

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**  
**FAKULTA STROJNÍ**

**Studijní program:** N0715A270017 - Konstruování strojů a  
technických zařízení

**Studijní specializace:** Konstruování vozidel a manipulačních  
zařízení

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Návrh stavebnicové nástavby pro off-road vozidla**

**Autor:** Martin WAGNER

**Vedoucí práce:** Doc. Ing. Josef FORMÁNEK, CSc.

Akademický rok 2020/2021

## Zadání DP

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
Fakulta strojní  
Akademický rok: 2020/2021

Studijní program: Konstruování strojů a technických zařízení  
Forma studia: Kombinovaná  
Specializace/kombinace: Konstruování vozidel  
a manipulačních zařízení (KVMZK)

### Podklad pro zadání DIPLOMOVÉ práce studenta

Jméno a příjmení: Bc. Martin WAGNER  
Osobní číslo: S19N0109K  
Adresa: Toužimská 1716/4, Plzeň – Bolevec, 32300 Plzeň 23, Česká republika  
Téma práce: Návrh stavebnicové nástavby pro off-road vozidla  
Téma práce anglicky: Engineering Design of a modular superstructure for off-road vehicles  
Vedoucí práce: Doc. Ing. Josef Formánek, Ph.D.  
Katedra konstruování strojů

#### Zásady pro vypracování:

##### Základní požadavky:

Cílem práce je konstrukční návrh modulárního technického řešení nástavby určené pro vozidla typu off-road. Další částí řešení je provedení specifikace požadavků a návrh stavebnicové konstrukce nástavby s ohledem na funkčnost a technickou jednoduchost. U výsledného technického řešení provést komplexní hodnocení.

##### Základní technické údaje:

Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

##### Osnova diplomové práce:

1. Vypracování rešerše včetně systematického popisu funkce.
2. Vypracování rozboru technických parametrů.
3. Vypracování vybrané varianty řešení včetně výpočtového hodnocení.
4. Zhodnocení vybraného konstrukčního návrhu.

Konzultant: Ing. Ladislav TRÍSKA (e-mail: l.triska@strkan.cz ; STRKAN s.r.o)

#### Seznam doporučené literatury:

- [1] HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J., *Příručka strojího inženýra*. Brno, Computer Press, 1999
  - [2] ŽDÁNSKÝ, B., JAN, Z., *Automobily 1. – Podvozky*. AVID, 2016, ISBN: 978-80-8714-318-6
  - [3] ŘAŠA, J., ŠVERCL, J.: *Strojnické tabulky*. Scientia, Praha, 2004
  - [4] SHIGLLEY, J., E., MISCHKE, C., R., BUDYNAS, R., G. *Konstruování strojních součástí*. VUT v Brně, Brno, 2010
- Podkladový materiál, výkresy, prospekty, katalogy apod. poskytnuté zadavatelem úkolu

Podpis studenta:



Datum: 13.10.2020

Podpis vedoucího práce:

Datum:

## Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

V Plzni dne: .....

.....

podpis autora

## ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

<b>AUTOR</b>	Příjmení Wagner	Jméno Martin	
<b>STUDIJNÍ PROGRAM</b>	N0715A270017 Konstruování strojů a technických zařízení		
<b>VEDOUcí PRÁCE</b>	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Formánek, CSc.	Jméno Josef	
<b>PRACOVÍŠTĚ</b>	ZČU - FST - KKS		
<b>DRUH PRÁCE</b>	<b>DIPLOMOVÁ</b>	<b>BAKALÁŘSKÁ</b>	Nehodící se škrtněte
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Návrh stavebnicové nástavby pro off-road vozidla		

<b>FAKULTA</b>	strojní	<b>KATEDRA</b>	KKS	<b>ROK ODEVZD.</b>	2021
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

**POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)**

<b>CELKEM</b>	66	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	56	<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	10
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

<p style="text-align: center;"><b>STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</b></p> <p style="text-align: center;"><b>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</b></p>	<p>Diplomová práce obsahuje rozdělení nástaveb a jejich použití. Způsob přichycení těchto nástaveb k vozidlu. Následně je vybráno vozidlo FORD F-350 jako vozidlo pro montáž nástavby. Následně je vypracována specifikace požadavků, funkční struktura a orgánová struktura. Rozdělením do 3 podoblastí a to rámu, skříně a interiéru skříně jsou vybrány sub-optimální varianty. Rám je hodnocen pomocí metody FEM. Vybráním sub optimálních variant z jednotlivých podoblastí je vytvořen a zpracován finální návrh nástavby.</p>
<p style="text-align: center;"><b>KLÍČOVÁ SLOVA</b></p> <p style="text-align: center;"><b>ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</b></p>	<p style="text-align: center;">Pracovní nástavba, pomocný rám, FEM, Interiér pracovní nástavby, stavba skříně nástavby</p>

## SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

<b>AUTHOR</b>	Surname Wagner	Name Martin
<b>STUDY PROGRAMME</b>	N0715A270017 Design engineering of machines and technical devices	
<b>SUPERVISOR</b>	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Formánek, CSc.	Name Josef
<b>INSTITUTION</b>	ZČU - FST - KKS	
<b>TYPE OF WORK</b>	<b>DIPLOMA</b>	<b>BACHELOR</b> Delete when not applicable
<b>TITLE OF THE WORK</b>	Engineering Design of a modular superstructure for off-road vehicles	

<b>FACULTY</b>	Mechanical Engineering	<b>DEPARTMENT</b>	Machine Design	<b>SUBMITTED IN</b>	2021
----------------	------------------------	-------------------	----------------	---------------------	------

### NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

<b>TOTALLY</b>	66	<b>TEXT PART</b>	56	<b>GRAPHICAL PART</b>	10
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

<b>BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS</b>	The diploma thesis contains the division of superstructures and their use. How to attach these superstructures to the vehicle. Subsequently, the vehicle FORD F-350 is selected as the vehicle for body assembly. Subsequently, the specification of requirements, functional structure and organ structure are developed. By dividing it into 3 sub-areas, namely the frame, the cabinet and the interior of the cabinet, sub-optimal variants are selected. The frame is evaluated using the FEM method. By selecting sub-optimal variants from individual sub-areas, the final design of the superstructure is created and processed.
<b>KEY WORDS</b>	Work superstructure, subframe, FEM, Work superstructure interior, superstructure body construction

## Obsah

Zadání DP.....	2
Přehled použitých zkratk a symbolů.....	8
Seznam obrázků .....	9
Seznam tabulek .....	10
1 Úvod.....	11
2 Nástavba .....	12
2.1 Vysvětlení pojmu.....	12
2.2 Druhy nástaveb dle použití:.....	12
2.2.1 Valníkové nástavby .....	12
2.2.2 Sklopné nástavby.....	13
2.2.3 Skříňové nástavby .....	13
2.2.4 Kontejnerová nástavba (nosič kontejnerů).....	14
2.2.5 Speciální nástavby.....	14
2.3 Uchycení nástavby k vozidlu.....	15
2.4 Spojení vozidla s montážním rámem.....	16
2.4.1 Pružný spoj .....	16
2.4.2 Tuhý spoj.....	18
2.4.3 Kombinace tuhého a pružného spoje .....	18
2.5 Materiál montážního rámu.....	19
2.6 Materiál nástaveb.....	19
2.7 Legislativní požadavky pro přestavbu .....	20
2.7.1 Zákon č. 56/2001 Sb. vybrané §73,74.....	20
2.7.2 Přestavba vozidla.....	21
2.7.3 Žádost pro přestavbu .....	22
2.7.4 Legislativa a převoz osob .....	22
2.8 Rešerše aktuálního stavu stavby skříňových nástaveb .....	23
2.9 Druhy automobilů vhodné pro použití nástaveb.....	24
3 Návrh nástavby.....	25
3.1 Volba vozidla.....	25
3.2 Specifikace požadavků .....	27
3.3 Návrh funkční struktury.....	29
3.3.1 Návrh provozně technického procesu TS.....	29
3.3.2 Funkční struktura TS.....	31
3.4 Návrh orgánové struktury .....	32

3.5	Hodnocení navržených orgánů struktury TS .....	33
3.5.1	Pomocný rám.....	33
3.5.2	Konstrukce skříňové nástavby a přístupu do ní .....	44
3.5.3	Interiér skříňové nástavby .....	48
4	Popis finální varianty .....	52
5	Závěr.....	54
	Seznam použitých zdrojů .....	55
	PŘÍLOHA č. 1 .....	i
	PŘÍLOHA č. 2.....	ii

## Přehled použitých zkratk a symbolů

ESDM	Engineering Design Science and Methodology
FEM	Finite element method (Metoda konečných prvků)
EHS	Evropské hospodářské společenství
ČSN	Česká technická norma
$m_{nst,max}$	Maximální hmotnost nástavby vč. rámu
$V_{max. obl.}$	Maximální rychlost v oblouku
$r_{obl}$	Poloměr oblouku
$F_{ods}$	Odstředivá síla
$v$	Rychlost
$v_0$	Počáteční rychlost
$t$	Časový interval
$a_b$	Brzdné zrychlení
$s$	Dráha
$F_b$	Brzdná síla
MKP	Metoda konečných prvků
$R_{p02}$	Smluvní mez kluzu
$R_m$	Mez pevnosti v tahu
$F_G$	Tíhová síla
$m_{celk}$	Celková hmotnost skříně
$m_{steny}$	Hmotnost bočnic
$m_{nosna\_konstrukce}$	Hmotnost nosné konstrukce
$m_{podlaha}$	Hmotnost nosného hliníkové podlahy
$m_{nosny\_ram}$	Hmotnost nosného rámu
$m_{vyb.}$	Hmotnost vybavení skříně vč. osob převážených
$m_{desk.}$	Hmotnost Plywood desek
$m_{hliníkové\_profily.}$	Hmotnost hliníkových profilů



## Seznam obrázků

Obr. 1: Valníková nástavba s konstrukcí pro plachtové krytí[1] .....	12
Obr. 2: Sklopná nástavba[3] .....	13
Obr. 3: Skříňová nástavba[5] .....	13
Obr. 4: Kontejnerová nástavba (Nosič kontejnerů) [7] .....	14
Obr. 5: Speciální nástavba - expedice[8] .....	15
Obr. 6: Uchycení na ke karosérii - Hardtop[11].....	15
Obr. 7: Uchycení na nosný rám vozidla PICK-UP[10].....	15
Obr. 8: Deformace podvozku – žebřinový rám[15] .....	16
Obr. 9: Pružný šroubový spoj přes konzoly: 1) Montážní rám, 2) Rám podvozku, 3) Podložky [13] .....	16
Obr. 10: Spojení s vysokou elasticitou: 1) Silentblok, 2) Talířové pružiny, 3) Šroubovitá pružina [13] .....	17
Obr. 11: Spoj třmenem[12] .....	17
Obr. 12: Tuhý spoj pomocí držáku rámu[14].....	18
Obr. 13: Ukázka smíšeného spojení: 1) Pomocný rám, 2) Šasi, 3) Třmen, 4) Šroubové spojení[13].....	19
Obr. 14: Konstrukční pohled na stavbu skříňové nástavby od firmy ALSAP s.r.o. [20].....	23
Obr. 15: Konstrukční provedení skříně LITE-PLY od firmy ALU S. V. s konstrukčními prvky[21].....	24
Obr. 16: Ford F350 – Renderovaný model [22].....	25
Obr. 17: FORD F350- CATIA V5 model převedený do AllCADPart.....	25
Obr. 18: Rozměrový výkres a specifikace vozidla Ford F-350[23].....	26
Obr. 19: Černá skříňka transformačního procesu TS .....	29
Obr. 20: Technologický princip provozního technického transf. procesu TS .....	30
Obr. 21: Provozní technický transformační proces TS .....	30
Obr. 22: Funkční struktura TS.....	31
Obr. 23: Varianta A - pomocného rámu.....	35
Obr. 24: Varianta A s vytvořenou sítí .....	36
Obr. 25: Varianta A - okrajové podmínky .....	37
Obr. 26: Varianta A - displacement .....	37
Obr. 27: Varianta A- napětí v rámu.....	38
Obr. 28: Varianta A – Max. napětí detail .....	38
Obr. 29: Varianta B – pomocného rámu .....	39
Obr. 30: Varianta B s vytvořenou sítí .....	40
Obr. 31: Varianta B – okrajové podmínky .....	41

Obr. 32: Varianta B – magnitude displacement .....	41
Obr. 33: Varianta B – displacement v ose x.....	42
Obr. 34: Varianta B- napětí v rámu.....	42
Obr. 35: Varianta B – detail napětí .....	43
Obr. 36: Koncept skříně s ocelovými profily a bočnicemi vytvořenými z plechů.....	44
Obr. 37: Kostra konceptu a v CATII V5 zjištěné váhy .....	45
Obr. 38: Koncept skříně s hliníkovými profily a Plywood deskami .....	46
Obr. 39: Složení desky Plywood .....	47
Obr. 40: Koncepce spojení hliníkových profilů a profilových desek .....	47
Obr. 41: Nástavba pomocí svařování plastů včetně výztuh firmy ZHT[28] .....	48
Obr. 42: Půdorys interiéru skříně a maximální zástavbový prostor .....	48
Obr. 43: Koncept A rozestavení uvnitř skříně.....	49
Obr. 44: Koncept B rozestavení uvnitř skříně.....	49
Obr. 45: Vizualizace interiéru pracovního vozidla .....	51
Obr. 46: Řez válečkové trati pro výsuvný panel pro centrálu .....	51
Obr. 47: ISO pohled na finální návrh nástavby.....	52
Obr. 48: ISO pohled na zadní část nástavby s dvoukřídlími dveřmi.....	52
Obr. 49: ISO pohled na nástavbu s vysunutou centrálou na plošině a vysunutými schůdky(Zadní dveře jsou skryté) .....	53
Obr. 50: Pohled na zadní část nástavby s pohledem do interiéru s otevřenými prostory v lavicích .....	53

## Seznam tabulek

Tab. 1-1: Tabulka specifikace požadavků – 1. část.....	27
Tab. 1-2: Tabulka specifikace požadavků – 2. část.....	28
Tab. 1-3: Tabulka specifikace požadavků – 3. část.....	29
Tab. 2: Tabulka hlavních funkcí TS .....	31
Tab. 3: Navržené orgány TS .....	32
Tab. 4: Závislost poloměrů oblouků na rychlosti a dostředném sklonu [24].....	33
Tab. 5: Hodnocení vlastností pomocných rámců.....	43
Tab. 6: Hodnocení variant interiérů .....	50

# 1 Úvod

Tato diplomová práce se zabývá návrhem skříňové pracovní nástavby pro OFF – ROAD vozidlo Ford sérii F350-450-500. Konkrétně je zde řešen návrh nástavby včetně montážního rámu a jejího přichycení k vozidlu. Výsledný konstrukční návrh je podpořený výpočty a je na něj vypracována výkresová dokumentace.

V teoretické části této práce je vysvětlen pojem nástavba a její typy. Následně je vysvětlen rozdíl mezi nástavbami, jejich aplikace v praxi a v neposlední řadě jejich uplatnění a specifika. Dále je zde provedena rešerše konstrukcí pomocných rámu jejich spojení s nosným rámem a používané materiály pro rámy i nástavby. Poté jsou zde uvedeny legislativní požadavky pro schválení vozidla pro přestavbu a provoz na pozemní komunikaci. V poslední kapitole teoretické části je provedena rešerše aktuálních skříňových stavebnicových nástaveb na vozidla.

Praktická část práce začíná popsáním vozidla Ford F350, jeho hlavních rozměrů únosnosti a předvedení chassi modelu v Catii V5. Poté je provedena specifikace požadavků pro návrh pracovní nástavby a je zde kladen důraz na vysoké pokrytí pracovních činností od úklidu prostorů, svářečské práce a možnosti využít automobilu jako pracoviště disponujícím náradím pro opravy různých zařízení. V neposlední řadě taky umožnit převést bezpečně osoby (dělníky) na stanové místo. Dále je provedena funkční struktura vstupující do struktury orgánové. Na základě orgánové struktury jsou vytvořeny koncepty pomocného rámu, kdy posouzením je vybrán vhodnější návrh. Tímto rámem je spojena nástavba s vozidlem. Dále jsou zde popsány koncepty návrhu vlastní nástavby a jejího uspořádání a vybrána výsledná sub-optimální varianta. Tato varianta je podepřena výpočty FEM a je pro ni vypracována technická dokumentace.

## 2 Nástavba

### 2.1 Vysvětlení pojmu

Nástavbou se rozumí funkční účelová část vozidel s veškerým svojí výstrojí a příslušenstvím. Mezi nástavby vozidel nepatří kabina vozidla. I když v některých specifikovaných případech je vytvořena nástavba s kabinou průchodem. Nástavba slouží k přepravě osob, nákladu anebo jako např. obytný přístřešek.

### 2.2 Druhy nástaveb dle použití:

#### 2.2.1 Valníkové nástavby

Tyto nástavby patří mezi nejjednodušší. Jejich koncepce spočívá v ložné ploše s rovnou podlahou. Bočnice ve směru jízdy je vždy pevná. Ostatní jsou sklopné, odnímatelné nebo pevné. Tento typ nástavby se využívá pro přepravu odolného nebo dobře zabaleného zboží. Valníkové nástavby umožňují také přikrytí ložné plochy plachtou. Tato bývá natažena na demontovatelné konstrukci, což umožňuje používat nástavbu s využitím plachty i bez ní. Náklad na tuto nástavbu je prováděn shora jeřábem a při sklopných nebo odnímatelných bočnic pomocí vysokozdvizného vozíku. [1]



Obr. 1: Valníková nástavba s konstrukcí pro plachtové krytí[1]

### 2.2.2 Sklopné nástavby

Sklopné nástavby patří mezi nejvyužívanější nástavby pro převoz materiálu. Největší výhodou je rychlost vykládky materiálu. Toto je provedeno naklopením dna nástavby z horizontální polohy při nakládce o úhel a následném otevření její bočnice. Největší využití těchto nástaveb je ve stavebnictví pro dopravu sypkých, popř. tekutých materiálů. [2]



Obr. 2: Sklopná nástavba[3]

### 2.2.3 Skříňové nástavby

Jedná se o skříň montovanou na univerzální podvozek, která má rovnou podlahu, do které nezasahují blatníky, pevnou, nesnímatelnou střechu a bočnice. Zadní čelo zabírají nejčastěji dvoukřídlé dveře. Zadní čelo může být nahrazeno zvedací plošinou. Bočnice jsou rovné, hladké, často ze sendvičových panelů. Uvnitř skříňe, v podlaze, bočnicích i stropu je dostatek úchyťů pro připevnění nákladu. V pravé bočnici mohou být další jednokřídlé dveře. [4]



Obr. 3: Skříňová nástavba[5]

#### 2.2.4 Kontejnerová nástavba (nosič kontejnerů)

Tato nástavba je určena k přepravě, nakládání (skládání) a vyklápění vzad kontejnerů v zemědělství, zahradnictví, stavebnictví, komunálních službách a dalších odvětvích průmyslu a služeb. Konstrukce umožňuje používat jak pasivní kontejnery, to jest např. plošinové, vanové, velkoobjemové a další speciální kontejnery, tak i tzv. aktivní, např. s hydraulickou rukou, fekální, odtahové služby, montážní plošiny a další, u kterých je pohon nástavby zajištěn hydromotorem připojeným do hydraulického okruhu nosiče prostřednictvím hadic a rychlospojek. [6]



Obr. 4: Kontejnerová nástavba (Nosič kontejnerů) [7]

#### 2.2.5 Speciální nástavby

Tyto nástavby jsou většinou prototypy na přání zákazníka se speciálními požadavky. Může se jednat o expediční nástavby, obytné nástavby pro speciální účel např. hasičské vozy, které mají skříňovou nástavbu pro převoz posádky její výstroje a materiálu pro řešení krizových situací. Tyto nástavby nelze přesně specifikovat.



Obr. 5: Speciální nástavba - expedice[8]

### 2.3 Uchycení nástavby k vozidlu

Zde je nutno přihlížet k typu vozidla. Jedná-li se o vozidlo s nosným rámem nebo samonosnou karosérií. U samonosné karosérie jsou všechny prvky - nápravy, motor a všechny rámy jsou přišroubovány ke karosérii. Karosérie je zesílená ale v terénu se může kroutit. [9]

Vozidla využívající nosný rám nejčastěji žebříkový, který se v terénu nekroutí a je tedy mnohem odolnější. Nevýhodou je jeho váha. Na tento rám jsou připevněny nápravy, převodovky, motor a veškeré podvozkové části. [9]

U vozidel s nosným rámem se uchycení nástavby se provádí dvěma způsoby:

- Montážní (pomocný) rám
- Podlahová skupina
  - U samonosných a speciálních nástaveb
  - Použitelná plní-li funkci montážního rámu



Obr. 7: Uchycení na nosný rám vozidla PICK-UP[10]



Obr. 6: Uchycení na ke karosérii - Hardtop[11]

Montážní rám je pevně spojen s nástavbou a vede po většině délky podélníků rámu a kopíruje jeho obrys tak, aby bylo dosaženo optimálního přenosu sil. Použitím montážního rámu se zvýší celková tuhost a sníží se tendence k ohybovému kmitání.

## 2.4 Spojení vozidla s montážním rámem

Spojení pomocného a podvozkového rámu dělíme na:

- Pružné
- Tuhé
- Kombinací předchozích

Druh spojení závisí především na konstrukci nástavby a její torzní tuhosti. Pro měkké nástavby, které bez poškození mohou sledovat deformace podvozku je možnost použít běžný šroubový spoj. Tuhé nástavby je nutné připevnit pomocí pružných prvků – pružiny, silentbloky, aby při zkroucení umožnili nástavbě místní odlehnutí. Toto zabrání nežádoucím deformacím a zvýšenému napětí na tělo nástavby. [12] [13] [14]

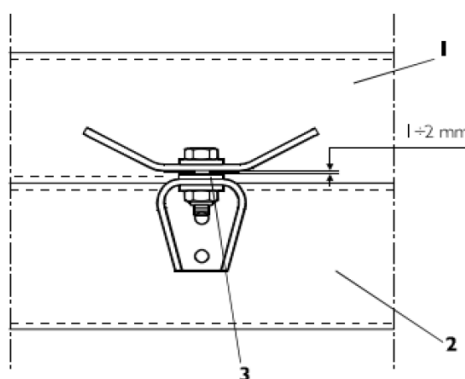
Deformace podvozku jsou zobrazeny na následujících obrázcích.



Obr. 8: Deformace podvozku – žebřinový rám[15]

### 2.4.1 Pružný spoj

Toto spojení umožňuje odlehnutí pomocného rámu. Ohybové namáhání je rozděleno mezi oba podélníky. Používají se delší šrouby s rozpěrnou trubicou anebo distančními

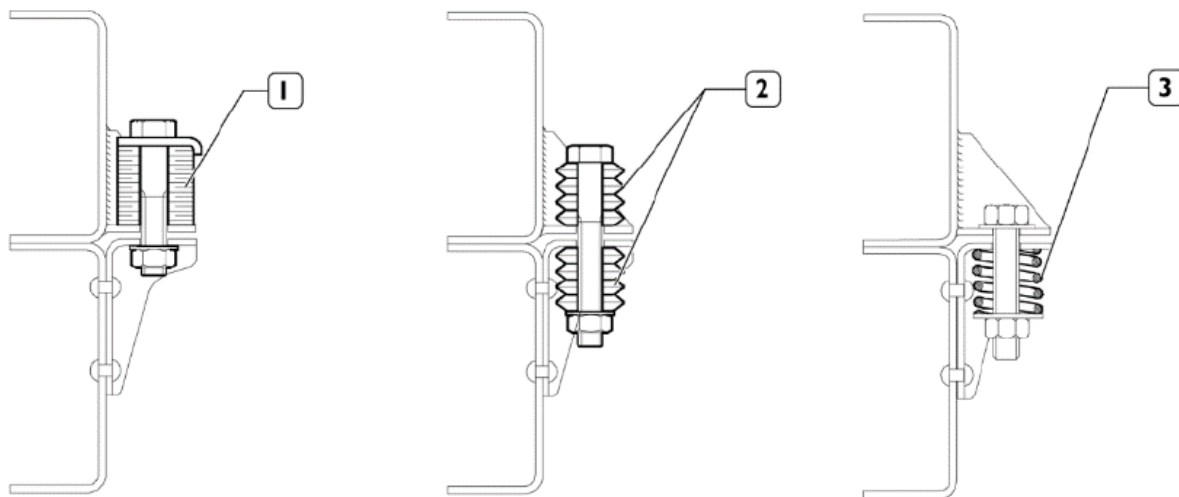


Obr. 9: Pružný šroubový spoj přes konzoly: 1) Montážní rám, 2) Rám podvozku, 3) Podložky [13]



podložkami. Použití distančních pouzder vede k lepšímu zajištění proti povolení šroubu. Nejčastěji se používá v přední části nástavby. [13] [14]

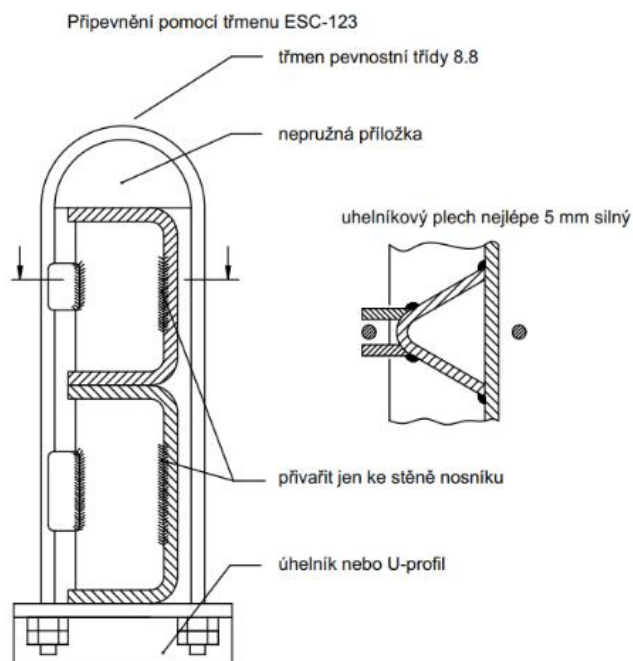
Pokud je potřeba větší pružné přizpůsobivosti, např. pro velice tuhé nástavby, nádrže nebo pro podvozky speciálního využití či do terénního prostředí, přidávají se do šroubového spoje pružné elementy. [13] [14]



Obr. 10: Spojení s vysokou elasticitou: 1) Silentblok, 2) Talířové pružiny, 3) Šroubovitá pružina [13]

V zadní části podvozku již není třeba spojů s takovou flexibilitou, a proto se tyto spoje používají v kombinaci s více tuhými. U více namáhaných rámců je nutno přidat spoj, který bude zachycovat smyková zatížení.

Smykově poddajný spoj se realizuje pomocí třmenu. Tento způsob se již moc nepoužívá, protože je nutno do U-profilů vkládat výztuhy, které zabrání místním deformacím. [12]

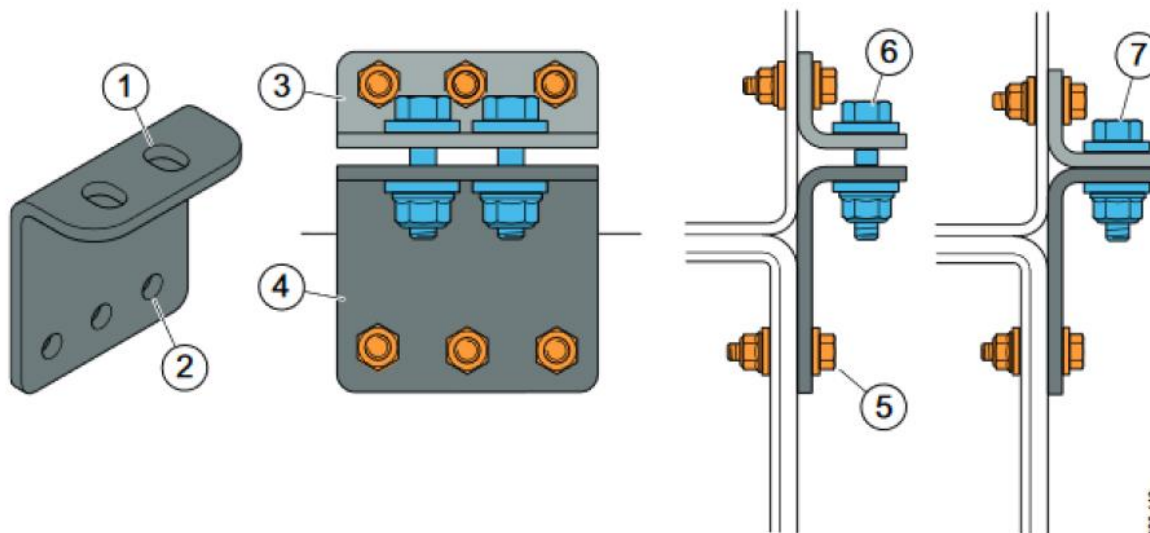


Obr. 11: Spoj třmenem [12]

## 2.4.2 Tuhý spoj

Mezi smykově tuhé spoje patří spoj pomocí podélného plechu s nýty nebo šrouby. U šroubových spojů je nutnost splnit požadovanou přesnost děr a používají se šrouby v kvalitě nejméně 10.9. Při výpočtech lze díky tomu, že šroubový spoj dokáže přenést značné podélné síly, brát pomocný rám a rám vozidla jako celek.

Oproti pružným spojům lze dosáhnout při stejném ohybovém zatížení nižšího momentu. (stejný rozměr přeneše větší zatížení – tohoto lze docílit i použitím materiálu s lepšími mechanickými vlastnostmi) [13] [14]

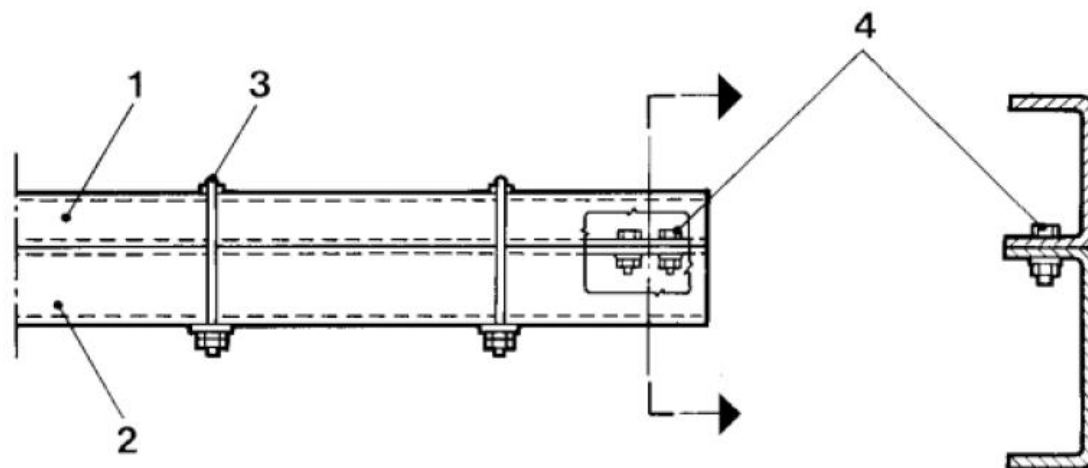


1. Otvor pro připojovací šroub.
2. Otvor pro upínací šroub.
3. Držák pomocného rámu.
4. Držák rámu podvozku.
5. Připojovací šroub se samosvornou maticí a podložkou.
6. Zajišťovací šroub se samosvornou maticí a podložkou, s pružným upevněním.
7. Zajišťovací šroub se samosvornou maticí a podložkou, s tuhým upevněním.

Obr. 12: Tuhý spoj pomocí držáku rámu[14]

## 2.4.3 Kombinace tuhého a pružného spoje

Počet a umístění pružných nebo tuhých spojů celkového připevnění závisí na typu nástavby a podvozku. Obvykle se jedná o minimálně 5 spojů, přičemž vždy je nutné použít alespoň jeden spoj tuhý na smyk (na každé straně), který zabraňuje posuvu pomocného rámu v podélném směru. Takový spoj se montuje do blízkosti zadní nápravy. [13] [14]



Obr. 13: Ukázka smíšeného spojení: 1) Pomocný rám, 2) Šasi, 3) Třmen, 4) Šroubové spojení[13]

## 2.5 Materiál montážního rámu

Největší zastoupení zde mají různé druhy ocelí např. S235J2G3, S420MC nebo HC240LA. Je zde také možnost použití hliníku a jeho slitin. Toto řešení se však nedoporučuje pro vysoce namáhané rámy. [14]

## 2.6 Materiál nástaveb

Pro nástavby jsou nejvíce používány tyto materiály:

- Ocel
- Hliníkové slitiny
- Kompozit
- Plast

Ocelové nástavby mají vysokou pevnost, snadnou montáž a dobrou recyklovatelnost. Mezi jejich nevýhody patří vysoká hmotnost, což vede k vyšší spotřebě paliva vozidla a vysokému opotřebením pneumatik. Další nevýhodou je korozní odolnost. Tato nevýhoda odpadá v případě použití nerezové oceli, ale použití této oceli se promítne na ceně.

Největší zastoupení mají nástavby z hliníkových slitin. Jejich výhodou je nízká hmotnost, odolnost proti korozi a houževnatost. Al slitiny mají oproti oceli vyšší cenu a nižší modulu pružnosti. Nástavby jsou vytvořeny za pomoci hliníkových profilů i plechů – tyto jsou lepeny přímo ke konstrukci.

V posledních letech se objevují i konstrukce, které jsou vyrobeny z kompozitních materiálů. Používají se polymerní matrice vyztužená skleněnými vlákny. Tyto mají vysokou pevnost a nízkou hmotnost. Nevýhodou jsou však vyšší pořizovací náklady, složitá výroba i montáž.

Plastové nástavby mají velké zastoupení díky snadným opravám a dobrou životností cca 20 let. Nejvyužívanějším materiálem je polyethylen a polypropylen. Opravy jsou provedeny vyříznutím poškozené části a přivaření části nové. Další výhodou je nízká hmotnost a korozní a chemická odolnost. Nevýhodou je nižší teplotní odolnost a výrazně nižší mechanické vlastnosti. [16]

## 2.7 Legislativní požadavky pro přestavbu

Přestavba vozidla musí odpovídat platným předpisům a zákonům. První část je schválení technické způsobilosti vozidla pro provoz na pozemních komunikacích.

Prvním důležitým právním dokumentem je vyhláška 341/2002 Sb. Ministerstva dopravy a spojů o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích. V tomto dokumentu je taky uvedeno, že změna nástavby nebo úprava nástavby je považována za přestavbu vozidla. [17] [19]

### 2.7.1 Zákon č. 56/2001 Sb. vybrané §73,74

Dle §73 zákona 56/2001 Sb.,

(1) Přestavbou silničního vozidla je změna nebo úprava podstatných částí mechanismu nebo konstrukce provozovaného silničního vozidla.

(2) Za změnu podstatných částí mechanismu nebo konstrukce silničního vozidla se považují

- a) změna druhu pohonu, vestavění jiného typu motoru,
- b) změna karoserie, pérování vozidla a kol způsobující změnu povoleného zatížení,
- c) změna druhu karoserie nebo nástavby, pro které se mění účel a způsob použití silničního vozidla,
- d) změna kategorie vozidla.

(3) Největší povolenou hmotnost silničního vozidla lze snížit jen v případě přestavby vozidla na speciální vozidlo jednoúčelového využití.

(4) Přestavbou vozidla nesmí být změněna kategorie vozidla, jestliže se na nově vzniklou kategorii vztahují přísnější technické požadavky stanovené prováděcím právním předpisem pro brzdy vozidla, vnější hluk vozidla, emise škodlivin ve výfukových plynech vozidla nebo prvky aktivní a pasivní bezpečnosti.

(5) Přestavbu vozidla výměnou karoserie lze povolit jen v rámci jedné typové řady vozidla.

(6) Nahrazuje-li se nebo doplňuje-li se vozidlo novou nebo jinou součástí nebo výbavou, musí tato součást nebo výbava splňovat podmínky stanovené tímto zákonem.

(7) O přestavbu silničního vozidla se nejedná, jestliže výrobce vozidla prohlásí podstatnou část mechanismu nebo konstrukce silničního vozidla za náhradní díl k tomuto vozidlu. [18]

Dle §74 zákona 56/2001 Sb.,

(1) Přestavbu silničního vozidla, které je registrováno v registru silničních vozidel, schvaluje obecní úřad obce s rozšířenou působností na základě písemné žádosti, pokud jsou splněny podmínky pro přestavbu stanovené prováděcím právním předpisem. Příslušný ke schválení přestavby silničního vozidla je kterýkoliv obecní úřad obce s rozšířenou působností.

(2) Hromadnou přestavbu typu silničního vozidla schvaluje ministerstvo na základě písemné žádosti, pokud jsou splněny podmínky pro hromadnou přestavbu stanovené prováděcím právním předpisem.

(3) Žádost o schválení přestavby silničního vozidla nebo hromadné přestavby typu silničního vozidla musí obsahovat

- a) obchodní jméno, sídlo a právní formu právnické osoby a její identifikační číslo, pokud bylo přiděleno, je-li žadatelem právnická osoba, nebo jméno a příjmení, pobyt, obchodní

jméno, rodné číslo a identifikační číslo fyzické osoby, pokud bylo přiděleno, je-li žadatelem fyzická osoba,

- b)* druh a kategorii silničního vozidla,
- c)* účel, pro který má být silniční vozidlo používáno.

(4) Žádost musí být doložena těmito doklady:

- a)* podrobným popisem přestavby silničního vozidla,
- b)* návrhem na změnu údajů zapisovaných v technickém průkazu silničního vozidla,
- c)* technickým popisem a výkresovou dokumentací systému vozidla, konstrukční části vozidla nebo samostatného technického celku vozidla, pokud nebyla schválena jejich technická způsobilost typu,
- d)* technickým protokolem vydaným zkušební stanicí a u hromadné přestavby vozidla pověřenou zkušebnou.

Posledním nutným legislativním požadavkem je dodržení vyhlášky 341/2014 Sb., §29[18]

### 2.7.2 Přestavba vozidla

K § 74 odst. 1, § 74 odst. 2 zákona:

(1) Přestavěné vozidlo musí po přestavbě splňovat technické požadavky, které byly platné v době jeho výroby, nebo technické požadavky pozdějších předpisů uvedených v přílohách č. 3 až 6 této vyhlášky pro typ vozidla příslušného druhu a kategorie.

(2) Pokud se při přestavbě vozidla mění identifikační číslo vozidla, stanoví příslušný úřad, provádějící registraci vozidla, jakým způsobem se uvedené číslo vyznačí na nové nebo změněné konstrukční nebo podstatné části mechanismu vozidla. Pokud je na nahrazující konstrukční části vyznačeno identifikační číslo z jiného vozidla, toto se vždy znehodnotí přerážením křížky tak, aby zůstalo nadále identifikovatelné. Identifikační číslo vozidla, u kterého se mění konstrukční nebo podstatná část mechanismu vozidla, se pak vyrazí v blízkosti čísla znehodnoceného, a to v případě, že se jedná o konstrukční část prohlášenou výrobcem za záměnnou. Informace o ražbě identifikačního čísla náhradní technologií se uvede v dokladech vozidla.

(3) V případě, že výrobce prohlásí podstatnou část mechanismu nebo konstrukce silničního vozidla za náhradní díl k tomuto vozidlu, se ohledně ražby identifikačního čísla vozidla postupuje obdobně jako v odstavci 2.

(4) Pokud lze přestavěné vozidlo zařadit do více kategorií, stanoví jeho kategorii ministerstvo nebo obecní úřad obce s rozšířenou působností, přičemž nesmějí být dotčena ustanovení § 73 odst. 4 zákona č. 56/2001 Sb., o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích.

(5) V případě přestavby vozidla, včetně následné, musí zůstat zachována alespoň jedna původní podstatná část mechanismu nebo konstrukce vozidla.

(6) Podmínky pro přestavbu vozidel poháněných zkapalněným ropným plynem nebo stlačeným nebo zkapalněným zemním plynem nebo vodíkem jsou stanoveny v příloze č. 11. [18]

### 2.7.3 Žádost pro přestavbu

Žádost o schválení přestavby silničního vozidla musí obsahovat:

- a) obchodní jméno, sídlo a právní formu právnické osoby a její identifikační číslo, pokud bylo přiděleno, je-li žadatelem právnická osoba, nebo jméno a příjmení, pobyt, obchodní jméno, rodné číslo a identifikační číslo fyzické osoby, pokud bylo přiděleno, je-li žadatelem fyzická osoba,
- b) druh a kategorii silničního vozidla,
- c) účel, pro který má být silniční vozidlo používáno.

Žádost musí být doložena těmito doklady:

- a) podrobným popisem přestavby silničního vozidla,
- b) návrhem na změnu údajů zapisovaných v technickém průkazu silničního vozidla,
- c) technickým popisem a výkresovou dokumentací systému vozidla, konstrukční části vozidla nebo samostatného technického celku vozidla, pokud nebyla schválena jejich technická způsobilost typu,
- d) technickým protokolem vydaným zkušební stanicí

Na základě výše uvedených předaných dokladů, a přistavení jednotlivě přestavěného vozidla k provedení technické kontroly zpracuje zkušební stanice nový technický protokol. [19]

### 2.7.4 Legislativa a převoz osob

U nástaveb s možností převozu lidí je nutné splnit požadavky a to, že během přepravy osob nesmí dojít k jejich zranění. Jedná se o bezpečnostní prvky, jako jsou pásy a uspořádání interiéru. V interiéru nesmí být žádné ostré výčnělky, hrany nebo tvary, které by při krizové situaci mohli poranit převáženou osobu. [19]

- Sedadla, lavice a jejich ukotvení a opěrky hlavy musí vyhovovat směrnici 74/408/EHS.
- Ukotvení pásů dle 76/115/EHS
- Jiné doporučení výrobce podvozku vozidla

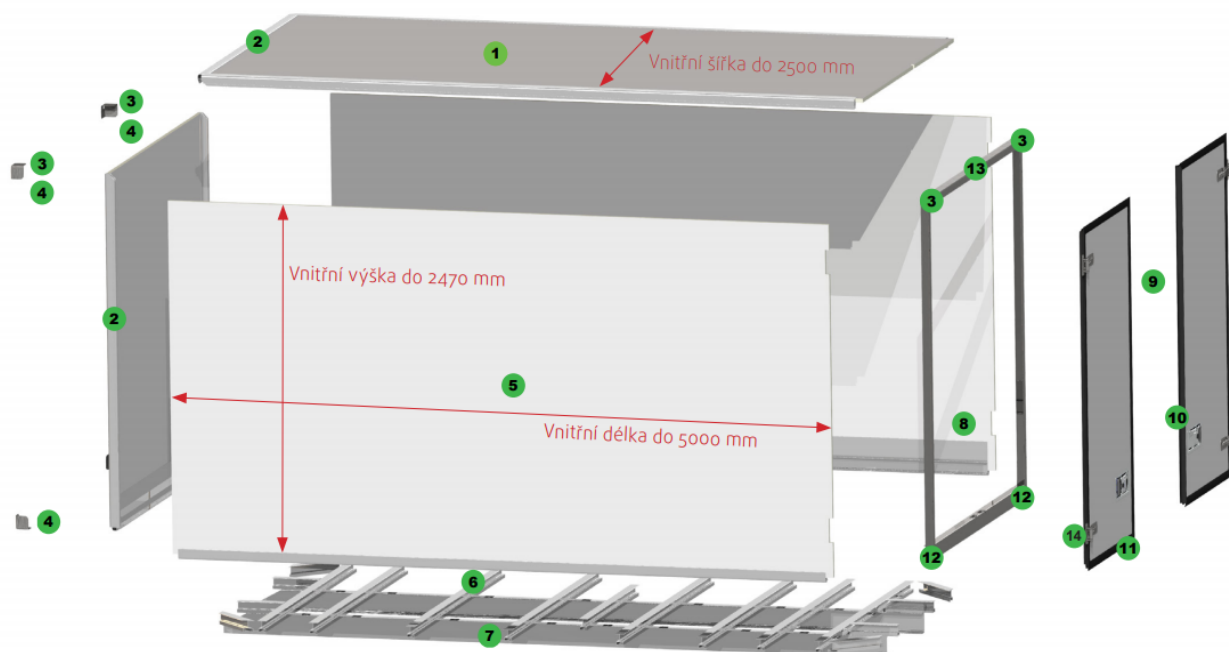
## 2.8 Rešerše aktuálního stavu stavby skříňových nástaveb

Do rešerše aktuálního stavu byly vybrány 2 firmy věnující se nástavbám na vozidla. Jedná se o firmu ALSAP s.r.o. Tato firma se zabývá prodejem vzduchového pérování a elektronického ovládání. Nabízí systém pružení. Dodává hliníkové profily. Prodává skříňe, valníky, plachtové konstrukce, sklápěče, blatníky, bedny, podlahy a vestavby. Na obr. 14 je znázorněna konstrukce skříňové nástavby od této firmy.

**BS5**

Modulová stavebnice skříňe CS5  
Dodávka pro rychlou montáž:

- Smontované hliníkové plato.
- Boky a čelo s nalepeným obvodovým profilem plata
- Dodávka kompletní střechy s osazenými profily
- Zadní portál s osazenými vraty / klapkou
- Osazeno pozičním osvětlením



- |                                   |  |   |
|-----------------------------------|--|---|
| 1. Střešní panel / laminát        | 6. Spodní obvodový profil s okopem - Elox, pro příčník 70 mm | 10. Vestavný zlomovací uzávěr a panty Thiriet |
| 2. Nalepené rohové profily Elox   | 7. Hliníkové plato   | 11. Svařovaný rám těsnění 30 mm <b>PRIMO</b>  |
| 3. Poziční osvětlení červeno/bílé | 8. Nerezový / hliníkový portál                               | 12. Obrysová světla                           |
| 4. Kryty rohů                     | 9. Kompletní montáž zadních vrat                             | 13. Okapnice dveří + brzdové světlo           |
| 5. Panel PER 25 mm                |  | 14. Nezerové panty                            |

Obr. 14: Konstrukční pohled na stavbu skříňové nástavby od firmy ALSAP s.r.o. [20]

Další firmou, která se zabývá konstrukcemi nástaveb je firma ALU – S.V. Tato firma nabízí služby v oblasti dodávky dílů a sestav pro nákladní vozidla. Hlavním zaměřením jsou valníkové nástavby, skříňové nástavby a třístranné shrnovací systémy. Zboží je vyráběno na základě technické dokumentace této firmy. [21]



- ① Skříňové plato / Skriňové plato / Rama kontenera
- ② Montáž předního čela / Montáž predného čela / Montáž przedniej ściany
- ③ Nasazení boku skříně / Nasadenie boku skrine / Osadzenie boków kontenera
- ④ Montáž portálu / Montáž portálu / Montaż portalu
- ⑤ Montáž střechy / Montáž strechy / Montaż dachu
- ⑥ Montáž rohů a svislých profilů / Montáž rohů a svislých profilů / Montáž rohů a svislých profilů
- ⑦ Nasazení zadních vrat / Nasadenie zadných dverí / Założenie drzwi tylnych

Obr. 15: Konstrukční provedení skříně LITE-PLY od firmy ALU S. V. s konstrukčními prvky[21]

## 2.9 Druhy automobilů vhodné pro použití nástaveb

Nástavby jsou nedílnou součástí automobilové dopravy. Slouží k převozu různého materiálu. Největší zastoupení mají nástavby pro nákladní vozy. Dalším druhem automobilů pro nástavby jsou užitkové vozy. V poslední době rozvíjejícím trendem jsou nástavby a přestavby vozidel PICK-UP. Tyto vozidla jsou přestavována na obytná vozidla, vozidla požární ochrany i např. pracovní vozy. [21]



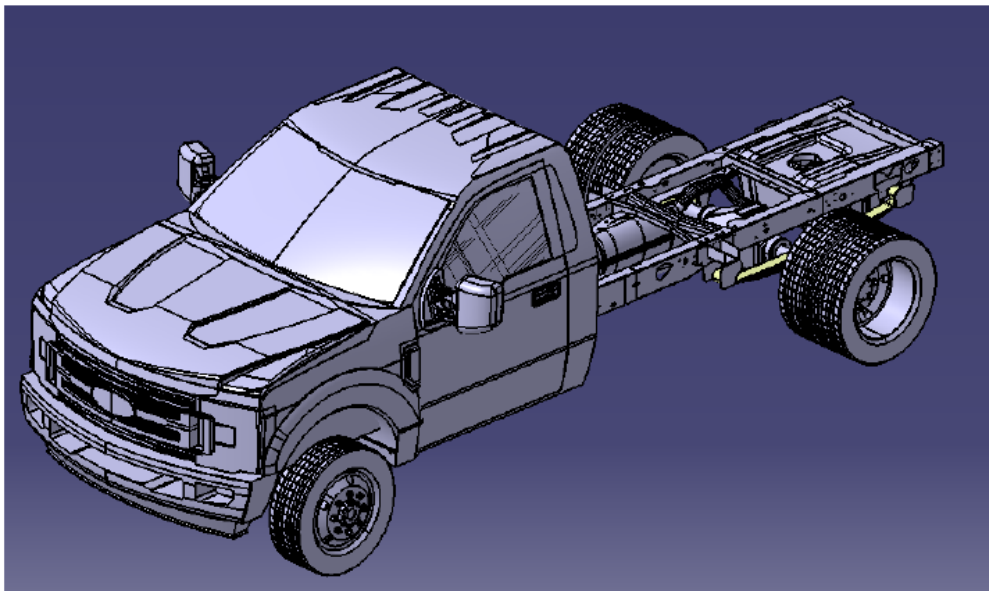
### 3 Návrh nástavby

#### 3.1 Volba vozidla

Jako výchozí volbu jsem zvolil chassi vozidla Ford a to sérii F350-450-500. Je to z důvodu jeho konstrukčního provedení včetně nosného rámu. Dále je zde zohledněno snadné získání 3D modelu chasis ze serveru Grabcad.com a popřípadě rozměrů vozidla. Tento model bude sloužit jen jako vstupní parametr pro rozměry a rám. Bude ponechán šedou barvou dle obr. 17.



Obr. 16: Ford F350 – Renderovaný model [22]

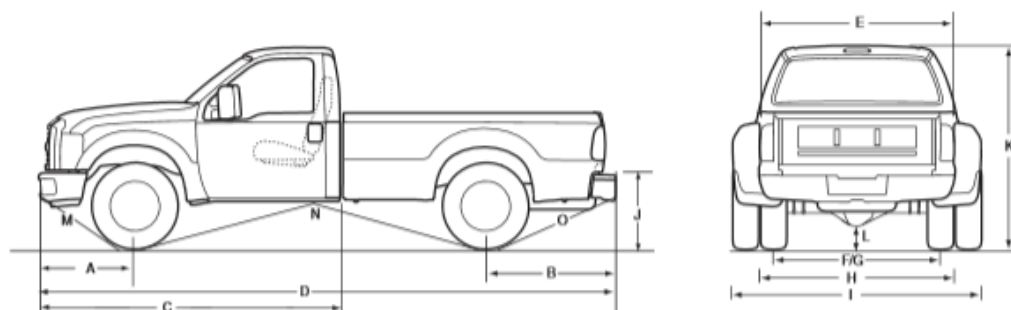


Obr. 17: FORD F350- CATIA V5 model převedený do AllCADPart

# 2008 F-250/F-350/F-450 Super Duty® Pickups

## Dimensions

F-250/F-350/F-450 SD PICKUPS



### DIMENSIONS



Curb Weight	3036 kg
Front Headroom	1036 mm
Front Legroom	1116 mm
Fuel Tank Capacity	130 L
Gross Vehicle Weight	4491 kg
Gross Vehicle Weight (option)	9,900 lbs. (4,490 kg) GVWR downgrade package kg
Ground Clearance	208 mm
Height	2065 mm
Length	6350 mm
Max Trailer Weight	5579 kg
Rear Headroom	1026 mm
Rear Legroom	1107 mm
Wheelbase	4059 mm
Width	2032 mm

Obr. 18: Rozměrový výkres a specifikace vozidla Ford F-350[23]

### 3.2 Specifikace požadavků

V tabulce tab. 1 jsou uspořádány požadavky na technický systém (TS) – nástavbu na OFF-ROAD vozidlo, jejímž návrhem se bude zabývat další část této práce.

Tab. 1-1: Tabulka specifikace požadavků – 1. část

Požadavky k vnějším vlastnostem TS vztah. K trasnf. procesům životních etap TS	Požadovaná hodnota a příp. tolerance	Váha (1-4)
<b>(1) Požadavky k provozním funkcím/ účinkům</b>		
<b>Technický systém TS:</b>		
Umožnit přepravu osob		
- velikost prostoru pro převoz osob a nářadí	maximální	3
- max. počet převážených osob	6	4
- maximální hmotnost osoby	80kg	4
-maximální výška osoby	185 cm	4
Umožnit přepravu nářadí		
- upevnění materiálu	nutné	4
-ochrana nářadí	maximální	4
Zajistit ochranu osob a materiálu	podmínkou	4
Zajistit přenos sil mezi nástavbou a automobilem	podmínkou	4
Maximální hmotnost	1455 kg	4
Rozměry TS	maximální vzhledem ke konstrukci vozu	3
<b>Přepravní proces:</b>		
Setrvání osob a nákladu na stanoveném místě	podmínkou	4
Ochrana osob a materiálu	bezpečnostní pásy	4
<b>Specifikace nákladu:</b>		
Auto centrála	do 50kg	4
Úložný prostor pro nářadí	maximální	4
Ponk se svěrákem	podmínkou	4
Pracovní nástroje a materiál	specifikované zákazníkem	3
<b>(2) Požadavky k ostatním provozním vlastnostem:</b>		
Prostředí	Kombinace vnitřní/ venkovní	4
Četnost použití	Denně	4
Životnost	15 let	3
Údržba	minimální	3
<b>(3) Požadavky k vlastnostem pro předvýrobní procesy a výrobu:</b>		
Množství odpadního materiálu	minimální	4
Náročnost výroby	minimální	4
Montážní náročnost	minimální bez nutnosti special. nář.	3
Druh výroby	Kusová	2
Počet součástí TS	do 100 ks	4
Technologie výroby	bez použití speciálních nástrojů	4

Tab. 1-2: Tabulka specifikace požadavků – 2. část

<b>(4) Požadavky k vlastnostem pro distribuci:</b>		
Skladovací prostor	minimální	3
Manipulace po skladu	vysokozdvíhový vozík	2
Nutnost obalu	minimální	3
<b>(5) Požadavky k vlastnostem pro likvidaci:</b>		
Demontáž nástavby	jednoduchá	4
Recyklovatelnost	vysoká	2
Možnost výměny částí	vysoká	4
<b>(6) Požadavky k vlastnostem pro věcné řízení/management:</b>		
Konkurence schopnost	vysoká	4
<b>(7) Požadavky k vlastnostem k člověku:</b>		
Bezpečnost vůči zranění	podmínkou	4
Zdravotní nezávadnost použitých materiálů	podmínkou	4
Ergonomické řešení nástavby pro převoz osob	podmínkou	4
Ergonomické řešení interiéru nástavby a dotykových ploch	vysoká	4
Hmotnost nošených částí	nařízení vlády 178/2001 Sb.	4
Přístup k nákladu	snadný	3
Podlaha	protiskluzová	4
<b>(8) Požadavky k vlastnostem k aktivnímu materiálu a energetickému okolí:</b>		
Ekologické, zdravotně nezávadné materiály	podmínkou	4
Recyklovatelnost použitých materiálů	vysoká	3
Energetická náročnost	nízká	2
<b>(9) Požadavky k vlastnostem k aktivnímu informačnímu okolí:</b>		
Porušení patentových práv	žádné	4
Dodržení legislativních požadavků	podmínkou	4
<b>(10) Požadavky k vlastnostem k ostatním TS:</b>		
Náročnost na technické prostředky v životních etapách	minimální	3
<b>(11) Požadavky k vlastnostem k informacím:</b>		
Výrobní a montážní dokumentace	obvyklá forma	4
Návod k obsluze a údržbě	obvyklá forma	3
Návod k opravě	obvyklá forma	3
<b>(12) Požadavky k vlastnostem k ekonomickému a časovému řízení/managementu:</b>		
Výrobní náklady	nízké	4
Čas na vývoj	minimální	2
Čas na výrobu/zisk součástí	minimální	2
Čas na montáž	minimální	2
Čas na kontrolu	minimální	2
Náklady na provoz a údržbu	nízké	3
Nutnost obalu	minimální	3

Tab. 1-3: Tabulka specifikace požadavků – 3. část

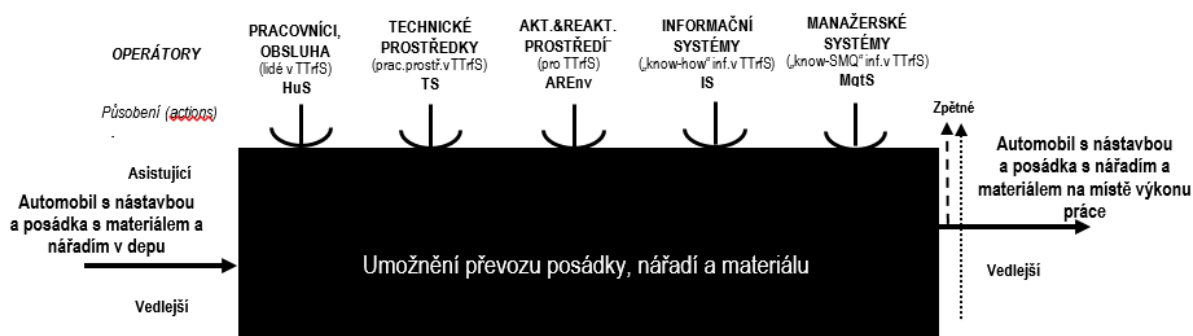
Požadavky k vnitřníma strukturním vlastnostem TS	Požadovaná hodnota a příp. tolerance	Váha (1-4)
<b>(1) Požadavky k obecným konstrukčním vlastnostem:</b>		
Povrché úpravy	žádné	3
Odolnost vůči poškození	vysoká	4
<b>(2) Požadavky k elementárním konstrukčním vlastnostem:</b>		
Spojovací prvky	normalizované	4
Použité profily konstrukce	normalizované	4
Vnitřní výbava	certifikovaná	4
Teplotní odolnost	-20 až 80°C	4

### 3.3 Návrh funkční struktury

Po specifikaci požadavků dle metodiky ESDM, byl vytvořen transformační proces TS. U toho procesu známe vstup i výstup. K popisu tohoto procesu je použita metoda Black box (černá skříňka). Pomocí této metody je možné vytvořit úplný návrh provozně technického procesu TS. Black je vidět na obr. 19. Vstupem je automobil s nástavbou v depu, kdy vedle něj stojí posádka s nářadím. Výstupem je poté posádka s nářadím na místě výkonu práce. Z Black boxu vychází Technologický princip provozního technického transf. procesu TS. Tento je vidět na obr. 20. Zde už máme bodové technologické řešení dílčích úkonů, aby bylo dosaženo transformace ze vstupu do výstupu. Z tohoto principu vychází Provozní technický transformační proces TS, který je vidět na obr. 21.

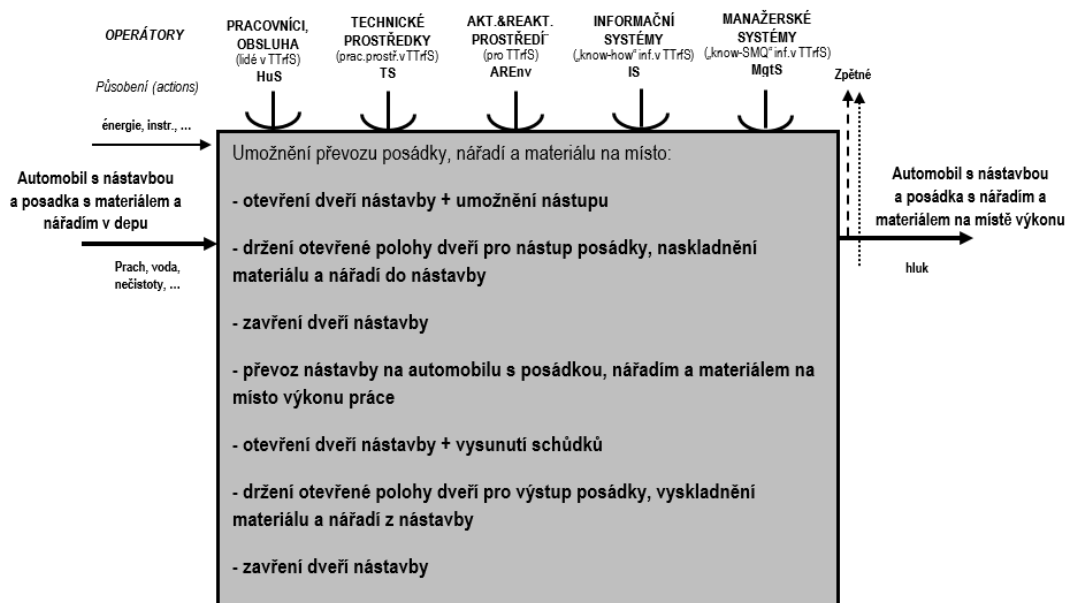
#### 3.3.1 Návrh provozně technického procesu TS

##### 3.3.1.1 Black box – černá skříňka provozního technického transformačního procesu TS

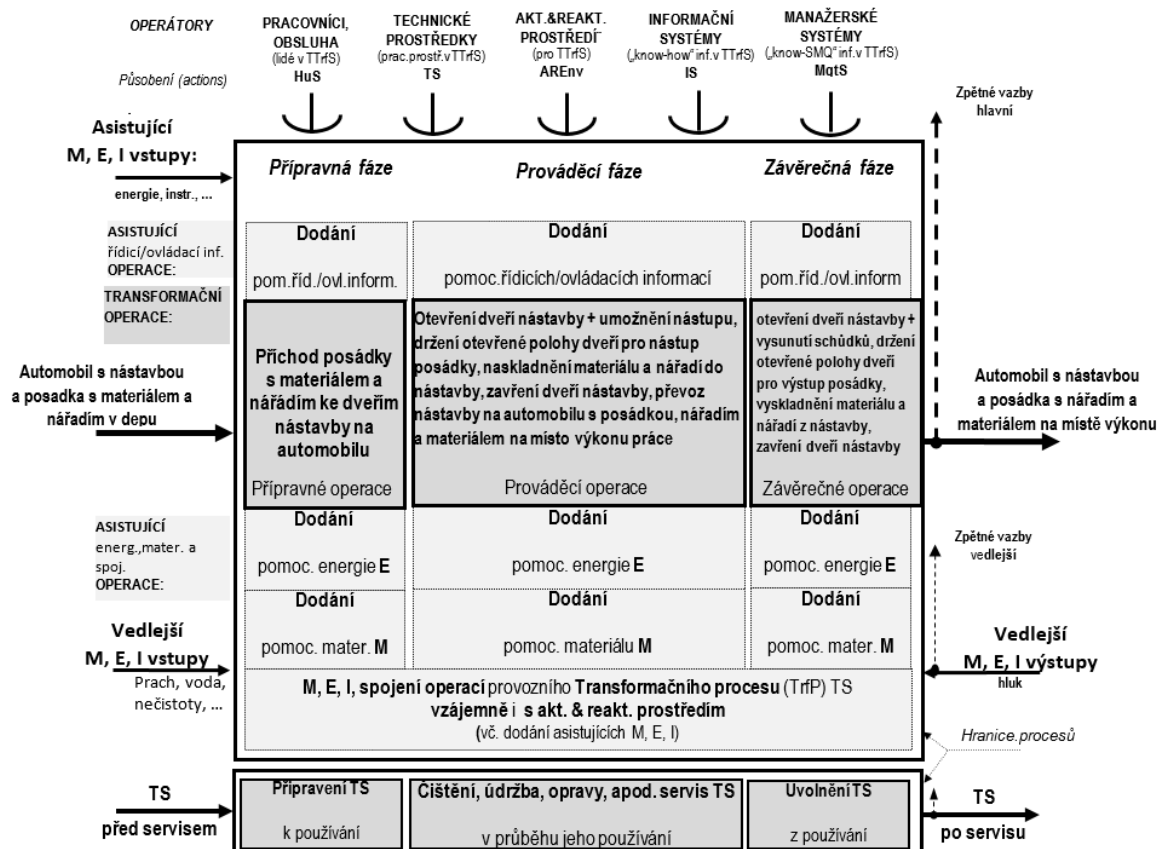


Obr. 19: Černá skříňka transformačního procesu TS

### 3.3.1.2 Technologický princip provozního technického transf. procesu TS

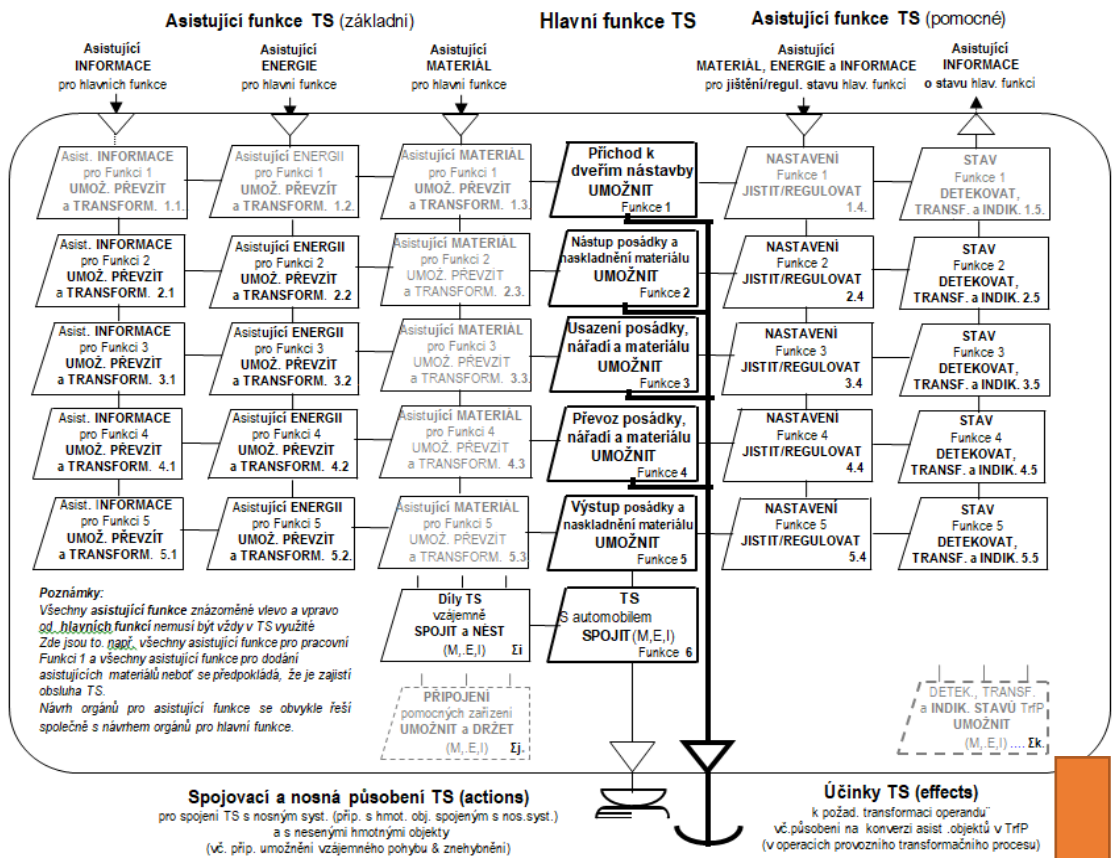


Obr. 20: Technologický princip provozního technického transf. procesu TS



Obr. 21: Provozní technický transformační proces TS

### 3.3.2 Funkční struktura TS



Obr. 22: Funkční struktura TS

Tab. 2: Tabulka hlavních funkcí TS

Hlavní funkce TS vč. asistujících funkcí	
<b>Funkce 1</b> vč. 1.1÷1.5	Příchod ke dveřím nástavby <b>UMOŽNIT</b>
<b>Funkce 2</b> 2.1÷2.5	Nástup posádky a naskladnění materiálu a nářadí <b>UMOŽNIT</b>
<b>Funkce 3</b> vč. 3.1÷3.5	Usazení posádky a uložení nářadí a materiálu <b>UMOŽNIT</b>
<b>Funkce 4</b> vč. 4.1÷4.5	Převoz posádky, nářadí a materiálu <b>UMOŽNIT</b>
<b>Funkce 5</b> vč. 5.1÷5.5	Výstup posádky a vyskladnění materiálu a nářadí <b>UMOŽNIT</b>
<b>Funkce 6</b> vč. $\Sigma$ i	TS s automobilem <b>SPOJIT (M,E,I)</b>

### 3.4 Návrh orgánové struktury

Jednotlivé funkce lze plnit mnoha způsoby. Proto je vhodné si vytvořit tabulku a ke každé funkci přiřadit technické řešení. Vytvořená tabulka je vidět níže tab. 3.

Tab. 3: Navržené orgány TS

Hlavní funkce TS vč. asistujících funkcí		Navržené orgány TS („nositele funkcí“)			
		1	2	3	4
<b>Funkce 1</b> vč. 1.1÷1.5	Příchod ke dveřím nástavby <b>UMOŽNIT</b>	Vstup do nástavby z levého/pravého boku, nástavba tvořená z hliníkových profilů a vnější opláštění z hliníkového plechu	Vstup do nástavby zezadu, nástavba složená z kombinace plastových panelů a hliníkových profilů	Vstup do nástavby z pravého boku, tělo skříně tvořeno plastovými profily spojené hliníkovými	
<b>Funkce 2</b> 2.1÷2.5	Nástup posádky a naskladnění materiálu a nářadí <b>UMOŽNIT</b>	Nášiapy	Výsuvné schůdky	Sklopná plošina	Výsuvný nájezd
<b>Funkce 3</b> vč. 3.1÷3.5	Usazení posádky a uložení nářadí a materiálu <b>UMOŽNIT</b>	Lavice s úkladným prostorem, ponk se svěrákem a šuplíky na nářadí + prostory pro materiál	Jednotlivá sedadla, skříně pro nářadí, montážní náklonná deska a svíslé uchycení nářadí na stěnách		
<b>Funkce 4</b> vč. 4.1÷4.5	Převoz posádky, nářadí a materiálu <b>UMOŽNIT</b>	Bezpečnostní pásy pro posádku 3 bodové, upevnění materiálu pomocí zámků, příhrádkami	Bezpečnostní pásy pro posádku 4 bodové, upevnění materiálu pomocí přesahu a jiných podob. konstrukčních řešení	Bezpečnostní pásy pro posádku 3 bodové, kombinace předchozích uložení nářadí a materiálu	Bezpečnostní pásy pro posádku 3 bodové, kombinace předchozích uložení nářadí a materiálu
<b>Funkce 5</b> vč. 5.1÷5.5	Výstup posádky a vyskladnění materiálu a nářadí <b>UMOŽNIT</b>	Nášiapy	Výsuvné schůdky	Sklopná plošina	Výsuvný nájezd
<b>Funkce 6</b> vč. 6.1	TS s automobilem <b>SPOJIT (M.E.U)</b>	Montážní rám spojený přes konzole s rámem vozidla - podélníky i příčníky z U profilů, spojené pomocí zahlého plechu a šroubů	Montážní rám spojený přes konzole s rámem vozidla - podélníky z T profilů, příčníky z I profilů spojené pomocí svorek a T-matic		



### 3.5 Hodnocení navržených orgánů struktury TS

Hodnocení navržených orgánů rozdělíme do 3 podoblastí. Jedná se o:

- Pomocný (montážní) rám
- Konstrukce skříňové nástavby a přístupu do ní
- Interiér skříňové nástavby

Hodnocení jednotlivých variant v podoblastech bude provedeno kvalifikovaným odhadem podpořeným výpočty FEM. Bodování je provedeno 1-4, kdy 1 je nevyhovující a 4 ideální.

#### 3.5.1 Pomocný rám

Jedná se o rám, který je uchycen k rámu vozidla a umožňuje přenos sil mezi nástavbou a vozidlem. Dále působí jako výztuha celé podlahy nástavby.

##### 3.5.1.1 Silové účinky působící na rám

Na pomocný rám po celou dobu jízdy i stání na místě působí síly. Limitní stav pro silové namáhání nástavby je brždění vozidla v oblouku. Oblouky jsou navrženy dle normy ČSN 73 6101 Projektování silnic a dálnic. [24]

Nejvyšší dovolená rychlost pro naše vozidlo s nástavbou bude 75 procent maximální rychlosti, jelikož se jedná o průjezd obloukem. Maximální rychlost pro vybrané vozidlo Ford F-350 je 96 mp/h což je 154,5 km/h. [25]

Nejmenší dovolený poloměr určíme z tabulky č. 4 vytažené z normy ČSN 73 6101.

Tab. 4: Závislost poloměrů oblouků na rychlosti a dostředném sklonu [24]

$v_n$ [km/h]	Nejmenší dovolený poloměr [m] <sup>a</sup>							Poloměr nevyžadující dostředný sklon [m] <sup>a</sup>
	Nejmenší dostředný sklon [%]							
	2,5	3	4	5	6	7	8	
130	1650	1540	1310	1080	840	-	-	2420
120	1400	1300	1100	900	690	-	-	2060
110	1150	1070	900	730	560	-	-	1740
100	950	890	750	610	470	-	-	1440
90	570	540	480	420	355	-	-	1160
80	450	430	380	330	280	-	-	920
70	350	330	290	250	205	-	-	705
60	250	240	210	185	160	130	-	515
50	175	170	150	130	110	90	-	360
40	110	105	95	85	75	65	50	230
30	64	61	60	52	44	34	27	130

<sup>a</sup> Poloměry směrových oblouků menší, než uvádí tabulka 10, musí být prověřeny na délku rozhledu pro zastavení podle 8.17.

### 3.5.1.1.1 Odstředivá síla

Pro určení odstředivé síly musíme znát hmotnost nástavby. Tu prozatím neznáme, proto vycházíme z maximálního možného zatížení automobilu z obrázku 17 je zřejmé, že pohotovostní hmotnost vozidla je 3036 kg, toto je hmotnost vozidla s vybavením avšak bez pasažérů a nákladu. Maximální přípustná hmotnost vozidla je 4491 kg. Maximální hmotnost nástavby s pasažéry, náradím a nákladem je tedy:

$$m_{\text{nst.max}} = 4491 - 3036 = 1455 \text{ kg}$$

$$v_{\text{max.obl.}} = 0.75 * 154.5 = 115,875 \text{ km/h} = 32,1875 \text{ m/s}$$

Nejmenší poloměr oblouku určíme dle tabulky Tab.4 pro rychlost v 120 km/h je:

$$r_{\text{obl.}} = 1400 \text{ m}$$

$$F_{\text{ods.}} = \frac{v_{\text{max.obl.}}^2}{r} * m_{\text{nst.max}}$$

$$F_{\text{ods.}} = \frac{32,1875^2}{1400} * 1455 = \frac{1036,0352}{1400} * 1455 = \mathbf{1\ 076,7365\ N}$$

### 3.5.1.1.2 Určení brzdné síly:

Pro určení brzdné síly je potřeba znát brzdné zpomalení. Brzdná dráha při rychlosti vozidla 50 km/h je 28 metrů. Z toho 14 metrů je dáno reakční dobou řidiče. Tedy pro rychlost vozidla 50 km/h je brzdná dráha 14m. Brzdnou sílu si tedy vypočteme pomocí mechaniky. [26]

Rychlost  $v = v_0 - a_b * t$  – jelikož se jedná o rovnoměrně zpomalený pohyb

$v = 0$  jelikož se jedná o zastavení vozidla

$$v_0 = a_b * t \dots\dots t = \frac{v_0}{a}$$

Vztah pro dráhu:

$$s = v_0 * t - \frac{1}{2} * a_b * t^2$$

Dosadíme za t:

$$s = v_0 * t - \frac{1}{2} * a_b * t^2$$

$$s = \frac{v_0^2}{a_b} - \frac{1}{2} * a_b * \left(\frac{v_0}{a_b}\right)^2$$

$$s = \frac{v_0^2}{a_b} - \frac{1}{2} * \frac{v_0^2}{a_b}$$

$$s = \frac{1}{2} * \frac{v_0^2}{a_b}$$

Potřebujeme určit brzdné zpomalení  $a_b$ :

$$v_0 = 50 \text{ km/h} = 13,9 \text{ m/s}$$

$$a_b = \frac{1}{2} * \frac{v_0^2}{s}$$

$$a_b = \frac{1}{2} * \frac{13,9^2}{14}$$

$$a_b = 6,9 \text{ m/s}$$

Určení brzdné síly působící na nástavbu:

$$F_b = m * a_b$$

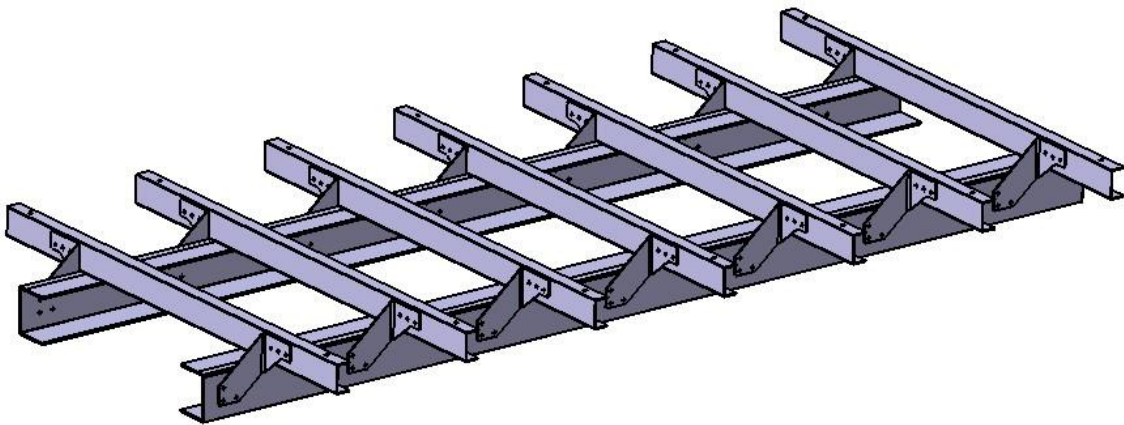
$$F_b = 1455 * 6,9 = 10039,5 \text{ N}$$

### 3.5.1.2 Pomocný rám varianty dle orgánové struktury

#### 3.5.1.2.1 Varianta A pomocného rámu

##### 3.5.1.2.1.1 Popis varianty A

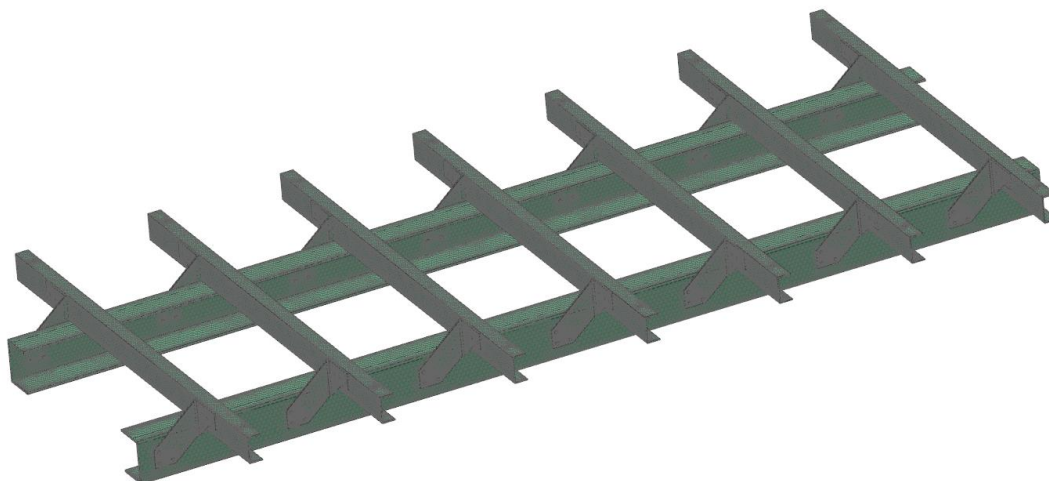
Podélníky jsou tvořeny z U profilů 110x80x5mm, v nich jsou umístěny trojice děr pro uchycení ohýbaného plechu pomocí šroubů. Příčnický jsou taktéž z U profilů s trojicí děr pro přišroubování k ohýbanému plechu. Uchycení k rámu vozidla je provedeno skrze podélníky. Materiál rámu i ohýbaného plechu je EN AW-6061 (AlMg1SiCu). Tato slitina se obvykle používá rámy nákladních automobilů, železniční vozy a mosty. Materiálové vlastnosti pro tuto slitinu jsou mez kluzu  $R_{p0,2} = 250 \text{ MPa}$  a mez pevnosti  $R_m = 290 \text{ MPa}$ . [27]



Obr. 23: Varianta A - pomocného rámu

### 3.5.1.2.1.2 Tvorba sítě MKP

Na tento pomocný rám byla provedena FEM analýza. Nejdříve se model zasíťoval pro MKP. Podélníky a příčníky rámu byly zasíťované pomocí 3D elementů CTETRA(10) o velikosti 10mm. Ohýbaný spojovací plech za pomoci CTETRA(10) s velikostí elementů 4mm.



Obr. 24: Varianta A s vytvořenou sítí

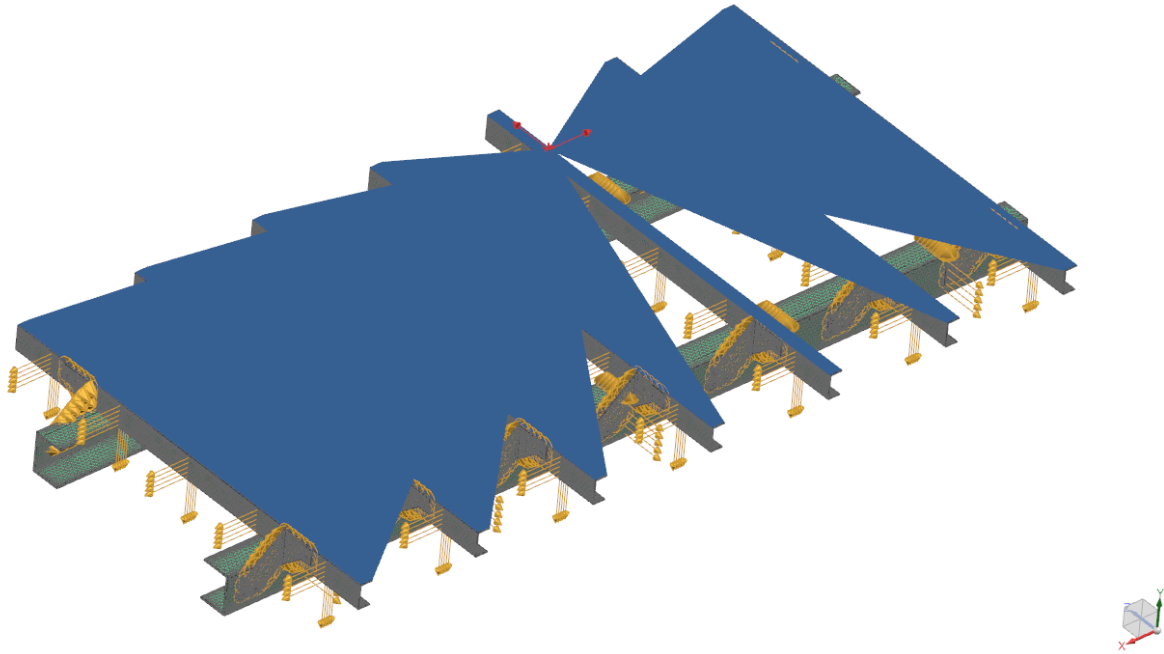
### 3.5.1.2.1.3 Okrajové podmínky pro výpočet

Jelikož se jedná o posouzení variace a ne výsledný výpočet, bylo zidealizováno šroubové spojení. Toto spojení je nahrazeno vazbou Glue. (Neuvažuje se deformace šroubů pod hlavou, předepnutí, jedná se o pevnou vazbu mezi sešroubovanými prvky). Mezi podélníky a příčníky je vazba Surface contact s koeficientem tření  $f=0,2$ . Na nástavbu působí 3 síly. Jedná se o brzdnu sílu, odstředivou sílu a gravitační sílu od nástavby. Jelikož není známa přesná poloha těžiště, byl vybrán ideální stav a to přímo uprostřed půdorysu rámu ve výšce 50 cm nad horní plochou příčníku. Tyto síly působí z těžiště a s rámem jsou spojeny pomocí vazby Point to Face, kdy Face je horní plocha příčníků. Přes spodní části podélníků je rám vetknutý.

$$F_{ods.} = 1\,076,7365 \text{ N}$$

$$F_b = 10039,5 \text{ N}$$

$$F_G = m * g = 1455 * 9,81 = 14\,273,55 \text{ N}$$

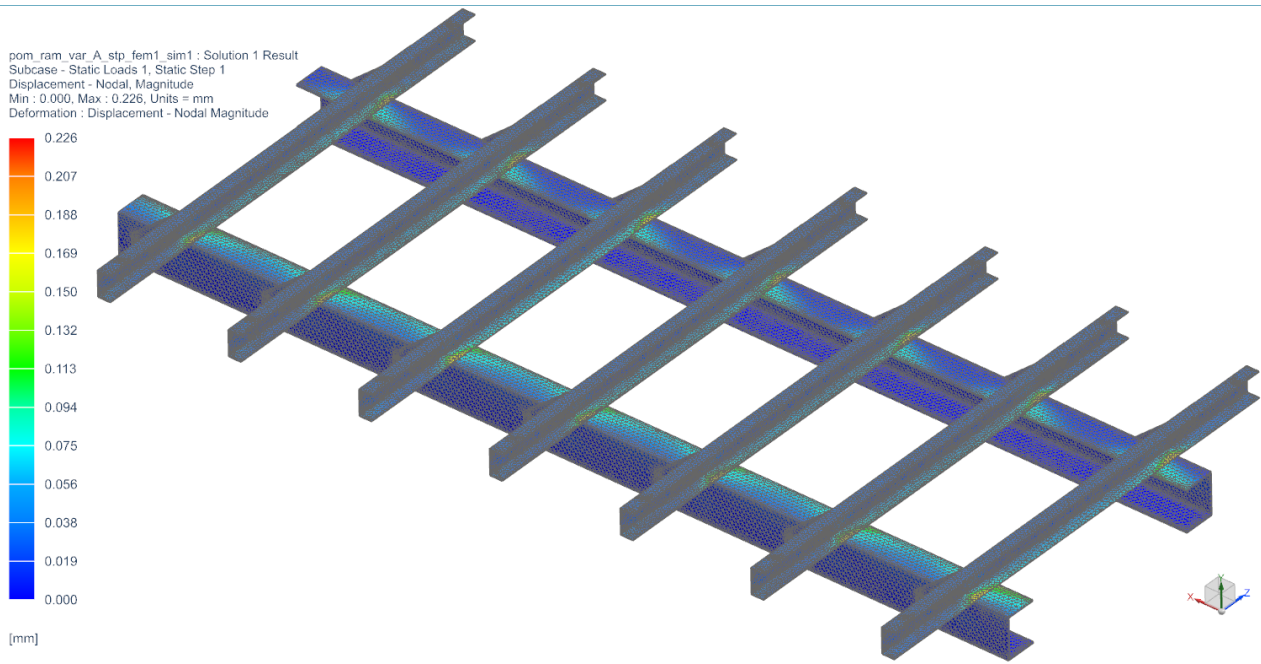


Obr. 25: Varianta A - okrajové podmínky

#### 3.5.1.2.1.4 Výsledky FEM varianty A

##### 3.5.1.2.1.4.1 Displacement

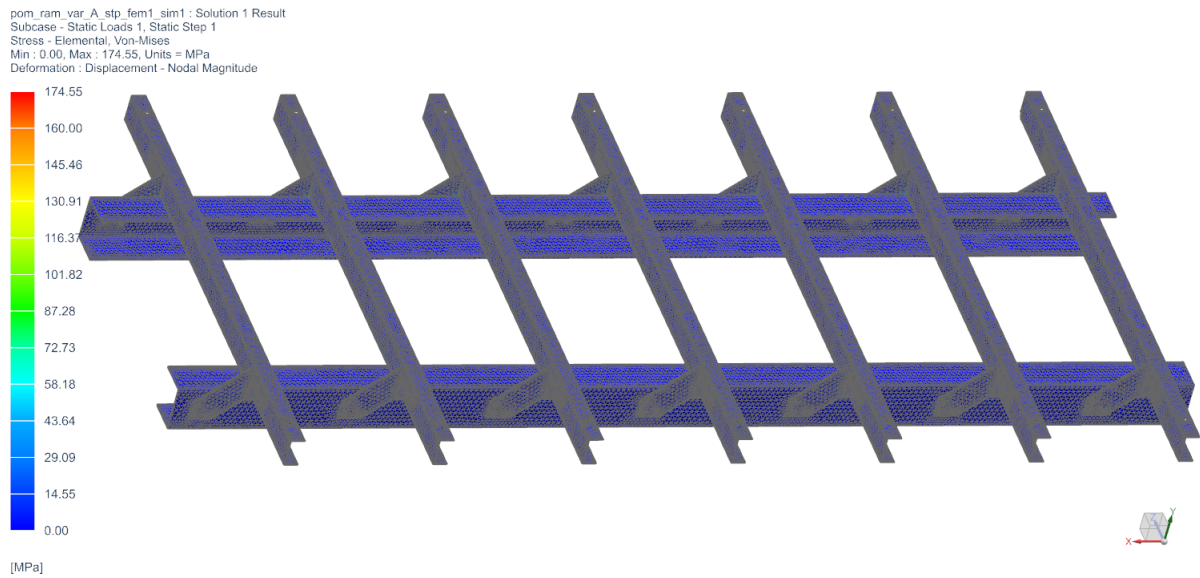
Na obrázku obr. 26 je patrné, že největší deformace je v místě kontaktu příčníků a podélníků. Jedná se o místo kontaktu hrany a plochy. I v tomto případě je max. deformace 0,226mm.



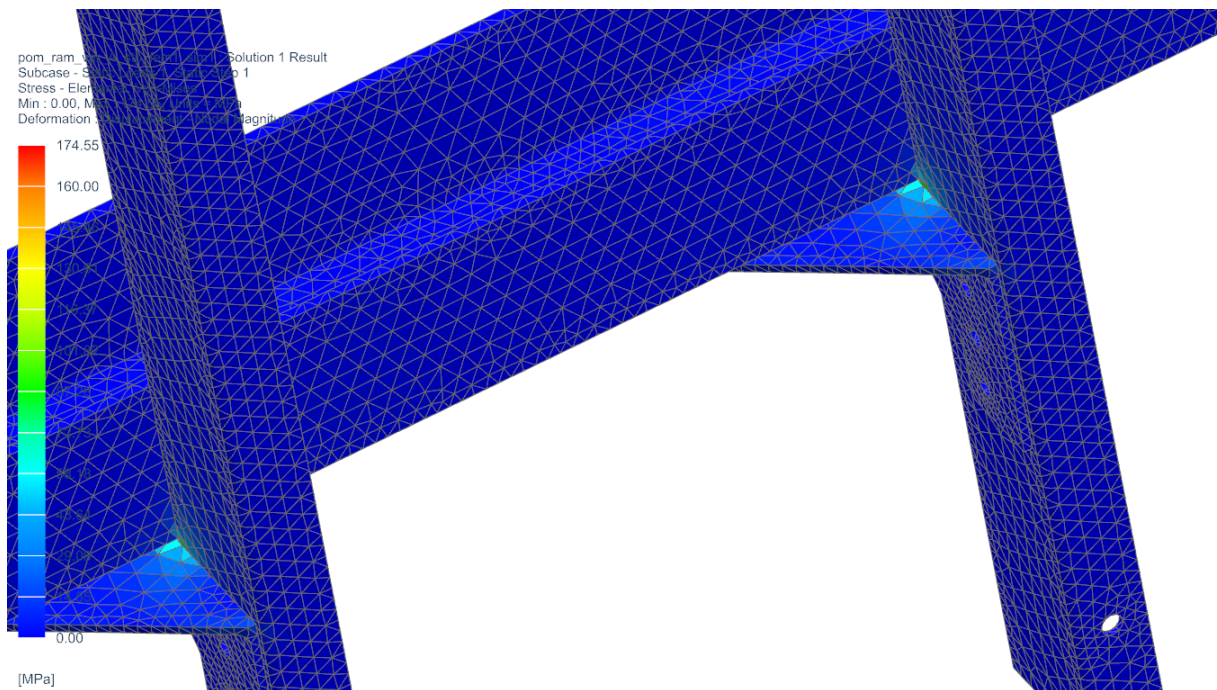
Obr. 26: Varianta A - displacement

### 3.5.1.2.1.4.2 Napětí

Na obrázku obr. 27 je vidět škála napětí. Napětí v celém rámu je do 60 MPa. Avšak v místě styku hrany podélníků a příčnicků je špička napětí a to 174,55 MPa viz obrázek obr. 28 Tuto špičku můžeme zanedbat kvůli výše zmiňovanému ostrému kontaktu hrany a plochy.



Obr. 27: Varianta A- napětí v rámu



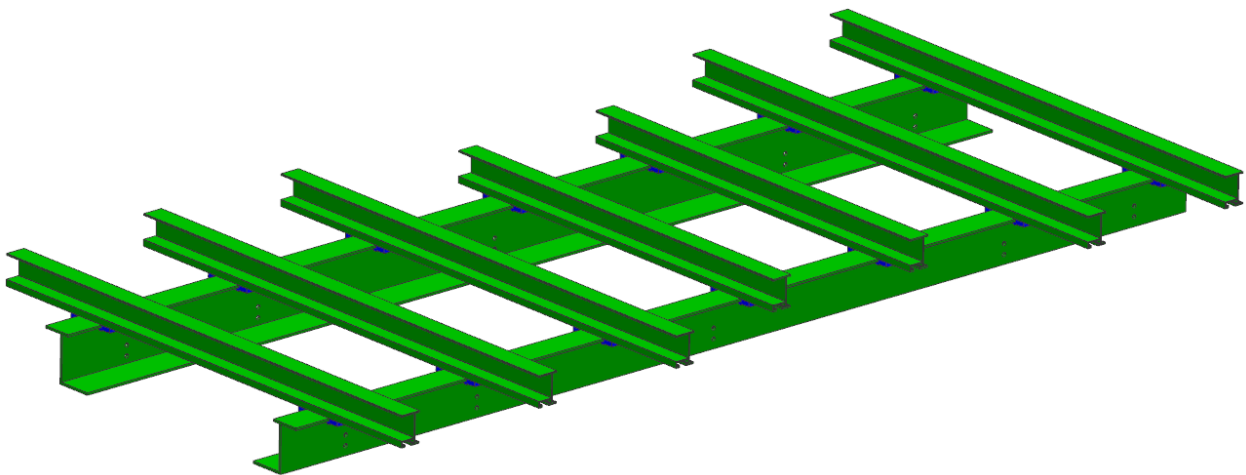
Obr. 28: Varianta A – Max. napětí detail

Vzhledem k použití slitiny EN AW-6061 (AlMg1SiCu) s materiálovými vlastnostmi jako je mez kluzu  $R_{p02} = 250$  MPa a mez pevnosti  $R_m = 290$  MPa se tato součást zdá být předimenzovaná, je třeba si uvědomit, že bylo aplikované pouze statické zatížení, které se zpravidla bere jako 1/3 dynamického

### 3.5.1.2.2 Varianta B pomocného rámu

#### 3.5.1.2.2.1 Popis varianty B

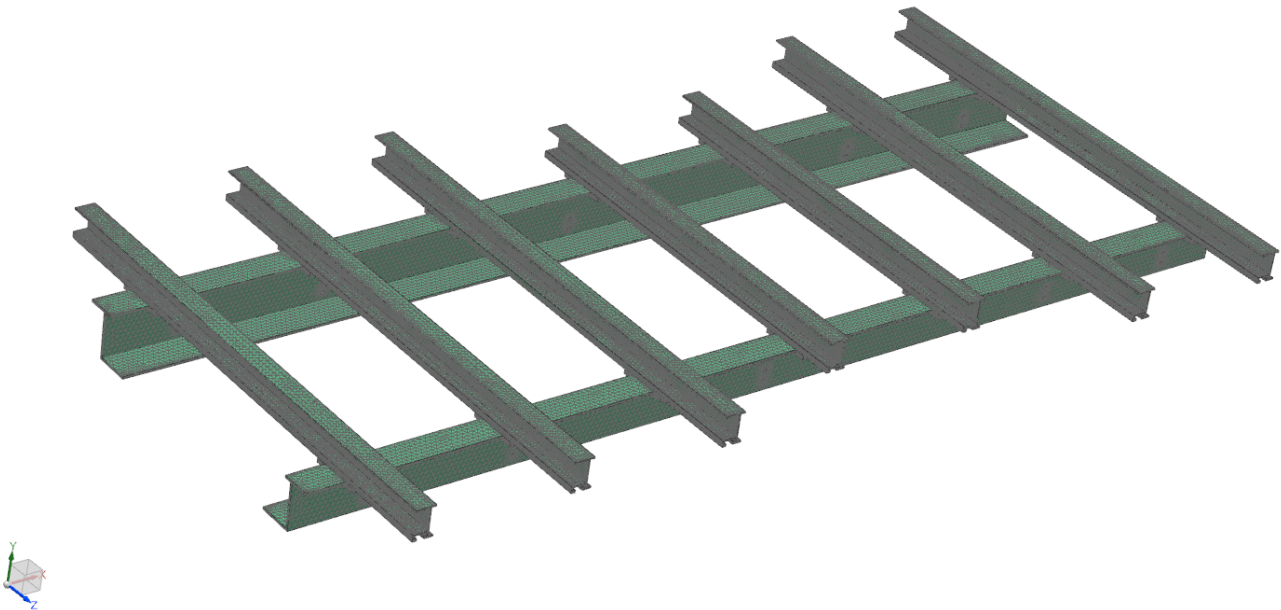
Podélníky jsou tvořeny z T profilů 110x60x5mm. Příčnický jsou z I profilů s drážkou pro T-matic. Oba tyto profily jsou dodávány firmou ALU - SV. Podélníky s příčnický jsou spojeny pomocí svorek a T-matic v drážce příčnicků. Uchycení k rámu vozidla je provedeno skrze podélníky. Materiál rámu je jako u předchozího konstrukčního řešení EN AW-6061 (AlMg1SiCu). Materiálové vlastnosti pro tuto slitinu jsou mez kluzu  $R_{p02} = 250$  MPa a mez pevnosti  $R_m = 290$  MPa. [27]



Obr. 29: Varianta B – pomocného rámu

### 3.5.1.2.2.2 Tvorba sítě

Na tento pomocný rám byla. Stejně jako předchozí pomocný rám byl i tento zasít'ovaný a to pomocí 3D elementů CTETRA(10) o velikosti 10mm. Svorky a T- matice za pomocí CTETRA(10) s velikostí elementů 4mm. Výsledek je vidět na obrázku obr. 30.



Obr. 30: Varianta B s vytvořenou sítí

### 3.5.1.2.2.3 Okrajové podmínky

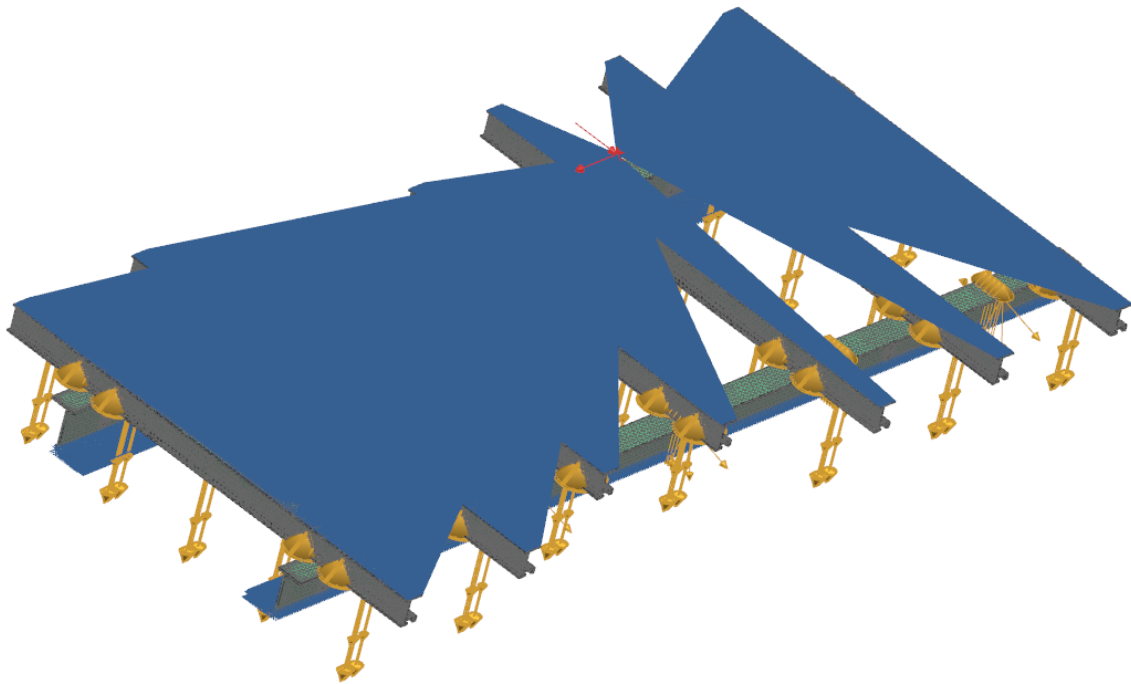
Jelikož se jedná o posouzení variace a ne výsledný výpočet, bylo zidealizováno šroubové spojení. Mezi T-maticí a svorkou je tedy vazba Glue. (Neuvažuje se deformace šroubů pod hlavou, předeprnutí, jedná se o pevnou vazbu mezi sešroubovanými prvky). Mezi podélníky a příčníky je vazba Surface contact s koeficientem tření  $f=0,2$ . Na nástavbu působí jako v předchozím případě 3 síly. Jedná se o brzdnou sílu, odstředivou sílu a gravitační sílu od nástavby. Jelikož není známa přesná poloha těžiště, byl vybrán ideální stav a to přímo uprostřed půdorysu rámu ve výšce 50 cm nad horní plochou příčníku jako v předchozím případě. Tyto síly působí z těžiště a s rámem jsou spojeny pomocí vazby Point to Face, kdy Face je horní plocha příčníků. Přes spodní části podélníků je rám vetknutý.

$$F_{ods.} = 1\,076,7365 \text{ N}$$

$$F_b = 10039,5 \text{ N}$$

$$F_G = 14\,273,55 \text{ N}$$



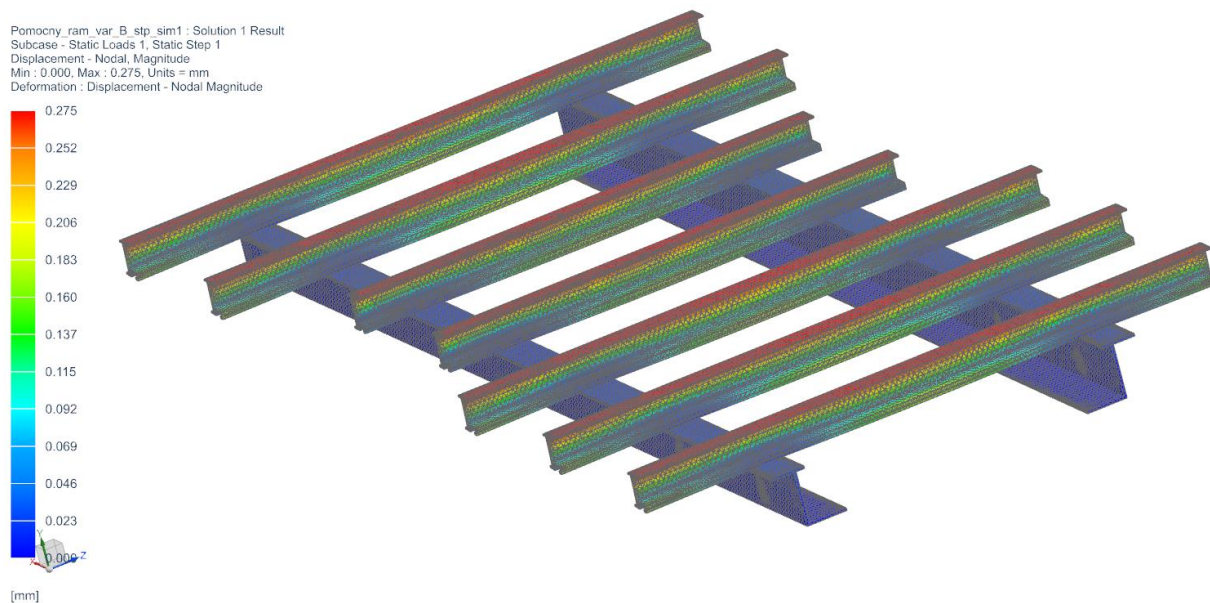


Obr. 31: Varianta B – okrajové podmínky

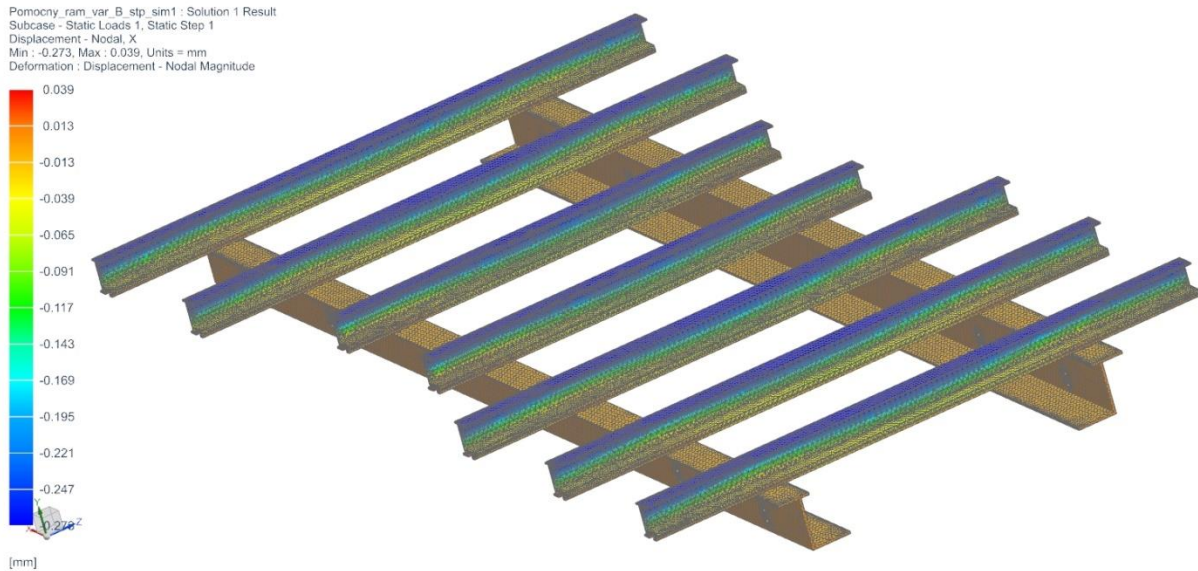
### 3.5.1.2.2.4 Výsledky FEM varianty B

#### 3.5.1.2.2.4.1 Displacement

Na obrázku obr. 32 je patrné, že největší deformace jsou v místě kontaktu příčníků a nástavbou. Největší složka této deformace je proti směru osy X od brzdné síly viz obrázky obr. 33 o velikosti 0.275 mm ve zbylých dvou osách je deformace v řádu 0,04-0,06 mm.



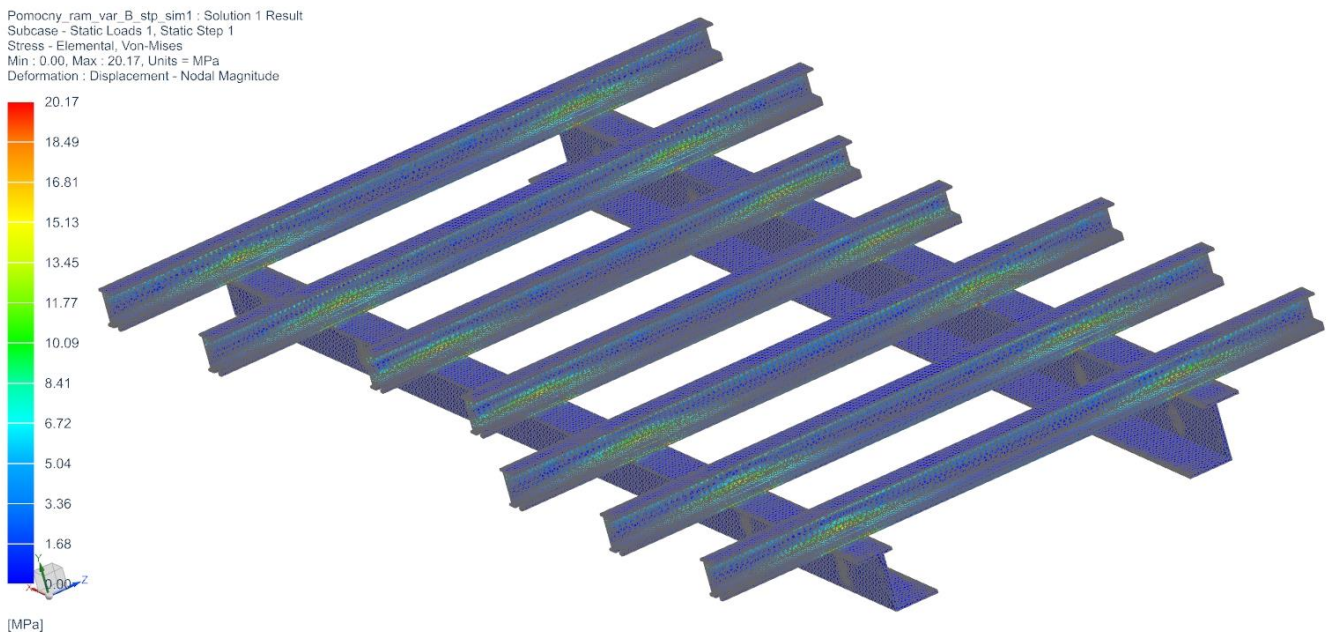
Obr. 32: Varianta B – magnitude displacement



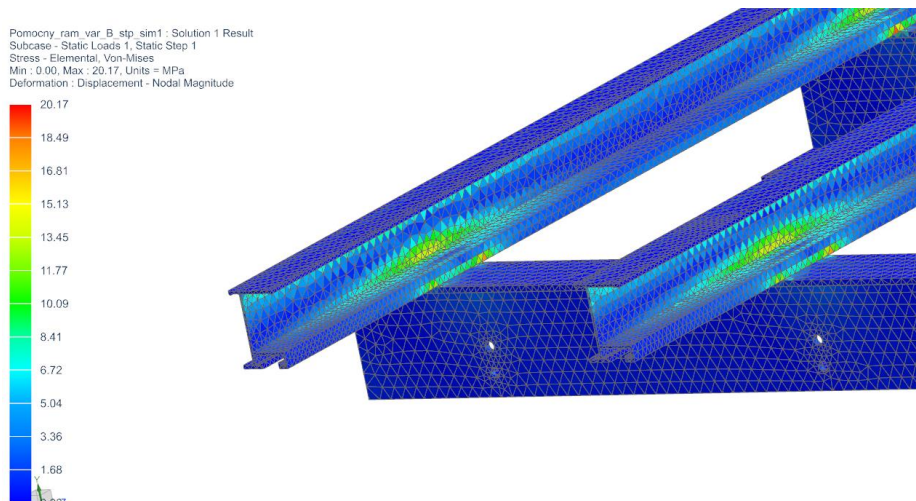
Obr. 33: Varianta B – displacement v ose x

#### 3.5.1.2.2.4.2 Napětí

Na obrázku obr. 34 je vidět škála napětí. Napětí v celém rámu je do 20,17 MPa. Toto napětí se nachází na styku hrany podélníků a příčnicku viz obrázek obr. 35. Ve zbytku rámu je napětí do 16 MPa.



Obr. 34: Varianta B- napětí v rámu



Obr. 35: Varianta B – detail napětí

### 3.5.1.3 Vyhodnocení variant pomocných rámců:

Pro vyhodnocení variant byla vytvořena tabulka s hodnocením jednotlivých vlastností. Jednotlivé kritéria hodnocení jsou v tabulce tab. 5.

Tab. 5: Hodnocení vlastností pomocných rámců

Kritéria hodnocení TS	Hodnocené varianty		
	Var. A	Var. B	Ideál
Tuhost systému	4	3	4
Spolehlivost	4	3	4
Bezpečnost	3	4	4
Váha	2	4	4
Součet	13	14	16
rel. hodnocení užitečných vlastností	0,81	0,88	1
Konstrukční jednoduchost	2	3	4
Cena	3	4	4
Nutnost tech. úprav a výroba	2	3	4
Součet	7	10	12
rel. hodnocení užitečných vlastností	0,58	0,83	1
Celkové hodnocení	20	24	28
	<b>0,71</b>	<b>0,86</b>	<b>1</b>

Dle hodnocení vlastností systému byla vybrána varianta B rámu i přes větší deformace v řádu setin mm, avšak uvnitř rámu je menší napětí. Dále výroba rámu obsahuje méně technologických úprav a díly lze nakoupit u specializovaného prodejce. Není třeba vlastní výroba ohýbaného plechu na míru.

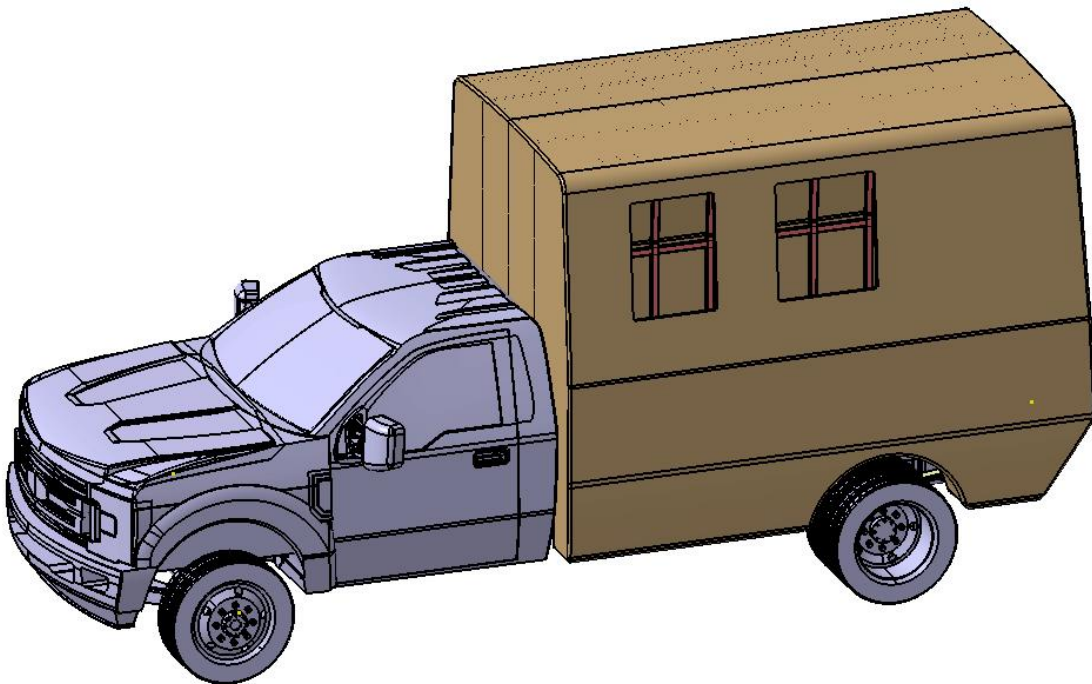
### 3.5.2 Konstrukce skříňové nástavby a přístupu do ní

Zde budeme vybírat z 2 variant provedení. Jedná se o:

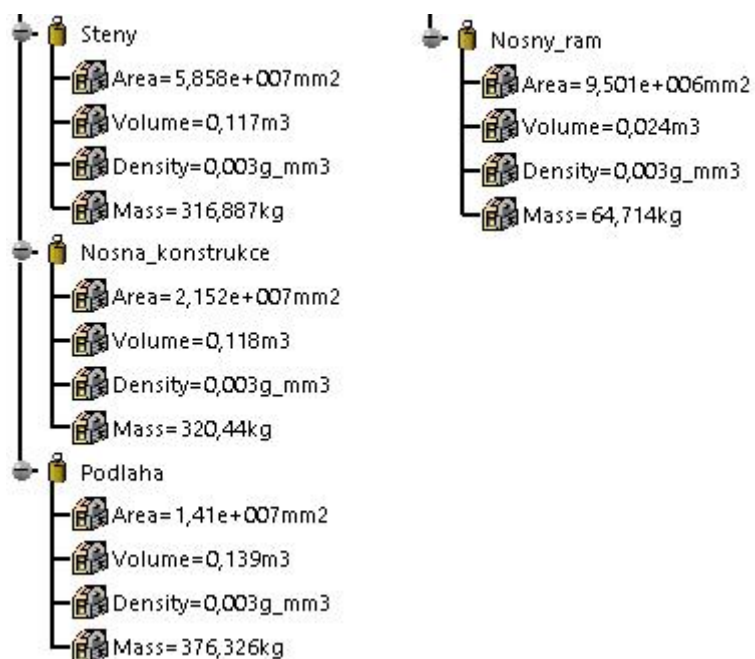
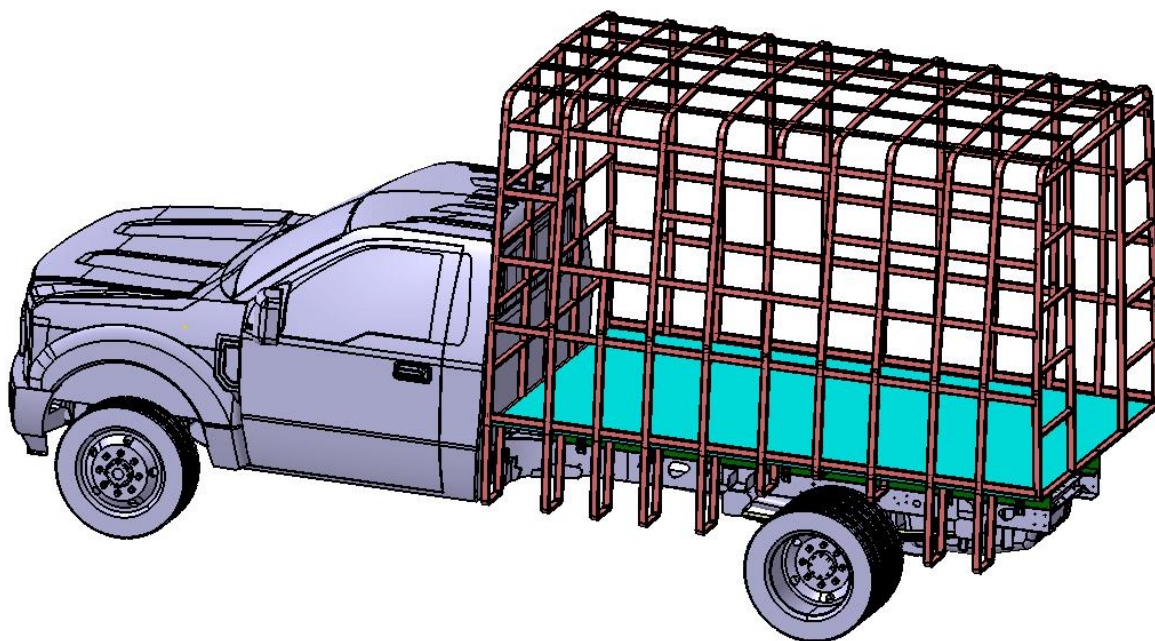
- Skříň s ocelovou konstrukcí s bočnicemi vytvořenými z plechu s nášlapy
- Skříň tvořená hliníkovou nosnou konstrukcí s plastovými deskami a výsuvnými schůdky

#### 3.5.2.1 Skříň s ocelovou konstrukcí s bočnicemi vytvořenými z plechu s nášlapy

Jednalo se o první konstrukční provedení skříně. Tato varianta je tvořena hliníkovou podlahou. K ní jsou přišroubovány ocelové ohýbané profily, které tvoří nosnou část skříně. Na tyto profily je přichycený plech, který tvoří skříň nástavby.



Obr. 36: Koncept skříně s ocelovými profily a bočnicemi vytvořenými z plechů



Obr. 37: Kostra konceptu a v CATII V5 zjištěné váhy

Celková váha skříně bez vybavení a osob je tedy:

$$m_{\text{celk.}} = m_{\text{steny}} + m_{\text{nosna_konstrukce}} + m_{\text{podlaha}} + m_{\text{nosny_ram}}$$

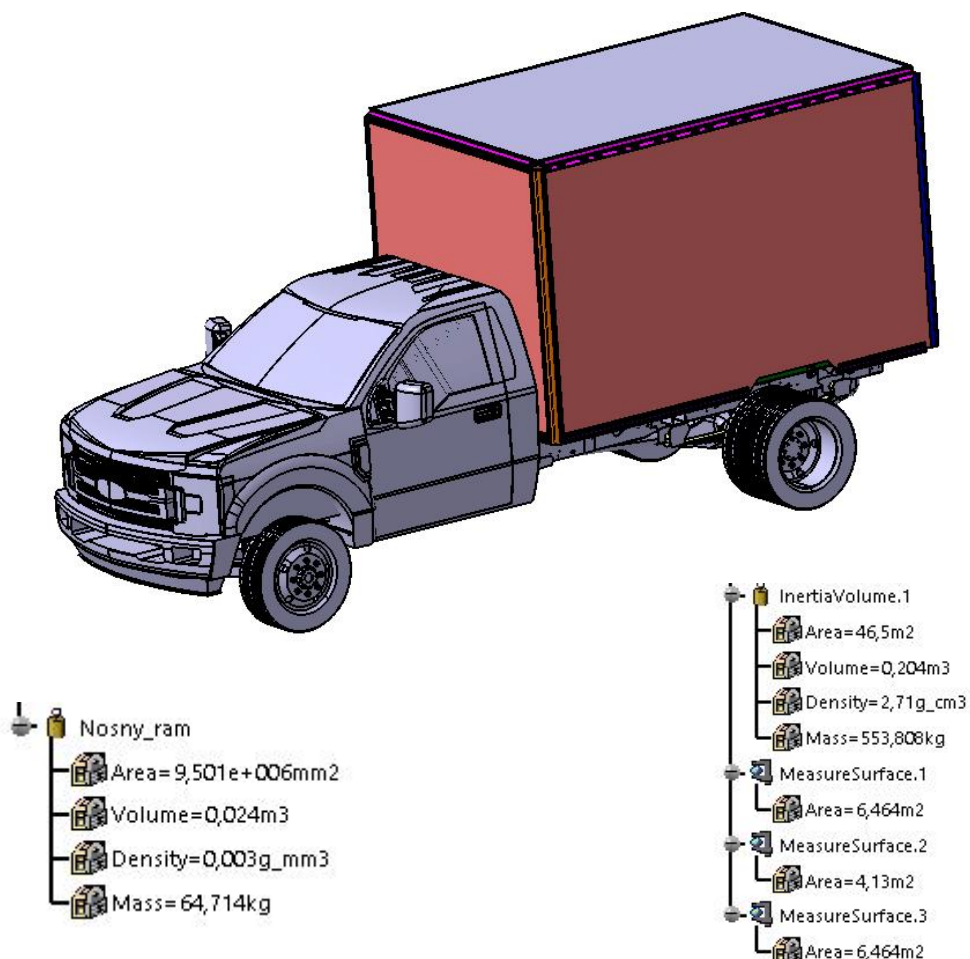
$$m_{\text{celk.}} = 316,887 + 320,44 + 376,326 + 64,714$$

$$m_{\text{celk.}} = 1078,367 \text{ kg}$$

Jelikož je maximální možná nosnost nástavby 1455 kg. Zbylo by na vybavení interiéru a převoz osob  $m_{\text{vyb.}} = 1455 - 1078,367 = 376,633$  kg. Tato hmotnost není dostačující pro vybavení ani pro převoz 6 osob. Pokud by 1 osoba vážila 80 kg tak už nesplňujeme váhový limit pro vozidlo a jeho rám. Proto tuto variantu dále nebudeme uvažovat.

### 3.5.2.2 Skříň tvořená hliníkovou nosnou konstrukcí s deskami Plywood a výsuvnými schůdky

Tato varianta je nejvíc ekonomicky výhodná, co se týče technologických úprav a montáže skříně. Jedná se o stavbu skříně z nakoupených hliníkových profilů od firmy ALU-SV. Tyto jsou nařezány na požadované délky a smontovány a slepeny. Tato varianta má také nízkou hmotnost. Hmotnost rámu je 64,714 kg, Hmotnost desek je pro tloušťku 20mm 14,8kg na m<sup>2</sup>. Hmotnost desek se tedy rovná  $m_{\text{desk.}} = 14,8 * (4,13 + 2 * 6,464) = 252,45$  kg a hmotnost hliníkových profilů je 553,8 kg.

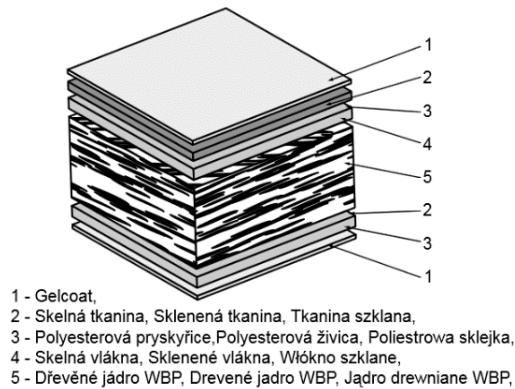


Obr. 38: Koncept skříně s hliníkovými profily a Plywood deskami

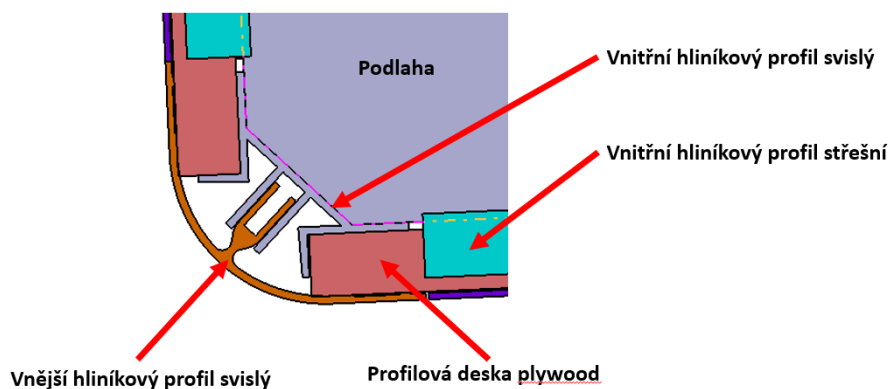
$$m_{\text{celk.}} = m_{\text{desk.}} + m_{\text{hliníkové\_profily}} + m_{\text{nosny\_ram}}$$

$$m_{\text{celk.}} = 252,45 + 553,8 + 64,714$$

$$m_{\text{celk.}} = 870,964 \text{ kg}$$



Obr. 39: Složení desky Plywood



Obr. 40: Koncepce spojení hliníkových profilů a profilových desek

### 3.5.2.3 Vyhodnocení variant skříní:

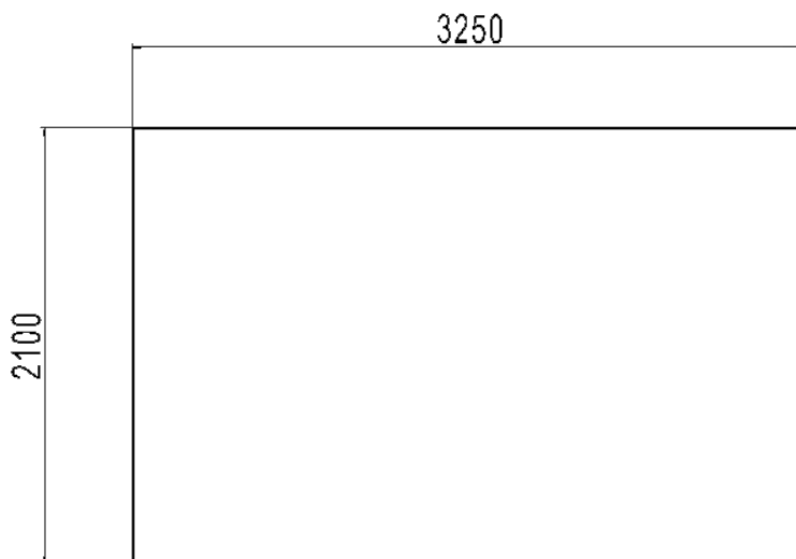
Jelikož varianta s ocelovou konstrukcí a plechovými bočnicemi neprošla kvůli váhovým požadavkům na skřín. Volím variantu složenou z Plywood desek a hliníkových profilů. Jako alternativa k této variantě by mohla být celoplastová svařená skřín. Ale z hlediska pracovního vozu je potřeba mít co nejvíce volného prostoru uvnitř skříně. U svařovaných plastových konstrukcí je třeba celou skořápku vyztužovat profily, je to nutný konstrukční a technologický postup pro tvorbu těchto skříní. Další nevýhodou je vysoká pořizovací cena technologie sváření plastů pro kusovou výrobu. Příklad je na obrázku obr. 41. Na tomto obrázku je i vidět nutné vyztužení profily.



Obr. 41: Nástavba pomocí svařování plastů včetně výztuh firmy ZHT[28]

### 3.5.3 Interiér skříňové nástavby

Z návrhu skříně byl získán půdorys pro ustavení interiéru skříně, namontování a rozestavení vybavení pro pracovní vůz a hlavně usazení 6ti členné posádky. Půdorys s rozměry vidíme na obrázku obr. 42.



Obr. 42: Půdorys interiéru skříně a maximální zástavbový prostor

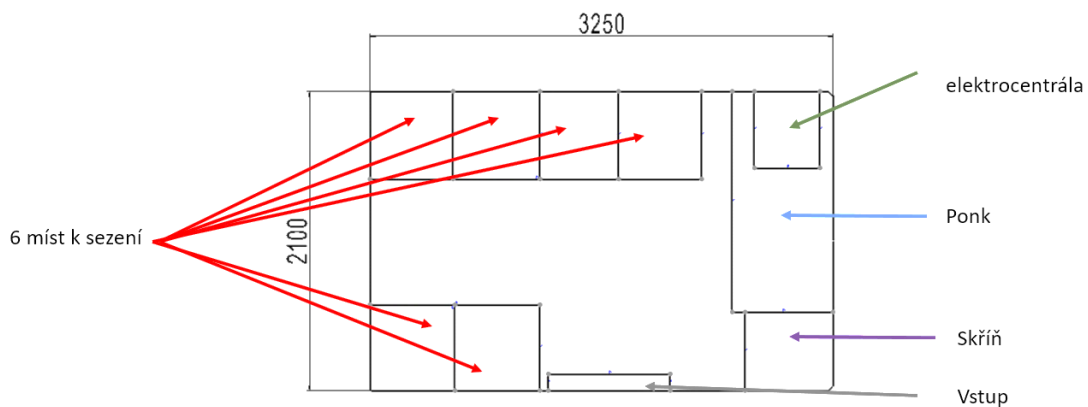
Mezi vybavení, které je dle specifikace požadavků třeba umístit do nástavby je ponk se svěrákem a šuplíky na nářadí, nejlépe osvětlený, skříň pro ochranné pomůcky a další nářadí, generátor el. energie a v neposlední řadě místo k sezení pro 6 lidí. Dále je třeba určit, z jaké



strany nástavby bude vytvořen vstup. Pro rozestavení těchto zařízení a míst k sezení byly vytvořeny 2 koncepty uspořádání interiéru.

### 3.5.3.1 Koncept A rozestavení uvnitř skříně

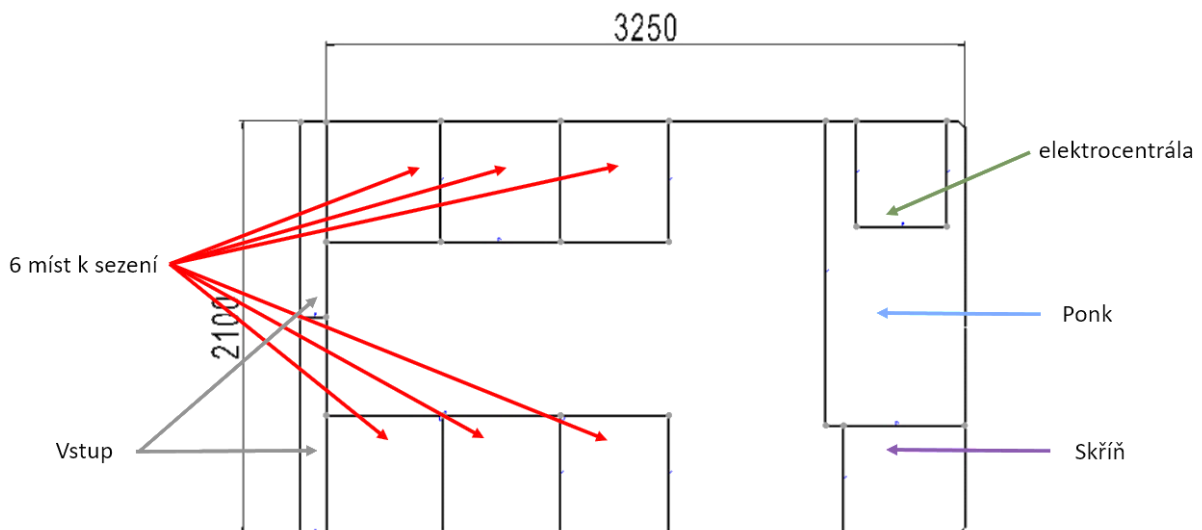
Tento koncept má přístup z pravého boku při pohledu na vozidlo zezadu z důvodu, že pracovní vozy jsou zaparkované u krajnice a posádka bude vystupovat mimo komunikaci. Vstup je zajištěn pomocí nášlapů. Ponk je umístěn u zadní stěny nástavby. Podél levé strany nástavby jsou umístěny 4 místa k sezení. Více se jich do řady nevejde z důvodu umístění ponku. Další místa jsou tedy z levé strany u dveří. Dveře jsou pouze jednokřídlé z důvodu malého zástavbového bočního prostoru. Celý návrh je vidět na obrázku obr. 43.



Obr. 43: Koncept A rozestavení uvnitř skříně

### 3.5.3.2 Koncept B rozestavení uvnitř skříně

Tento koncept má přístup do nástavby ze zadní části, jsou zde implementovány výsuvné schůdky, které zajistí vhodné nakládání materiálu i náradí. Uspořádání uvnitř skříně je odlišné od konceptu A v rozložení sedaček, které jsou rozdělené na levou i pravou stranu po třech. Toto řešení je vhodné z důvodu rovnoměrnějšího rozložení hmotnosti uvnitř skříně. Zadní část skříně má dostatek prostoru pro 2 křídla dveří. Celé rozestavení je vidět na obrázku obr. 44.



Obr. 44: Koncept B rozestavení uvnitř skříně

### 3.5.3.3 Vyhodnocení variant interiérů nástavby

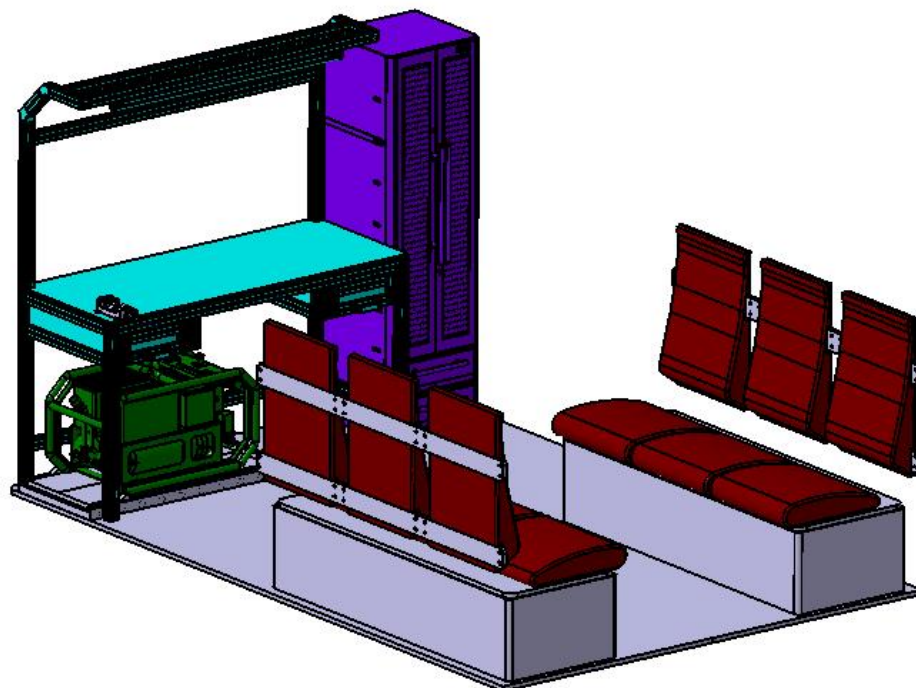
Tab. 6: Hodnocení variant interiérů

Kritéria hodnocení TS	Hodnocené varianty		
	Varianta A	Varianta B	Ideál
Rozložení hmotnosti	2	4	4
Bezpečnost	2	4	4
Vhodnost přístupu do nástavby	4	3	4
Konstrukční jednoduchost	3	4	4
Technologická náročnost	3	3	4
<b>Součet</b>	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>20</b>
<b>Celkové hodnocení</b>	<b>0,7</b>	<b>0,9</b>	<b>1</b>

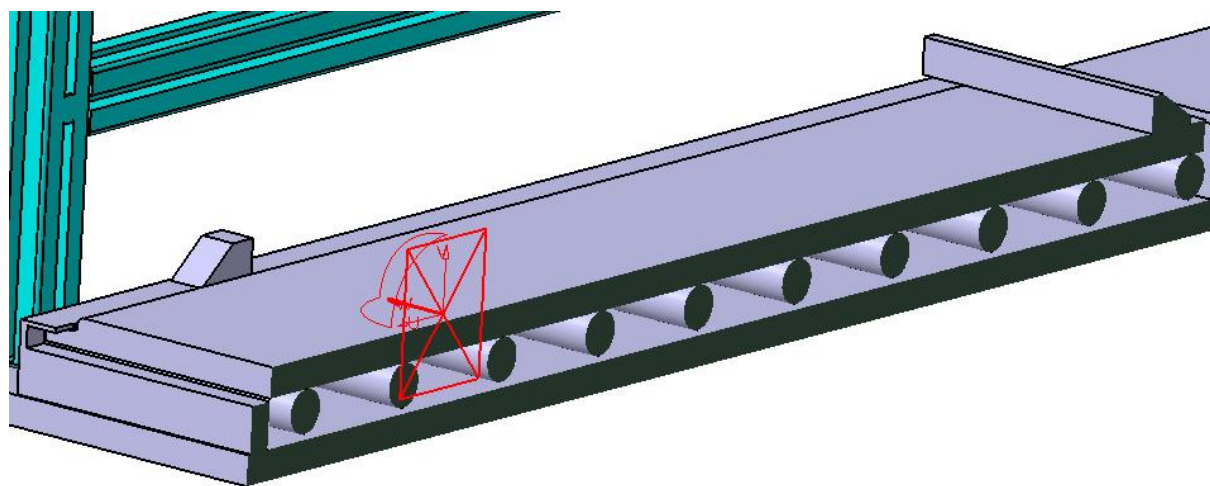
Dle vyhodnocení je vhodnější varianta B. Toto bych zdůvodnil hlavně lepším rozložením hmotnosti, kdy těžiště umístěno téměř v podélné ose vozidla. Toto zabezpečí lepší jízdní vlastnosti a také rovnoměrné opotřebení pneumatik, zavěšení kol a další součástí vozidla. Zadní dvoukřídlé dveře zajistí dostatek prostoru pro naskladnění materiálu a výsuvné schůdky zase skvělý přístup do nástavby. Technologická náročnost výroby je minimální, jelikož je počet míst na obou stranách stejný půjde díly zrcadlové použít.

### 3.5.3.4 Vizualizace interiéru

Na vizualizaci interiéru bylo využito knihovny GRABCAD.com, zde byl stažen model centrály, skříně a svěráku. Ponk je tvořen hliníkovými profily, je k němu přidáno i osvětlení. Centrála je umístěna na výsuvný panel. Tento je tvořen válečkovou drahou, výsuvným panelem a dorazy. Je to z toho důvodu, aby centrálu nebylo nutné přenášet přes celou skříně, ale pouze z venku otevřít boční část skříně a centrálu si ven vysunout. Lavice pro sezení jsou otevíratelné, což umožňuje další uložení náradí nebo materiálu. Opěrné plochy sedačky jsou namontované na plošinu a ta je přišroubovaná ke konstrukci skříně. Opěrky byly vymodelované na základě standartu naklonění sedačky pro lidské tělo a s ohledem na ergonomii.



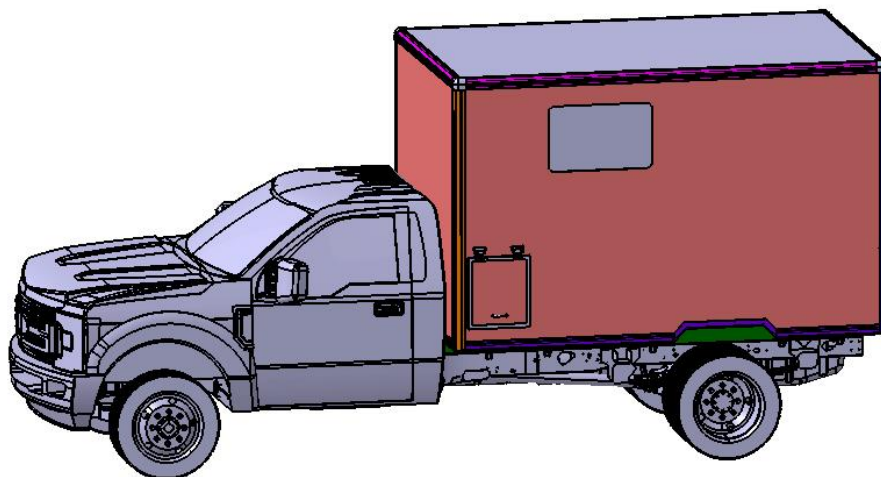
Obr. 45: Vizualizace interiéru pracovního vozidla



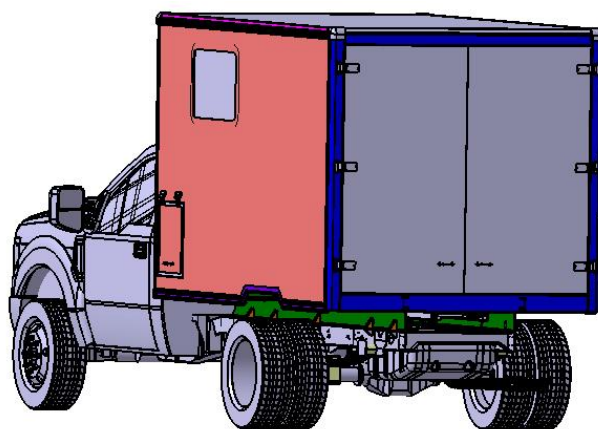
Obr. 46: Řez válečkové trati pro výsuvný panel pro centrálu

## 4 Popis finální varianty

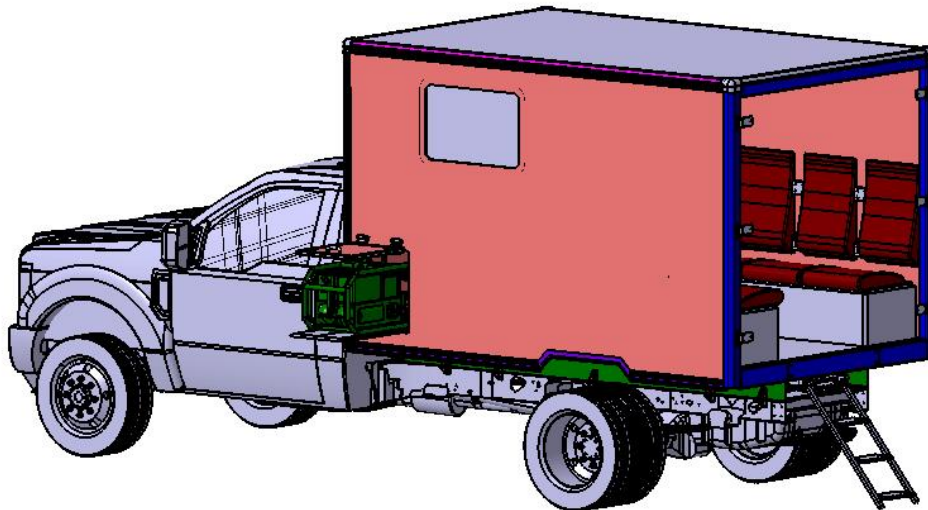
Finální varianta je složením 3 podoblastí. Jedná se o vybraný rám, skříň a interiér. Rám je složen z podélníků profilu T. K podélníkům jsou pomocí svorek a T- matic přišroubované příčnický profilu I. Tyto příčnický jsou nosiči nástavby. Nástavba je k příčnickům také přišroubovaná pomocí T-matic a svorek. Tělo nástavby je složeno z Plywood desek popsanych na obrázku obr. 39, hliníkových profilů spojených s deskami šrouby a lepením. Na zadní části skříně je portál pro uchycení pantů dveří a dvoukřídlých dveří. Z levého boku je skříň otevíratelná z důvodu možnosti vysunutí centrály na posuvné konstrukci. Střecha je kvůli odlehčení tvořena zahnutými hliníkovými profily a laminátem. Vstup do skříně je vytvořen pomocí výsuvných schůdků namontovaných na příčnický rámu. Skříň má také v bočnicích vytvořená okna pro dostatečné osvětlení interiéru. Interiér skříně obsahuje 6 míst k sezení, ponk se svěrákem a šuplíky na nástroje. Další výbavou je elektrocentrála, skříň pro uložení náradí a ochranných pomůcek. Další prostor pro materiál a náradí je získán otevírajícími se lavicemi. Dále je ve stropě nainstalované bodové osvětlení a ponk samotný obsahuje další světlo. Spodní část nástavby mezi příčnický může sloužit k uchycení dalších přídatných skříněk, které ovšem nejsou dále řešeny. K automobilu je vhodné naistalovat střešní spoiler z důvodu lepší aerodynamičnosti při jízdě vozidla s nástavbou.



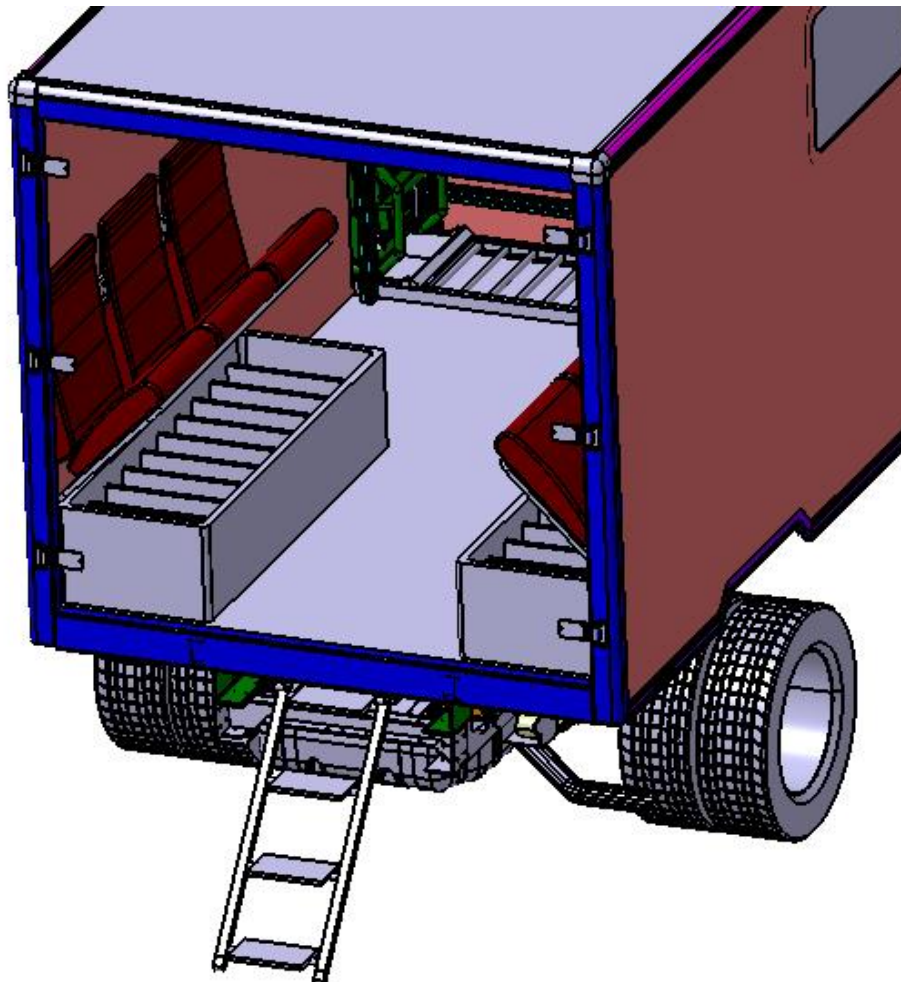
Obr. 47: ISO pohled na finální návrh nástavby



Obr. 48: ISO pohled na zadní část nástavby s dvoukřídlými dveřmi



Obr. 49: ISO pohled na nástavbu s vysunutou centrálou na plošině a vysunutými schůdky (Zadní dveře jsou skryté)



Obr. 50: Pohled na zadní část nástavby s pohledem do interiéru s otevřenými prostory v lavicích

## 5 Závěr

Cílem práce bylo navrhnout nástavbu na vozidlo PICK-UP. Tato nástavba měla být pro pracovní účely. Nástavba je uchycená k vozidlu pomocí montážního rámu. Navržené konstrukční řešení je sub optimální variantou pro tvorbu této nástavby. Jelikož se jedná o kusovou výrobu, je toto řešení vhodnou variantou, neboť je tvořené z nakoupených hliníkových profilů a Plywood desek nařezaných na potřebné rozměry. V teoretické části je popsáno, jaké druhy provedení nástaveb jsou k dispozici a jejich popis. Dále je zde rozebráno spojení vozidla s nástavbou, konstrukční řešení a kde je vhodné použít pružné a kde tuhé spojení montážního rámu nástavby s vozidlem a také na jaké typy vozidel je možné použít nástavby. Teoretická část dále obsahuje zákonné požadavky pro přestavbu vozu a tvorbu nástavby. Praktická část začíná volbou vozidla pro nástavbu a to vozidla Ford F-350. Pro tuto nástavbu je dále vypracována specifikace požadavků, která přechází v černou skříňku návrhu nástavby pracovního vozidla. Tato černá skříňka slouží jako podklad pro určení funkcí nutné pro tuto nástavbu. Řešením těchto funkčních částí je rozebráno v orgánové struktuře. Následně práce přechází ke koncepci nástavby pracovního vozidla. Tato část je rozdělena na 3 podoblasti a to montážní rám, skříň a interiér skříně. Každá podoblast obsahuje variace řešení a jejich hodnocení. Hodnocení rámu je podpořeno výpočty FEM. Zhodnocením těchto podoblastí byly z každé vybrané sub-optimální varianty a jejich kombinací vznikl konečný návrh nástavby. Tento návrh nástavby byl vytvořen v 3D datech pomocí software CATIA V5 a byly prezentovány 3D obrázky a vytvořeny výkresy.

## Seznam použitých zdrojů

- [1] Valníkové nástavby[online], [cit. 2020-10-6], dostupné z:  
<https://www.paragantrucks.cz/nastavby/valnikove-nastavby/>
- [2] UHER, Milan. *Rám přívěsu se sklápěcí nástavbou*. Brno, 2009. Diplomová práce (Ing.). Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automobilního a dopravního inženýrství.
- [3] Sklopné nástavby[online], [cit. 2020-11-01], dostupné z:  
<https://www.vezeko.cz/cs/privesy-a-nastavby/automobilove-nastavby/sklopne-nastavby>
- [4] Skříňové nástavby[online], [cit. 2020-11-06], dostupné z:  
<https://www.vezeko.cz/cs/privesy-a-nastavby/automobilove-nastavby/skrinove-nastavby>
- [5] Skříňové nástavby na vozidla PICK-UP[online], [cit. 2020-11-13], dostupné z:  
<http://pragaautomotive.cz/cz/blog-detail/246/multifunkcni-pick-up/>
- [6] VOJTĚCH, Vratislav. *Návrh konstrukce nosiče kontejnerů jako nástavby nákladního automobilu Isuzu N60*. Liberec, 2014. Diplomová práce (Ing.). Technická univerzita v Liberci, Fakulta strojní, Katedra vozidel a motorů.
- [7] Sklápeč kontejneru Mercedes[online], [cit. 2020-11-13], dostupný z:  
[https://portal.mercedes-benz-trucks.com/cs\\_CZ/magazine/transport/03-2018/meiller-skip-loader-based-on-an-antos.html](https://portal.mercedes-benz-trucks.com/cs_CZ/magazine/transport/03-2018/meiller-skip-loader-based-on-an-antos.html)
- [8] Expediční vozidla[online], [cit. 2020-11-13], dostupné z:  
<http://pragaautomotive.cz/cz/typy-nastaveb/expedicni-vozidla/>
- [9] VLK, František. *Stavba motorových vozidel: Osobní automobily, autobusy, nákladní automobily*,... Brno: František Vlk, 2003. ISBN 80-238-8757-2.
- [10] Hasičské nástavby s pomocným rámem[online], [cit. 2020-11-27], dostupné z:  
<https://www.tht.cz/cs/zasahove-pozarni-automobily/rychly-zasahovy-automobil/rychly-zasahovy-automobil-toyota-hilux-7043-61>
- [11] Hardtop[online], [cit. 2020-11-27], dostupný z: <https://www.alu-cab.cz/hardtop/>
- [12] Směrnice pro nástavbáře: Trucknology Generation L a M (TGL/TGM)[online]. 2. vyd. Mnichov: MAN Truck & Bus, 2013 [cit. 2020-12-14]. Dostupné z:  
[https://www.manted.de/manted/aufbaurichtlinien/\\_pdf/tgl\\_tgm\\_cz.pdf](https://www.manted.de/manted/aufbaurichtlinien/_pdf/tgl_tgm_cz.pdf)
- [13] New Daily E6: Bodybuilders Instructions[online]. 2. Turín: Iveco S.p.A., 2017 [cit. 2020-12-14]. Dostupné z: <http://ibb.iveco.com/en/SitePages/TechnicalInformation.aspx>
- [14] Scania Truck Bodybuilder [online]. 22:10-693 Vydání 5 2020-04-01 [cit. 2020-12-14]. Dostupné z:  
[http://139.122.199.107/groups/bwd/documents/bwm/xzaw/mdew/~edisp/bwm\\_0001058\\_22.pdf](http://139.122.199.107/groups/bwd/documents/bwm/xzaw/mdew/~edisp/bwm_0001058_22.pdf)
- [15] Klopení podvozku[online], [cit. 2020-12-28], dostupný z:  
[https://roadstars.mercedes-benz.com/cs\\_CZ/magazine/2018/april/out-and-about-in-australia-the-zetros-off-road-capability-put-to-the-test.html](https://roadstars.mercedes-benz.com/cs_CZ/magazine/2018/april/out-and-about-in-australia-the-zetros-off-road-capability-put-to-the-test.html)
- [16] DVOŘÁK, Vladimír. *Návrh plastové nástavby pro požární automobil Avia DVS*. Plzeň, 2018. Diplomová práce (Ing.). Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta strojní, Katedra konstruování strojů.

- [17] Výroba a přestavba vozidla[online], [cit. 2021-1-10], dostupné z:<https://www.mdcz.cz/Zivotni-situace/Vyroba-a-prestavba-vozidla/prestavba-vozidla>
- [18] Zákon č. 56/2001 Sb. [online], [cit. 2021-1-10], dostupný z:  
<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-56#cast3>
- [19] Přehled legislativy pro přestavby vozidla[online], [cit. 2021-1-10], dostupný z:  
<https://dekra.cz/wp-content/uploads/2018/02/prehled-legislativy.pdf>
- [20] Konstrukce skříňové nástavby od spol. Alsap[online] [cit. 2021-3-10, dostupná z:  
<https://www.alsap.cz/>
- [21] Konstrukce skříňové nástavby od spol. Alu-S.V.[online] [cit. 2021-3-10, dostupná z:  
<http://www.alu-sv.com/cs/download/dokumentace/skrinove-nastavby/ARCAL-Lite.pdf>
- [22] Knihovna CAD modelů pro chassi a vybavení.[online] [cit. 2021-4-10, dostupná z:  
Grabcad.com
- [23] Specifikace vozidla Ford F-350[online], [cit. 2021-2-10], dostupné z:  
<https://manualzz.com/doc/23820085/2008-f-250-f-350-f-450-f-250-f-350-f-450>
- [24] Aplikace normy ČSN 73 6101[online], [cit. 2021-4-10], dostupná z:  
<https://www.fce.vutbr.cz/PKO/SaD/pdf/aplikace.pdf>
- [25] Specifikace vozidla Ford F-350, max. rychlost [online], [cit. 2021-3-10], dostupné z:  
<https://www.vehiclehistory.com/questions/what-is-the-ford-f350-top-speed-131967>
- [26] Určení brzdné dráhy pro rychlost 50 km/h [online], [cit. 2021-4-10], dostupné z:  
<https://www.policie.cz/clanek/uzemni-odbor-trutnov-dopravni-inspektorat-rychlost.aspx>
- [27] Meze pevnosti a použití hliníku EW-6061[online], [cit. 2021-4-16], dostupné z:  
<https://proal.cz/hlinik/slitiny-hliniku/en-aw-6061/>
- [28] Nástavba svařená z plastů[online], [cit. 2021-5-04], dostupné z:  
<http://www.zht.cz/plastove-nastavby/index.php/cz/>



## **PŘÍLOHA č. 1**

**CAD modely navržené nástavby na přiloženém CD**

## **PŘÍLOHA č. 2**

### **Výkresová dokumentace**