

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
**FAKULTA STROJNÍ**

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství  
Studijní obor: 2301T001 Dopravní a manipulační technika

## **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Návrh plastové nástavby pro požární automobil Avia DVS

Autor: **Bc. Vladimír DVOŘÁK**

Vedoucí práce: **doc. Ing. Ladislav NĚMEC, CSc.**

Akademický rok 2017/2018

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Vladimír DVOŘÁK**

Osobní číslo: **S16N0008P**

Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**

Studijní obor: **Dopravní a manipulační technika**

Název tématu: **Návrh plastové nástavby pro požární automobil Avia DVS**

Zadávací katedra: **Katedra konstruování strojů**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Základní požadavky:

Navrhněte plastovou nástavbu pro automobil Avia DVS, která bude koncepčně podobná stávající ocelové nástavbě. Návrh proveďte tak, aby nástavbu bylo možné jednoduše přemístit na alternativní podvozek vozidla stejné hmotnostní kategorie. Dále navrhněte postup schvalování pro provoz na pozemních komunikacích včetně potřebných zkoušek pro zařazení vozidla do IZS.

Základní technické údaje:

Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

Osnova diplomové práce:

1. Úvod
2. Rešerše
3. Postup schvalování
4. Konstrukční návrh
5. Zhodnocení a závěr

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**  
Rozsah kvalifikační práce: **50-70 stran A4**  
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**  
Seznam odborné literatury:

**ŠUMAN-HREBLAY, M. *Hasičská vozidla*. Brno: CPress, 2017**

**VLK, F. *Stavba motorových vozidel*. Brno: nakl. František Vlk, 2003**

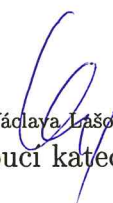
*Podkladový materiál, výkresy, katalogy, apod. poskytnuté zadavatelem úkolu.*

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Ladislav Němec, CSc.**  
Katedra konstruování strojů  
Konzultant diplomové práce: **Ing. Jiří Čejka**  
STS Prachatice, a.s.

Datum zadání diplomové práce: **19. září 2017**  
Termín odevzdání diplomové práce: **21. května 2018**



Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.  
děkan



Doc. Ing. Václava Lašová, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Plzni dne 19. září 2017

## **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>	<b>Příjmení</b> Dvořák	<b>Jméno</b> Vladimír	
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	2301T001 „Dopravní a manipulační technika“		
<b>VEDOUcí PRÁCE</b>	<b>Příjmení (včetně titulů)</b> doc. Ing. Němec, CSc.	<b>Jméno</b> Ladislav	
<b>PRACOVÍŠTĚ</b>	ZČU - FST - KKS		
<b>DRUH PRÁCE</b>	<b>DIPLOMOVÁ</b>	<del><b>BAKALÁŘSKÁ</b></del>	<b>Nehodící se škrtněte</b>
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Návrh plastové nástavby pro požární automobil Avia DVS		

<b>FAKULTA</b>	Strojní	<b>KATEDRA</b>	KKS	<b>ROK ODEVZD.</b>	2018
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

**POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)**

<b>CELKEM</b>	81	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	71	<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	10
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

<b>STRUČNÝ POPIS</b>	Diplomová práce se zaměřuje na účelové nástavby hasičských vozidel. Obsahuje základní rozdělení a řešerši v oblasti požárních vozidel, dále se zabývá způsoby uchycení a výrobou plastových nástaveb. V praktické části je uveden postup schválení vozidla s novou nástavbou a vlastní návrh polypropylenové nástavby včetně pomocného rámu a následného ověření pomocí výpočtů.
<b>KLÍČOVÁ SLOVA</b>	účelová nástavba, pomocný rám, polypropylen, schválení požárního vozidla, mkp

**SUMMARY OF DIPLOMA SHEET**

<b>AUTHOR</b>	Surname Dvořák	Name Vladimír	
<b>FIELD OF STUDY</b>	230T001 “Transport Vehicles and Handling Machinery“		
<b>SUPERVISOR</b>	Surname (Inclusive of Degrees) doc. Ing. Němec, CSc.	Name Ladislav	
<b>INSTITUTION</b>	ZČU - FST - KKS		
<b>TYPE OF WORK</b>	<b>DIPLOMA</b>	<del><b>BACHELOR</b></del>	Delete when not applicable
<b>TITLE OF THE WORK</b>	Design of the plastic vehicle body for the fire truck Avia DVS		

<b>FACULTY</b>	Mechanical Engineering	<b>DEPARTMENT</b>	Machine Design	<b>SUBMITTED IN</b>	2018
----------------	------------------------	-------------------	----------------	---------------------	------

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

<b>TOTALLY</b>	81	<b>TEXT PART</b>	71	<b>GRAPHICAL PART</b>	10
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

<b>BRIEF DESCRIPTION</b>	This diploma thesis deals with fire truck bodies. It contains basic sorting and research in the field of fire trucks. It also looks into methods of attaching and manufacturing the plastic bodies. In the practical part a procedure certification of a vehicle with a new body and own design of polypropylene body is described, including a subframe. The subframe design is verified by calculations.
<b>KEY WORDS</b>	fire truck body, subframe, polypropylen, certification of a fire truck, fem

## **Poděkování**

Tímto bych chtěl poděkovat panu doc. Ing. Ladislavu Němcovi, CSc. za odborné vedení, vstřícnost a cenné připomínky. Poděkování patří také konzultantovi Ing. Jiřímu Čejkovi a Petru Slavíčkovi z firmy STS Prachatice za předané zkušenosti, které mi pomohly při vypracování této práce. Dále chci poděkovat své rodině a přátelům, kteří mi byli oporou po celou dobu studia.

# Obsah

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b> .....	<b>12</b>
1.1	PŘEDSTAVENÍ ZADAVATELE PROJEKTU .....	13
<b>2</b>	<b>HISTORICKÝ VÝVOJ POŽÁRNÍCH VOZIDEL</b> .....	<b>14</b>
2.1	VÝVOJ POŽÁRNÍCH VOZIDEL VE SVĚTĚ .....	14
2.2	VÝVOJ POŽÁRNÍ TECHNIKY V ČESKÝCH ZEMÍCH A OKOLÍ .....	16
<b>3</b>	<b>ROZDĚLENÍ POŽÁRNÍCH AUTOMOBILŮ</b> .....	<b>18</b>
3.1	ZNAČENÍ POŽÁRNÍCH AUTOMOBILŮ .....	18
3.2	TYPOLOGIE .....	19
<b>4</b>	<b>PODVOZKY HASIČSKÝCH VOZIDEL</b> .....	<b>21</b>
4.1	RÁM PODVOZKU .....	21
4.1.1	<i>Upevnění nástaveb</i> .....	22
4.1.2	<i>Materiál montážního rámu</i> .....	25
4.2	PRŮZKUM POUŽÍVANÝCH PODVOZKŮ .....	25
4.2.1	<i>Podvozky hmotnostní kategorie L</i> .....	25
4.2.2	<i>Podvozky hmotnostní kategorie M</i> .....	27
4.2.3	<i>Podvozky hmotnostní kategorie S</i> .....	27
4.3	BUDOUCNOST POŽÁRNÍCH AUTOMOBILŮ .....	27
4.4	NÁSTAVBY HASIČSKÝCH VOZIDEL .....	28
4.4.1	<i>Materiály nástaveb</i> .....	28
4.4.2	<i>Technologie výroby nástaveb</i> .....	28
4.5	VLIV MATERIÁLOVÝCH VLASTNOSTÍ NA DIMENZOVÁNÍ PLASTOVÉ KONSTRUKCE .....	30
4.5.1	<i>Průzkum používaných plastových nástaveb</i> .....	31
<b>5</b>	<b>UPŘESNĚNÍ ZADÁNÍ</b> .....	<b>32</b>
5.1	POPIS POŽÁRNÍHO VOZIDLA AVIA DVS .....	33
<b>6</b>	<b>POSTUP SCHVÁLENÍ</b> .....	<b>33</b>
6.1	SCHVÁLENÍ AUTOMOBILU PRO PROVOZ NA POZEMNÍCH KOMUNIKACÍCH .....	33
6.1.1	<i>Náležitosti potřebné pro žádost o povolení přestavby</i> .....	34
6.1.2	<i>Legislativa a převoz osob</i> .....	35
6.1.3	<i>Důležité zákony a předpisy</i> .....	35
6.2	POSTUP CERTIFIKACE POŽÁRNÍHO VOZIDLA .....	35
6.2.1	<i>Důležité zákony a předpisy</i> .....	36
<b>7</b>	<b>SPECIFIKACE POŽADAVKŮ</b> .....	<b>38</b>
<b>8</b>	<b>KONCEPČNÍ NÁVRH</b> .....	<b>40</b>
8.1	VÝBĚR VHODNÉHO SEKUNDÁRNÍHO PODVOZKU .....	40
8.1.1	<i>Výběr typu podvozku</i> .....	40
8.1.2	<i>Výběr motoru</i> .....	41
8.2	NÁVRH FUNKČNÍ STRUKTURY .....	42
8.2.1	<i>Návrh provozně technického procesu TS</i> .....	43
8.2.2	<i>Funkční struktura TS</i> .....	44
8.3	NÁVRH ORGÁNOVÉ STRUKTURY .....	44
8.4	POPIS VARIANTY A .....	45
8.5	POPIS VARIANTY B .....	46
8.6	ROZBOR VARIANT A VÝBĚR SUB-OPTIMÁLNÍHO ŘEŠENÍ .....	47
8.7	VÝBĚR MATERIÁLU .....	48
8.8	ASPEKTY POSUZOVÁNÍ .....	48
<b>9</b>	<b>POPIS FINÁLNÍ VARIANTY</b> .....	<b>50</b>



Katedra konstruování strojů

Bc. Vladimír Dvořák

9.1	NÁSTAVBA VOZIDLA .....	50
9.1.1	Prostor pro posádku .....	51
9.1.2	Prostor pro náklad .....	51
9.2	POMOCNÝ RÁM A UPEVNĚNÍ NÁSTAVBY .....	52
9.2.1	Volba průřezu podélníků a počtu příčníků .....	52
9.2.2	Popis konstrukčního řešení .....	54
<b>10</b>	<b>PREDIKCE VLASTNOSTÍ .....</b>	<b>56</b>
10.1	VÝPOČET ZATÍŽENÍ NÁPRAV .....	64
<b>11</b>	<b>ZHODNOCENÍ .....</b>	<b>65</b>
11.1	STANOVENÍ NÁKLADŮ PRO VÝROBU NÁSTAVBY .....	66
11.1.1	Přímý materiál .....	66
11.1.2	Přímé mzdy a ostatní náklady .....	66
11.1.3	Vlastní náklady výroby nástavby a rámu .....	66
<b>12</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>67</b>

## Seznam obrázků

Obr. 1-1	STS Prachatice <sup>[29]</sup> .....	13
Obr. 1-2	CAS Liaz s plastovou nástavbou STS Prachatice <sup>[29]</sup> .....	13
Obr. 2-1	Samohybná stříkačka Fire King z roku 1899 <sup>[13]</sup> .....	14
Obr. 2-2	Požární vůz od Merryweather & Sons z roku 1909 <sup>[44]</sup> .....	15
Obr. 2-3	Hasičský automobil Adler <sup>[10]</sup> .....	16
Obr. 2-4	Praga R, r. v. 1915 se sedačkami ve stylu Braidwood <sup>[43]</sup> .....	17
Obr. 2-5	Laurin & Klement 125 s nástavbou Ebert (1927) <sup>[10]</sup> .....	17
Obr. 3-1	Značení požárních vozidel .....	18
Obr. 3-2	CAS T158 PHOENIX 4x4.2 <sup>[37]</sup> .....	19
Obr. 3-3	PHA SCANIA 6x6 <sup>[38]</sup> .....	19
Obr. 3-4	KHA IVECO TRAKKER 6x4 <sup>[39]</sup> .....	20
Obr. 4-1	Žebřinový rám F-53 (Ford) <sup>[45]</sup> .....	21
Obr. 4-2	Páteřový rám Tatra: Vlevo centrální nosná roura / vpravo s vypružením <sup>[40]</sup> .....	21
Obr. 4-3	Druhy deformací vlivem zatížení: A)Boční posuv, B)Příčný ohyb, .....	22
Obr. 4-4	Zkroucení podvozku MB 1124 AF s pružným spojením, vpravo model ze stavebnice <sup>[18][19]</sup> .....	23
Obr. 4-5	Pružný šroubový spoj přes konzoly: 1)Montážní rám, 2)Rám podvozku, 3)Podložky <sup>[17]</sup> .....	23
Obr. 4-6	Spojení s vysokou elasticitou: 1)Silentblok, 2)Talířové pružiny, 3)Šroubovitá pružina <sup>[17]</sup> .....	23
Obr. 4-7	Spoj se třmenem <sup>[16]</sup> .....	24
Obr. 4-8	Tuhé spojení pomocí podélného plechu <sup>[17][16]</sup> .....	24
Obr. 4-9	Ukázka smíšeného spojení: 1)Pomocný rám, 2)Šasi, 3)Třmen, 4)Šroubové spojení <sup>[17]</sup> .....	25
Obr. 4-10	Avia A30 DVS 12 <sup>[31][41]</sup> .....	26
Obr. 4-11	Podvozek Iveco Daily E6, vpravo nástavbou od firmy THT <sup>[28][32]</sup> .....	26
Obr. 4-12	Mercedes Benz Sprinter 518 DoKa s nástavbou od firmy KEB – EGE <sup>[8]</sup> .....	26
Obr. 4-13	SCANIA P 480 CP 16 <sup>[22]</sup> .....	27
Obr. 4-14	Koncept firmy Rosenbauer <sup>[46]</sup> .....	27
Obr. 4-15	Hrubá nástavba pro CAS MAN, vpravo nástavba s roletami <sup>[35]</sup> .....	30
Obr. 4-16	Svařování plastové nástavby <sup>[27]</sup> .....	30
Obr. 4-17	Deformace jako funkce závislá na čase <sup>[5]</sup> .....	31
Obr. 4-18	Nástavba ZHT a pohled do prostoru posádky <sup>[30]</sup> .....	31
Obr. 4-19	Nástavba DA na podvozku MAN TGL 12, napravo prostor pro posádku <sup>[33]</sup> .....	32
Obr. 6-1	Obecné schéma postupu schválení přestavby vozidla .....	34
Obr. 6-2	Obecné schéma postupu certifikace požárního vozidla .....	37
Obr. 8-1	Porovnávání rozměrů podvozku, (zdroj: úprava z [47]) .....	41
Obr. 8-2	Black Box transformačního procesu TS .....	43
Obr. 8-3	Úplný provozní transformační proces TS .....	43
Obr. 8-4	Rám varianty A .....	45

Katedra konstruování strojů	Bc. Vladimír Dvořák
Obr. 8-5 Nástavba varianta A .....	46
Obr. 8-6 Rám varianta B.....	46
Obr. 8-7 Nástavba varianta B.....	47
Obr. 9-1 Tloušťka stěn nástavby .....	50
Obr. 9-2 Prostor pro posádku, detail upevnění sedaček (vlevo).....	51
Obr. 9-3 Prostor pro výbavu a vnitřní roleta (vpravo) <sup>[49]</sup> .....	51
Obr. 9-4 Celkový pohled na nástavbu.....	52
Obr. 9-5 Prostor pro kolo (vlevo) <sup>[50]</sup> a použité profily (vpravo) <sup>[42]</sup> .....	53
Obr. 9-6 Pomocný rám upevněný na šasi podvozku.....	55
Obr. 9-7 Pohled na pomocný rám zespodu (včetně všech svorek) .....	55
Obr. 9-8 Použití závitové vložky (vlevo) <sup>[48]</sup> a popis spoje nástavby (vpravo) .....	56
Obr. 10-1 Zjednodušené modely pro analýzu mkp.....	56
Obr. 10-2 Síť modelů .....	57
Obr. 10-3 Okrajové podmínky - upevnění.....	57
Obr. 10-4 Okrajové podmínky - zatížení.....	58
Obr. 10-5 Výsledky analýzy – deformace v ose Z (vlevo) a ose X (vpravo) v [mm].....	58
Obr. 10-6 Zjednodušený model rámu.....	59
Obr. 10-7 Ukázka sítě modelu .....	59
Obr. 10-8 Okrajové podmínky rámu - upevnění.....	60
Obr. 10-9 Okrajové podmínky rámu - zatížení .....	60
Obr. 10-10 Výsledky analýzy – deformace ve směru Y v [mm].....	61
Obr. 10-11 Výsledky analýzy – deformace ve směru X v [mm].....	61
Obr. 10-12 Výsledek analýzy – deformace celková v [mm].....	62
Obr. 10-13 Výsledek analýzy – redukované napětí von Mises v [MPa].....	62
Obr. 10-14 Výsledek analýzy – napěťová špička, hodnoty napětí v [MPa] .....	63
Obr. 10-15 Výsledek analýzy – napětí po zanedbání napěťové špičky v [MPa].....	63
Obr. 10-16 Poloha těžiště a schéma pro výpočet (vpravo) (zdroj: úprava z [47]) .....	64
Obr. 10-17 Nástavba s podvozkem a zadní stěnou kabiny (označen modrou barvou) .....	65

## Seznam tabulek

Tab. 2-1 Zastoupení druhu pohonu v Německu <sup>[10]</sup> .....	16
Tab. 4-1 Výběr některých metod svařování plastů <sup>[4]</sup> .....	29
Tab. 5-1 Technické parametry Avia DVS A30 <sup>[20]</sup> .....	33
Tab. 7-1 Specifikace požadavků na TS – část 1 .....	38
Tab. 7-2 Specifikace požadavků na TS – část 2 .....	39
Tab. 7-3 Specifikace požadavků na TS – část 3 .....	40
Tab. 8-1 Orientační rozměry podvozků .....	40
Tab. 8-2 Specifikace vybraného motoru <sup>[47]</sup> .....	42
Tab. 8-3 Funkční struktura TS.....	44
Tab. 8-4 Morfologická matice pro TS (část 1) .....	44
Tab. 8-5 Morfologická matice pro TS (část 2) .....	45
Tab. 8-6 Hodnocení variant.....	47
Tab. 8-7 Porovnání materiálů nástavby.....	48
Tab. 9-1 Vstupní parametry pro výpočet <sup>[51]</sup> .....	53
Tab. 10-1 Výsledky výpočtu a maximální hodnoty zatížení.....	65
Tab. 11-1 Kalkulace přímého materiálu .....	66
Tab. 11-2 Kalkulace ostatních nákladů, ceny v [Kč] .....	66

## Přílohy

Příloha č. 1 - Výpočet šroubového spoje v prostředí MitCalc

**Přehled použitých zkratk a symbolů**

A	[m]	...	Rozvor vozidla
A <sub>1</sub>	[-]	...	Součinitel vlivu rázové pevnosti materiálu
A <sub>2K</sub>	[-]	...	Součinitel vlivu okolního média
a <sub>b</sub>	[m.s <sup>-2</sup> ]	...	Brzdné zrychlení
COC	---	...	Certificate of Conformity (prohlášení o shodě)
COV	---	...	Certifikační orgán pro certifikaci výrobků
DVS	---	...	Deutscher Verband für Schweißtechnik
E	[Pa]	...	Youngův modul
E <sub>c</sub>	[Pa]	...	Sečný modul tečení
F <sub>b</sub>	[N]	...	Brzdná síla
f <sub>d</sub>	[-]	...	Dlouhodobý koeficient svaru
F <sub>g</sub>	[N]	...	Gravitační síla
F <sub>iy</sub>	[N]	...	Síly působící ve svislém směru
F <sub>K</sub>	[N]	...	Tažná síla
F <sub>od</sub>	[N]	...	Odstředivá síla
F <sub>sod</sub>	[N]	...	Odstředivá síla vztažená na 1 svorku
F <sub>v</sub>	[N]	...	Výsledná síla působící na šroub
HZS ČR	---	...	Hasičský záchranný sbor České republiky
IZS	---	...	Integrovaný záchranný systém
J <sub>i</sub>	[m <sup>4</sup> ]	...	Moment setrvačnosti
K	[Pa]	...	Mez pevnosti (polymery)
k	[-]	...	Součinitel bezpečnosti
K <sub>O</sub>	[N.m <sup>2</sup> ]	...	Ohybová tuhost
l	[m]	...	Vzdálenost těžiště k přední nápravě
MB	---	...	Mercedes Benz
M <sub>HA</sub>	[kg]	...	Celková hmotnost připadající na zadní nápravu vozidla
M <sub>iA</sub>	[N.m]	...	Moment k bodu A
m <sub>n</sub>	[kg]	...	Předpokládaná maximální hmotnost nástavby
M <sub>o</sub>	[kg]	...	Hmotnost osoby
M <sub>PHA</sub>	[N.m]	...	Hmotnost podvozku připadající na zadní nápravu vozidla
M <sub>PVA</sub>	[N.m]	...	Hmotnost podvozku připadající na přední nápravu vozidla
M <sub>va</sub>	[N.m]	...	Celková hmotnost připadající na přední nápravu vozidla

Katedra konstruování strojů

Bc. Vladimír Dvořák

$O_f$	[N]	...	Valivý odpor
$O_P$	[N]	...	Odpor přivěsu
$O_S$	[N]	...	Odpor stoupání
$O_x$	[N]	...	Vzdušný odpor
$O_Z$	[N]	...	Odpor zrychlení
$P$	[W]	...	Výkon
PE	---	...	Polyethylen
PMS (PS)	---	...	Přenosná motorová stříkačka
PP-B	---	...	Polypropylen – blokový kopolymer
$r$	[m]	...	Poloměr oblouku vozovky
$R_A$	[N]	...	Reakce v místě A
$R_B$	[N]	...	Reakce v místě B
$R_{p0,2}$	[Pa]	...	(Nevýrazná) mez kluzu v tahu
$S$	[-]	...	Koeficient bezpečnosti (polymery)
sw	---	...	Software
TÚPO	---	...	Technologický ústav požární ochrany
$v$	[m.s <sup>-1</sup> ]	...	Rychlost vozidla
$W_X$	[m <sup>3</sup> ]	...	Modul průřezu v ohybu
$\varepsilon_m$	[-]	...	Mezní poměrná deformace
$\sigma_D$	[Pa]	...	Dovolené napětí
$\sigma_{max}$	[Pa]	...	Maximální redukované napětí

## 1 Úvod

Tato diplomová práce se zabývá návrhem plastové nástavby pro požární automobil. Je zde řešena otázka výroby nástavby i její uchycení k vozidlu pomocí montážního rámu. Diplomová práce je založena na projektu společnosti STS Prachatice. Cílem tohoto projektu je nahrazení stávajících nástaveb, používaných na podvozcích Avia s označením DA L1M (dříve DVS). Podvozky Avia jsou i přes své stáří stále hojně využívány, zejména u sborů dobrovolných hasičů. Vzhledem ke stáří vozidel jsou často nutné opravy nebo rekonstrukce nástaveb a právě navrhovaná nástavba tvoří alternativu řešení tohoto problému. V blízké časové době se předpokládá i náhrada samotných podvozků za nové, přičemž na tyto podvozky bude možné navrhovanou nástavbu opět použít.

V první části této práce je představen stručný vývoj požárních vozidel a rešerše současného stavu. Rešerše se skládá ze tří částí, v té první je provedeno rozdělení hasičských vozidel, druhá část se zaměřuje na používané podvozky a způsoby uchycení na rám podvozku. Teoretickou část uzavírá kapitola zabývající se celoplastovými nástavbami, s důrazem na hledisko výroby a materiálu.

Praktickou část uvozuje postup schválení (certifikace) vozidla, který řeší legislativní stránku návrhu, nezbytnou pro používání výrobku. Jedná se o postup při přestavbě vozidla s následným posouzením způsobilosti pro zařazení vozidla k IZS. Hlavní pasáží práce je návrh polypropylenové nástavby dle daných požadavků. Návrh je proveden v souladu s postupy EDSM, tzn. včetně vytvoření variant morfologickou analýzou a následného zpracování vybrané varianty. Z požadavku pro uchycení vozidla vyplynul i návrh pomocného rámu. Tento rám je v závěru ověřen pomocí výpočtu mkp.

## 1.1 Představení zadavatele projektu

Zadavatelem práce je společnost STS Prachatice. Historie firmy sahá až do 50. let 20. století. Současný koncept firmy STS (Stroje – Technika – Servis) vznikl v roce 1994. Firma se zabývá vývojem a výrobou zemědělské i lesnické techniky včetně příslušenství. Dále nabízí speciální zakázkovou výrobu z kovů nebo plastů. Společnost vyrábí pro zákazníky z různých zemí ve středoevropské oblasti.



Obr. 1-1 STS Prachatice <sup>[29]</sup>

V roce 2014 rozšířila své pole působnosti o sekci přestaveb a rekonstrukcí požárních automobilů. V současné době se zaměřují zejména na konstrukci hasičských vozidel kategorie DA-L1Z či DA-L2Z.



Obr. 1-2 CAS Liaz s plastovou nástavbou STS Prachatice <sup>[29]</sup>

## 2 Historický vývoj požárních vozidel

Požární technika a zejména vozidla mají bohatou a zajímavou historii, která zaznamenává vývoj souboje člověka s různými živly, včetně toho, na který si lidé zvykli již před mnoha staletími – ohněm. Schopnost rozdělat a udržovat oheň umožnila člověku pohodlnější život a dala mu do ruky nástroj, který je možné využít mnoha způsoby. Navzdory tomu se už od té doby projevovala i jeho ničivá síla, se kterou se musel člověk vypořádat, a to s pomocí specializované techniky, která se dodnes neustále rozvíjí. Za základ hasičské stříkačky se považuje vynález pístového čerpadla Hérónem Alexandrijským. Ačkoli byl princip stříkačky známý již před naším letopočtem, až do 16. století nebyl využit a pro boj s ohněm se uplatňovala pouze pasivní opatření. Dle záznamů vynalezl první vozovou stříkačku Antonín Platner v roce 1518. Do praxe se však stříkačka dostala až po roce 1673, kdy byla jedna taková vybavená hadicemi představena v Amsterdamu. V 19. století je ruční pohon čerpadel nahrazen parním motorem, který se používal až do prvních let 20. století. V té době se parní stříkačky ve formě povozů postupně nahrazovaly prototypy, které byly poháněny elektromotorem nebo spalovacím motorem v podobě automobilových stříkaček. <sup>[36]</sup>

### 2.1 Vývoj požárních vozidel ve světě

Pro požární vozidla začíná důležité období na začátku 19. století. V té době se využívali parní stříkačky tažené koňmi, ale také postupně se rozšiřující skupina samohybných parních stříkaček. Mezi nejvýznamnější dodavatele stříkaček pro americké sbory patřila společnost Amoskeag, naopak v Evropě vyčnívala britská firma Merryweather. Parní stříkačky se však na první pozici dlouho neudržely a na přelomu 20. století se jejich epocha chýlila ke konci. Jejich nevýhodou byla vysoká hmotnost (5 až 7 tun), která přispívala ke špatné říditelnosti, a dále neměly příliš účinné brzdy. Významná změna konstrukce stříkaček se objevila poté, co byl vynalezen benzínový spalovací motor. Na začátku 20. století se začaly používat silnější stříkačky v kombinaci s podvozky prvních automobilů.

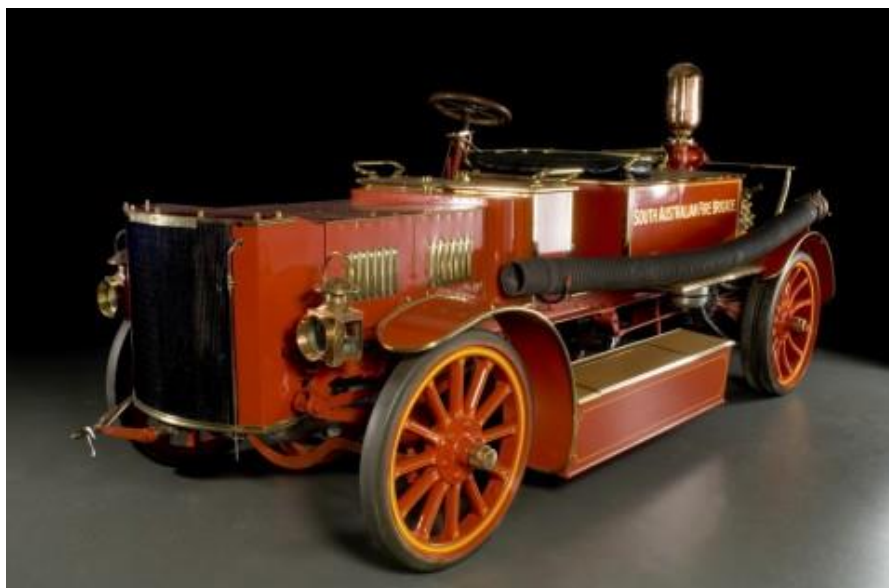


Obr. 2-1 Samohybná stříkačka Fire King z roku 1899 <sup>[13]</sup>

Katedra konstruování strojů

Bc. Vladimír Dvořák

Za první automobilovou stříkačku je označován model značky Merryweather, který byl předán hasičskému družstvu v Londýně v roce 1903. O rok později vznikl nový model, který se stal předchůdcem dnešních víceúčelových vozidel. Měl zabudovanou nádrž s čerpadlem, které poháněl přímo motor automobilu. Tento model byl také jedinečný svou výbavou – hasiči měli k dispozici trojdílný žebřík nebo hadicový naviják. Ještě před velkým nástupem vozidel s benzínovým motorem se objevilo několik prototypů poháněných elektromotorem. Od tohoto druhu pohonu se však kvůli značným nevýhodám (vysoká hmotnost olovených akumulátorů, nutnost akumulátory dobíjet, velký zástavbový prostor) odstoupilo.



Obr. 2-2 Požární vůz od Merryweather & Sons z roku 1909 <sup>[44]</sup>

V dalších letech konstruktéři kombinovali různé pohony automobilu a samotné stříkačky, přičemž vznikaly nové značky, které se orientovaly přímo na hasičská vozidla. Snaha co nejlépe plnit požadavky hasičů vedla ke zlepšení konstrukce hasičských vozů, které se dělily do třech skupin. První skupina vozů dopravovala zejména vodu a nástroje, druhá skupina byla vybavena žebříky a třetí skupinou byly automobilové stříkačky. Britská vozidla poslední jmenované skupiny nesla označení „Braidwood“ a byla charakteristická tím, že sedačky pro hasiče byly umístěny na boku vozidla. Posádka tak mohla během průjezdu zatáčkou spadnout z vozidla, což vedlo ke spoustě zraněním. Na to reagovaly firmy přesunutím sedaček do prostoru uvnitř nástavby, jednalo se zejména o značky Dennis nebo Leyland.

Ve 30. letech se rozšířily také diesellové motory, které používaly např. značky Perl AG nebo Mercedes-Benz. Vývoj požárních automobilů v období válek výrazně zpomalil, nicméně pro hasičské sbory se jednalo o náročnou dobu plnou častých zásahů. Ve 40. letech se ve Velké Británii používaly podvozky značek Austin, Leyland nebo Fordson. Typickým představitelem americké poválečné techniky je stříkačka Kenworth, v Evropě převládaly značky Mercedes Benz a Opel. Padesátá léta přinesla mnoho konstrukčních vylepšení. Diesellové motory se společně s posilovačem řízení postupně stávaly standardem a v konstrukci se objevovaly i nové materiály – různé slitiny a plasty. Ve výsledku to znamenalo silnější automobily, které mohly uvést více vybavení v pevné karosérii. Na konci tohoto období se u požárních automobilů poprvé objevují i automatické převodovky.



## 2.2 Vývoj požární techniky v českých zemích a okolí

Výroba hasičské techniky v českých zemích sahá do druhé poloviny 19. století. V té době se běžně používaly ruční stříkačky, které vyráběli řemeslníci – hlavně zámečníci a zvonáři. Patřil mezi ně také František Smekal, zakladatel první fabriky na stříkačky v Čechách. Postupem času se ruční stříkačky umísťovaly na dvou- či čtyřkolový podvozek, tažený koňmi. V 70. letech se rozšiřují stříkačky na parní pohon a v Praze se začaly vyrábět v roce 1875. Ačkoli ze začátku nebyly spalovací motory spolehlivé, dokázaly odstranit nevýhody parních či elektrických pohonů a pomalu nahrazovaly alternativní modely.

rok	pohon elektromotorem	pohon benzinovým motorem	benzino-elektrický motor	pohon parním strojem
1902	75	-	-	25
1903	63	-	-	37
1904	47	6	-	47
1905	38	10	-	52
1906	43	14	-	43
1907	50	19	-	31
1908	55	19	-	26
1909	59	19	1	21
1910	61	27	1	11
1911	56	32	2	10

Tab. 2-1 Zastoupení druhu pohonu v Německu <sup>[10]</sup>

V roce 1901 představila německá automobilka Adler své první požární vozidlo s jednoválcovým motorem De Dion (2,5 kW, rychlost až 20 km/h).



Obr. 2-3 Hasičský automobil Adler <sup>[10]</sup>

Katedra konstruování strojů

Bc. Vladimír Dvořák

Vývoj se netýkal pouze spalovacích motorů, které se později staly nejpoužívanějším druhem pohonu, ale také čerpadel. Objevovala se odstředivá čerpadla, jejichž výhodou je na rozdíl od pístových čerpadel nízká váha nebo konstantní tlak vody.



Obr. 2-4 Praga R, r. v. 1915 se sedačkami ve stylu Braidwood<sup>[43]</sup>

První automobilové stříkačky u nás vznikly ve společnostech Kopřivnická vozovka (dříve NW) nebo Praga. V roce 1913 byla automobilová stříkačka Praga o výkonu 1000 l/min dodána městu Plzeň. K vývoji přispěla firma Ebert, což byla továrna protipožárních motorových stříkaček i nástaveb v Praze a nesla název po svém zakladateli Ing. Bohuslavovi Ebertovi. Ebert vyvinul několik automobilových stříkaček a nechal si zapsat několik patentů, které se týkaly pohonu čerpadla nebo trysek kropičky. Čerpadla byla poháněna motory od společnosti Laurin & Klement – např. čtyřválcovým kapalinou chlazeným motorem s SV rozvody, který byl původně vyroben pro řadu užitkových vozidel 115 a 125. Dále byly použity motory značek Aero nebo Walter.



Obr. 2-5 Laurin & Klement 125 s nástavbou Ebert (1927)<sup>[10]</sup>

V meziválečné době se kvůli ekonomické situaci používali podvozky tehdejších limuzín, jako např. Tatra 17/31. Před 2. sv. v. se začal rozšiřovat pohon pomocí vznětového motoru a zvyšoval se zájem po cisternových automobilových stříkačkách, které se těší oblibě i v dnešní době. V poválečném období se na území Československa vyráběl skromný počet požárních automobilů a růst sortimentu přišel společně s privatizací výrobních podniků i díky dovozu vozidel a nástaveb ze zahraničí. Postupně se objevují vozidla specializovaná na konkrétní druh pomoci.

### 3 Rozdělení požárních automobilů

Požární vozidla představují základní prostředek pro hašení ohně, pro záchranu osob při dopravní nehodě nebo pro pomoc v jiných nebezpečných situacích. Dále slouží k bezpečné a rychlé dopravě zásahového družstva a jeho vybavení.

#### 3.1 Značení požárních automobilů

První část označení (a – e) bývá napsána na boku vozidla a uvádí typ požárního automobilu a jeho parametry. Druhá část (f – g) je označení podvozku, jehož umístění na vozidle se podle výrobce liší.



Obr. 3-1 Značení požárních vozidel

##### a. Typ požárního automobilu

Tato zkratka určuje typ vozidla a je vysvětlena v následující kapitole *Typologie*.

##### b. Hlavní parametr účelové nastavby požárního automobilu

U DA, CAS a KHA udává první číslo výkon stříkačky v [l/min], druhé číslo velikost nádrže v [l] na vodu a třetí číslo velikost nádrže v [l] na pěnidlo.

##### c. Hmotnostní třída

Udává hmotnostní kategorii dle maximální technicky přípustné hmotnosti:

- UL (velmi lehké) – automobily nepřevyšující 3 000 kg
- L (lehké) – automobily od 3 000 kg do 7 500 kg včetně,
- M (střední) – automobily od 7 500 kg do 16 000 kg včetně,
- S (těžké) – automobily převyšující hmotnost 16 000 kg

##### d. Kategorie dle typu komunikace

- Kategorie 1 – silniční automobily (k provozu pro zpevněné komunikace)
- Kategorie 2 – smíšené automobily (k provozu i mimo zpevněné komunikace)
- Kategorie 3 – terénní (k provozu pouze mimo zpevněné komunikace)

##### e. Určení podle rozsahu požárního příslušenství

- Základní provedení - Z
- Speciální provedení:
  - H – k hašení
  - CH – chemické
  - LP – k hašení lesních požárů
  - T – technické
  - MS – s motorovou stříkačkou

##### f. Označení podvozku

Zpravidla je v označení obsažen název výrobce a typ podvozku.

##### g. Kolová formule

Zkratka druhu pohonu. Pro označení 6 x 2 – (/) 4 platí:

- 6 = počet míst pro kola (polovina čísla je rovna počtu náprav)
- x = bez významu
- 2 = počet poháněných kol
- - = vlečená náprava za poháněným agregátem zadní nápravy
- / = tlačená náprava před poháněným agregátem zadní nápravy
- 4 = počet řízených kol<sup>[10]</sup>

## 3.2 Typologie

### 1) Dopravní automobil (DA)

Požární automobil určený k přepravě zásahového družstva (1+8), výbavy a náradí. Většinou se jedná o vozidla nepřevyšující celkovou hmotnost 3500 kg (dodávkové automobily). DA vybavený přenosnou motorovou stříkačkou (PMS) je také označován zkratkou DVS - dopravní vozidlo s přenosnou stříkačkou.

### 2) Automobilová stříkačka (AS)

Automobilová stříkačka je charakteristická tím, že je vybavena pevně uloženým čerpadlem, které je zpravidla poháněno motorem. Pokud je ve vozidle kromě vybavení i nádrž na hasivo, jedná se o cisternovou automobilovou stříkačku (CAS). V tom případě není potřeba vnějšího zdroje vody.



Technické údaje:

V x Š x D.....3350 x 2550 x 7800 mm  
 Hmotnost provozní/celková.....12900/18000 kg  
 Podvozek.....Tatra T158-8P5RA3 4x4.2  
 Kabina (počet míst).....1+5  
 Výkon motoru .....300 kW/1900 min<sup>-1</sup>  
 Nádrž na vodu / pěnidlo .....4000 l / 260 l

Obr. 3-2 CAS T158 PHOENIX 4x4.2 <sup>[37]</sup>

### 3) Pěnový hasicí automobil (PHA)

Používá se zejména pro přepravu pěnidla a zařízení sloužící k dodávce hasicí pěny. Je vhodný pro hašení požárů třídy B, tzn. pro hašení kapalných látek (PHM) nebo látek přecházejících do kapalného stavu (např. vosk).



Technické údaje:

V x Š x D .....3650 x 2550 x 9150 mm  
 Hmotnost provozní/celková.....13600/26000 kg  
 Podvozek.....Scania R420 CB 6x6  
 Kabina (počet míst).....1+2  
 Výkon motoru .....309 kW/1800 min<sup>-1</sup>  
 Nádrž na vodu / pěnidlo.....11000 l / 1000+50 l

Obr. 3-3 PHA SCANIA 6x6 <sup>[38]</sup>

#### 4) Plynový hasicí automobil (PLHA)

Tento typ požárního automobilu je určen pro případy, kdy není možné použít jako hasivo vodu, pěnu nebo prášek, tj. při hašení elektrických zařízení či plynů. Kromě přepravy lidské posádky zajišťuje i zdroj plynné hasicí látky, tak aby byla zajištěna samostatnost zásahu.

#### 5) Práškový hasicí automobil (PRHA)

Práškový automobil je vhodný pro různé druhy požáru v závislosti na druhu použitého prášku v zásobníku. Prášek je ze zásobníku vytlačován tlakem hnacího média, který je součástí vozidla společně s kompresorem.

#### 6) Kombinovaný hasicí automobil (KHA)

Dle názvu je patrné, že se jedná o hasicí automobil, u něhož se kombinují dva či více druhů hasicích zařízení (hasiva). Tento automobil je tedy vhodný pro případy, kdy je potřeba hasit požár pomocí více druhů hasicích látek současně.



Technické údaje:

Výška x šířka x délka .....3150 x 2550 x 9450 mm

Hmotnost provozní/celková.....24560/2600 kg

Podvozek.....Iveco Trakker AT26T45 6x4

Kabina (počet míst).....1+2

Výkon motoru .....331 kW/1900 min<sup>-1</sup>

Nádrž na vodu / pěnidlo.....8000 l / 1000 l

Obr. 3-4 KHA IVECO TRAKKER 6x4 <sup>[39]</sup>

#### 7) Protiplýnový hasicí automobil (PPLA)

Vozidla protiplýnové služby jsou určeny k záchranným akcím v dolech, plynárnách nebo budovách chemického průmyslu. Převáží kyslíkové dýchací přístroje, kyslíkové lahve, inhalační přístroje a odsávací zařízení.

#### 8) Rychlý zásahový automobil (RZA)

Rychlý zásahový automobil je uzpůsobený k technickým zásahům, u kterých se klade důraz na co nejnižší čas příjezdu. Dle použitého podvozku je vhodný do většího terénu nebo na letištní plochy.

#### 9) Technický automobil (TA)

Tento druh požárního vozidla obsahuje technické vybavení, které se uplatňuje při záchranných pracích, rozebírání konstrukcí apod. V 50. letech minulého století se u nás používal TA na podvozku Praga ND o nosnosti 7 tun. Byl vybaven navijákem, generátorem nebo jeřábovým zdvihákem a na střeše byly umístěny teleskopické žebříky.

#### 10) Speciální zásahové automobily

Do této skupiny patří mimo jiné automobilová plošina či žebřík, automobilový jeřáb a velitelská vozidla.

## 4 Podvozky hasičských vozidel

Hasičská vozidla skříňového typu lze podobně jako vozidla nákladní rozdělit na tři hlavní části: podvozek, kabina řidiče a nástavba. Protože se podvozek (rám, nápravy, motor, ...) ve většině případů vyrábí společně s kabinou, je možné tyto dvě součásti zahrnout do jedné kapitoly.

### 4.1 Rám podvozku

Z podvozkové části je pro konstrukci nástavby nejdůležitější rám. Rám tvoří nosnou konstrukci, která přenáší zatížení mezi nástavbou (popř. pomocným rámem) a nápravami. Obvykle se skládá ze dvou podélníků a několika příčníků. U silničních vozidel se rozlišuje několik typů rámu. Pro nákladní automobily se zpravidla používá žebřinový rám, avšak je zde výjimka v podobě páteřového rámu od značky Tatra.

- **Žebřinový rám**

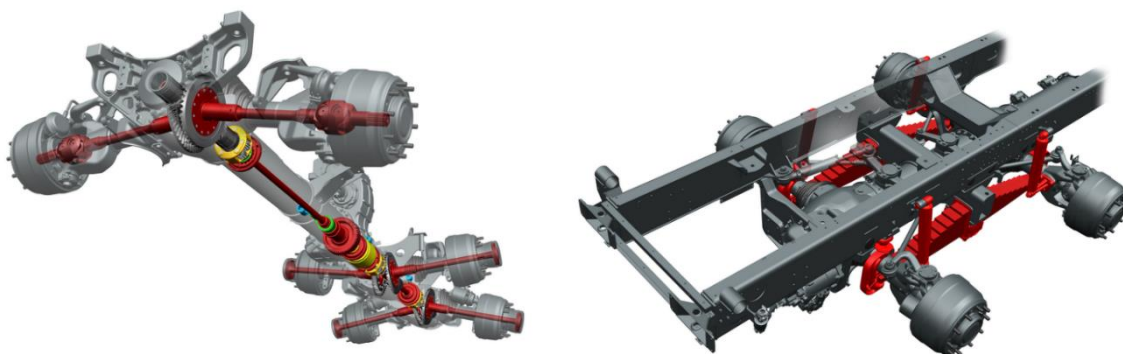
Spoje mezi podélníky a příčnky jsou realizovány nýtováním nebo skrze šroubové spoje, aby byla zajištěna uzlová pružnost. Tento často používaný rám je lehký, pružný a jednoduchý na výrobu.



Obr. 4-1 Žebřinový rám F-53 (Ford) <sup>[45]</sup>

- **Páteřový rám**

Rám je typický páteřovým nosníkem – trubkou, ve které prochází hřídel k rozvodovce. Na trubce jsou upevněny příčky pro pomocný rám. V přední nebo zadní části bývá rám rozvidlený pro pružné uložení motoru s převodovkou nebo rozvodovku.

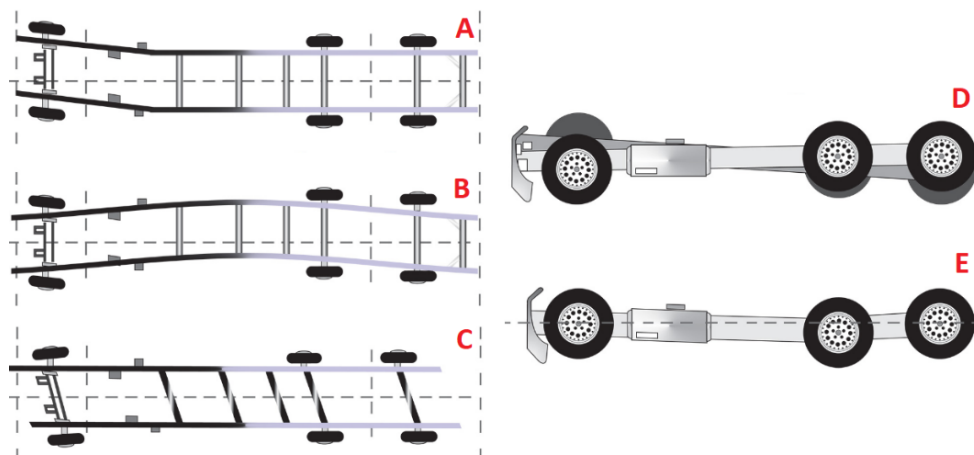


Obr. 4-2 Páteřový rám Tatra: Vlevo centrální nosná roura / vpravo s vypružením <sup>[40]</sup>

Katedra konstruování strojů

Bc. Vladimír Dvořák

Tvar a velikost rámu závisí na účelu použití vozidla a prostředí, ve kterém se pohybuje. Pro zpevněné povrchy či dálkovou dopravu se vyžaduje tuhý rám (rybinového tvaru) pro lepší jízdní stabilitu. Naopak pro provoz v terénu se používají rámy poddajné v krutu, aby se docílilo požadovaného propružení podvozku. Kromě svislého zatížení je důležitý i příčný ohyb, který způsobují boční síly. K zamezení bočního kmitání při tažení přívěsu a zvýšení příčné tuhosti slouží přidavné příčníky (v místě tažného zařízení). Na konstrukci rámu se zpravidla používají různé profily (U, trubky), které jsou vyrobeny z oceli s vysokou mezí v kluzu.<sup>[12]</sup>



Obr. 4-3 Druhy deformací vlivem zatížení: A)Boční posuv, B)Příčný ohyb,

C)Podélný posuv, D)Krut, E)Průhyb podélníků<sup>[34]</sup>

#### 4.1.1 Upevnění nástaveb

Pro upevnění nástavby na rám podvozku slouží montážní (pomocný) rám nebo v případě samonosných a speciálních nástaveb tzv. podlahová skupina. Podlahová skupina je použitelná pouze tehdy, když plní funkci montážního rámu. Montážní rám je pevně spojen s nástavbou a vede po většině délce podélníku rámu a kopíruje jeho vnější obrys tak, aby bylo zajištěn optimální přenos sil. Použitím montážního rámu se zvýší celková tuhost a sníží se tendence k ohybovému kmitání. Spojení pomocného a podvozkového rámu může být pružné, tuhé nebo jejich kombinací.

Druh spojení závisí především na torzní tuhosti nástavby. Torzně měkké nástavby, které mohou sledovat deformace podvozku, lze upevnit na konzoly pomocí obyčejného šroubového spoje.

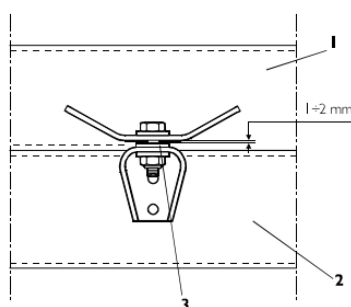
Výrazně tuhé nástavby a podvozky s velkým rozvorem vyžadují ve zvláštních situacích možnost odlehnutí. Z tohoto důvodu se do šroubového spoje umísťují pružné prvky (pružiny, silentbloky), které dovolí nástavbě při zkroucení místní odlehnutí tak, aby nedošlo k nežádoucím deformacím a zvýšenému napětí. U lícovaných šroubových spojů je nutné zajistit, aby nedocházelo ke kontaktu spojovaných součástí se závitem šroubu, nýbrž s jeho lícovanou plochou. Na následujícím obrázku je vidět, jakým způsobem se rám podvozku deformuje vůči rámu montážnímu.



Obr. 4-4 Zkroucení podvozku MB 1124 AF s pružným spojením, vpravo model ze stavebnice <sup>[18][19]]</sup>

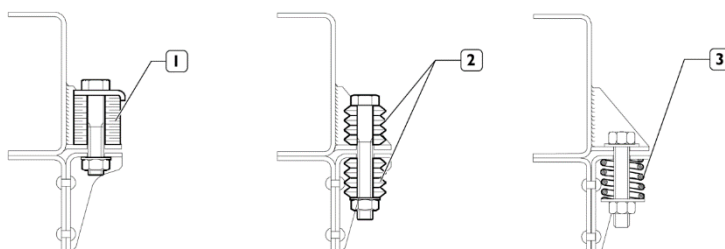
#### 4.1.1.1 Pružný spoj

Toto spojení umožňuje určité odlehnutí rámu od šasi. Ohybové namáhání je rozděleno mezi oba podélníky, a to v závislosti na velikosti jejich momentu setrvačnosti. Pro zvýšení poddajnosti šroubu a pro snížení přidavného ohybového napětí se používají delší šrouby s rozpěrnou trubkou nebo distančními podložkami, a to zejména u šroubových spojů v přední části nástavby, které jsou namáhány nejvíce. Použití distančních pouzder vede také k lepšímu zajištění proti povolení šroubu.



Obr. 4-5 Pružný šroubový spoj přes konzoly: 1)Montážní rám, 2)Rám podvozku, 3)Podložky <sup>[17]</sup>

Při použití pružného spoje (obr. 4-5) je nutné, aby před předepnutím byla ve spoji vůle max. 2 mm. Po utažení šroubu tato vůle zanikne a konzoly k sobě nebo k podložkám naplno dosednou. Konzole jsou k rámu vozidla připevněny šrouby nebo nýty (Huck-BOM). 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 (obr. 4-6). 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.



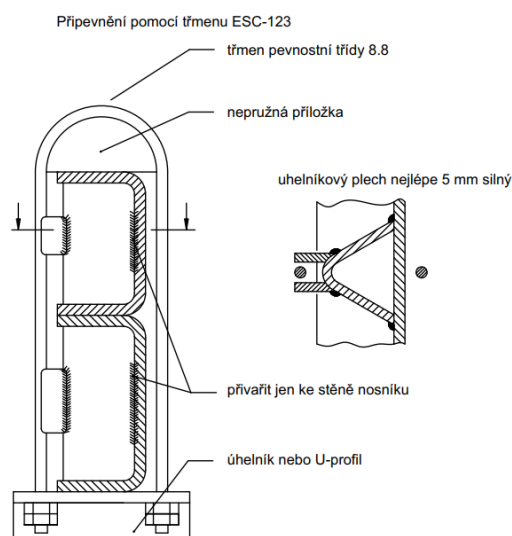
Obr. 4-6 Spojení s vysokou elasticitou: 1)Silentblok, 2)Taliřové pružiny, 3)Šroubovitá pružina <sup>[17]</sup>



Katedra konstruování strojů

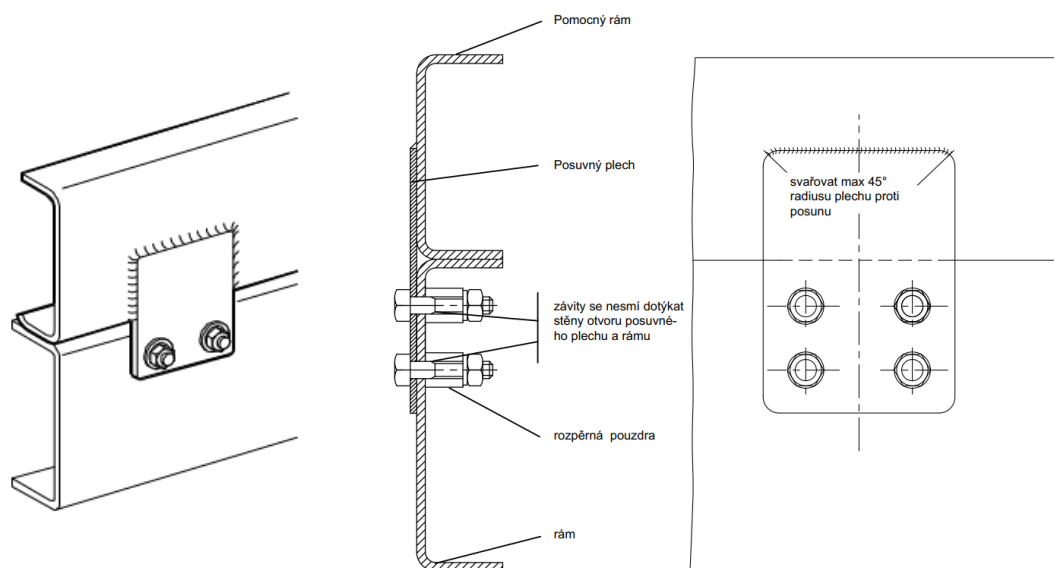
Bc. Vladimír Dvořák

Další smykově poddajný spoj je možné realizovat pomocí třmenu (obr. 4-7.). Tento způsob se již moc nepoužívá, protože je nutno do U-profilů vkládat výztuhy, které zabrání místním deformacím.

Obr. 4-7 Spoj se třmenem<sup>[16]</sup>

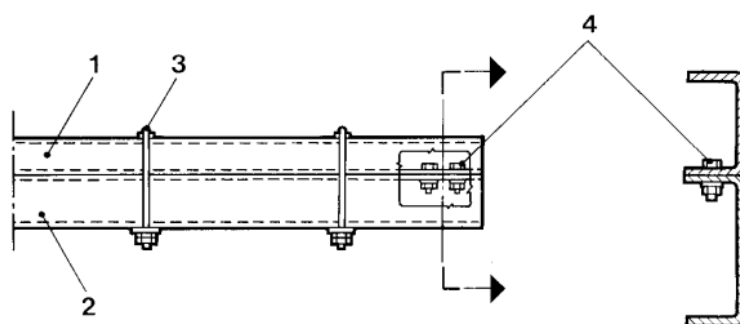
#### 4.1.1.2 Tuhý spoj

Mezi smykově tuhé spoje patří spoj pomocí podélného plechu (obr. 4-8) a nýtů nebo šroubů. U šroubových spojů to platí pouze v případě, když je zajištěna požadovaná přesnost děr a použijí se šrouby v kvalitě materiálu minimálně 10.9. Kvůli malé svěrné délce se opět využívají distanční podložky. Takový šroubový spoj dokáže přenést značné podélné síly. Při použití dostatečného počtu tuhých spojů (a jejich rozmístění) lze považovat rám vozidla a pomocný rám při výpočtu jako jeden celek. To má za následek, že oproti pružným spojům je možné dosáhnout nižší hmotnosti rámu při stejném ohybovém momentu (při stejných rozměrech přeneše větší zatížení). Přenosu většího zatížení se dá docílit i použitím materiálu s lepšími mechanickými vlastnostmi.

Obr. 4-8 Tuhé spojení pomocí podélného plechu<sup>[17][16]</sup>

### 4.1.1.3 Kombinace předchozích typů

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. V ostatních případech kombinovaného připevnění se tuhé spoje umísťují pouze do oblasti, kde je vyžadována vyšší pevnost. V případě jeřábové nástavby s ramenem na konci nástavby je tato oblast v zadním převisu. Místa spojů jsou výrobcem předpřipravená, tzn. pomocný rám a příslušenství je nutno vyrobit na tyto přípojné rozměry (některé příslušenství dodává i výrobce podvozku). Pro spojení nástavby se výrazně doporučuje využít všech přípojných míst, dle potřeby se dají další místa vytvořit. Při vytváření spojovacích míst a úpravě rámu šasi je nutno mít na mysli, že směrnice pro stavbu nástaveb předepisují povolené zákroky na rámu podvozku. Tyto směrnice, které vydává výrobce podvozku, obsahují informace přímo pro nástavbáře.



Obr. 4-9 Ukázka smíšeného spojení: 1)Pomocný rám, 2)Šasi, 3)Třmen, 4)Šroubové spojení<sup>[17]</sup>

### 4.1.2 Materiál montážního rámu

V největší míře se používají materiály s označením S235J2G3, S420MC, S355J2G3 nebo HC240LA. Dále také hliník a jeho slitiny, avšak je nutné zohlednit nižší hodnotu Youngova modulu a pro vysoce namáhané rámy se nedoporučuje.

## 4.2 Průzkum používaných podvozků

V této kapitole jsou představeny nejpoužívanější typy podvozků, které se ke stavbě hasičských vozidel používají. Průzkum se týká pouze nákladních a dodávkových podvozků, které jsou určeny pro samostatnou nástavbu.

### 4.2.1 Podvozky hmotnostní kategorie L

Podvozky hmotnostní třídy do 7,5 tuny se používají ve většině případů pro požární automobily typu DA a TA.

- Avia A30, A31

Podvozky Avia se vyráběly ve 3 rozměrových řadách. U sborů dobrovolných hasičů (SDH) se používají podvozky A30K nebo A31K. Hasičské podvozky mají oproti standardnímu rámu prodloužený převis za zadní nápravou.



Obr. 4-10 Avia A30 DVS 12 <sup>[31][41]</sup>

- Iveco Daily



Obr. 4-11 Podvozek Iveco Daily E6, vpravo nástavbou od firmy THT <sup>[28][32]</sup>

- Mercedes Benz Sprinter
- Ostatní



Obr. 4-12 Mercedes Benz Sprinter 518 DoKa s nástavbou od firmy KEB – EGE <sup>[8]</sup>

Dále se používají podvozky VW Crafter, MAN TGE, Renault Master nebo Ford Transit.

#### 4.2.2 Podvozky hmotnostní kategorie M

Tyto podvozky se používají zejména pro vozidla typu CAS, popř. KHA. Mercedes Benz Atego nebo MAN TGM.

#### 4.2.3 Podvozky hmotnostní kategorie S

Podvozky této hmotnostní kategorie jsou u požárních automobilů zastoupeny nejvíce. Používají se především pro CAS, KHA, PHA ale i pro speciální účely.

- Scania řady P

Jedná se o podvozky Scania P 410, P 440, P 450 nebo P 480.



Obr. 4-13 SCANIA P 480 CP 16<sup>[22]</sup>

- Ostatní

Za zmínku stojí podvozky Tatra (např. T815), Mercedes Benz Actros nebo Iveco Trakker.

### 4.3 Budoucnost požárních automobilů

Světověznámá rakouská firma Rosenbauer, která se zabývá nástavbami, představila v roce 2016 svůj koncept hasičského vozidla. Současný sociální a technický vývoj zasahuje i do oblasti hasičství a tento multifunkční automobil představuje podle vývojáře odpověď na otázku hasičských automobilů budoucnosti.

Vozidlo obsahuje kompletní hasičské vybavení, zejména pro technické zásahy, jejichž počet na rozdíl od požárů roste (ve velkoměstech). Automobil má propojenou kabinu s nástavbou a nabízí různé modifikace (modul pro záchranný sbor, sanitní zaměření). Výrobce vyzdvihuje snadnou manévrovatelnost vozu, nízké emise a splnění nejpřísnějších požadavků na hlučnost. Tento koncept představuje zcela jedinečný přístup k výrobě požárních vozů a v následujících studiích lze předpokládat větší prostor pro alternativní pohony, které splňují čím dál přísnější požadavky na produkci skleníkových plynů a emisí.



Obr. 4-14 Koncept firmy Rosenbauer<sup>[46]</sup>

## 4.4 Nástavby hasičských vozidel

Nástavbou je myšlena ta část vozu, která je upevněna za kabinou na rámu podvozku. Rám podvozku je natolik tuhý, že umožňuje jízdu i bez nástavby, resp. u nákladních automobilů bez podvozkové karosérie. Nástavba slouží k bezpečné přepravě osob a nákladu, v závislosti na druhu použití vozidla. Nástavby mohou být: skříňové, valníkové (s plachtou), sklápěcí nebo speciální.

### 4.4.1 Materiály nástaveb

Nástavby se vyrábějí převážně z následujících materiálů:

- Ocel
- Hliníkové slitiny
- Kompozit
- Plast

Ocelové nástavby vynikají vysokou pevností, snadnou montáží a dobrou recyklovatelností. V případě nerezové oceli je odstraněna nevýhoda koroze, ale na úkor vyšší ceny. Pro hasičské nástavby se dnes používá v největší míře hliník, resp. jeho slitiny ke tváření. Je to kvůli jeho nízké hmotnosti, odolnosti proti korozi a houževnatosti. Oproti oceli mají Al slitiny nižší modul pružnosti a vyšší cenu. Pro nástavby se používají jak profily, tak i plechy, které jsou často ke konstrukci spojeny lepením. V posledních letech se objevují i konstrukce, které jsou vyrobeny z kompozitních materiálů. Používané kompozity (polymerní matrice vyztužená skleněnými vlákny) vynikají relativně vysokou pevností a nízkou hmotností. Nevýhodou je však vyšší cena nebo složitější výroba a montáž. Dalším používaným materiálem je plast, konkrétně se používá polyethylen nebo polypropylen.

Polypropylenové nástavby mají životnost více jak 20 let, ke které přispívá vysoká odolnost proti nárazu, popraskání i odolnost vůči korozi. Opravy nástaveb se dají vyřešit jednoduchým vyříznutím poškozené oblasti a navařením nové části. Rozsah pracovních teplot se pohybuje cca od  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Plast vyniká i odolností vůči kyselinám a chemickým látkám, tzn. je vhodný i na integrované nádrže. Desky mohou být lesklé a bílé, což napomáhá většímu odrazu světla a tím i viditelnosti uvnitř nástavby. Mezi hlavní výhody patří měrná hmotnost, která je v porovnání s hliníkem zhruba 3x nižší. Nevýhodou plastových materiálů jsou horší mechanické vlastnosti, nižší teplotní odolnost a časově závislé chování. Tyto vlastnosti jsou důležité pro dimenzování nástavby, a proto je této problematice věnována samostatná kapitola 4.5. Někdy se také v plastové nástavbě používají nosné prvky z hliníku. Nicméně pak nastává problém s různou tepelnou roztažností materiálů a jejich nesourodou pevností a tuhostí.<sup>[14]</sup>

Díky nízké hmotnosti se dosahuje vyšší hospodárnosti provozu, než je tomu u ocelových nástaveb. Snižuje se spotřeba paliva nebo např. opotřebení pneumatik. Další výhodou je možnost naložení nákladu s vyšší hmotností, aniž by bylo překročeno dovolené zatížení na nápravu.

### 4.4.2 Technologie výroby nástaveb

Vzhledem k tomu, že cílem práce je návrh plastové nástavby, tak se tato kapitola zabývá výrobou nástaveb, které jsou převážně z plastu. Pro hasičské automobily se vyrábějí nástavby převážně z plastových desek, příp. profilů, které se k sobě svařují. Reaktoplasty a elastomery jsou nesvařitelné plasty (u nich se využívá lepení nebo studených spojů), a proto se pro používají pouze termoplasty. U termoplastů se využívají jak mechanické spoje, tak svařování a ve zvláštních případech i lepení. Svařitelnost termoplastů je většinou zaručena pouze v případě, kdy se svařují plasty stejného druhu a typu, tzn. mají stejnou chemicko-fyzikální strukturu.

Katedra konstruování strojů

Bc. Vladimír Dvořák

Pokud se svařují dva plasty stejného druhu, ale odlišného typu (např. PP-H s PP-R), je rozhodujícím kritériem hodnota indexu toku (Melt Flow Rate). V takových případech je nutné potvrzení svařitelnosti od výrobce nebo z německých předpisů DVS či normy EN, které však často z DVS vycházejí. Ve směrnících DVS je také předepsáno, jakým způsobem se mají desky svařovat. Nerespektováním těchto zásad může vést dle [11] k poklesu únosnosti svaru. Únosnost svaru je ovlivněna typem svaru a použitým materiálem. Obyčejné „neprovařené“ koutové svary vykazují menší pevnost, což je důležité mít na paměti obzvláště u materiálů jako PP. PP je obecně křehčí než např. PE, a proto je zde větší pravděpodobnost křehkého lomu.<sup>[2]</sup>

Metody svařování plastů		Přídavné materiály	Svařované polotovary
Svařování horkým tělesem	Přímé	Na tupo	Trubky, desky, profily
		Ohraňováním	Desky
		Elektrotvarovkou	Trubky
		Horkým klínem	Fólie, profily
	Nepřímé	Impulsní	Fólie
		Kotoučové	
Svařování horkým plynem	Ruční horkým plynem	Drát, tyčinka	Trubky, desky, profily
	S rychlotryskou		
	Přeplátovací	Bez příd. mat.	Fólie
	Extruzivní	Drát, granulát	Trubky, desky, profily
Ostatní metody svařování plastů	IČ paprskem	Bez příd. mat.	Trubky
	Ultrazvukem		Trubky
	Laserem		Fólie

Tab. 4-1 Výběr některých metod svařování plastů<sup>[4]</sup>

Dle tabulky 4-1 je zřejmé, jaké metody jsou vhodné k danému polotovaru. Plastové desky se nejčastěji svařují na tupo horkým tělesem nebo vytlačovacím svařováním horkým plynem (extruzivní).

Princip svařování extrudérem spočívá v ohřátí základního materiálu pomocí horkého plynu a následného vytlačení přídavného materiálu z extrudéru do oblasti svaru. V extrudéru je druhově shodný materiál, který je vlivem tepla zplastikovaný. Tato metoda je vhodná pro svařování desek (o tloušťce 5 až 20 mm v závislosti na způsobu svařování), pásů, trubek nebo pro opravy plastových dílů. Jedná se o velice efektivní metodu, ve srovnání se svařováním horkým plynem je méně časově náročná a dosahuje se při ní jakostně lepšího svaru.<sup>[4]</sup>



Obr. 4-16 Svařování plastové nástavby<sup>[27]</sup>

Pro kvalitní svar je důležitá svařovací botička – součást u výstupu extrudéru, která zaručuje svařovací tlak přídavného materiálu. Vhodným tvarem botičky se zamezí uniknutí taveniny mimo svařovací zónu. Je však možné, že vlivem geometrických nepřesností materiálu nebo tvarem svaru se tavenina přídavného materiálu dostane do prostoru vně botičky, čímž vzniknou tzv. přetoky. Tyto výronky nepřispívají ke spojení materiálů a mohou způsobit nežádoucí zvýšení napětí. Z tohoto důvodu je nutné výronky odstranit.<sup>[4]</sup>



Obr. 4-15 Hrubá nástavba pro CAS MAN, vpravo nástavba s roletami<sup>[35]</sup>

#### 4.5 Vliv materiálových vlastností na dimenzování plastové konstrukce

Z hlediska dimenzování jsou u materiálu důležité mechanické vlastnosti. Podobně jako např. u ocelí, tak i u plastů se tyto vlastnosti získávají pomocí mechanických zkoušek na zkušebních strojích. Většina zkoušek využívá stejného principu, a to že se ve zkušebním tělese vyvolá napětí a deformace pomocí tahu, ohybu, krutu, apod. Nesmí se však zapomenout na vlivy, které jsou u plastů obzvláště důležité. Je to čas a teplota.<sup>[1]</sup>

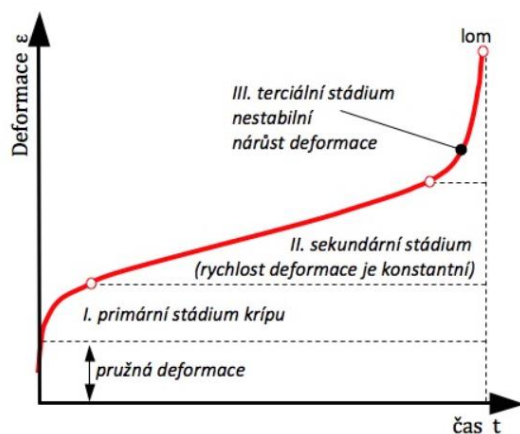
Výsledky krátkodobých zkoušek lze při dimenzování dlouhodobě zatížených konstrukcí použít jen ve velmi omezené míře z důvodu viskoelastického chování plastů i při běžných teplotách. U plastů rozlišujeme kromě elastické a plastické deformace i viskózní deformaci. Spousta polymerů vykazuje tendenci k tečení, tedy k rostoucí deformaci tělesa za normálních teplot vyvolanou pouze vlastní vahou (tzv. studený tok) nebo konstantním napětím. Dále se zde objevuje relaxace napětí, což je úbytek napětí v tělese, které je zdeformováno o danou v čase konstantní hodnotou. Z tohoto důvodu byly zavedeny dlouhodobé zkoušky tečení a relaxace napětí.<sup>[9]</sup>

Katedra konstruování strojů

Bc. Vladimír Dvořák

Z těchto zkoušek (DIN 16887) je možné zjistit mez pevnosti  $K$  a (sečný) modul tečení  $E_C$ . Ze zkoušek tečení a relaxace napětí bylo zjištěno, že pro shodné časy, teploty a úrovně namáhání jsou moduly tečení a relaxace shodné. V praxi se běžně pracuje s modulem tečení, který se považuje za modul pružnosti závislý na čase, teplotě a napětí. Pro vybrané termoplasty jsou hodnoty modulů tečení a mezi pevností uvedeny ve směrnici DVS 2205.

Pro dynamicky namáhané konstrukce jsou důležité zkoušky dynamické únavy. Z těchto zkoušek vychází graf napětí – počet cyklů, neboli Wöhlerova křivka. U termoplastů nelze určit mez únavy jako u oceli, a proto se pracuje s časovanou mezí únavy pro určitý počet cyklů.<sup>[7]</sup>



Obr. 4-17 Deformace jako funkce závislá na čase<sup>[5]</sup>

Pokud je konstrukce namáhána cyklicky, vlivem tečení se amplituda deformace zvyšuje. Nesmí se ale zapomínat i na další faktory, které ovlivňují životnost konstrukce. Jedná se o zbytkové napětí vlivem svařování, povrchové vady nebo vruby.

#### 4.5.1 Průzkum používaných plastových nástaveb

Nástavby jsou vyráběny zpravidla na zakázku, a proto jsou informace o konkurenčních výrobcích velmi omezené. Jako přímý konkurenční výrobek se jeví nástavba od firmy ZHT, následovaná nástavbou od firmy KOBIT THZ.

##### 4.5.1.1 Nástavba pro DA15 – LIMS Fuso Canter

Tato nástavba byla vyrobena společností ZHT Group pomocí technologie ZHTStrong. Nástavba je vyrobena z plastových desek a má pochozí střechu. Uvnitř je místo pro 3 osoby nebo dle požadavku až pro 6 osob.



Obr. 4-18 Nástavba ZHT a pohled do prostoru posádky<sup>[30]</sup>



#### 4.5.1.2 Nástavba pro DA 10 - M1Z - MAN

Výrobce nástavby je KOBIT THZ. Konstrukce prostoru pro posádku je svařena z nerezové oceli a zadní část je vyrobena z hliníku. V nástavbě je místo až pro 8 osob.



Obr. 4-19 Nástavba DA na podvozku MAN TGL 12, napravo prostor pro posádku<sup>[33]</sup>

#### 4.5.1.3 Ostatní

Kromě výše uvedených výrobků se na českém trhu vyskytují i další nástavby, které se však typově odlišují od navrhované nástavby a jsou uvažovány pouze okrajově. Jedná se o ostatní nástavby výše zmíněných firem nebo dalších výrobců (THT Polička, KEB-EGE).

Ze zahraničních konkurenčních výrobců lze zmínit např. společnost Rosenbauer, Ziegler nebo Magirus.

## 5 Upřesnění zadání

Cílem tohoto projektu je návrh celoplastové nástavby na Avii typu DVS (kap. 5.1). Tato nástavba musí být koncepčně podobná té stávající, tzn. musí obsahovat prostor pro zásahové družstvo uvnitř nástavby. Dále se předpokládá, že v budoucnu již stávající automobil, resp. jeho podvozková část nebude splňovat požadavky pro provoz na pozemních komunikacích, a proto musí být nástavba jednoduše přemístitelná na jiný podvozek stejné hmotnostní kategorie. Dle typu výbavy ponese automobil s novou nástavbou označení DA-L1Z nebo DA-L1MS. V případě, že celková hmotnost umožní vestavbu nádrže na minimálně 500 l hasiva (vody), je vhodné do konceptu zahrnout i propojení s přenosnou motorovou stříkačkou pro prvotní zásah. Vzhledem k tomu, že umístění nástavby na vozidlo představuje jeho změnu, je nutné navrhnout i postup schvalování automobilu pro provoz na pozemních komunikacích a zároveň i nutné zkoušky pro zařazení vozidla do IZS.

Výsledkem této práce by tedy měl být ideový a designový návrh nástavby, který splňuje výše uvedené předpoklady, včetně postupu schválení.

## 5.1 Popis požárního vozidla Avia DVS

Tento dopravní automobil se vyznačuje podvozkem Avia A30 (popř. A 31) s kabinou řidiče a samostatnou skříňovou nástavbou. Motor je uložen nad přední nápravou a pohání zadní nápravu (4x2). Rám podvozku je žebřinový, svařovaný. Kabina řidiče má celkem dvě místa k sezení. Hlavním rysem nástavby je přední část, kde se nachází místo pro 8 osob. Dveře s posuvnými okny jsou na obou stranách vozidla. Uvnitř jsou čalouněná sedadla a vytápění vnitřního prostoru zajišťuje nezávislé naftové topení. Oddělení zadní části je pomocí mezistěny z profilů a překližky. V zadní části se nachází výbava, kterou zakrývají dvojice dveře po obou stranách vozidla a jedny dveře na zadní stěně nástavby. V bočních skříních se nachází hasičská výzbroj (hadice, proudnice, lana, atd.) a v zadní skříně je přenosná motorová stříkačka PS 12 a nářadí. Všechny vnitřní prostory jsou opatřeny stropními svítilnami. Na boční stěně jsou zapuštěná stupátka pro výstup na střechu, kde se nachází žebřík a trhací hák. Na přední části nástavby jsou umístěny majáky.

V x Š x D vozidla [mm]		2765 x 2230 x 5610
V x Š x D nástavby [mm]		1783 x 2230 x 3580
Rozvor [mm]		2680
Celková hmotnost [kg]		5100
Dovolené tlaky náprav [kg]	přední	1 830
	zadní	3 270

Tab. 5-1 Technické parametry Avia DVS A30<sup>[20]</sup>

## 6 Postup schválení

Většina úprav a změn na automobilu podléhá schválení dle platných předpisů a zákonů. Proto je nutné, se ještě před realizací úpravy seznámit s legislativou. Pokud se jedná o homologaci podvozkových nástaveb pro zásahové požární automobily je nutné schválení rozdělit do dvou částí:

1. Schválení technické způsobilosti (typu) vozidla pro provoz na pozemních komunikacích
2. Certifikace účelové nástavby požárního automobilu pro zařazení vozidla k HZS ČR.

### 6.1 Schválení automobilu pro provoz na pozemních komunikacích

Změna či úprava nástavby je považována za *Přestavbu vozidla* (vyhláška 341/2002 Sb.). Povolení přestavby se může týkat jednotlivě přestavěného vozidla (individuální přestavba) nebo typu vozidla (hromadná přestavba typu vozidla). V prvním případě povolení vydává obecní úřad s rozšířenou působností ve spolupráci se stanicí technické kontroly. V druhém případě je schvalovacím orgánem ministerstvo dopravy. V tomto projektu se předpokládá opakovaná výroba nástavby na stejný typ vozidla, a proto bude následně popsán postup v případě hromadné přestavby vozidla.<sup>[24]</sup>

Prvním krokem je vypracování písemné žádosti o povolení hromadné přestavby, která je zaslána na ministerstvo dopravy. Tuto žádost je nutno doložit podrobným popisem přestavby, technickým popisem vozidla a mj. i výkresovou dokumentací (viz kap. 6.1.1). Po kladném rozhodnutí a stanovení požadavků (evropské směrnice EHS/EHK) schvalovacího orgánu se přistupuje k samotné výrobě nástavby a montáži na podvozek. Následně se vozidlo podrobí zkouškám a kontrole, zda splňuje všechny legislativní požadavky. Toto vykonávají ministerstvem dopravy pověřené zkušební, v České republice to jsou společnosti DEKRA CZ

Katedra konstruování strojů

Bc. Vladimír Dvořák

a TÜV SÜD Czech. Zkušebna vypracuje tzv. technický protokol, který je nezbytný pro schválení přestavby. Pokud nebyly zjištěny žádné neshody, vydá ministerstvo rozhodnutí o schválení přestavby společně se základním technickým popisem. Posledním krokem je případná změna údajů v technickém průkazu vozidla. Na základě vydaného osvědčení může výrobce přestavovat vozidla stejným způsobem, jakým to provedl u posuzovaného exempláře.

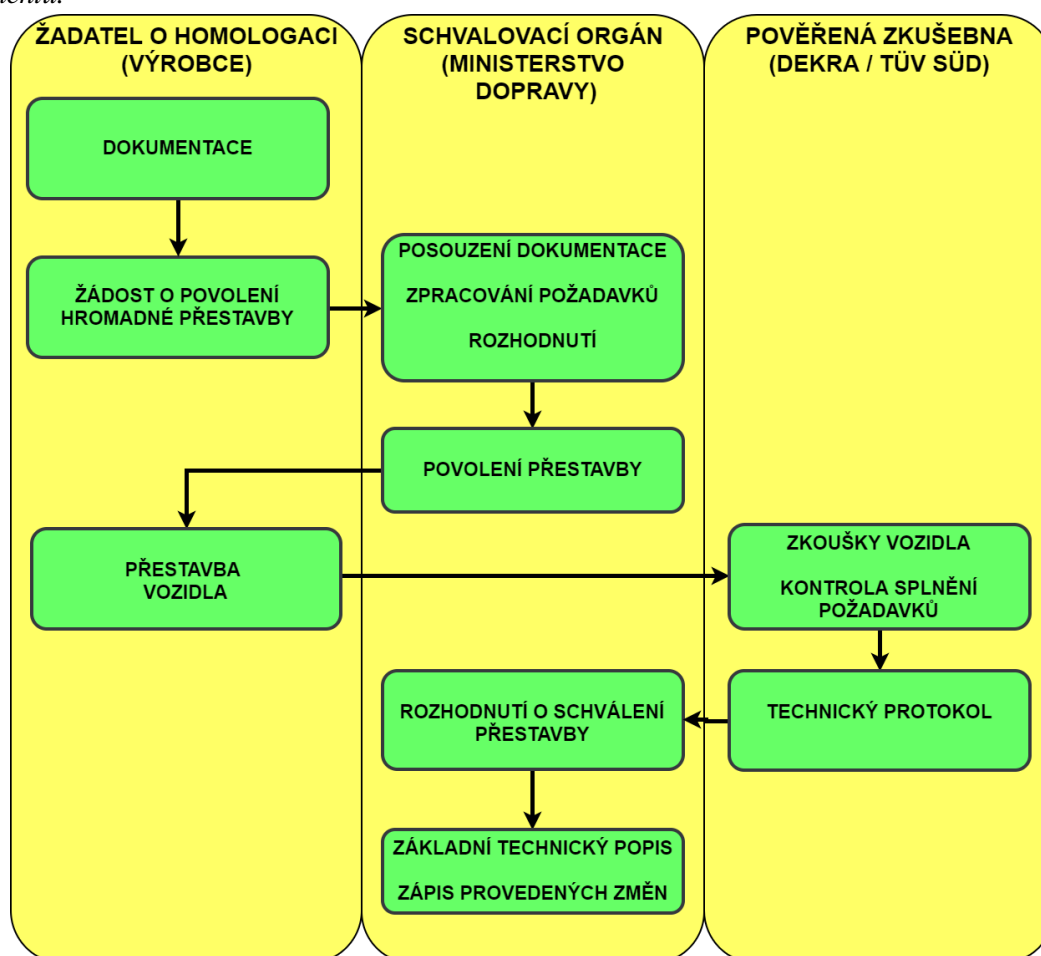
### 6.1.1 Náležitosti potřebné pro žádost o povolení přestavby

Samotná žádost musí obsahovat informace o výrobci nástavby, informace o přestavovaném vozidle (druh a kategorie vozidla, účel dalšího použití, ...). A dále dle [3], str. 22:

"Žádost o povolení hromadné přestavby typu vozidla musí být doložena těmito doklady (dokumentací):

- podrobným popisem přestavby vozidla,
- návrhem na změnu údajů zapisovaných v technickém průkazu vozidla,
- technickým popisem a výkresovou dokumentací systému vozidla, konstrukční části vozidla nebo samostatného technického celku vozidla, pokud nebyla schválena jejich technická způsobilost typu,
- dokumentace v rozsahu dokumentace výrobce nebo její příslušné části, dle vzoru v příloze 2 nebo 3 nebo 4, dle případu,
- technickým protokolem vydaným pověřenou zkušebnou.

Při schvalování technické způsobilosti vozidel hromadné přestavby podle § 74 odst. 2 zákona postupuje schvalovací orgán (ministerstvo) jako při schvalování typu vozidla dle článku 7 tohoto informačního dokumentu."



Obr. 6-1 Obecné schéma postupu schválení přestavby vozidla

### 6.1.2 Legislativa a převoz osob

Obdobně jako u sanitních nástaveb, i u této nástavby je nutno splnit určité požadavky ve vztahu TS k člověku. Během přepravy osob nesmí dojít k jejich zranění, proto je nutné věnovat pozornost výčnělkům, ostrým hranám nebo tvarům, který by mohly člověka poranit. Sedadla musí vyhovovat směrnicím, které se týkají:

- sedadel a jejich ukotvení, opěrkám hlavy (74/408/EHS)
- ukotvení bezpečnostních pásů (76/115/EHS)
- jiné (dle zákazníka, výrobce podvozku)

Vzhledem k tomu, že je tato účelová nástavba konstruována pro požární vozidlo, je možné v některých případech požádat o výjimku. Konkrétní výjimky týkající se konstrukčních částí je nutno konzultovat s odborníky z certifikačních oddělení pověřených zkušeben (DEKRA).

### 6.1.3 Důležité zákony a předpisy

Před samotnou realizací projektu stejného rázu je vhodné, aby se výrobce nástaveb seznámil s legislativou a jinými směrnicemi, které mu pomohou proces schválení urychlit a pochopit.

- Zákon č. 56/2001 Sb.<sup>[6]</sup>
- Vyhláška č. 341/2014 Sb.
- Směrnice Evropské unie (konkrétní předpisy na základě výše uvedených)
- Zákon č. 102/2001 Sb.
- Směrnice pro výrobce nástaveb (vydává výrobce podvozku)

## 6.2 Postup certifikace požárního vozidla

Tuto certifikaci zajišťuje v České republice certifikační orgán pro certifikaci výrobků (COV) Technického ústavu požární ochrany (TÚPO). COV zajišťuje certifikaci na vybrané výrobky dle zákona č. 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky a příslušných nařízení vlády č.173/1997 Sb. ve znění NV č.88/20 i evropského parlamentu a rady CPR č. 305/2011. COV TÚPO se zabývá certifikací následujících typů výrobků:<sup>[26]</sup>

- Požární technika
- Věcné prostředky požární techniky
- Hasiva
- Osobní ochranné prostředky

Pro všechny tyto typy výrobků je postup certifikace obdobný, avšak závisí na druhu certifikace, který zákazník požaduje. Obdobně jako v předchozí části je možné certifikaci udělit pouze pro jeden zkoušený výrobek nebo na typ výrobku, tzn. certifikát je udělen na výrobky stejného typu, jako byl zkoušený představitel výrobku. Před samotným procesem certifikace je tedy vhodné seznámit se s možnostmi certifikací přímo u COV. Na začátku certifikace je nutné podat žádost, která je doplněna technickým průkazem od vozidla a technickým popisem (návod, technická dokumentace, ...). Dále proces certifikace probíhá dle schéma na obr. 6-2. Pokud je žádost úplná, přistupuje se mj. k posouzení dokumentace a vypracování požadavků. Požadavky jsou kladeny jak na výrobek (technické požadavky dle typu výrobku – u požárních automobilů se rozlišuje i typ požárního automobilu), tak na výrobce – a to v případě, kdy se jedná o typovou certifikaci (COV kontroluje kvalitu výroby). Pro plynulejší průběh certifikace je vhodné, aby výzbroj automobilu byla již v tu chvíli plně certifikována, popř. byla zrevidována elektrická zařízení ve vozidle.<sup>[25]</sup>

Katedra konstruování strojů

Bc. Vladimír Dvořák

Po uzavření smlouvy, a to i s externími dodavateli zkoušek, je výrobek podroben potřebným zkouškám. U požárních vozidel jsou vyžadovány následující zkoušky:

- Stanovení průměru zatáčení a délkových rozměrů dle metodiky TÚPO č. 48-16
- Stanovení geometrických rozměrů dle metodiky TÚPO č. 07-15 (ČSN 30 0552)
- Stanovení rozměrů dle metodiky TÚPO č. 01-14 (ČSN 30 0552)
- Stanovení hmotnosti dle metodiky TÚPO č. 02-14
- Stanovení dynamických jízdních parametrů dle metodiky TÚPO č. 03-14 (ČSN 30 0556)
- Zkouška náklonu vozidla (zajišťuje externí zkušebna)

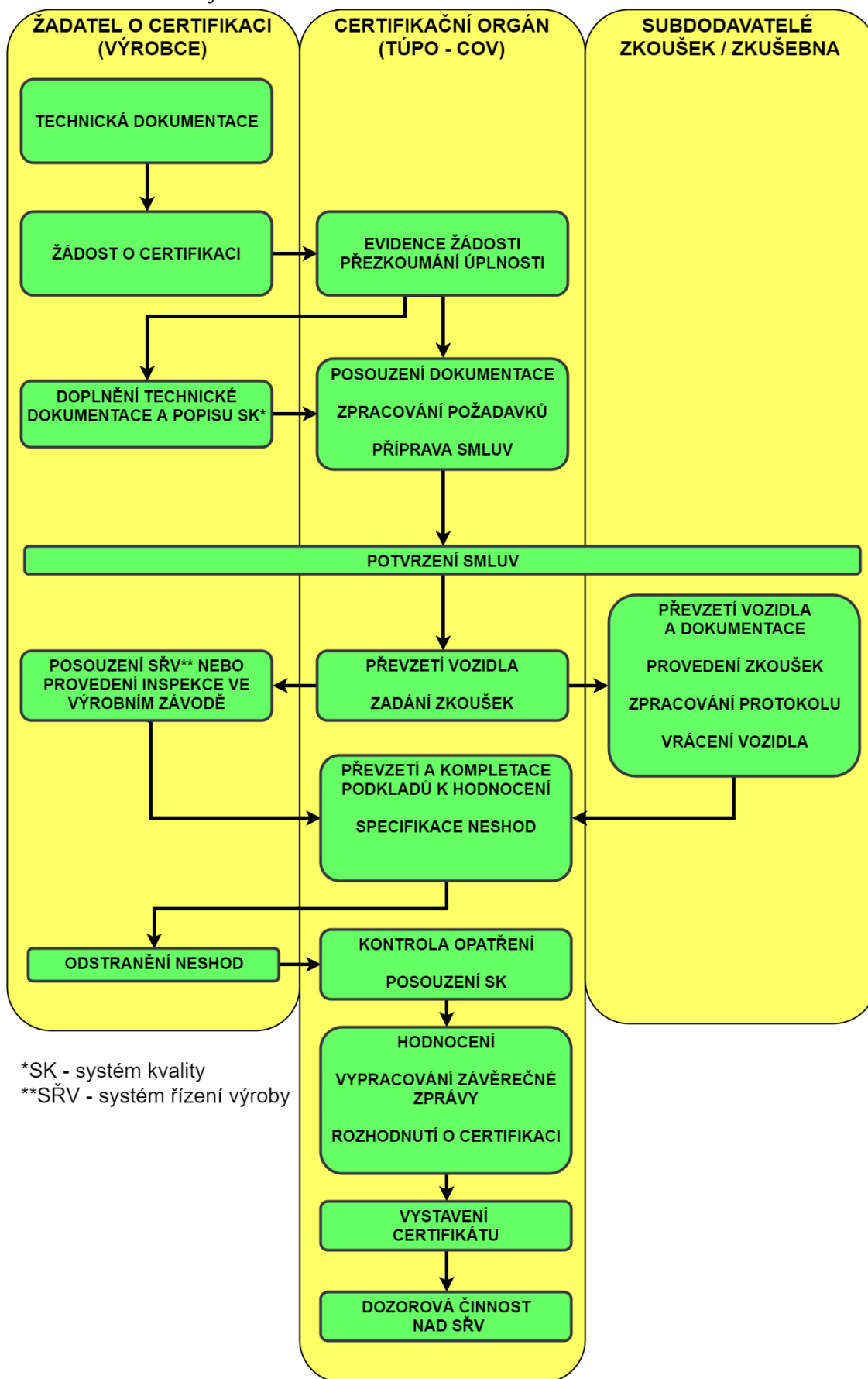
Pokud je během zkoušek zjištěna neshoda, proces schvalování se pozastaví do doby, než žadatel o certifikaci neprovede nezbytná opatření, která se následně zkontrolují. Poté se vypracuje závěrečná zpráva a COV rozhodne o udělení certifikátu. Jestliže se jedná o certifikát typu výrobku, provede COV dozor (většinou po roce udělení certifikátu) ve výrobním závodě držitele certifikátu za účelem kontroly dodržování kvality výroby.

Nové posuzování se týká i automobilů, které již prošly schvalovacím procesem podle tehdejších předpisů, a to v případě, že je u nich použita nová nastavba (případ podvozku Avia). Zkoušky se neprovádí pouze u automobilu, který by prošel celkovou opravou, tedy provedení ani technické parametry by se nezměnily.

### 6.2.1 Důležité zákony a předpisy

Obdobně jako u první části schvalovacího procesu, i zde je doporučeno se seznámit s následujícími dokumenty:

- Vyhláška č. 53/2010 Sb.
- Vyhláška č. 35/2007 Sb.
- ČSN EN 1846 (účinnost: 03/2014)
- ČSN EN 1028 (účinnost: 04/2009)
- Vyhlášky TÚPO (dle kategorie vozidla)



Obr. 6-2 Obecné schéma postupu certifikace požárního vozidla

## 7 Specifikace požadavků

V následující tabulce jsou uspořádány požadavky na technický systém (TS) – nastavbu, jejímž návrhem se bude zabývat další část této práce. Tabulka požadavků byla v průběhu řešení návrhu částečně doplňována z toho důvodu, že se během navrhování objevily nové skutečnosti, které bylo nutné vzít v úvahu.

Požadavky k vnějším vlastnostem TS vztaž. k transf. procesům životních etap TS	Požadovaná hodnota a případná tolerance	Váha (1 – 4)
<b>(1) Požadavky k provozním funkcím/účinkům:</b>		
<i>Technický systém:</i>		
• Umožnit přepravu osob		
- Velikost prostoru pro posádku	dle možností	4
- Maximální počet osob	6	4
- Maximální hmotnost jedné osoby	100 kg	4
- Maximální výška jedné osoby	190 cm	3
• Umožnit přepravu nákladu	podmínkou	4
• Zajistit ochranu nákladu a osob	podmínkou	4
• Zajistit přenos sil na podvozek	podmínkou	4
• Maximální hmotnost TS	viz COC list	4
• Rozměry TS (v x š x d)	1800 x 2500 x 3600 mm	3
• Kompatibilita s primárním podvozkem	Avia DVS	4
• Kompatibilita se sekundárním podvozkem	podvozek stejné hmot. kategorie	4
<i>Přepravní proces:</i>		
• Setrvání nákladu a osob na daném místě	podmínkou	4
• Ochrana a zajištění osob	bezpečnostní pásy	4
<i>Specifikace nákladu (výzbroje):</i>		
• Seznam součástí, hmotnost, rozměry	vyhláška č. 53/2010 Sb., dle podkladů	4
• Nádrž na vodu	500 l	1
<b>(2) Požadavky k ostatním provozním vlastnostem:</b>		
• Prostředí	venkovní	3
• Četnost použití	1x až 5x týdně	3
• Životnost	min. 20 let	3
• Údržba	minimální	2
• Náročnost obsluhy	minimální	4
<b>(3) Požadavky k vlastnostem pro předvýrobní procesy a výrobu:</b>		
• Množství odpadního materiálu a energií	minimální	3
• Náročnost na výrobu	nízká	4
• Náročnost na montáž	nízká - pomocí běžného nářadí	4
• Druh výroby	malosériová	2
• Počet součástí v TS	nízký (do 50 ks)	3
• Technologie výroby	dle strojního vybavení pracoviště	4
<b>(4) Požadavky k vlastnostem pro distribuci:</b>		
• Skladovací prostor	minimální	1
• Manipulace při instalaci	paletový vozík, jeřáb	3
<b>(5) Požadavky k vlastnostem pro likvidaci:</b>		
• Demontáž (z podvozku)	jednoduchá	4
• Recyklovatelnost	jednoduchá a vysoká	3
• Opravitelnost	jednoduchá	2

Tab. 7-1 Specifikace požadavků na TS – část 1

<b>(6) Požadavky k vlastnostem pro věcné řízení/management:</b>		
• Inovace stávajícího stavu (podobného produktu)	vysoká	2
• Konkurenceschopnost k produktům na trhu	plastové nástavby ZHT	4
<b>(7) Požadavky k vlastnostem k člověku:</b>		
• Bezpečnost vůči zranění	vysoká	4
• Zdravotní nezávadnost použitých materiálů	podmínkou	4
• Ergonomické řešení části pro přepravu osob	podmínkou	4
• Ergonomie tvarů dotykových ploch	v mezích možností	3
• Hmotnost ručně přenášených součástí	178/2001	4
• Přístupnost k nákladu TS	jednoduše přístupné	3
• Tvarový design	uspokojivý	2
• Barevné řešení (vnější)	vyhláška č. 53/2010	4
• Typ podlahy	protiskluzová	3
<b>(8) Požadavky k vlastnostem k aktivnímu materiálu a energetickému okolí:</b>		
• Použití ekologicky a zdravotně nezávadných materiálů	podmínkou	4
• Zachycení unikajících škodlivých látek při svařování	v mezích možností	3
• Recyklovatelnost použitých materiálů	vysoká	3
• Energetická náročnost el. zařízení	nizká	2
<b>(9) Požadavky k vlastnostem k aktivnímu informačnímu okolí:</b>		
• Porušení patentových a licenčních práv	žádné	4
• Dodržení legislativních předpisů	podmínkou	4
- Dodržení vyhlášek	č. 341/2014 Sb.; č. 35/2007 Sb.; č. 53/2010 Sb.;	4
- Dodržení norem	ČSN EN 1846; ČSN EN 1028, ČSN EN 1846	4
- Dodržení vyhlášek TÚPO	PA-DA 01/2014, PA-DA 23/2017	4
<b>(10) Požadavky k vlastnostem k ostatním TS:</b>		
• Náročnost na technické prostředky v živ. etapách	minimální	4
<b>(11) Požadavky k vlastnostem k informacím:</b>		
• Výrobní a montážní dokumentace	v obvyklé formě	4
• Návod k obsluze	v obvyklé formě	3
• Návod pro údržbu a opravy	v obvyklé formě	3
<b>(12) Požadavky k vlastnostem k ekonomickému a časovému řízení/managementu:</b>		
• Výrobní náklady TS (materiál)	nízké	4
• Výrobní náklady TS (výroba, montáž, práce)	nízké	4
• Čas na vývoj	minimální	2
• Čas na výrobu součástí	minimální	2
• Čas na spojení součástí	minimální	2
• Čas na úpravy	minimální	2
• Čas na finální kontrolu	minimální	2
• Náklady na údržbu a provoz	minimální	3

Tab. 7-2 Specifikace požadavků na TS – část 2



Požadavky ke vnitřním (1) a strukturním (2), (3) vlastnostem TS	Požadovaná hodnota a případná tolerance	Váha (1 - 4)
<b>(1) Požadavky k obecným konstrukčním vlastnostem:</b>		
• Povrchové úpravy	polepy vnějších stran nástavby	4
• Odolnost vůči mechanickému poškození	vysoká	3
<b>(2) Požadavky k elementárním konstrukčním vlastnostem:</b>		
• Kontrola spojování součástí (spojení svary)	dle norem DVS	4
• Spojovací prvky	normalizované	2
• Vnitřní výbava / prvky	certifikované	4
• Teplotní odolnost	-30° až 100° C	3

Tab. 7-3 Specifikace požadavků na TS – část 3

## 8 Koncepční návrh

### 8.1 Výběr vhodného sekundárního podvozku

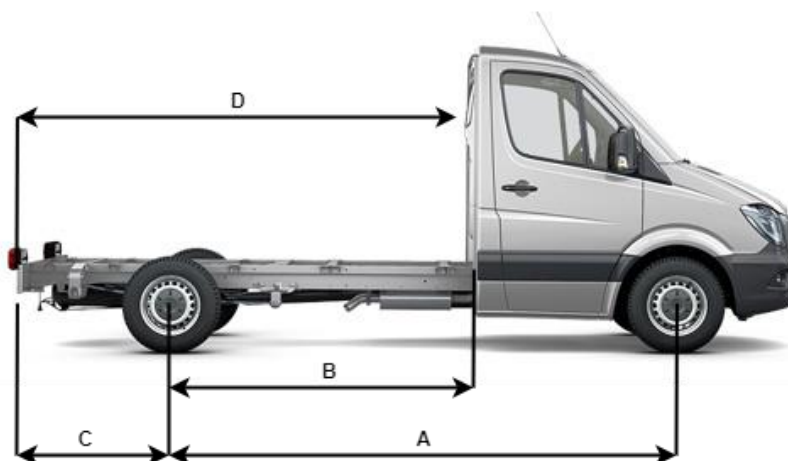
Navrhovaná nástavba bude použita na dva odlišné podvozky. Jak již bylo zmíněno, primárním podvozkem bude Avia A30. Dalším cílem je tedy najít podvozek ve stejné hmotnostní kategorii, který bude opatřen dostatečně silným motorem. V ideálním řešení by nástavba mohla být přemístitelná na jakýkoli podvozek, ale vzhledem k rozměrovým odlišnostem mezi podvozky různých výrobců, by se zvyšovala montážní a výrobní náročnost. Koncepce nástavby musí vyřešit tyto odlišnosti vhodným konstrukčním řešením.

#### 8.1.1 Výběr typu podvozku

Výběr sekundárního podvozku spočívá v nalezení takového podvozku, který je svými rozměry a tvarem co nejvíce podobný podvozků primárnímu. Níže je uvedena tabulka rozměrových parametrů podvozků, které byly zařazeny do užšího výběru. Nejdůležitější je rozměr B (obr. 8-1) – vzdálenost mezi zadní nápravou podvozku a zadní stěnou kabiny řidiče. Tato vzdálenost totiž určuje polohu blatníků nástavby pro zadní kola, čímž ovlivňuje prostorové řešení nástavby. Tomu se ale lze vyhnout zvýšením nástavby nad prostor kola. Druhým důležitým parametrem je délka převisu (C). Pro podvozky s kratším převisem by to znamenalo jeho prodloužení nebo umístění zadního příčnicku na nástavbu. Rozměry podvozku (a nástavby) Avia byly získány ze schématu podvozku a následného přeměření již vyrobeného vozidla. Rozměry ostatních podvozků byly odečteny z výkresové dokumentace poskytnuté výrobcem podvozku.

Rozměr	MB Sprinter	Iveco Daily	VW Crafter / MAN TGE	Avia A30
A [mm]	3665	3450	3640	2680
<b>B [mm]</b>	<b>2163</b>	<b>2040</b>	<b>1998</b>	<b>2050</b>
<b>C [mm]</b>	<b>1250</b>	<b>1485</b>	<b>1328</b>	<b>1530</b>
D [mm]	3413	max. 3968	3326	3580

Tab. 8-1 Orientační rozměry podvozků



Obr. 8-1 Porovnávané rozměry podvozku, (zdroj: úprava z [47])

Z tab. 8-1 je patrné, že rozměrově nejbližší Avii je podvozek Iveco Daily. Zákazník si ale může vybrat jiný podvozek kvůli ceně nebo z jiného důvodu a nástavba musí být navržena tak, aby ji bylo možné na vybraný podvozek použít. Pro vizualizaci a 3D návrh bude využit podvozek Mercedes Benz Sprinter 906 na obr. výše.

### 8.1.2 Výběr motoru

S výběrem podvozku je nutné vybrat i motorizaci, aby měl automobil dostatečný výkon pro převoz plně naložené nástavby. Při výpočtu se vychází z toho, že hnací síla motoru musí být větší než celková síla jízdních odporů. Celkový odpor je součtem dílčích odporů, ve výpočtu se předpokládá jízda bez přívěsu ( $O_p = 0$ ), po rovné vozovce a při konstantní rychlosti ( $O_z = 0$ ). Následující vztahy byly odvozeny z pohybové rovnice.

#### 8.1.2.1 Valivý odpor

Valivý odpor vzniká vlivem energetických ztrát při valení kola po vozovce. Pro jízdu po rovině s předpokladem, že zatížení náprav je shodné, platí:

$$O_f = f * G \quad (1)$$

$$O_f = 0,015 * 49050 = 736 \text{ N}$$

#### 8.1.2.2 Vzdušný odpor

Odpor vzduchu vzniká při pohybu automobilu v prostředí. Největší podíl tvoří tzv. tlakový odpor, který je způsoben rozdílem tlaků před a za vozidlem.

$$O_x = \frac{1}{2} * \rho * c_x * S_x * v_r^2 \quad (2)$$

$$O_x = \frac{1}{2} * 1,25 * 0,8 * 4,5 * 20^2 = 900 \text{ N}$$

#### 8.1.2.3 Odpor stoupání

Tento odpor vzniká jízdou do svahu. Jeho velikost je dána hmotností vozidla a stoupáním.

$$O_s = G * \sin\alpha \quad (3)$$

$$O_s = 49050 * \sin(4^\circ) = 3400 \text{ N}$$

**8.1.2.4 Potřebná hnací síla**

Potřebná hnací síla je součtem výše uvedených odporů.

$$F_k = O_f + O_x + O_s + O_z + O_p \quad (4)$$

$$F_k = 734 + 900 + 3400 + 0 + 0 = 5034 \text{ N}$$

**8.1.2.5 Potřebný výkon**

Silová charakteristika motoru je zpravidla udávána pomocí výkonu  $P$  [kW]. Pro výběr konkrétního motoru je proto nutné hnací sílu převést na výkon.

$$P = F_k * v \quad (5)$$

$$P = \frac{5034 * 20}{1000} = 101 \text{ kW}$$

Na základě výpočtu byl z katalogu výrobce vybrán motor s následujícími specifikacemi:

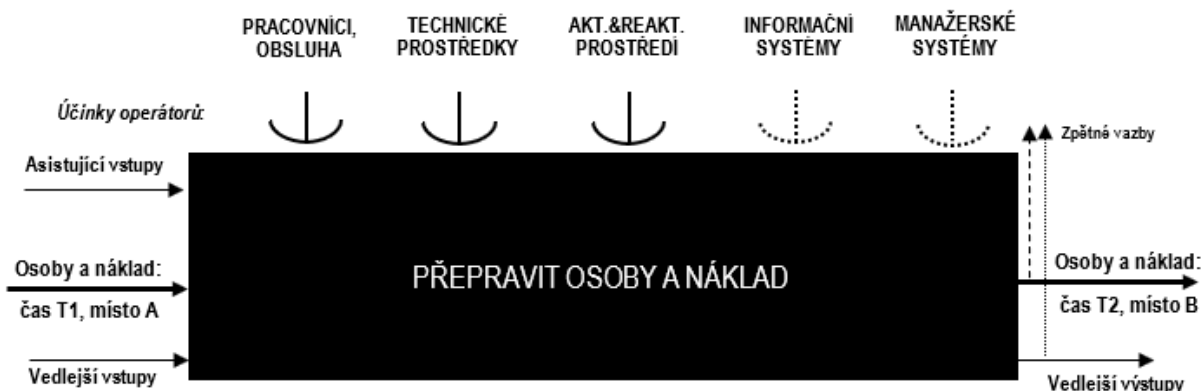
Označení	315 CDI
Výkon [kW] / [k]	110/150 (při 3800 ot/min)
Objem [l]	2,148
Točivý moment [Nm]	330 (při 1200 až 2400 ot/min)
Palivo	Diesel

Tab. 8-2 Specifikace vybraného motoru <sup>[47]</sup>

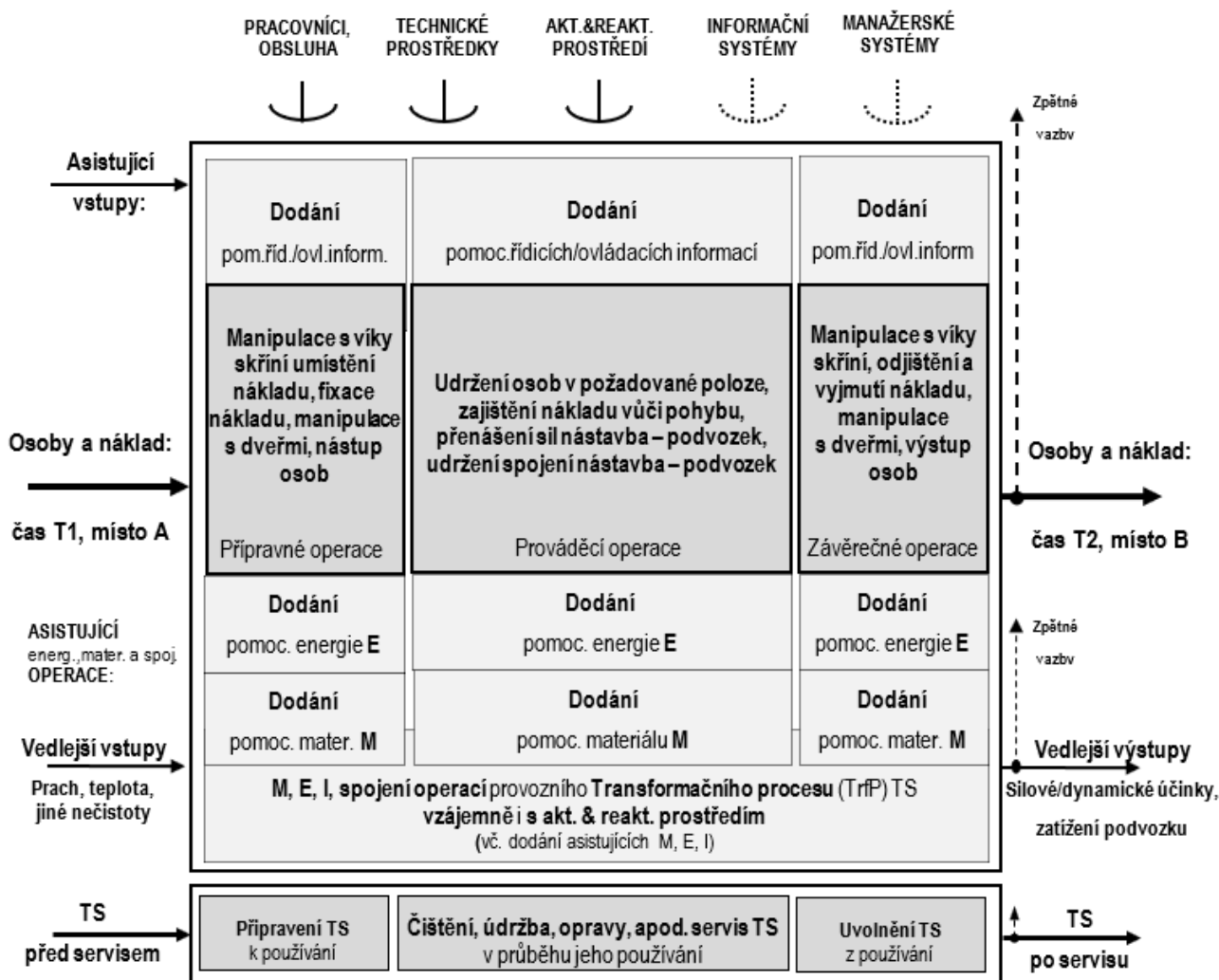
**8.2 Návrh funkční struktury**

V souladu s metodikou EDSM (Engineering Design Science and Methodology) byla provedena rešerše – analýza současného stavu požární techniky, upřesnění zadání úkolu a zformulování a specifikování požadavků na TS. Nyní je nutné se seznámit s transformačním procesem TS, u kterého je znám vstup i výstup. K popisu tohoto procesu je použita metoda Black box (černá skříňka). Pomocí této metody je pak možné vytvořit úplný návrh provozně technického procesu TS (obr. 8-3). Vstupem do tohoto procesu jsou osoby a náklad ve stavu 1, tzn. v určitém místě a čase. Výstupem jsou pak osoby a náklad v transformovaném stavu 2. Aby mohla tato přeměna nastat, je nutné umožnit vstup osobám a naložení nákladu do nástavby a dále po dobu procesu udržet ve stanovené pozici a zabezpečit je. Poslední fáze je opačná k té první – výstup osob a vyložení nákladu.

8.2.1 Návrh provozně technického procesu TS



Obr. 8-2 Black Box transformačního procesu TS



Obr. 8-3 Úplný provozní transformační proces TS

## 8.2.2 Funkční struktura TS

Hlavní pracovní a asistující funkce TS	
<b>SPOJENÍ</b> s podvozkem <b>UMOŽNIT</b>	<b>MECHANICKÉ SPOJENÍ</b> s rámem podvozku <b>UMOŽNIT</b>
	<b>ZATÍŽENÍ</b> z nástavby <b>PŘENÉST</b>
<b>PROSTOR</b> pro posádku <b>VYTVOŘIT</b>	<b>PŘÍSTUP</b> do prostoru pro posádku <b>VYTVOŘIT</b>
	<b>PROSTOR</b> pro posádku <b>ODDĚLIT</b>
	<b>BEZPEČNOST</b> posádky <b>ZAJISTIT</b>
<b>PROSTOR</b> pro výzbroj (náklad) <b>VYTVOŘIT</b>	<b>PŘÍSTUP</b> k výzbroji <b>VYTVOŘIT</b>
	<b>PROSTOR</b> mezi jednotlivou výzbrojí <b>ODDĚLIT</b>
	<b>NÁKLAD</b> uvnitř TS <b>ROZMÍSTIT</b>
	<b>FIXACI</b> výzbroje <b>UMOŽNIT</b>
<b>KOMPATIBILITU</b> s podvozkem <b>UMOŽNIT</b>	

Tab. 8-3 Funkční struktura TS

## 8.3 Návrh orgánové struktury

Funkce TS lze uskutečnit mnoha způsoby, a proto je výhodné si tyto způsoby uspořádat do tabulky. Tato morfologická matice pak slouží pro vytvoření variant řešení.

FUNKCE	Nositelé funkcí – funkční principy a orgány			
<b>MECHANICKÉ SPOJENÍ</b> s rámem podvozku <b>UMOŽNIT</b>	Šroubový spoj	Šroubový spoj s pružícím elementem	Šroubový spoj s podélným plechem	Kombinace předchozích
<b>ZATÍŽENÍ</b> z nástavby <b>PŘENÉST</b>	Pomocí montážního rámu	Pomocí speciálních dosedací ploch	Pomocí podlahové skupiny	
<b>PŘÍSTUP</b> do prostoru posádky <b>VYTVOŘIT</b>	Jednokřídlé dveře	Dvoukřídlé dveře	Posuvné dveře	
<b>PROSTOR</b> pro posádku <b>ODDĚLIT</b>	Plastová deska	Mříž	Jiné	
<b>BEZPEČNOST</b> posádky <b>ZAJISTIT</b>	Sedačky s třibodovým pásem	Sedačky s dvoubodovým pásem	Lavice s dvoubodovým pásem	Lavice s třibodovým pásem
<b>PŘÍSTUP</b> k výzbroji <b>VYTVOŘIT</b>	Víko otevírané do strany	Víko otevírané vzhůru	Roleta	Kombinace předchozích

Tab. 8-4 Morfologická matice pro TS (část 1)

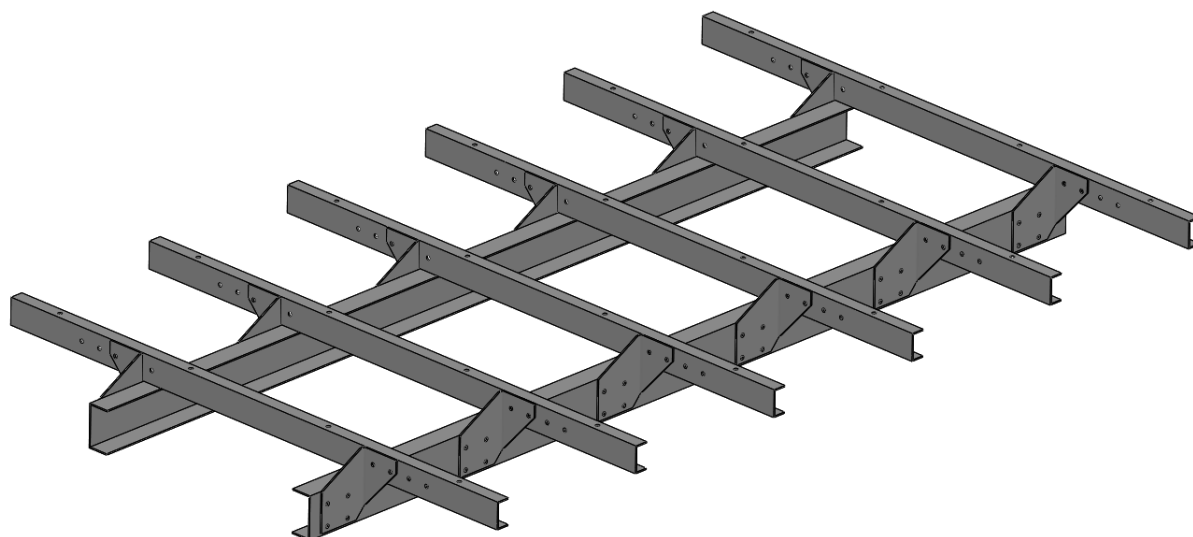
PROSTOR mezi jednotlivou výzbrojí ODDĚLIT	Plastové desky	Hliníkové desky		
NÁKLAD uvnitř TS ROZMÍSTIT	Police	Zásuvky	Boxy	Kombinace předchozích
FIXACI výzbroje UMOŽNIT	Plastové držáky	Úchytňé systémy	Kombinace předchozích	
KOMPATIBILITU s podvozkiem UMOŽNIT	Měnitelný pomocný rám	Stavebnicový rám se svorkami	Vyráběný rám s úhelníky	Jiné

Tab. 8-5 Morfologická matice pro TS (část 2)

Vybarvené buňky označují zvolenou variantu. Varianta A je označena oranžovou barvou, varianta B je označena zeleně. Pokud se nositelé funkcí variant shodují, pole je podbarveno oběma barvami.

## 8.4 Popis varianty A

Pomocný rám je v této variantě tvořen podélníky i příčnícíky z „U“ profilů. Profily jsou mezi sebou spojeny pomocí šroubů přes ohýbaný plechový úhelník. V příčnícíku jsou vyvrtány otvory, které slouží pro upevnění k podélníkům s různou vzájemnou vzdáleností. K nástavbě je rám přišroubován přes příčnícíky.



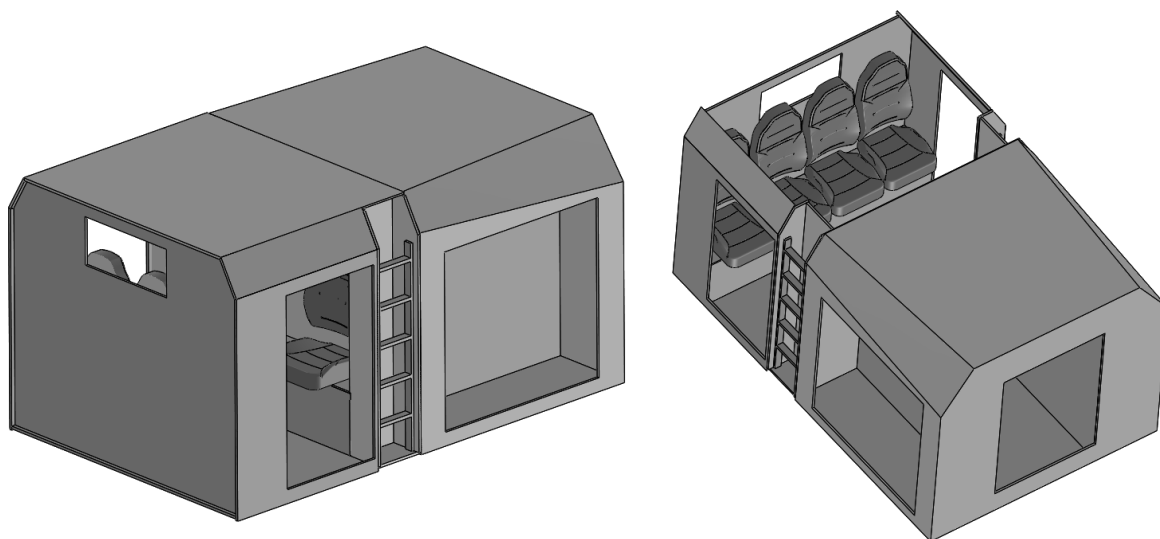
Obr. 8-4 Rám varianty A

Plastová nástavba se skládá ze dvou hlavních prostorů. V prostoru pro posádku jsou lavice s opěrkami zad umístěnými na stěně. Počet sedadel je šest, přičemž prostor pro sedmé a osmé místo byl využit pro žebřík na pochozí střechnu. Prostor pod lavicemi by mohl být na přání zákazníka využit pro nádrž na hasivo.

Katedra konstruování strojů

Bc. Vladimír Dvořák

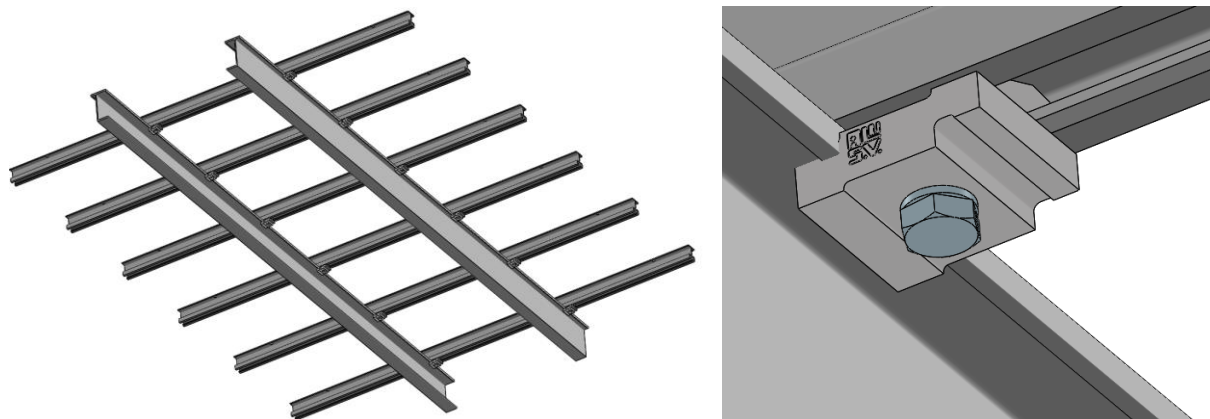
Ve výsledku by to znamenalo výhodné posunutí těžiště ke středu automobilu. Druhá část nástavby slouží pro uložení výzbroje. Použita jsou zde vertikálně otevíraná víka na plynových pístech.



Obr. 8-5 Nástavba varianta A

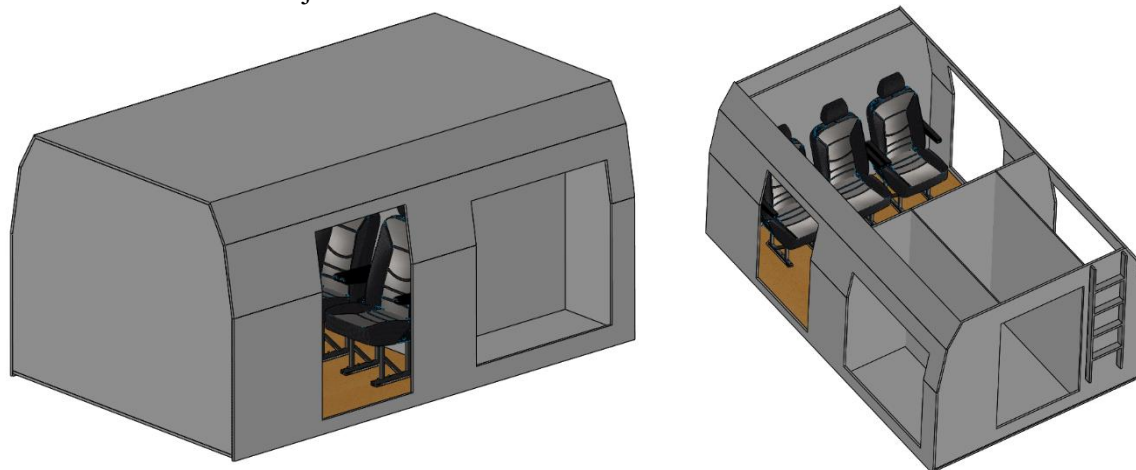
## 8.5 Popis varianty B

Zde se předpokládá hliníkový stavebnicový rám, jehož podélníky jsou z „τ“ a příčníky z modifikovaného „I“ profilu. Flexibilitu zajišťují spoje přes svorky. K nástavbě je rám opět připevněn pomocí šroubů skrz příčníky.



Obr. 8-6 Rám varianta B

V přední části nástavby je umístěno 6 jednotlivých pohodlných sedaček opatřených bezpečnostním pásem. Namísto původního umístění žebříku byl žebřík přesunut do zadní části, kde nezabírá žádný přepravní prostor. Pro přístup k výzbroji jsou použity rolety.



Obr. 8-7 Nástavba varianta B

Výše uvedené rámy jsou zamýšleny pro podvozek Avia. Nicméně podvozek MB Sprinter má rám natolik odlišný, že je nutné pro něj vyrobit lomené podélníky. Rám pro podvozek Sprinteru je popsán dále.

## 8.6 Rozbor variant a výběr sub-optimálního řešení

Při návrhu variant řešení byl kladen důraz na jednoduchost, snadnou výrobu a montáž i maximální flexibilitu. Požadavky a výrobní možnosti neposkytují velký prostor pro různorodost řešení, a proto jsou odlišnosti alternativ minimální. Pro zhodnocení a zjištění vhodnosti použití byla vytvořena následující tabulka. Každé posuzované kritérium je vázáno s váhou a následně ohodnoceno 1 až 4 body (čím více, tím lépe).

KRITÉRIA		VÁHA	Varianta A	Varianta B
Posuzovaná kvalita	Přenos sil	3	4	2
	Pozice těžiště	3	4	3
	Rozložení napětí	3	4	3
	Hmotnost	4	2	4
	Tuhost	4	4	3
	Flexibilita	4	2	4
	Jednoduchá montáž	3	4	4
Náklady	Výrobní náklady	4	3	4
	Provozní náklady	3	3	3
Dodací lhůta		3	3	4
CELKEM [-]		136	110	117
CELKEM [%]		<b>100</b>	<b>81</b>	<b>86</b>

Tab. 8-6 Hodnocení variant



Katedra konstruování strojů

Bc. Vladimír Dvořák

Rám se svorkami vykazuje lepší flexibilitu a je ekonomicky výhodnější, a proto se jeho použití bude uvažovat i nadále. Použité sedačky ve variantě B jsou certifikovány a poskytují více pohodlí pro posádku. Z tohoto důvodu budou uvažovány i nadále. Ve variantě A je žebřík umístěn na boku nástavby, což je podle předpisů nepřípustné, a proto bude žebřík umístěn na zadní stěně, tak jak je to provedeno ve variantě B. Na základě porovnávací tabulky a konzultace se zadavateli projektu byla tedy zvolena **varianta B** pro další rozpracování.

## 8.7 Výběr materiálu

Pro svařované konstrukce z plastových desek se jako nejvhodnější volba jeví polyetylen nebo polypropylen. Jejich porovnání je znázorněno v následující tabulce. Výrobce desek nabízí několik typů PP nebo PE. Výběr konkrétního typu probíhal dle následujících parametrů:

- Mechanické vlastnosti,
- Vhodnost pro svařování,
- Teplotní a chemická odolnost,
- UV ochrana, další vlastnosti

	PE 1000 (Polystone® M)	PP – B (Polystone® P copolymer)
Hustota [g/cm <sup>3</sup> ]	0,93	0,91
Mez kluzu [MPa]	20	23
Modul pružnosti v tahu [MPa]	680	1100
Oblast pracovních teplot [°C]	-250 až 80	-30 až 100
Max. krátkodobá teplota [°C]	130	150
Součinitel tepelné vodivosti [W/mK]	0,40	0,20

Tab. 8-7 Porovnání materiálů nástavby

Dle tabulky byl vybrán PP-B, který vyniká relativně vysokou tuhostí, velmi dobrou svařitelností a vysokou chemickou a korozní odolností. Konkrétní typ je určen pro chemický průmysl, svařované nádrže, výrobu lodí a pro výrobu ventilací.

## 8.8 Aspekty posuzování

Při dimenzování se posuzuje zejména napětí, deformace a ztráta stability. Vše se posuzuje vzhledem k **navrhované životnosti výrobku**.<sup>[52]</sup>

Závislost meze pevnosti a času jsou určovány na základě dlouhodobých zkoušek při víceosé napjatosti (plastové potrubí zatížené vnitřním přetlakem). Dovolené napětí na konci životnosti je dáno vztahem:

$$\sigma_d = \frac{K * f_d}{A_1 * A_{2K} * S} \quad (6)$$

- Mez pevnosti  $K$   
Je závislá především na teplotě a čase. Závislost meze pevnosti na času je určována na základě dlouhodobých zkoušek při víceosé napjatosti (plastové potrubí zatížené vnitřním přetlakem). Z grafu minimálních hodnot pro PP-B je hodnota meze pevnosti **pro teplotu 20 °C a pro čas 25 let:**

$$K = 9 \text{ MPa}$$

- Svařovací faktor  $f_d$   
Je definován jako poměr hodnoty napětí (mez kluzu) při přetržení vzorku bez svaru a se svarem. Ve většině případů se pracuje s dlouhodobým faktorem. Faktor je závislý na způsobu svařování. Pro svařování extrudérem je dlouhodobý svařovací faktor pro PP:

$$f_d = 0,6$$

- Součinitel vlivu rázové pevnosti materiálu  $A_1$   
Slouží k redukci pevnosti materiálu vlivem jeho sklonu ke křehnutí za nižších teplot. Stanovuje se pomocí Charpyho zkoušky houževnatosti. Pro PP-B a teplotu -10 °C:

$$A_1 = 1,2$$

- Součinitel vlivu okolního média  $A_{2K}$   
Mění se v závislosti na okolním prostředí. Pro PP umístěný do prostředí, kde se vyskytuje voda a vzduch platí:

$$A_{2K} = 1$$

- Součinitel bezpečnosti  $S$   
Závislý na druhu zatížení a ostatních faktorech, který na konstrukci působí. Tato hodnota byla zvolena:

$$S = 2$$

Po dosazení do (6):

$$\sigma_d = \frac{9 * 0,6}{1,2 * 1 * 2}$$

$$\sigma_d = 2,25 \text{ MPa}$$

Redukované napětí nesmí přesáhnout tuto hodnotu. Hodnoty dovolených napětí jsou ve velké míře ovlivněny časem, a proto je na konstruktérovi, jakou cestou se vydá, tzn. zvolení životnosti a následného určení mezních hodnot nebo naopak stanovení životnosti na základě vypočítaných hodnot.

Posouzení deformace se provádí pomocí maximálního posunutí. Ve směrnících DVS se dříve používaly mezní deformace (pro PP:  $\varepsilon_M = 2\%$ ), nyní se často používá pravidlo dovoleného posunutí jako 1/100 charakteristického rozměru. Toto posouzení je u plastu důležité hlavně vzhledem k viskoelastickému chování. Vlivem tečení je možné, že velké zúžení způsobí zvětšení napětí ve sledovaném průřezu.

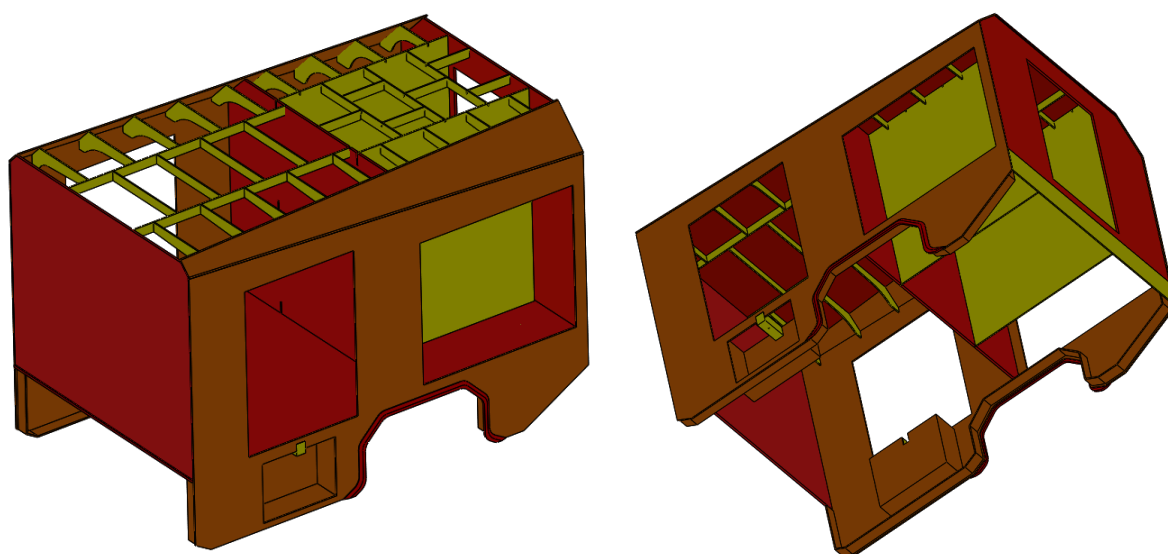
Při posuzování ztráty stability se v závislosti na typu úlohy se používají různé metody výpočtu, jak lineární, tak nelineární. V praxi se počítá s modulem tečení opět na konci životnosti. Například modul tečení pro napětí 3 MPa, 20 °C a 10 let je:

$$E_C = 240 \text{ MPa}$$

## 9 Popis finální varianty

### 9.1 Nástavba vozidla

Při dalším rozpracování návrhu nástavby se vychází ze zvolené varianty B. Vnější tvar, resp. zkosení na vnějších stranách nástavby se pro svůj jedinečný vzhled zahrnul i do finálního návrhu. Nejlepší svařovaná konstrukce je taková, kde je minimum svarů, a proto i zde byla snaha použít co nejvíce celistvých desek a omezit použití svarových spojů. Velikost desek je omezena velikostí vyřezávací frézy, která v tomto případě dokáže opracovat desky o max. velikosti 2x4 m. V modelu jsou použity tři desky přesahující tento rozměr (podlahová deska, bočnice). Při finální montáži a svařování se totiž předpokládají jako celistvé, avšak jedná se o obrobené desky, svařované na tupo v kooperaci. Hrubá stavba nástavby se skládá pouze z plastových desek o tloušťce 10 až 20 mm. Pro názornost byly desky na následujícím obrázku obarveny podle své tloušťky: červená 20 mm, oranžová 12 mm, žlutá 10 mm.



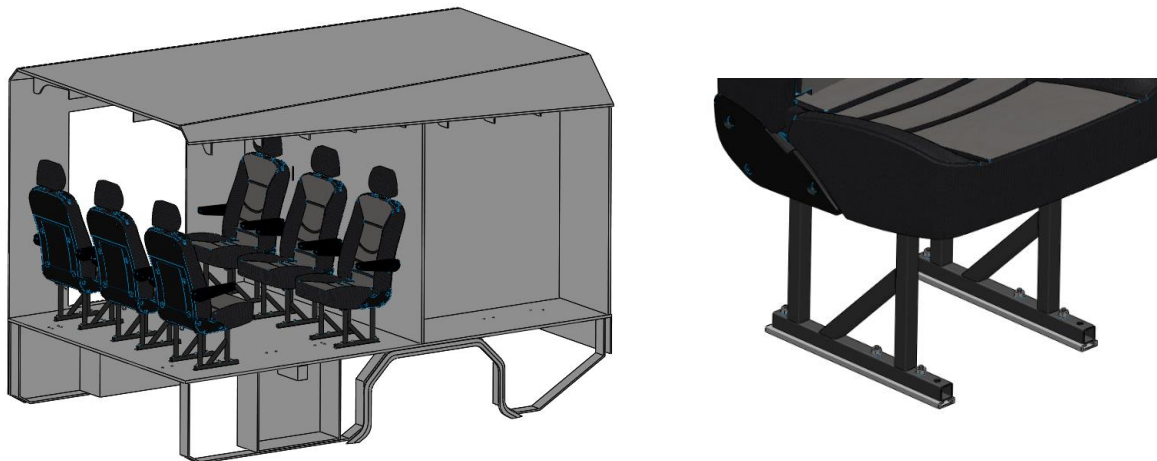
Obr. 9-1 Tloušťka stěn nástavby

Tloušťky stěn je možné optimalizovat dle působícího zatížení. Optimalizace dle statického zatížení (vozidlo stojí) je možné provést pomocí metody mkp, nicméně se jedná o časově náročnou úlohu, která přesahuje rámec této závěrečné práce. Největšímu zatížení je však nástavba vystavena při provozu, tedy dynamickém namáhání, které má v čase stochastický průběh. Výpočet nástavby vystavené takovým účinkům je velice složitý proces, kterým se zabývají specializované výpočetní společnosti. Z těchto důvodů byla tloušťka stěn volena na základě zkušeností a doporučení.

Svařování desek je provedeno extruzivní metodou, která je popsána v kapitole 4.4.2. Umístění a orientace svarových spojů má zásadní vliv na životnost konstrukce. Z tohoto důvodu byl kladen důraz na správné konstrukční provedení. Projevilo se to např. při navrhování výztuh pro střešní desku. U nástavby se uvažuje pochozí střecha a je zde umístěna i výzbroj hasičů. Proto bylo vhodné střešní desku vyztužit podélnými a příčnými žebry, Toto žebrování bylo navrženo tak, aby nedocházelo ke kumulaci svarů (a tím i zbytkového napětí) a vytváření tzv. křížových svarů. Dále u svarů desek o tloušťce 20 mm a více se doporučuje namísto obyčejného koutového svaru vytvořit  $\frac{1}{2}$  V svary a až poté svar koutový.

### 9.1.1 Prostor pro posádku

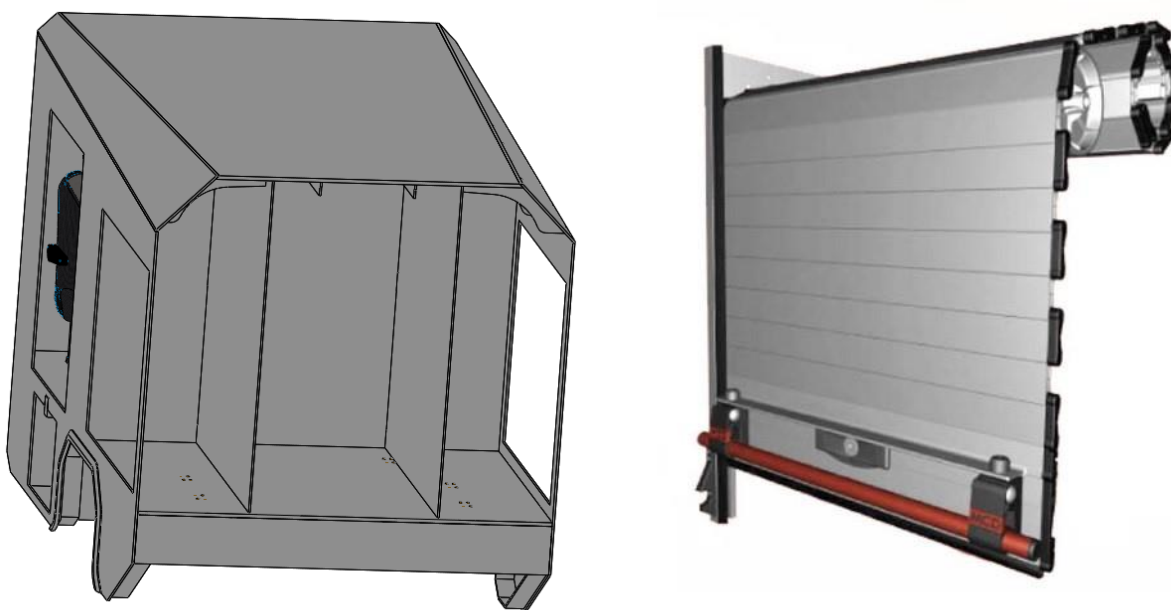
Jsou zde použity sedačky *Smartseats easy XL* od spol. AMF-Bruns of America. Sedačky jsou certifikovány pro automobily kategorie M1 a splňují požadavky norem a směrnic Evropské unie. Upevnění sedaček je provedeno skrze kotevní lišty *Airline*, které jsou zapuštěny v podlaze. Dále se uvažuje použití protiskluzových nátěrů nebo pásů.



Obr. 9-2 Prostor pro posádku, detail upevnění sedaček (vlevo)

### 9.1.2 Prostor pro náklad

Prostor je oddělen na 3 části. V části uprostřed se nachází přenosná stříkačka, která je přístupná skrze zadní stěnu nástavby. V ostatních částech je umístěna výbava (hadice, nářadí, kanystry, atd.) K zakrytí výbroje jsou u všech částí použity rolety. Upevňovací prvky, police nebo boxy nejsou v tomto návrhu uvažovány a byly by dodělány na základě upřesnění konkrétního zákazníka.

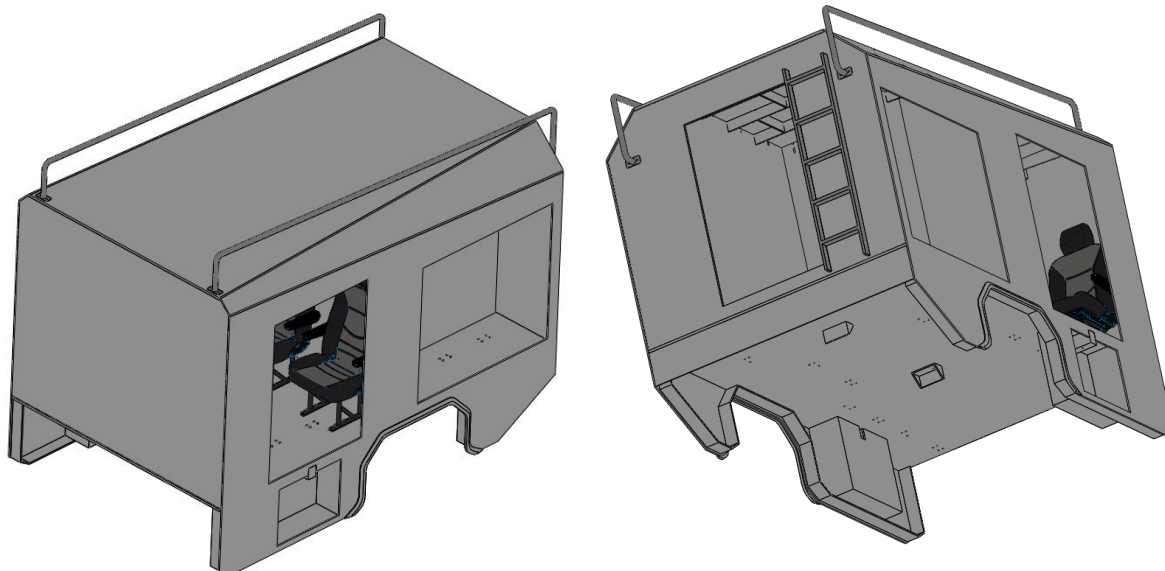


Obr. 9-3 Prostor pro výbavu a vnitřní roleta (vpravo) <sup>[49]</sup>

Katedra konstruování strojů

Bc. Vladimír Dvořák

Na střeše jsou po stranách upevněny opěrné trubky. Na zadní stěně nástavby je umístěn žebřík. V dolní části je vytvořen prostor pro stupačky, které by byly v podobě hliníkového plechu (slza). Po obvodu spodní části jsou bočnice zevnitř vyztuženy pásem ze svařovaných desek. V oblasti blatníku je navíc vytvořeno vnější vyztužení. Zespodu podlahové desky jsou přišroubovány plastové dorazy, které pomáhají přenášet podélné síly z nástavby na rám.



Obr. 9-4 Celkový pohled na nástavbu

## 9.2 Pomocný rám a upevnění nástavby

### 9.2.1 Volba průřezu podélníků a počtu příčníků

Rám by měl být relativně poddajný v krutu, ale odolný vůči ohybovému namáhání. Ve směrnících pro výrobce nástaveb se proto doporučují podélníky z profilů U nebo jejich variace.

V příručkách jsou uvedeny i doporučení pro dimenzování podélníků montážního rámu. Ve většině případů se jedná o minimální modul průřezu v ohybu, který je pro daný typ nástavby potřebný. Ve směrnících pro MB Sprinter 906 jsou požadavky následující:

- Pro valníkovou nebo skříňovou nástavbu:  $W_x = 17 \text{ cm}^3$
- Pro sklápěč, zvedací pracovní plošinu:  $W_x = 30 \text{ cm}^3$
- Pro nakládací jeřáb:  $W_x = 40 \text{ cm}^3$

Tyto hodnoty jsou určeny pro podélníky ocelových rámu. U této nástavby je ale použit podélník z hliníku, který má nižší modul pružnosti, a proto je nutné zohlednit ohybovou tuhost. Podmínkou je tedy, aby hliníkový rám vykazoval minimálně stejnou tuhost v ohybu jako odpovídající rám ocelový. Pro zjištění kvadratického momentu průřezu se použije výše uvedený minimální modul průřezu v ohybu. Ohybový modul  $W_x = 17 \text{ cm}^3$  odpovídá profilu U 80x50x4, jehož kvadratický moment průřezu je cca  $70 \text{ cm}^4$ . Tuhost v ohybu se vypočítá následovně:

$$K_O = E_{ocel} * J_{xmin} \quad (7)$$

$$K_O = 210000 * 700000 = 1,47 * 10^{11} \text{ Nmm}^2$$

Katedra konstruování strojů

Bc. Vladimír Dvořák

Tato hodnota tedy představuje nezbytnou tuhost v ohybu, kterou musí hliníkový podélník mít. Protože modul pružnosti hliníku je zhruba 3x nižší než u oceli, lze rovnou odvodit, že pro dosažení stejné hodnoty ohybové tuhosti je potřeba 3x větší kvadratický moment průřezu.

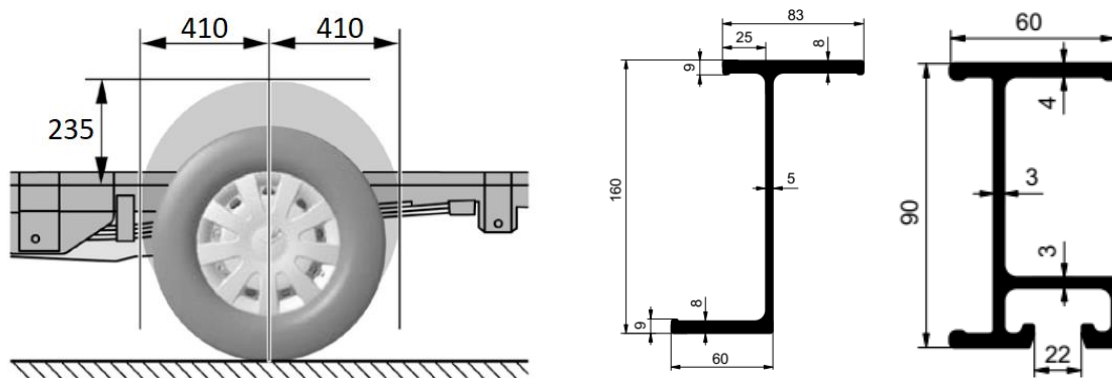
$$J_{\text{požadovaný}} = 3 * 700000 = 2,1 * 10^6 \text{ mm}^4$$

První volba profilu pro podélník se opírala o požadavek na volný prostor nad kolem (viz. obr. 9-5). Z tohoto důvodu byl vybrán profil T 160 mm. S využitím programu SolidWorks byl zjištěn kvadratický modul průřezu tohoto profilu a dále vypočítán modul pružnosti v ohybu použitého hliníkového podélníku:

$$J_x = 8,3 * 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_x = 98 \text{ cm}^3$$

Z těchto hodnot je patrné, že podélník má cca 4x vyšší hodnotu kvadratického modulu průřezu, než byla požadována. Obdobně to platí i pro modul pružnosti v ohybu, jehož hodnota je více jak 5x vyšší. Z tohoto pohledu podélník vyhovuje. Díky použití vysokého podélníku je možné nástavbu použít i pro podvozky s výrazně odlišným rozměrem B (obr. 8-1) a není potřeba výrazně měnit prostor kola jako u jiných nástaveb, které mají blatník integrovaný do prostoru nástavby.



Obr. 9-5 Prostor pro kolo (vlevo) <sup>[50]</sup> a použité profily (vpravo) <sup>[42]</sup>

U příčných nosníků byl zvolen hliníkový profil o výšce 90 mm. Pro zjištění minimálního počtu příčniců se bude vycházet ze dvou skutečností: maximální zatížení, které dokáže přenést příčník a maximální zatížení, které dokáže přenést svorka. Při posuzování prvního hlediska se vychází z odhadu dle rozložení příčniců rámu podvozku. Profily jsou umístěny nad nimi tak, aby pomocný rám mohl co nejlépe sledovat deformace podvozku. V případě svorek se jedná o šroubový předepnutý spoj, který drží příčníky pomocí třecích sil. Při nedostatečném počtu svorek by mohlo dojít vlivem bočních sil k prokluzu mezi příčníkem a podélníkem. Největší zkoušce jsou svorky podrobeny v případě brzdění vozidla při průjezdu zatáčkou. V této situaci jsou spoje namáhány odstředivou silou a brzdící setrvačnou silou. Pro další návrh se uvažuje použití 8 příčniců, každý příčník je spojen 4 svorkami.

Z návrhu směrových oblouků pro pozemní komunikace (návrhové prvky dle ČSN 73 6102) byl zjištěn nejmenší možný poloměr oblouku při návrhové rychlosti.

Příčný sklon	2,5 %
Poloměr kružnicového oblouku r	100 m
Rychlost vozidla v	75* km/h

Tab. 9-1 Vstupní parametry pro výpočet <sup>[51]</sup>

Katedra konstruování strojů

Bc. Vladimír Dvořák

\*Návrhová rychlost není rychlostí maximální, a proto je vynásobena koeficientem 1,5.

Pro odstředivou sílu při uvažované max. hmotnosti nástavby 2400 kg platí:

$$F_{od} = m_n * \frac{v^2}{r} \quad (8)$$

$$F_{od} = 2400 * \frac{21^2}{100} = 10\,584 \text{ N}$$

Tato síla působí na celý pomocný rám, tzn. na všechny svorky. Při jízdě může dojít k situaci, kdy některé svorky přenášejí více zatížení než jiné, a proto z důvodu bezpečnosti bude síla rozložena 20 svorek:

$$F_{sod} = \frac{F_{od}}{20} \quad (9)$$

$$F_{sod} = \frac{10584}{20} = 530 \text{ N}$$

Síla vyvolaná brzděním vozidla je vypočtena následujícího vztahu. Brzdné zpomalení bylo odhadnuto na  $5 \text{ m/s}^2$ .

$$F_b = m_n * a_b \quad (10)$$

$$F_b = 2400 * 5 = 12\,000 \text{ N}$$

$$F_{sb} = \frac{F_b}{20}$$

$$F_{sb} = \frac{12000}{20} = 600 \text{ N}$$

Ve šroubovém spoji působí tyto síly v radiálním směru. Pro zjednodušení je ve výpočtu uvažována výsledná síla, vzniklá vektorovým součtem dílčích sil.

$$F_v = \sqrt{F_{sod}^2 + F_{sb}^2} \quad (11)$$

$$F_v = \sqrt{530^2 + 600^2} = 801 \text{ N}$$

K předběžnému výpočtu byl využit výpočetní program v rozhraní MS Excel - Mitcalc. Pomocí tohoto výpočtu bylo ověřeno napětí a celková bezpečnost spoje (příloha č. 1). Z výsledků je patrné, že šroubový spoj vyhovuje a je možné s ním dále pracovat.

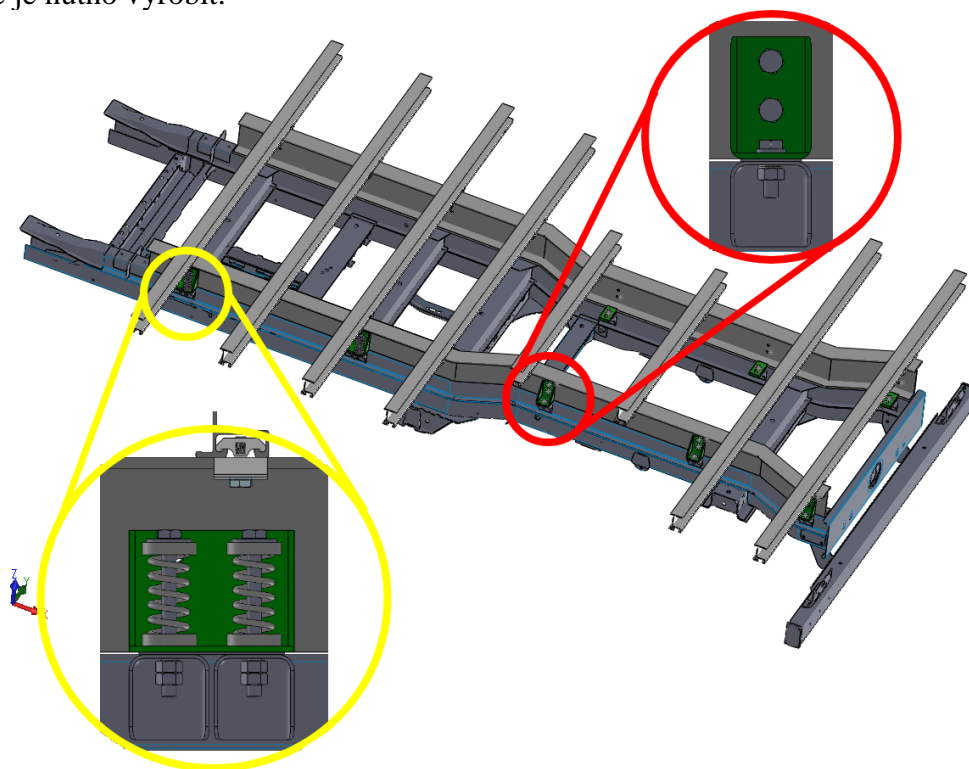
### 9.2.2 Popis konstrukčního řešení

Pomocný rám se skládá ze dvou podélníků, které jsou pomocí konzol (označené zeleně) připevněny k rámu podvozku (tmavě modrá barva). U předních spojů jsou použity velmi pružné spoje, aby bylo možné odlehnutí od rámu. U druhé konzole zřepředu se uvažuje větší předepnutí pružiny, tak aby se postupně snížila maximální možná vzdálenost odlehnutí. V zadní části jsou použity obyčejné šroubové spoje. U podvozku Mercedes Benz Sprinter je rám šasi v místech zadní nápravy zúžený (je zde dvojmontáž kol), a proto je nutné tomu uzpůsobit i montážní rám. Podélníky jsou vyrobeny tak, aby kopírovaly tvar rámu podvozku a tím byla zaručena co nejlepší styčná plocha. Podélník je posunut co nejvíce ke kabině, aby se překrylo ohybově slabé místo a nevznikaly problémy s vibracemi. Profily, konzoly a svorky jsou dodávány výrobcem příslušenství pro nástavby ALU SV. V případě vozidla Avia jsou podélníky přímé, zde není

Katedra konstruování strojů

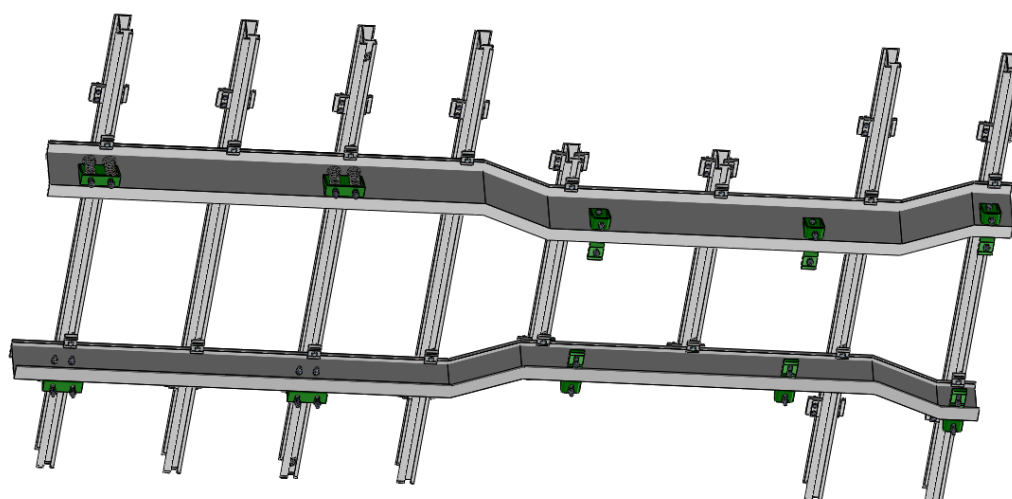
Bc. Vladimír Dvořák

nutné je zalamovat a spojení je obdobné jako u MB s tím rozdílem, že případné nekompatibilní konzole je nutno vyrobit.



Obr. 9-6 Pomocný rám upevněný na šasi podvozku

Na podélnících jsou umístěny příčné profily, držené svorkami. Svorky jsou hliníkové a jsou svírané šroubem M10 s polyamidovou vrstvou (Tuflok). U zadní nápravy jsou dva příčníky kratší, aby nezasahovali nebezpečně blízko do prostoru kola. K rámu je nástavba připevněna opět pomocí šroubového spoje s využitím upínky. V upínce jsou dva šrouby M10, zajištěné podložkami Nord-Lock. Matice je v podobě závitové vložky, určené do plastových desek (Multisert).



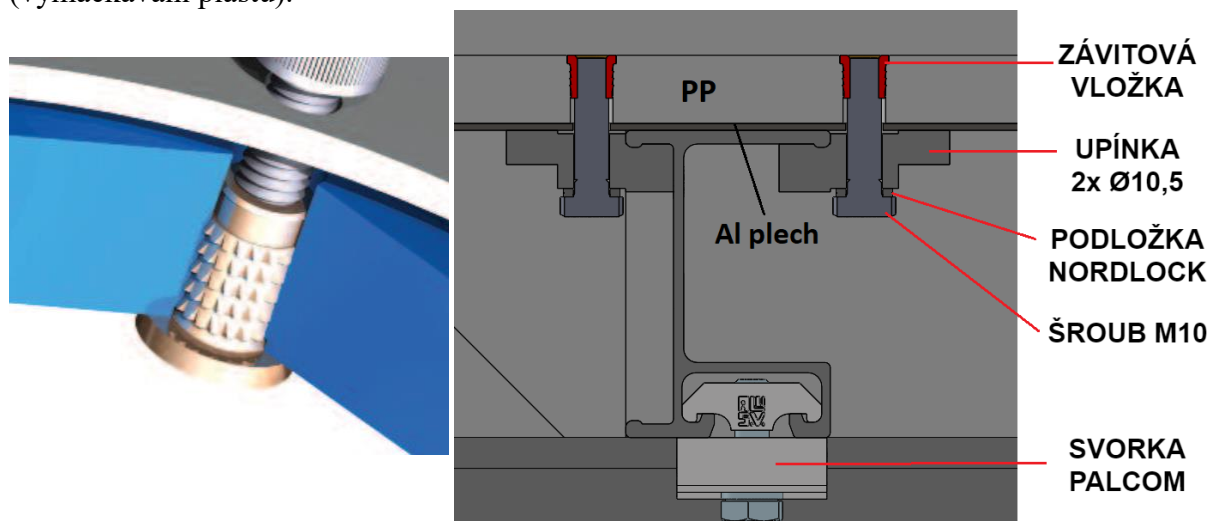
Obr. 9-7 Pohled na pomocný rám zespodu (včetně všech svorek)



Katedra konstruování strojů

Bc. Vladimír Dvořák

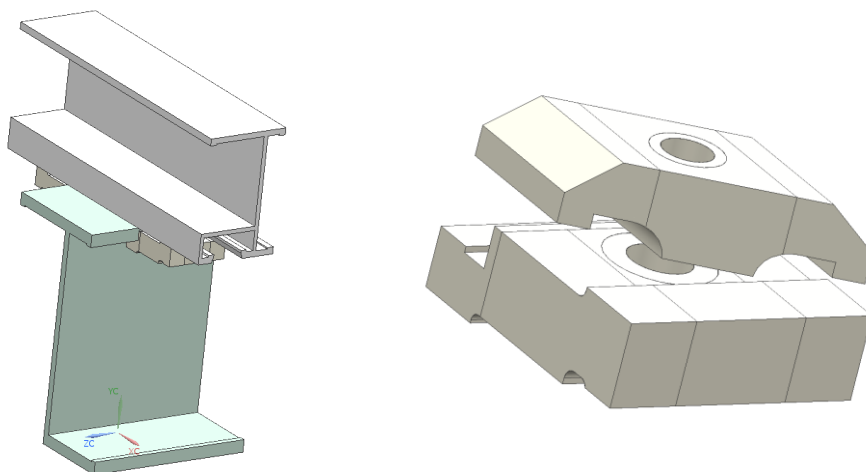
Mezi podlahou nástavby a příčnými profily je umístěn hliníkový plech, který slouží k lepšímu rozložení váhy nástavby na příčníky, a tím omezení viskoelastického chování plastu (vymačkávání plastu).



Obr. 9-8 Použití závitové vložky (vlevo) <sup>[48]</sup> a popis spoje nástavby (vpravo)

## 10 Predikce vlastností

Výpočet svorek byl pro předběžný návrh postačující, nicméně zjednodušený. Při výpočtu byl uvažován spojovaný materiál ve formě k sobě přiléhajících desek a dále byly získány výsledky, které se týkaly především samotného šroubu. Tvar součástí je ve skutečnosti jiný a vzhledem k malé třecí ploše je možné, že by mohlo dojít k prokluzu. Z tohoto důvodu byl spoj podroben výpočtu pomocí metody konečných prvků (MKP). Následující výpočty byly provedeny v sw Siemens NX 11. Pro tuto analýzu byl využit zjednodušený 3D model, tzn. byla odstraněna některá zaoblení nebo zkosení. Model svorky byl rozdělen na několik částí, aby bylo možné použít odlišné sítě.

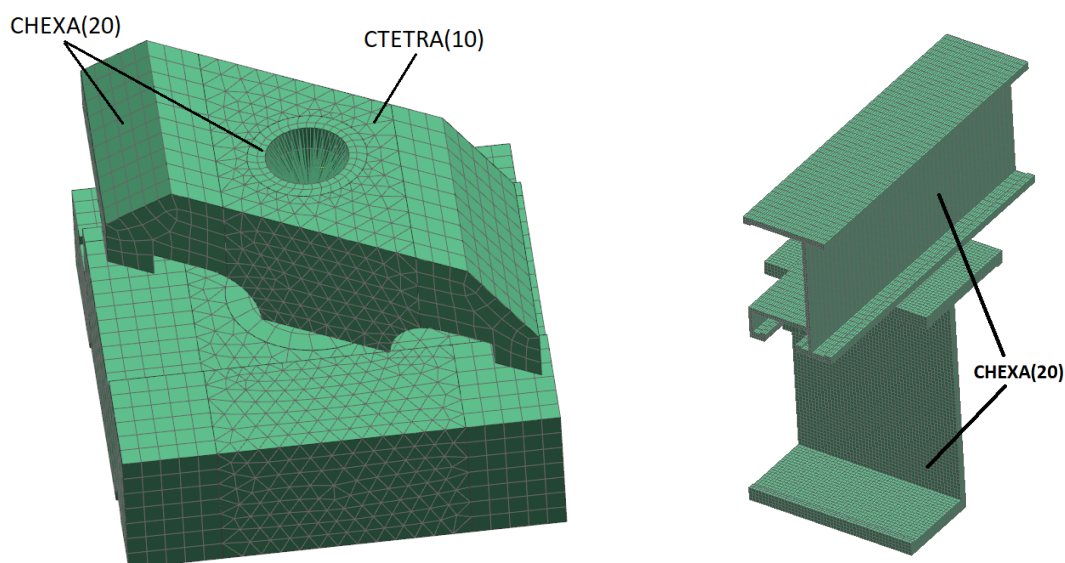


Obr. 10-1 Zjednodušené modely pro analýzu mcp

Katedra konstruování strojů

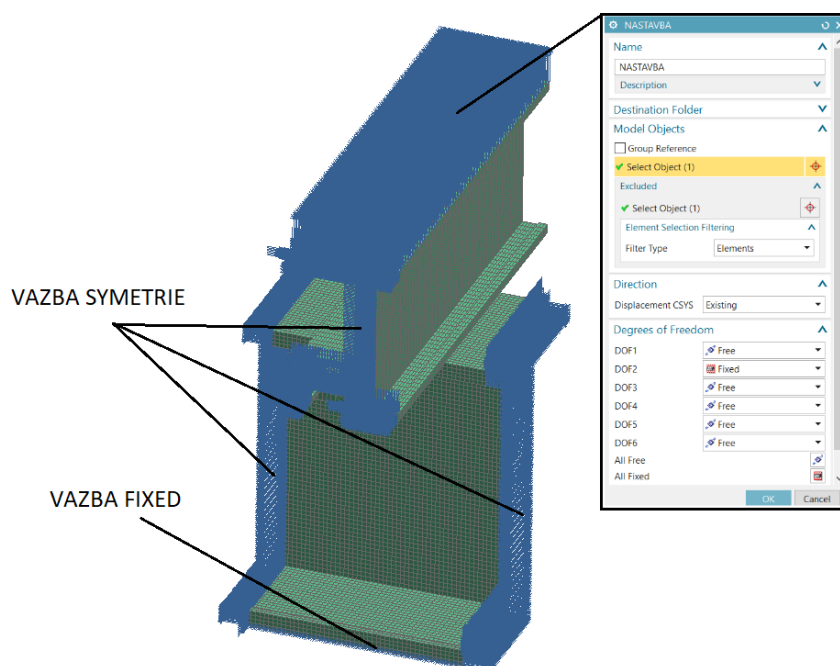
Bc. Vladimír Dvořák

Ve výpočtu se pracuje se dotykem součástí, a proto je vhodné uzpůsobit síť modelu k plošnému kontaktu. V místech svorky, kde dochází ke kontaktu a pro profily byly použity elementy CHEXA(20) s meziuzly, v ostatních částech pak CTETRA(10).



Obr. 10-2 Síť modelů

Po nasíťování bylo přistoupeno k definování okrajových podmínek, včetně plošných styků. Na obr.10-3 jsou zobrazeny okrajové podmínky, všechny vyznačené vazby byly zadány na plochu. Vazba *NÁSTAVBA* zamezuje posuv příčnicku ve svislém směru a nahrazuje vliv nastavby. Vazba *FIXED* nahrazuje uložení podélníku na šasi podvozku. Vazby *SYMETRIE* nahrazují pokračování profilů, které byly pro zjednodušení oříznuty.

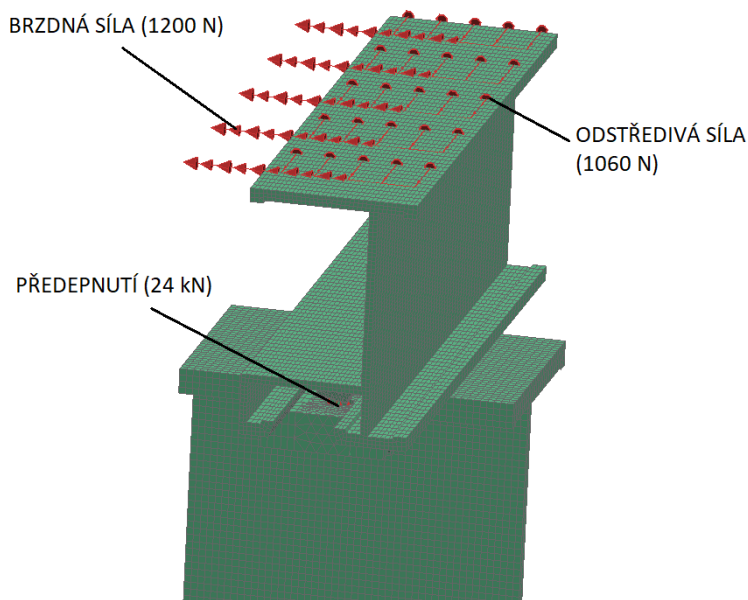


Obr. 10-3 Okrajové podmínky - upevnění

Katedra konstruování strojů

Bc. Vladimír Dvořák

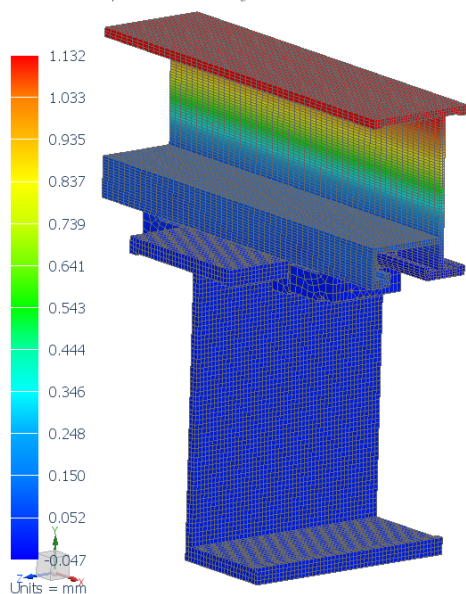
Zatěžujícími účinky jsou předpětí šroubu, odstředivá a brzdná síla. Předpětí šroubu je vytvořeno pomocí funkce *Bolt Connection*, kde ve spodní části se počítá s dosednutím podložky pod hlavou a v horní části s maticí ve formě svorky. Předepnutí šroubu bylo provedeno pomocí funkce *Bolt Pre-load* (síla na 1D prvek). Hodnota předepnutí byla odečtena z tabulek podle doporučeného utahovacího momentu 48 Nm, a to 24 kN.



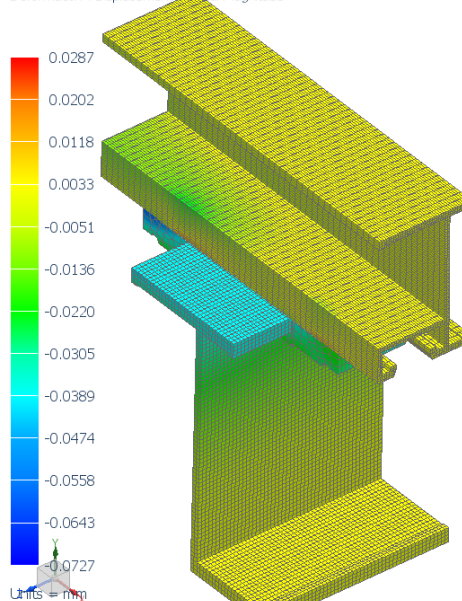
Obr. 10-4 Okrajové podmínky - zatížení

Vzhledem k tomu, že se zkoumá oblast v blízkosti svorky, bylo zavedeno zjednodušení a působiště odstředivé síly definováno na horní plochu profilu. Předpokládá se, že nástavba je na této ploše tuze spojena s příčnickem. Hodnota odstředivé a setrvačné byla vypočítána v kap. 9.2.1.

MYP SVORKA\_sim1 : nove\_face Result  
Subcase - Static Loads 1, Static Step 1  
Displacement - Nodal, Z  
Min : -0.047, Max : 1.132, Units = mm  
Deformation : Displacement - Nodal Magnitude



MYP SVORKA\_sim1 : nove\_face Result  
Subcase - Static Loads 1, Static Step 1  
Displacement - Nodal, X  
Min : -0.0727, Max : 0.0287, Units = mm  
Deformation : Displacement - Nodal Magnitude



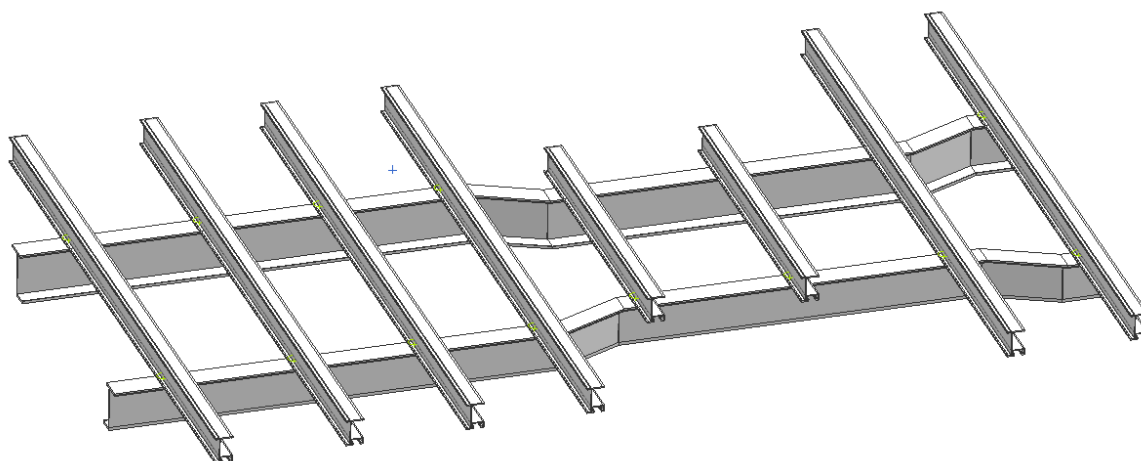
Obr. 10-5 Výsledky analýzy – deformace v ose Z (vlevo) a ose X (vpravo) v [mm]

Katedra konstruování strojů

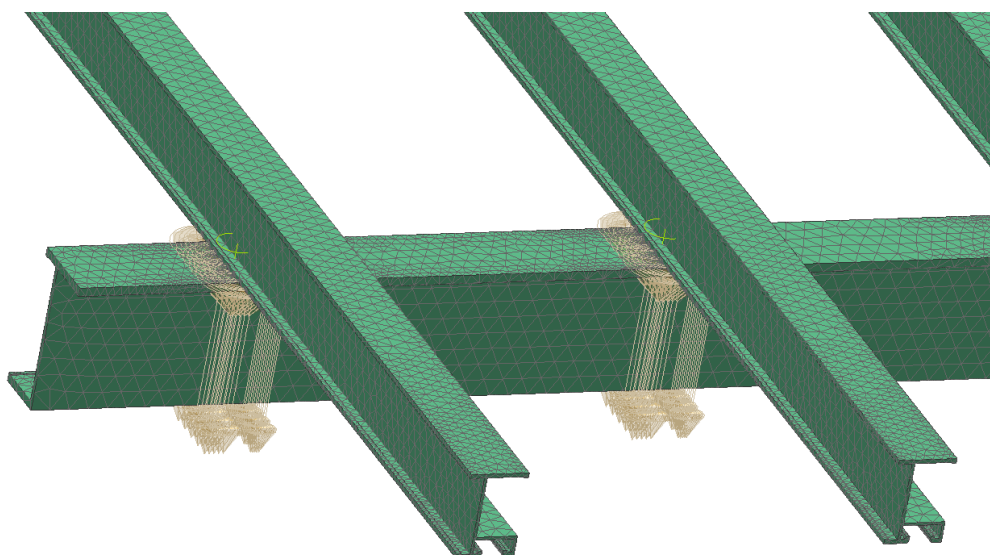
Bc. Vladimír Dvořák

Plošné kontakty, u kterých nehrozí riziko prokluzu byly definovány jako *Glue* (plochy jsou pevně spojeny). Ostatní byly určeny jako *Face Contact* (umožňující posuv) se součinitelem tření 0,2. Na obr. 10-5 jsou zobrazeny výsledky analýzy – výsledné deformace. V ose Z, tedy ve směru podélníku je posunutí největší, maximální hodnota je 1,132 mm v místě horní pásnice. Dle obrázku je zřejmé, že příčníc v místě spoje drží a deformace jsou způsobené jeho ohybem. V ose Y, tedy ve směru příčnící jsou posuvy zanedbatelné (maximum 0,0287 mm). Na základě těchto hodnot lze říci, že spoj je při tomto zatížení bezpečný a nedojde k prokluzu mezi zkoumanými součástmi.

V dalším kroku ověření konstrukce je počítáno s rámem jako celkem. Na základě výše uvedeného výpočtu lze pro styk mezi profily použít plošný kontakt typu *Glue*. Síť modelů je tvořena elementy typu CTETRA(10). Žluté šipky na obr. označují kontaktní plochy.



Obr. 10-6 Zjednodušený model rámu

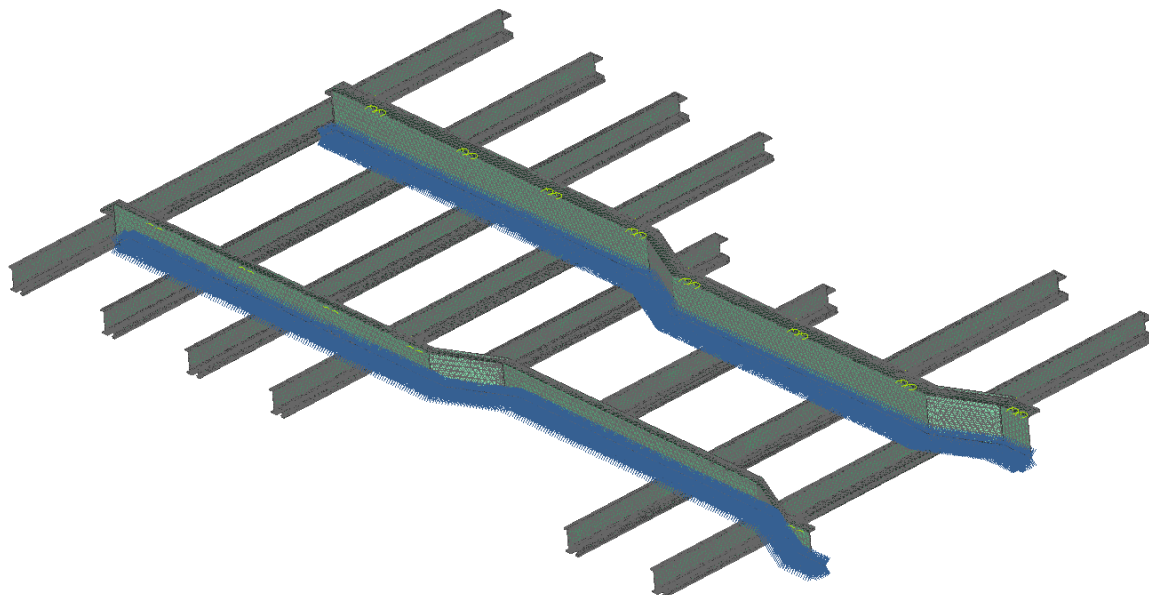


Obr. 10-7 Ukázka sítě modelu

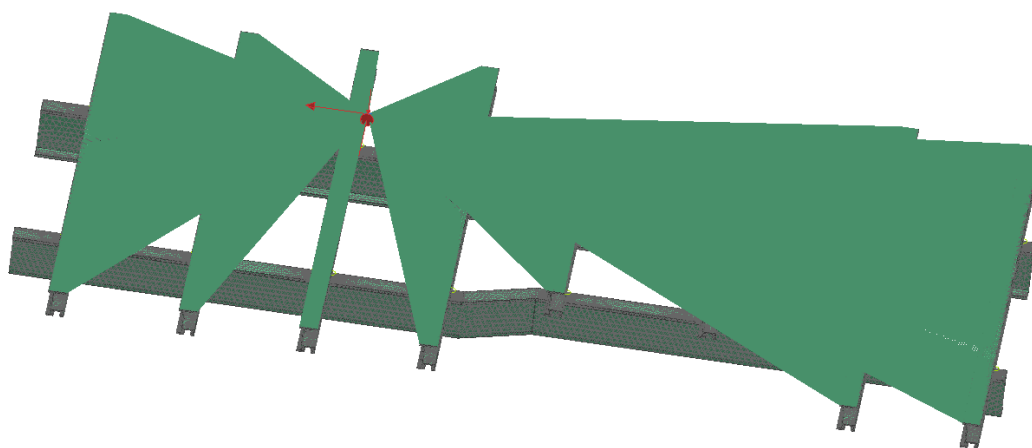
Katedra konstruování strojů

Bc. Vladimír Dvořák

Na spodní pásnici podélníku byla obdobně jako u předchozího výpočtu použita vazba *FIXED*, tzn. byly zde odebrány všechny stupně volnosti. Rám je zatížen celkovou odstředivou silou (10 584 N), celkovou brzdou silou o velikosti 12 000 N a navíc gravitační silou, která představuje váhu nástavby (22000 N). Tyto síly působí v těžišti (obr.10-9). Pomocí funkce *Point to Face* byl bod těžiště spojen s horními plochami příčníků, což simuluje připevnění nástavby na pomocný rám.

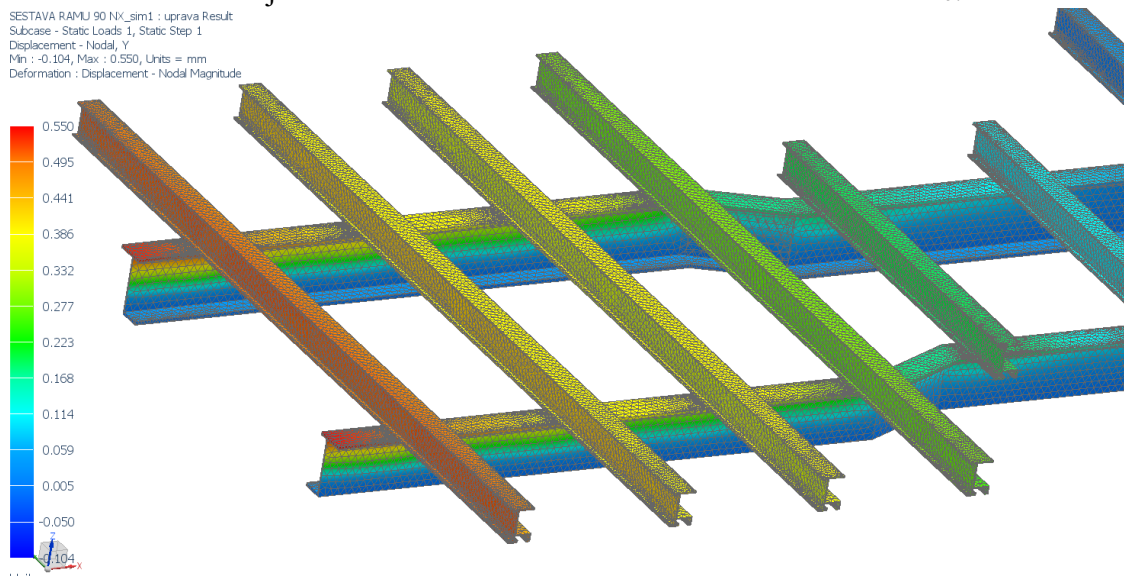


Obr. 10-8 Okrajové podmínky rámu - upevnění

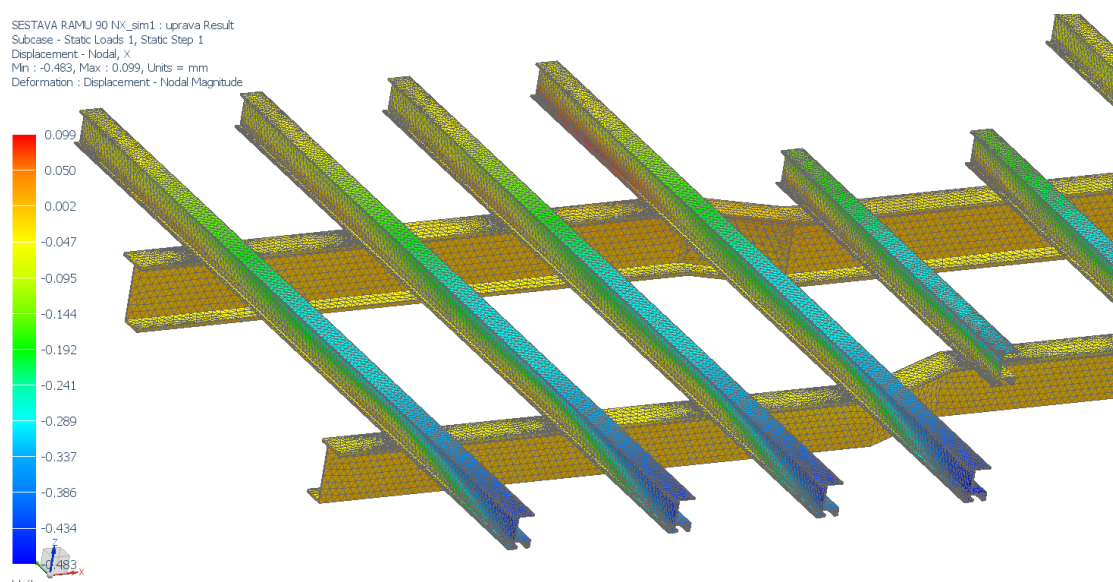


Obr. 10-9 Okrajové podmínky rámu - zatížení

Na následujícím obrázku jsou zobrazeny výsledky analýzy. Obr. 10-10 ukazuje posuv ve směru Y (směr podélný), kde je zřejmé, že namáhány jsou především přední příčníky. Dále je zde vidět, že podélník je namáhán na zkos. Maximální posunutí je rovno 0,55 mm v místě horní pásnice podélníku. Obr. 10-11 ukazuje posunutí v ose X (příčný směr) a zde je patrný vliv odstředivé síly, která má tendenci příčnick ohýbat. Maximální posunutí je 0,483 mm.



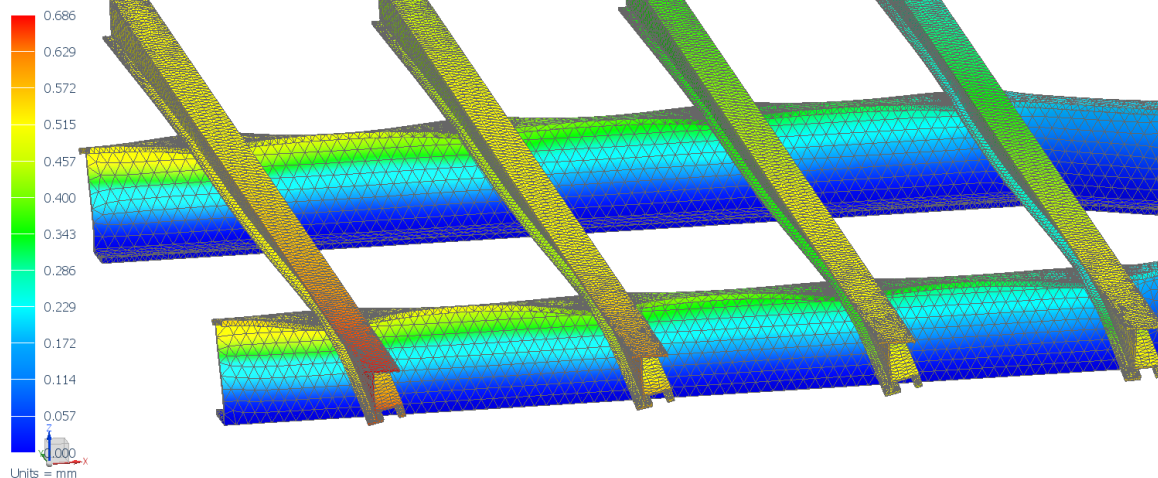
Obr. 10-10 Výsledky analýzy – deformace ve směru Y v [mm]



Obr. 10-11 Výsledky analýzy – deformace ve směru X v [mm]

Na obr. 10-12 je zobrazena celková deformace. Pro lepší představení deformačních procesů je měřítko deformací na zvětšeno. Z tohoto je vidět, že podélník se kromě zkosení ohýbá ve směru odstředivé síly a zároveň je stlačován ve svislém směru pod podélníky. U příčných profilů se projevuje nižší tuhost na koncích, kde jsou maximální deformace. Hodnota maximálního celkového posunutí je 0,686 mm. Maximální hodnoty jsou nízké, a proto lze konstatovat, že z hlediska deformace rám vyhovuje. Je nutné poznamenat, že rozdílné hodnoty deformací oproti předchozímu výpočtu jsou způsobeny odlišným zadáním okrajových podmínek.

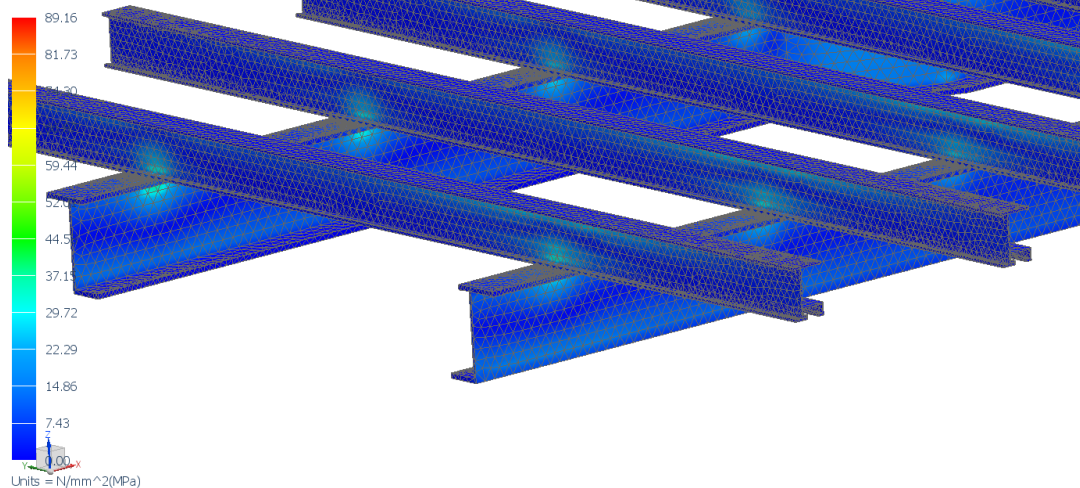
SESTAVA RAMU 90 NX\_sim1 : uprava Result  
Subcase - Static Loads 1, Static Step 1  
Displacement - Nodal, Magnitude  
Min : 0.000, Max : 0.686, Units = mm  
Deformation : Displacement - Nodal Magnitude



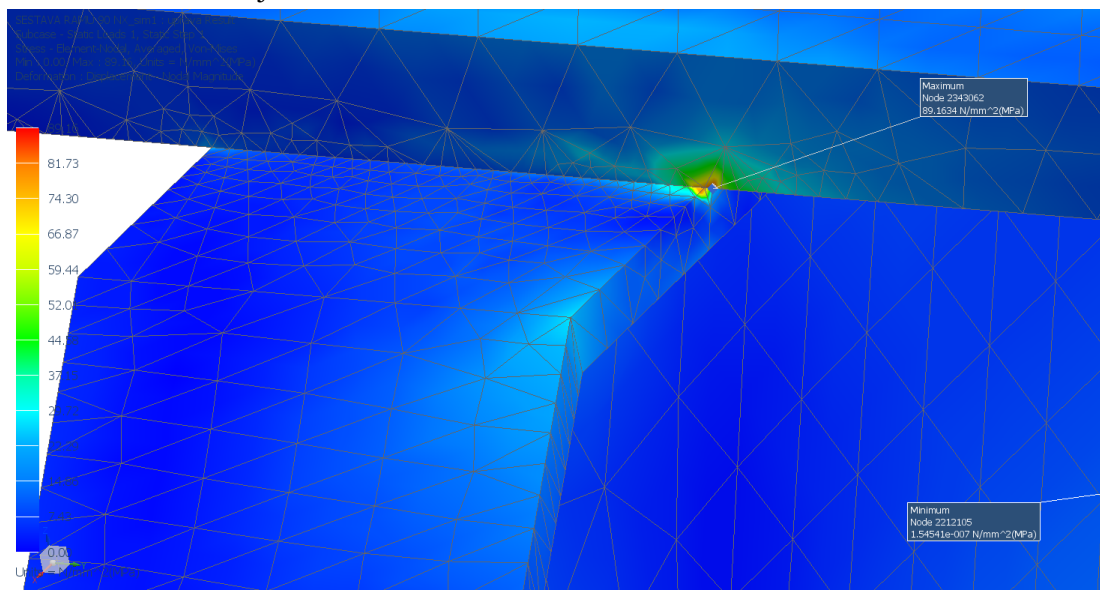
Obr. 10-12 Výsledek analýzy – deformace celková v [mm]

Výsledky, co se týče napětí zobrazuje následující obrázek. Zvýšené hodnoty se dle předpokladu nachází v okolí kontaktů. Maximální redukované napětí (von Mises) 89,16 MPa je na hraně kontaktu (obr. 10-14). Z tohoto důvodu se pravděpodobně jedná o zkreslení výsledků vlivem ostrého přechodu. Pokud se tato špička zanedbá, maximální napětí v rámu se pohybuje okolo 40 MPa.

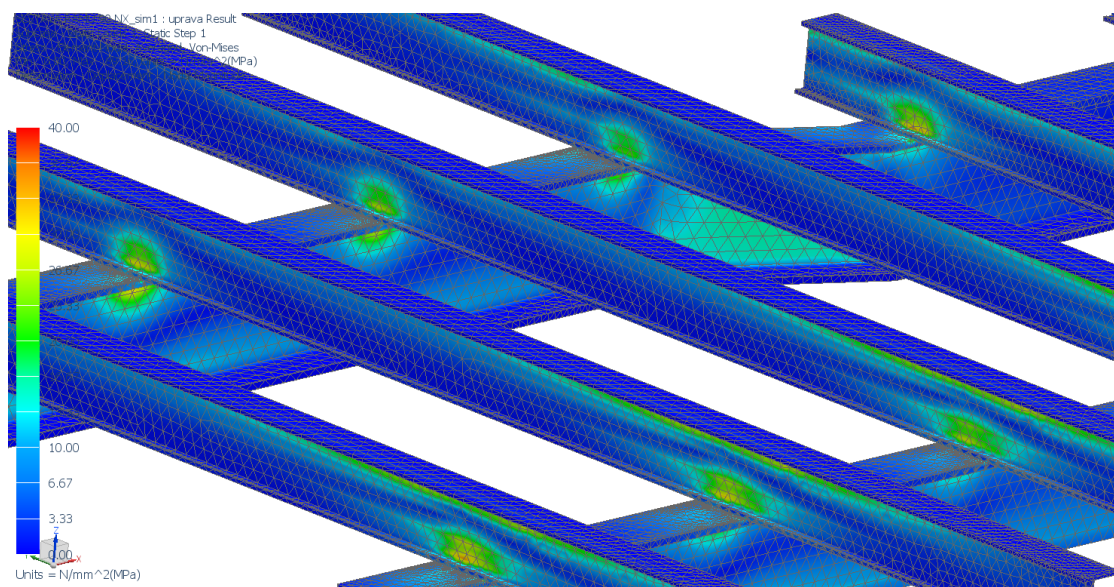
SESTAVA RAMU 90 NX\_sim1 : uprava Result  
Subcase - Static Loads 1, Static Step 1  
Stress - Element-Nodal, Averaged, Von-Mises  
Min : 0.00, Max : 89.16, Units = N/mm<sup>2</sup>(MPa)  
Deformation : Displacement - Nodal Magnitude



Obr. 10-13 Výsledek analýzy – redukované napětí von Mises v [MPa]



Obr. 10-14 Výsledek analýzy – napěťová špička, hodnoty napětí v [MPa]



Obr. 10-15 Výsledek analýzy – napětí po zanedbání napěťové špičky v [MPa]

Materiál rámu je hliníková slitina (EN AW 6005A) s mezí kluzu  $R_{p0,2} = 215$  MPa. Pokud se napětí 40 MPa bude považovat za maximální, vzhledem k materiálu lze napsat:

$$\sigma_D = \frac{R_{p0,2}}{k} \quad (12)$$

Při bezpečnosti  $k = 2$ :

$$\sigma_D = \frac{215}{2} = 112,5 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\max} \leq \sigma_D$$

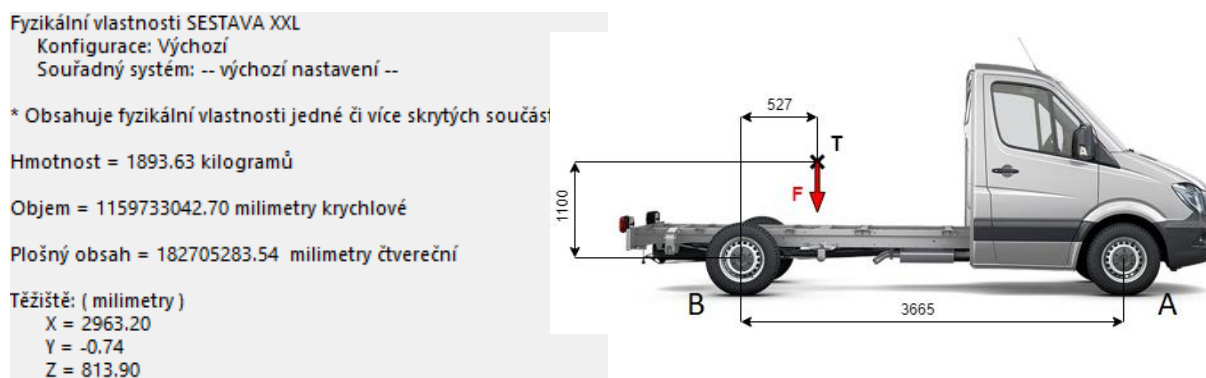
$$40 \leq 112,5 \text{ [MPa]} \dots \text{vyhovuje}$$



## 10.1 Výpočet zatížení náprav

Při výpočtu zatížení náprav je důležité umístění těžiště. Těžiště by mělo v příčném směru ležet ve středové rovině vozidla, aby byla kola namáhána stejným zatížením. Výška těžiště má velký vliv na říditelnost vozidla a bezpečnost jízdy, měla by být co nejnižší. Pro podvozky s ESP se doporučuje, aby výška těžiště nepřesahovala hodnotu 1 300 mm (měřeno ke středu kola). V tomto případě je výška 1112 mm, tedy tento požadavek splňuje.

Poloha těžiště v podélném směru byla zjištěna pomocí 3D programu SolidWorks (rozměry uvedené na obrázku vlevo jsou vztaženy k počátku modelu, níže se počítá s přepočtenými hodnotami k nápravám). Pro zjednodušení se uvažuje působíště síly v místě těžiště nástavby. Vliv hmotnosti posádky byl zahrnut pomocnými kvádry o odpovídající hmotnosti (100 kg), které byly umístěny na sedačky. Podobně bylo provedeno i pro hmotnost přenosného čerpadla (190 kg). Na základě hmotnosti 3D modelu byla max. hmotnost nástavby s rámem a nákladem odhadnuta na 2 200 kg. Následující výpočet je orientační, ve směrnících je doporučeno zjistit těžiště vozidla praktickým vážením u kvalifikované zkušebny (DEKRA, TÜV).



Obr. 10-16 Poloha těžiště a schéma pro výpočet (vpravo) (zdroj: úprava z [47])

Pomocí podmínky rovnováhy jsou vypočteny reakce v místě náprav:

Momentová podmínka k bodu A:

$$\sum M_{iA} = 0:$$

$$0 = R_B * A - F * l \quad (13)$$

$$R_B = \frac{F * l}{A}$$

$$R_B = \frac{22000 * 3138}{3665} = 18837 \text{ N } (\sim 1884 \text{ kg})$$

Silová podmínka ve svislé ose:

$$\sum F_{iy} = 0:$$

$$0 = R_B + R_A - F \quad (14)$$

$$R_A = F - R_B$$

$$R_A = 22000 - 1884 = 3116 \text{ N } (\sim 316 \text{ kg})$$

Katedra konstruování strojů

Bc. Vladimír Dvořák

Hmotnost podvozku (pohotovostní) je 2025 kg, přičemž na přední nápravu připadá 1320 kg a na zadní nápravu 705 kg. Pro zjednodušení se uvažuje, že hmotnost řidiče a spolujezdce zatíží pouze přední nápravu. Celkové zatížení je součtem dílčích zatížení.

- Přední náprava

$$M_{VA} = R_A + M_{PVA} + 2 * M_o \quad (15)$$

$$M_{VA} = 316 + 1320 + 2 * 100 = 1836 \text{ kg}$$

- Zadní náprava

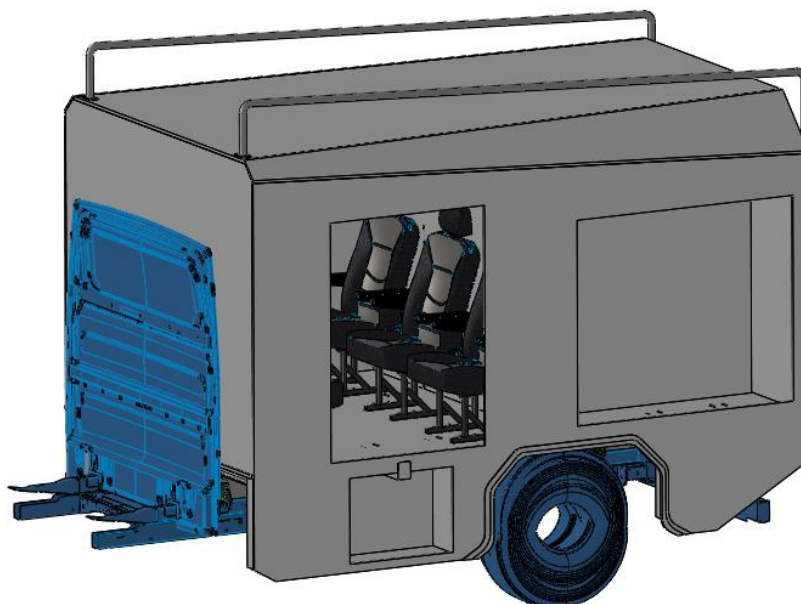
$$M_{HA} = R_B + M_{PHA} \quad (16)$$

$$M_{HA} = 18884 + 705 = 2593 \text{ kg}$$

	Vypočtená zátěž [kg]	Maximální povolená zátěž [kg]
Přední náprava	1836	1850
Zadní náprava	2589	3500

Tab. 10-1 Výsledky výpočtu a maximální hodnoty zatížení

Dle tabulky je zřejmé, že vypočtená zátěž náprav nepřesahuje povolenou hodnotu a z tohoto hlediska nástavba vyhovuje. Dovolené hodnoty podvozku Avia jsou uvedeny v tab. 5-1. U tohoto podvozku by výpočet probíhal analogicky, avšak s jinou polohou těžiště a odlišnou hmotností podvozku připadající na nápravu.



Obr. 10-17 Nástavba s podvozkem a zadní stěnou kabiny (označen modrou barvou)

## 11 Zhodnocení

Návrh nástavby byl řešen tak, aby se jednalo o jednoduchou a levnou variantu nahrazení staré nástavby. Flexibilita uchycení zajišťuje kompatibilitu s vícero podvozky a usnadňuje manipulaci s rámem a samotnou montáž. Ve specifikacích jsou uvedeny všechny známé požadavky, včetně těch, které by byly splněny v pozdější fázi návrhu a v dalším průběhu deailování. Z konstrukčního hlediska je návrh vyhovující. Pro ekonomické zhodnocení je potřeba stanovit výrobní náklady.

## 11.1 Stanovení nákladů pro výrobu nástavby

### 11.1.1 Přímý materiál

Materiál	Průměrná cena za jednotku	Počet jednotek	Cena celkem [Kč]
Polypropylenová deska	95 Kč/kg	700 kg	66 500,-
Sedadlo (vč. příslušenství)	20 000 Kč/ks	6 ks	120 000,-
Roleta (vč. příslušenství)	18 000 Kč/ks	3 ks	54 000,-
Pomocný rám (vč. příslušenství)	20 000 Kč/ks	1 ks	20 000,-
Ostatní přímý materiál (polep vozidla, střešní rám, atd.)	---	---	60 000,-
<b>Přímý materiál celkem</b>			<b>320 500,-</b>

Tab. 11-1 Kalkulace přímého materiálu

### 11.1.2 Přímé mzdy a ostatní náklady

Vychází se ze zjednodušeného odhadu, přičemž se předpokládá čas svařování, montáže, manipulace, atd. na 300 hodin. Při tarifu 640 Kč/h jsou celkové přímé mzdy 192 000 Kč. Aby mohl být výrobek uveden do provozu, je nutné provést homologaci nástavby (vozidla), která se promítne do vlastních nákladů výroby.

Schválení vozidla pro provoz na pozemních komunikacích, kontrola legislativních požadavků (DEKRA)	40 000,-
Certifikace požárního vozidla (COV TÚPO)	80 000,-
<b>Celkem</b>	<b>120 000,-</b>

Tab. 11-2 Kalkulace ostatních nákladů, ceny v [Kč]

### 11.1.3 Vlastní náklady výroby nástavby a rámu

Vlastní náklady na zakázku se stanoví sečtením výše uvedených nákladů. Jedná se o přibližné hodnoty, přičemž pro stanovení úplných vlastních nákladů by bylo nutné připočíst položky výrobní, správní a odbytové režie na základě další kalkulace.

<b>Přímý materiál</b>	<b>320 500,- Kč</b>
<b>Přímé mzdy</b>	<b>192 000,- Kč</b>
<b>Ostatní náklady</b>	<b>120 000,- Kč</b>
<b>Vlastní náklady výroby</b>	<b>632 500,- Kč</b>

Zhodnocení lze provést až po vyčíslení konečné ceny za výrobek a zjištění ziskového manipulačního prostoru a následného porovnání s konkurečními produkty.

## **12 Závěr**

Cílem této práce byl především návrh polypropylenové nástavby včetně jejího uchycení skrze pomocný rám. Navržené konstrukční řešení slouží jako podklad pro další rozpracování a odpovídá na otázku konstrukční proveditelnosti a legislativní stránky v rámci celého projektu.

V teoretické části je popsáno rozdělení požárních vozidel a jejich typologie. Z analýzy současného stavu byly sepsány používané podvozky a stanoveny konkurenční výrobky. V oblasti podvozků byla pozornost zaměřena na rámy a typy uchycení. U nástaveb byly zkoumány především odlišnosti oproti konvenčním nástavbám, tedy výroba a materiálové vlastnosti.

Výměna (osazení) nástavby na podvozku a použití vozidla jako řádného požárního automobilu podléhá zákonům a vyhláškám. Z tohoto důvodu je praktická část zahájena popisem kroků nutných při schválení vozidla. Legislativní hledisko se promítlo i do specifikace požadavků, představující úvodní část vlastního návrhu. V předběžném návrhu byly vypracovány dvě varianty řešení, z nichž byla vybrána ta optimálnější. Celkový návrh je tvořen celoplastovou nástavbou (kostrou) a pomocným rámem. S využitím metody konečných prvků bylo provedeno ověření pomocného rámu z hlediska deformace a napětí. Rám je v tomto ohledu vyhovující. Výsledkem je konstrukční řešení nástavby, umožňující výměnu podvozků ve stejné hmotnostní kategorii.

## Seznam použité literatury

- [1] BĚHÁLEK, L. *Polymery* [online]. Svitavy: Code Creator, 2016 [cit. 2018-03-15]. ISBN 978-80-88058-68-7. Dostupné z: <https://publi.cz/books/180/Impresum.html>
- [2] CINK, Martin. *Konstrukce z termoplastů a způsoby jejich svařování* [online]. Plzeň, 2014 [cit. 2018-02-19]. Dostupné z: <https://dspace5.zcu.cz/handle/11025/12501>. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni. Vedoucí práce Eva Krónerová.
- [3] DEKRA CZ. *Přehled legislativy stavby a přestavby: II. Legislativní postupy pro schválení* [online]. Praha [cit. 2018-01-10]. Dostupné z: <https://www.dekra-automobil.cz/vnitrek/stranky/seznam-tech-listu/dokumenty/prehled-legislativy.pdf>
- [4] LOYDA, M., V. ŠPONER a L. ONDRÁČEK. *Svařování termoplastů*. Praha: UNO Praha, 2001. ISBN 80-238-6603-6.
- [5] LV, Yadong, Yajiang HUANG, Miqiu KONG, Junlong YANG, Qi YANG a Guangxian LI. Creep lifetime prediction of polypropylene/clay nanocomposites based on a critical failure strain criterion. *Composites Science and Technology* [online]. 2014, 96, 71-79 [cit. 2018-03-15]. DOI: 10.1016/j.compscitech.2014.03.011. ISSN 02663538. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0266353814000864>
- [6] *Sbírka zákonů č. 56/2001*. Praha: Tiskárna Ministerstva vnitra, 2001. Částka 21. Dostupné také z: <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/>
- [7] SOVA, Miloš a Josef KREBS. *Termoplasty v praxi: Praktická příručka pro konstruktéry, výrobce, zpracovatele a uživatele termoplastů*. 6. vyd. Praha: Verlag Dashöfer, 2001. ISBN 80-862-2915-7.
- [8] SVOBODA, P. RZA Mercedes Benz. In: *Požáry.cz: Plastový RZA Mercedes-Benz Sprinter/KEB-EGE* [online]. Varnsdorf: Požáry.cz, 2009 [cit. 2018-02-02]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/18490-plastovy-rza-mercedes-benz-sprinter-keb-ege/>
- [9] ŠUBA, Oldřich. *Dimenzování a navrhování výrobků z plastů*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2005. ISBN 80-731-8287-4.
- [10] ŠUMAN-HREBLAY, Marián. *Hasičská vozidla: Česká a slovenská technika od roku 1904 do současnosti* [online]. 2. Brno: CPRESS, 2017 [cit. 2017-09-06]. ISBN 978-80-264-1412-4. Dostupné z: <https://www.ereading.cz/cs/eknihy/23670/hasicka-vozidla>
- [11] VINARSKÝ, Pavel. Vliv geometrie svarů na jejich pevnost. *XII. KONFERENCE SVAŘOVÁNÍ PLASTŮ „SKALÁK 2011“* [online]. Praha, 2011, 1-19 [cit. 2018-03-19]. Dostupné z: <http://docplayer.cz/16928057-Vliv-geometrie-svaru-na-jejich-pevnost.html>
- [12] VLK, František. *Stavba motorových vozidel: Osobní automobily, autobusy, nákladní automobily, ...* Brno: František Vlk, 2003. ISBN 80-238-8757-2.
- [13] WALLINGTON, Neil a Lumír MIKULKA. *Světová encyklopedie: Hasičské automobily & historie hasičství: Boj s ohněm a záchranné akce - 700 fotografií současné i historické hasičské techniky z celého světa*. Čestlice: Rebo Productions CZ, 2005. ISBN 80-723-4413-7.
- [14] ZHT GROUP S.R.O. Nová generace plastových nástaveb. *Požáry.cz: Technika* [online]. Varnsdorf: Požáry.cz, 2008 [cit. 2018-02-26]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/13395-nova-generace-plastovych-nastaveb/>
- [15] *Informační dokument: Soupis údajů a technické dokumentace pro schvalování technické způsobilosti vozidel*. In: Praha: Ministerstvo dopravy České republiky, 2003, 1828/03-150. Dostupné také z: <portal.sda-cia.cz/clanky/download/id20030501.doc>
- [16] *Směrnice pro nástavbáře: Trucknology Generation L a M (TGL/TGM)* [online]. 2. vyd. Mnichov: MAN Truck & Bus, 2013 [cit. 2018-02-18]. Dostupné z: [https://www.manted.de/manted/aufbaurichtlinien/\\_pdf/tgl\\_tgm\\_cz.pdf](https://www.manted.de/manted/aufbaurichtlinien/_pdf/tgl_tgm_cz.pdf)

Katedra konstruování strojů

Bc. Vladimír Dvořák

- [17] *New Daily E6: Bodybuilders Instructions* [online]. 2. Turín: Iveco S.p.A., 2017 [cit. 2018-02-18]. Dostupné z: <http://ibb.iveco.com/en/SitePages/TechnicalInformation.aspx>
- [18] Verwindung am Lego-Modell. In: *Http://7globetrotters.de: LKW Zwischenrahmen: Aufbaulagerung auf Allrad LKW* [online]. <http://7globetrotters.de>, 2018 [cit. 2018-02-15]. Dostupné z: <http://7globetrotters.de/1124-verwindung-konstruktion-zwischenrahmen-hilfsrahmen-expeditionsmobil>
- [19] LKW Zwischenrahmen im Gelände. In: *Http://7globetrotters.de: LKW Zwischenrahmen: Aufbaulagerung auf Allrad LKW* [online]. [7globetrotters.de](http://7globetrotters.de), 2018 [cit. 2018-02-15]. Dostupné z: <http://7globetrotters.de/1124-verwindung-konstruktion-zwischenrahmen-hilfsrahmen-expeditionsmobil>
- [20] *DVS 12 Avia A30: Technické informace*. Obchodně technická služba, n. p., KAROSA.
- [21] KHA 60/8000/1000 - S 1 Z IVECO TRAKKER 6x4. In: *THT: Požární technika* [online]. Polička: THT Polička, 2016 [cit. 2018-02-02]. Dostupné z: <https://www.tht.cz/cs/zasahove-pozarni-automobily/kombinovany-hasici-automobil/kha-60-8000-1000-s-1-z-iveco-trakker-6x4>
- [22] CAS 30/9000/540 - S2VH - SCANIA. In: *Kobit THZ: Cisternové automobilové stříkačky* [online]. Slatiňany: Kobit THZ, 2017 [cit. 2018-02-02]. Dostupné z: <http://www.kobit-thz.cz/produkty-cas-30-9000-540-s2vh-scania-detail-454>
- [23] *Sbírka zákonů č. 341/2014*. Praha: Tiskárna Ministerstva vnitra, 2014. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/>
- [24] Přestavba silničního vozidla. *Ministerstvo dopravy* [online]. Praha: Ministerstvo dopravy ČR, 2012 [cit. 2018-01-10]. Dostupné z: <https://www.mdcz.cz/Zivotni-situace/Vyroba-a-prestavba-vozidla/Prestavba-silnicniho-vozidla>
- [25] *Postup certifikace: Příloha č. 5*. Praha: Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2003. Dostupné také z: <http://www.hzscr.cz/soubor/13-pril-5-postup-certifikace-pdf.aspx>
- [26] Certifikace výrobků. *Technický ústav požární ochrany* [online]. Praha: Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2018 [cit. 2018-01-10]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/certifikacni-organ-pro-certifikaci-vyrobku.aspx>
- [27] Photos. In: *PolyTruck* [online]. Sheffield: Polytruck.co.uk, 2017 [cit. 2018-02-18]. Dostupné z: <https://www.polytruck.co.uk/gallery/>
- [28] New Iveco Daily cng. In: *Iveco: Fotogalerie* [online]. Turín: Iveco Company, 2017 [cit. 2018-02-26]. Dostupné z: <https://www.flickr.com/photos/iveco/sets/72157665088381884>
- [29] Firma STS Prachatice. *Požáry.cz* [online]. Varnsdorf: Požáry.cz, 2017 [cit. 2017-11-14]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/163312-firma-sts-prachatice-patri-k-dodavatelum-hasicskych-vozidel-novinky-predstavi-i-na-brnenskem-pyrosu/>
- [30] DA15 – L1MS Fuso Canter. In: *Požáry.cz: Nové auto pro chomoutovské hasiče* [online]. Varnsdorf: Požáry.cz, 2011 [cit. 2018-02-18]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/40907-nove-auto-pro-chomoutovske-hasice/>
- [31] DVS 12 Avia A30. In: *SDH Ostrava - Radvanice: Jezdilo u nás* [online]. Ostrava - Radvanice: SDH Ostrava - Radvanice, 2016 [cit. 2017-11-08]. Dostupné z: <http://www.sdhadvanice.cz/technika/historickatechnika>
- [32] Obr. 3. In: *THT: Požární technika* [online]. Polička: THT Polička, 2017 [cit. 2017-11-10]. Dostupné z: <https://www.tht.cz/cs/zasahove-pozarni-automobily/dopravni-automobil/da-1-1-t-iveco-daily-4x2>
- [33] DA 10 - M1Z - MAN. In: *KOBIT-THZ: DA 10 - M1Z - MAN* [online]. Slatiňany: KOBIT THZ, 2017 [cit. 2018-02-18]. Dostupné z: <http://www.kobit-thz.cz/produkty-da-10-m1z-man-detail-407>

Katedra konstruování strojů

Bc. Vladimír Dvořák

[34] Damage diagrams. In: *AllProTruck: Truck Frame Damage Diagrams* [online]. Glendale: All Pro Truck Body Shop, 2017 [cit. 2017-11-08]. Dostupné z: <https://allprotruck.com/truck-frame-damage-diagrams/>

[35] Surová nástavba pro CAS MAN. In: *Požáry.cz: Technika* [online]. Varnsdorf: Požáry.cz, 2009 [cit. 2018-02-26]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/17151-plastove-nastavby-aneb-ano-ne-ajak/>

[36] Stručná historie hasičské techniky. *SDH Kostelec nad Labem: Zajímavosti - historie techniky* [online]. Kostelec nad Labem: SDH Kostelec nad Labem, 2006 [cit. 2017-10-02]. Dostupné z: [http://www.sdhknl.cz/zajimavosti/hist\\_technika.html](http://www.sdhknl.cz/zajimavosti/hist_technika.html)

[37] Obr. 1. In: *THT: Požární technika* [online]. Polička: THT Polička, 2013 [cit. 2017-10-14]. Dostupné z: <https://www.tht.cz/cs/zasahove-pozarni-automobily/cisternova-automobilova-strikacka/cisternova-automobilova-strikacka-cas20-s2z-t158-8-phoenix-4x4-3617-01>

[38] Obr. 2. In: *THT: Požární technika* [online]. Polička: THT Polička, 2009 [cit. 2017-10-14]. Dostupné z: <https://www.tht.cz/cs/zasahove-pozarni-automobily/penovy-hasici-automobil/pha30-scania-R420-6x6-7041-75>

[39] Obr. 3. In: *THT: Požární technika* [online]. Polička: THT Polička, 2016 [cit. 2017-10-14]. Dostupné z: <https://www.tht.cz/cs/zasahove-pozarni-automobily/kombinovany-hasici-automobil/kha60-8000-1000-s-1-z-iveco-trakker-6x4>

[40] Tatrovácká koncepce. *Tatra.cz* [online]. Kopřivnice: TATRA TRUCKS, 2014 [cit. 2017-11-08]. Dostupné z: <http://www.tatra.cz/proc-tatru/technicka-koncepce-tatra/tatrovacka-koncepce/>

[41] Avia DVS [online]. In: 2018 [cit. 2018-04-17]. Dostupné z: <https://www.abicko.cz/clanek/vystrihovanky/7980/pozarni-vyjezdovy-automobil-avia-dvs12-a30.html>

[42] Schéma profilu. In: *ALU S.V.* [online]. 2018 [cit. 2018-05-17]. Dostupné z: [http://www.alu-sv.com/cs/zbozi.ep/4000002\\_plato--profily-plata/?action=clear](http://www.alu-sv.com/cs/zbozi.ep/4000002_plato--profily-plata/?action=clear)

[43] Praga R - Pepina. In: *Hasičský záchranný sbor české republiky: Jihočeský kraj - informační servis* [online]. Praha: Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2016 [cit. 2017-10-14]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/take-pepina-slavi-150-vyroci-zalozeni-ceskobudejovicky-ch-profesionalu.aspx>

[44] 1909 Merryweather Fire Engine. In: *NATIONAL MOTOR MUSEUM* [online]. Birdwood: NATIONAL MOTOR MUSEUM, 2014 [cit. 2017-09-06]. Dostupné z: <http://education.motor.history.sa.gov.au/collections/commercial-vehicles/1909-merryweather-fire-engine>

[45] *2018 Ford Stripped Chassis: Models & Specs* [online]. Dearborn: Ford Motor Company, 2017 [cit. 2017-10-24]. Dostupné z: <https://www.ford.com/commercial-trucks/stripped-chassis/2018/models/>

[46] Rosenbauer představil nový koncept hasičského vozu, při vývoji se zaměřil na potřeby zitrka. *Požáry.cz* [online]. Varnsdorf: Požáry.cz, 2016 [cit. 2017-09-18]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/145727-rosenbauer-predstavil-novy-koncept-hasickeho-vozu-pri-vyvoji-se-zameril-na-potreby-zitrka/>

[47] *Podvozek Sprinter 906* [online]. In: 2018 [cit. 2018-01-12]. Dostupné z: [https://www.mercedes-benz.cz/content/czechia/mpc/mpc\\_czechia\\_website/czng/home\\_mpc/mpv\\_and\\_camper\\_van/home/new\\_mpvs\\_and\\_camper\\_vans/models/chassis\\_for\\_camper\\_vans/sprinter\\_906/\\_facts/\\_technical\\_data/dimensions.html](https://www.mercedes-benz.cz/content/czechia/mpc/mpc_czechia_website/czng/home_mpc/mpv_and_camper_van/home/new_mpvs_and_camper_vans/models/chassis_for_camper_vans/sprinter_906/_facts/_technical_data/dimensions.html)

[48] Tappex katalog. In: *TAPPEX* [online]. 2018 [cit. 2018-05-17]. Dostupné z: <https://www.tappex.co.uk/downloads/>

[49] *Roleta* [online]. In: 2018 [cit. 2018-05-17]. Dostupné z: [http://www.alu-sv.com/cs/zbozi.ep/4000026\\_rolety/12000599\\_roleta-alu-40-buben-elox/](http://www.alu-sv.com/cs/zbozi.ep/4000026_rolety/12000599_roleta-alu-40-buben-elox/)

Katedra konstruování strojů

Bc. Vladimír Dvořák

[50] *Směrnice pro stavbu nástaveb pro dodávková vozidla: Nové vozidlo Sprinter - BM 906* [online]. Mercedes Benz, 2016 [cit. 2018-02-18]. Dostupné z: [https://bb-portal.mercedes-benz.com/portal/home.html?&no\\_cache=1&L=cs](https://bb-portal.mercedes-benz.com/portal/home.html?&no_cache=1&L=cs)

[51] *Návrhové prvky místních komunikací: Směrové oblouky* [online]. 2010 [cit. 2018-04-18]. Dostupné z: <http://kds.vsb.cz/mkk/podklady/ds-05.pdf>

[52] GRATZA, R. *Navrhování a posuzování svařovaných konstrukcí z termoplastů*. Květen 2016. Brno.



## **PŘÍLOHA č. 1**

### **Výpočet šroubového spoje v prostředí MitCalc**

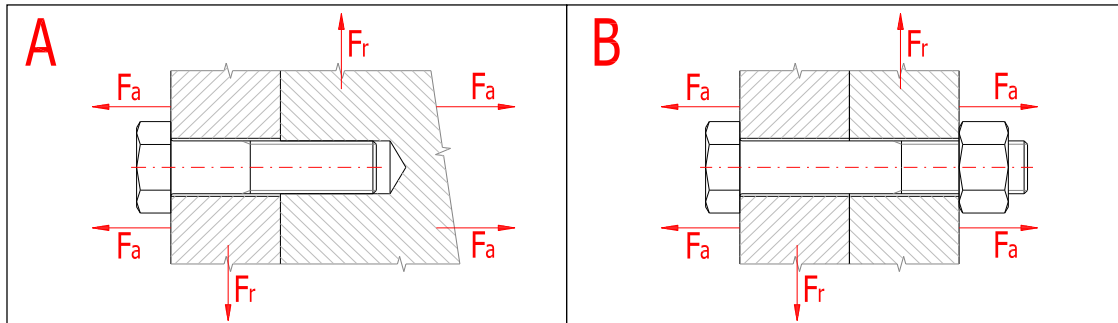
- 1.0  Zatížení spoje, základní parametry výpočtu.
- 1.1 Jednotky výpočtu
- 1.2 Režim zatížení, typ spoje
- 1.3 Provedení šroubového spoje
- 1.4 Zatížení šroubového spoje
- 1.5 Průběh zatížení

SI Units (N, mm, kW...)

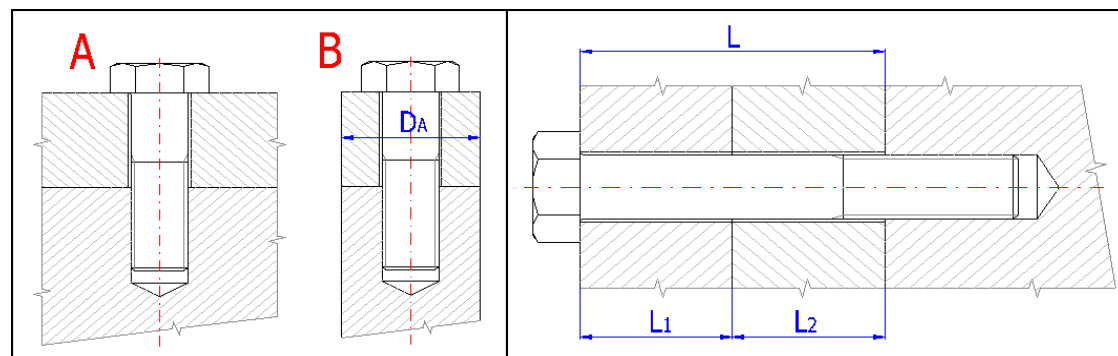
A ... Spojení součástí závrtným šroubem

Zatížení kolmé na osu šroubu

Míjivé zatížení



- 1.6 Zatížení spoje
- 1.7 Maximální osová síla  $F_{amax}$  0 [N]
- 1.8 Minimální osová síla  $F_{amin}$  0 [N]
- 1.9 Maximální radiální síla  $F_r$  801 [N]
- 2.0  Provozní a montážní parametry spoje.
- 2.1 Požadovaný součinitel těsnosti (předpětí) spoje  $q_a$  1
- 2.2 Požadovaná bezpečnost proti bočnímu posunutí  $q_r$  2
- 2.3 Požadovaná bezpečnost šroubu na mezi kluzu  $n_s$  2
- 2.4 Součinitel tření v závitech  $m_t$  0,23
- 2.5 Součinitel tření ve stykové ploše hlavy (matice) šroubu  $m_c$  0,2
- 2.6 Součinitel tření mezi spojovanými plochami  $m_q$  0,15
- 2.7 Uvažovat přidavná ohybová napětí  Ne
- 2.8 Úhlová výchylka kolmosti dosedací plochy hlavy šroubu  $d$  0,1 [°]
- 2.9 Uvažovat vliv provozní teploty na předpětí spoje  Ne
- 2.10 Provozní změna teploty šroubu  $DT_b$  38,9 [° C]
- 2.11 Provozní změna teploty spojovaných částí  $DT_m$  50 [° C]
- 2.12 Uvažovat snížení montážního předpětí trvalou deformací (sednutím) spoje  Ne
- 2.13 Trvalá plastická deformace (sednutí) spoje DL 0,2 [mm]
- 3.0  Provedení, rozměry a materiál spojovaných částí.
- 3.1 Provedení spojovaných částí  B ... Válec
- 3.2 Počet sevřených částí  $i$  3
- 3.3 Vnější průměr sevřených válcových částí  $D_A$  20 [mm]
- 3.4 Celková výška sevřených částí L 26,5 [mm]



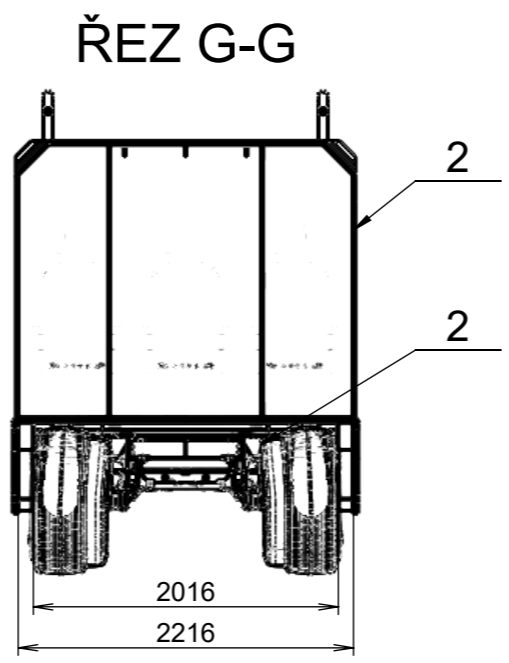
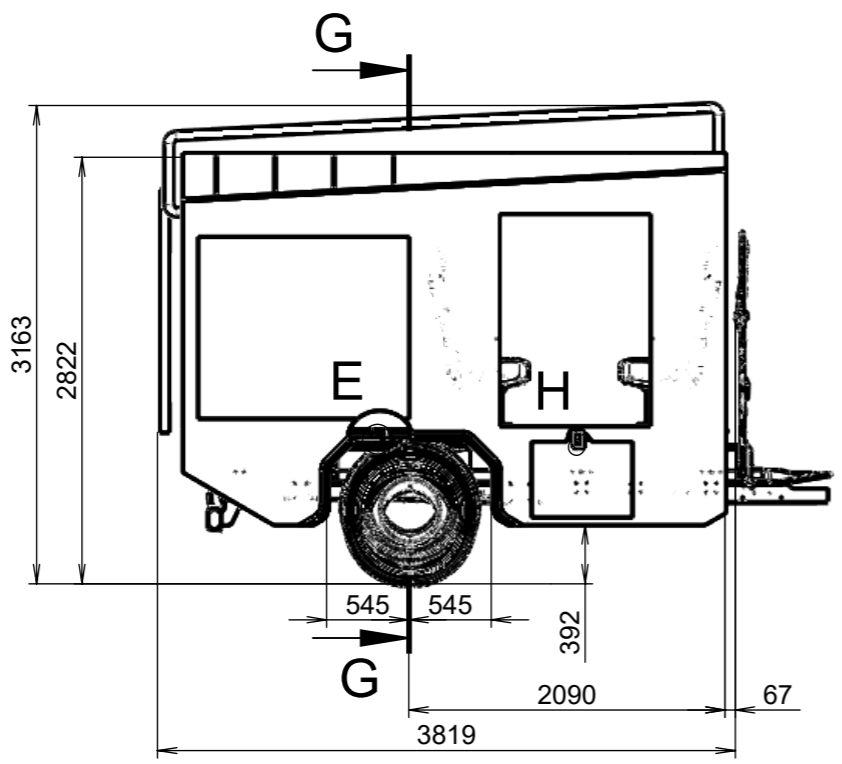
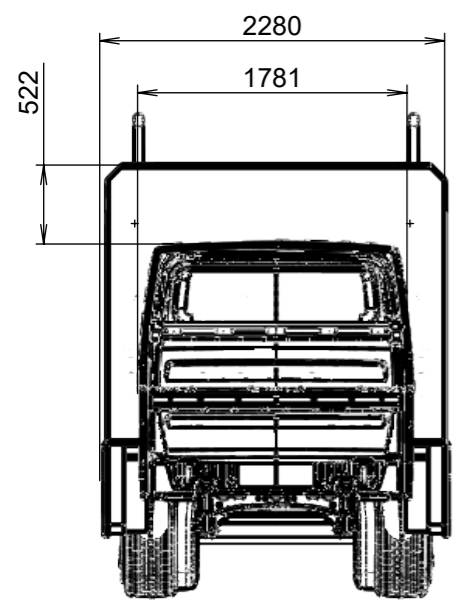
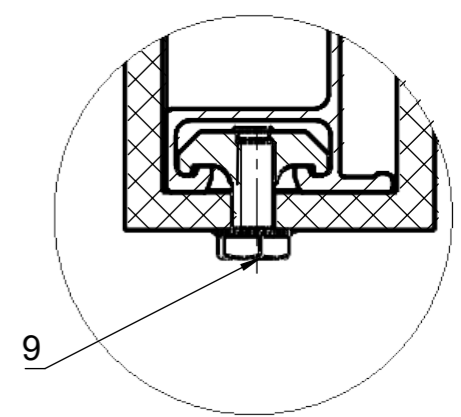
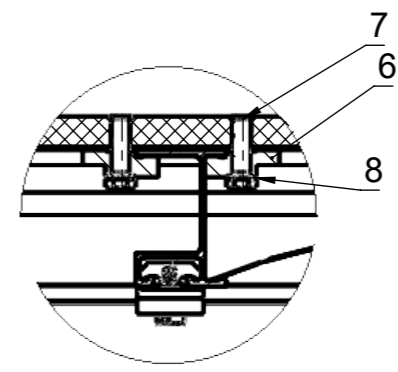
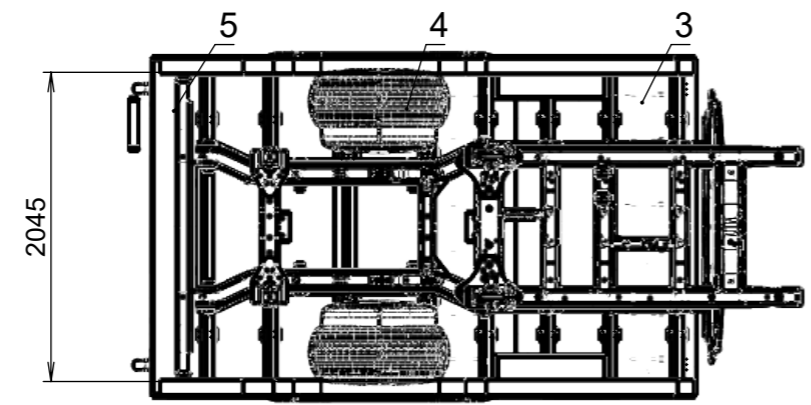
3.5	$L_1$	E	a	$p_b$	Materiál	DIN
Část 1	14	70000	23,5	230	Hliníková slitina AlMgSi 0.7	
Část 2	8	70000	23,5	230	Hliníková slitina AlMgSi 0.7	
Část 3	4,5	70000	23,5	230	Hliníková slitina AlMgSi 0.7	

4.0	<input checked="" type="checkbox"/> Návrh spojovacího šroubu.								
4.1	Předběžný návrh minimálních průměrů závitu								
		ISO 3.6	ISO 4.8	ISO 5.8	ISO 6.8	ISO 8.8	ISO 9.8	ISO 10.9	ISO 12.9
	MC	M14	M10	M10	M10	M8	M8	M6	M6
	MF	M14	M10	M10	M8	M8	M8	M8	M8
	UNC	9/16	7/16	3/8	3/8	5/16	5/16	5/16	1/4
	UNF	1/2	3/8	3/8	3/8	5/16	5/16	1/4	1/4
	UNEF	1/2	3/8	3/8	5/16	5/16	5/16	1/4	12 (0.216)
4.2	Materiál šroubu								
4.3	Pevnostní třída šroubu					ISO 8.8		ISO	
4.4	Modul pružnosti v tahu					E	206000		[MPa]
4.5	Mez pevnosti v tahu					R <sub>m</sub>	800		[MPa]
4.6	Mez kluzu					R <sub>er</sub> R <sub>p0,2</sub>	640		[MPa]
4.7	Součinitel tepelné roztažnosti					a	11,5		[10 <sup>-6</sup> /°C]
4.8	Hustota					r	7830		[kg/m <sup>3</sup> ]
4.9	Parametry závitu								
4.10	Typ závitu					Metrický závit - hrubý			
4.11	Velikost závitu					M10			<b>Návrh</b>
4.12	Velký průměr závitu šroubu					d	10		[mm]
4.13	Rozteč závitu					p	1,5		[mm]
4.14	Malý průměr závitu šroubu					d <sub>r</sub>	8,16		[mm]
4.15	Střední průměr závitu šroubu					d <sub>m</sub>	9,026		[mm]
5.0	<input checked="" type="checkbox"/> Předpětí, silové poměry a pracovní diagram spoje.								
5.1	Konstanty tuhosti spoje								
5.2	Tuhost spojovacího šroubu					C <sub>b</sub>	357645		[N/mm]
5.3	Tuhost sevřených částí					C <sub>m</sub>	563936		[N/mm]
5.4	Výsledná tuhost skupiny přitěžovaných částí spoje					C <sub>1</sub>	357645		[N/mm]
5.5	Výsledná tuhost skupiny odlehčovaných částí spoje					C <sub>2</sub>	563936		[N/mm]
5.6	Montážní předpětí šroubového spoje								
5.7	Maximální osová složka provozní síly					F <sub>a</sub>	0		[N]
5.8	Maximální radiální složka provozní síly					F <sub>r</sub>	801		[N]
5.9	Minimální potřebná svěrná síla pro přenos radiální síly					F <sub>cmin</sub>	5340		[N]
5.10	Část osově složky provozní síly přitěžující šroub					DF <sub>1</sub>	0		[N]
5.11	Část osově složky provozní síly odlehčující sevřené součásti					DF <sub>2</sub>	0		[N]
5.12	Montážní předpětí spoje					F <sub>0</sub>	10681	<input checked="" type="checkbox"/>	[N]
5.13	Utahovací moment					M	27,957		[Nm]
5.14	Silové poměry zatíženého spoje								
5.15	Změna předpětí ohřátím spoje na provozní teplotu					DF <sub>0T</sub>	0		[N]
5.16	Ztráta předpětí trvalou deformací (sednutím) spoje					DF <sub>0L</sub>	0		[N]
5.17	Provozní předpětí spoje					F <sub>0'</sub>	10681		[N]
5.18	Zbytkové předpětí sevřených částí spoje					F <sub>2</sub>	10681		[N]
5.19	Výsledná vnitřní osová síla ve šroubu					F <sub>1</sub>	10681		[N]
5.20	Součinitel těsnosti (předpětí) spoje					q <sub>a</sub>	0		
5.21	Bezpečnost proti bočnímu posunutí					q <sub>r</sub>	2,00019		

6.0	<input checked="" type="checkbox"/> Pevnostní kontroly spoje.			
6.1	Pevnostní kontrola staticky zatíženého šroubového spoje			
6.2	Tahové napětí v jádře šroubu od maximální osově síly	s	204,24	[MPa]
6.3	Napětí v krutu v jádře šroubu od utahovacího momentu	t	129,397	[MPa]
6.4	Přídavné ohybové napětí	$s_b$	0	[MPa]
6.5	Výsledné redukované napětí v jádře šroubu	$s_{red}$	303,224	[MPa]
6.6	Mez kluzu materiálu šroubu	$R_e$	640	[MPa]
6.7	Bezpečnost na mezi kluzu	n	2,11065	
6.8	Kontrola tlaku v dosedací ploše hlavy šroubu			
6.9	Tlak v dosedací ploše hlavy (matice) šroubu	p	93,3068	[MPa]
6.10	Dovolený tlak v krajní sevřené části	$p_D$	230	[MPa]

1 2 3 4 5 6 7 8

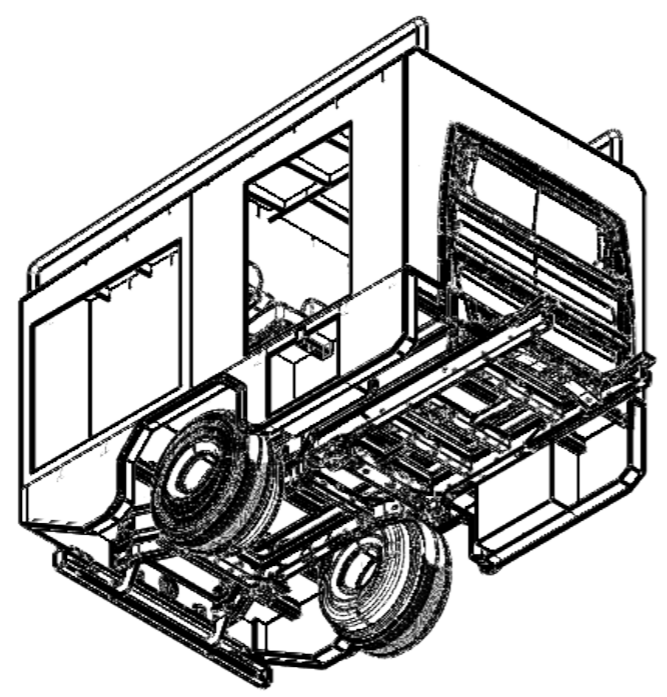
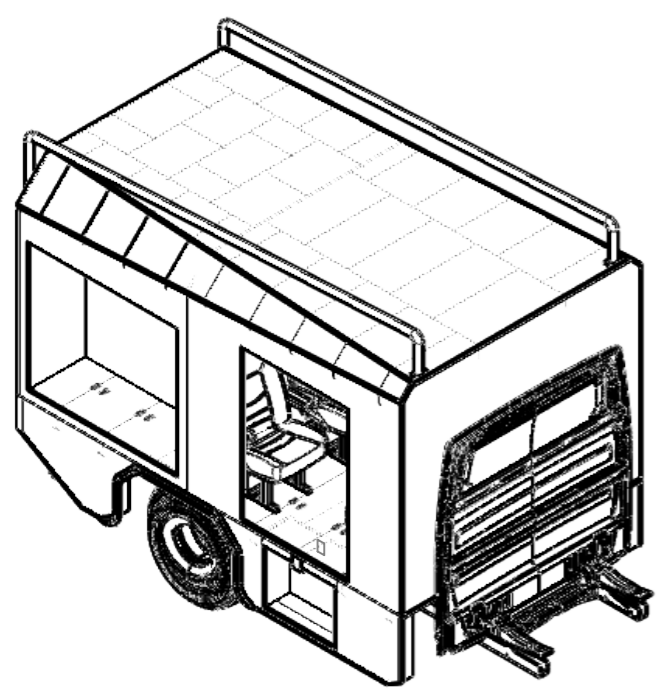
A B C D E F



DETAIL E  
MĚŘÍTKO 1 : 5

DETAIL H  
MĚŘÍTKO 1 : 2

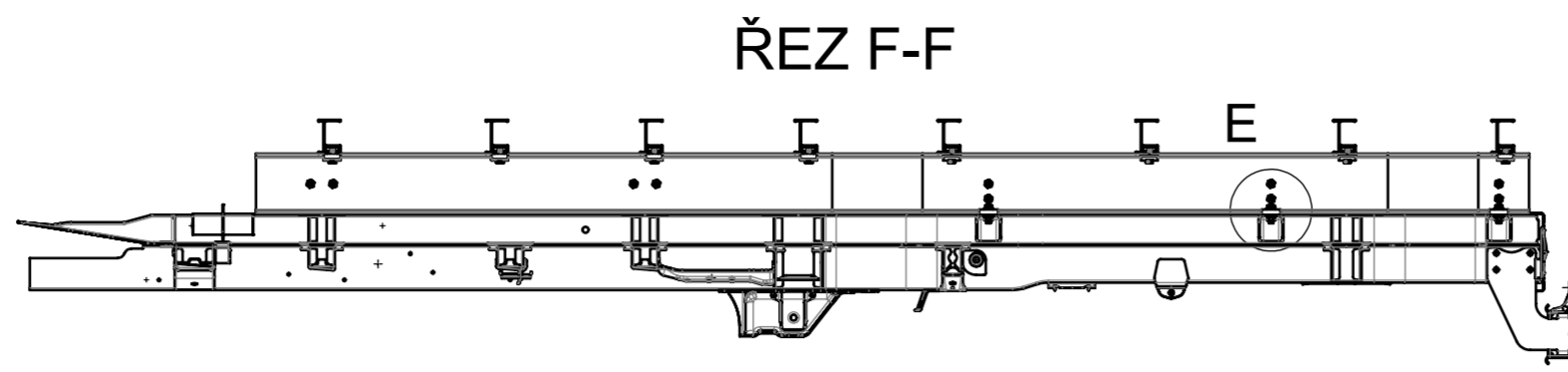
DP-VD-2018  
1 ks



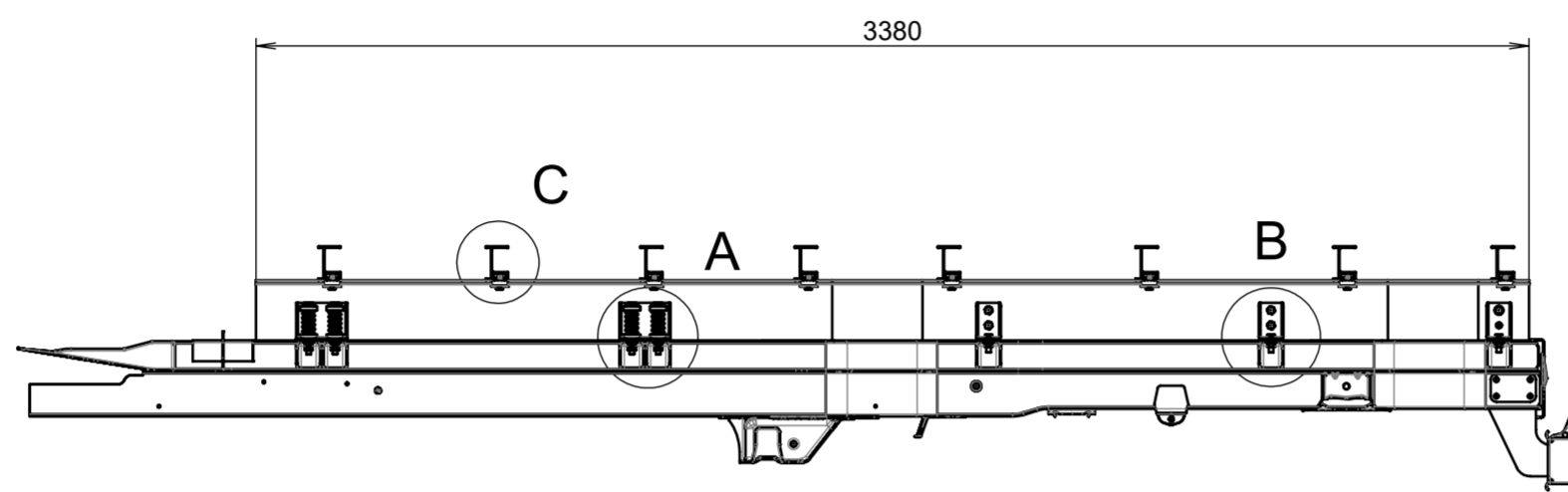
Pozice	Název	Rozměr	Norma	Materiál	Výrobce	Hmot / ks	Číslo výkresu	Ks
10	ŠROIB M10	M10 x 25	DIN 933	Steel			---	2
9	PODLOŽKA M10				NORD LOCK		---	64
8	ŠROUB M10	M10 x 40	DIN 933				---	64
7	PODLAHOVÁ SVORKA	2x $\phi$ 10,5/80		Al			---	32
6	PODPĚRNÝ PLECH ZADNÍ	PLECH 2 - 1200x2200		EN AW -1050A			DPS-V003	1
5	PODPĚRNÝ PLECH STŘED	PLECH 2 - 1200x2200		EN AW -1050A			DPS-V002	1
4	PODPĚRNÝ PLECH PŘEDNÍ	PLECH 2 - 1200x220		EN AW -1050A			DPS-V001	1
2	POMOCNÝ RÁM	SESTAVA			STS Pt	166,53	DP-S-002	1
2	NÁSTAVBA VOZIDLA	SESTAVA			STS Pt	771,43	DPN-S-001	1
1	PODVOZEK VOZIDLA	SESTAVA			MB			1

				Promítání	ISO-E	Rozměr	
						Norma	Hmot. 3288,29
						Materiál	TDP
Změna		Index	Podpis	Datum	<b>STS PRACHATICE a.s.</b> Těšovice CZ 384 21 Husinec		
Poznámka	Konstruktor	DVOŘÁK		13.05.2018			
	Upravil	DVOŘÁK		17.05.2018			
	Schválil	Jméno	Podpis	Datum	Název	Měřítko	1:50
	Pálené díly				Číslo výkresu	Formát	A3
	Ohyb. a třísk. obr. díly						
Starý výkres	Všeob. tol. svař. konstr.						
	Třída provedení				DP-SESTAVA		List 1/1

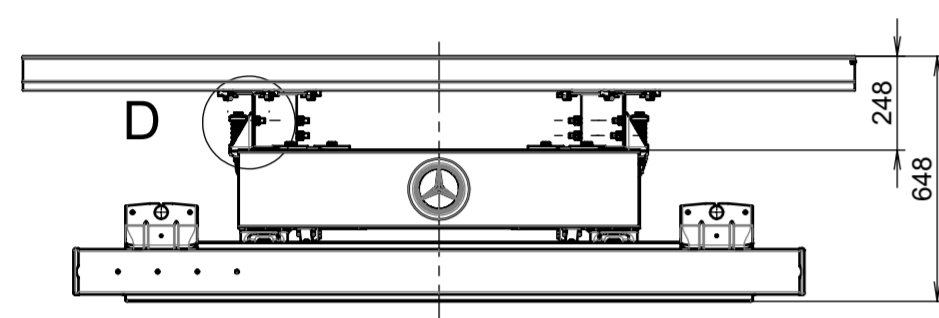




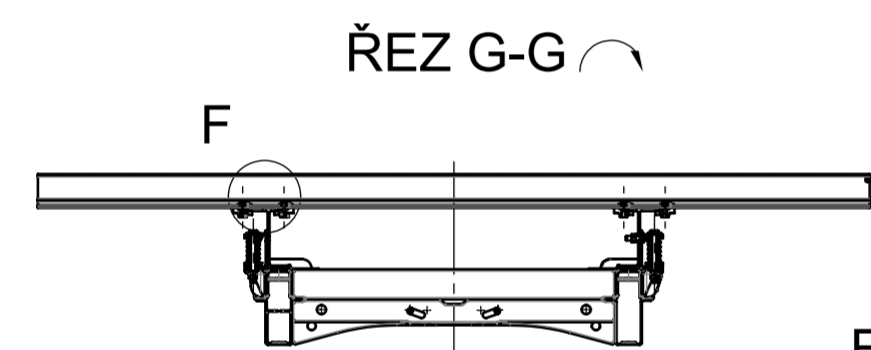
ŘEZ F-F



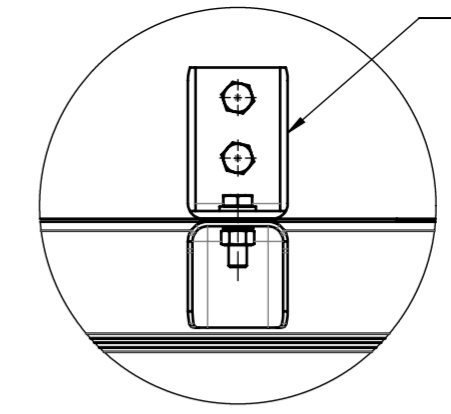
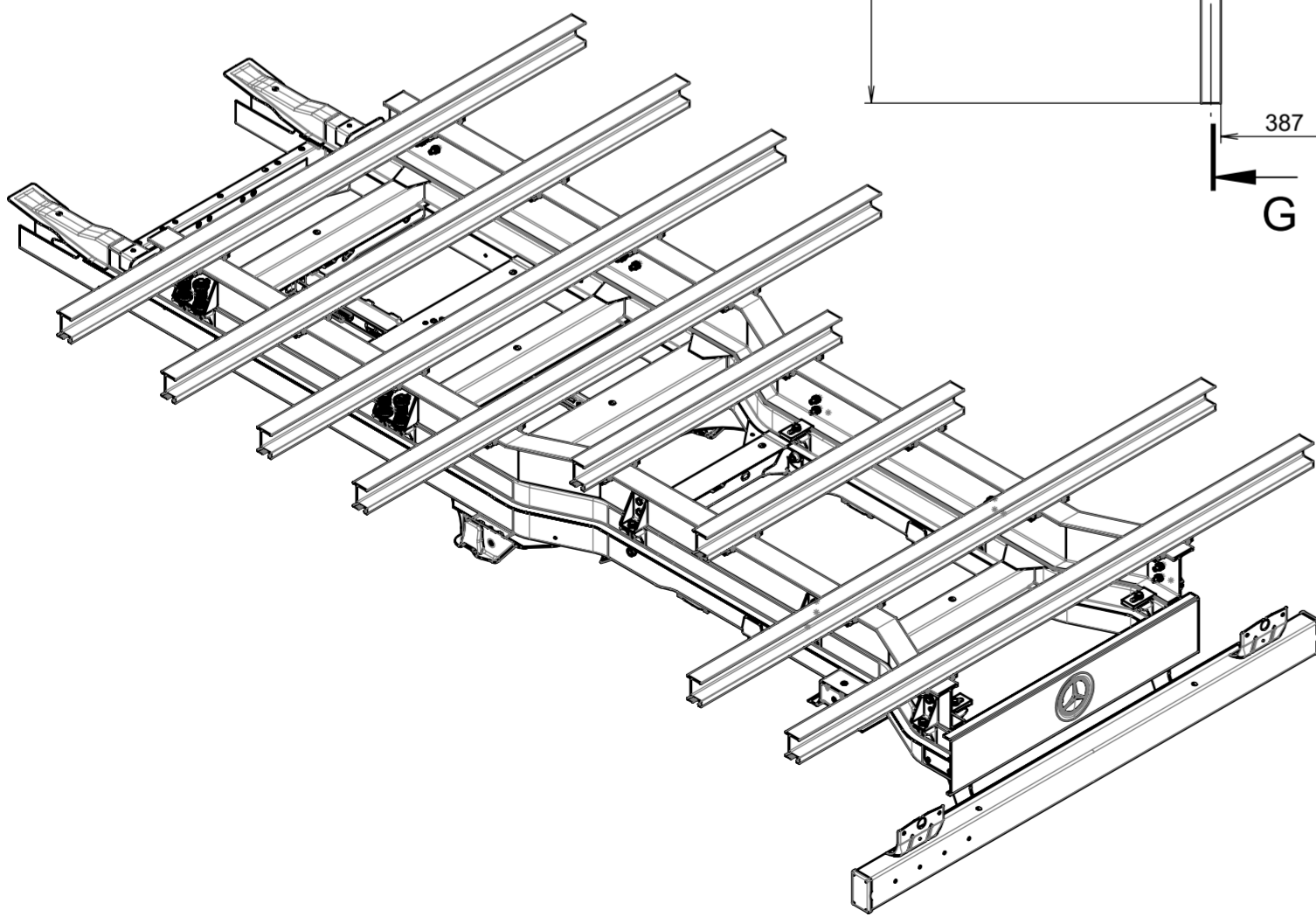
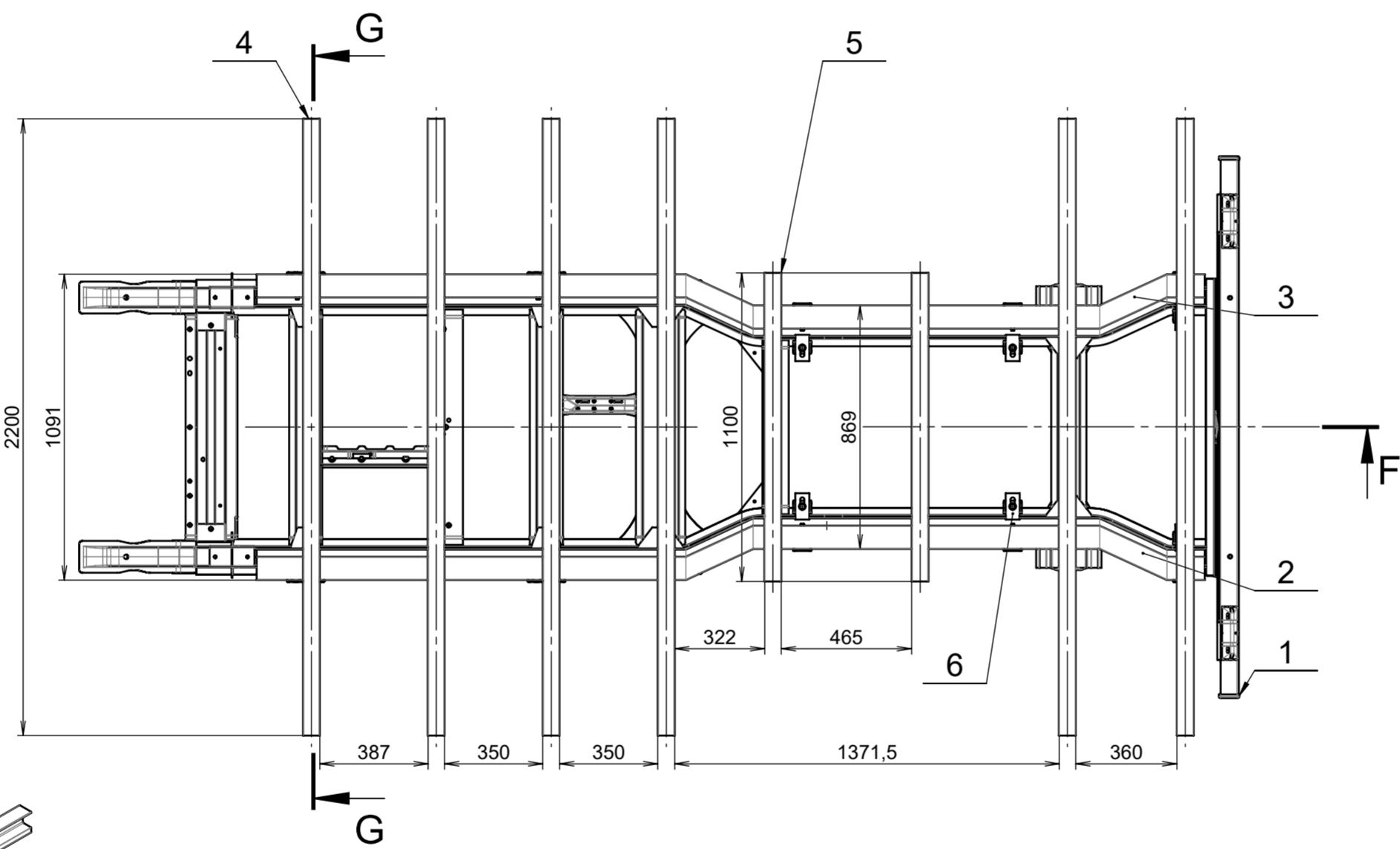
C



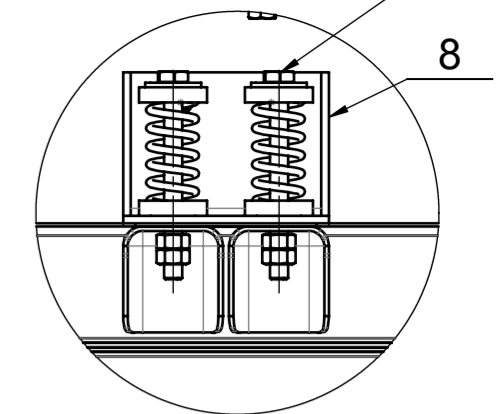
D



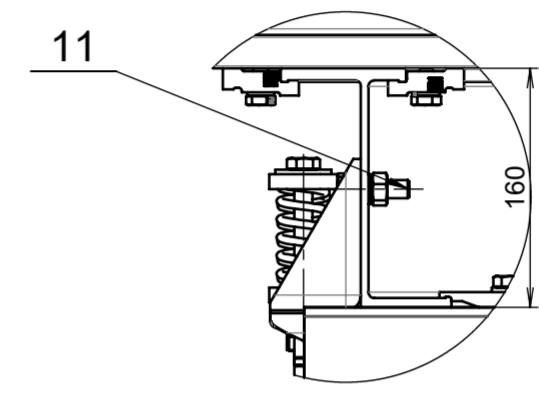
ŘEZ G-G



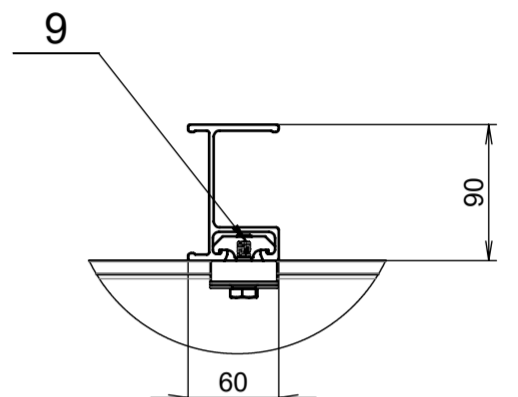
DETAIL B  
MĚŘÍTKO 1 : 5



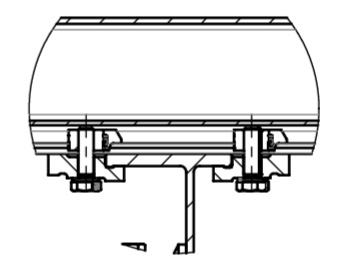
DETAIL A  
MĚŘÍTKO 1 : 5



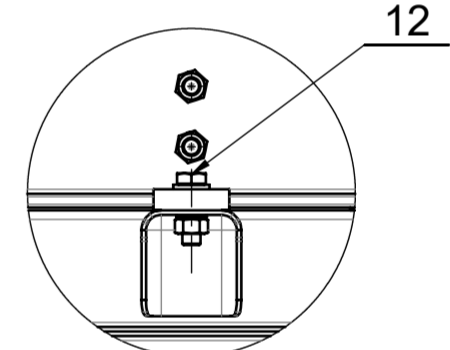
DETAIL D  
MĚŘÍTKO 1 : 5



DETAIL C  
MĚŘÍTKO 1 : 5



DETAIL F  
MĚŘÍTKO 1 : 5



DETAIL E  
MĚŘÍTKO 1 : 5

DP-VD-2018  
1 ks

Pozice	Název	Rozměr	Norma	Materiál	Výrobce	Hmot / ks	Číslo výkresu	Ks
12	ŠROUBOVÝ SPOJ SVORKY	SESTAVA				0,01	---	6
11	ŠROUBOVÝ SPOJ KONZOLE	SESTAVA				0,01	---	20
10	PRUŽNÝ ŠROUBOVÝ SPOJ	SESTAVA				0,27	---	8
9	SVORKA PALCOM	SESTAVA				0,32	---	32
8	KONZOLE B			S235JRC+N	ALU SV	0,93	---	4
7	KONZOLE A			S235JRC+N	ALU SV	0,52	---	6
6	SVORKA RÁMU VNITŘNÍ			AlMgSi0,7	ALU SV	0,12	---	6
5	PŘÍČNÝ PROFIL B	I 90 - 1100		AlMgSi0,7	ALU SV	2,51	DPP-V003	2
4	PŘÍČNÝ PROFIL A	I 90 - 2200		AlMgSi0,7	ALU SV	5,03	DPP-V002	6
3	PODÉLNÝ PROFIL	T 160 - 3430		AlMgSi0,7	ALU SV	17,19	DPP-V001-Z	1
2	PODÉLNÝ PROFIL	T 160 - 3430		AlMgSi0,7	ALU SV	17,19	DPP-V001	1
1	RÁM PODVOZKY	906.153			MB	---	---	1

Změna				Index	Podpis	Datum	Promítání		Rozměr	Hmot.	TDP
Poznámka				Konstruktér	DVOŘÁK	13.05.2018	ISO-E		Norma	89,9	
				Upravil	DVOŘÁK	16.05.2018	Materiál				
				Schválil			* STS PRACHATICE a.s.				
				Jméno			Těšovice				
				Podpis			CZ 384 21 Husinec				
				Datum			Název				
				Pálené díly			POMOCNÝ RÁM				Měřítko
				Ohyb. a třísk. obr. díly			Číslo výkresu				1:20
				Všeob. tol. svař. konstr.			DP-S-002				Formát
				Třída provedení							A2
											List
											1/1