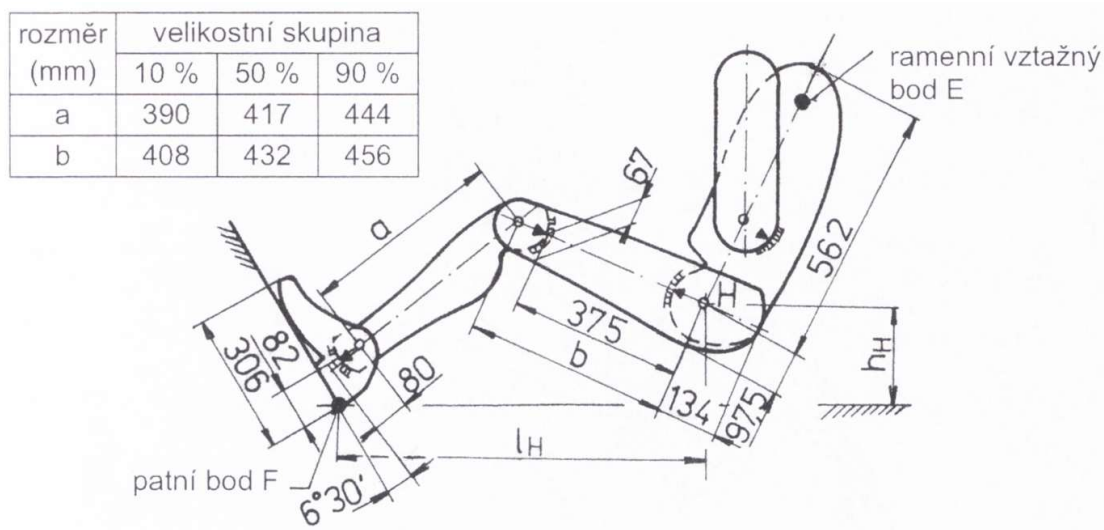
Ve většině případů probíhá design interiéru a exteriéru současně, avšak modely interiéru se upravují a re-designují dle finálních podob a parametrů exteriéru a package vozidla. [7]

1.2 Základní geometrie a předpisy vnitřního prostoru

Pro lepší porozumění problematice interiérové části vozidla je vhodné představit základní geometrii a předpisy vnitřního prostoru vozidla, které je nutné splnit a dodržet. Geometrii interiéru lze rozdělit na prostorové požadavky závislé na druhu vozidla a na požadavky pohodlného ovládání a sezení. [8]

Umístění řidiče je nejdůležitějším prvkem projektování, protože poloha řidiče je jasně definována vztahem geometrie sedadla a polohou hlavních ovladačů (pedály, volant a řadicí páka). Zatímco zbytek posádky si do jisté míry může upravit svou pozici i během jízdy.

Výchozím bodem návrhu geometrie sezení je 2D šablona, která je jednoznačně definována svými rozměry a rozsahy, viz. Obrázek 4. Drobné rozdíly mohou nastávat dle použité normy (jiné normy v USA, Rusku, Evropě atd.). Z těchto dvourozměrných šablon poté vychází 3D testovací figurína pro účely reálných kontrol a měření, viz. Obrázek 5. [8]

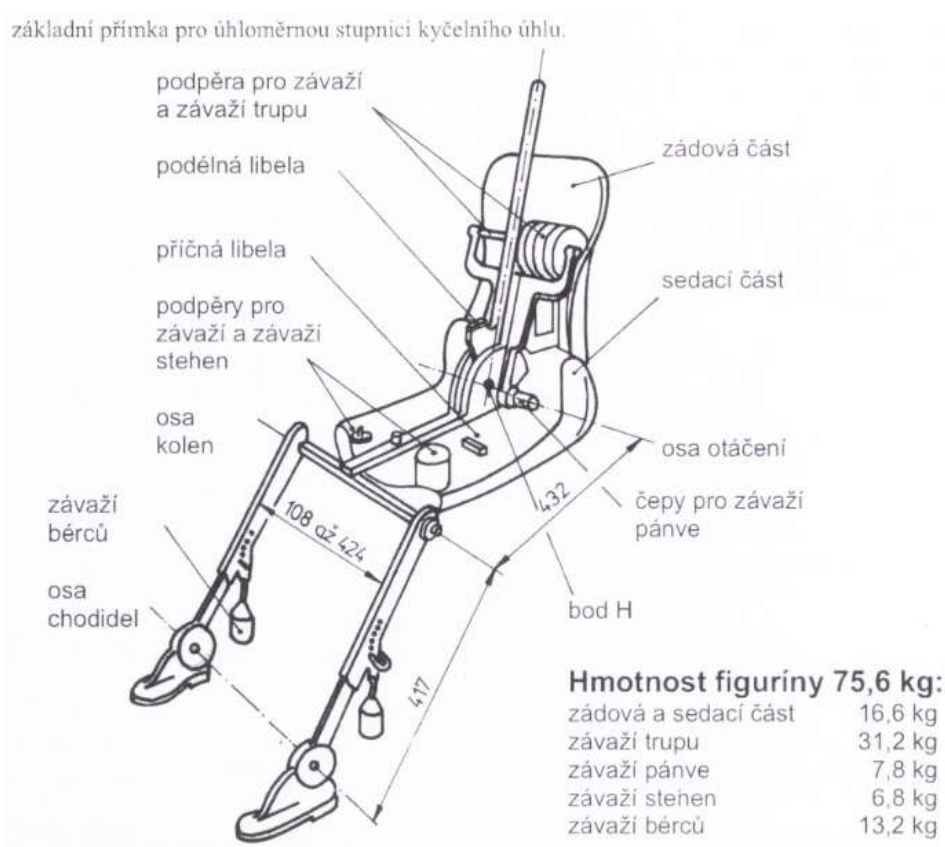


Obrázek 4: 2D šablona dle ČSN 30 0725 [8]

Testovací figurína je měřicí zařízení kopírující antropometrické rysy sedící osoby. Skládá se ze šesti základních dílů, a to z panelu zad, sedací části, bérce neboli holenní a lýtková kost, levého a pravého chodidla a kolenní tyče.



Pomocí této figuríny je prováděna kontrola parametrů sezení řidiče a posádky na sedadlech vozidla. Dále stanovuje reálný **H** bod, který je bodem figuríny. **H** bod je průsečík osy otáčení zad a stehen s rovinou souměrnosti figuríny a představuje polohu kyčelního kloubu. Proto rozlišujeme body H10, H50, H90, H95 v závislosti na vybrané velikostní skupině. Parametry figuríny jsou odvozeny ze získaných dat na řidičích v USA. Obrázek 5 uvádí parametry dospělého muže velikostní skupiny 50%, to znamená, že 50% populace má rozměry větší a 50% rozměry menší. Takových to velikostních skupin je několik a to 10% (10% populace je menší), 90 % (10 % populace je větší) a 95% (5% populace je větší) a definuje je norma ISO/DIS 6549. [8] [10]



Obrázek 5: 3D normalizovaná figurína - 50% [8]

Dalším důležitým bodem je vztažný bod **R**, který je bodem vozidla a je identický s bodem H95. **R** bod je výchozím bodem pro další měření a kontroly (např. operační dosahy, výhledy atd.). Polohu tohoto bodu udává výrobce a musí být uvedena v technické dokumentaci, poté se měřením ověřuje. [8] [10]

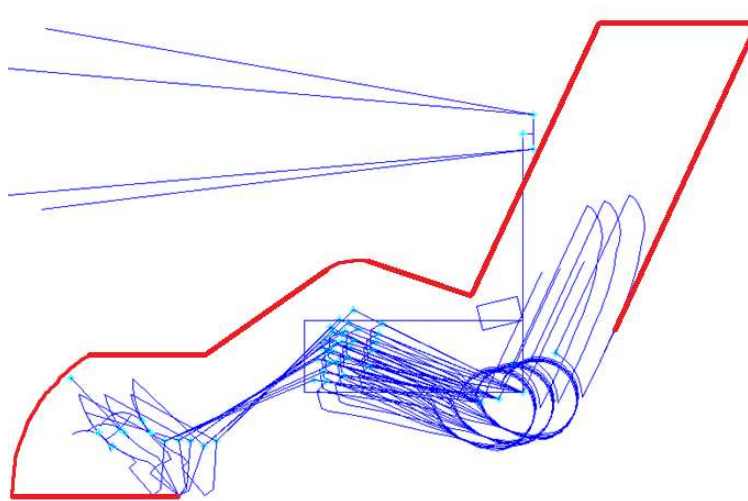


1.3 Uspořádání pracovního místa řidiče

Uspořádání pracovního místa řidiče musí zaručovat spolehlivou obsluhu automobilu. Vztahy mezi ovládacími prvky, řidičem a kabinou karoserie musí splňovat požadavky předpisů a vyhlášek.

1.3.1 Obálka řidiče

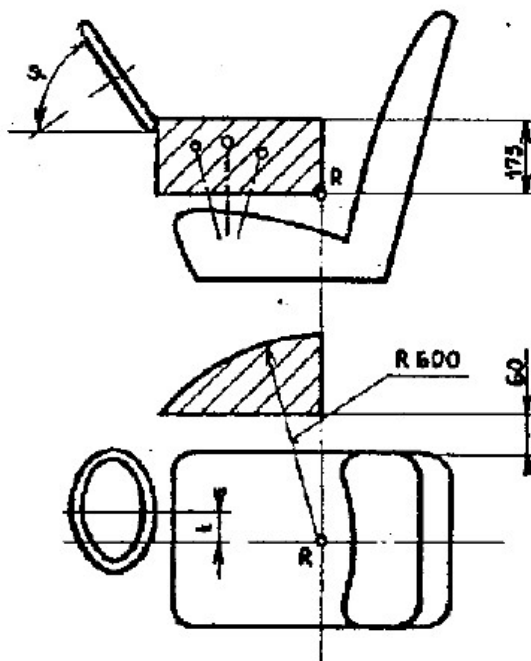
Důležitým pojmem při návrhu vnitřního prostoru vozidla je obálka řidiče, která není přímo požadována předpisem ani vyhláškou, avšak figuruje v několika jiných předpisech. Jedná se o smluvní vyjádření minimálního místa pro řidiče. Tento fiktivní objekt je definován souborem vzdáleností prvků interiéru vozidla (např. vzdálenost sedadla od volantu, vzdálenost pro nášlap na pedál atd.). Do takto vzniklé obálky řidiče nesmí zasahovat žádný ovládací prvek. [8] [9] [10] Na obrázku 6 je zobrazena obálka řidiče (červeně) v bokorysném pohledu.



Obrázek 6: Obálka řidiče (červeně) [10]

1.3.2 Prostor pro řazení

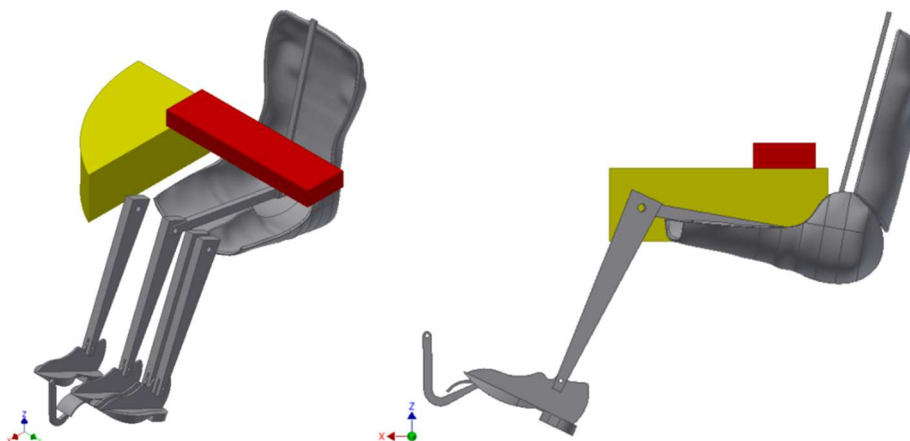
Prostor pro řazení je dalším fiktivním objektem používaným při kontrolách interiéru. Je vyžadován pouze pro nákladní vozidla, tedy vozidla N2 a N3. Avšak, obecně je doporučován doplnit jej i pro osobní automobily. Prostor pro řazení popisuje norma ČSN 30 30734, která definuje vzdálenost od okraje sedadla, výšku prostoru pro řazení a poloměr oblouku, viz. Obrázek 7. [8] [9] [10]



Obrázek 7: Prostor pro řazení (šrafovaný) dle ČSN 30 0734 [11]

1.3.3 Šířka v loktech

Šířka v loktech je fiktivní objekt, jehož rozměry jsou vyžadovány předpisy. Určuje minimální místo pro lokty řidiče a musí platit v celém rozmezí nastavitelnosti sedadla. Výsledný tvar tohoto fiktivního objektu závisí na míře seřiditelnosti sedadla. V dnešních moderních automobilech musí být možné seřizovat sedadlo řidiče podélně i výškově a výsledný tvar šířky v loktech je tedy jakýsi kvádr vymezující již zmíněné minimální rozměry pro lokty řidiče. [9] [10] Na obrázku 8 je znázorněn vymezující prostor pro šířku v loktech (červeně) a prostor pro řazení (žlutě).

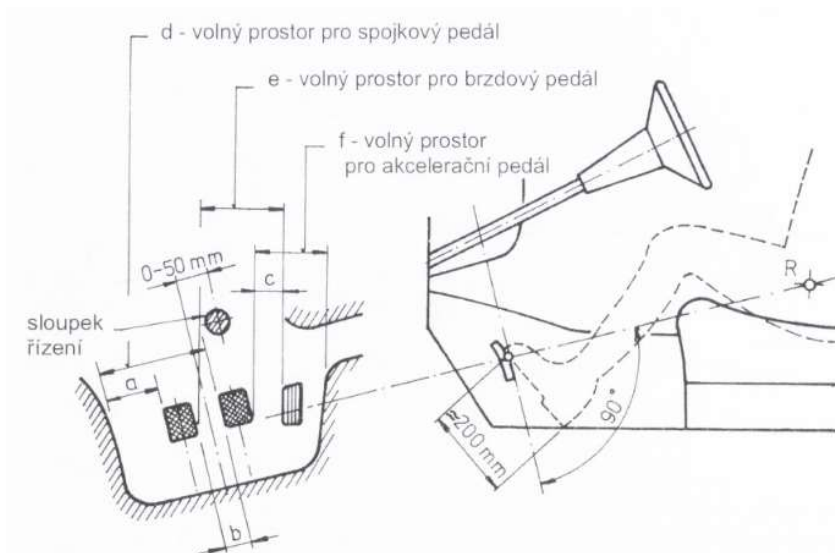


Obrázek 8: Šířka v loktech (červeně) a prostor pro řazení (žlutě)



1.3.4 Ovládací prvky – pedálová skupina

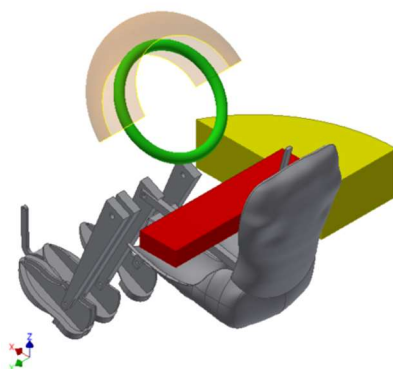
Mezi ovládací prvky patří pedálová skupina, jejichž rozměry a polohu popisuje norma ČSN 30 0734. Pedálová skupina je navrhována z bokorysného a půdorysného pohledu a je definována rovinou kolmou na průsečík spojnice **R** bodu a bodu dotyku chodidla s pedálem, viz. Obrázek 9. Poloha pedálové skupiny je konečné, až poté co je jasně definována poloha sloupku řízení. [8] [9] [10]



Obrázek 9: Umístění pedálové skupiny dle ČSN 07 3034 [8]

1.3.5 Ovládací prvky – volant

Při návrhu jednoho z nejdůležitějších ovládacích prvků vozidla, kterým je volant, se volí jeho průměr (většinou dle zaběhlých nepsaných pravidel) a jeho krajní polohy, tak aby pozice volantu vyhovovala co nejširšímu spektru potenciálních zákazníků. Kontrolovaným parametrem je zde fiktivní ochranné pásmo volantu v jeho horní polovině. Do tohoto pásma nesmí zasahovat žádný objekt z důvodu zajištění bezpečného držení a ovládnutí volantu, viz Obrázek 10. [8] [9] [10]



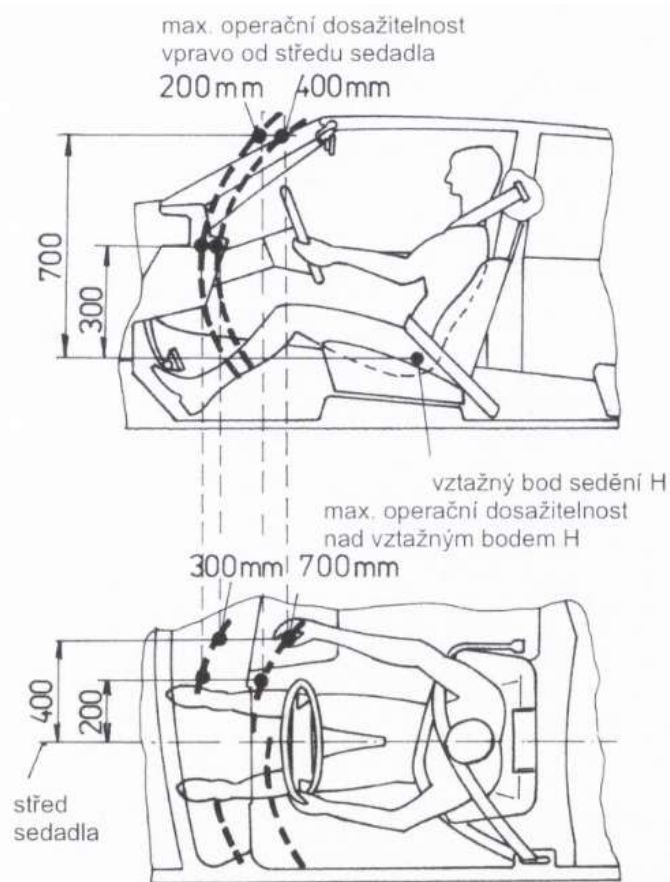
Obrázek 10: Ochranné pásmo volantu



1.3.6 Operační dosahy

Operační dosahy řidiče jsou další podmínkou, kterou je nutné splnit při realizaci interiéru vozidla. Operační dosahy jsou definovány normou ONA 30 0731. Tato norma udává fiktivní plochy konstruované z H bodu za pomoci faktoru G, který je odlišný dle požadované kategorie vozidla. Jelikož je tato plocha rozměrově vyhraněná z důvodu omezené dosažitelnosti paže připoutaného řidiče, tak jsou vytvořeny prioritní skupiny odvíjející se od funkce a četnosti používání ovladačů. Skupiny jsou uvedeny níže a také je můžeme vidět na Obrázku 11.

- Prvky často používané během jízdy bez uvolnění volantu (například páčky ovládání směrových světel, ovládání stěračů)
- Prvky používané během jízdy, které jsou v dosahu poblíž volantu (například výstražné zařízení, sluneční clona, odmlžování oken)
- Prvky méně důležité a méně používané během jízdy (například rádio, klimatizace)
- Prvky používané při stání vozidla a použití vyžaduje změnu polohy těla řidiče (například seřizování sedadla, otvírání/zavírání dveří)
- Všechny důležité ovladače se musí nacházet před touto fiktivní plochou. [8][10]



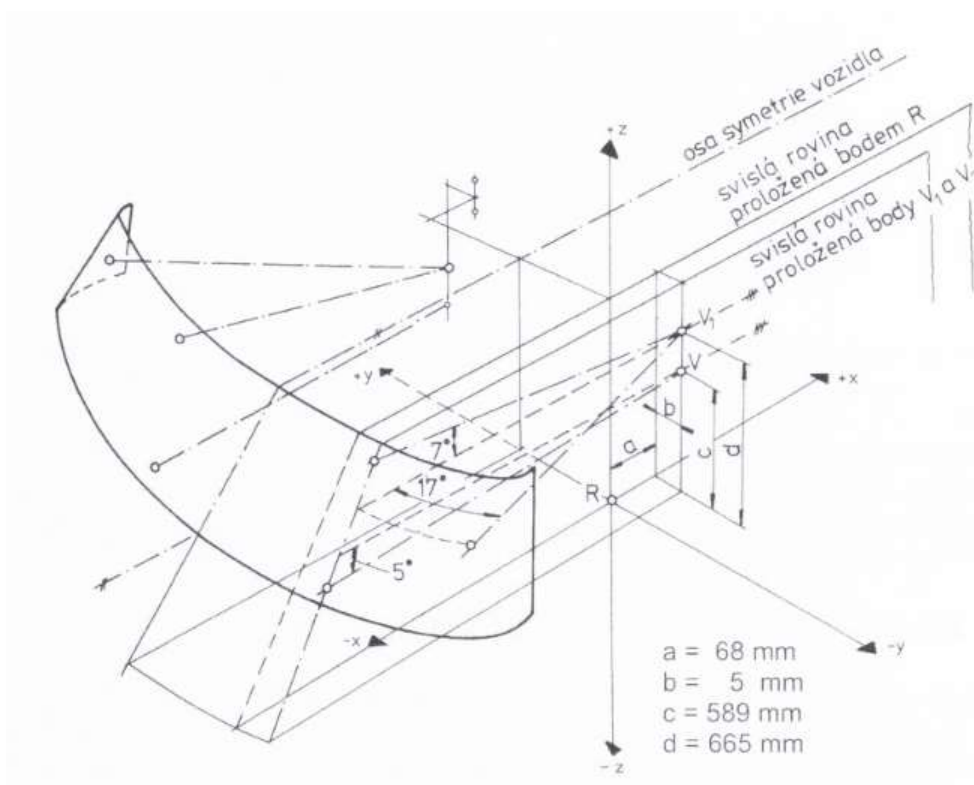
Obrázek 11: Plochy operačních dosahů [8]



1.3.7 Výhledy z místa řidiče

Výhledy z místa řidiče jsou další podstatnou podmínkou, kterou je nezbytné splnit při navrhování nového automobilu. Při vyhodnocování jsou definovány úhly, které se vztahují na natočení paprsku kolem bodů **V**. Pozice **V** bodů je definována polohou **R** bodu vozidla a konstruuje se právě z tohoto bodu, viz. Obrázek 12. Spojením paprsků vedených z **V** bodů a průsečíku těchto paprsků s čelním oknem vznikne komolý jehlan, který je vyhodnocován dle požadavků EHK. [8] [10]

Měření výhledů ve zpětných zrcátkách se realizuje pomocí optického zařízení upevněného na 3D figuríně. [8]



Obrázek 12: Konstrukce výhledů dle směrnice EHK [8]



1.4 Interiérové modely vozidla-obecně

Hlavním důvodem existence interiérových modelů vozu je fyzické ověření modelu interiéru z hlediska předpisů EHK. Vývoj nového interiéru vozidla trvá mnohem déle než vývoj exteriéru kvůli jeho komplexnosti, viz. Obrázek 13. Dalším důvodem existence interiérových modelů vozu jsou subjektivní pocity řidiče a ostatních členů posádky, přesto že je celý interiér v dnešní době modelován a renderován ve 3D CAD programech.



Obrázek 13: Hliněný model interiéru vozidla BMW X6

Zmenšené modely interiéru jsou doprovázeny detailními ilustracemi ukazující vztahy ke zbytku interiéru. Finální interiérový model je často kombinací několika materiálů jako je modelářská hlína, laminát, sádrové odlitky, frézované pěnové panely a další. Modely se dále povrchově upravují tak, aby jejich textury a vzhled odpovídali reálnému interiéru. Je zde velice důležitá komunikace mezi jednotlivými týmy pracujícími na vývoji nového vozu, protože rozměry a uskupení interiéru ovlivňují všechny inženýrské týmy od aerodynamiky kvůli tvaru až po zavěšení podvozku kvůli prostoru a umístění kol a oken. [3] [16]

Na kompletním interiérovém modelu se poté ověřuje, zda splňuje všechny potřebné předpisy a hodnotí se subjektivní pocity řidiče a členů posádky. Mezi kontrolované parametry patří výhledy z místa řidiče, umístění sedadel, operační dosahy, umístění pedálové skupiny, umístění volantu a další. Dále se subjektivně kontroluje nastupování a vystupování do/z modelu vozidla, velikost prostoru pro cestující v zadní části a zavazadlový prostor. Také se subjektivně posuzuje estetičnost a ergonomie interiérového modelu.



1.5 Interiérové modely – konkrétní problematika

Ve své práci se budu zabývat řešením problematiky nosičů interiérových modelů vozu. Pro stavbu těchto modelů je potřeba vytvořit nosnou konstrukci, na kterou se jednotlivé díly připevní. V současné době probíhá realizace pocitového modelu interiéru automobilu následovně. Níže popisovaný postup je postupem firmy Airdesign s.r.o. od které také vzniklo téma této práce. Realizace je rozdělena na tři etapy, přičemž každá etapa zahrnuje odlišný model a postup.

1.5.1 První etapa

Rozsah této etapy a modelu je omezen pouze na přední sedadla, středovou konzoli, přístrojovou desku, sloupek řízení, čelní sklo, A sloupky, B sloupky, vnitřní střešní část, část kapoty a případně přední dveře řidičovy strany, viz. Obrázek 14.

Na tomto modelu se kontrolují základní požadavky na pracoviště řidiče a spolujezdce, například výhledy, usazení řidiče, operační dosahy, poloha pedálové skupiny. Mezi důležité parametry patří také světlá výška modelu, která musí odpovídat světlé výšce navrhovaného automobilu a posuzuje se nástup či výstup do/z vozidla.

Model se skládá z interiérových dílů vyrobených z pěnových frézovaných panelů zastavěných do konstrukce umožňující uchycení těchto dílů pomocí závitových vložek a šroubů. Konstrukce se skládá ze svařence ocelových uzavřených profilů různých průřezů a hliníkové voštiny. Sklo je zde nahrazeno plexisklem a jednotlivé interiérové díly jsou vyjímatelné pro možné tvarové změny a úpravy. Výroba prvního modelu trvá zhruba šest týdnů a následné ověření a případné změny trvají zhruba dalších šest týdnů. [16]



Obrázek 14: Průběh stavby prvního modelu [16]



1.5.2 Druhá etapa

V druhé etapě je buď vyroben celý model znovu anebo je první model doplněn o zadní sedadla, strop, dveře (bez oken), zavazadlový prostor, pokrytí podlahové části kobercem. Některé pěnové vyfrézované díly jsou nahrazeny, z důvodu vysoké hmotnosti, díly z laminátu (např. strop – stropnice). Model je tedy staticky vybaven všemi díly interiéru, případně je vybaven zástavbou komponent pro virtuální realitu (volant, pedály atd.). Zadní část vozidla prochází taktéž kontrolním měřením a vyhodnocením subjektivních pocitů posádky. Kontroluje se také nástup a výstup do/z vozidla, tak aby nástup a výstup byl co nejpohodlnější a vyhověl co nejširšímu spektru potenciálních zákazníků. Pokud je potřeba druhý model vyrábět celý znovu doba trvání výroby s případným doplněním o další prvky je šest až sedm týdnů. Jedná-li se pouze o upravení prvního modelu je doba přípravy druhého modelu kratší. [16]

1.5.3 Třetí etapa

Poslední etapa se již provádí na podvozkové platformě, na kterou bude vozidlo stavěno nebo na vozidlech předchozích modelových řad, jejichž rozměry se upravují dle rozměrů nového vozidla, viz. Obrázek 15.

Model je plně zasklen a je schopen jízdy do cca 40 km.h⁻¹. Díly jsou vyrobeny z laminátu a 3D tištěných dílů a jsou téměř nerozpoznatelné od skutečného interiéru. Zhotovení posledního modelu zabírá zhruba osm týdnů. Celková doba výroby od prvního modelu po poslední model není součtem časů strávených na jednotlivých modelech, protože práce probíhají současně a výsledný čas je tedy kratší než výše zmiňovaný součet. Časové údaje jsou zde uvedeny pouze orientačně. [16]



Obrázek 15: Úprava staršího automobilu na nově navrhovaný automobil [6]



1.5.4 Představa řešení

Problematika této práce se zaměřuje na první a druhý model, které se vyrábějí jednoduše. To znamená, že se pro každý nový interiér musí vyrobit nová nosná konstrukce. Představa řešení je návrh univerzální nosné konstrukce pro modely 1 a 2, která bude nastavitelná na různé hodnoty parametrů rozvoru, rozchodu, světlé výšky, vnitřní šířky automobilu, výšky sezení, sklonu „A“ a „B“ sloupku a dalších parametrech.

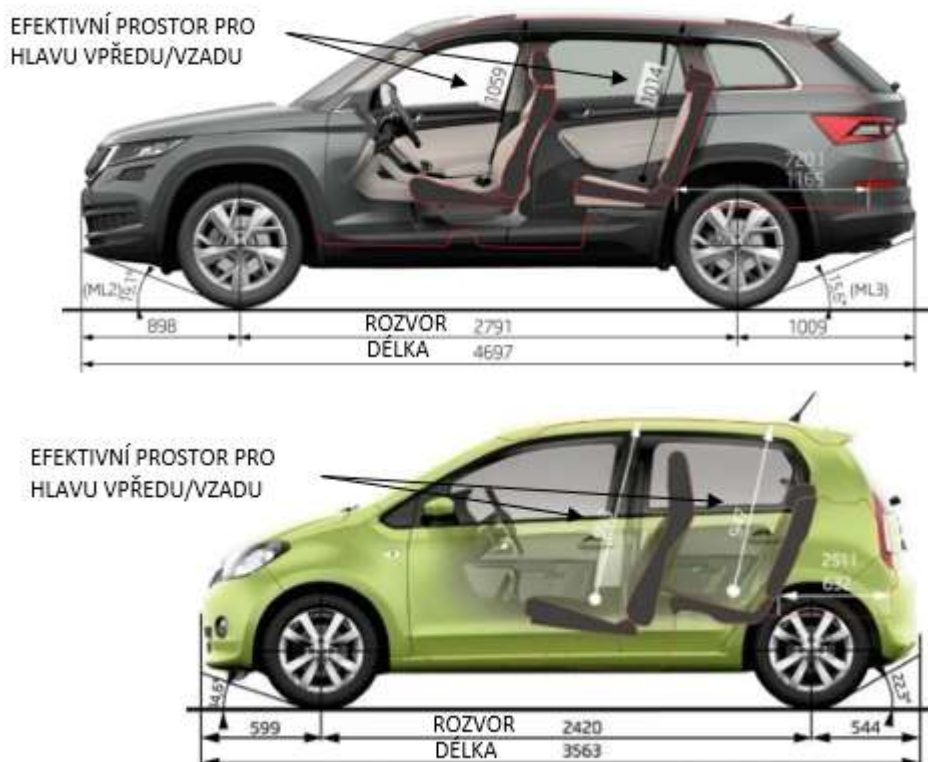
1.6 Rešerše požadovaných rozměrů

Prvním krokem k řešení dané problematiky bylo určit potřebné rozsahy nastavitelnosti parametrů, které je nutné měnit viz. Obrázek 16, 17 na další stránce. V rámci zadání diplomové práce byla zvolena modelová řada automobilů společnosti Škoda Auto a.s. Pro zjištění výchozích rozsahů byla zpracována rešerše stávajících modelů nabízených vozidel společnosti Škoda Auto a.s., viz. Tabulka 1,2. Z důvodu častého použití stejných či velmi podobných podvozkových platforem pro odpovídající si automobily v rámci celého koncernu Volkswagen Group je předpoklad takový, že univerzální nosič bude možné použít i pro tato vozidla.

V průběhu zpracování této práce byly průběžně doplňovány také nově představené modely společnosti Škoda Auto a.s.



Obrázek 16: Výchozí parametry-vnější rozměry [17][27]



Obrázek 17: Výchozí parametry [17][27]

MODEL	VNĚJŠÍ ROZMĚRY					
	Délka [mm]	Šířka [mm]	Výška [mm]	Rozvor [mm]	Rozchod vpředu/vzadu [mm]	Světlá výška [mm]
CITIGO (2019)	3597	1641	1478	2407	1428/1424	136
CITIGO ^E IV (2020)	3597	1645	1481	2417	1428/1424	141
FABIA III (2020)	3997	1732	1467	2455	1463/1457	133
FABIA III COMBI (2020)	4262	1732	1468	2455	1463/1457	135
SCALA (2020)	4362	1793	1471	2636	1531/1516	149
KAMIQ (2020)	4241	1793	1531	2639	1531/1516	182
RAPID (2019)	4483	1706	1461	2589	1500/1494	143
KAROQ (2020)	4382	1841	1603	2624	1576/1541	172
OCTAVIA III (2020)	4670	1814	1461	2667	1549/1540	141
OCTAVIA III COMBI (2020)	4667	1814	1495	2667	1549/1540	141
OCTAVIA IV (2020)	4689	1829	1470	2686	1543/1535	143
OCTAVIA IV COMBI (2020)	4689	1829	1468	2686	1543/1535	142
SUPERB III (2020)	4869	1864	1488	2836	1584/1572	121-165
SUPERB III COMBI (2020)	4862	1864	1496	2837	1584/1572	121-165
KODIAQ (2020)	4697	1882	1681	2788	1586/1576	193
ENYAQ IV (2021)	4649	1879	1616	2770	1587/1566	186
FABIA IV (2021)	4107	1780	1460	2564	1525/1509	133
MINIMÁLNÍ HODNOTA	3597	1641	1460	2407	1428/1424	121
MAXIMÁLNÍ HODNOTA	4869	1882	1681	2837	1586/1576	193

Tabulka 1: Srovnání vnějších parametrů vozidel ŠKODA Auto [17][18][19][20][21][22][23][24][25][26][27][28][29]

**VNITŘNÍ ROZMĚRY**

MODEL	Šířka v loktech vpředu/vzadu [mm]	Efektivní prostor pro hlavu vpředu/vzadu [mm]	Rozměr kol [palce]
CITIGO (2019)	1417/1389	993/947	14"-16"
CITIGOE IV (2020)	1369/1424	1020/947	14"-16"
FABIA III (2020)	1401/1386	1021/963	15"-18"
FABIA III COMBI (2020)	1401/1386	1021/967	15"-18"
SCALA (2020)	1439/1425	1031/982	16"-18"
KAMIQ (2020)	1439/1425	1051/1003	16"-18"
RAPID (2019)	1418/1428	1014/972	15"-17"
KAROQ (2020)	1486/1451	1020/1020	16"-19"
OCTAVIA III (2020)	1454/1449	983/980	16"-19"
OCTAVIA III COMBI (2020)	1454/1449	983/995	16"-19"
OCTAVIA IV (2020)	1463/1444	1040/970	16"-18"
OCTAVIA IV COMBI (2020)	1463/1444	1039/985	16"-18"
SUPERB III (2020)	1507/1520	1038/980	16"-19"
SUPERB III COMBI (2020)	1507/1519	1042/1000	16"-19"
KODIAQ (2020)	1527/1510	1020/1014	17"-20"
ENYAQ IV (2021)	1506/1488	1056/990	14"-16"
FABIA IV (2021)	1460/1420	1010/950	15"-18"
MINIMÁLNÍ HODNOTA	1369/1389	983/947	14"
MAXIMÁLNÍ HODNOTA	1527/1520	1056/1014	20"

Tabulka 2: Srovnání vnitřních parametrů vozidel Škoda Auto [17][18][19][20][21][22][23][24][25][26][27][28][29]

Z těchto parametrů byly vybrány minimální a maximální hodnoty pro určení rozměrových rozsahů, viz. Tabulka 3. Hlavními parametry pro určení rozsahů univerzálního nosiče byly rozvor, rozchod, velikost kol, světlá výška, šířka v loktech vpředu/vzadu a efektivní prostor pro hlavu vpředu/vzadu. Zbytek parametrů je zde zmíněn pro informativní a kontrolní účely.

Rozsah nastavení rozvoru pro univerzální nosič interiérových modelů jsem jako minimální hodnotu zvolil 2 300 mm, a to z důvodu nízké pravděpodobnosti uvedení nového automobilu, který by byl menších rozměrů než výše zmíněný vůz Škoda CITIGO a jemu koncernoví příbuzní Volkswagen UP! a Seat Mii. Maximální hodnotu rozvoru jsem zvolil 3 000 mm, kde jsem vycházel z faktu, že se v rámci koncernu Volkswagen Group vyskytují automobily atakující tuto hranici jako například Audi Q8 s rozvorem 2 998 mm. Rozmezí nastavitelnosti světlé výšky jsem zvolil 115-120 mm. Na základě zjištěných hodnot rozchodů jsem stanovil minimální hodnotu 1 400 mm a maximální hodnotu 1 800 mm. Vnitřní rozmezí minimální šířky v loktech jsem stanovil 1 300 mm a maximální 1 750 mm, minimální efektivní prostor pro hlavu 900 mm a maximální 1 200 mm. Vycházel jsem ze stejných důvodů jako tomu bylo u rozsahu rozvoru. Od velikosti kol se odvíjí velikost podběhů, které do jisté míry zasahují do interiéru vozidla (zejména v prostoru řidiče a spolujezdce v přední části vozidla) a tudíž je nutné i tento parametr



zohlednit při návrhu univerzálního nosiče interiérových modelů vozu. Velikost kol jsem proto zvolil 14"-20".

PARAMETR	ROZSAH MIN-MAX [MM]	ZVOLENÝ ROZSAH MIN-MAX [MM]
ROZVOR	2 407-2 837	2 300-3 000
ROZCHOD VPŘEDU	1 428-1 586	1 400-1 800
ROZCHOD VZADU	1 424-1 576	1 400-1 800
SVĚTLÁ VÝŠKA	121-193	115-200
VELIKOST KOL	14"-20"	14"-20"
ŠÍŘKA V LOKTECH VPŘEDU	1 369-1 527	1 300-1 750
ŠÍŘKA V LOKTECH VZADU	1 389-1 520	1 300-1 750
EFEKTIVNÍ PROSTOR PRO HLAVU VPŘEDU	983-1 056	900-1 200
EFEKTIVNÍ PROSTOR PRO HLAVU VZADU	947-1 014	900-1 200

Tabulka 3: Výchozí zvolení rozsahů



2 Návrh univerzálního nosiče interiérových modelů

Předchozí kapitoly objasnily důvod a účel interiérových modelů vozu v oblasti designu a schvalování předpisů dle EHK (ECE). Dále byly stanoveny rozsahy výchozích parametrů pro nastavitelnost univerzálního nosiče.

Univerzální nosič je rozdělen na dvě základní části, a to podvozkový rošt/plošina a nosnou konstrukci umožňující uchycení samotných interiérových modelů. Podvozková část musí být opatřena pojízdným systémem pro snadnou manipulaci a přemístění dle požadavků zadavatele. Předpokládají se přejezdy pouze po soukromých pozemcích při nízkých rychlostech. Detailní popis a funkce jednotlivých částí jsou popsány v dalších kapitolách.

Důraz je kladen na jednoduchou obsluhu a rychlou nastavitelnost konstrukce při změně parametrů. Je důležité nosič zkonstruovat tak, aby jeho realizace byla co nejsnazší a nejméně komplikovaná. Z hlediska ekonomické stránky je volba materiálu a technologických postupů snaha o co nejnižší náklady.

V nadcházejících kapitolách se budu zabývat samotným řešením návrhu univerzálního nosiče.

2.1 Volba materiálu univerzálního nosiče

Jako první krok při návrhu univerzálního nosiče je volba materiálů, ze kterých se konstrukce bude skládat. Pro realizaci nosiče jsem volil ze dvou typů materiálu, a to mezi ocelovými uzavřenými a otevřenými profily různých průřezů a stavebnicovými hliníkovými profily.

2.1.1 Otevřené/uzavřené ocelové profily

Otevřené nebo uzavřené ocelové profily jsou v průmyslu velmi často používány díky jejich materiálovým vlastnostem a variabilitě využití. Tento materiál se vyrábí technologií válcováním nebo tažením, a to za tepla či za studena. Mechanické vlastnosti vybrané oceli jakostní třídy s označením S235JRH spadající pod normu ČSN EN 10219-1. Vlastnosti vybrané oceli jsou shrnuté v tabulce 4.

Označení oceli	Min. mez kluzu Re [N.mm-2]		Pevnost v tahu Rm [N.mm-2]		Tažnost A [%]	Min. nárazová práce [J]
	Jmenovitá tloušťka [mm]		Jmenovitá tloušťka [mm]		Jmenovitá tloušťka [mm]	Při zkušební teplotě
	≤ 16	>16≤40	< 3	≥3≤40	≤ 40	20 °C
S235JRH	235	225	360-510	360-510	24	27

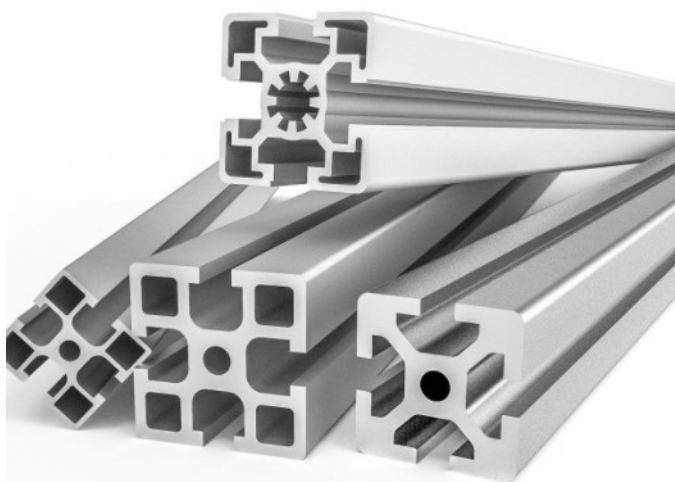
Tabulka 4: Mechanické vlastnosti oceli S235JRH [29]



Mezi hlavní výhody patří vysoká pevnost, výborná svařitelnost, rozměrová a tvarová variabilita a nízká cena. Nevýhodou je vysoká hmotnost oproti hliníkovým profilům. S ohledem na univerzálnost a nastavitelnost konstrukce by bylo nutné ocelové profily dále upravovat.

2.1.2 Stavebnicové hliníkové profily

Stavebnicové hliníkové profily jsou v dnešní době velmi oblíbeným a používaným materiálem při výrobě různých typů konstrukcí jako jsou například rámové konstrukce, jednoúčelové či sériové stroje, pracovní stoly, transportní systémy, montážní linky a další. Vyznačují se rychlostí a jednoduchostí při realizaci a zároveň je vysoce adaptabilní s jinými konstrukčními systémy. Jednotlivé součásti lze jednoduše spojovat bez použití speciálních nástrojů či nutnosti použití nerozebíratelného spoje. Hlavní výhodou těchto profilů je poměr pevnosti a hmotnosti, korozivzdornost, dobrá svařitelnost, možnost různých povrchových úprav a také široká škála konektorů a doplňků. Další výhodou, zvláště pro tuto práci, je tvar profilů, respektive drážkový systém, který velmi usnadňuje výslednou nastavitelnost univerzální konstrukce, viz. Obrázek 18. [30]



Obrázek 18: Hliníkový stavebnicový systém [30]

Hliníkové profily jsou nejčastěji vyráběny z hliníkové slitiny s označením EN AW 6060, jejichž vlastnosti jsou shrnuty v tabulce 5. Hliníkové profily jsou povrchově upravovány eloxováním pro zlepšení funkčních vlastností, korozní odolnosti, tvrdosti a otěruvzdornosti.



MATERIÁLOVÉ OZNAČENÍ	EN AW 6060
HUTNÍ OZNAČENÍ	AlMgSi
STAV MATERIÁLU	T6 – rozpouštěcí žíhání a umělé stárnutí
PEVNOST V TAHU R_M [N.MM ⁻²]	190
MEZ KLUZU [N.MM ⁻²]	150
TAŽNOST A [%]	8
TVRDOST DLE BRINELLA	75 HB
SVAŘITELNOST	Vynikající
KOROZNÍ ODOLNOST	Vynikající
ELOXOVATELNOST	Vynikající
OBROBITELNOST	Dobrá

Tabulka 5: Vlastnosti hliníkové slitiny EN AW 6060 [31]

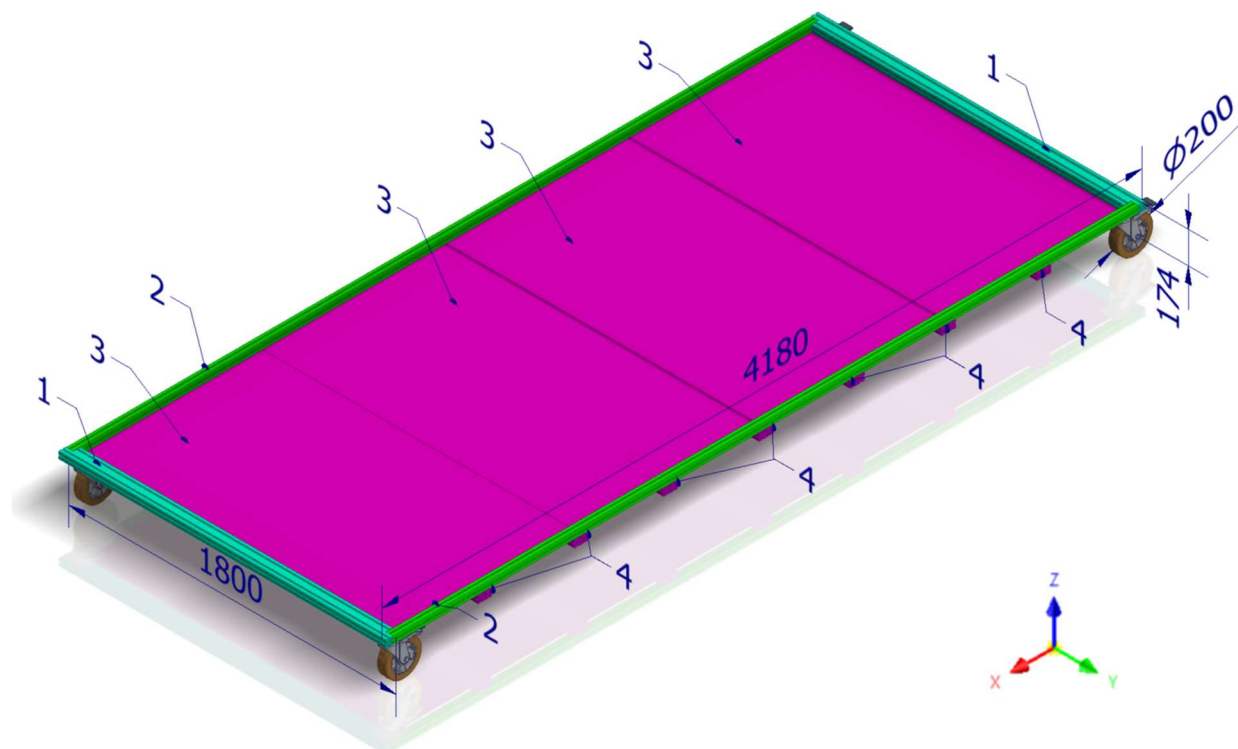
Zvoleným materiálem pro návrh univerzálního nosiče je stavebnicový hliníkový systém. Důvodem volby tohoto materiálu je zejména široká škála doplňků, materiálové vlastnosti, pojezdové drážky a nižší hmotnost oproti ocelovým profilům.

2.2 Podvozková část univerzálního nosiče

První a zároveň základní částí univerzálního nosiče interiérových modelů vozidla je nosný podvozkový plošina. Plošina slouží k uchycení nosné konstrukce a k pohybu celého nosiče neboli k přesouvání nosiče na požadovaná místa.

2.2.1 První varianta podvozkové části

Podvozková část je složena z hliníkových profilů, podlahového plechu a pojezdových koleček, viz. Obrázek 19, který je detailně níže popsán. První varianta podvozkové části je tvořena hliníkovými profily o rozměrech 40x80 mm, tak aby bylo v případě nutnosti možné reagovat na nedostatečnou pevnost a tuhost. Pojezdová kolečka jsou dimenzována na zatížení 650 kg, mají průměr 200 mm a jsou vyrobená z polyuretanu. Pro lepší manipulaci s celou konstrukcí jsou kolečka volně otočná kolem své osy **Z** a dále jsou opatřena brzdou pro zabránění samovolného pohybu. Podvozek je rozměrově neměnný a z tohoto důvodu je možné jej svařit a zvýšit tak jeho pevnost a tuhost. Hmotnost celé podvozkové části činí zhruba 250 kg a nejtěžší část tvoří podlahový plech. Pro snížení hmotnosti je možné nahradit podlahový plech hliníkovými sendvičovými profily.



Obrázek 19: Podvozková část-první varianta

Základní obdélníkový rám je složen ze dvou příčných nosníků (1) o délce 1 800 mm, což je maximální hodnota rozsahu rozchodu, a z dvou podélných nosníků (2) o délce 4 180 mm. Přestože je maximální délka vozidel Škoda Auto a.s. větší než délka zvoleného nosníku (2), tak je tato hodnota dostačující, jelikož je v tomto případě přední část zástavby pohonného ústrojí vozidla nepodstatná. Podlahový plech (3) o tloušťce 3 mm a rozměrech 1 720x1 000 mm je zvolen tak aby splnil pevnostní nároky. Kompletní plechová podlaha se skládá ze čtyř podlahových plechů (3) a to z důvodu zlepšení manipulace při stavbě nosiče. Další součástí jsou příčné nosníky (4), které slouží k uchycení podlahových plechů (3) a hlavně k vyztužení celé podvozkové části. Příčné nosníky (4) jsou umístěny vždy uprostřed a na krajích podlahového plechu, tak aby nedocházelo k prohýbání plechů.

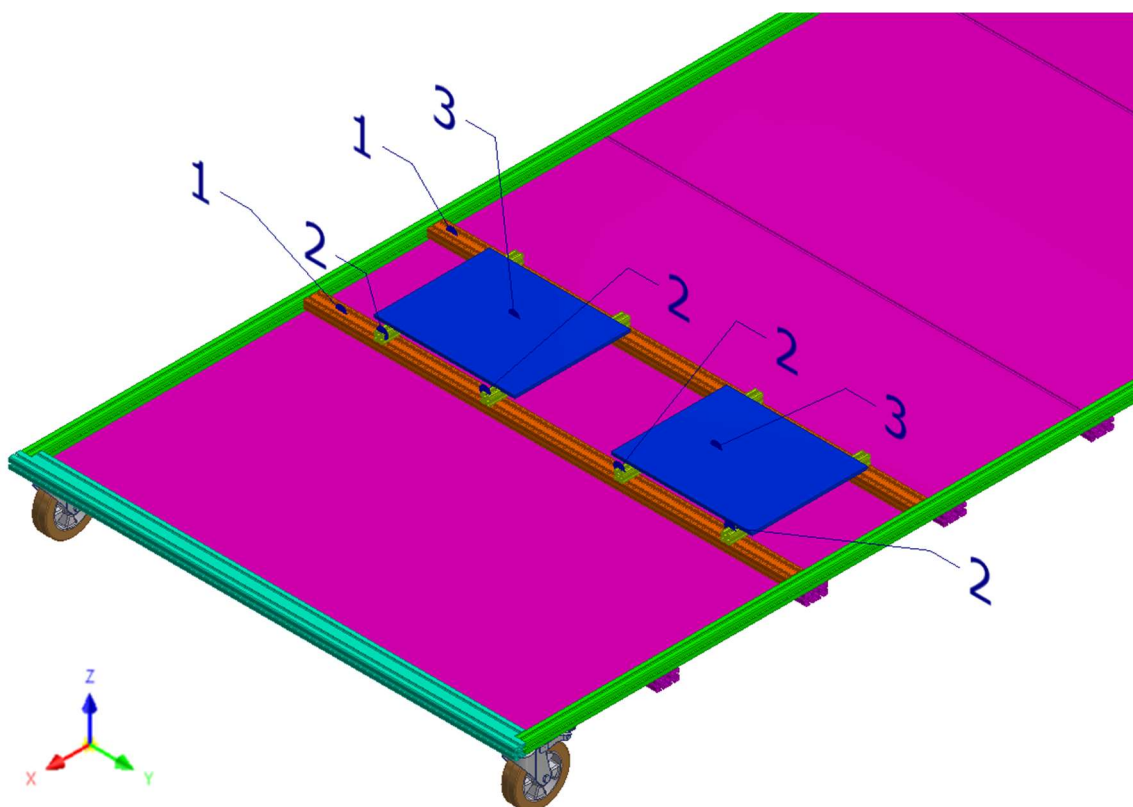
Nevýhodou této varianty je, že při hodnotě rozchodu menší než 1 800 mm není možné kontrolovat a testovat nástup a výstup do/z vozidla ze strany spolujezdce. Při minimálním rozchodu vozidla 1 400 mm vznikne mezi podvozkovou částí a částí nesoucí interiérové modely mezera 400 mm. Tato nevýhoda je dále řešena v druhé variantě, a to z důvodu upozornění zadavatele, který tento problém komentoval při poslední konzultaci řešení univerzálního nosiče.



2.2.1.1 První varianta podvozkové části – pevnostní analýza

Na podvozkové části byla provedena pevnostní analýza pomocí metody konečných prvků v programu Autodesk Inventor. V této práci je prováděna pouze simulace statického zatížení, jelikož modální analýza nebyla zadavatelem vyžadována. Kontrolovanými údaji byly hodnoty maximálních napětí, deformačních posuvů a součinitelů bezpečnosti. Dle výsledků se poté upravily průřezy hliníkových profilů nebo se doplnily vzpěry či výztuhy.

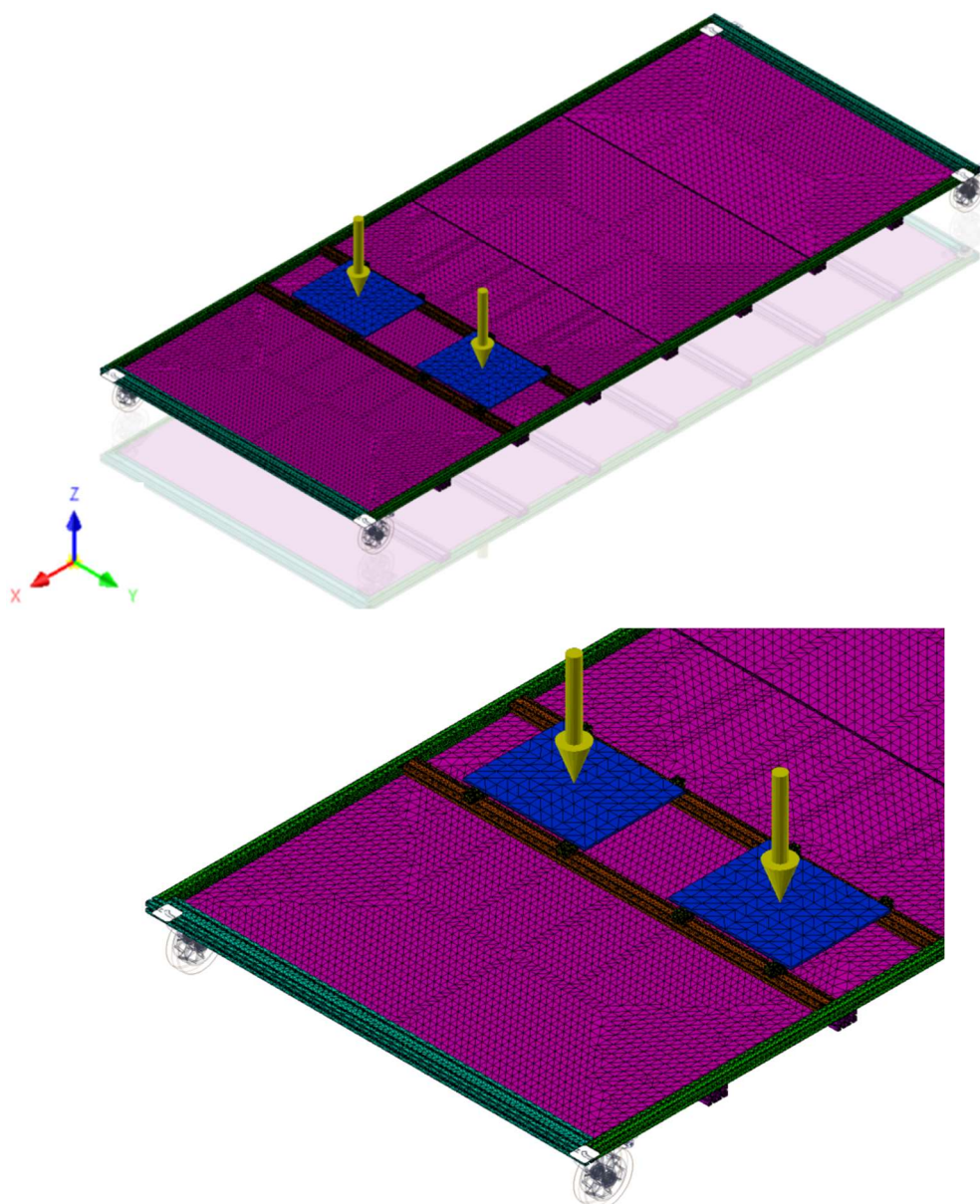
Podvozkovou část bylo dále potřeba doplnit o profily (1, 2) sloužící k uchycení a posuvům sedadel, viz. Obrázek 20. Pomocí těchto profilů je splněna podmínka nastavitelnosti sedadel ve směru osy **X** a **Y**. Dále je potřeba podvozkovou část doplnit o desky (3). Desky (3) jsou zde umístěny pouze z důvodu umožnění realizace působíště statických silových účinků.



Obrázek 20: Podvozková část-umístění předních sedadel



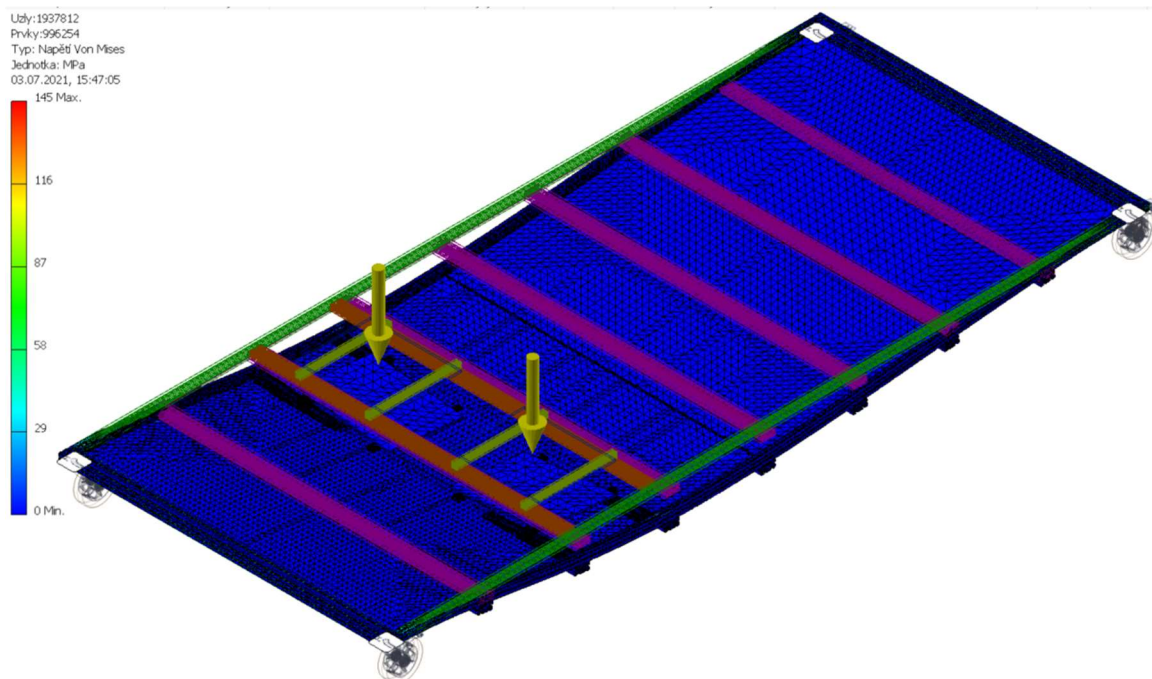
Prvním krokem při nastavení pevnostní analýzy bylo přiřazení správných materiálových vlastností. Pevné vazby byly nastaveny v místě uchycení koleček k rámu podvozku, viz. Obrázek 21. Velikost zatížení vycházela z odhadu hmotnosti předního sedadla a hmotnosti dospělého člověka. Hmotnost předního sedadla byla odhadnuta na 50 kg a hmotnost dospělého člověka na 100 kg. Velikost jedné síly byla poté zvolena na hodnotu 2 000 N v místě předních sedadel. Toto zatížení působí na plochu desky a nahrazuje tak zatížení od předních sedadel. Celkové zatížení podvozkové části je 4 000 N. Poté byla použita funkce „Automatické dotyky“, která vyhodnocuje model a určuje podmínky dotyku mezi jednotlivými komponentami. Síť modelu je volena automaticky a lze ji ve vybraných místech lokálně upravovat. V mém případě byla tato automatická síť dostačující.



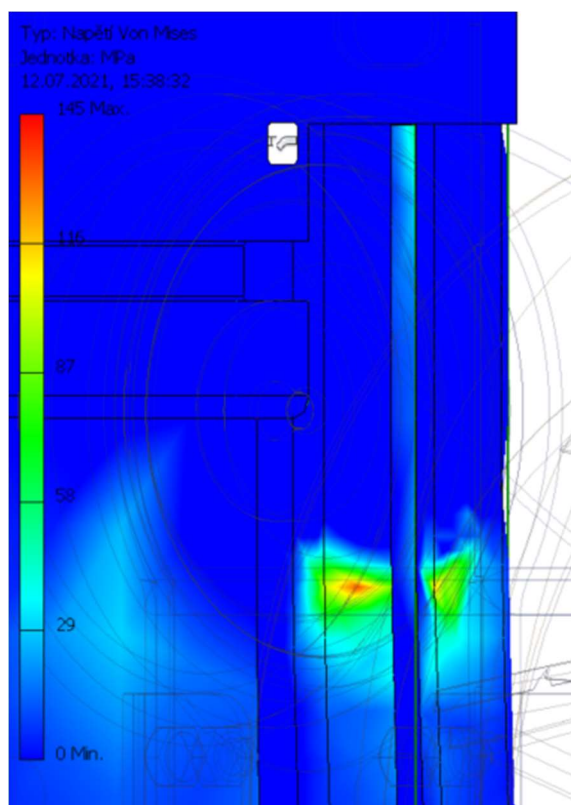
Obrázek 21: Nastavení pevnostní analýzy-podvozková část



Na obrázku 22 jsou vidět výsledky hodnot napětí dle metody HMM. Maximální hodnota 145 MPa se nachází v místech kontaktu příčných profilů s podélnými profily a v kontaktu mezi uchycením koleček a podélných profilů, viz. Obrázek 23.



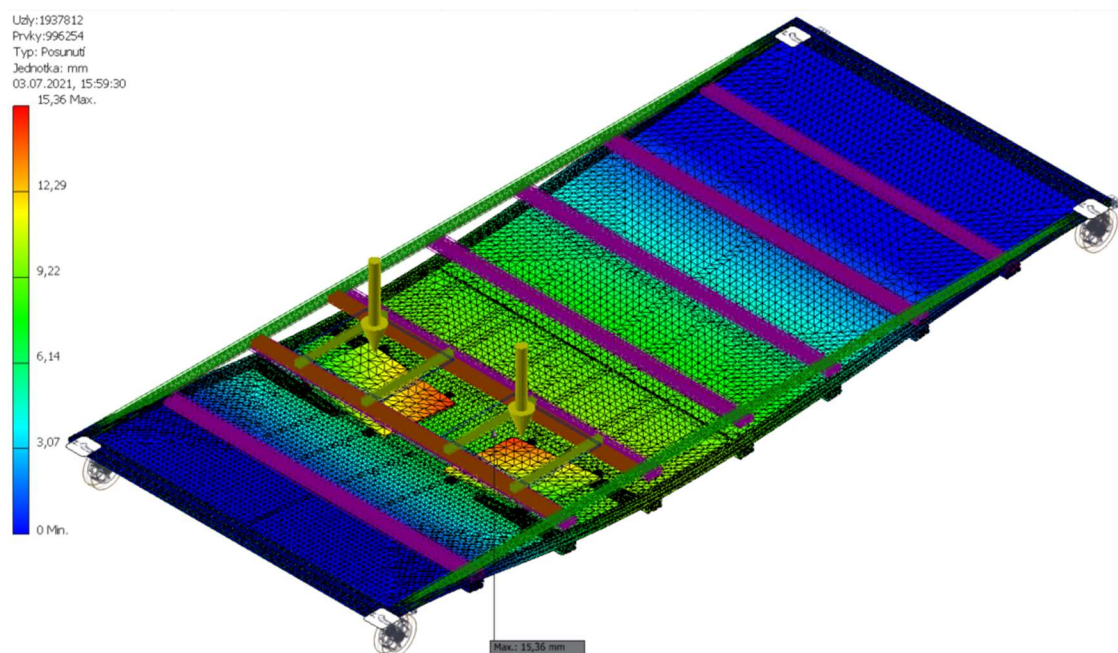
Obrázek 22: Výsledky pevnostní analýzy-Maximální napětí dle HMM



Obrázek 23: Výsledky pevnostní analýzy-Maximální napětí dle HMM (detailní pohled ze spodu)

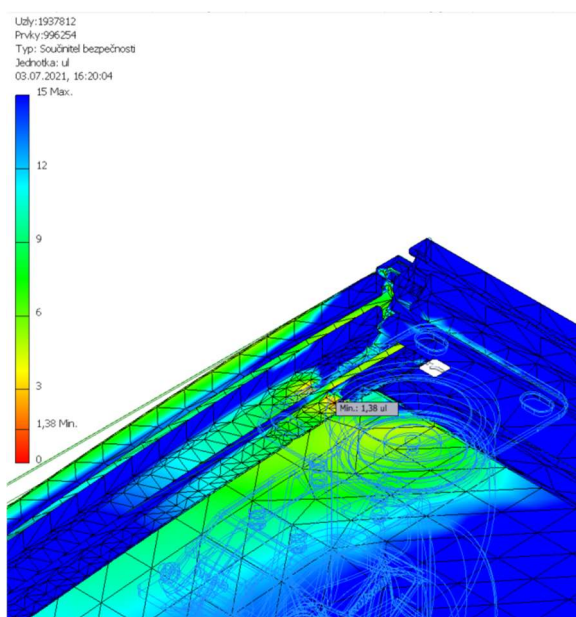


Dalšími parametry pro vyhodnocení výsledků pevnostní analýzy jsou posuvy, které jsou znázorněny na obrázku 24. Hodnota maximálního posuvu je 15,36 mm a je v místě předních sedadel. Maximální posuv se v tomto místě očekával, avšak výsledná hodnota maximálního posuvu 15,36 mm je nepřijatelná a je tak nutná úprava modelu.



Obrázek 24: Výsledky pevnostní analýzy-Maximální posuvy

Posledním posuzovaným výsledkem je součinitel bezpečnosti, jehož minimální hodnota vyšla 1,38 v místě maximálního napětí, tedy v místě uchycení koleček s rámem podvozku, viz. Obrázek 25.

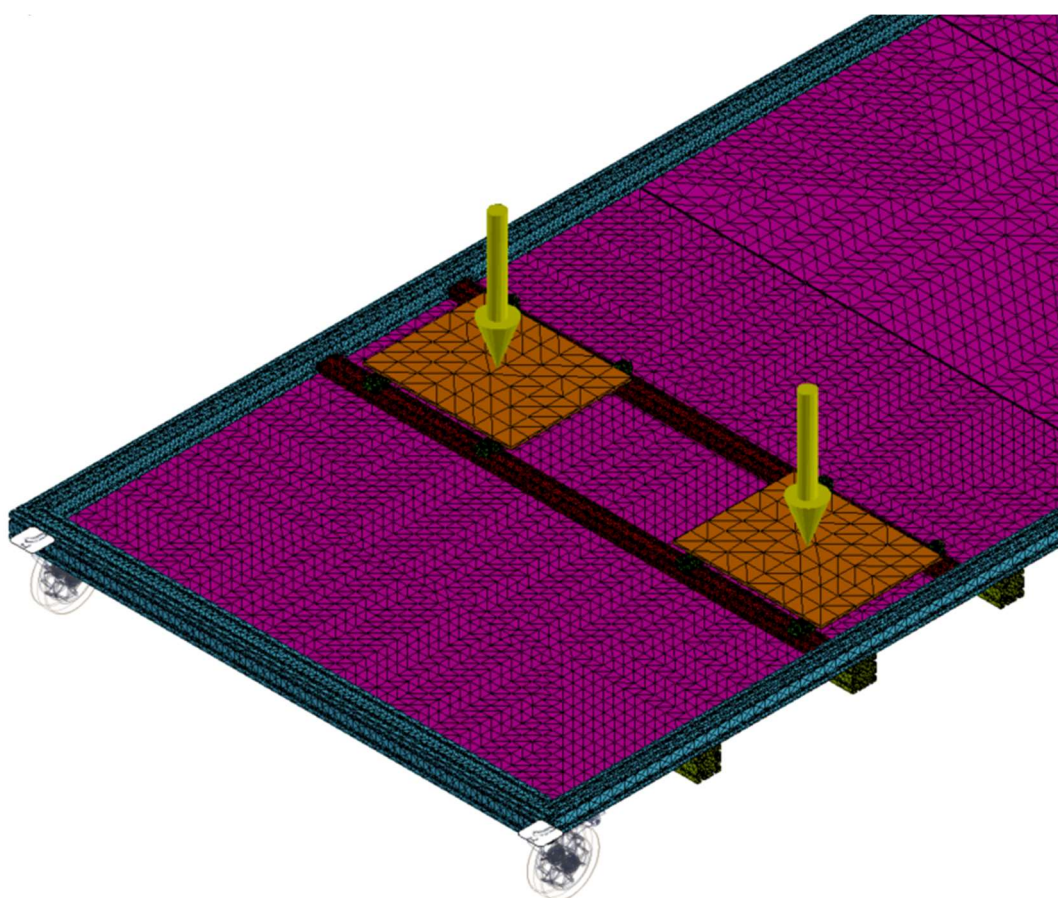


Obrázek 25: Výsledky pevnostní analýzy-Součinitel bezpečnosti



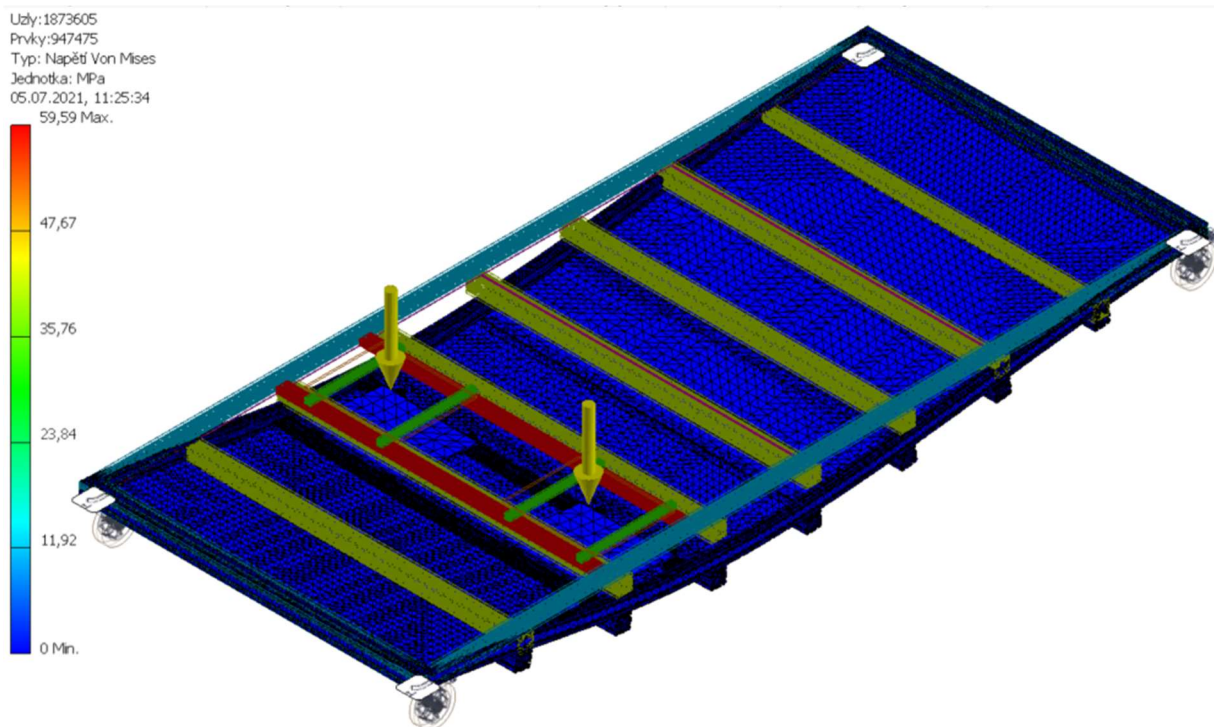
Z výsledků pevnostní analýzy je patrné, že tato varianta podvozkové části je nevyhovující. Zejména výsledky posuvů jsou nepřijatelné a je zapotřebí změnit průřez hliníkových profilů a opakovat pevnostní analýzu.

Dalším krokem je tedy úprava stávajících průřezů hliníkových profilů za větší. Stávající profily o rozměrech 40x80 mm byly nahrazeny profily o rozměrech 80x80 mm a zbytek podvozkové části je ponechán beze změn. Poté následovalo opakování pevnostní analýzy, přičemž nastavení bylo ponecháno na stejných hodnotách jako u předešlé varianty, tedy statické zatížení o hodnotě 2 000 N v místě předních sedadel, viz Obrázek 26.

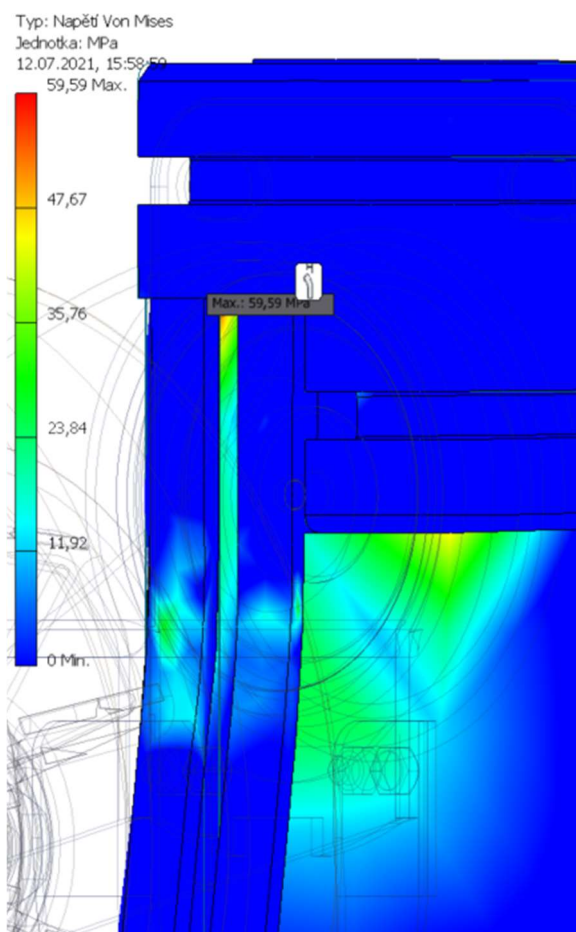


Obrázek 26: Nastavení pevnostní analýzy-podvozková část (zvětšený průřez hliníkových profilů)

Výsledky pevnostní analýzy vyšly následovně. Maximální napětí dle metody HMH se dle očekávání snížilo, a to na hodnotu 59,59 MPa v místě uchycení koleček s rámem podvozkové části, viz Obrázek 27, 28.



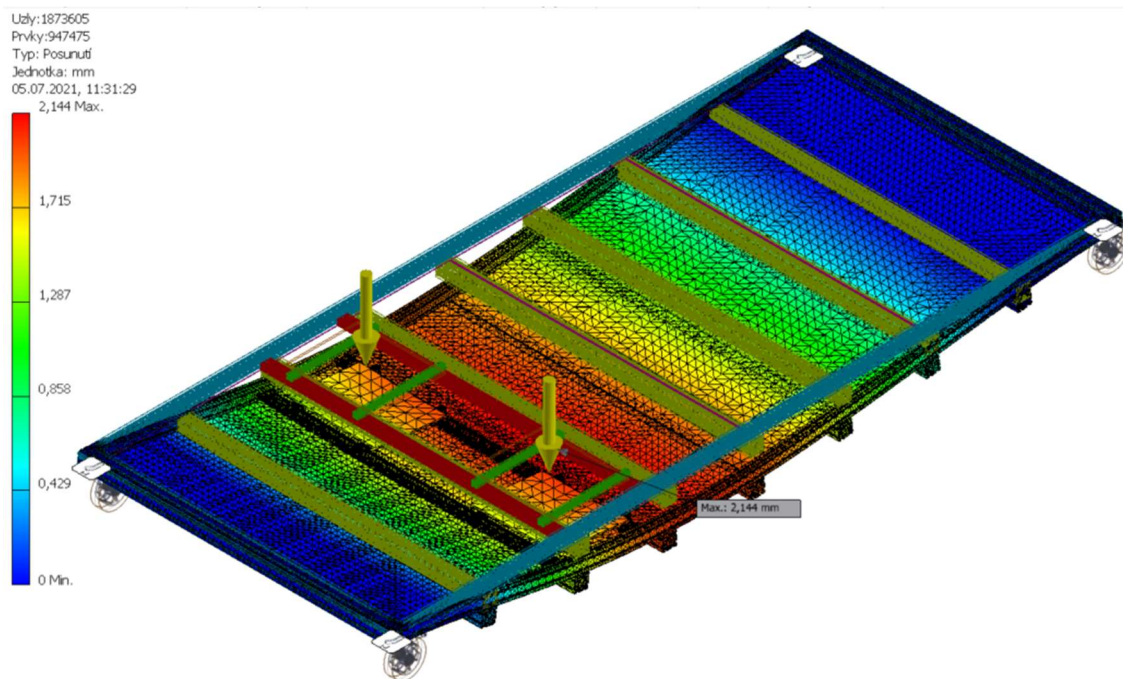
Obrázek 27: Výsledky pevnostní analýzy-Maximální napětí (zvětšený průřez profilů)



Obrázek 28: Výsledky pevnostní analýzy-Maximální napětí (zvětšený průřez profilů) detail

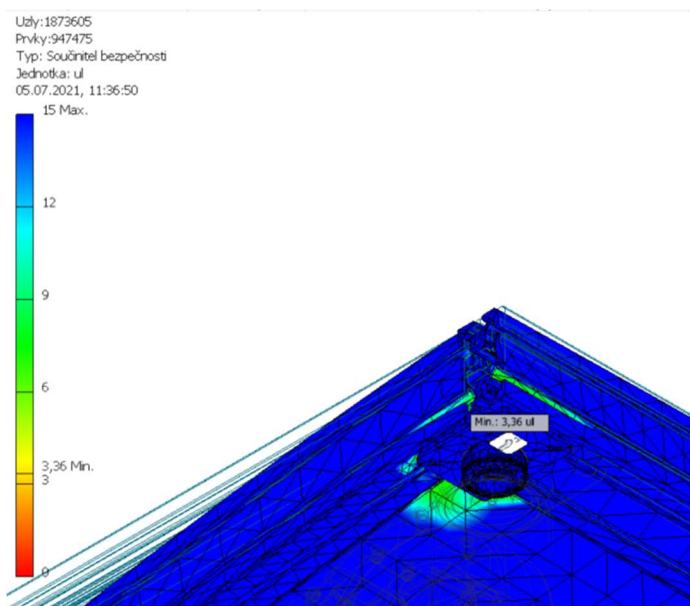


Výsledky posuvů se dle očekávání také snížily, a to na maximální hodnotu 2,144 mm v místě uchycení sedadel, viz. Obrázek 29. Zde bych zmínil fakt, že záleží na podélné poloze profilů pro uchycení sedadel. V případě posunutí těchto profilů směrem k zadní podvozkové části se posuv mírně zvýší. Předpokládá se však, že poloha profilů pro uchycení sedadel bude stejná tedy neměnná jako je tomu na obrázku 29.



Obrázek 29: Výsledky pevnostní analýzy-Maximální posuvy (zvětšený průřez profilů)

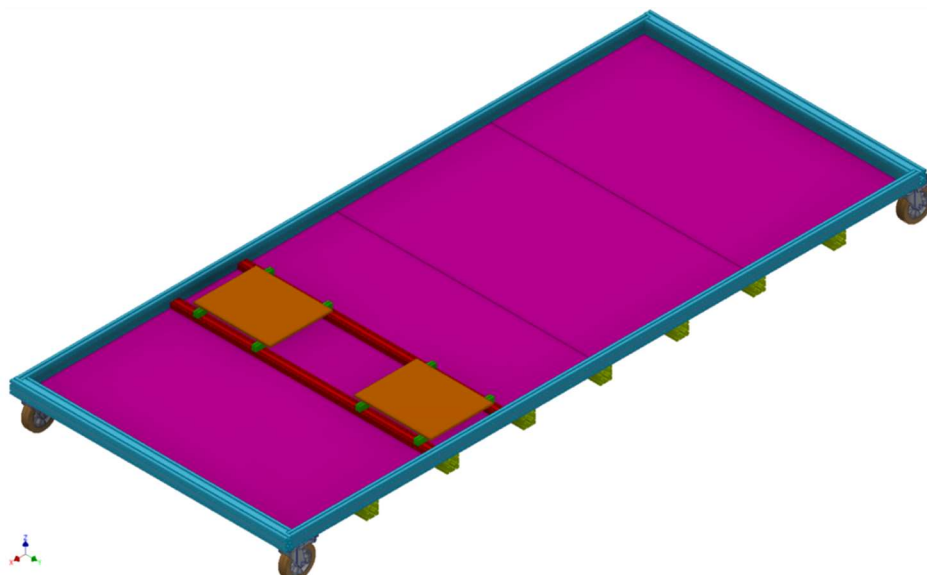
Na obrázku 30 je vidět minimální hodnota součinitele bezpečnosti, který oproti předchozí variantě vzrostl na hodnotu 3,36.



Obrázek 30: Výsledky pevnostní analýzy-Součinitel bezpečnosti (zvětšený průřez profilů)



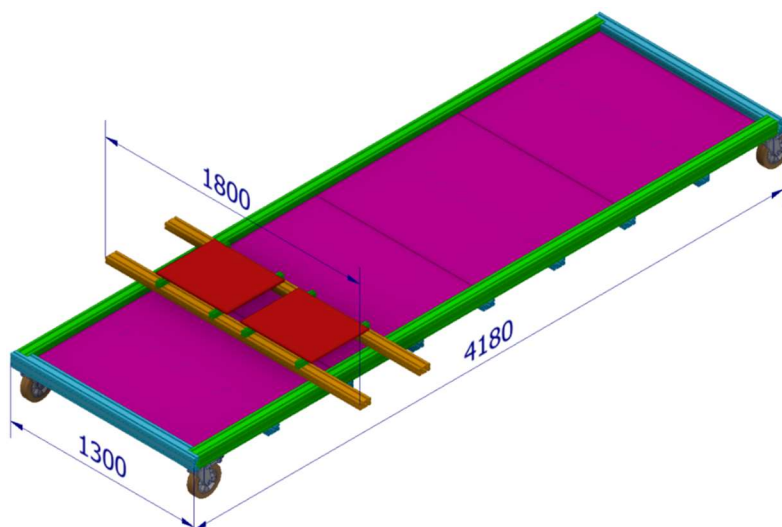
Dle výsledků pevnostní analýzy je patrné, že zvětšení průřezů profilů byla správná volba pro zvýšení pevnosti a tuhosti podvozkové části. Všechny zmíněné hodnoty výsledků považuji za dostačující a vyhovující. Pro další pokračování návrhu interiérového nosiče vycházím z této varianty se zvětšeným průřezem profilů, viz. Obrázek 31.



Obrázek 31: Podvozková část-první varianta (zvětšený průřez profilů)

2.2.2 Druhá varianta podvozkové části

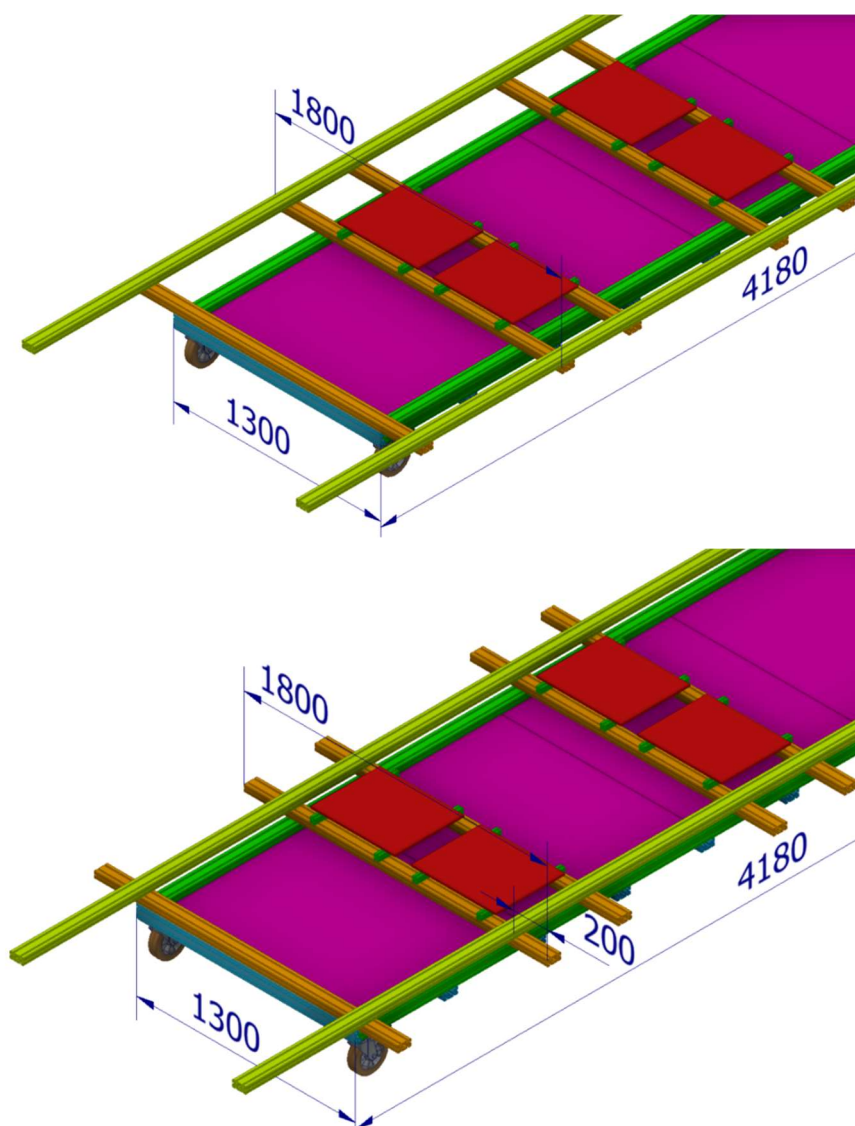
Druhá varianta podvozkové části se skládá ze stejných profilů jako varianta první. Jediným rozdílem je šířka podvozku. Šířka druhé varianty je zmenšena na hodnotu 1 300 mm a šířka oranžových profilů je zvětšena na hodnotu 1 800 mm tak, aby bylo možné nastavit maximální zvolený rozchod, viz Obrázek 32.



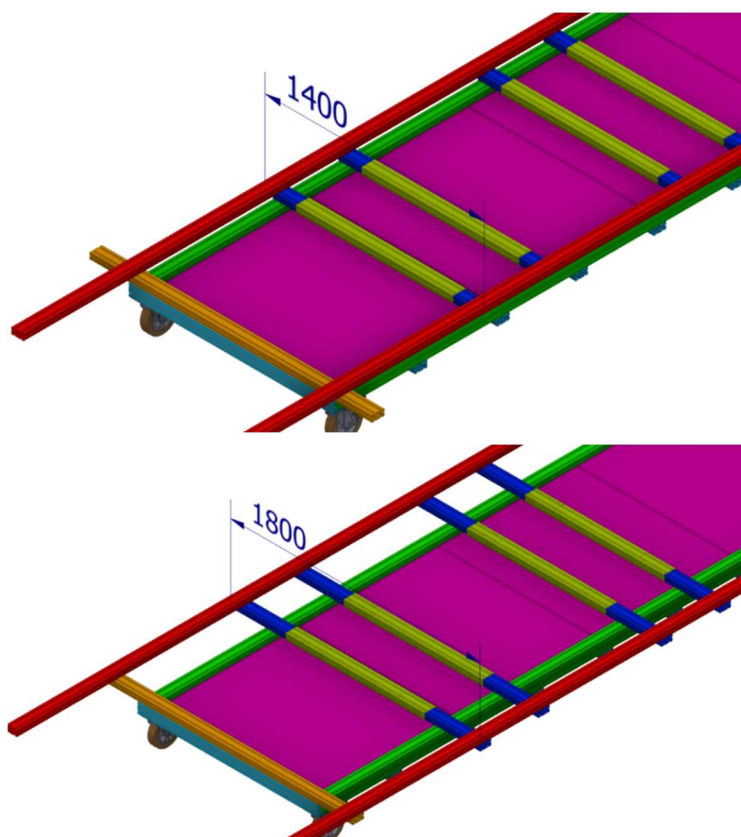
Obrázek 32: Podvozková část-Druhá varianta



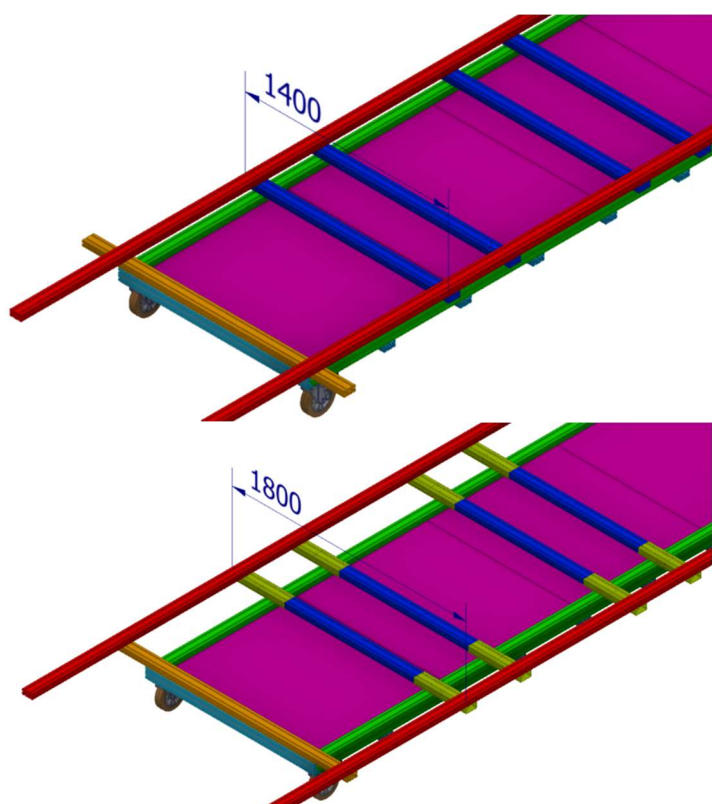
Výhodou této je varianty je již zmíněné zmenšení šířky podvozkové části při zachování možnosti nastavitelnosti rozchodu na minimální hodnotu 1 400 mm a maximální hodnotu 1 800 mm. Pomocí této úpravy byla snaha eliminovat nevýhodu první varianty, a to možnost kontroly a testování nástupu a výstupu z/do vozidla ze všech stran vozidla, což se podařilo. Pro snazší pochopení této problematiky je níže uveden obrázek 33, který znázorňuje nastavení minimálního a maximálního rozchodu vozidla. Nastavení rozchodu je realizováno pomocí žlutých podélných profilů. Problém u této varianty je takový, že při nastavení rozchodu na minimální hodnotu (1 400 mm) vznikne přesah oranžových profilů 200 mm na každé straně. Tento přesah by značně komplikoval kontrolu a testování výstupu a nástupu z/do vozidla. Bylo by tedy nutné tento přesah eliminovat, a to buď pomocí teleskopického mechanismu anebo nástavců, které by se v případě potřeby nasunuly na podélné profily a bylo by tak možné nastavit maximální rozchod. Tyto dvě varianty jsou naznačeny na obrázku 34, 35. Další variantou je použití profilů o dané délce v závislosti na potřebném rozchodu.



Obrázek 33: Podvozková část-Maximální rozchod (nahore) a minimální rozchod (dole)



Obrázek 34: Podvozková část-Naznačení varianty s teleskopickým mechanismem (nahore minimální hodnota rozchodu, dole maximální hodnota rozchodu)

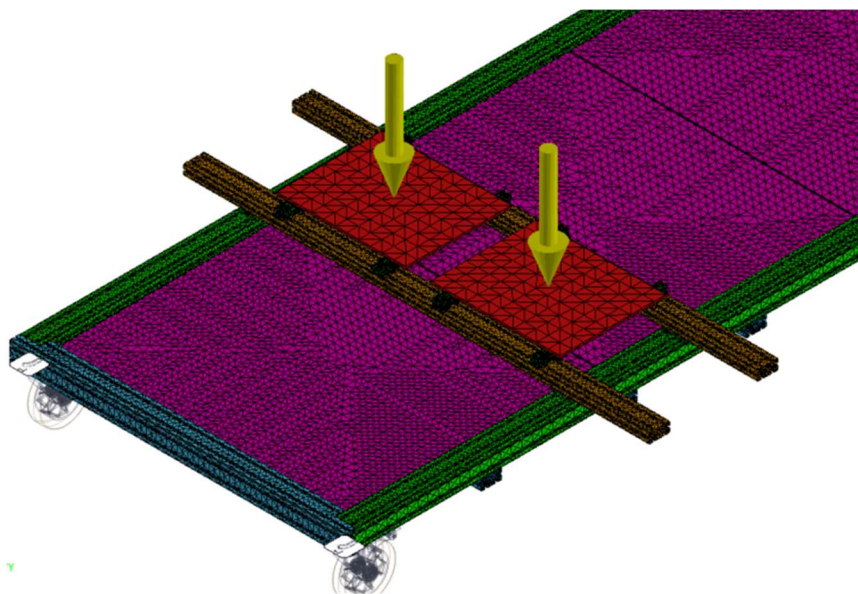


Obrázek 35: Podvozková část-Naznačení varianty s nástavci (nahore minimální hodnota rozchodu, dole maximální hodnota rozchodu)



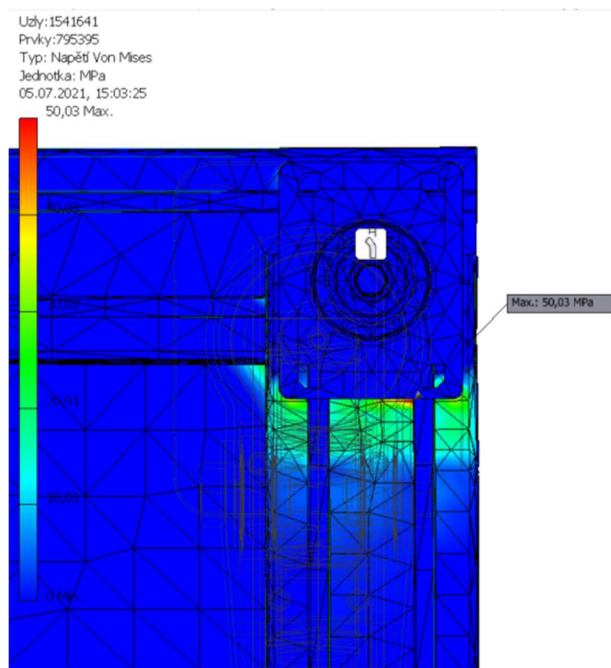
2.2.2.1 Druhá varianta podvozkové části – pevnostní analýza

Nastavení pevnostní analýzy je stejné jako u předchozí první varianty. Statické zatížení v místě předních sedadel 2 000 N a ukotvení v místě spojení koleček s rámem podvozkové části, viz. Obrázek 36.



Obrázek 36: Pevnostní analýza-Druhá varianta, nastavení

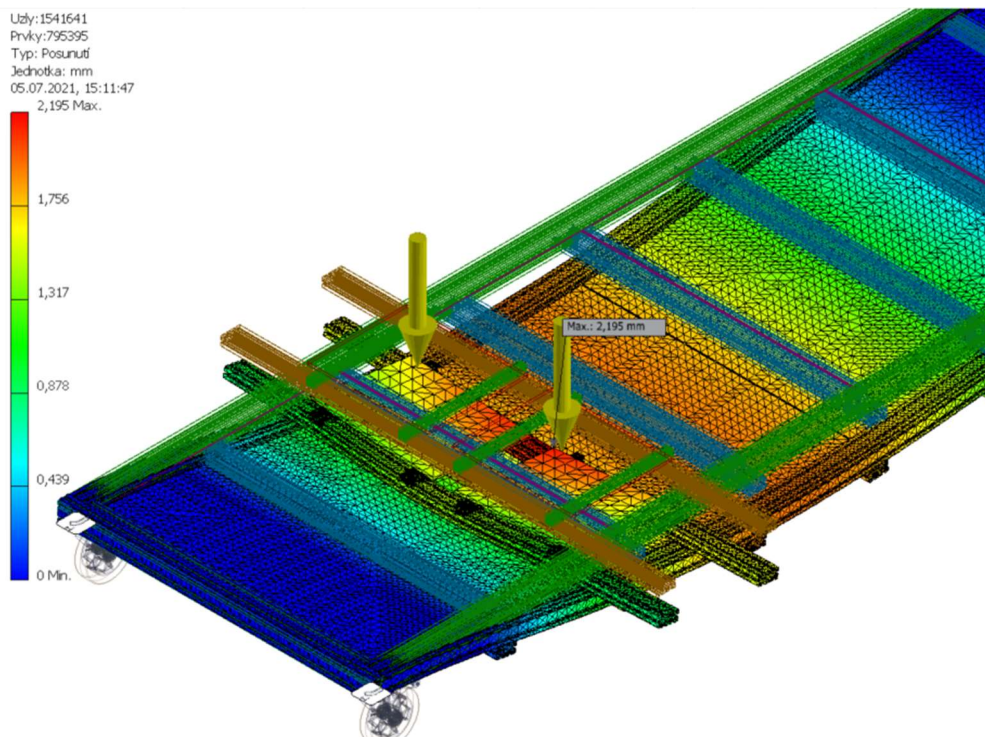
Výsledky pevnostní analýzy vyšly následovně. Maximální napětí dle metody HMH se nachází v místě upevnění rámu podvozku a koleček a vyšlo 50,03 MPa, viz. Obrázek 37. Ke snížení oproti předchozí variantě došlo z důvodu zmenšení šířky podvozkové části.



Obrázek 37: Výsledky pevnostní analýzy-Druhá varianta, maximální napětí

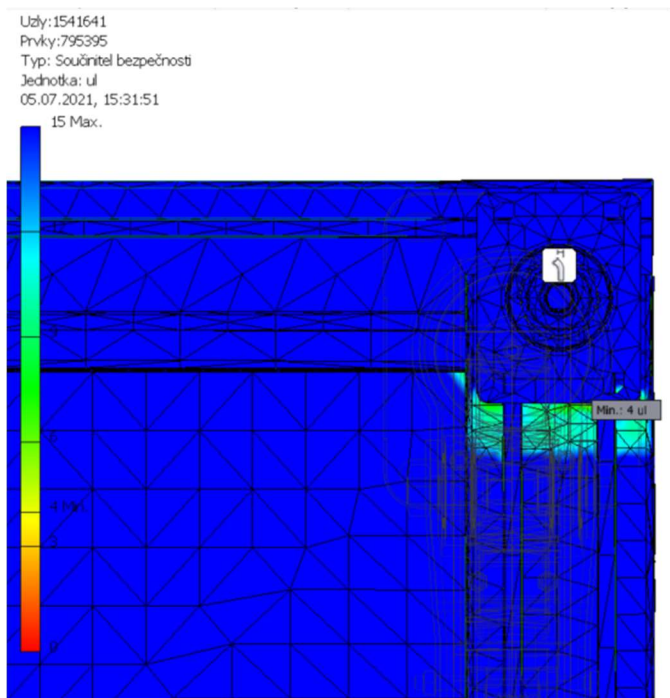


Maximální posuvy vychází téměř totožné jako posuvy u první varianty a to 2,195 mm. Maximální posuv můžeme vidět na obrázku 38.



Obrázek 38: Výsledky pevnostní analýzy-Maximální posuv

Posledním vyhodnocovaným výsledkem je součinitel bezpečnosti, který vyšel 4 a nachází se v místě uchycení kolečka s rámem podvozkové části, viz Obrázek 39.



Obrázek 39: Výsledky pevnostní analýzy-Součinitel bezpečnosti



Dle výsledků pevnostní analýzy je tato varianta podvozkové části pevnostně vyhovující a není potřeba provádět další změny. Výsledky vyšly dle očekávání nižší než u předchozí varianty. Důvodem je zmenšení šířky podvozkové části.

Další část této práce se bude zabývat nosnou konstrukcí umožňující uchycení interiérových modelů vozidla. Za výchozí podvozkovou část je zvolena první varianta, je však možné použít obě varianty dle potřeb zadavatele.

2.3 Nosná konstrukce interiérových modelů

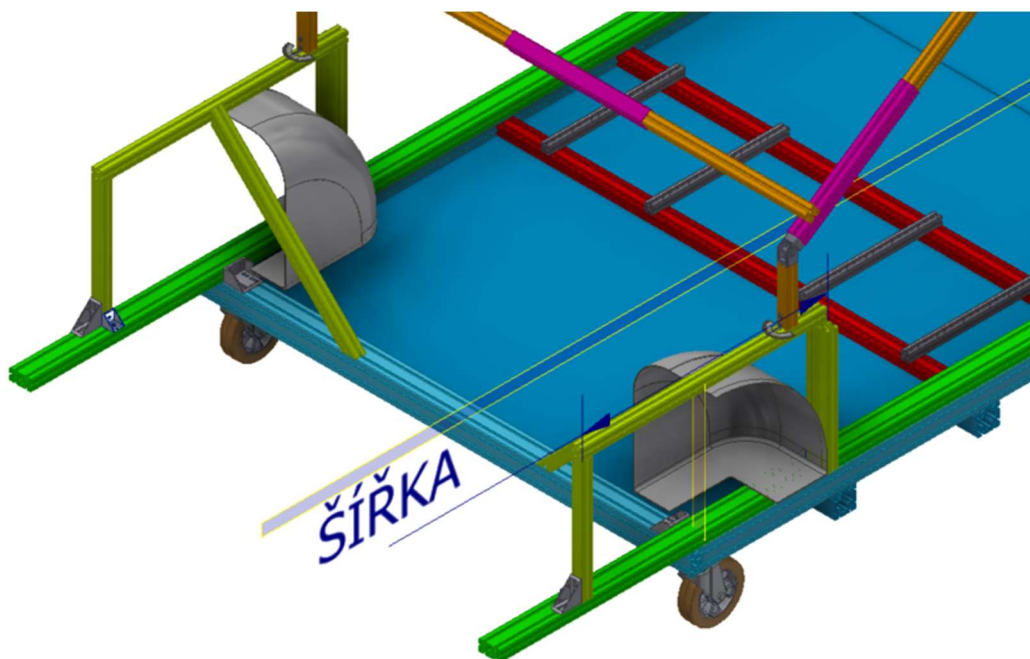
Nosná konstrukce interiérových modelů je značně komplikovanější oproti podvozkové části, a to z důvodu potřeby rozměrové variability a různých úhlových natočení. Značnou výhodou jsou již zmíněné pojezdové drážky v hliníkových profilech a jejich široký výběr doplňků. Nosná část je rozdělena na tři základní části:

- **přední část** – přední podběhy, „A“ sloupky, uchycení přístrojové desky, uchycení čelního okna, uchycení předních sedadel a uchycení interiérové části předních dveří,
- **prostřední část** – „B“ sloupky, uchycení zadních sedadel, uchycení interiérové části zadních dveří, zadní podběhy a střešní část nosné konstrukce,
- **zadní část** – „C“ sloupky, „D“ sloupky a zavazadlový prostor.



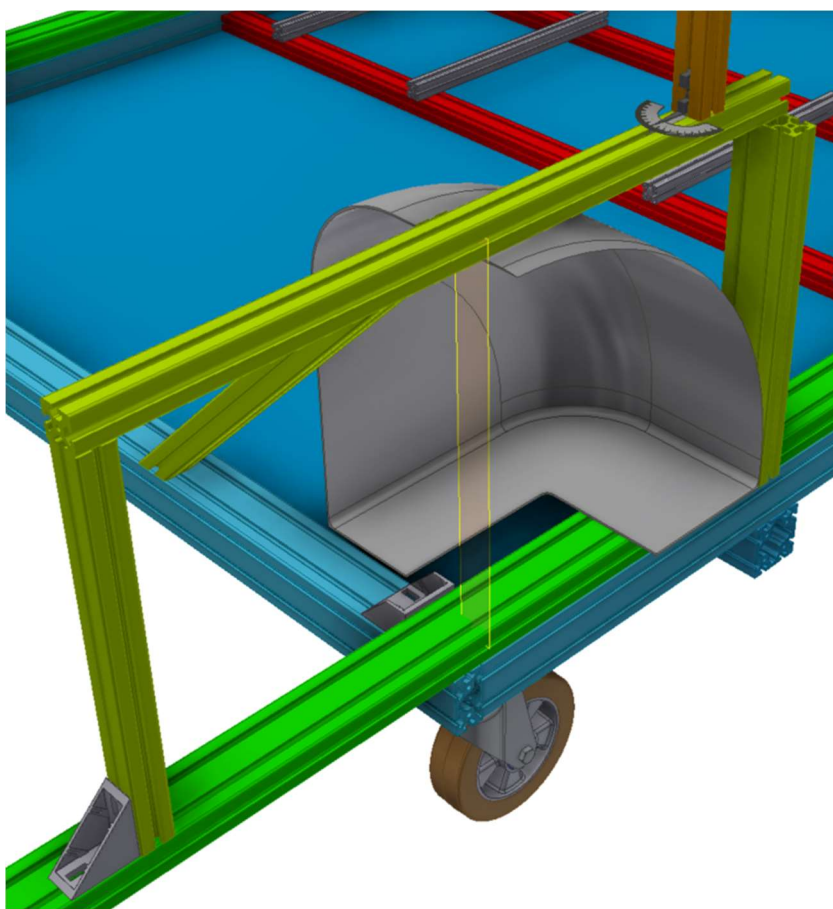
2.3.1 Přední část-Přední podběhy

Vnitřní části podběhů do značné míry zasahují do interiéru vozidla. Proto je nutné interiérovou část podběhů zohlednit při návrhu nosné části. Konstrukce uchycující modely předních podběhů slouží také k uchycení „A“ sloupků, viz. Obrázek 40.



Obrázek 40: Přední část-Konstrukce pro uchycení předních podběhů

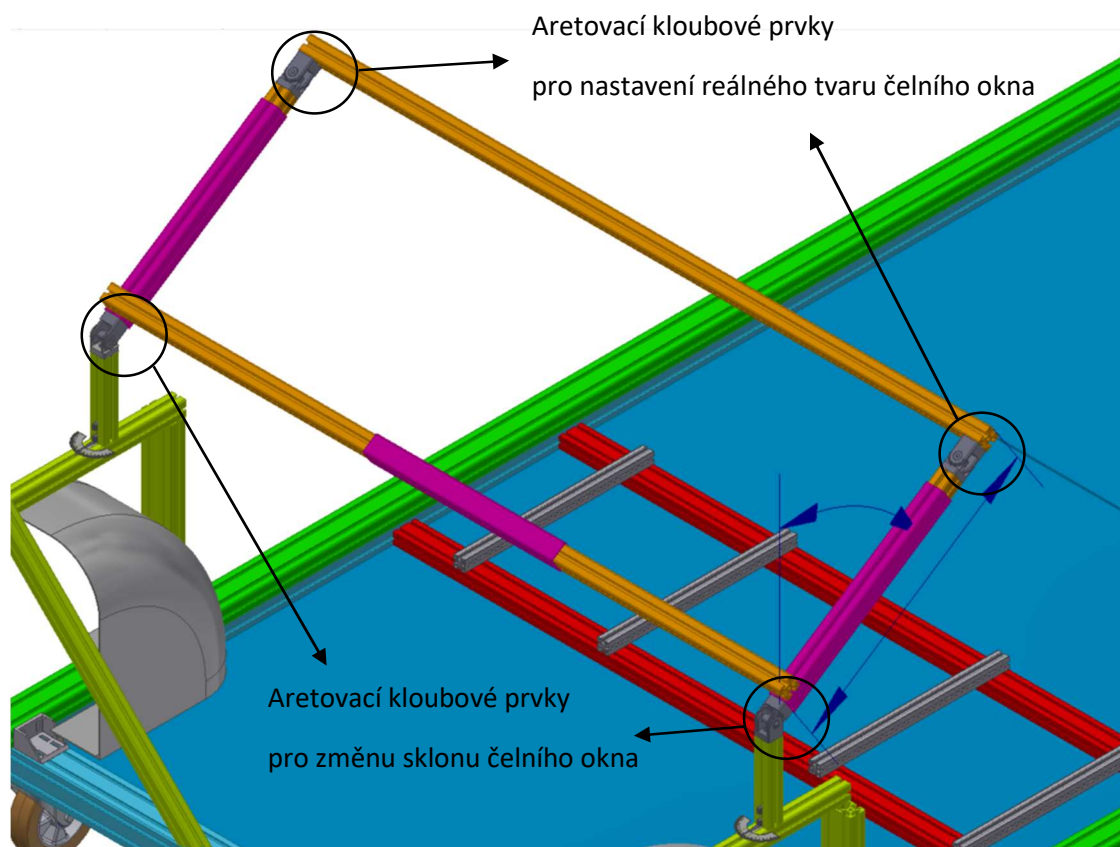
Další funkcí je snazší určení rozvoru vozidla za pomoci modelu podběhů. Této konstrukce bude také využito při upevnění předních dveří a uchycení modelu přístrojové desky, které jsou podrobně rozebrány v dalších kapitolách. Podélné hliníkové profily (zeleně) zde slouží k nastavení požadovaného rozchodu a zároveň také k uchycení bočních částí nosné konstrukce k podvozkové plošině. Model podběhů (šedivě) vychází z největšího rozměru kol automobilu Škoda Kodiaq. Předpokládá se, že přední podběhy jsou na pevné pozici a rozvor vozidla se mění pomocí posunutí zadních podběhů. Mění se pouze šířka konstrukce pro uchycení podběhů a rozměr samotných modelů podběhů. Pro zvýšení pevnosti je využito fixačních úhelníků různých velikostí (šedivě), viz. Obrázek 41.



Obrázek 41: Přední část-Detail konstrukce pro uchycení předních podběhů

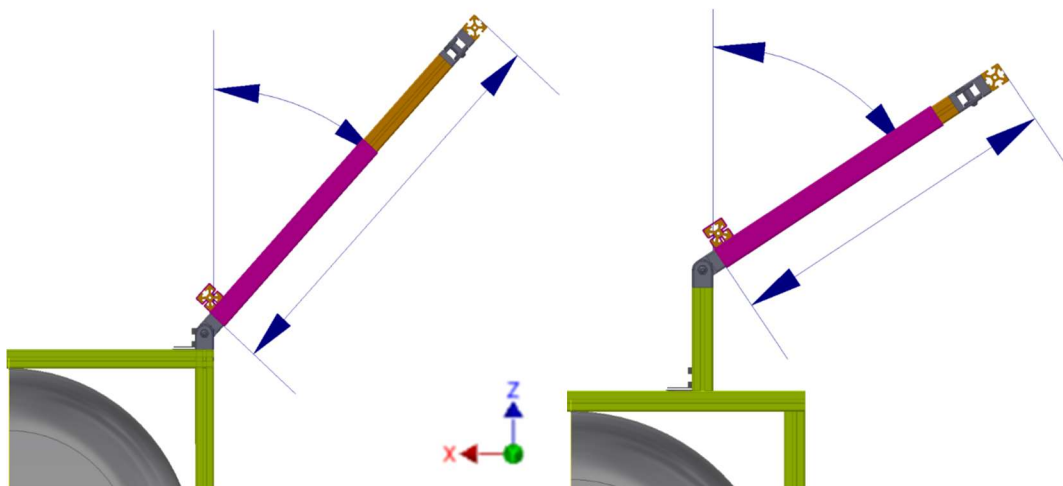
2.3.2 Přední část – „A“ sloupky

Dnes jsou nedílnou součástí každého automobilu „A“ sloupky. Tvar „A“ sloupků je výrazným konstrukčním a stylistickým prvkem automobilu. Pomocí „A“ sloupku je rovněž vyřešeno uchycení čelního skla. Při návrhu konstrukce pro uchycení interiérové části „A“ sloupku je nutné splnit několik rozměrových podmínek pro správné nastavení a polohu interiérových modelů „A“ sloupku a zároveň zajistit správné uchycení čelního skla. Konstrukce pro uchycení interiérových modelů „A“ sloupků umožňuje podélný posuv ve směru osy **X**, změnu sklonu čelního okna v rovině **XZ** a natočení kolem vlastní osy **Z**. Na obrázku 42 můžeme vidět návrh konstrukce pro uchycení „A“ sloupků.

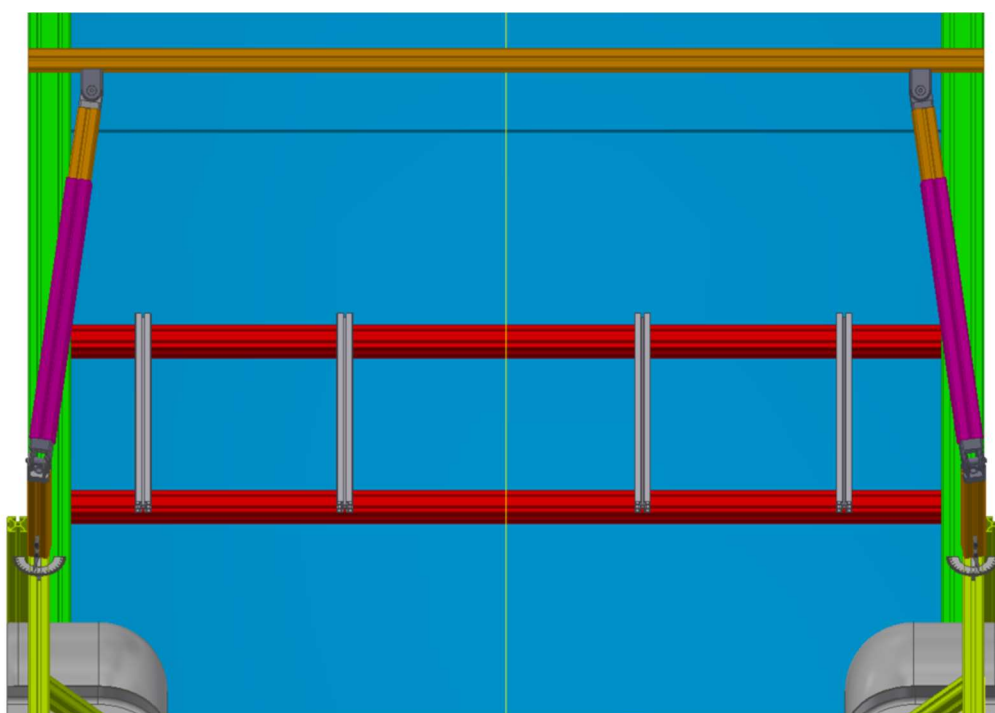


Obrázek 42: Konstrukce pro uchycení "A" sloupků

Podélný posuv v ose **X** je realizován drážkovým systémem hliníkových profilů a je tak možné nastavit polohu „A“ sloupků dle požadavků navrhovaného automobilu. Změnu sklonu čelního skla je možné nastavit aretovacími kloubovými prvky. Konstrukce pro uchycení „A“ sloupku dále obsahuje teleskopický mechanismus pro nastavení správného rozměru čelního skla. Jelikož čelní sklo nemá ve většině případů tvar obdélníku, ale spíše lichoběžníku je nutné zajistit i tuto možnost nastavení. Toto nastavení lze zajistit pomocí druhého aretovacího kloubového prvku. Různá nastavení konstrukce pro uchycení „A“ sloupků jsou znázorněna na obrázcích 43 a 44.



Obrázek 43: Různé nastavení konstrukce "A" sloupků



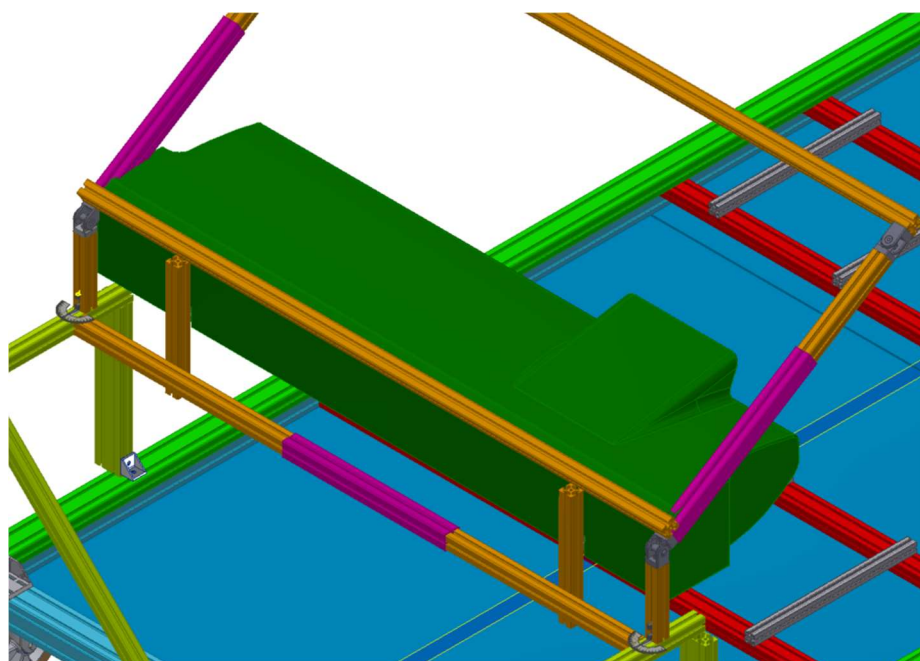
Obrázek 44: Nastavení konstrukce "A" sloupků-zúžení čelního okna v horní části

Uchycení samotných modelů interiérové části „A“ sloupků probíhá nasunutím těchto vyfrézovaných modelů na konstrukci. Zároveň tím, že jsou hliníkové profily dostatečně malého průřezu, tak kompenzují vícenásobné zakřivení modelů interiérové části „A“ sloupků. Ve výsledku tak není potřeba přesně kopírovat tvar interiérových modelů. Z předpokládaného nízkého zatížení není prováděna pevnostní analýza a považuje se tato konstrukce jako vyhovující. Nastavení pro konkrétní vozidla jsou uvedena níže v kapitole 2.4.

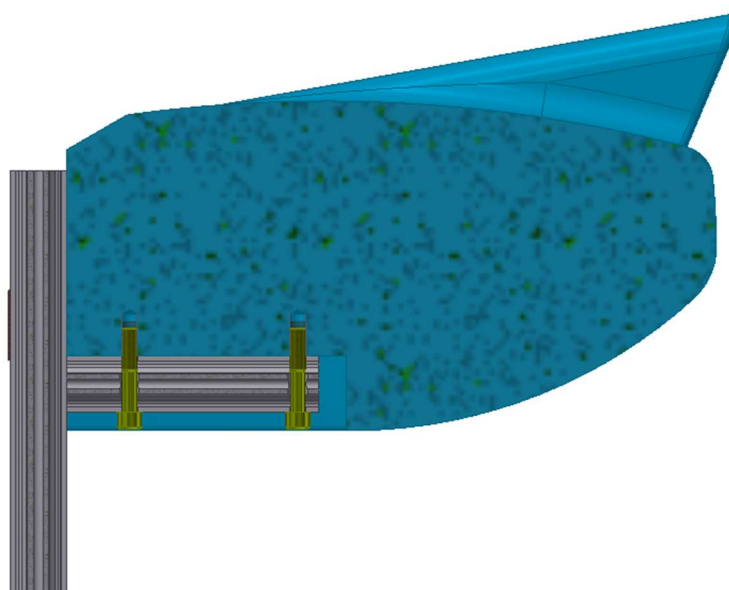


2.3.3 Přední část – Uchycení přístrojové desky

Uchycení modelu přístrojové desky je znázorněno na obrázku 45, 46. U příčných hliníkových profilů umožňujících uchycení modelu přístrojové desky je opětovně využito teleskopického mechanismu při změně rozchodu vozidla. Pěnový model přístrojové desky je opatřen závitovými vložkami, které slouží k upevnění k hliníkovým profilům šroubovým spojením. Nastavení polohy je možné ve směru podélné osy **X**, příčné osy **Y** a vertikální osy **Z**. Model přístrojové desky je zde uveden pouze pro lepší představu navrhovaného řešení.



Obrázek 45: Uchycení přístrojové desky

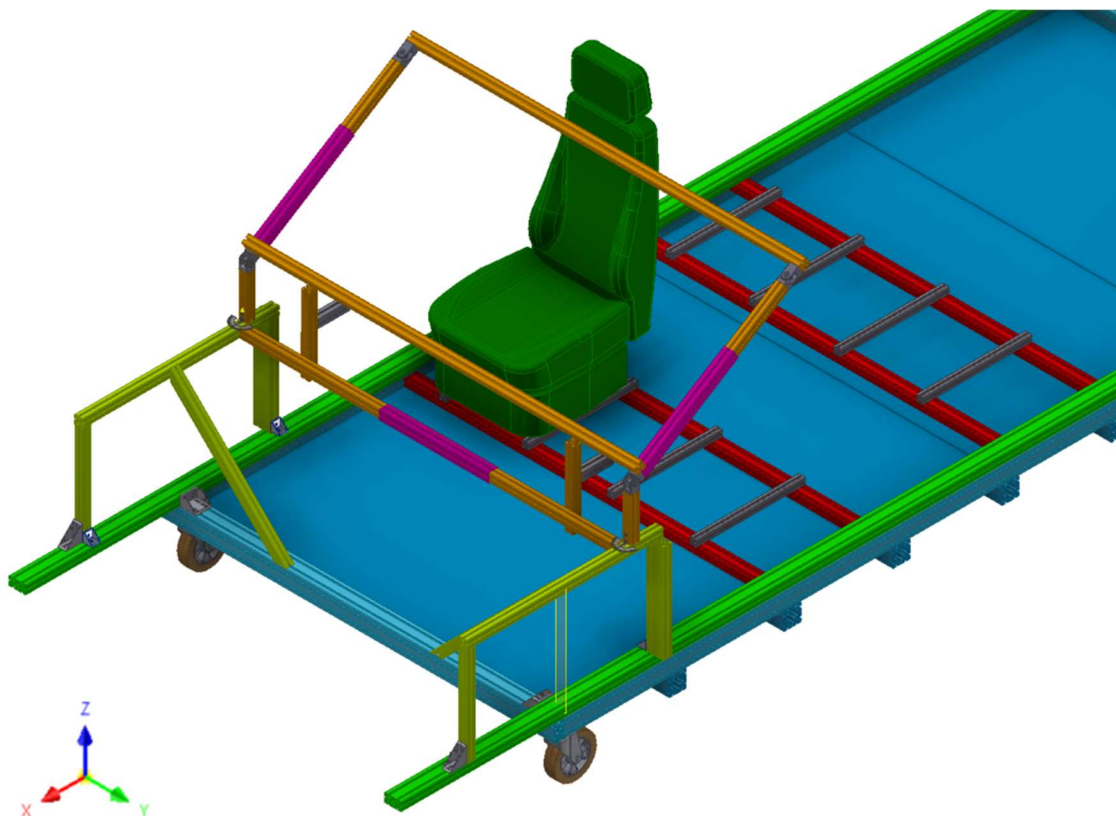


Obrázek 46: Uchycení přístrojové desky-řez



2.3.4 Přední část – Uchycení předních sedadel a zadních sedadel

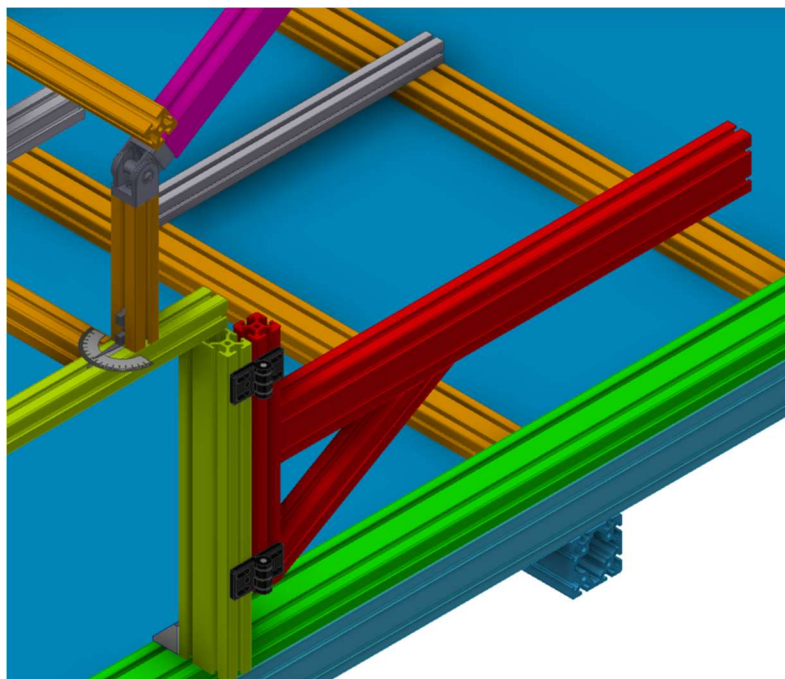
Z důvodu stejného principu uchycení předních i zadních sedadel jsou tyto dvě části vysvětleny dohromady. Posuvy sedadel ve směru osy **X** zajišťují příčné hliníkové profily (červeně) uchycené k podlahové části a posuvy sedadel ve směru osy **Y** zajišťují podélné hliníkové profily (šedivě) pro každé sedadlo zvlášť, viz. Obrázek 47.



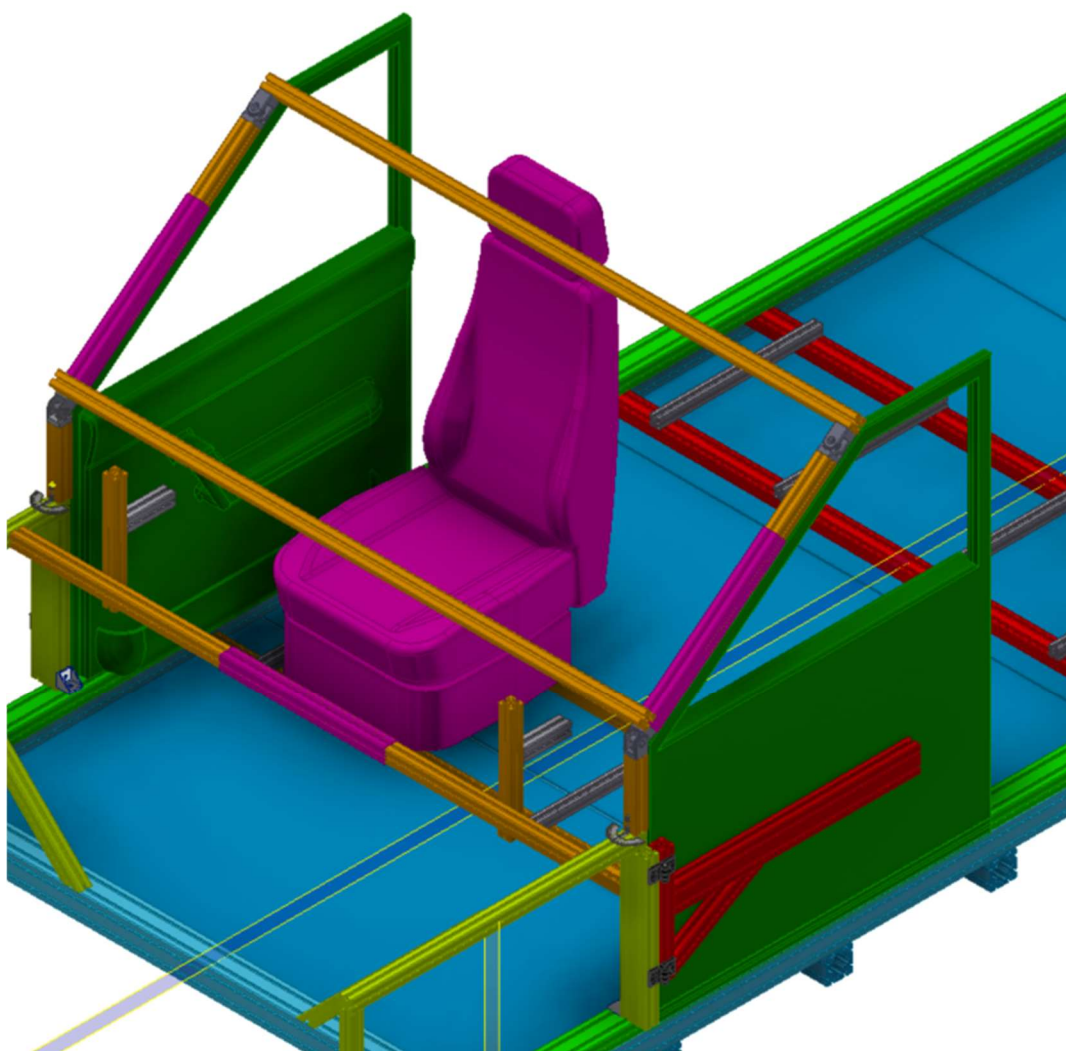
Obrázek 47: Uchycení předních a zadních sedadel

2.3.5 Přední část – Uchycení interiérové části předních dveří

Uchycení interiérové části předních dveří je zobrazeno na obrázku 48, 49. Zjednodušeně se jedná o rám ve tvaru písmene „T“ otočený o 90° doplněný o podpěru (červeně). Pro umožnění otevírání a zavírání dveří je vybaven dvojicí pantů. Dveře je do jisté míry možné výškově měnit pomocí posunutí pantů. Spíše se však předpokládá úprava pěnového modelu dveří, tak aby přesně vyhovoval potřebným požadavkům. Při upevňování pěnového modelu dveří se do vnější strany modelu vyfrézuje tvar rámu tak, aby bylo možné později pěnový model vložit do rámu a sešroubovat ho pomocí šroubů a závitových vložek umístěných v pěnovém modelu. Rám pro uchycení interiérové části dveří je potřeba zkontrolovat pevnostní analýzou, protože hmotnost interiérového modelu dveří není zanedbatelná, především při stavu otevřených dveří.



Obrázek 48: Rám pro uchycení modelu předních dveří

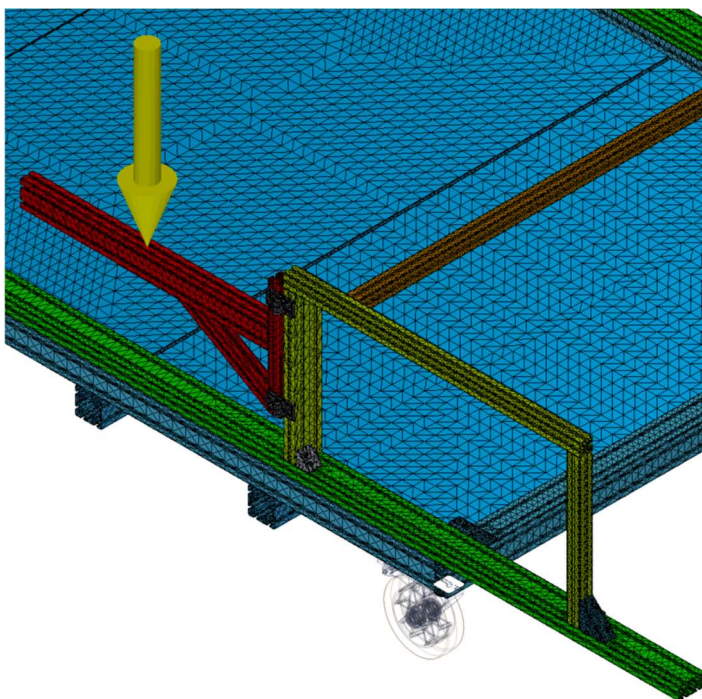


Obrázek 49: Uchycení interiérového modelu předních dveří

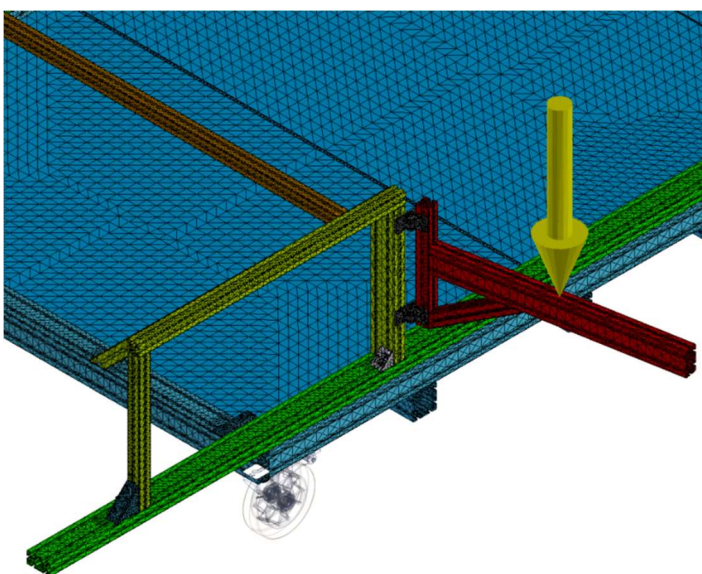


2.3.5.1 Pevnostní analýza – Rám pro uchycení modelu předních dveří

Nastavení pevnostní analýzy je z větší části stejné jako u předchozí analýzy podvozkové části, viz Obrázek 50, 51. Rozdílné je pouze působiště statické síly a její velikost. Velikost statické síly se odvíjí od hmotnosti pěnového modelu předních dveří, která činí dle zadavatele zhruba 30 kg. Velikost statické síly je tedy zvolena o něco vyšší a to 500 N. Pevnostní analýza je nastavena pro dvě výchozí situace, a to pro zavřené a otevřené dveře. Úhel otevřených dveří je nastaven na hodnotu 80°.



Obrázek 50: Nastavení pevnostní analýzy-Zavřené dveře



Obrázek 51: Nastavení pevnostní analýzy-Otevřené dveře

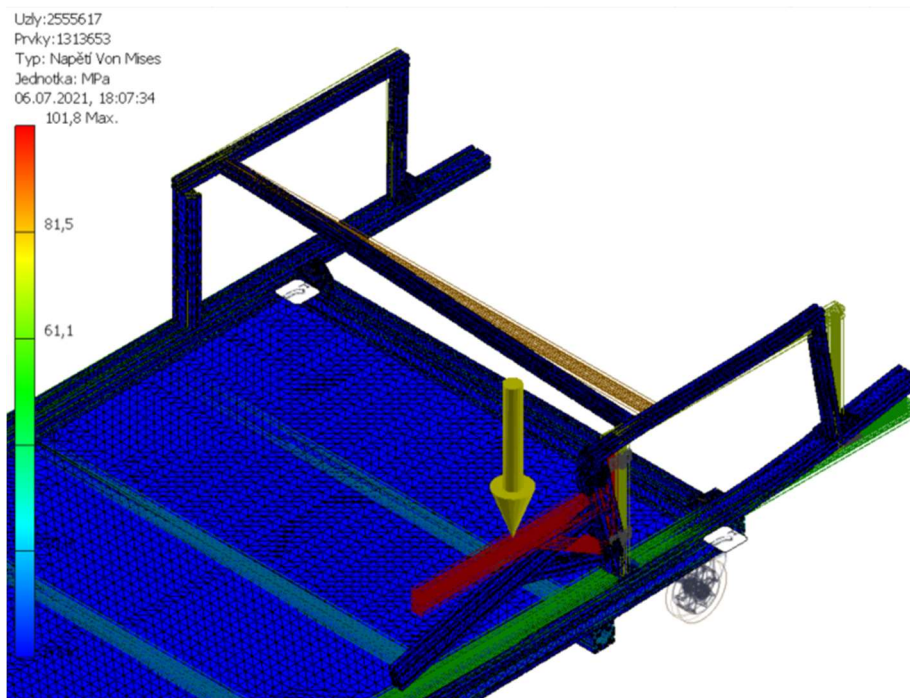


Výsledky pevnostních analýz vyšly následovně a jsou pro přehlednost shrnuty v tabulce 6. Maximální napětí v obou variantách vyšla ve stejných místech, a to v oblasti uchycení pantů s konstrukcí.

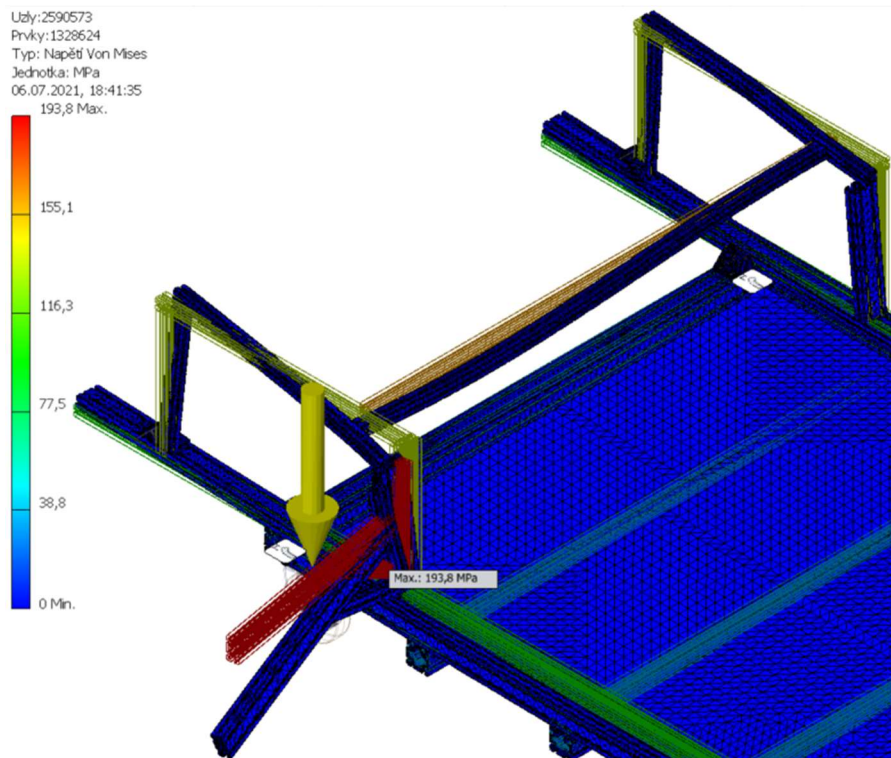
POSUZOVANÉ VÝSLEDKY PEVNOSTNÍ ANALÝZY	ZAVŘENÉ DVEŘE	OTEVŘENÉ DVEŘE
MAXIMÁLNÍ NAPĚTÍ DLE METODY HMH (OBRÁZEK 52, 53)	101,8 MPa	193,8 MPa
MAXIMÁLNÍ POSUVY (OBRÁZEK 54, 55)	1,195 mm	6,135 mm
SOUČINTEL BEZPEČNOSTI (OBRÁZEK 56)	2,71	1,42
ZHODNOCENÍ	Vyhovující	Nevyhovující

Tabulka 6: Výsledky pevnostní analýzy

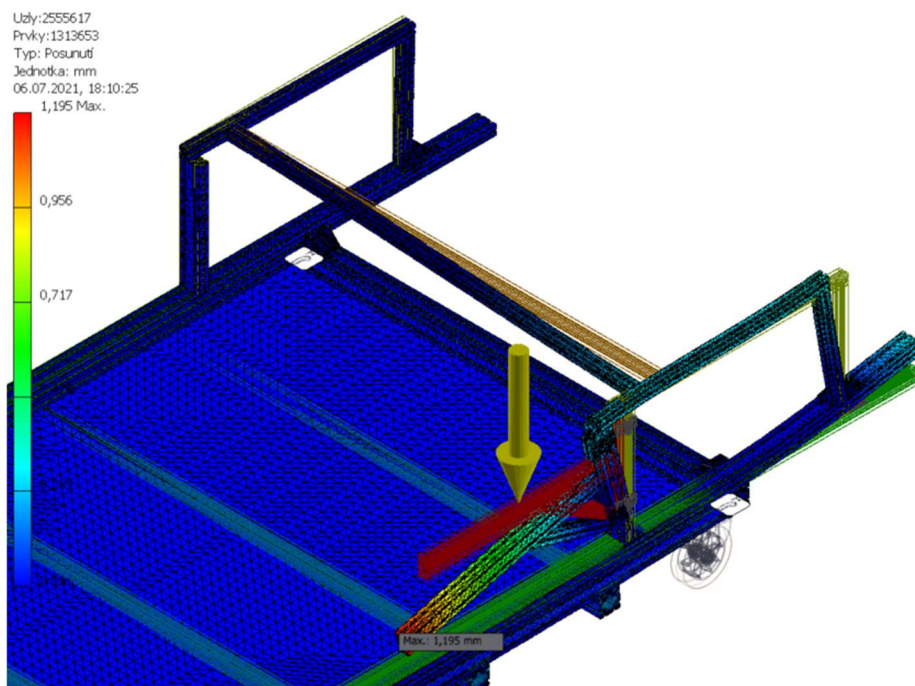
Z výsledků vyplývá, že návrh vyhovuje pro zavřené dveře, ale pro otevřené nikoliv. Zvláště posuv konstrukce po zatížení statickou silou je nevyhovující. Tím pádem je nutné konstrukci vyztužit tak, aby výsledky pevnostní analýzy byly vyhovující i pro otevřené dveře a bylo tak možné v návrhu pokračovat.



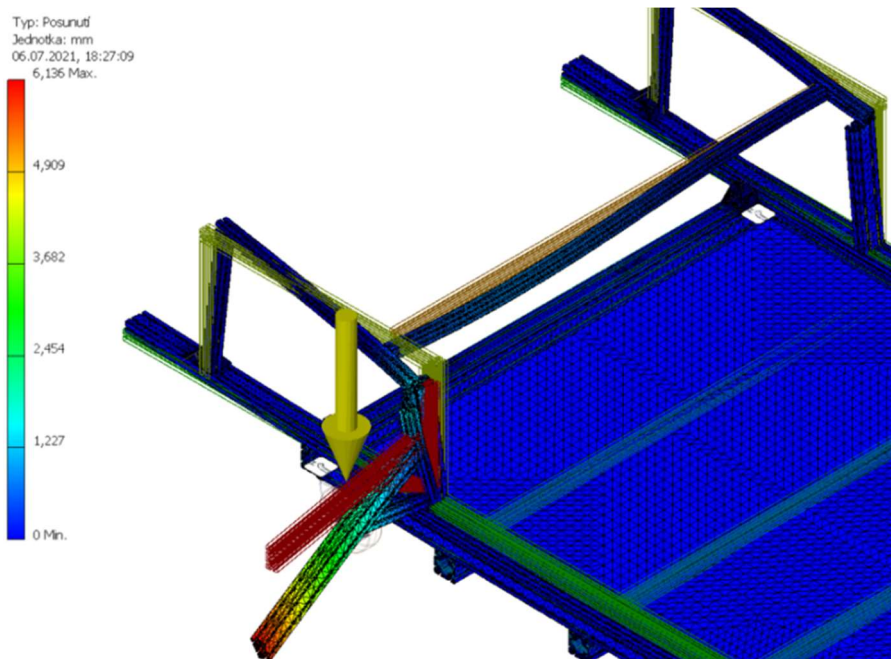
Obrázek 52: Výsledky pevnostní analýzy-Maximální napětí, zavřené dveře



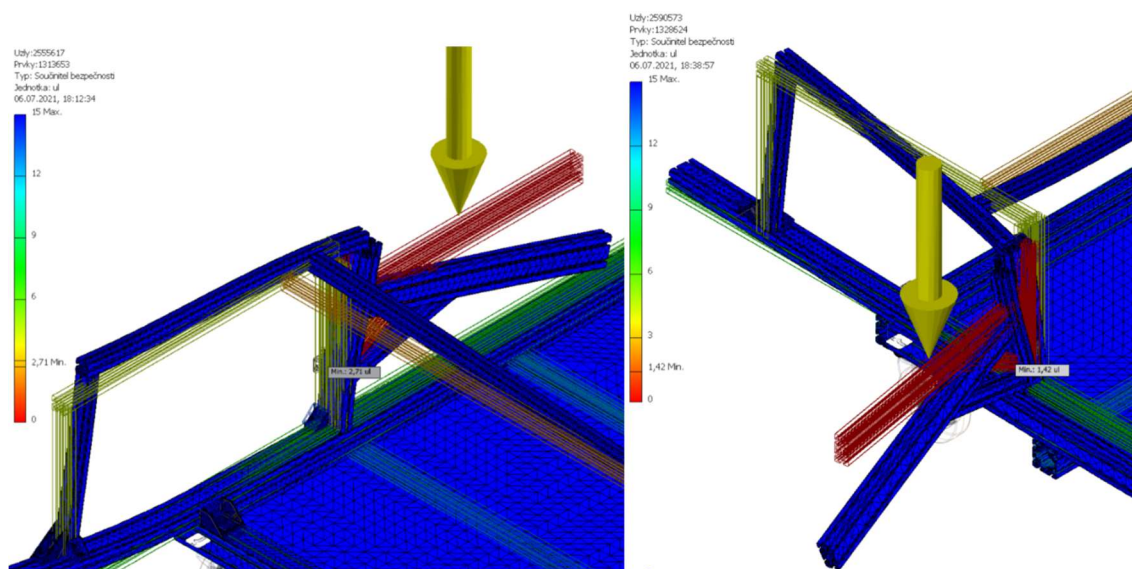
Obrázek 53: Výsledky pevnostní analýzy-Maximální napětí, otevřené dveře



Obrázek 54: Výsledky pevnostní analýzy-Posuvy, zavřené dveře

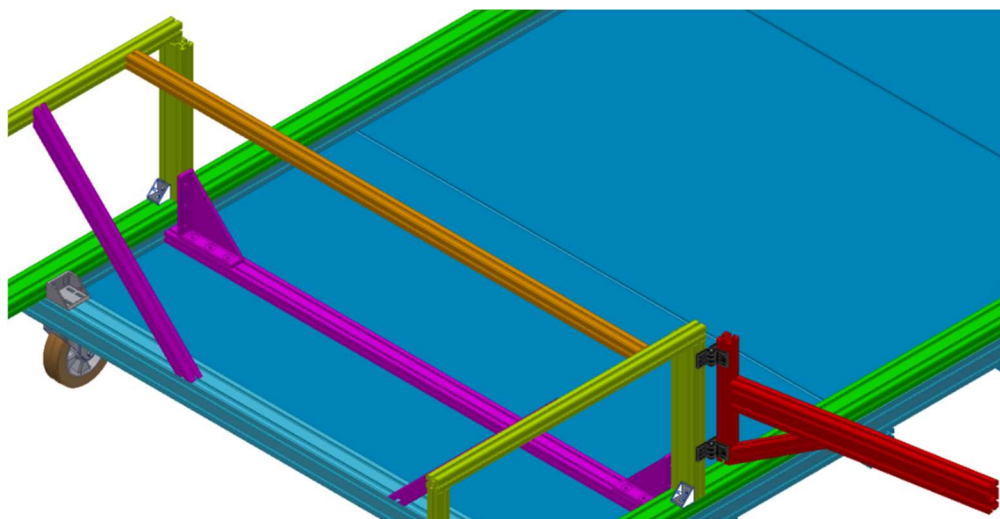


Obrázek 55: Výsledky pevnostní analýzy-Posuvy, otevřené dveře



Obrázek 56: Výsledky pevnostní analýzy-Součinitel bezpečnosti (vlevo zavřené dveře, vpravo otevřené dveře)

Vyztužení rámu (fialově) je zobrazeno na obrázku 57. Vyztužení zachycuje deformace a posuvy hlavně v příčném směru osy **Y**, jelikož právě v tomto směru dochází k největším nedostatkům rámu pro uchycení modelu dveří. Výztuhy je možné posouvat v závislosti na poloze podběhové části, ale i na poloze rámu pro uchycení modelu dveří.



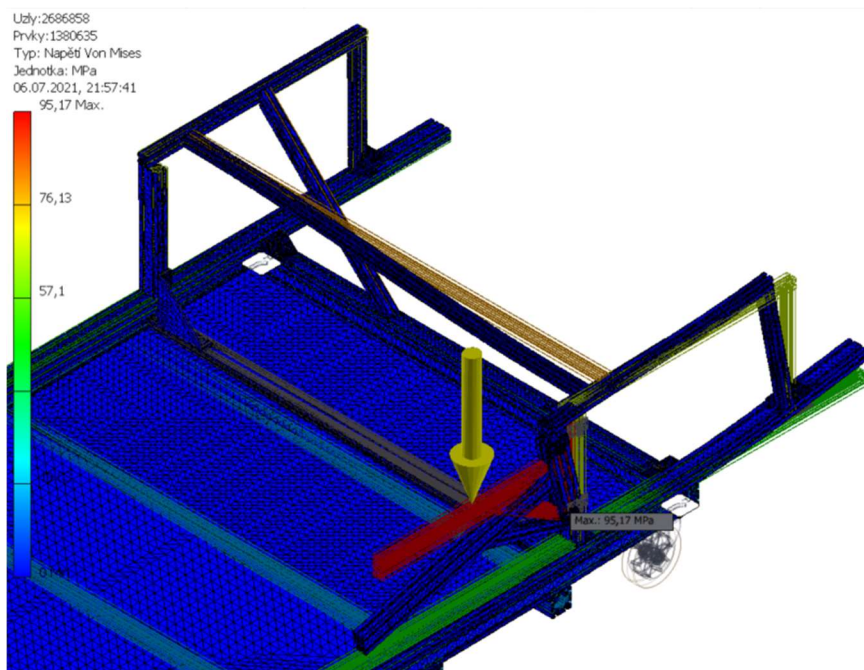
Obrázek 57: Vyztužení rámu (fialově) pro uchycení modelu dveří

Nastavení pevnostní analýzy zůstalo beze změn. Výsledky pevnostní analýzy jsou opět shrnuty v tabulce 7.

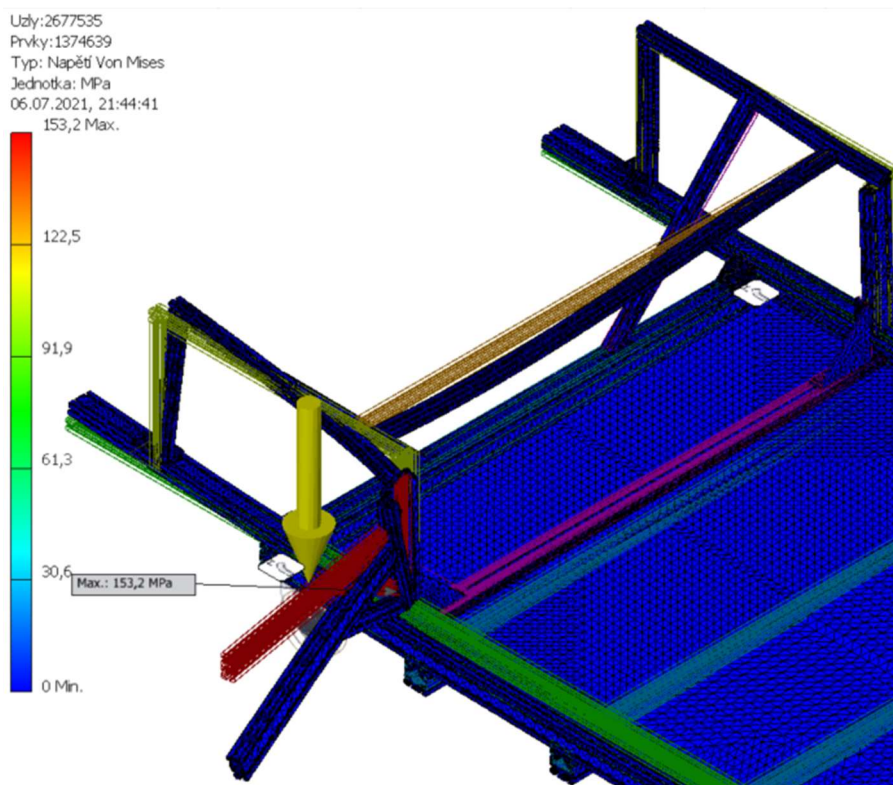
POSUZOVANÉ VÝSLEDKY PEVNOSTNÍ ANALÝZY	ZAVŘENÉ DVEŘE	OTEVŘENÉ DVEŘE
MAXIMÁLNÍ NAPĚTÍ DLE METODY HMH (OBRÁZEK 58, 59)	95,17 MPa	153,2 MPa
MAXIMÁLNÍ POSUVY (OBRÁZEK 60, 61)	0,9585 mm	0,5928 mm
SOUČINTEL BEZPEČNOSTI (OBRÁZEK 62)	2,9	1,8
ZHODNOCENÍ	Vyhovující	Vyhovující

Tabulka 7: Shrnutí výsledků pevnostní analýzy po vyztužení

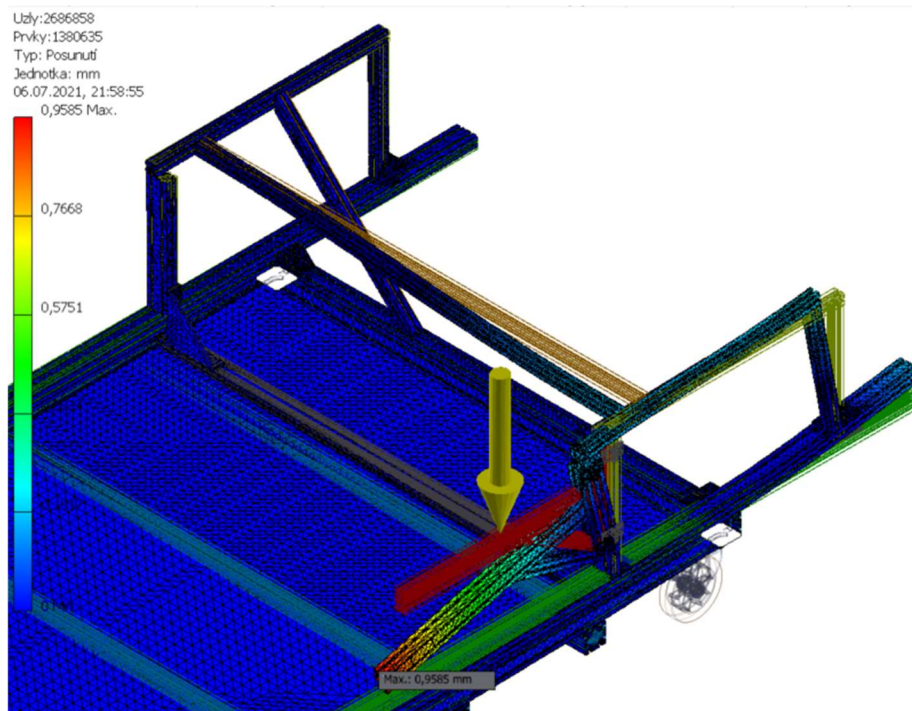
Výsledky pevnostní analýzy vychází dle očekávání a obě varianty zavřených i otevřených dveří jsou vyhovující. V případě maximálních posuvů vyšel paradoxně nižší posuv u varianty s otevřenými dveřmi. Důvodem je již zmíněné příčné vyztužení konstrukce. V dalším pokračování návrhu nosné konstrukce se již zohledňuje vyztužení.



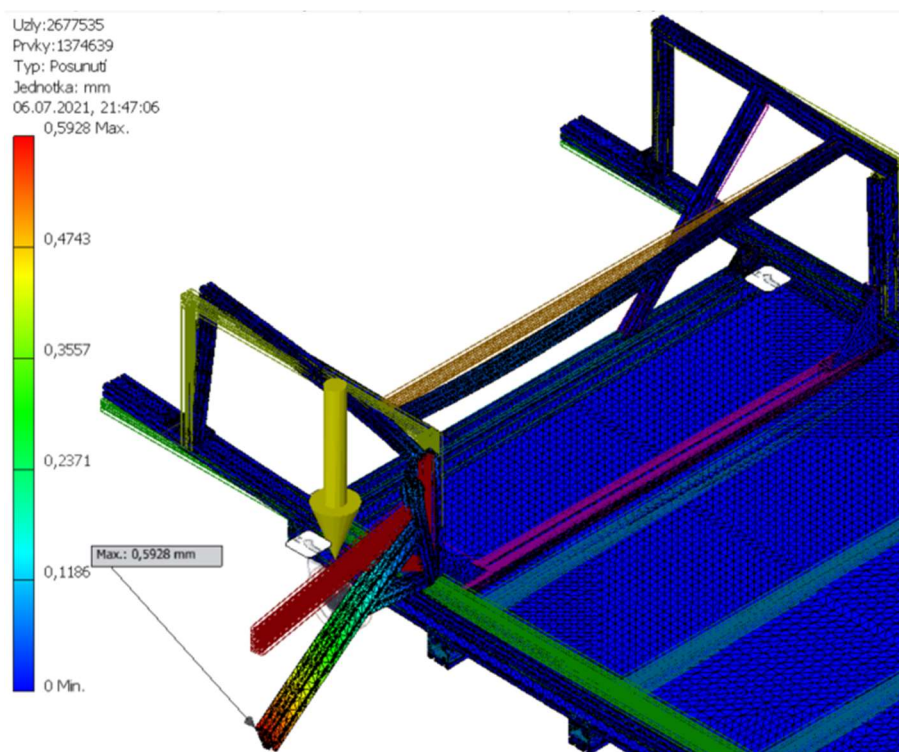
Obrázek 58: Výsledky pevnostní analýzy-Maximální napětí, zavřené dveře



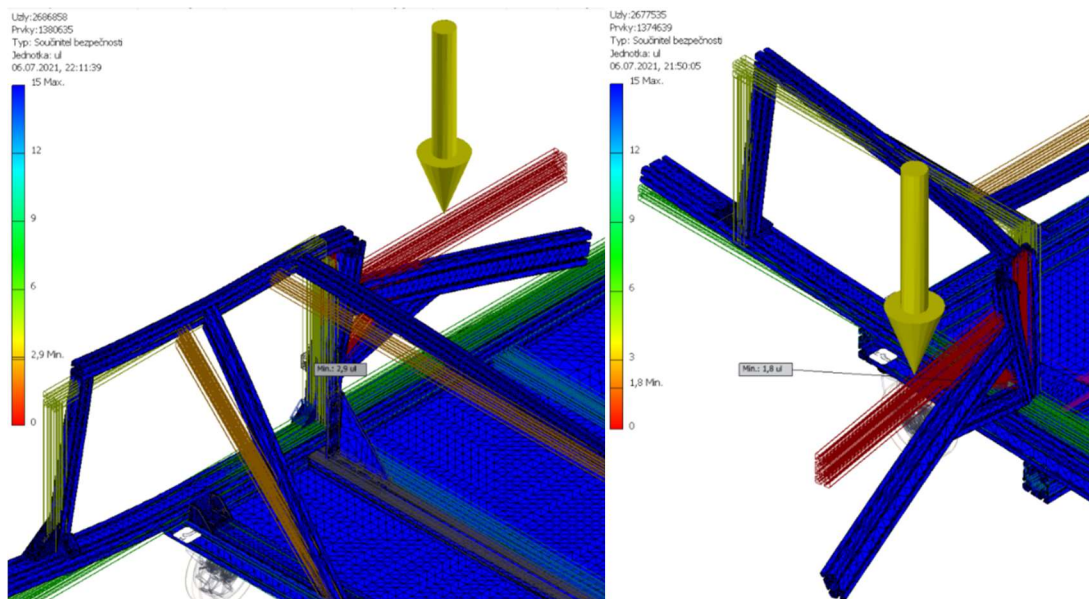
Obrázek 59: Výsledky pevnostní analýzy-Maximální napětí, otevřené dveře



Obrázek 60: Výsledky pevnostní analýzy-Posuvy, zavřené dveře



Obrázek 61: Výsledky pevnostní analýzy-Posuvy, otevřené dveře

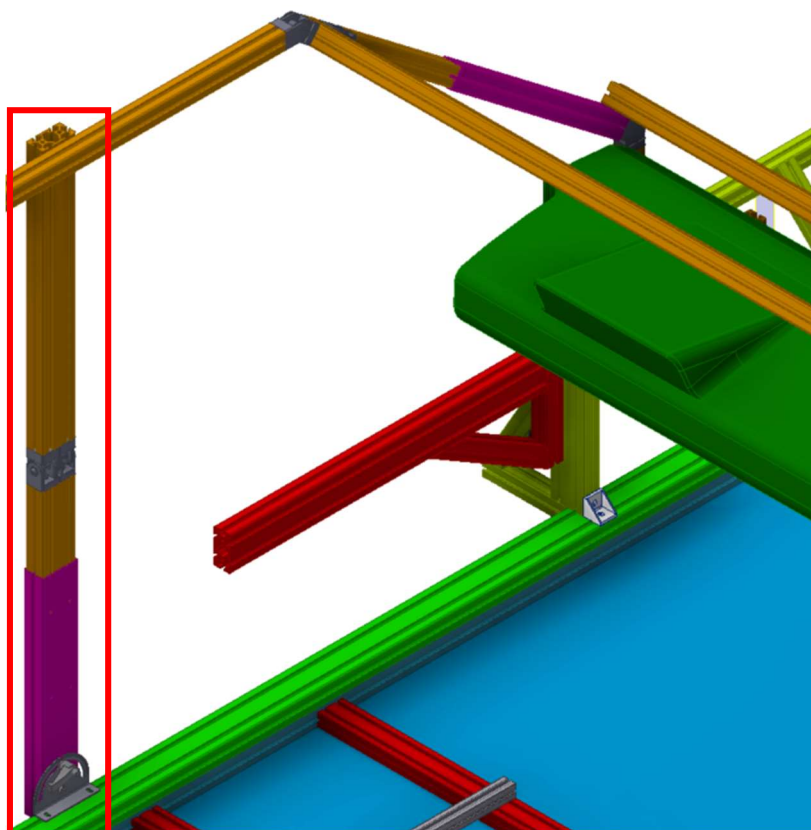


Obrázek 62: Výsledky pevnostní analýzy-Součinitel bezpečnosti (vlevo zavřené dveře, vpravo otevřené dveře)

2.3.6 Prostřední část – „B“ sloupky

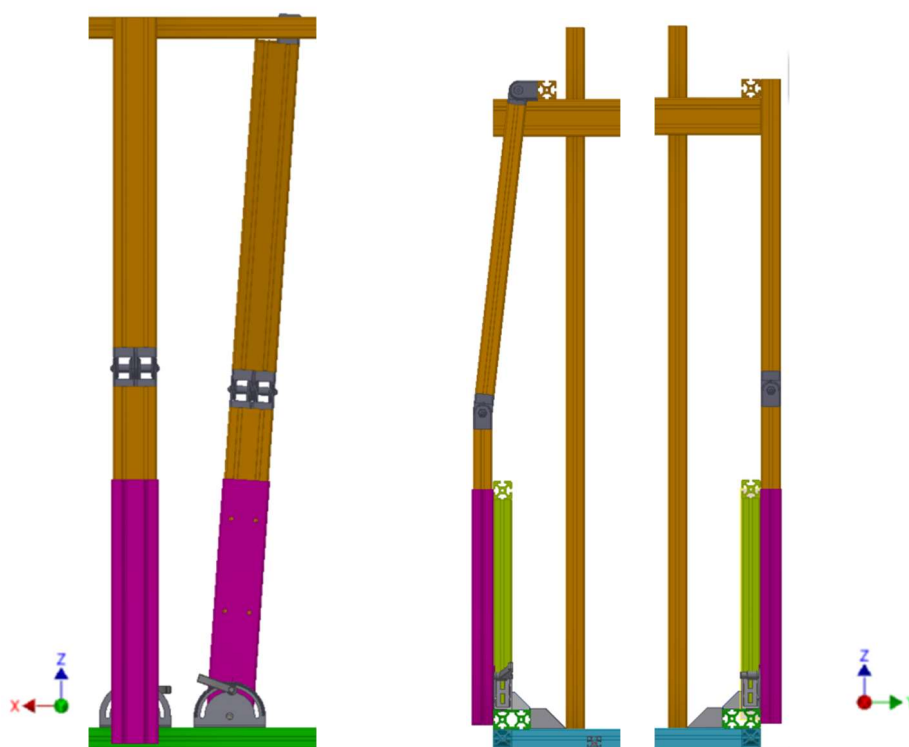
„B“ sloupky mají ve vozidle důležitou roli v rámci pasivní bezpečnosti, kde zachycují hlavně boční nárazy a celkově zvyšují pevnost a tuhost karosérie. Dále „B“ sloupky slouží k uchycení zadních dveří. Jelikož v moderních automobilech nejsou vždy „B“ sloupky kolmé k podlaze vozidla a ani šířka mezi „B“ sloupky není konstantní (u podlahy je šířka větší než u střechy vozidla) je nutné při návrhu „B“ sloupků brát v úvahu i tuto možnost nastavitelnosti. Konstrukce „B“ sloupků tedy musí umožňovat posuv v podélném směru osy **X**, změnu úhlu v rovině **XZ**, výškovou nastavitelnost v ose **Z** a již zmíněnou šířkovou rozdílnost u podlahy a střechy vozidla.

Návrh „B“ sloupků se skládá z hliníkových profilů, teleskopického mechanismu a aretovacích kloubových spojů, viz. Obrázek 63.



Obrázek 63: Návrh "B" sloupku

Na obrázku 64 jsou znázorněny různé polohy „B“ sloupků pro lepší představu variability nastavitelnosti.



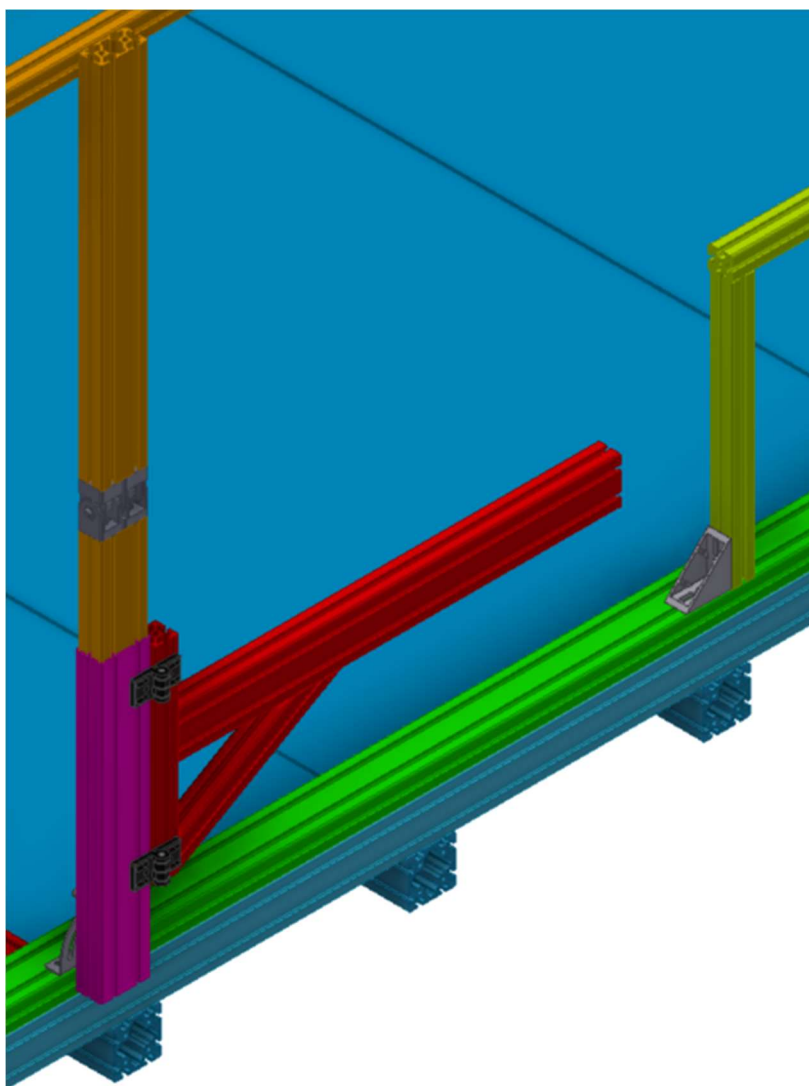
Obrázek 64: Varianty nastavení "B" sloupků



Připevnění pěnových modelů interiérové části „B“ sloupků probíhá stejným způsobem jako v případě „A“ sloupků. Do vnější části pěnových modelů se vyfrézuje tvar hliníkových profilů poté se pěnový model zasune do konstrukce „B“ sloupků a upevní se pomocí závitových vložek a šroubů. Nedostatky nastavitelnosti konstrukce „B“ sloupků eliminují pěnové modely, které je možné tvarovat a upravovat tak, aby odpovídaly reálnému vzhledu interiéru.

2.3.7 Prostřední část – Uchycení interiérové části zadních dveří

Uchycení interiérové části zadních dveří je realizováno stejnou konstrukcí jako v případě předních dveří. Panty pro otevírání a zavírání dveří jsou uchycené na „B“ sloupcích. Jediný problém vzniká při naklopení „B“ sloupků v rovině **XZ**, kdy je nutné panty posunout tak, aby byla osa rotace pantů kolmá na rovinu **XY**. Konstrukce je výškově nastavitelná pomocí drážek hliníkových profilů a pantů dveří. Na obrázku 65 je znázorněna konstrukce pro uchycení interiérové části dveří a uchycení pantů dveří k „B“ sloupcu.



Obrázek 65: Uchycení interiérové části zadních dveří



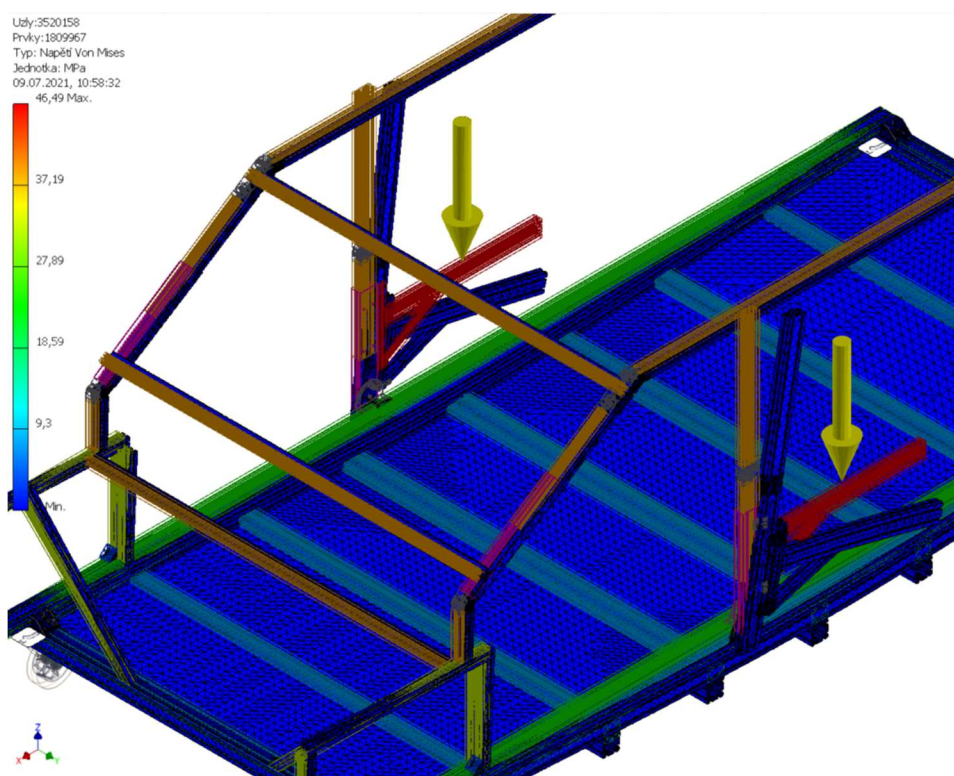
2.3.7.1 Pevnostní analýza – Rám pro uchycení modelu zadních dveří

I pro tuto část je nutné provést pevnostní analýzu. Nastavení pevnostní analýzy je stejné jako v případě předních dveří. Pevnostní analýza je opět provedena pro zavřené a otevřené dveře. Výsledky pevnostní analýzy jsou shrnuty v tabulce 8.

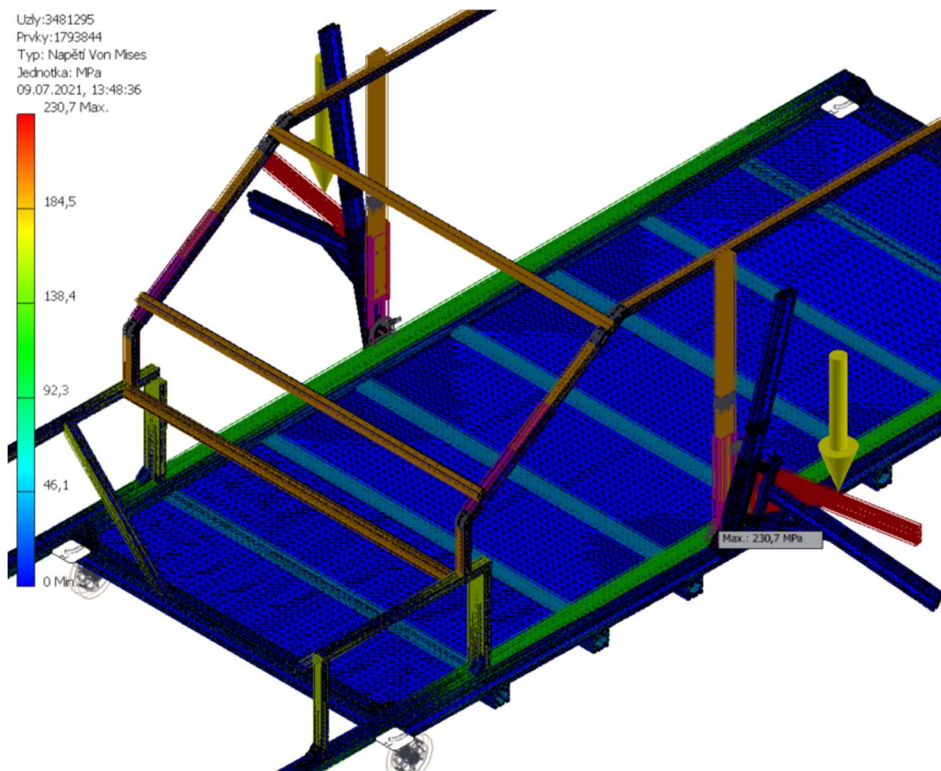
POSUZOVANÉ VÝSLEDKY PEVNOSTNÍ ANALÝZY	ZAVŘENÉ DVEŘE	OTEVŘENÉ DVEŘE
MAXIMÁLNÍ NAPĚTÍ DLE METODY HMH (OBRÁZEK 66, 67)	45,49 MPa	230,7 MPa
MAXIMÁLNÍ POSUVY (OBRÁZEK 68, 69)	0,4562 mm	1,562 mm
SOUČINTEL BEZPEČNOSTI ZHODNOCENÍ	4 Vyhovující	1,38 Vyhovující

Tabulka 8: Shrnutí výsledků pevnostní analýzy

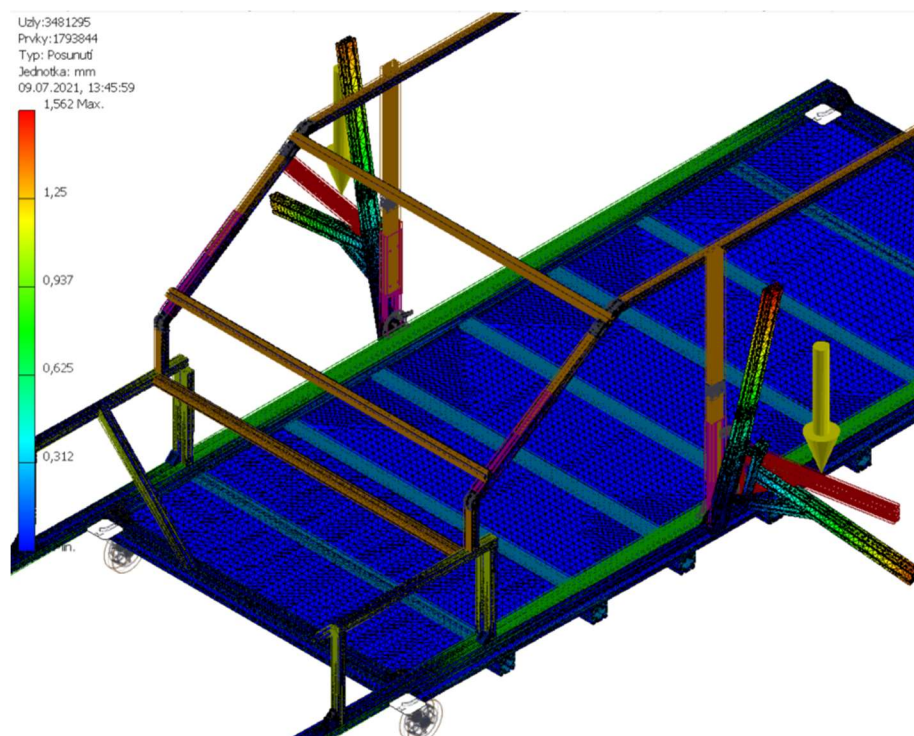
Výsledky považují za vyhovující a není potřeba konstrukci vyztužovat.



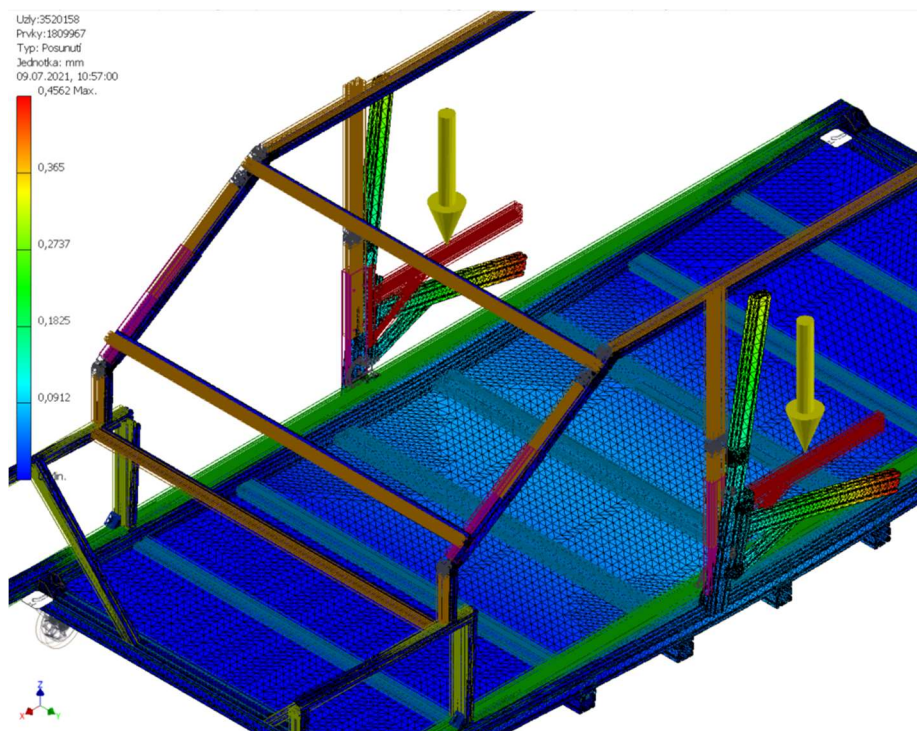
Obrázek 66: Výsledky pevnostní analýzy-Maximální napětí, zavřené dveře



Obrázek 67: Výsledky pevnostní analýzy-Maximální napětí, otevřené dveře



Obrázek 68: Výsledky pevnostní analýzy-Posuvy, zavřené dveře

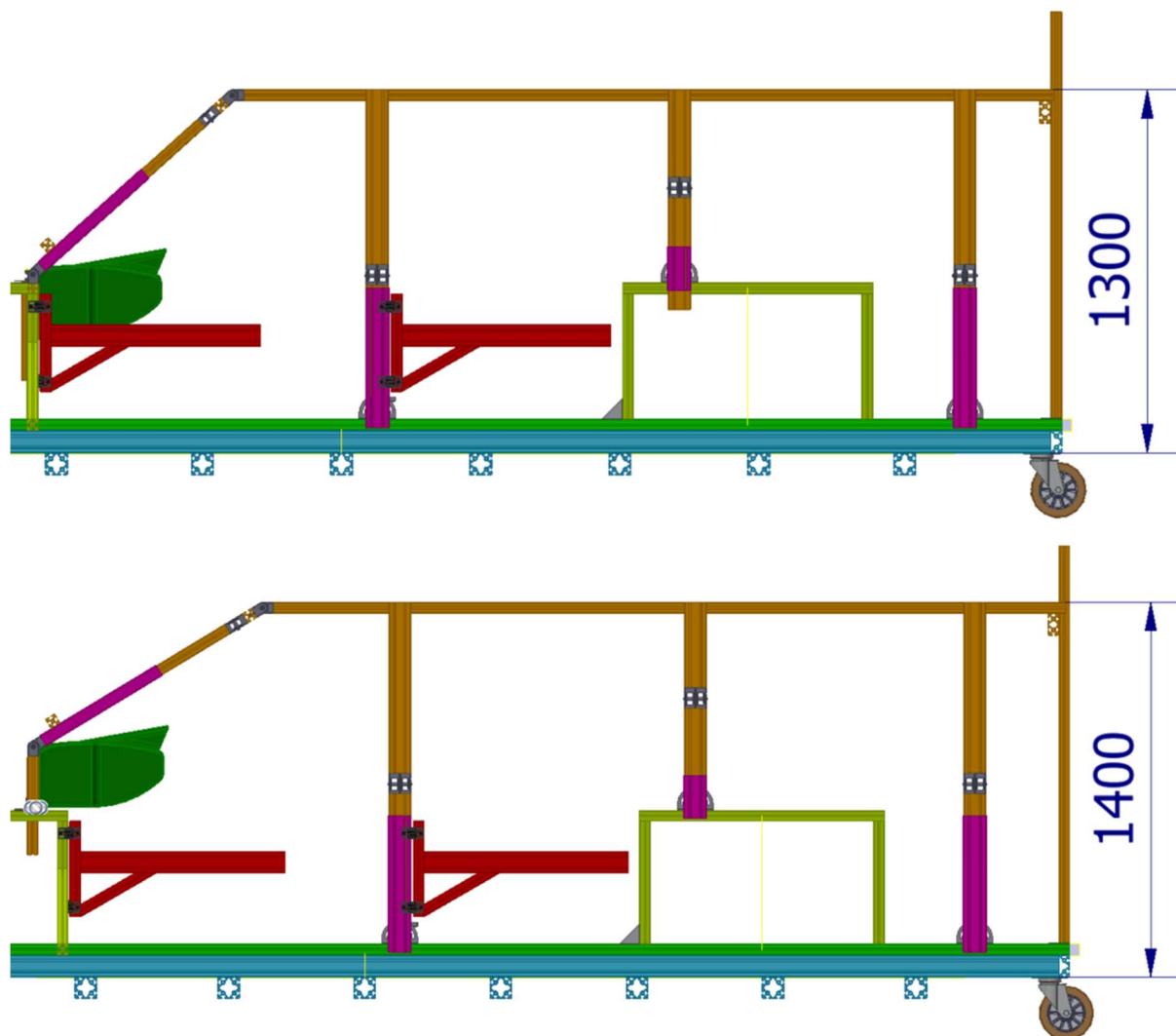


Obrázek 69: Výsledky pevnostní analýzy-Posuv, otevřené dveře

2.3.8 Prostřední část – Konstrukce pro uchycení interiérového modelu střechy

Konstrukce pro uchycení interiérového modelu střechy je řešena dvěma podélnými hliníkovými profily. V přední části je uchycena na konstrukci „A“ sloupku a v prostřední a zadní části je uchycena k „B“, „C“ a „D“ sloupkům. V místě upevnění střešní části s „A“ sloupky je využito dvojice aretovacích kloubových spojů tak, aby se při změně úhlu sklonu čelního okna neměnila vodorovná poloha střešní části. Nastavení výšky střechy a polohy v podélném směru se odvíjí od nastavení „A“ sloupků.

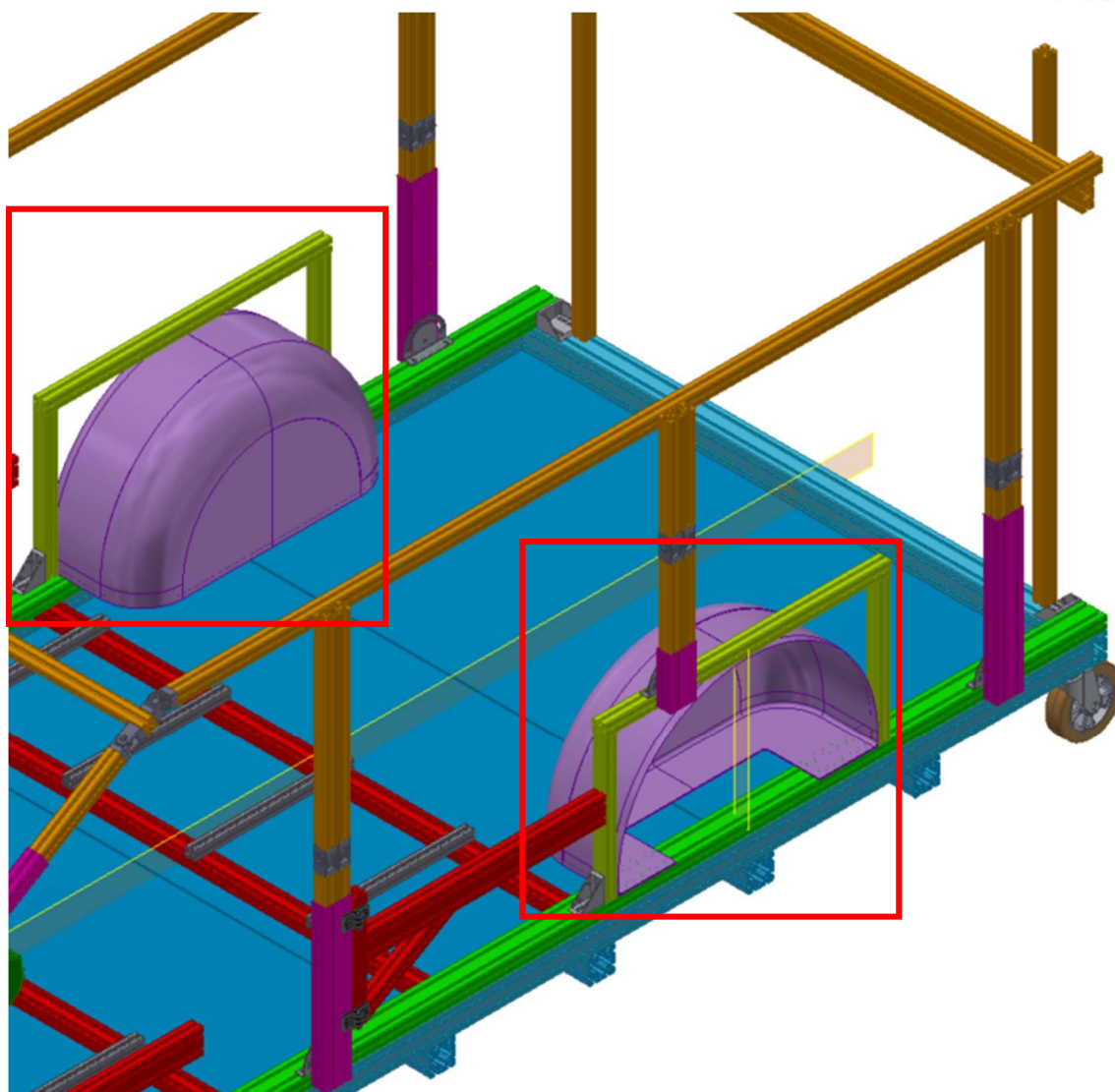
Na obrázku 70 jsou znázorněna nastavení konstrukce pro různé výšky vozidel. Nastavené hodnoty výšek vozidel jsou pouze orientační a nevztahují se na žádné konkrétní vozidlo. Jednotlivé bloky modelů interiérové části střechy se upevní pomocí podélné konstrukce a v případě nutnosti je možné přidat příčné nosníky pro lepší uchycení a pevnost střešní části. Tato volba je otevřená dle konkrétních požadavků zadavatele.



Obrázek 70: Nastavení výšky střešní části

2.3.9 Prostřední část – Uchycení zadních podběhů

Zadní podběhy musí být zahrnuty v konstrukci, jelikož jejich vnitřní část značně zasahuje do zadní interiérové části vozidla. Zadní model podběhů se upevňuje stejným způsobem a na totožnou konstrukci jako tomu bylo v případě předních podběhů. Tato konstrukce je nastavitelná v podélném směru osy **X** a je tak díky ní možné přesně nastavit rozvor daného vozidla. Dále je na tuto konstrukci uchycen model „C“ sloupku. Na obrázku 71 je zobrazen návrh uchycení zadních podběhů s modelem zadních podběhů.



Obrázek 71: Návrh uchycení zadních podběhů

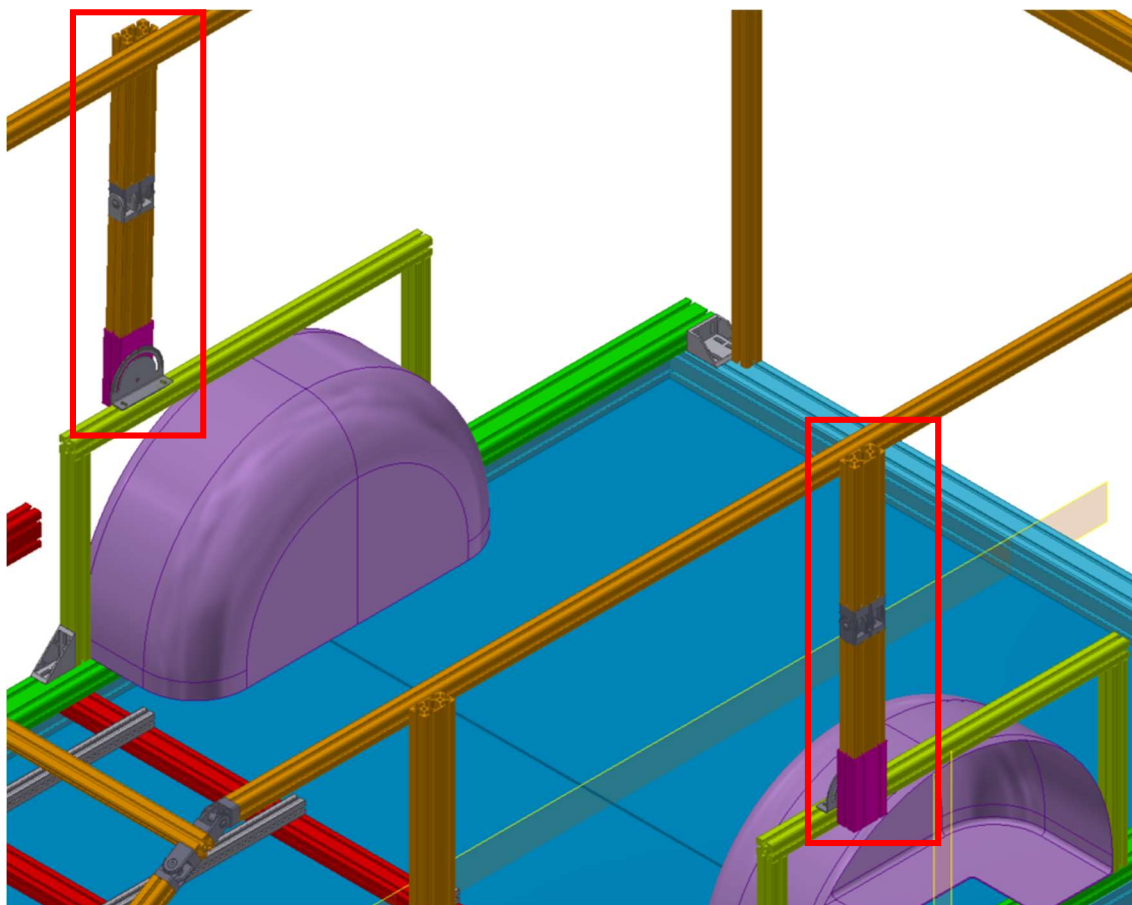
2.3.10 Zadní část – „C“ sloupky

„C“ sloupky jsou další důležitou součástí karosérie automobilu, která zasahuje do interiéru vozidla. Z tohoto důvodu je nutné navrhnut konstrukci umožňující uchycení právě interiérové části „C“ sloupků. „C“ sloupky jsou ve vozidle umístěny v zadní části a slouží jako ochranný prvek pasažérů a také pro uchycení a zpevnění zadní části střechy vozidla. Toto platí v případě vozidel typu sedan, kdy vozidlo neobsahuje „D“ sloupek. U některých vozidel například typu combi a SUV je přidán ještě „D“ sloupek, který je z důvodu prodloužení vozidla umístěn za „C“ sloupek a přejímá tak jeho výše zmíněné funkce.

„C“ sloupky musí také splňovat stejné možnosti nastavitelnosti jako „B“ sloupky. Z tohoto důvodu je zvolen stejný typ konstrukce jako u „B“ sloupků. Konstrukce „C“



sloupků je uchycena na zadních podběžích, viz. Obrázek 72. U konstrukce „C“ sloupků lze měnit podélnou polohu v ose **X**, úhlové nastavení v rovině **XZ** a pomocí teleskopického mechanismu výšku ve směru osy **Z**. Uchytení samotných interiérových modelů probíhá stejným způsobem jako v případě „B“ sloupků.

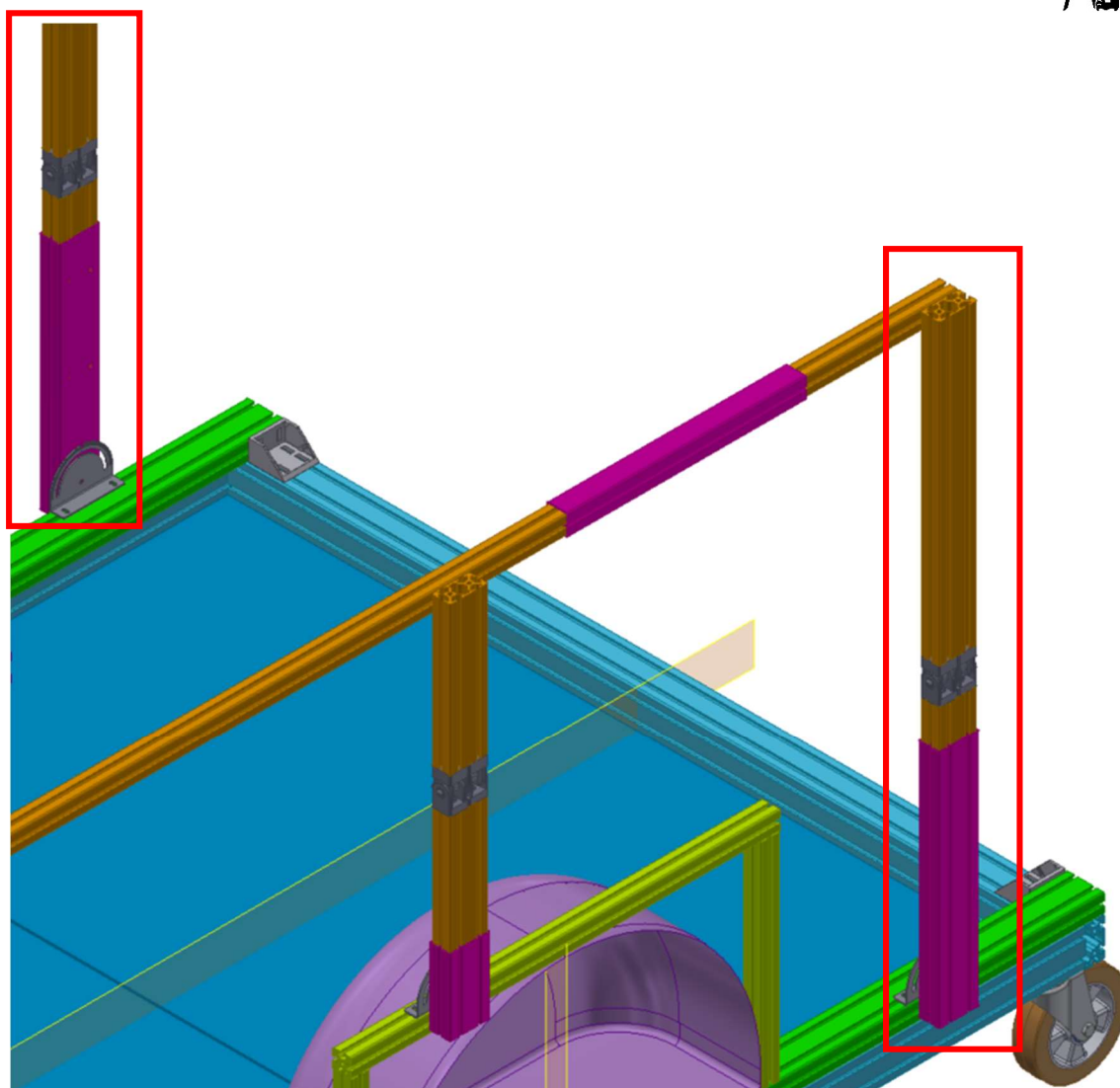


Obrázek 72: Konstrukce "C" sloupků

2.3.11 Zadní část – „D“ sloupky

Jak již bylo zmíněno výše, některé typy vozidel mají do karosérie přidané „D“ sloupky. Hlavním důvodem je možnost zvětšení objemu zavazadlové části vozidla. Typicky se jedná o vozidla typu combi a SUV.

Konstrukce „D“ sloupků je řešena totožným způsobem jako u „B“ a „C“ sloupků. Na obrázku 73 je vidět umístění a návrh konstrukce „D“ sloupků.



Obrázek 73: Konstrukce "D" sloupků

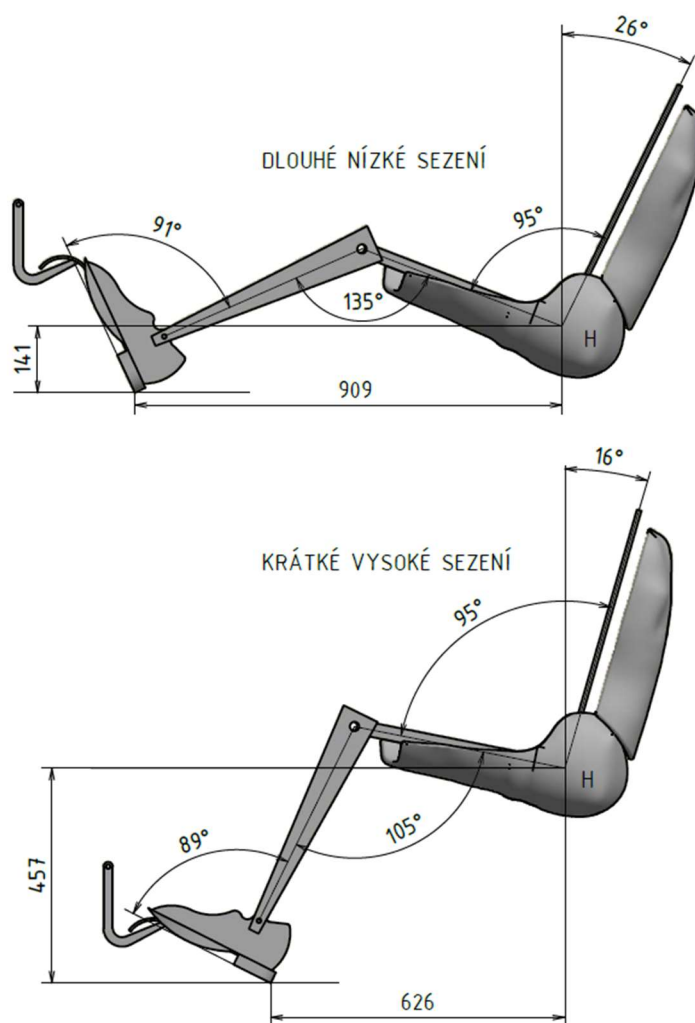
Tímto je návrh konstrukce pro uchycení interiérových modelů vozu kompletní a další část této práce bude věnována nastavení na konkrétní vozidla a eventuálním úpravám stávajícího návrhu nosiče.

2.4 Nastavení nosiče na konkrétní vozidla

Pro ověření nastavitelnosti univerzálního nosiče je vybráno vozidlo Škoda Citigo jakožto zástupce nejmenšího automobilu společnosti Škoda Auto a.s. a vozidlo Škoda Kodiaq jakožto zástupce největšího automobilu Škoda Auto a.s. Předpokládá se, že pokud univerzální nosič splní nároky na nastavitelnost obou výše zmíněných vozidel, splní tak nastavitelnost i pro ostatní automobily Škoda Auto a.s.



Dalším ověřením nastavitelnosti univerzálního nosiče je nastavení pro testovací figuríny v různých polohách. První polohou testovací figuríny je takzvané krátké vysoké sezení demonstrující sezení řidiče ve vozidlech typu SUV a dodávkách. Druhou polohou je takzvané dlouhé nízké sezení demonstrující posed ve sportovním vozidle. Na obrázku 75 jsou poté zakótované základní parametry nastavení krátkého vysokého sezení a dlouhého nízkého nastavení.



Obrázek 74: Krátké vysoké sezení a dlouhé nízké sezení



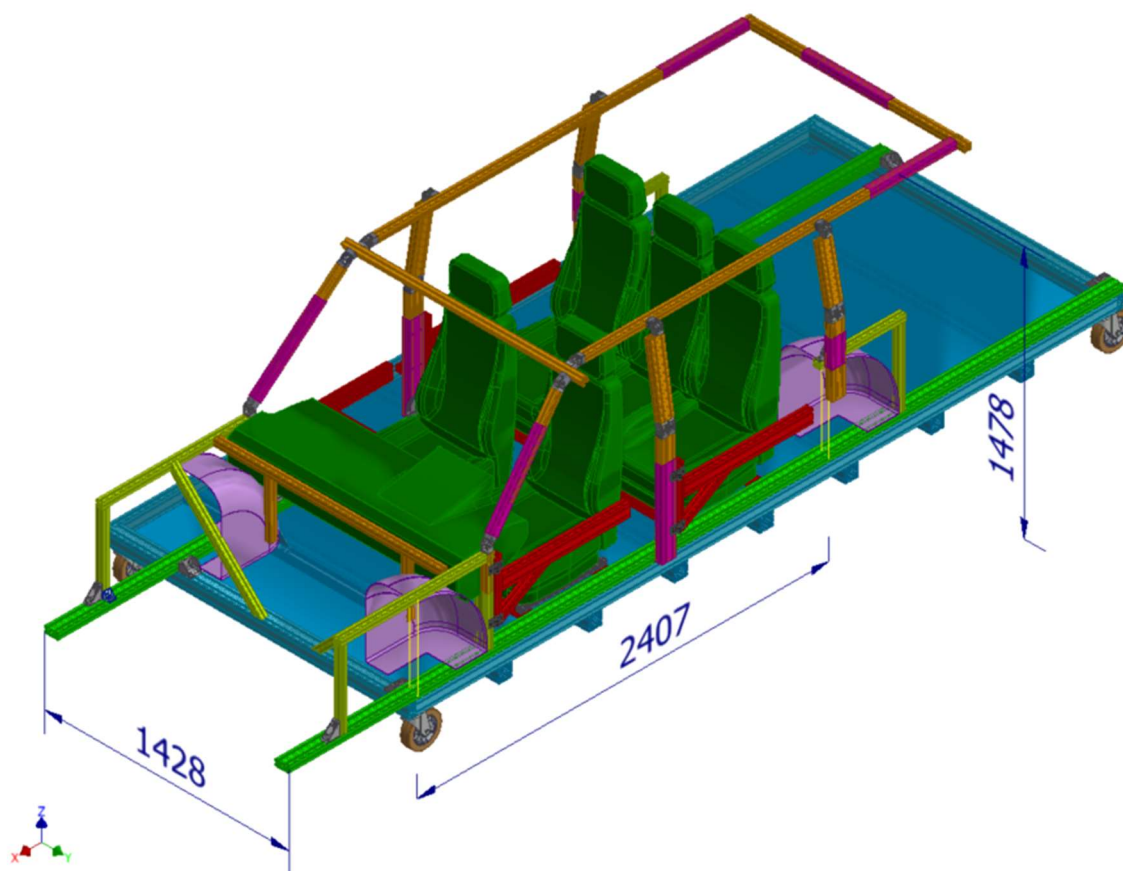
2.4.1 Nastavení univerzálního nosiče – Škoda Citigo

Prvním vozidlem pro ověření nastavitelnosti je zvolen automobil Škoda Citigo. Toto vozidlo je rozměrově nejmenší z nabízených modelů společnosti Škoda Auto a.s. a jeho základní rozměry jsou shrnuty v tabulce 9.

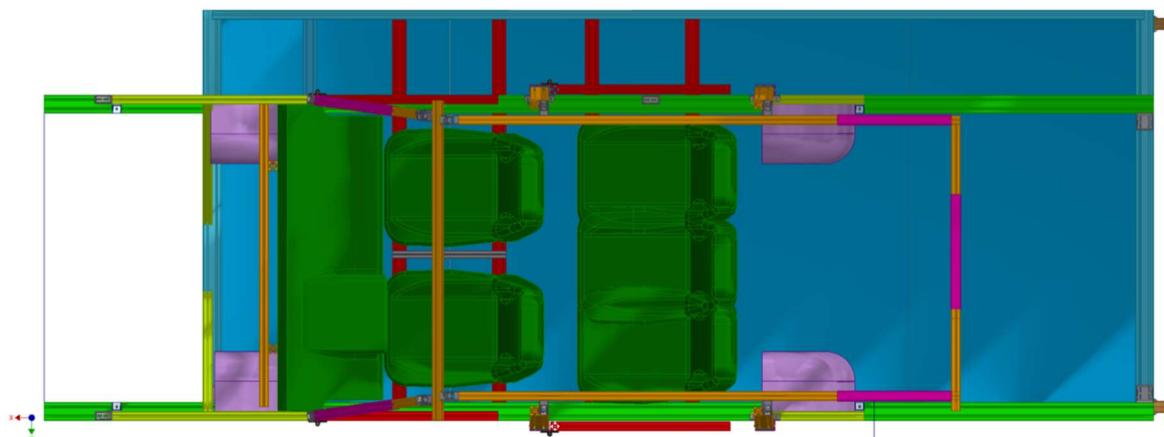
ROZMĚR	CITIGO (2019)
DÉLKA [MM]	3 597
ŠÍŘKA [MM]	1 641
VÝŠKA [MM]	1 478
ROZVOR [MM]	2 407
ROZCHOD [MM]	1 428
SVĚTLÁ VÝŠKA [MM]	136

Tabulka 9: Základní parametry Škoda Citigo [17]

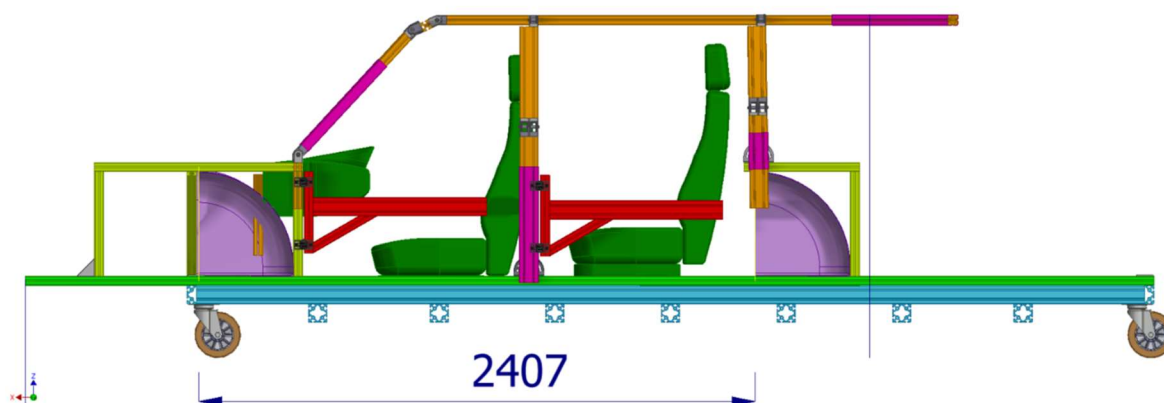
Nastavení univerzálního nosiče je zobrazeno na obrázku 75-78. Možnosti nastavitelnosti univerzálního nosiče vyhovují rozměrovým požadavkům vozidla Škoda Citigo.



Obrázek 75: Nastavení univerzálního nosiče na rozměry vozidla Škoda Citigo



Obrázek 76: Nastavení univerzálního nosiče na rozměry vozidla Škoda Citigo, pohled v rovině XY



Obrázek 77: Nastavení univerzálního nosiče na rozměry vozidla Škoda Citigo, pohled v rovině XZ



Obrázek 78: Nastavení univerzálního nosiče na rozměry vozidla Škoda Citigo, pohled v rovině YZ



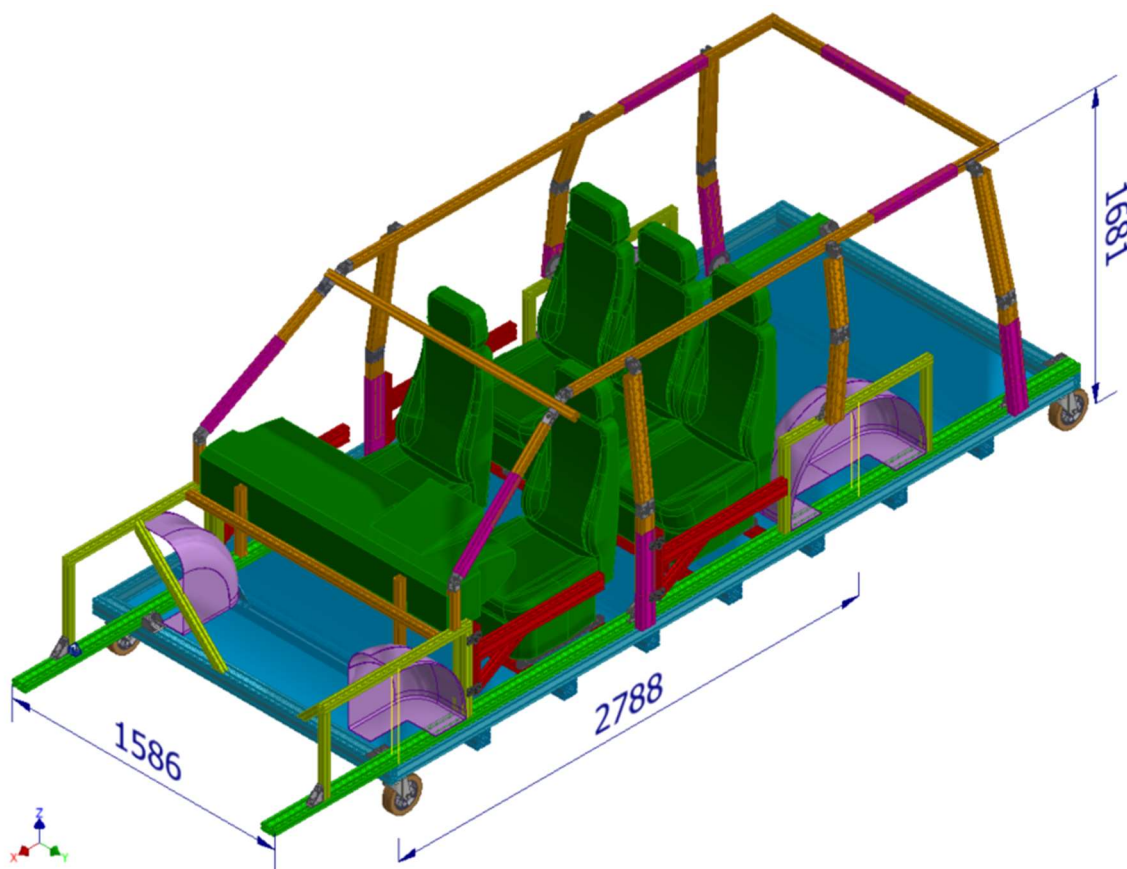
2.4.2 Nastavení univerzálního nosiče – Škoda Kodiaq

Druhým vozidlem, kterým je ověřována nastavitelnost univerzálního nosiče je Škoda Kodiaq. Škoda Kodiaq je vybrán jako zástupce největšího vozidla nabízeného společností Škoda Auto a.s. Základní parametry tohoto vozidla jsou shrnuty v tabulce 10.

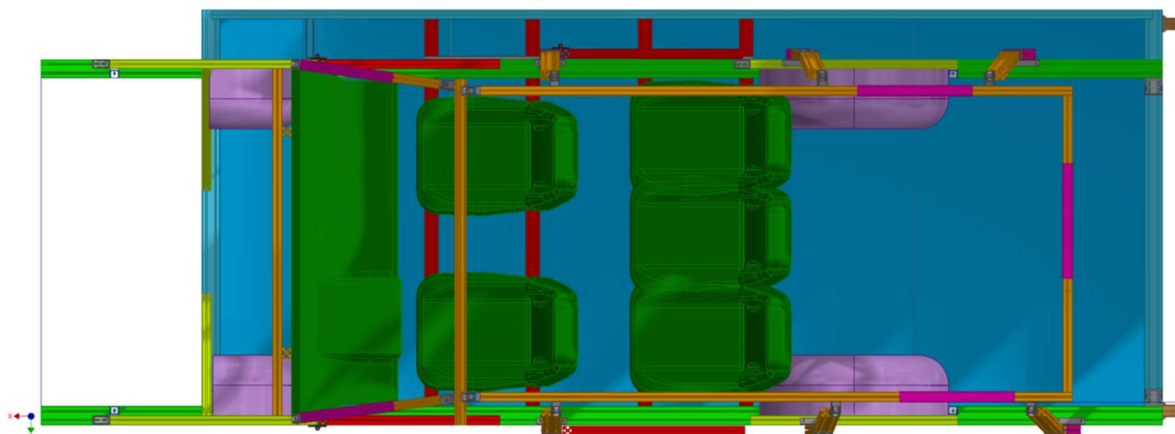
ROZMĚR	KODIAQ (2020)
DÉLKA [MM]	4 697
ŠÍŘKA [MM]	1 882
VÝŠKA [MM]	1 681
ROZVOR [MM]	2 788
ROZCHOD [MM]	1 586
SVĚTLÁ VÝŠKA [MM]	193

Tabulka 10: Základní parametry Škoda Kodiaq [27]

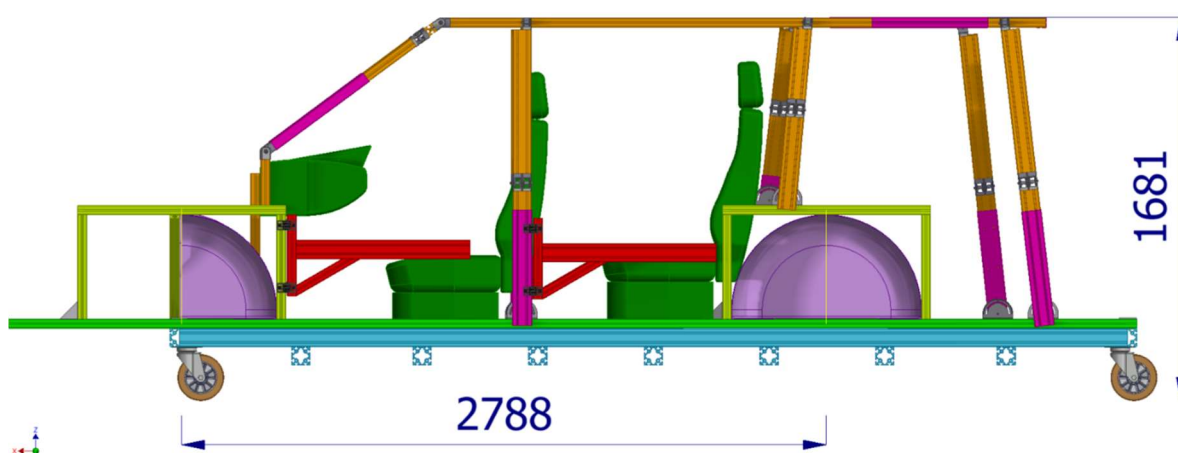
Univerzální nosič interiéru nastavený na rozměry vozidla Škoda Kodiaq je zobrazen na obrázku 79-82. Jelikož je možné nastavit univerzální nosič na rozměry obou zmíněných vozidel, předpokládá se, že nosič vyhovuje i pro všechna ostatní vozidla společnosti Škoda Auto a.s.



Obrázek 79: Nastavení univerzálního nosiče na rozměry vozidla Škoda Kodiaq



Obrázek 80: Nastavení univerzálního nosiče na rozměry vozidla Škoda Kodiaq, pohled v rovině XY



Obrázek 81: Nastavení univerzálního nosiče na rozměry vozidla Škoda Kodiaq, pohled v rovině XZ

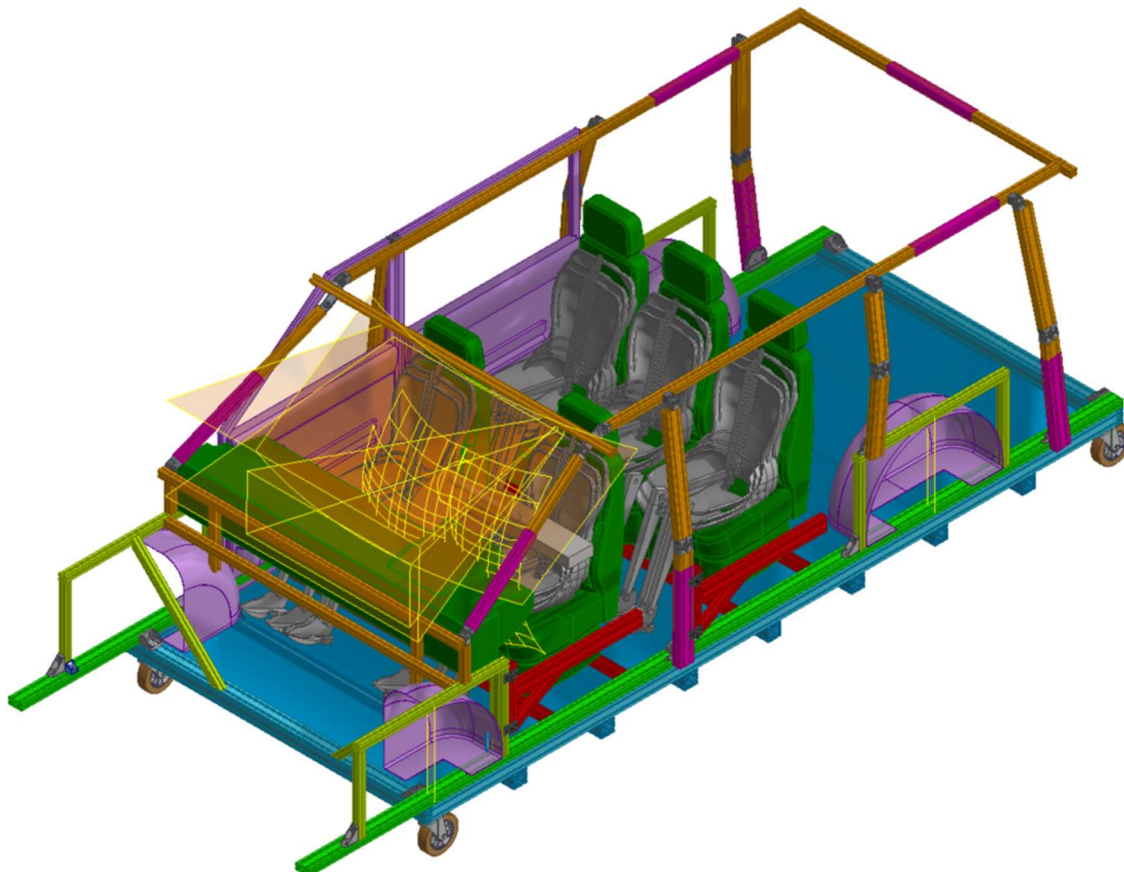


Obrázek 82: Nastavení univerzálního nosiče na rozměry vozidla Škoda Kodiaq, pohled v rovině YZ

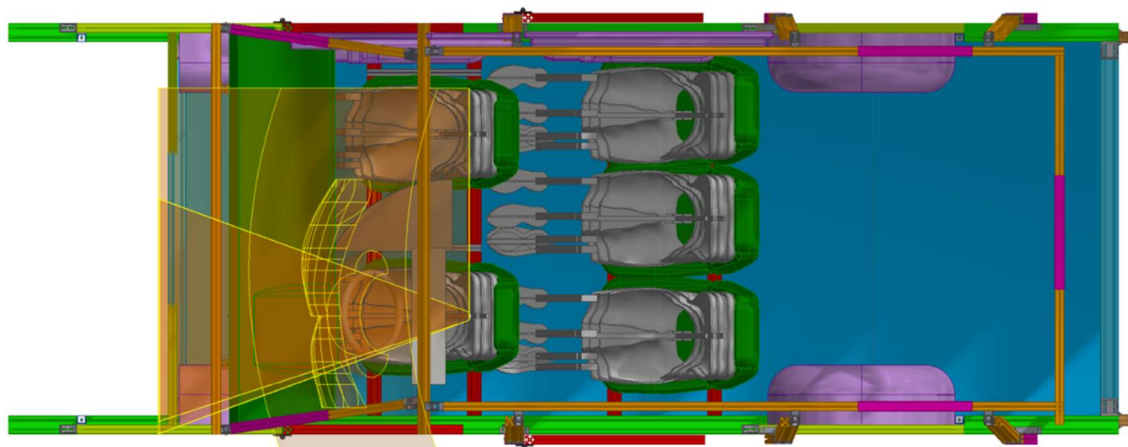


2.4.3 Nastavení univerzálního nosiče – Krátké vysoké sezení

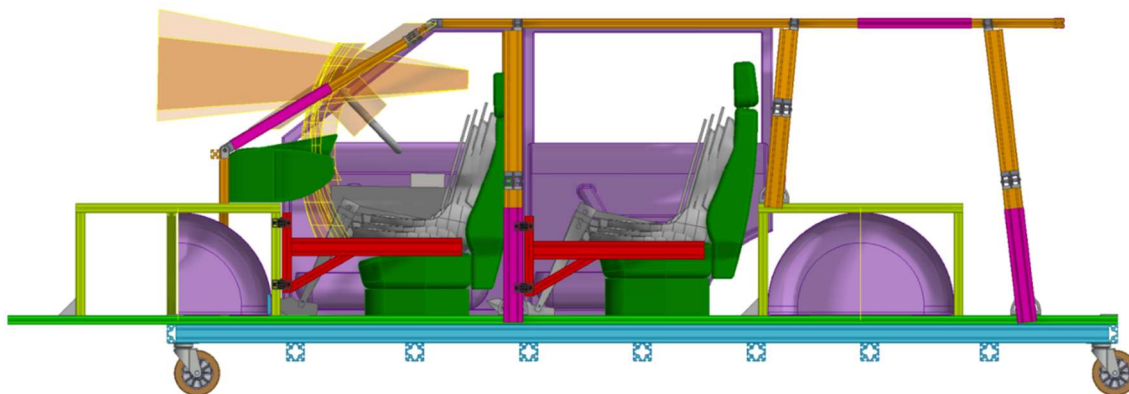
Dalším ověřením nastavitelnosti univerzálního nosiče je usazení testovací figuríny definující krátké vysoké sezení. Toto sezení definuje pozici řidiče ve vozidlech typu SUV nebo dodávkách. Jedná se o další vymezující nastavitelnost univerzálního nosiče. Na obrázku 83-86 je zobrazeno usazení řidiče v poloze definované jako krátké vysoké sezení. Nastavitelnost univerzálního nosiče splňuje požadavky na tento typ sezení.



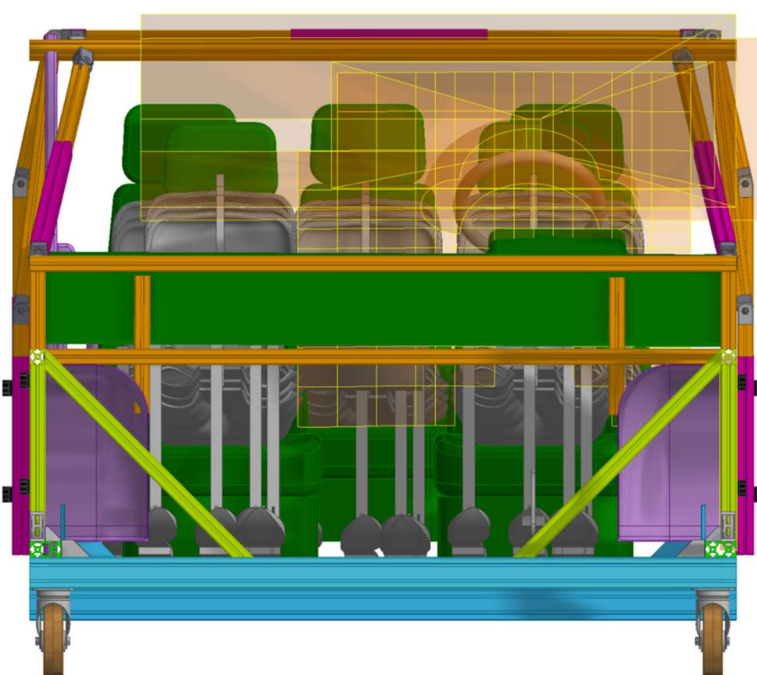
Obrázek 83: Krátké vysoké sezení



Obrázek 84: Krátké vysoké sezení, pohled v rovině XY



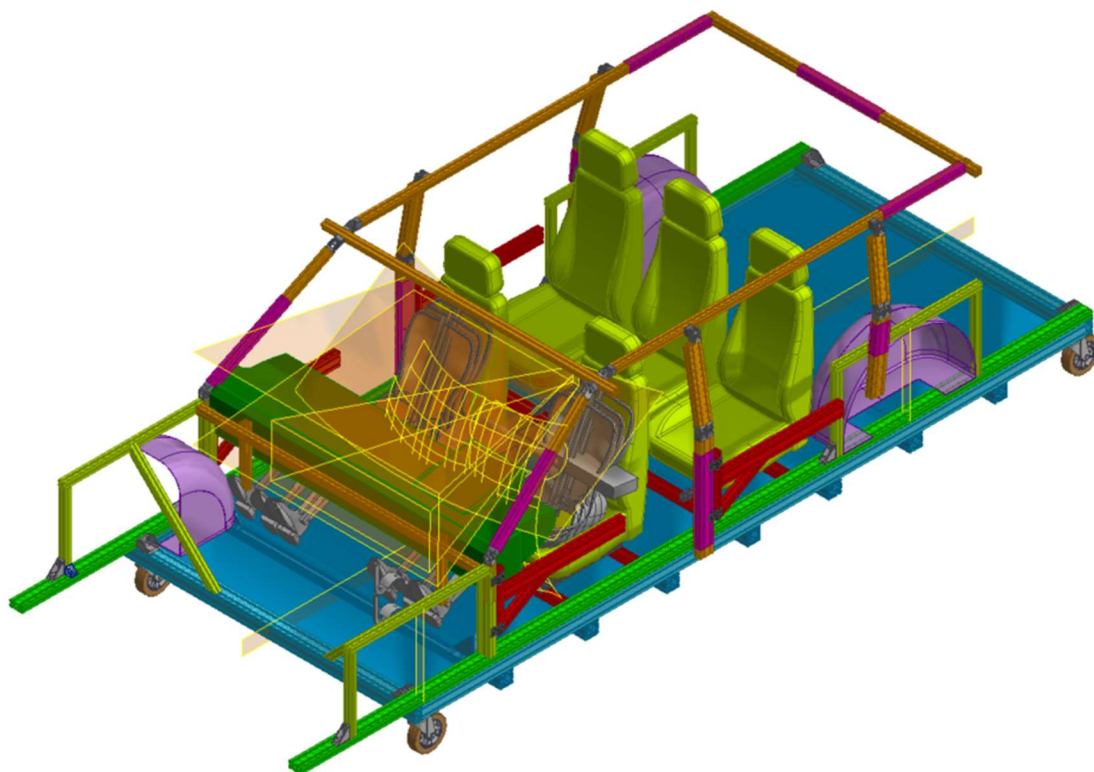
Obrázek 85: Krátké vysoké sezení, pohled v rovině XZ



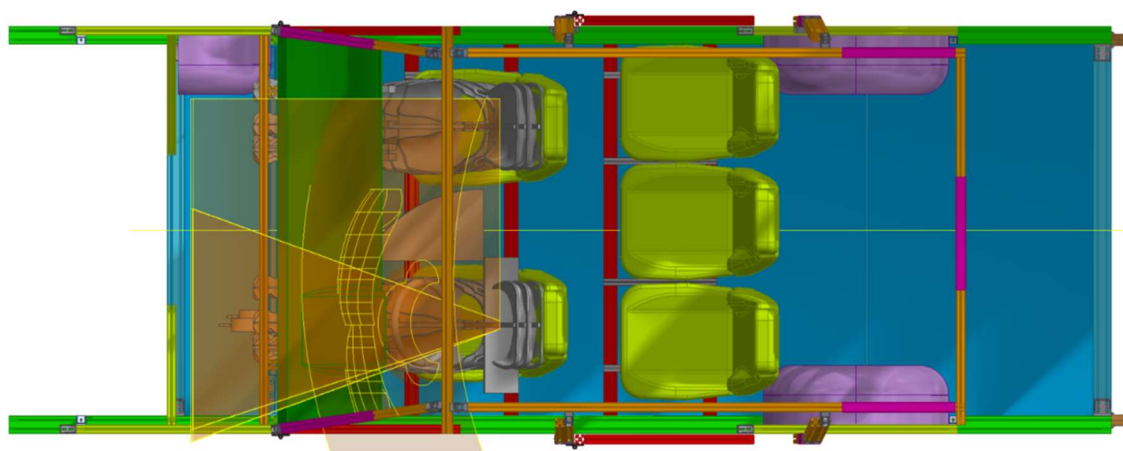
Obrázek 86: Krátké vysoké sezení, pohled v rovině YZ

2.4.4 Nastavení univerzálního nosiče – Dlouhé nízké sezení

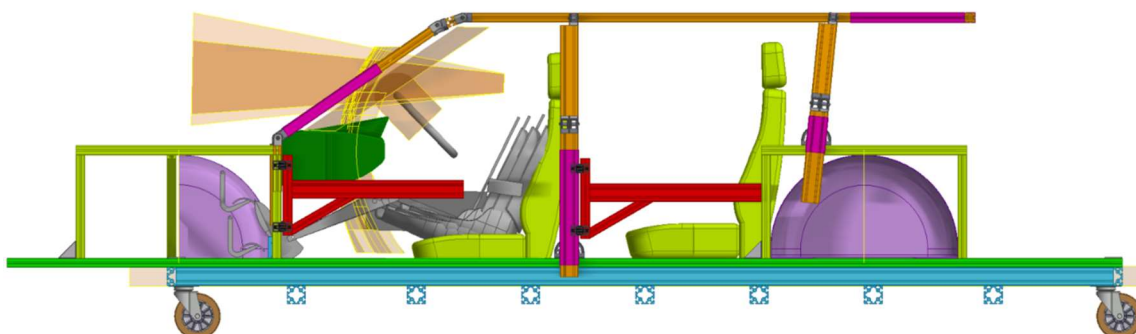
Posledním vymežujícím nastavením je usazení testovací figuríny demonstrující dlouhé nízké sezení jako je tomu například ve sportovních vozidlech. I pro toto sezení je možné univerzální nosič nastavit. Univerzální nosič lze nastavit na oba limitní typy sezení, a tudíž i na všechny ostatní typy sezení nastavených v polohách, které se nacházejí mezi těmito dvěma typy sezení. Nastavení univerzálního nosiče v poloze dlouhé nízké sezení je zobrazeno na obrázku 87-90.



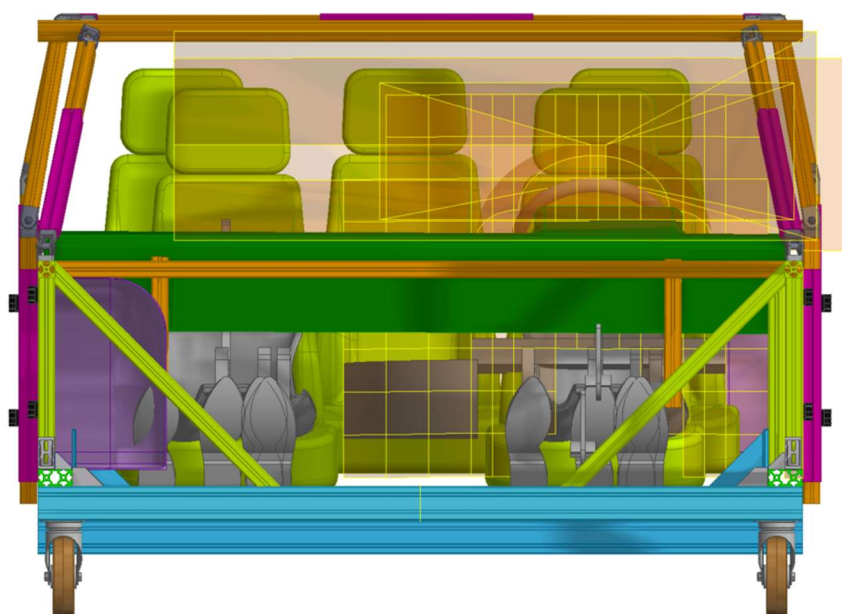
Obrázek 87: Dlouhé nízké sezení



Obrázek 88: Dlouhé nízké sezení, pohled v rovině XY



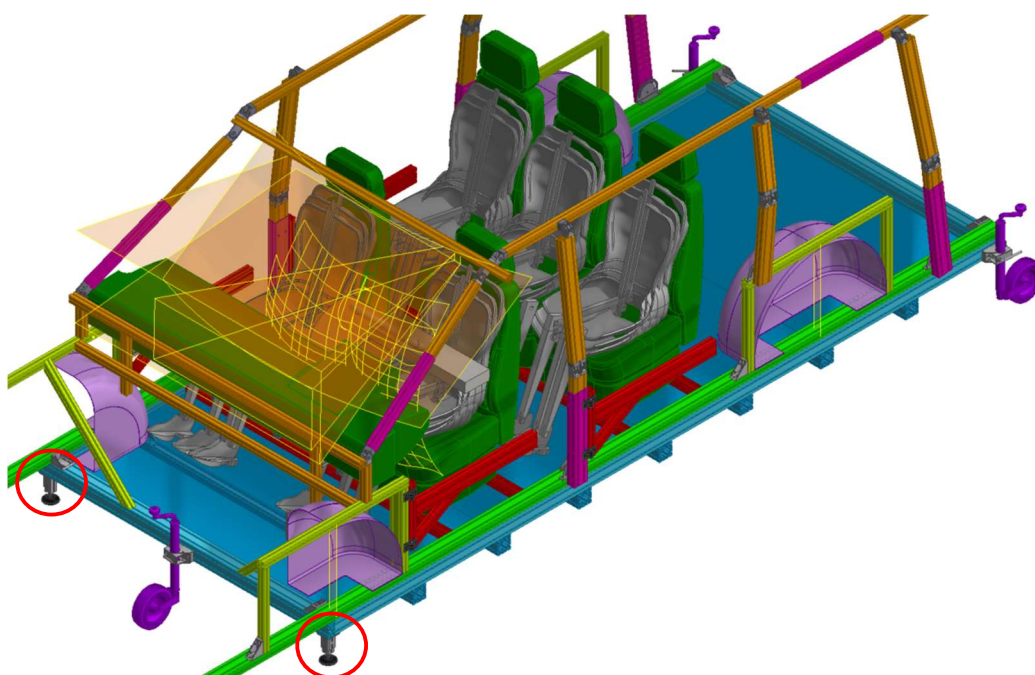
Obrázek 89: Dlouhé nízké sezení, pohled v rovině XZ



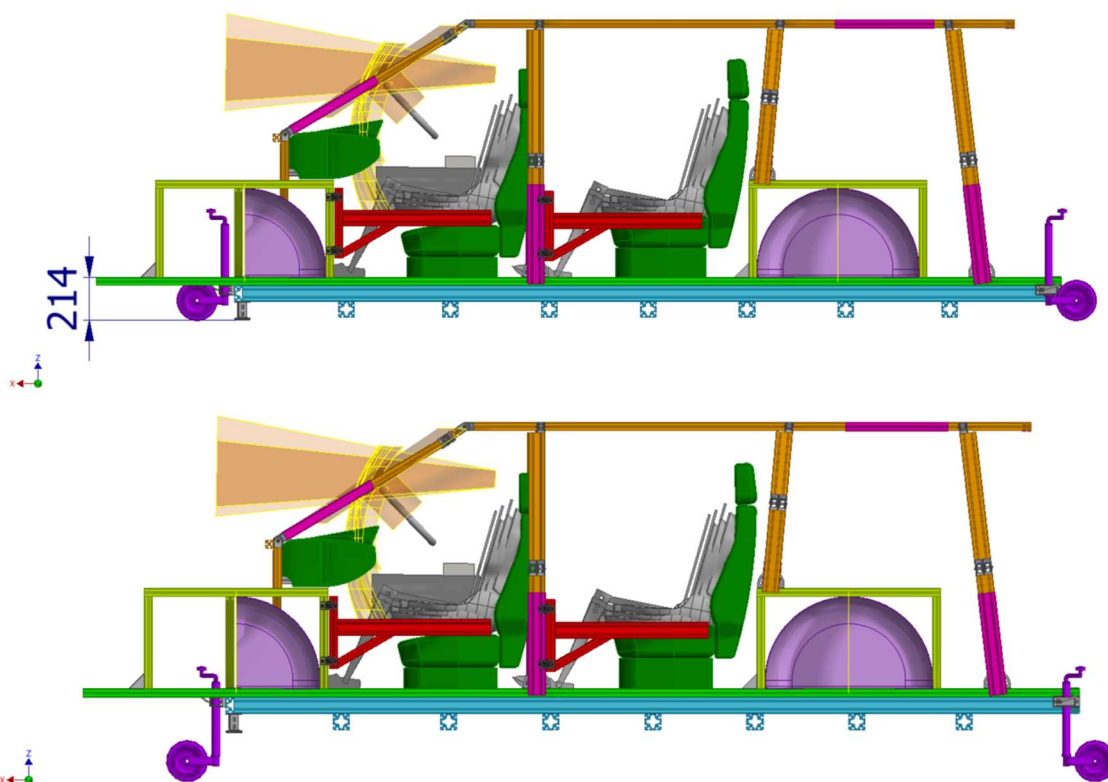
Obrázek 90: Dlouhé nízké sezení, pohled v rovině YZ

2.5 Úpravy univerzálního nosiče interiérových modelů vozu

První úpravou univerzálního nosiče je možnost změny světlé výšky. Pro realizaci této možnosti nastavení je nejvhodnější změnit typ koleček tak, aby byla výškově nastavitelná a tím i výškově nastavitelný univerzální nosič. Konstrukční řešení výškově nastavitelných koleček je převzato z přívěsů tažených osobními automobily. Jedinou nevýhodou tohoto řešení je absence brzdového mechanismu. Řešením je zaklínování koleček či doplnění brzdového mechanismu. Pojezdová část se skládá ze tří výškově nastavitelných koleček a dvou nastavitelných vzpěr. Tři výškově nastavitelná kolečka jsou volena z důvodu umožnění přesného nastavení světlé výšky (v případě čtyř nastavitelných koleček by nebylo možné tohoto nastavení docílit). Dvě nastavitelná kolečka jsou umístěna v zadní části na krajích univerzálního nosiče a poslední nastavitelné kolečko je umístěné v přední části uprostřed univerzálního nosiče. Dvě nastavitelné podpěry jsou poté umístěny v přední části na krajích nosiče. Tyto podpěry slouží jako zajištění stability po nastavení přesné světlé výšky. Návrh změny koleček je zobrazen na obrázku 91, 92.

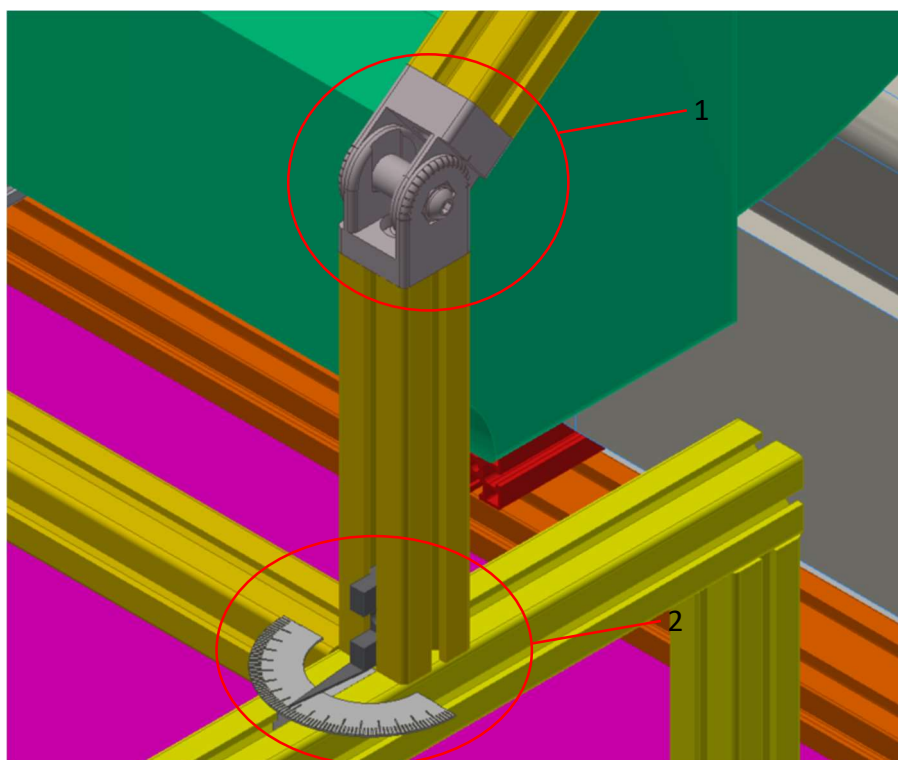


Obrázek 91: Výškově nastavitelná kolečka (fialově) a podpěry (červeně zakroužkované)

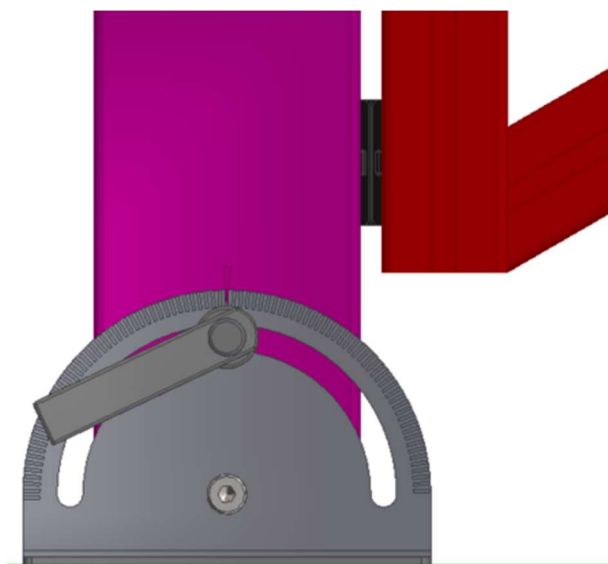


Obrázek 92: Různé nastavení výšky univerzálního nosiče

Další úpravou univerzálního nosiče je přidání odměřovacích mechanismů pro usnadnění práce při nastavování univerzálního nosiče, kdy obsluha rychle a jednoduše nastaví požadované hodnoty vzdáleností a úhlů. Odměřovací mechanismy jsou znázorněny na obrázku 93. Stupnice (1) slouží k přesnému nastavení úhlu čelního skla v rovině **XZ** a stupnice (2) slouží k nastavení úhlu natočení čelního skla kolem osy **Z**. Na obrázku 94 je vidět návrh odměřování pro nastavení úhlu uchycení „B“ sloupku.



Obrázek 93: Příklad odměřovacích mechanismů



Obrázek 94: Odměrování pro nastavení úhlu uchycení "B" sloupku



Závěr

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout univerzální nosič interiérových modelů vozu. Diplomová práce byla rozdělena do dvou částí. V první části byl čtenář seznámen s postupem návrhu designu automobilu, základní geometrií a předpisy vnitřního prostoru vozidla a konkrétní problematikou interiérových modelů vozu. Dále byla určena rozměrová variabilita univerzálního nosiče na základě nabízených automobilů společností Škoda Auto a.s.

V druhé části byl jako první zvolen vhodný materiál, ze kterého bude univerzální nosič sestaven. Za vhodný materiál byly zvoleny stavebnicové hliníkové profily, a to z důvodu nižší hmotnosti oproti ocelovým profilům a pojezdovým drážkám. Tyto drážky byly využity při realizaci posuvů a nastavitelnosti. Po zvolení vhodného materiálu následoval návrh podvozkové části univerzálního nosiče. V rámci podvozkové části byly vytvořeny dvě varianty, pro které byla provedena i pevnostní analýza. Obě navržené varianty je možné použít dle výběru zadavatele.

Podvozková část slouží k uchycení nosné konstrukce interiérových modelů. Nosná konstrukce byla pro přehlednost rozdělena na tři hlavní části, a to na přední, střední a zadní. Přední část se zabývala návrhem uchycení předních podběhů, „A“ sloupků, přístrojové desky, sedadel a předních dveří. V rámci uchycení „A“ sloupků se podařilo umožnit nastavitelnost ve všech potřebných směrech. Konstrukčně považuji uchycení „A“ sloupků za nejsložitější část s ohledem na nastavitelnost. U uchycení interiérového modelu předních dveří bylo zapotřebí provést pevnostní analýzu, a to zejména ve stavu otevřených dveří. Na základě této analýzy bylo nutné toto uchycení vyztužit a zpevnit.

Střední část byla věnována uchycení modelu „B“ sloupků, interiérového modelu zadních dveří, modelu střechy a zadních podběhů. V případě uchycení interiérového modelu zadních dveří byla opět provedena pevnostní analýza. Tato pevnostní analýza nevyšla zcela uspokojivě, a proto by bylo vhodné toto uchycení lépe vyztužit.

Zadní část se zabývala uchycením modelů „C“ a „D“ sloupků, které konstrukčně odpovídají konstrukci uchycení „B“ sloupku. Dále se tato práce zabývá konkrétním nastavením univerzálního nosiče pro ověření nastavitelnosti. Jako konkrétní nastavení byly zvoleny automobily o nejmenších a největších rozměrech společnosti Škoda Auto a.s., a to Škoda Citigo a Škoda Kodiaq. Pro obě tato vozidla se podařilo univerzální nosič nastavit, a tudíž lze nastavit univerzální nosič i na ostatní vozy nabízené společností



Škoda Auto a.s. Jelikož lze nastavit univerzální nosič na všechny nabízené automobily považují cíl práce za splněný.

Posledním krokem bylo ověření nastavitelnosti univerzálního nosiče s ohledem na usazení řidiče. Pro toto ověření bylo využito dvou vymezení poloh usazení řidiče. První vymezení polohou bylo takzvané krátké vysoké sezení a druhou polohou bylo dlouhé nízké sezení. Pro obě tyto vymezení pozice bylo možné univerzální nosič správně nastavit.

Tento návrh univerzálního nosiče interiérových modelů vozu je třeba vnímat jako prvotní projektový koncept, který je možné podrobně rozpracovat a navázat na něj. Pro kompletní podrobný návrh univerzálního nosiče za účelem výroby je zapotřebí dořešit řadu dílčích úkolů. Mezi tyto dílčí úkoly patří například vyztužení uchycení „B“ sloupků, řešení uchycení pátých dveří a úprava podvozkové části pro umožnění správné kontroly nastupování a vystupování z obou stran univerzálního nosiče.



Seznam použité literatury

- [1] HAVLÍK, Kryštof. *Univerzální nosič exteriérových modelů vozu* [online]. 2020 [cit. 2021-6-15]. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/handle/10467/89536>. Diplomová práce. ČVUT.
- [2] GOPINATH, C. *Design Methods & Design Principles* [online]. [cit. 2021-06-15]. Dostupné z: <https://www.scribd.com/document/415007001/11-and-12-Design-Methods-and-Principles-Ver-1>
- [3] HAPPIAN-SMITH, Julian. *An introduction to modern vehicle design*. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2002. ISBN 07506 5044 3.
- [4] *Car Body Design: Audi e-tron Concept: the design* [online]. 2009 [cit. 2021-7-12]. Dostupné z: <https://www.carbodydesign.com/archive/2009/09/26-audi-e-tron-concept-design/>
- [5] MACEY, Stuart a Geoff WARDLE. *H-POINT, The Fundamentals of Car Design & Packaging*. Design studio press, 2009. ISBN 978-1-933492-37-7.
- [6] The original TT concept. *The TT forum* [online]. United Kingdom, 2000 [cit. 2021-6-15]. Dostupné z: <https://www.ttforum.co.uk/forum/viewtopic.php?f=2&t=690369>
- [7] *8 steps to a new concept car* [online]. 2017 [cit. 2021-6-21]. Dostupné z: <https://www.skoda-storyboard.com/en/innovation-and-technology/8-steps-to-a-new-concept-car/>
- [8] VLK, František. *Stavba motorových vozidel: osobní automobily, autobusy, nákladní automobily, jízdní soupravy, ergonomika, biomechanika, struktura, kolize, materiály*. Brno: František Vlk, 2003. ISBN 80-238-8757-2
- [9] LYČKA, Ondřej. Parametrický CAD model pracoviště řidiče [online]. 2015 [cit. 2021-6-15]. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/handle/10467/63319>. ČVUT.
- [10] Ing. Baněček, Ph.D., J.: přednášky Konstrukce karosérií a rámu
- [11] ČSN 30 0734, Pracovní místo řidiče, Český normalizační institut, Praha, účinnost od 1.7.1986
- [12] ONA 30 0731, Měření operačních dosahů řidičů, Český normalizační institut, Praha, účinnost od 1.6.1983
- [13] ČSN 30 0725, Figurína a kreslicí šablona, Český normalizační institut, Praha, účinnost od 1.1.1986
- [14] ČSN 30 0724, Poloha sedících osob v osobním automobilu, Český normalizační institut, Praha, účinnost od 1.8.1991



- [15] ČSN 30 0723, Rozměry vnitřního prostoru karosérie osobních automobilů, Český normalizační institut, Praha, účinnost od 1.7.1977
- [16] JIRÁSEK, Aleš. Jednání se zadavatelem (Vedení společnosti, AIRDESIGN s.r.o., Turnovská 1458, Mnichovo Hradiště) [ústní sdělení]. Praha, 2020.
- [17] ŠKODA AUTO [online katalog]. *Škoda Citigo*. [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://az749841.vo.msecnd.net/sitescscz/alv1/f1e4a4a2-6e2b-4004-8bb2-46464d103a1a/citigo-katalog.10f3a0c9fb691fb1ba448d7d90c06b71.pdf>
- [18] ŠKODA AUTO [online katalog]. *Nová Škoda Citigo IV*. [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://az749841.vo.msecnd.net/sitescscz/alv1/281cd6da-6f3c-4544-a383-b368ddab9a8c/citigo-iv-katalog.9917df2bf803aade46f0f12b6feb1331.pdf>
- [19] ŠKODA AUTO [online katalog]. *Nová Škoda Fabia*. [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://az749841.vo.msecnd.net/sitescscz/alv1/040b3675-a04f-44be-b9fa-2219506808b3/fabia-katalog.0d3984c722a3323e2e916305fac43a62.pdf>
- [20] ŠKODA AUTO [online katalog]. *Zcela nová Škoda Scala*. [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://az749841.vo.msecnd.net/sitescscz/alv1/bfa06f92-1e39-4910-b1f2-acf9821d3d83/scala-katalog.7020d0da971297ba86eb91c42f7d2ef2.pdf>
- [21] ŠKODA AUTO [online katalog]. *Zcela nová Škoda Kamiq*. [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://az749841.vo.msecnd.net/sitescscz/alv1/7c934cf4-8975-4767-b8f7-c92a013ff4f9/kamiq-brozura.ac943b266dc88edd1f8e8ebea8b15368.pdf>
- [22] ŠKODA AUTO [online katalog]. *Škoda Rapid*. [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://az749841.vo.msecnd.net/sitescscz/alv1/bf22c4cf-1b1a-4d79-a21c-17a9299e000b/rapid-katalog.42074a10435fac8b23de8ce3d4cb0bae.pdf>
- [23] ŠKODA AUTO [online katalog]. *Škoda Rapid Spaceback*. [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://az749841.vo.msecnd.net/sitescscz/alv1/6b8bea20-fe44-4581-9dcd-3028f7fae8e1/rapid-spaceback-katalog.7d01d8dd9b507c132098d78e97c5d08a.pdf>
- [24] ŠKODA AUTO [online katalog]. *Škoda Octavia*. [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://az749841.vo.msecnd.net/sitescscz/alv1/2586e3e7-1197-4d31-a1f0-2f1020ef22b9/octavia-katalog.c1957bbee59ed6e12b2f6df8975222d9.pdf>



- [25] Nová škoda Octavia 4. *Auto.cz* [online]. 11.11.2019 [cit. 2021-6-17]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/nova-skoda-octavia-4-oficialne-prohledli-jsme-ji-nazivo-do-posledniho-detailu-bude-to-hit-131971>
- [26] ŠKODA AUTO [online katalog]. *Škoda Superb*. [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://az749841.vo.msecnd.net/sitescsz/alv1/65d2415b-5441-4a0a-8811-a34a6de20cc8/superb-katalog-2020-06.fa34cf3eef5449a1d62a40154ea6100b.pdf>
- [27] ŠKODA AUTO [online katalog]. *Škoda Kodiaq*. [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://az749841.vo.msecnd.net/sitescsz/alv1/34b1d7f9-0a88-4353-bacf-ad6c0ef60bb6/kodiaq-katalog.4cf0b72f332ac092a7c5266ca2a2c808.pdf>
- [28] Nová škoda Fabia. *Auto.cz* [online]. 4.5.2021 [cit. 2021-6-17]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/nova-skoda-octavia-4-oficialne-prohledli-jsme-ji-nazivo-do-posledniho-detailu-bude-to-hit-131971>
- [29] ŠKODA AUTO [online katalog]. *Škoda Enyaq*. [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://www.skoda-auto.cz/doc/36507de5-aba6-46d0-a9f4-134e8f45ed56>
- [30] CZ FERRO-STEEL [online]. [cit. 2021-6-25]. Dostupné z: <http://www.czferrosteel.cz/nas-sortiment/>
- [31] ALUTEC KK. *ALUTEC KK* [online]. [cit. 2021-6-25]. Dostupné z: <https://www.aluteckk.cz/hlinikovy-konstrukcni-system>
- [32] PROAL: *Hliníkové profily* [online]. [cit. 2021-6-25]. Dostupné z: <https://proal.cz/hlinik/slitiny-hliniku/en-aw-6060/>



Seznam obrázků

Obrázek 1: Skica konceptu vozidla Audi E-tron [4]	10
Obrázek 2: Package Audi TT [6]	11
Obrázek 3: Příklad hliněných modelů vozidla BMW	12
Obrázek 4: 2D šablona dle ČSN 30 0725 [8].....	13
Obrázek 5: 3D normalizovaná figurína - 50% [8]	14
Obrázek 6: Obálka řidiče (červeně).....	15
Obrázek 7: Prostor pro řazení (šrafovaný) dle ČSN 30 0734 [11]	16
Obrázek 8: Šířka v loktech (červeně) a prostor pro řazení (žlutě).....	16
Obrázek 9: Umístění pedálové skupiny dle ČSN 07 3034 [8]	17
Obrázek 10: Ochranné pásmo volantu	17
Obrázek 11: Plochy operačních dosahů [8].....	18
Obrázek 12: Konstrukce výhledů dle směrnice EHK [8]	19
Obrázek 13: Hliněný model interiéru vozidla BMW X6.....	20
Obrázek 14: Průběh stavby prvního modelu [16]	21
Obrázek 15: Úprava staršího automobilu na nově navrhovaný automobil [6].....	22
Obrázek 16: Výchozí parametry-vnější rozměry [17][27]	23
Obrázek 17: Výchozí parametry [17][27]	24
Obrázek 18: Hliníkový stavebnicový systém [30].....	28
Obrázek 19: Podvozková část-první varianta	30
Obrázek 20: Podvozková část-umístění předních sedadel.....	31
Obrázek 21: Nastavení pevnostní analýzy-podvozková část.....	32
Obrázek 22: Výsledky pevnostní analýzy-Maximální napětí dle HMH	33
Obrázek 23: Výsledky pevnostní analýzy-Maximální napětí dle HMH (detailní pohled ze spodu)	33
Obrázek 24: Výsledky pevnostní analýzy-Maximální posuvy.....	34
Obrázek 25: Výsledky pevnostní analýzy-Součinitel bezpečnosti	34
Obrázek 26: Nastavení pevnostní analýzy-podvozková část (zvětšený průřez hliníkových profilů) ..	35
Obrázek 27: Výsledky pevnostní analýzy-Maximální napětí (zvětšený průřez profilů).....	36
Obrázek 28: Výsledky pevnostní analýzy-Maximální napětí (zvětšený průřez profilů) detail.....	36
Obrázek 29: Výsledky pevnostní analýzy-Maximální posuvy (zvětšený průřez profilů)	37
Obrázek 30: Výsledky pevnostní analýzy-Součinitel bezpečnosti (zvětšený průřez profilů).....	37
Obrázek 31: Podvozková část-první varianta (zvětšený průřez profilů).....	38
Obrázek 32: Podvozková část-Druhá varianta	38
Obrázek 33: Podvozková část-Maximální rozchod (nahore) a minimální rozchod (dole).....	39
Obrázek 34: Podvozková část-Naznačení varianty s teleskopickým mechanismem (nahore minimální hodnota rozchodu, dole maximální hodnota rozchodu)	40
Obrázek 35: Podvozková část-Naznačení varianty s nástavci (nahore minimální hodnota rozchodu, dole maximální hodnota rozchodu)	40
Obrázek 36: Pevnostní analýza-Druhá varianta, nastavení.....	41
Obrázek 37: Výsledky pevnostní analýzy-Druhá varianta, maximální napětí	41
Obrázek 38: Výsledky pevnostní analýzy-Maximální posuv.....	42
Obrázek 39: Výsledky pevnostní analýzy-Součinitel bezpečnosti	42
Obrázek 40: Přední část-Konstrukce pro uchycení předních podběhů.....	44
Obrázek 41: Přední část-Detail konstrukce pro uchycení předních podběhů.....	45
Obrázek 42: Konstrukce pro uchycení "A" sloupků	46
Obrázek 43: Různé nastavení konstrukce "A" sloupků	47
Obrázek 44: Nastavení konstrukce "A" sloupků-zúžení čelního okna v horní části	47
Obrázek 45: Uchycení přístrojové desky.....	48
Obrázek 46: Uchycení přístrojové desky-řez.....	48
Obrázek 47: Uchycení předních a zadních sedadel.....	49
Obrázek 48: Rám pro uchycení modelu předních dveří.....	50
Obrázek 49: Uchycení interiérového modelu předních dveří	50



Obrázek 50: Nastavení pevnostní analýzy-Zavřené dveře	51
Obrázek 51: Nastavení pevnostní analýzy-Otevřené dveře	51
Obrázek 52: Výsledky pevnostní analýzy-Maximální napětí, zavřené dveře	52
Obrázek 53: Výsledky pevnostní analýzy-Maximální napětí, otevřené dveře	53
Obrázek 54: Výsledky pevnostní analýzy-Posuvy, zavřené dveře	53
Obrázek 55: Výsledky pevnostní analýzy-Posuvy, otevřené dveře	54
Obrázek 56: Výsledky pevnostní analýzy-Součinitel bezpečnosti (vlevo zavřené dveře, vpravo otevřené dveře)	54
Obrázek 57: Vyztužení rámu (fialově) pro uchycení modelu dveří	55
Obrázek 58: Výsledky pevnostní analýzy-Maximální napětí, zavřené dveře	56
Obrázek 59: Výsledky pevnostní analýzy-Maximální napětí, otevřené dveře	56
Obrázek 60: Výsledky pevnostní analýzy-Posuvy, zavřené dveře	57
Obrázek 61: Výsledky pevnostní analýzy-Posuvy, otevřené dveře	57
Obrázek 62: Výsledky pevnostní analýzy-Součinitel bezpečnosti (vlevo zavřené dveře, vpravo otevřené dveře)	58
Obrázek 63: Návrh "B" sloupku.....	59
Obrázek 64: Varianty nastavení "B" sloupků	59
Obrázek 65: Uchycení interiérové části zadních dveří	60
Obrázek 66: Výsledky pevnostní analýzy-Maximální napětí, zavřené dveře	61
Obrázek 67: Výsledky pevnostní analýzy-Maximální napětí, otevřené dveře	62
Obrázek 68: Výsledky pevnostní analýzy-Posuvy, zavřené dveře	62
Obrázek 69: Výsledky pevnostní analýzy-Posuv, otevřené dveře	63
Obrázek 70: Nastavení výšky střešní části	64
Obrázek 71: Návrh uchycení zadních podběhů.....	65
Obrázek 72: Konstrukce "C" sloupků	66
Obrázek 73: Konstrukce "D" sloupků	67
Obrázek 74: Krátké vysoké sezení a dlouhé nízké sezení.....	68
Obrázek 75: Nastavení univerzálního nosiče na rozměry vozidla Škoda Citigo	69
Obrázek 76: Nastavení univerzálního nosiče na rozměry vozidla Škoda Citigo, pohled v rovině XY .	70
Obrázek 77: Nastavení univerzálního nosiče na rozměry vozidla Škoda Citigo, pohled v rovině XZ .	70
Obrázek 78: Nastavení univerzálního nosiče na rozměry vozidla Škoda Citigo, pohled v rovině YZ .	70
Obrázek 79: Nastavení univerzálního nosiče na rozměry vozidla Škoda Kodiaq	71
Obrázek 80: Nastavení univerzálního nosiče na rozměry vozidla Škoda Kodiaq, pohled v rovině XY	72
Obrázek 81: Nastavení univerzálního nosiče na rozměry vozidla Škoda Kodiaq, pohled v rovině XZ	72
Obrázek 82: Nastavení univerzálního nosiče na rozměry vozidla Škoda Kodiaq, pohled v rovině YZ	72
Obrázek 83: Krátké vysoké sezení.....	73
Obrázek 84: Krátké vysoké sezení, pohled v rovině XY	73
Obrázek 85: Krátké vysoké sezení, pohled v rovině XZ.....	74
Obrázek 86: Krátké vysoké sezení, pohled v rovině YZ	74
Obrázek 87: Dlouhé nízké sezení	75
Obrázek 88: Dlouhé nízké sezení, pohled v rovině XY	75
Obrázek 89: Dlouhé nízké sezení, pohled v rovině XZ.....	75
Obrázek 90: Dlouhé nízké sezení, pohled v rovině YZ.....	76
Obrázek 91: Výškově nastavitelná kolečka (fialově) a podpěry (červeně zakroužkované).....	77
Obrázek 92: Různé nastavení výšky univerzálního nosiče	77
Obrázek 93: Příklad odměřovacích mechanismů.....	78
Obrázek 94: Odměřování pro nastavení úhlu uchycení "B" sloupku	78



Seznam tabulek

Tabulka 1: Srovnání vnějších parametrů vozidel Škoda Auto [17][18][19][20][21][22][23][24][25][26][27][28][29]	24
Tabulka 2: Srovnání vnitřních parametrů vozidel Škoda Auto [17][18][19][20][21][22][23][24][25][26][27][28][29]	25
Tabulka 3: Výchozí zvolení rozsahů.....	26
Tabulka 4: Mechanické vlastnosti oceli S235JRH [29].....	27
Tabulka 5: Vlastnosti hliníkové slitiny EN AW 6060 [31].....	29
Tabulka 6: Výsledky pevnostní analýzy	52
Tabulka 7: Shrnutí výsledků pevnostní analýzy po vyztužení	55
Tabulka 8: Shrnutí výsledků pevnostní analýzy.....	61
Tabulka 9: Základní parametry Škoda Citigo [17]	69
Tabulka 10: Základní parametry Škoda Kodiaq [27]	71



Seznam příloh v digitální podobě (přiloženo na CD)

Příloha 1: Nastavení krátké vysoké sezení (step)

Příloha 2: Nastavení dlouhé nízké sezení (step)

Příloha 3: Nastavení Škoda Kodiaq (step)

Příloha 4: Nastavení Škoda Citigo (step)