

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
**FAKULTA STROJNÍ**

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

# **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Návrh přepravníku krmných směsí

Autor: **Danuše JÁNSKÁ**

Vedoucí práce: **Ing. Vladislav KEMKA**

Akademický rok 2012/2013

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2012/2013

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Danuše JÁNSKÁ**  
Osobní číslo: **S11N0034K**  
Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**  
Studijní obor: **Dopravní a manipulační technika**  
Název tématu: **Převravník krmných směsí**  
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:

Proveďte konstr.návrh a pevn.výpočty nástavby nákl.aut.pro přepravu krmných směsí. Celá konstrukce bude provedena jako sklopná a bude umístěna na podvozku nákl.aut. Konstrukci nástavby je nutné navrhnout tak, aby vyhověla podmínkám silniční přepravy.

Základní technické údaje:

Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

Osnova diplomové práce:

1. Rešerše současných řešení.
2. Vypracování konstrukčního návrhu nástavby nákl.automobilu včetně systematické specifikace požadavků a variant koncepčních návrhů, výběr optimálního řešení.
3. Zjištění klíčových vlastností konstr.návrhu s potřebnými tech.výpočty a hodnocením.
4. Vypracování potřebné výkres.dokumentace a technolog.postupu zvolené části nástavby.
5. Technickoekonomické hodnocení, závěr.

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

**HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J. Příručka strojního inženýra I. Brno: Computer Press, 1999**

**HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J. Příručka strojního inženýra II. Brno: Computer Press, 2000**

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

**VLK, F. Automobilová technická příručka. Brno: nakl. Vlk, 2003**


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

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Vladislav Kemka**  
Katedra konstruování strojů  
Konzultant diplomové práce: **Bc. Pavel Duchek**  
DUMET-ZNZ, s.r.o., Přeštice

Datum zadání diplomové práce: **24. září 2012**  
Termín odevzdání diplomové práce: **24. května 2013**

  
Doc. Ing. Jiří Staněk, CSc.  
děkan



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

V Plzni dne 24. září 2012

## **Poděkování**

Děkuji Ing. Vladislavu Kemkovi za vedení práce, za jeho připomínky a rady a za veškerý věnovaný čas. Dále bych chtěla poděkovat konzultantovi diplomové práce Bc. Pavlu Duchkovi (zadavatelská firma DUMET ZNZ s.r.o.) za poskytnuté rady a celkovou pomoc při tvorbě této práce.

## **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 vypracovala samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

V Plzni dne: .....

.....

podpis autora

# ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ (BAKALÁŘSKÉ) PRÁCE

<b>AUTOR</b>	Příjmení Jánská	Jméno Danuše		
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	23-35-8 „Dopravní a manipulační technika“			
<b>VEDOUCÍ PRÁCE</b>	Příjmení (včetně titulů) Ing. Kemka	Jméno Vladislav		
<b>PRACOVISŤE</b>	ZČU - FST - KKS			
<b>DRUH PRÁCE</b>	<b>DIPLOMOVÁ</b>	<del><b>BAKALÁŘSKÁ</b></del>	Nehodící se škrtněte	
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Přepravnik krmných směsí			

<b>FAKULTA</b>	strojní	<b>KATEDRA</b>	KKS	<b>ROK ODEVZD.</b>	2013
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

## POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

<b>CELKEM</b>	72	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	56	<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	16
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

<p style="text-align: center;"><b>STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</b></p> <p><b>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</b></p>	<p>Diplomová práce obsahuje konstrukční návrh pomocného rámu a nástavby nákladního automobilu pro přepravu krmných směsí. Za pomoci výpočtového software jsou provedeny pevnostní výpočty pomocného rámu a jeho optimalizace.</p>
<p style="text-align: center;"><b>KLÍČOVÁ SLOVA</b></p> <p style="text-align: center;"><b>ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</b></p>	<p style="text-align: center;">nákladní automobily, nástavby, pomocný rám, CAD</p>

## SUMMARY OF DIPLOMA (BACHELOR) SHEET

<b>AUTHOR</b>	Surname Jánská	Name Danuše	
<b>FIELD OF STUDY</b>	23-35-8 “Transport and handling machinery“		
<b>SUPERVISOR</b>	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Kemka	Name Vladislav	
<b>INSTITUTION</b>	ZČU - FST - KKS		
<b>TYPE OF WORK</b>	<b>DIPLOMA</b>	<b>BACHELOR</b>	Delete when not applicable
<b>TITLE OF THE WORK</b>	Container for feed mixture		

<b>FACULTY</b>	Mechanical Engineering	<b>DEPARTMENT</b>	Machine Design	<b>SUBMITTED IN</b>	2013
----------------	------------------------	-------------------	----------------	---------------------	------

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

<b>TOTALLY</b>	72	<b>TEXT PART</b>	56	<b>GRAPHICAL PART</b>	16
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

<b>BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS</b>	The diploma thesis includes the design of the subframe and the body of a truck for feedmixture transport. With the help of computational software are made subframe strength calculations and optimization.
<b>KEY WORDS</b>	trucks, extension, subframe, CAD

## Obsah

1. Úvod.....	3
1.1. Zadávající firma.....	4
1.2. Historie nákladních automobilů.....	5
2. Všeobecná část .....	6
2.1. Nástavba .....	6
2.2. Výběr vozidla .....	6
2.2.1. Odpružení.....	7
2.3. Legislativa pro nákladní automobily .....	8
2.4. Základní výpočty .....	12
2.4.1. Rozložení hmotností .....	12
2.4.2. Teoretický střed nápravy.....	14
2.4.3. Sklápěč.....	15
3. Koncepční varianty .....	17
3.1. Požadavky na TS: .....	17
3.1.1. Černá skříňka .....	18
3.2. Nástavba .....	18
3.3. Pomocný rám.....	19
3.3.1. Pomocný rám – uchycení na rám nákladního automobilu.....	21
3.3.2. Pomocný rám – materiál .....	22
3.4. Návrh variant pomocného rámu .....	22
3.4.1. Varianta A .....	22
3.4.2. Varianta B .....	24
3.4.3. Varianta C .....	25
3.4.4. Hodnocení a výběr variant .....	26
4. Zpracování vybrané varianty.....	26
4.1. Všeobecný popis vybrané varianty.....	26
5. Pevnostní a deformační analýza pomocného rámu .....	30
5.1. Tvorba sítě pro MKP .....	31
5.2. Okrajové podmínky .....	31
5.2.1. Zatížení rámu při brzdění v oblouku.....	31
5.2.2. Zatížení rámu při vysypání .....	34
5.3. Zhodnocení výsledků.....	35



5.4. Optimalizace pomocného rámu .....	37
5.4.1. Zatížení optimalizovaného rámu při brzdění v oblouku .....	39
5.4.2. Zatížení optimalizovaného rámu při vysypání .....	39
5.5. Zhodnocení optimalizovaného rámu .....	39
6. Sklápěcí nástavba – korba .....	42
6.1. Sklápění nástavby .....	44
6.1.1. Stanovení průměru válce hydrauliky .....	44
6.1.2. Montáž válce .....	46
6.1.3. Komponenty hydraulického obvodu .....	52
7. Technologický postup výroby pomocného rámu .....	52
7.1. Všeobecný postup .....	52
7.1.1. Postup výroby pomocného rámu .....	52
7.1.2. Svařování .....	53
7.1.3. Nátěry, manipulace .....	53
8. Technicko-ekonomické zhodnocení .....	53
9. Závěr .....	55
10. Použité zdroje .....	56

## 1. Úvod

Zadavatelem diplomové práce je firma DUMET-ZNZ, s.r.o. Přeštice. Tato firma se specializuje na návrhy hliníkových a ocelových valníkových nebo sklopných přepravníků převážně krmných směsí a obilovin.

Cílem diplomové práce je návrh konstrukčního řešení pomocného rámu pro sklopnou nástavbu na nákladní automobil, určenou pro přepravu sypkých krmných směsí.

Navržený pomocný rám, včetně sklopné nástavby, bude zhotoven z ocelových profilů, tak aby vyhověl legislativním předpisům a normám ČR a EU. Sklápění bude zajištěno hydraulickým válcem v přední části nástavby. Uchycení sklopné nástavby bude řešeno za pomoci kluzných ložisek a celá nástavba bude uložena na podvozek 3 nápravového nákladního automobilu zn. MAN o celkové hmotnosti 26t.

S pomocí výpočetní techniky budou provedena statická zatížení, za jejichž pomoci bude vhodně vyřešena pevnost pomocného rámu navrhovaná v konstrukčním řešení.

Pro navržené konstrukční řešení bude vypracována výkresová dokumentace.

## 1.1. Zadávající firma

Firma DUMET-ZNZ, s.r.o. vznikla jako česká rodinná firma v roce 1997 s cca 20 zaměstnanci. Zabývá se převážně výrobou přepravníků určených pro rozvoz krmných směsí, obilovin a dalších komodit pro zemědělství, rybářství apod. Přepravníky montují na širokou škálu automobilových podvozků, automobilových a traktorových přívěsů a návěsů různých značek (MAN, DAF, VOLVO, IVECO, PANA V, SVAN, ZDT, MERCEDES atd.). Jako první firma v ČR vyvinula a vyrobila v roce 1998 dvoukomorovou valníkovou nástavbu VLH (volně ložené hmoty) na rozvoz krmných směsí.

Výrobní program firmy zahrnuje sklápěcí a valníkové nástavby klasické nebo sklápěcí nástavby VLH jednodukomorové, popřípadě vícekomorové, jak v provedení ocelovém, tak v provedení celohliníkovém, nebo kombinaci ocel-hliník. Zároveň jsou konstrukce nástaveb velice variabilní. To umožňuje konstrukci nástavby přizpůsobit požadavkům zákazníka včetně požadavku na snadnou a rychlou vyměnitelnost různých nástaveb. Dalším výrobkem firmy DUMET-ZNZ je nasávací zařízení, které je vyráběno jako samostatný celek s dmychadlem poháněným spalovacím motorem, nebo jako součást přepravníku VLH. Toto zařízení umožňuje vysávat a čistit od zbytků zásobníky krmných směsí, nasát vysypané sypké směsi při havárii, nebo ve špatně přístupném místě. V současné době u nástavby VLH je pro pohon dmychadla používám hydromotor namísto kardanového hřídele z důvodu vyšší poruchovosti kardanu (mazání, vibrace, hluk).

Kromě uvedených výrobků firma Toto zařízení vyrábí jako jediná firma v České republice. DUMET-ZNZ, s.r.o. má zastoupení i na slovenském a maďarském trhu díky spolupráci s firmou OLIVEX Dunajská Streda, s.r.o.



Obr. 1 Sklápěcí přepravník VLH ocel



Obr. 2 Sklápěcí točnicový VLH



Obr. 3 Sklápěcí přívěs VLH

V roce 2003 byla dána do provozu nová výrobní hala, jejíž součástí je i přípravná pro lakovnu a lakovna.

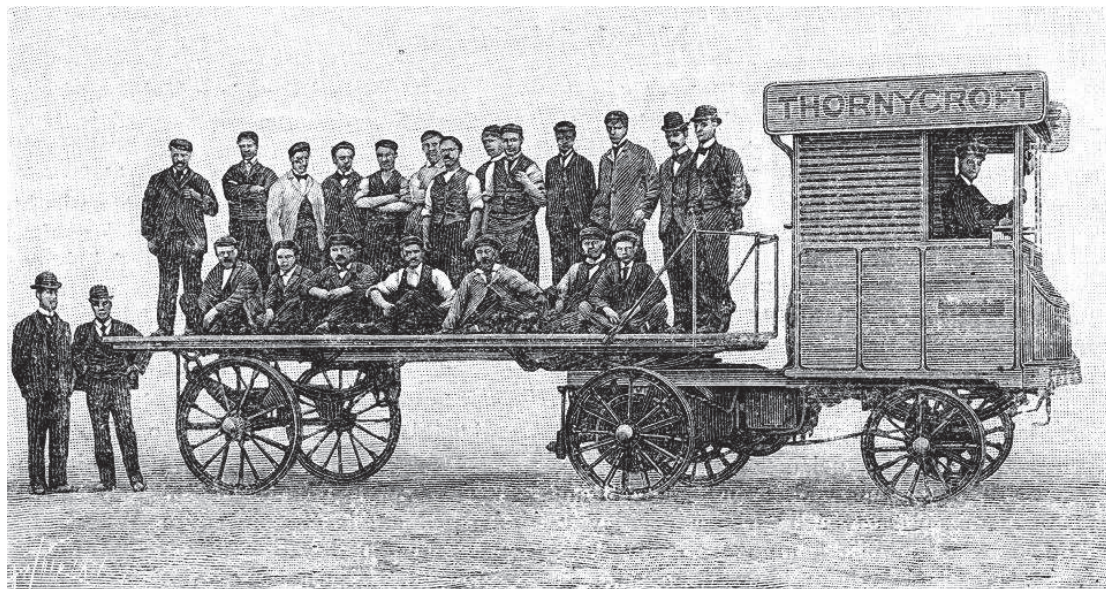
## 1.2. Historie nákladních automobilů

Historie a vývoj je výsledek objevů, vynálezů a pokroku v mnoha oblastech lidského života. Již na konci 18. století se objevily první historické vozy poháněné parním strojem, které konstruoval Skot James Watt a Francouz Nicolas Joseph Cugnot. V roce 1769 dokázal tento parní stroj jet rychlostí 9km/h obsazen 4 cestujícími.

Počátkem 19. Století byly dále zdokonalovány, ovšem byly špatně ovladatelné a velmi těžké. Teprve odzkoušením prvního spalovacího motoru nastartoval opravdový vývoj automobilů. 1862-1866 Nicolaus Otto sestrojil první čtyřdobý spalovací motor a v roce 1885 si Karl Benz nechal patentovat motorovou tříkolku. Roku 1885 vyrobil Gottlib Daimler, kterého zajímaly převážně automobily a Wilhelm Maybach motorové kolo na dřevěném podvozku poháněný vzduchem chlazeným benzinovým motorem. Patentován byl pouze jako jednostopé vozidlo, i když měl dvě podpůrná kola.

Zhruba v téže době zkonstruoval Brit Edward Butler motorovou tříkolku poháněnou dvouválcovým vodou chlazeným motorem a sestrojil směšovací karburátor. Roku 1897 Rakušan Rudolf Diesel sestrojil funkční vznětový motor. V roce 1902 vyřešil zapalování elektrickou svíčkou Robert Bosch.

Také v Čechách byla zahájena výroba nákladních automobilů, a to roku 1898, když rok předtím byl představen první český automobil vyrobený v Kopřivnici v továrně na výrobu kolejových vozidel zn. President.



Obr. 4 Automobilový vůz nákladní Anglie

## 2. Všeobecná část

### 2.1. Nástavba

Nástavbou pro přepravu sypkých materiálů, jako jsou krmné směsi, se rozumí zařízení montované na rám podvozku nákladního automobilu, které slouží k přepravě sypkých materiálů.

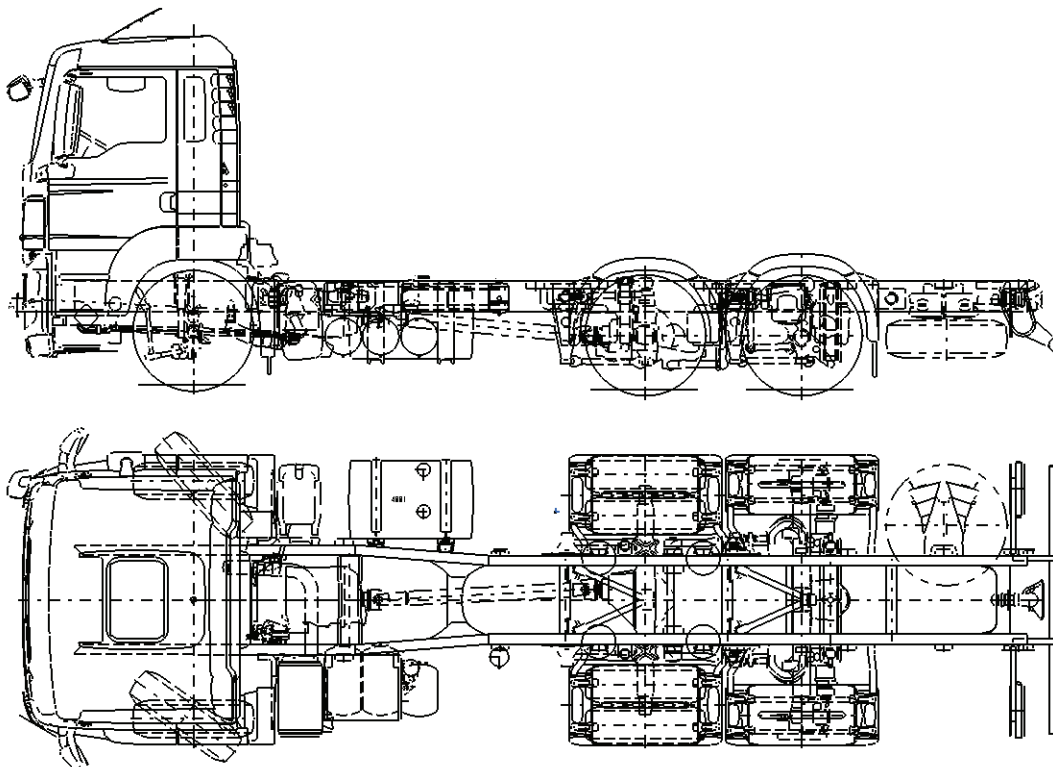
Toto zařízení je složeno z pomocného rámu, vlastní korby a ostatního příslušenství určeného pro vykládání přepravovaného materiálu.

V současné době konstrukční řešení různých výrobců je velmi podobné. Tato řešení se liší požadavky zákazníků (velikost a objem korby, odkládací prvky apod.) a musí splňovat vysoké nároky na kvalitu, spolehlivost a jednoduchost ovládání a samozřejmě záruky dle platné legislativy.

Dále je zapotřebí, aby výrobce, při výrobě a montáži nástavby, dodržel směrnice, které každý výrobce nákladních automobilů vydává. Pokud směrnici dodrží, odpadá schvalování nástavby.

### 2.2. Výběr vozidla

Po dohodě se zadavatelem bude nástavba provedena na nákladní automobil zn. MAN TGA 26.430 6x2-2BL – viz.příloha volně vložená č.1 výkres nákladního automobilu. Automobil bude dodán s veškerým příslušenstvím nutným pro provoz na pozemních komunikacích.



Obr. 5 Nákladní automobil MAN

Typ vozidla	MAN TGA 26.460 6x2-2 BL
Celková hmotnost (vč. pomocného rámu, korby a ostatních pomocných zařízení)	26 [t]
Kabina	M – tech. zn. F99L15S
Nápravy uspořádání	6x2-2 – 2.náprava hnaná, poslední vlečená, sklápěcí
Rozvory náprav	3900; 1350 [mm]
Rozchod rámu	762 mm
Pneumatiky	315/70R22.5
Motor	D2066LF25 – splňuje Euro5
Max. zatížení náprav	8; 11,5; 7,5 [t]
Max.šířka/délka vozidla	2500/ 8239 [mm]

Tab. 1 Vybrané vozidlo



Obr. 6 Nákladní automobil MAN

### 2.2.1. Odpružení

Nákladní automobil byl, vzhledem k převážnému použití na silničních komunikacích, vybrán s předním odpružením listovými pery a zadním vzduchovými měchy. Díky nim a jejich progresivní charakteristice, je nákladový prostor v konstantní výšce, nezávisle na nákladu, což je výhodné při nájezdu k nakládacím rampám i pro docílení většího jízdního komfortu. Zároveň pomáhá chránit karoserii a zejména náklad.

### 2.3. Legislativa pro nákladní automobily

Legislativní podmínky upravuje zákon č.056/2001 Sb. o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích a vyhláška 341/2002 Sb. O schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích.

Následující text obsahuje citace z výše uvedených zákonů a jejich příloh.

(1) Silniční vozidla se rozdělují na jednotlivé druhy a kategorie. Rozdělení silničních vozidel do kategorií, technický popis jednotlivých kategorií silničních vozidel a jejich další členění se stanoví v příloze k tomuto zákonu.

(2) Silniční vozidla se rozdělují na tyto základní druhy:

- a) motocykly,
- b) osobní automobily,
- c) autobusy,
- d) nákladní automobily,
- e) speciální vozidla,
- f) přípojná vozidla,
- g) ostatní silniční vozidla.

#### Základní kategorie vozidel

Kategorie L – motorová vozidla zpravidla s méně než čtyřmi koly

Kategorie M – motorová vozidla, která mají nejméně čtyři kola a používají se pro dopravu osob

Kategorie N – motorová vozidla, která mají nejméně čtyři kola a používají se pro dopravu nákladů

Kategorie O – přípojná vozidla

Kategorie T – traktory zemědělské nebo lesnické

Kategorie S – pracovní stroje

Kategorie R – ostatní vozidla, která nelze zařadit do výše uvedených kategorií

#### Kategorie vozidel N se člení

a) N1 – vozidlo, jehož největší přípustná hmotnost nepřevyšuje 3 500 kg,

b) N2 – vozidlo, jehož největší přípustná hmotnost převyšuje 3 500 kg, avšak nepřevyšuje 12 000 kg,

c) N3 – vozidlo, jehož největší přípustná hmotnost převyšuje 12 000 kg.

(2) Do této kategorie se též zahrnují:

a) speciální automobily určené pro vykonávání určitých prací

b) tahače určené k tažení návěsů nebo přívěsů

(3) U tahače určeného ke spojení s návěsem (tahač návěsu), se za hmotnost uvažovanou pro klasifikaci vozidla považuje hmotnost tahače v pohotovostním stavu, zvětšená o hmotnost odpovídající maximálnímu statickému svislému zatížení, kterým působí návěs na tahač a tam, kde to přichází v úvahu, zvětšená dále o maximální hmotnost vlastního nákladu tahače.

## §15 Největší povolené hmotnosti (limitní) silničních vozidel, zvláštních vozidel a jejich rozdělení na nápravy.

### Největší povolené hmotnosti na nápravu vozidla nesmí překročit

a) u jednotlivé nápravy	10,00 t,
b) u jednotlivé hnací nápravy	11,50 t,
c) u dvojnápravy motorových vozidel součet zatížení obou náprav dvojnápravy nesmí překročit při jejich dílčím rozvoru	
1. do 1,0 m	11,50 t,
2. od 1,0 m a méně než 1,3 m	16,00 t,
3. od 1,3 m a méně než 1,8 m	18,00 t,

4. od 1,3 m a méně než 1,8 m, je-li hnací náprava vybavena dvojitou montáží pneumatik a vzduchovým pérováním nebo pérováním uznaným za rovnocenné nebo pokud je každá hnací náprava opatřena dvojitou montáží pneumatik a maximální zatížení na nápravu nepřekročí 9,50 t	19,00 t,
---	----------

Dvojnápravou se rozumí dvě za sebou umístěné nápravy, jejichž středy jsou při přípustné hmotnosti od sebe vzdáleny (díleční rozvor) nejvýše 1,8 m.

Trojnápravou se rozumí tři za sebou umístěné nápravy, jejichž součet dílčích rozvorů činí nejvýše 2,8 m.

### Největší povolená hmotnost silničních vozidel nesmí překročit

a) u motorových vozidel se dvěma nápravami	18,00 t,
b) u motorových vozidel se třemi nápravami	25,00 t,
je-li hnací náprava vybavena dvojitou montáží pneumatik a vzduchovým pérováním nebo pérováním uznaným za rovnocenné nebo pokud je každá hnací náprava opatřena dvojitou montáží pneumatik a maximální zatížení na nápravu nepřekročí 9,50 t	26,00 t,
c) u motorových vozidel se čtyřmi a více nápravami	32,00 t,

(3) Největší povolená hmotnost vozidla nesmí překročit hodnotu největší technicky přípustné hmotnosti vozidla. Největší povolená hmotnost jízdní soupravy nesmí překročit hodnotu největší technicky přípustné hmotnosti jízdní soupravy. Největší povolená hmotnost na nápravu nesmí překročit hodnotu největší technicky přípustné hmotnosti na nápravu.

(4) Okamžitá hmotnost vozidla (soupravy) nesmí překročit největší povolenou hmotnost vozidla (soupravy). V případě znečištění (např. bláto, sníh, voda) se připouští překročení největší povolené hmotnosti vozidla (soupravy) maximálně o 3 %.

(5) Pro používání vozidel a souprav, jejichž okamžitá hmotnost přesahuje největší povolenou hmotnost nebo u nichž okamžitá hmotnost připadající na nápravu přesahuje největší povolenou hmotnost na nápravu, platí zvláštní právní předpisy.

(6) Hmotnost připadající na řízenou nápravu (nápravy) motorového vozidla kategorie N nebo kloubového autobusu - měřeno při stání na vodorovné vozovce - nesmí poklesnout pod 20 % okamžité hmotnosti a u ostatních autobusů (s výjimkou autobusů třídy I a třídy A) pod 25 % okamžité hmotnosti.

(7) U vozidel kategorií M, N, O a L v provozu se připouští nerovnoměrnost rozložení okamžité hmotnosti vozidla na kola jednotlivých náprav mezi pravou a levou polovinou, pokud to dovoluje únosnost pneumatiky, nejvýše však 15 % hmotnosti připadající na nápravu.



Tato hodnota však může být překročena, pokud výrobce stanoví pro vozidlo a jeho určitou hmotnost rozmezí přípustných poloh těžiště nákladu a uvede tyto údaje v příručce pro uživatele vozidla.

(8) Náklad na vozidle (i v soupravě) musí být rovnoměrně rozložen a řádně zajištěn vhodným technickým zařízením proti pohybu. Pokud je k připevnění nákladu použita poutací a upínací souprava, musí být v řádném technickém stavu a vázací síla uvedená na štítku musí odpovídat hmotnosti přepravovaného nákladu.

### § 16 Rozměry vozidel a jízdních souprav

(1) Největší přípustné rozměry bez plusové tolerance vozidel a jízdních souprav včetně nákladu jsou:

- a) největší povolená šířka vozidel kategorií M2, M3, N, O, OT, T ..... 2,55 m
- b) největší povolená výška vozidel ..... 4,00 m
- c) největší povolená délka jednotl. vozidla s výjimkou autobusu a návěsu ..... 12,00 m

(2) Délka zadního převisu vozidla, s výjimkou přívěsu s nápravami uprostřed, nesmí být větší než 1/3 celkové délky, nejvýše však 3,50 m; toto ustanovení se nepoužije pro vozidla homologovaná nebo schválená podle směrnic 96/53/ES a/nebo 97/27/ES.

(3) Vzdálenost předního obrysu vozidla kategorie M nebo N (včetně nástaveb) nesmí být větší než 3,00 m od středu volantu a u vozidel kategorií T a SS (včetně nástaveb a pracovních strojů nesených) nejvýše 4,00 m; toto ustanovení se nepoužije pro vozidla homologovaná nebo schválená podle směrnic 96/53/ES a/nebo 97/27/ES.

(4) Pro zvláštní vozidla platí z hlediska manévrovatelnosti požadavky uvedené ve směrnici 97/27/ES příloze I bodech 7. 6. 1 a 7. 6. 2 přiměřeně.

(5) Pro používání vozidel, která včetně nákladu přesahují stanovené rozměry, na pozemních komunikacích platí zvláštní právní předpisy.

Mimo zákona č.56/2001 Sb., o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích jsou ve vztahu k nákladním automobilům platné národní normy:

Vyhláška č.243/2001 Sb., o registraci vozidel

Vyhláška č. 302/2001 Sb., o technických prohlídkách a měření emisí vozidel

Vyhláška č. 355/2006 Sb., o stanovení způsobu a podmínek registrace, provozu, způsobu a podmínek testování historických a sportovních vozidel

Vyhláška č.341/2002 Sb., o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích

Zákon č.185/2001 Sb., o odpadech

(úplné znění zákona uveřejněno pod č.106/2005 Sb.)

Zákon č.311/2006 Sb., o pohonných hmotách

### Dále jsou ve vztahu k nákladním automobilům platné mezinárodní normy:

Směrnice Komise 2008/89/ES ze dne 24. září 2008, kterou se pro účely přizpůsobení technickému pokroku mění směrnice Rady 76/756/EHS o montáži zařízení pro osvětlení a světelnou signalizaci motorových vozidel a jejich přípojných vozidel.

Nařízení Komise (ES) č. 1060/2008 ze dne 7. října 2008, kterým se nahrazují přílohy I, III, IV, VI, VII, XI a XV směrnice Evropského parlamentu a Rady 2007/46/ES, kterou se stanoví rámec pro schvalování motorových vozidel a jejich přípojných vozidel, jakož i systémů,

konstrukčních částí a samostatných technických celků určených pro tato vozidla (rámcová směrnice).

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2007/46/ES ze dne 5. září 2007, kterou se stanoví rámec pro schvalování motorových vozidel a jejich přípojných vozidel, jakož i systémů, konstrukčních částí a samostatných technických celků určených pro tato vozidla (rámcová směrnice).

Směrnice Komise 2007/34/ES ze dne 14. června 2007, kterou se pro účely přizpůsobení technickému pokroku mění směrnice Rady 70/157/EHS o přípustné hladině akustického tlaku a výtukovém systému motorových vozidel.

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2005/64/ES ze dne 26. října 2005.

o schvalování typu motorových vozidel z hlediska jejich opětne použitelnosti, recyklovatelnosti a využitelnosti a o změně směrnice Rady 70/156/EHS

Nařízení Evropské hospodářské komise Organizace spojených národů (EHK-OSN) č. 28 – Jednotná ustanovení o schvalování zvukových výstražných zařízení a motorových vozidel ohledně jejich zvukových signálů.

### **Předpisy Evropské hospodářské komise OSN pro nákladní automobily**

Dohoda o přijetí jednotných podmínek pro homologaci a o vzájemném uznávání homologace výstroje a součástí motorových vozidel (Ženeva, 1958) – dohoda nezavazuje smluvní strany k uplatňování všech nebo určitých předpisů. Užívání každého určitého Předpisu musí členské státy notifikovat generálnímu tajemníkovi OSN. Tento stát může, ale nemusí, uplatňovat na svém území tyto předpisy.

Pro nákladní automobily:

Předpis č. 13 Homologace vozidel kategorií M, N a O z hlediska brzdění (EU/EHS 71/320)

Předpis č. 29 Homologace vozidel z hlediska ochrany osádky v kabině nákladního automobilu

Předpis č. 54 Pneumatiky užitkových automobilů a jejich přípojných vozidel

Předpis č. 55 Homologace mechanických zařízení ke spojení vozidel do jízdních souprav

Předpis č. 61 Homologace nákladních automobilů z hlediska jejich vnějších výčnělků před zadním panelem kabiny (EU/EHS 92/114)

Předpis č. 73 Homologace nákladních automobilů, přívěsů a návěsů z hlediska jejich boční ochrany (EU/EHS 89/297)

Předpis č. 101 Homologace osobních automobilů se spalovacím motorem z hlediska měření emisí oxidu uhličitého a spotřeby paliva a dále vozidel kategorie M a N, s elektrickým pohonem z hlediska měření spotřeby elektrické energie a akčního dosahu (EU/EHS 93/116)

Předpis č. 104 Homologace značení pro těžká a dlouhá vozidla a jejich přípojná vozidla

Předpis č. 109 Obnovování pneumatik nákladních automobilů, jejich přípojných vozidel a autobusů

Předpis č. 111 Cisternová vozidla kategorií Na O a jejich stabilita proti převrácení

### **Směrnice Evropského společenství pro nákladní automobily**

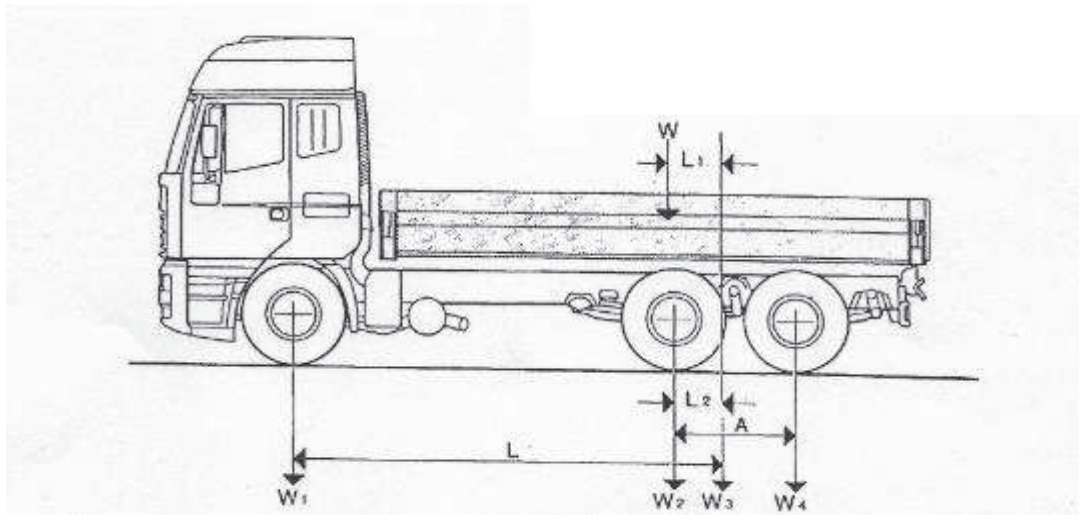
Tyto Směrnice jsou po odsouhlasení váženou většinou států, povinné pro všechny státy EU.

## 2.4. Základní výpočty

### 2.4.1. Rozložení hmotností

Rozložení hmotností na jednotlivé nápravy musí splňovat podmínky právního předpisu č.341/2002 Sb. §15 největší povolené hmotnosti silničních vozidel, zvláštních vozidel a jejich rozdělení na nápravy (viz. kap. 2.3. - legislativa pro nákladní automobily).

Výpočet je proveden pro vybrané vozidlo MAN TGA 26.460 6x2-2 BL se zkrácenou kabinou M bez spacího prostoru.



Obr. 7 Výpočet zatížení jednotlivých náprav

#### Výpočet zatížení jednotlivých náprav:

$W$  – užitečný náklad + nástavba

$W_1$  – podíl užitečného nákladu na přední nápravu

$W_3$  - podíl užitečného nákladu na zadní nápravy

$W_2$  - podíl užitečného nákladu na 1. zadní nápravu

$W_4$  - podíl užitečného nákladu na 2. zadní nápravu

$L$  - Vypočítaný ideální rozvor náprav - viz. výpočet v kap. 2.4.2.

$L_1$  - Vzdálenost těžiště od vypočtené osy zadních náprav

$L_2$  - Vypočítaná poloha osy ideální

$A$  - Vzdálenost mezi zadními nápravami

Dané hodnoty:

$$W = 17905 \text{ kg}$$

$$L = 4433 \text{ mm}$$

$$L_2 = 4433 - 3900 = 533 \text{ mm}$$

$$L_1 = 533 + 40 = 573 \text{ mm}$$

$$A = 1350 \text{ mm}$$

Poloha těžiště nástavby:

$$L_1 - L_2 = \left( \frac{L_{nást}}{2} + L_{vzd.od PN} \right) - L_{01} = \left( \frac{5800}{2} + 960 \right) - 3900 = 40 \text{ mm}$$

$$W_1 = \frac{W \times L_1}{L} = \frac{17905 \times 573}{4433} = 2314 \text{ kg}$$
$$W_3 = W \times \frac{(L - L_1)}{L} = 17905 \times \frac{(4433 - 573)}{4433} = 15591 \text{ kg}$$
$$W_2 = W_3 \times \frac{(A - L_2)}{A} = 15591 \times \frac{(1350 - 533)}{1350} = 9435 \text{ kg}$$
$$W_4 = \frac{(W_3 \times L_2)}{A} = \frac{(15591 \times 533)}{1350} = 6156 \text{ kg}$$

### Výpočet celkového zatížení na nápravy (nákladní automobil + nástavba + náklad):

Zatížení náprav od vozidla bez nástavby:

- Přední náprava:  $X_1 = 4710 \text{ kg}$  – pohotovostní hmotnost podvozku připadající na přední nápravu
- Zadní nápravy:  $X_2 = 3385 \text{ kg}$  - pohotovostní hmotnost podvozku připadající na zadní nápravu

Přední náprava:

$$W_{1C} = X_1 + W_1 = 4710 + 2314 = 7024 \text{ kg}$$

První zadní náprava:

$$W_{2C} = \frac{X_2}{2} + W_2 = \frac{3385}{2} + 9435 = 11127 \text{ kg}$$

Druhá zadní náprava:

$$W_{4C} = \frac{X_2}{2} + W_4 = \frac{3385}{2} + 6156 = 7848 \text{ kg}$$

Mezi zadními nápravami:

$$W_{3C} = X_2 + W_3 = 3385 + 15591 = 18976 \text{ kg}$$

Vypočtené zatížení náprav vyhovuje vyhlášce č. 341/2002 Sb., která pro největší povolenou hmotnost pro dvounápravy motorových vozidel při zatížení obou náprav stanovuje 19 tun.

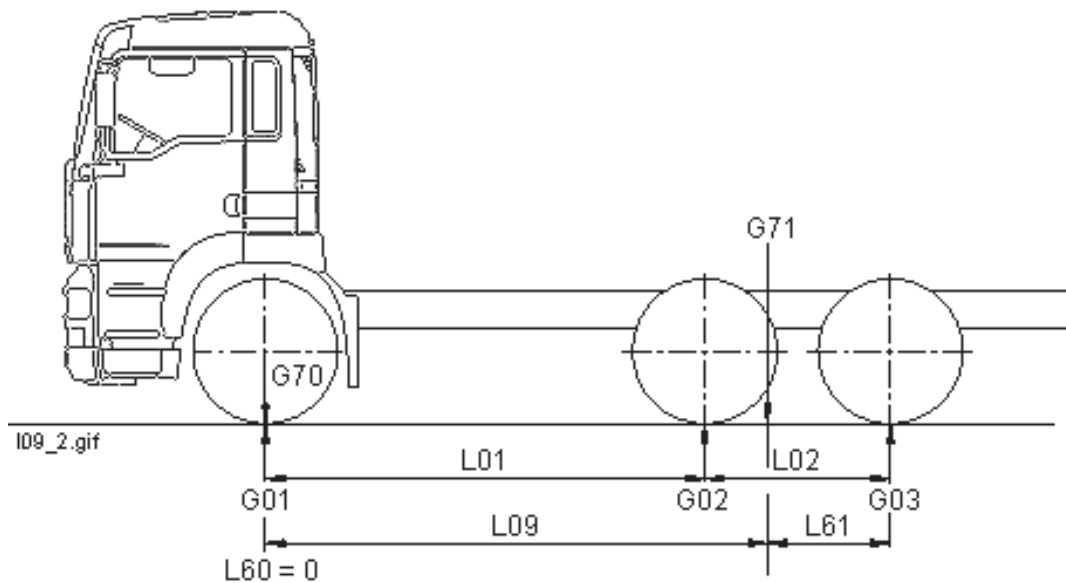
Zatížení vozidla celkem:

$$W_C = W_{1C} + W_{2C} + W_{4C} = 7024 + 11127 + 7848 = 25999 \text{ kg}$$

Vypočtené celkové zatížení vozidla 25999 kg vyhovuje povolenému celkovému zatížení vozidla se třemi nápravami, které podle vyhlášky č. 341/2002 Sb. činí 26 tun.

### 2.4.2. Teoretický střed nápravy

Výpočet teoretické osy nápravy - teoretický rozvor a teoretické převisy třínápravových vozidel se dvěma zadními nápravami při nerovnoměrném zatížení zadní nápravy.



Obr .8 Teoretický střed nápravy

Teoretický rozvor je pomocnou veličinou pro zjištění polohy těžiště a zatížení náprav.

$$L_t = L_{01} + \frac{L_{02} \times G_{03}}{G_{02} + G_{03}} = 3900 + \frac{1350 \times 7500}{11500 + 7500} = 4433 \text{ mm}$$

$L_t$  – teoretický rozvor

$L_{01}$  – Rozvor mezi 1. a 2. nápravou

$L_{02}$  – rozvor mezi 2. a 3. nápravou

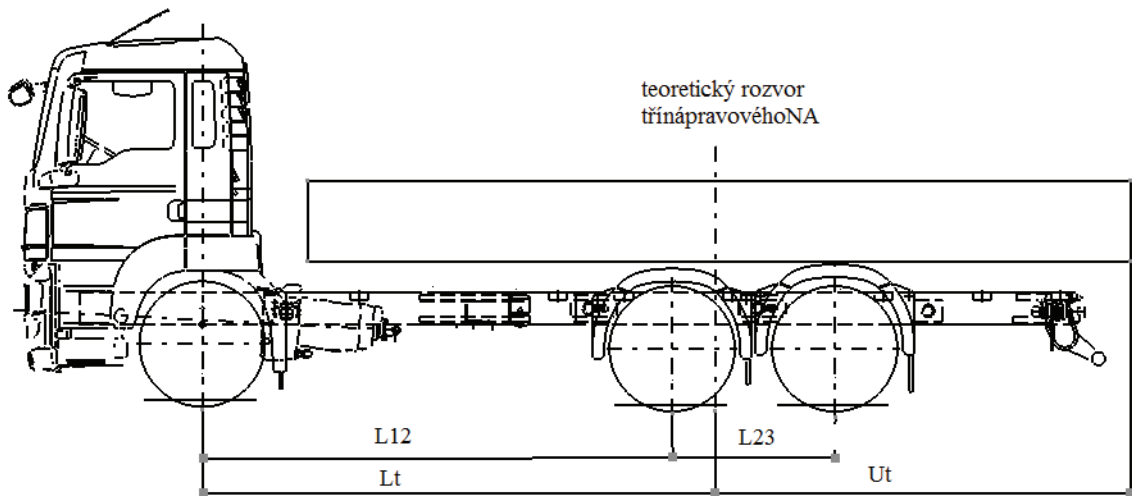
$G_{02}, G_{03}$  – zatížení na 2. a 3. nápravě

$G_{71}$  - teoretický rozvor třínápravového nákladního automobilu

Přípustný přesah třínápravových vozidel se dvěma zadními nápravami při nerovnoměrném zatížení zadní nápravy - teoretickým přesahem se rozumí vzdálenost od výsledného středu zadní nápravy (daného teoretického rozvoru) na konec vozidla včetně nástavby.

$$U_t = 0,7 \times L_t = 0,7 \times 4433 \leq 3103 \text{ mm}$$

Přesah bude upraven dle požadavku zadavatele na 2317mm z důvodu zadního uložení turniketového podavače.



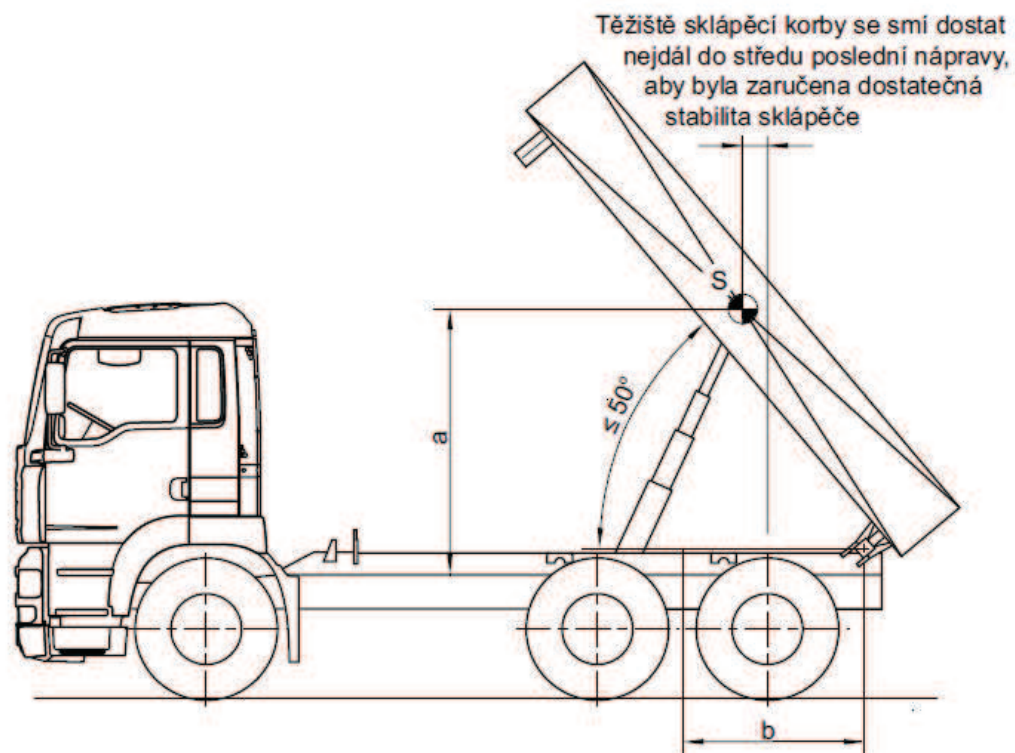
Obr. 9 Přípustný přesah  $U_t$

### 2.4.3. Sklápěč

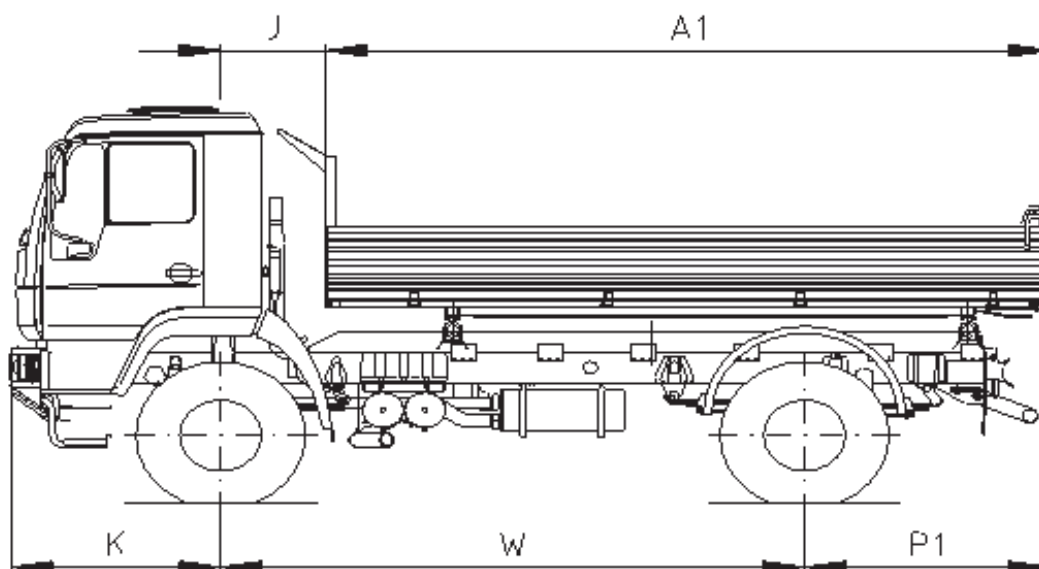
Na dodaném podvozku musí být dodrženy následující parametry:

- Přípustná celková hmotnost
- Přípustná zatížení náprav
- Délka sklápěcí korby  $\leq$  daná výrobcem nákladního automobilu
- Přesah rámu
- Přesah sklápěcí korby
- Maximální úhel sklopení  $50^\circ$  do boku nebo dozadu – v námi navrhované nástavbě, bude úhel sklopení  $40^\circ$  z důvodu vysypání suchých krmných směsí, pro které tento úhel je postačující a při požadovaném přesahu nehrozí při sklápění posunutí těžiště korby do nedovolených tolerancí – tj. při sklápění nesmí přesáhnout osu poslední nápravy, aby nebyla porušena stabilita vozidla.
- Výška těžiště korby při sklápění nesmí být překročena (rozměr „a“)
- Zadní ložiska sklápěče musí být max. ve vzdálenosti rozměru „b“ – od středu ložisek k teoretickému středu zadní nápravy

Třínápravový nákladní automobil ( 6x2 ):  $a \leq 2000$  mm;  $b \leq 1250$  mm – uvedené hodnoty z katalogu výrobce pro daný typ nákladního automobilu.



Obr. 10 Sklápěč: Maximální rozměry výšky těžiště a vzdálenost naklápečního ložiska ESC-105



### 3. Koncepční varianty

#### 3.1. Požadavky na TS:

<b>Funkční požadavky</b>	Požadavek	Přání
Plnění volným vsypem	x	
Minim. zůstatek mater. Při vysypání	x	
Snadné a bezpečné vysypání	x	
Umožnění relat.pohybu nastavby vůči podvozku	x	
Zamezení nežádoucímu pohybu nastavby	x	

<b>Funkční parametry</b>	Požadavek	Přání
Objem korby (m <sup>3</sup> )		x
Max. výška 3,3 m	x	
Min. vzdálenost mezi kabinou a korbou	x	

<b>Provozní požadavky</b>	Požadavek	Přání
Spolehlivost a bezpečnost	x	
Jednoduchá obsluha a údržba		x
Životnost	x	
Minim. hmotnost		x
Minim. rozměry zástavby	x	

<b>Proveditelnost (výroba a montáž)</b>	Požadavek	Přání
Snadná vyrobiteľnosť	x	
Snadná montáž a demontáž	x	
Likvidovatelnost	x	
Přístupnost při montáži		x

<b>Ekonomické hledisko</b>	Požadavek	Přání
Nižší výrobní náklady	x	
Nižší pořizovací cena	x	
Nízké provozní náklady	x	

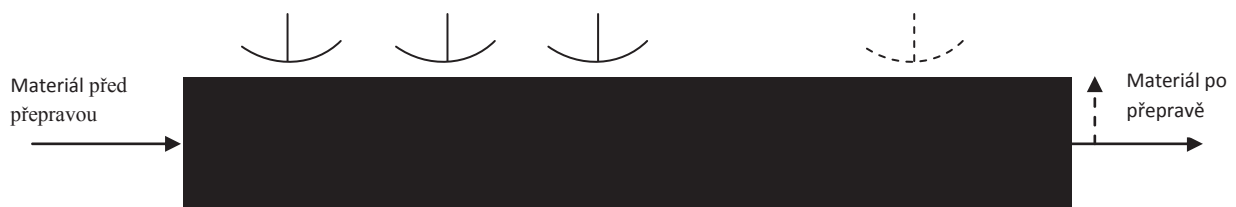
<b>Legislativa</b>	Požadavek	Přání
Dodržení právních norem a předpisů ČR a EU	x	



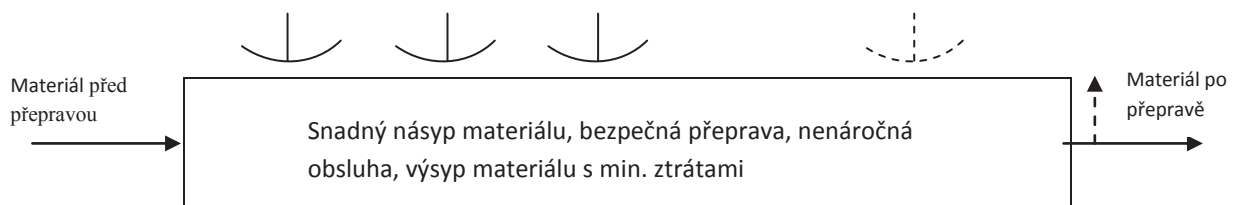
Vztah k okolí	Požadavek	Přání
Nízká hlučnost	x	
Bezpečnost	x	
Těsnost	x	
Ekologičnost	x	

Vztah k člověku	Požadavek	Přání
Bezpečnost	x	
Ergonomičnost	x	
Čistitelný povrch	x	

### 3.1.1. Černá skříňka



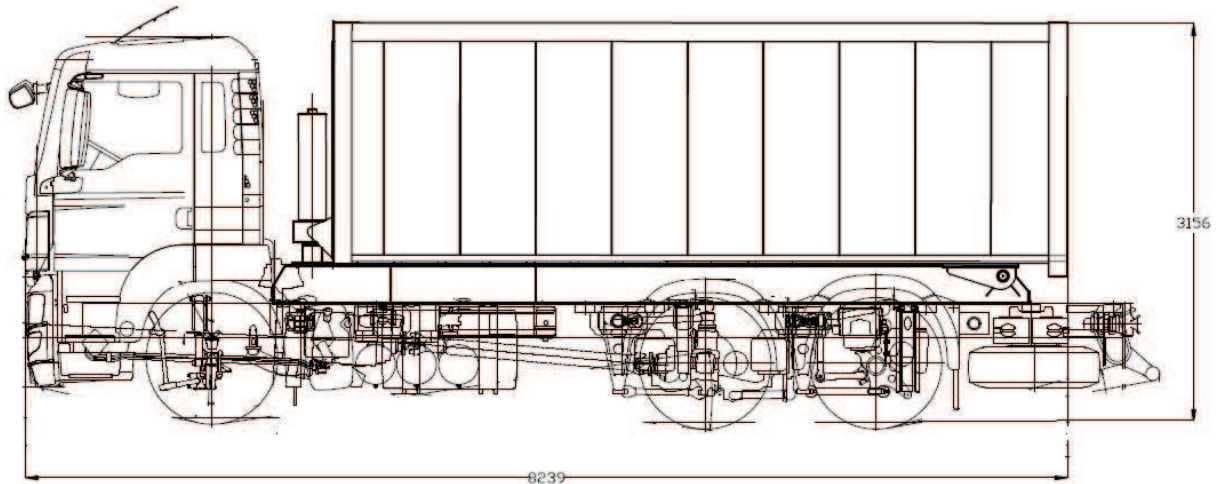
Obr. 11 Provozní transformační/technický proces (TrfP/TP) - černá skříňka



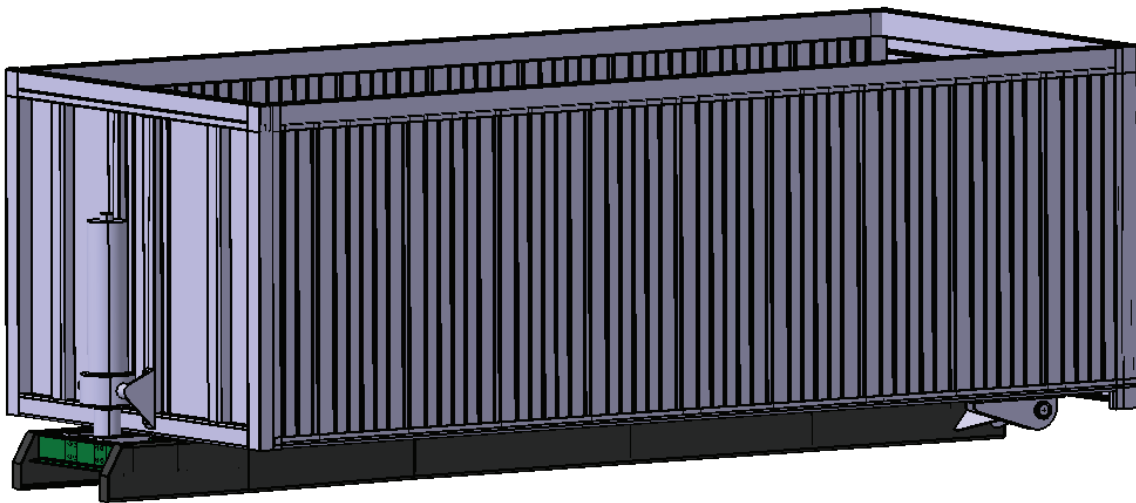
Obr. 12 Provozní transformační/technický proces (TrfP/TP) - návrh technologie

### 3.2. Nástavba

Celá nástavba se skládá z pomocného rámu a korby pro přepravu sypkých materiálů. Pomocný rám je svařenec z ocelových profilů, korba z hliníkových profilů. Na konci pomocného rámu je přivařený systém pro kluzné otáčení při sklápění korby, které bude zajištěno hydraulickým válcem uloženým před korbou. Korba bude mít volný prostor pro vsyp materiálu vrchem. Délka korby 5800 mm, výška 1900 mm, přesah korby od osy sklápění bude 510 mm s ohledem na prostor pro umístění turniketu pro vyskladnění přepravovaného materiálu.



Obr. 13 Nákladní automobil s celou nástavbou

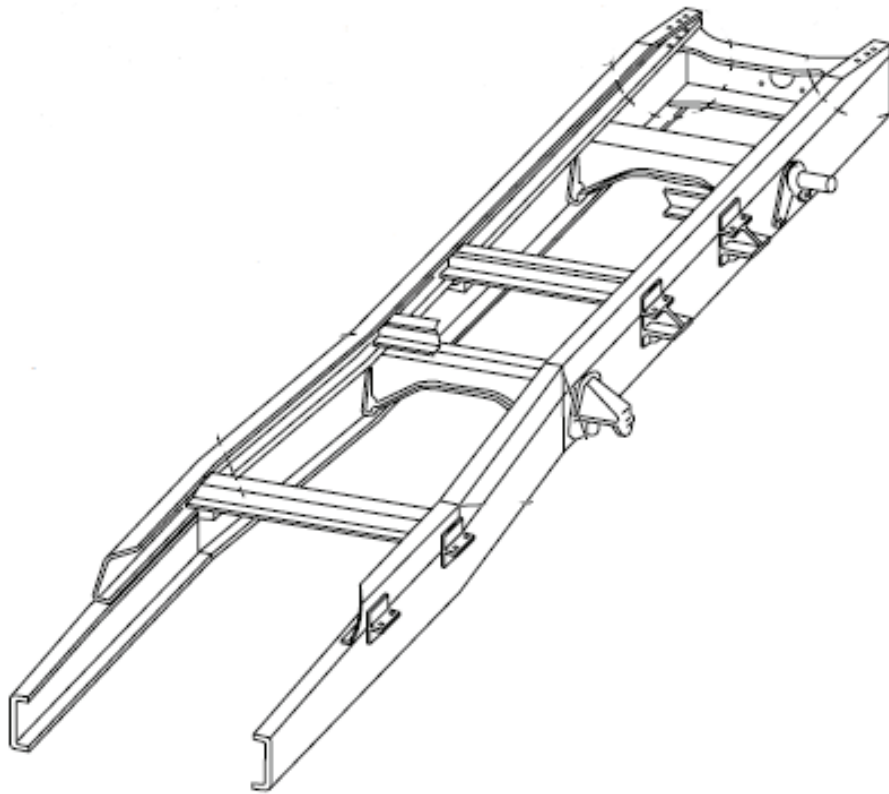


Obr. 14 Nástavba

### 3.3. Pomocný rám

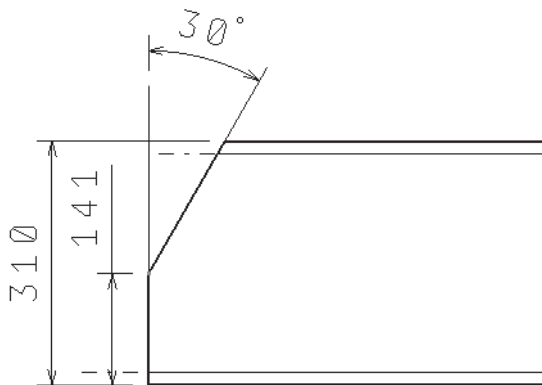
Pomocný rám leží na rámu nákladního automobilu a spojuje tento rám a vlastní nástavbu. Pomáhá rovnoměrně rozložit zatížení na rám vozidla a jednotlivé nápravy a zpevnit nástavbu. Zároveň slouží k uchycení nástavby na nákladní automobil a vytvoření potřebného prostoru mezi rámem vozidla a nástavbou pro potrubí hydrauliky. Jako jeden z důležitých požadavků je rám vyrobený z jednoho kusu profilu tj. souvislý. Konstrukce nesmí omezovat žádný pohyblivý díl v jeho volném chodu.

Rám bude svařovaný z normalizovaných profilů a z profilů ohýbaných na zakázku pro zadaný nákladní automobil.

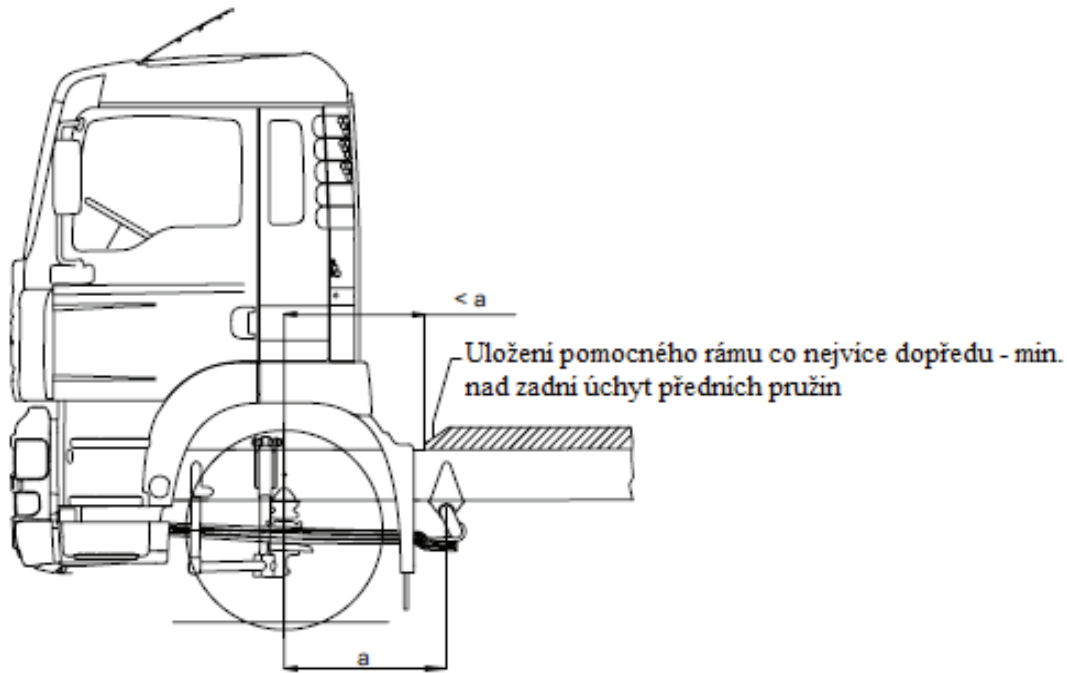


Obr. 15 Pomocný rám

Pomocný rám musí opisovat tvar rámu automobilu. Tím se zajistí dodržení požadovaných rozměrů. Na předním konci se rám zkosí - viz. obr. 16. Dle požadavků výrobce nákladního automobilu musí zároveň podélníky pomocného rámu dosahovat minimálně nad zadní úchyt předních pružin – obr. 17.



Obr. 16 Zkosení pomocného rámu



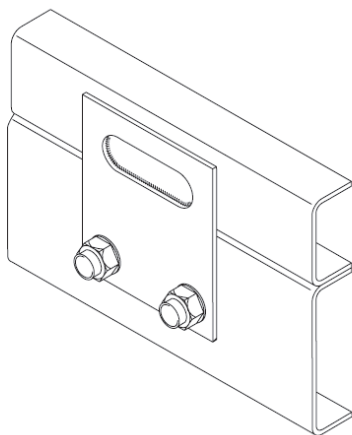
Obr. 17 Vzdálenost pomocného rámu od středu první nápravy

### 3.3.1. Pomocný rám – uchycení na rám nákladního automobilu

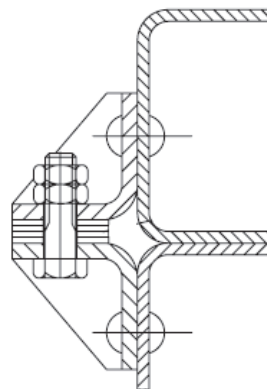
Pomocný rám, dle doporučení výrobce nákladního automobilu, se spojuje s rámem podvozku měkkým nebo tuhým způsobem. V některých případech lze tyto dva typy kombinovat do částečně tuhého spojení.

V našem případě bude na základě typu nastavby spojení částečně tuhé. Tj. v přední části bude rám připevněn měkkým spojením, které umožní relativní pohyb mezi rámem nákladního automobilu a rámem pomocným v přední části. V zadní části bude spojení tuhé – pomocný rám zde následuje všechny pohyby rámu nákladního automobilu.

K upevnění v zadní části budou použity plechy s otvory pro šroubový spoj s rámem automobilu a otvorem pro svarový spoj s pomocným rámem v zadní části. V přední bude spoj měkký – na rám nákladního automobilu a pomocný rám se přišroubují upínky. Ty se následně spojí šroubovým spojem s podložkou i mezi sebou.



Obr. 18 Spojení pomocného rámu děrovým svarem a šrouby – tuhé spojení



Obr. 19 Měkký spoj pomocí upínek

### 3.3.2. Pomocný rám – materiál

Materiál musí být volen tak, aby při jízdě a dalších zatíženích nebyla překročena mez kluzu  $\sigma_K$ .

Číslo materiálu	Staré označení materiálu	Stará norma	$\sigma_{0,2}$ N/mm <sup>2</sup>	$\sigma_a$ N/mm <sup>2</sup>	Nové označení materiálu	Nová norma	Vhodnost pro pomocný rám TGA
1.0037	St37-2	DIN 17 100	≥ 235	340-470	S235JR	DIN EN 10025	nepřípustný
1.0570	St52-3	DIN 17 100	≥ 355	490-630	S355J2G3	DIN EN 10025	dobře vhodný
1.0971	QSIE260N	SEW 092	≥ 260	370-490	S260NC	DIN EN 10149-3	nepřípustný
1.0974	QSIE340TM	SEW 092	≥ 340	420-540	odpadá		ne při bodovém zatížení
1.0976	neexistuje	neexistuje	≥ 355	430-550	S355MC	DIN EN 10149-2	dobře vhodný
1.0978	QSIE380TM	SEW 092	≥ 380	450-590	odpadá	DIN EN 10149-2	dobře vhodný
1.0980	QSIE420TM	SEW 092	≥ 420	480-620	S420MC	DIN EN 10149-2	dobře vhodný
1.0984	QSIE500TM	SEW 092	≥ 500	550-700	S500MC	DIN EN 10149-2	dobře vhodný

Obr. 20 Doporučené a nedoporučené materiály z manuálu automobilky MAN pro pomocné rámy

Vhodným materiálem pro stavbu pomocného rámu bude materiál ČSN 11523.0 (EN: S355J2);  $\sigma_K(R_e) = 333$  MPa, který je dobře svařitelný a má dostatečnou mez kluzu (požadovaná  $\geq 200$ MPa) a mez pevnosti  $\sigma_p(R_m) \geq 490$ MPa.

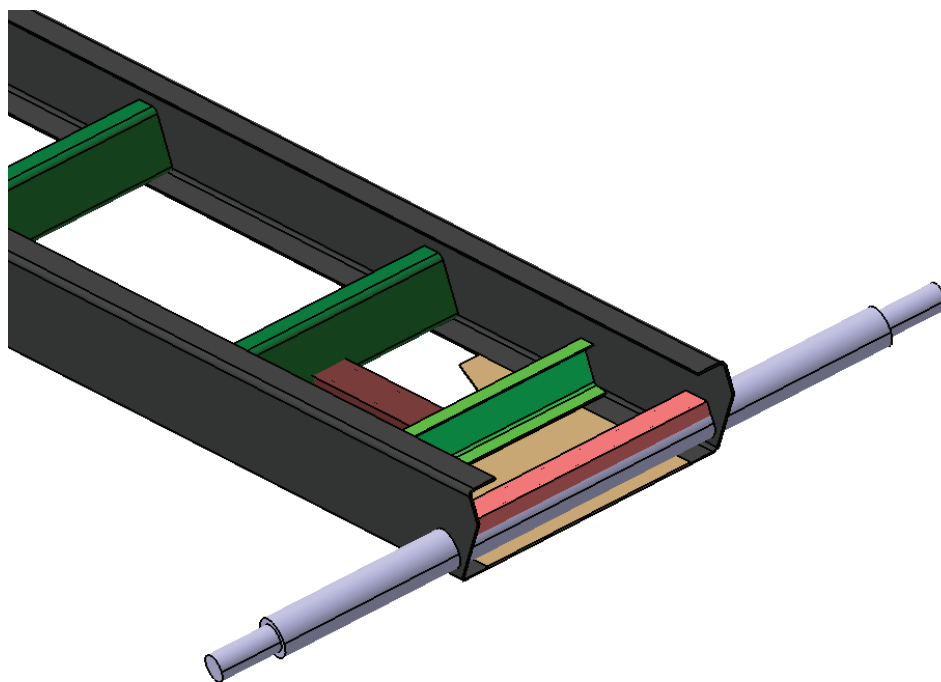
### 3.4. Návrh variant pomocného rámu

Pomocný rám je navržen ve třech variantách. Tento rám bude přichycen k základnímu rámu nákladního automobilu.

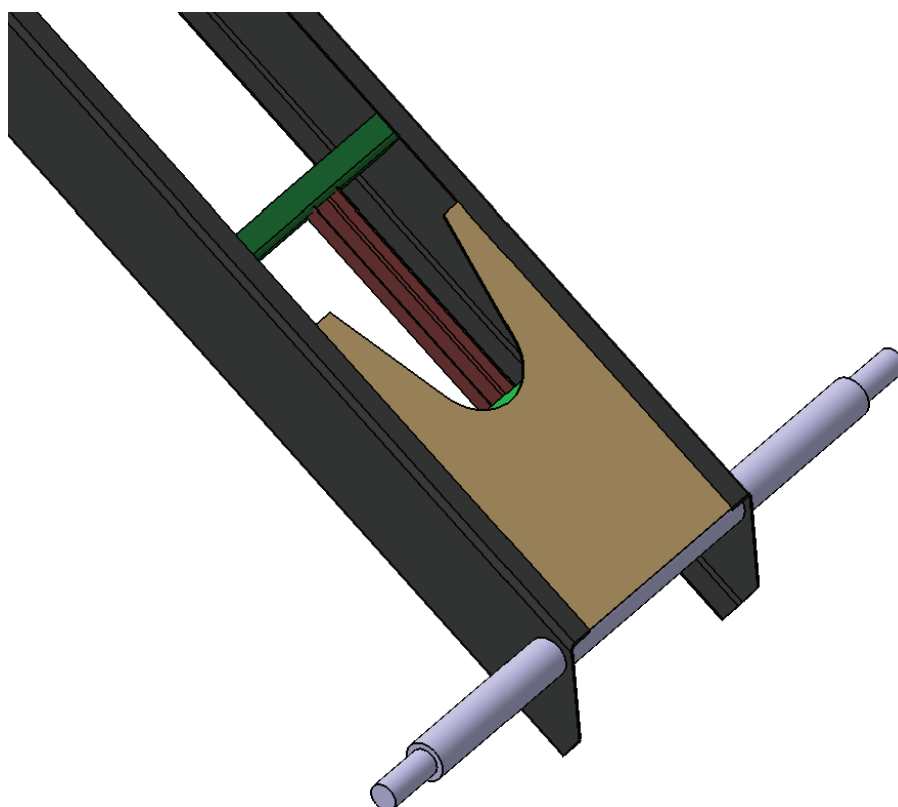
Při řešení návrhu se vycházelo z požadavku zadavatelské firmy, dosáhnout optimální pevnosti pomocného rámu.

#### 3.4.1. Varianta A

V této variantě je konec rámu, kde je zapotřebí největší pevnost při sklápění, řešen výztuhou z tyčí profilu U svařené ve tvaru H a plechem, který je uložen na příčnicích a přivařen mezi podélníky. Pod hřídelí s osazením pro kluzné ložisko, které slouží pro sklápění nástavby, je pomocný rám vyztužen tyčí profilu U navařené na podélníky a trubku kluzné tyče.



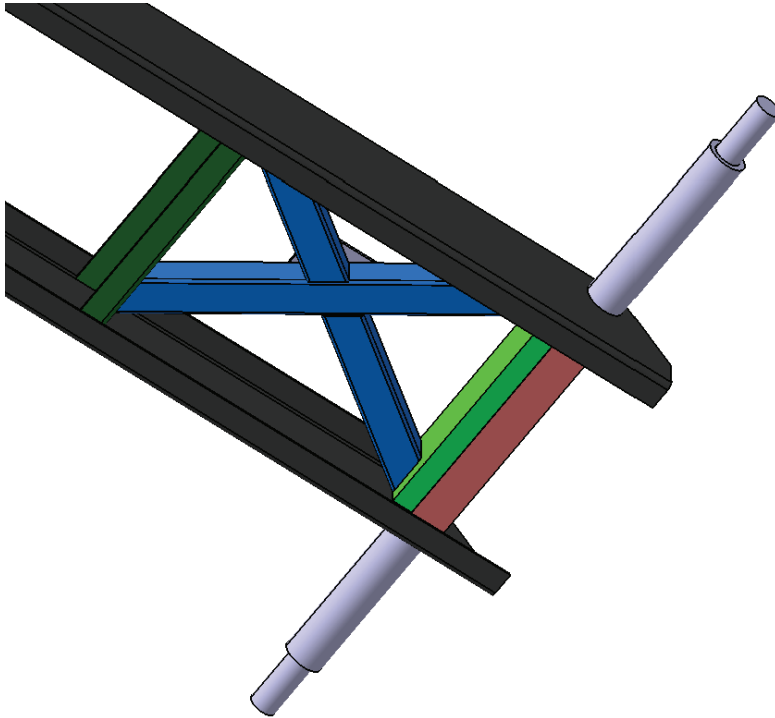
**Obr. 21** Pomocný rám s výztuhou ve tvaru písmene H a plechem. Pohled zdola



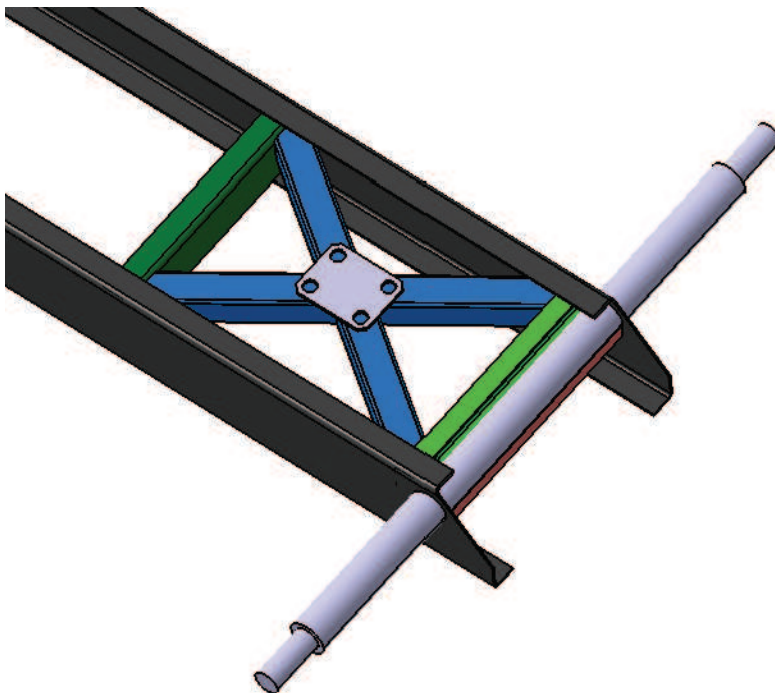
**Obr. 22** Pomocný rám s výztuhou ve tvaru písmene H a plechem. Pohled shora

### 3.4.2. Varianta B

Konec pomocného rámu ve variantě B je řešen výztuhou ve tvaru X z válcovaného čtvercového profilu (jakl) a dále vyztužen pomocí styčnickového plechu umístěného do středu X se čtyřmi otvory pro koutový svar. Pod hřídelí s osazením pro kluzné ložisko sloužící ke sklápění nástavby, je pomocný rám vyztužen nosníkem profilu U navařeného na podélníky a trubku kluzné hřídele.



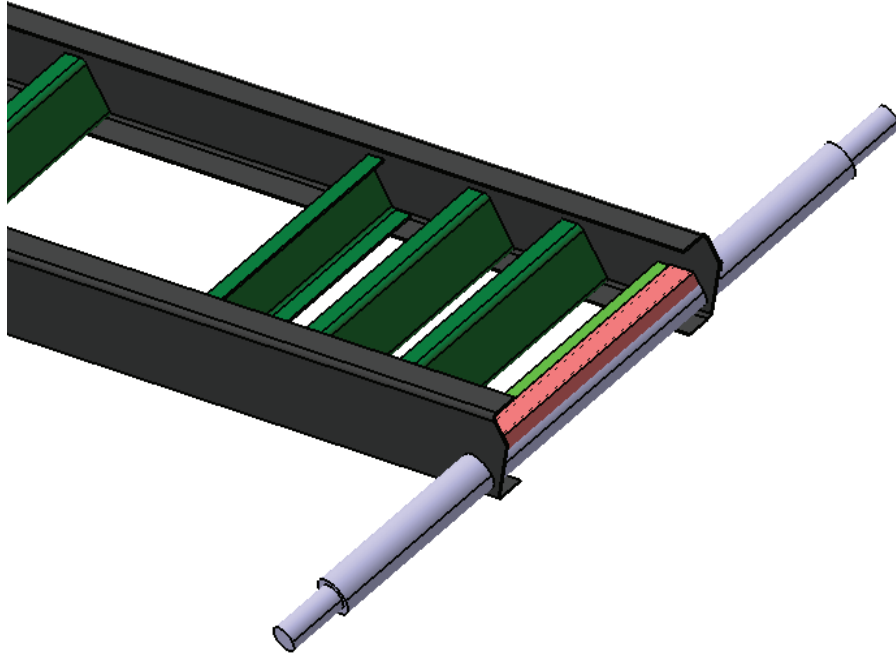
Obr. 23 Pomocný rám s výztuhou ve tvaru X a středovým plechem. Pohled zdola



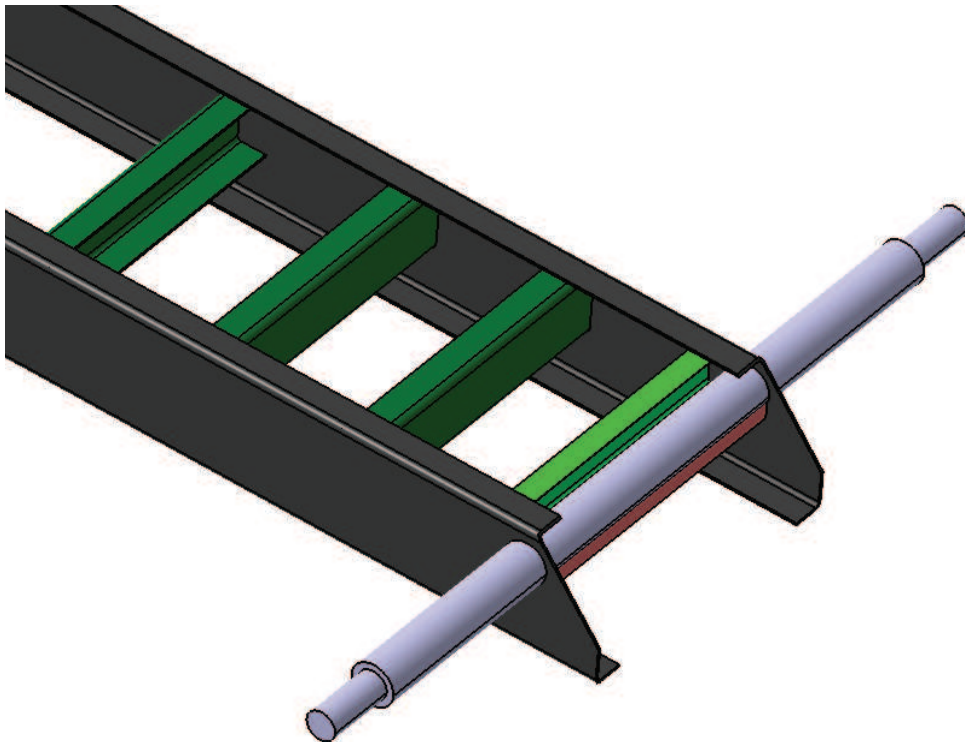
Obr. 24 Pomocný rám s výztuhou ve tvaru X a středovým plechem. Pohled shora

### 3.4.3. Varianta C

Varianta C uvažuje konec pomocného rámu řešený čtyřmi příčnicí. Vyztužení prostoru pod hřídelí s osazením pro kluzné ložisko ke sklápění je řešen stejným způsobem jako ve variantě A a B.



Obr. 25 Pomocný rám se čtyřmi příčnicí. Pohled zdola.



Obr. 26 Pomocný rám se čtyřmi příčnicí. Pohled shora.



### 3.4.4. Hodnocení a výběr variant

V tabulce 2 je hodnocení důležitých vlastností navržené varianty. Bodování 1- 4 kde 1 je nevyhovující a 4 výborně.

Kritéria hodnocení vlastností TS	Hodnocené varianty			
	A	B	C	Ideál
Tuhost rámu	3	4	2	4
Životnost	3	4	2	4
Spolehlivost	4	4	2	4
Náročnost na údržbu a obsluhu	3	3	3	4
Bezpečnost	3	3	2	4
Součet	16	18	11	20
Relativní hodnocení užitečných vlastností	0,8	0,9	0,55	1
Nízká pořizovací a montážní cena	3	3	2	4
Jednoduchost konstrukčního řešení	3	3	3	4
Jednoduchá výroba	3	4	3	4
Součet	9	10	8	12
Relativní hodnocení užitečných vlastností	0,75	0,83	0,67	1
<b>Celkové hodnocení</b>	<b>25</b>	<b>28</b>	<b>19</b>	<b>32</b>

Tab. 2 Tabulka hodnocení variant

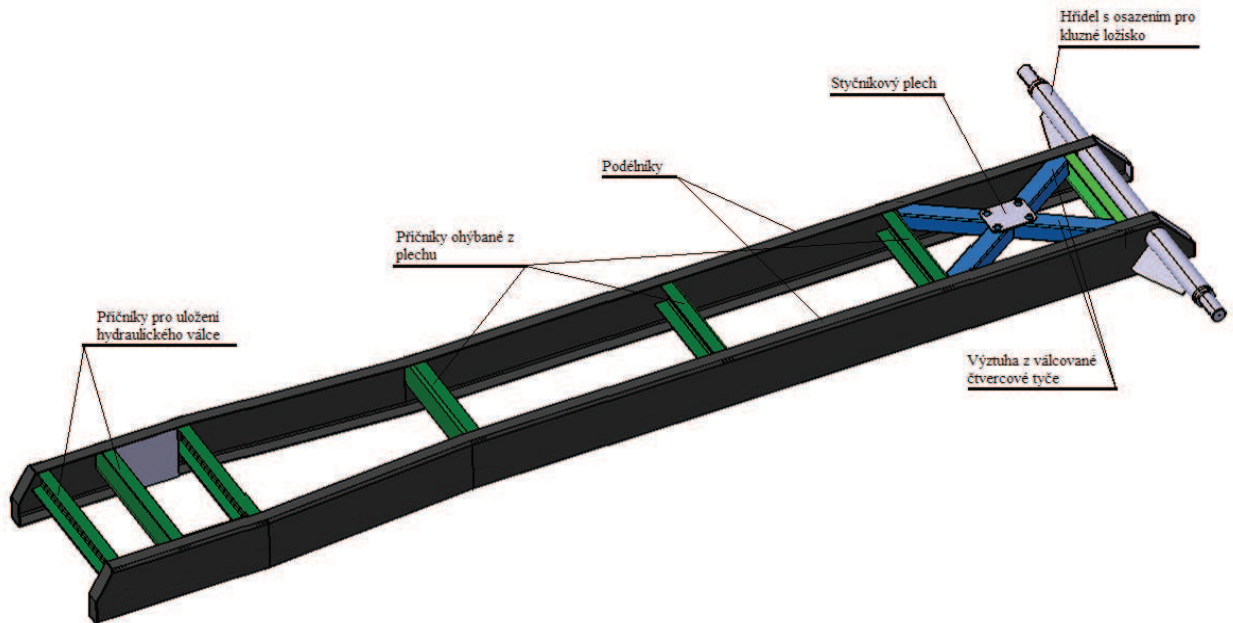
Z bodového vyhodnocení kritérií vlastností požadovaných zákazníkem, byla vybrána varianta B s nejlepším hodnocením, k dalšímu zpracování.

## 4. Zpracování vybrané varianty

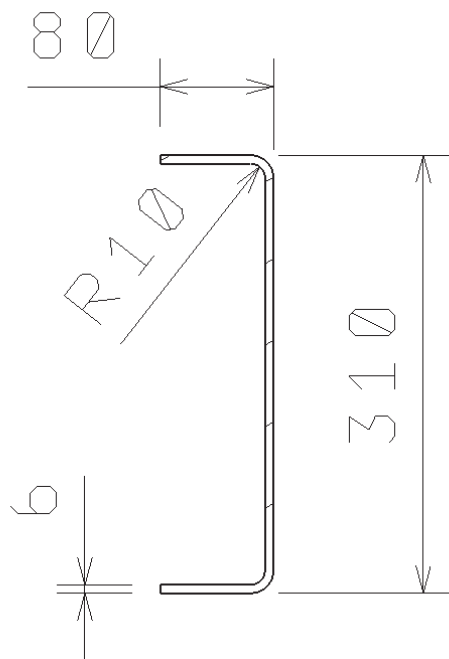
Dle dosaženého bodového hodnocení byla pro konstrukční řešení vybrána varianta B, která splňuje jak požadavky zákazníka, tak vyhovuje svým řešením zadavatelské firmě.

### 4.1. Všeobecný popis vybrané varianty

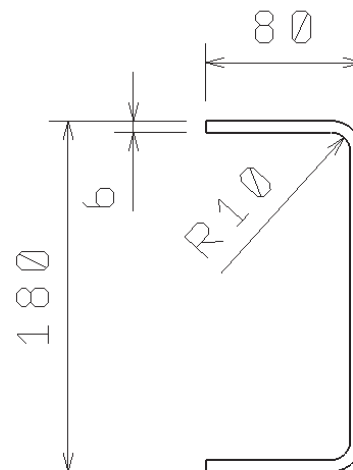
Vybraná konstrukce pomocného rámu je svařenec ze dvou podélníků opisujících tvar rámu nákladního automobilu a sedmi příčniců. Podélníky jsou tvořeny U profily ohýbaných z plechů tloušťky 6mm. Jejich výška činí 310 mm, šířka 80 mm.



Obr. 27 Pomocný rám nástavby

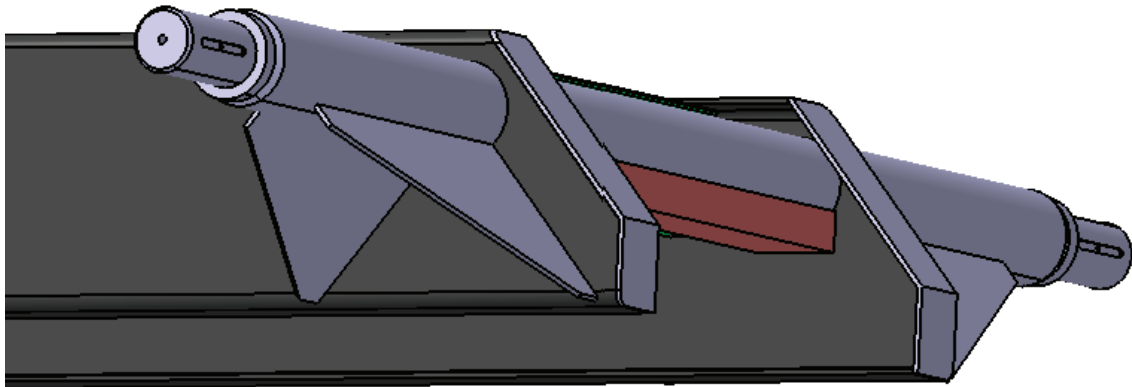


Obr. 28 Profil podélníků



Obr. 29 Profil ohýbaných příčniců

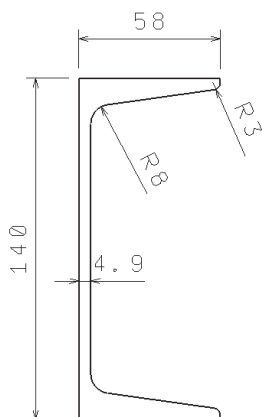
V zadní části pomocného rámu je uložena hřídel s osazením pro kluzné ložisko pro sklápěcí nástavbu tvořená z trubky a dvou kluzných nábojů mazaných plastickým mazivem např. MOGUL 2-3. V této části je pomocný rám zpevněn mezi podélníky přivařeným nosníkem z profilu U 100 ČSN 42 5570 ke hřídeli s osazením pro kluzné ložisko a podélníkům, hřídel s osazením pro kluzné ložisko vně podélníků je vyztužena na každé straně dvěma plechy, připevněnými svary k podélníkům a kluzné tyči. Sklon plechů mezi sebou je 80°.



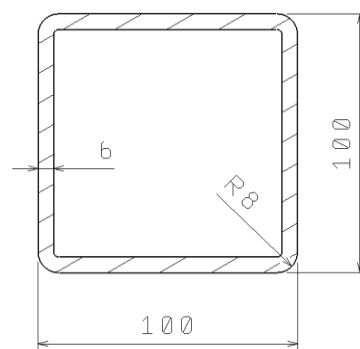
Obr. 30 Vyztužení přesahu hřídele s osazením pro kluzné ložisko

Tři příčnický v přední části pomocného rámu jsou vyrobeny z normovaných tyčí průřezu UE válcovaných za tepla o rozměrech označení U 160 ČSN 42 5570 – 11523.0. První dva zároveň poslouží k připevnění hydraulického pístu pro sklápění korby. Další tři příčnický jsou opět vyrobeny z ohýbaného plechu tloušťky 6mm, výška činí 180 mm, šířka 80mm. Poslední příčnický je opět normovaný U 140 ČSN 42 5570.

V zadní části je rám vyztužen ocelovými bezešvými trubkami čtvercového průřezu – délka strany průřezu = 100mm a tloušťky = 6mm - značení TR 4HR 100x6 ČSN 42 5720.00 – 11523, které jsou k nim přivařeny do tvaru písmene X a shora v překřížení vyztuženy přivařeným styčnickovým plechem.

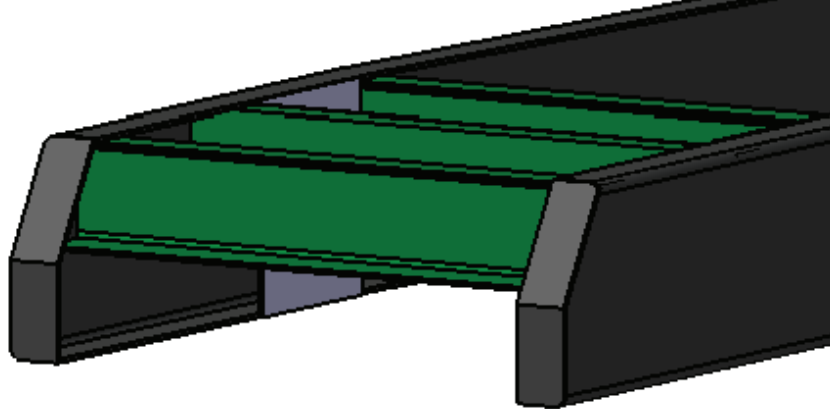


Obr. 31 Válcovaný U profil

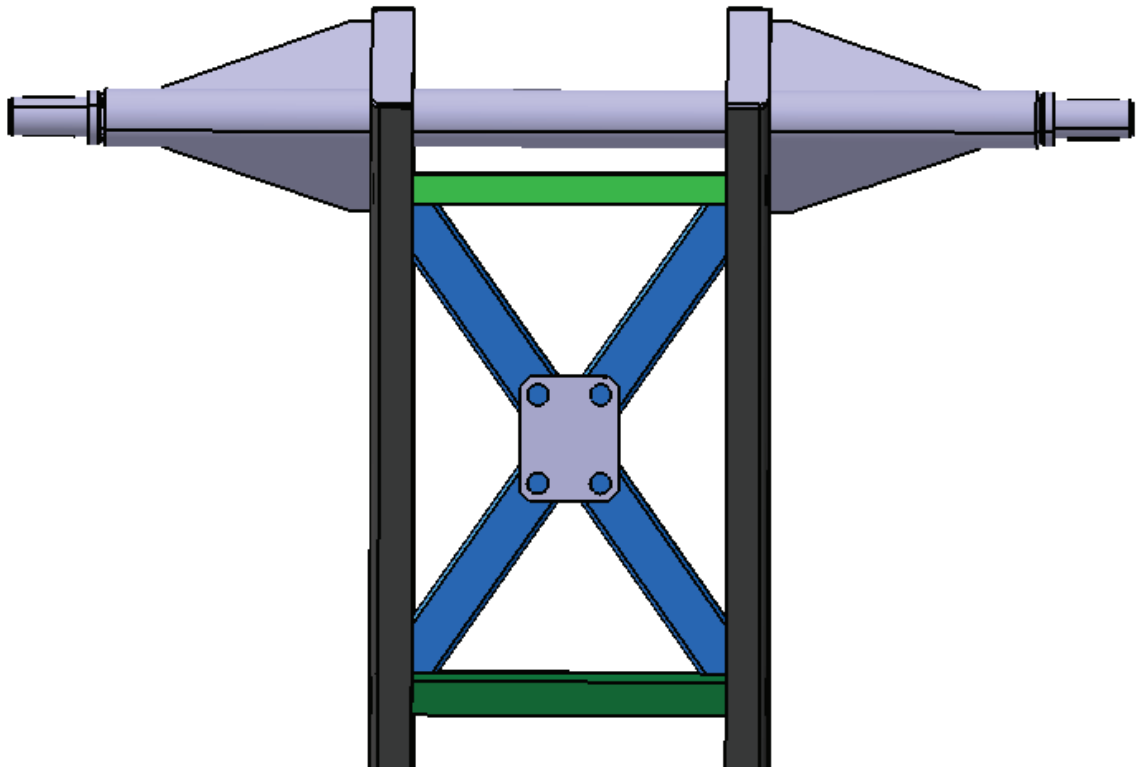


Obr. 32 Čtvercový profil výtuhy

Celý pomocný rám je z přední i zadní strany a mezi druhým a třetím příčným, z důvodu vyztužení, uzavřen plechem tloušťky 6mm.



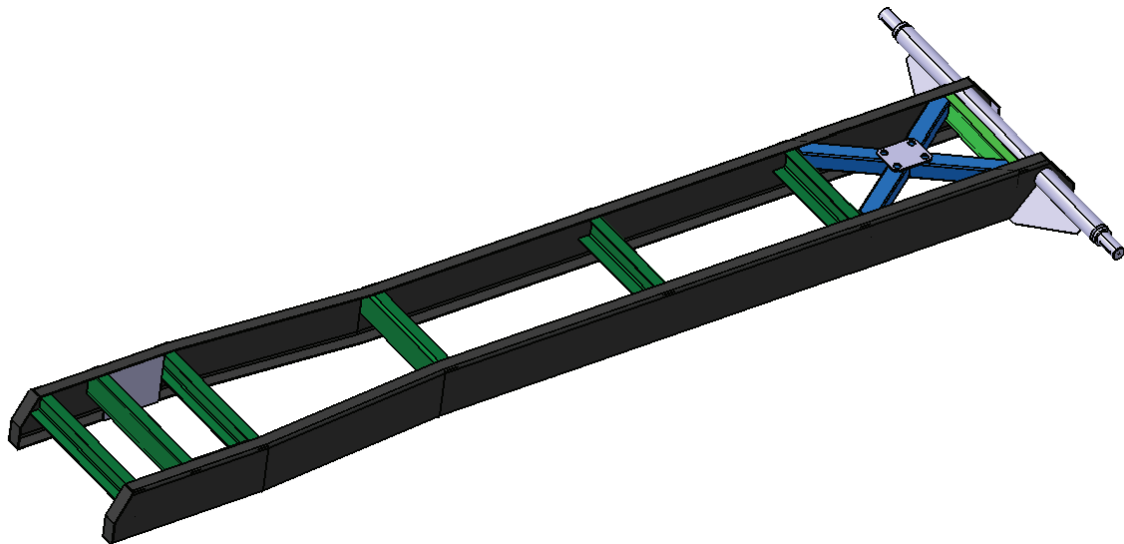
Obr. 33 Uzavření rámu v přední části



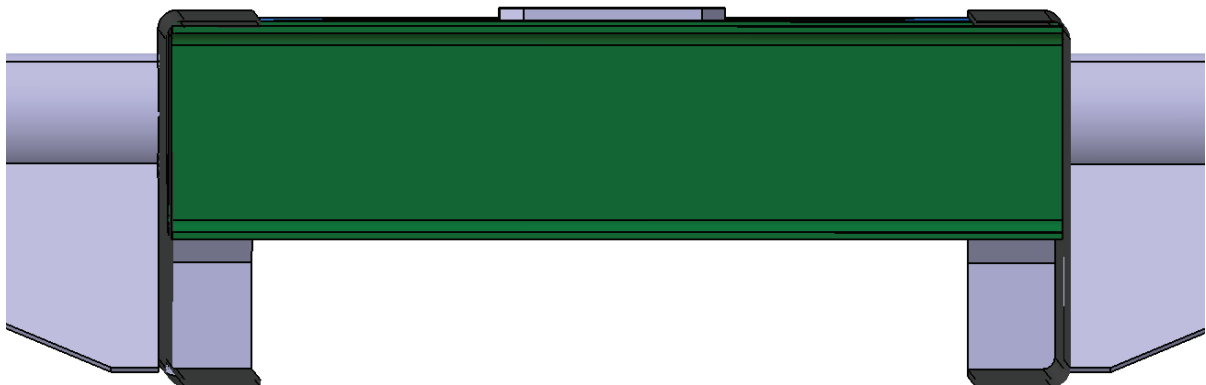
Obr. 34 Řešení zadní části pomocného rámu

## 5. Pevnostní a deformační analýza pomocného rámu

Pro pevnostní a deformační analýzu byl vytvořen model pomocného rámu v CAD programu Catia V5. Pomocí uložení do souboru .stp byl celý model přenesla do CAD programu NX7.5, ve kterém se rám sjednotil do celku a provedl se v něm pevnostní výpočet metodou MKP. Cílem výpočtu je zjištění redukované napětí, deformace a průhybu pomocného rámu při dvou zátěžných limitních stavech.



Obr. 35 Model pomocného rámu



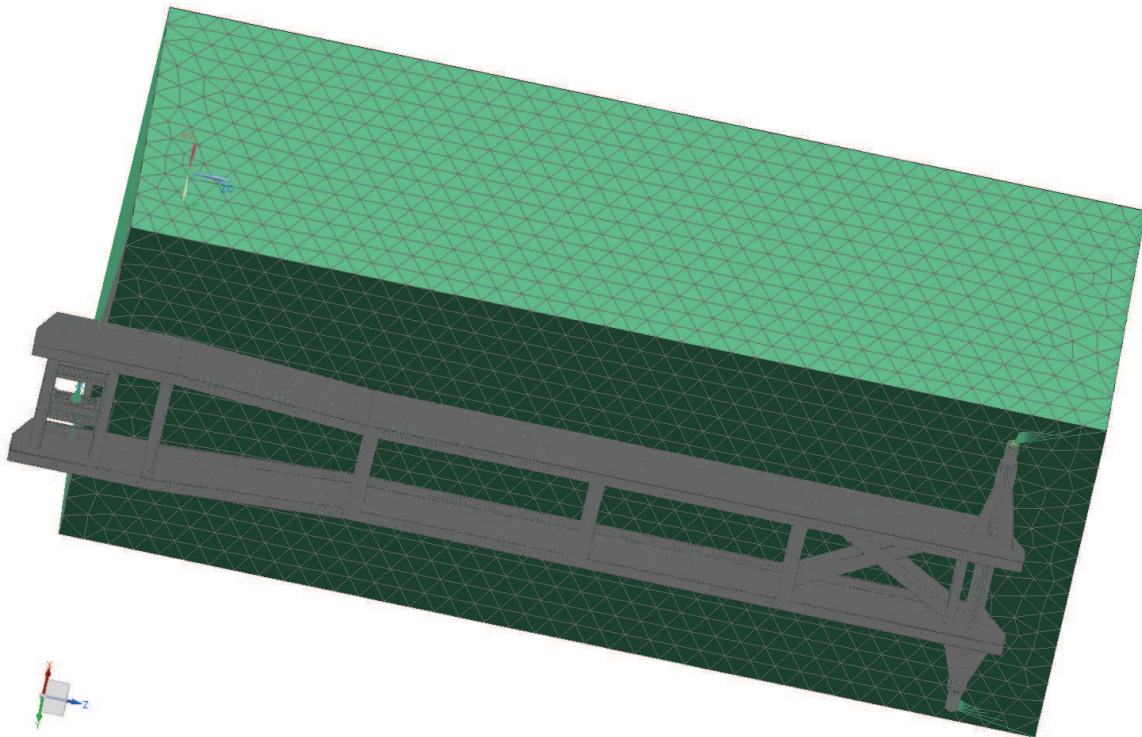
Obr. 36 Detail příčnicku

## 5.1. Tvorba sítě pro MKP

Za pomoci 3D elementů CTETRA(10) o velikosti 12 mm na pomocný rám, 5mm na konzole pro píst a 150 mm na náklad, který je reprezentován hustotou v definovaném objemu korby  $\rho = 617 \text{ kg/m}^3$ , modul pružnosti  $E = 20000 \text{ MPa}$  a  $\nu = 0,3$ , se nástavba rozdělila na konečný počet prvků.

Materiál rámu je 11523 s parametry:

- pevnost v tahu  $R_m = 520-628 \text{ MPa}$
- výrazná mez kluzu  $R_e = 333 \text{ MPa}$
- modul pružnosti v tahu  $E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ MPa}$
- hustota oceli  $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$ .
- mez únavy v krutu  $\tau_c = 138 \text{ MPa}$



Obr. 37 Model s vytvořenou sítí 3D prvků

## 5.2. Okrajové podmínky

Pro výpočty MKP (metoda konečných prvků) byly uvažovány dva mezní stavy. První při brzdění v oblouku, druhý při vysypání materiálu. Tyto mezní stavy znamenají limitní namáhání pro nástavbu/ pomocný rám.

### 5.2.1. Zatížení rámu při brzdění v oblouku

Pro navržený rám byly určeny okrajové podmínky pro zatížení při brzdění v průjezdu obloukem. Nejvyšší dovolená rychlost pro nákladní automobily s přívěsem nebo návěsem je 80 km/h. Podle normy ČSN 73 6101 pro projektování silnic a dálnic je vzhledem k povolené rychlosti 80km/h nejmenší poloměr kružnicového oblouku 325m. Požadavky na brzdovou soustavu pro nákladní vozidla, při minimálním brzděném zatížení, udává předpis EHK č.13.

Toto minimální zpomalení je pro vozidla 3,5t až 12t  $4,4\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ . Pro výpočet byl vybrán oblouk menšího poloměru 100m, rychlost vozidla 80 km/h a brzdné zpomalení  $5\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ .

Návrhová rychlost v km/h	Poloměr kružnicového oblouku v m											se základním sklonem 2,5% (2%)
	při dostředném sklonu vozovky v %											
	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	
120	2200	1750	1450	1250	1100	975	875	800	725	-	-	3500 <sup>***)</sup>
100	1500	1200	1000	875	750	675	600	550	500	-	-	3000 <sup>**)</sup> (2500)
80	1000	775	650	550	500	450	400	350	325	-	-	2800 <sup>**)</sup> (1500)
70	750	600	500	425	375	330	300	270	250	-	-	1500
60	550	450	375	325	270	240	220	200	180	170	-	1500
50	375	300	250	220	190	170	150	140	125	120	110	1500

<sup>\*)</sup> Způsob výpočtu je uveden v příloze C (vztah poloměru  $R$  k dostřednému sklonu) a v příloze D (poloměry oblouků bez dostředného sklonu). Hodnoty pro větve křižovatek jsou uvedeny v ČSN 73 6102.

<sup>\*\*)</sup> Platí jen na dálnicích a rychlostních silnicích.

<sup>\*\*\*)</sup> Jen při zajištění dobrých protismykových vlastností povrchu vozovky.

Obr. 38 Tabulka normy ČSN 73 6101

Okrajové podmínky:

Uchycení rámu:

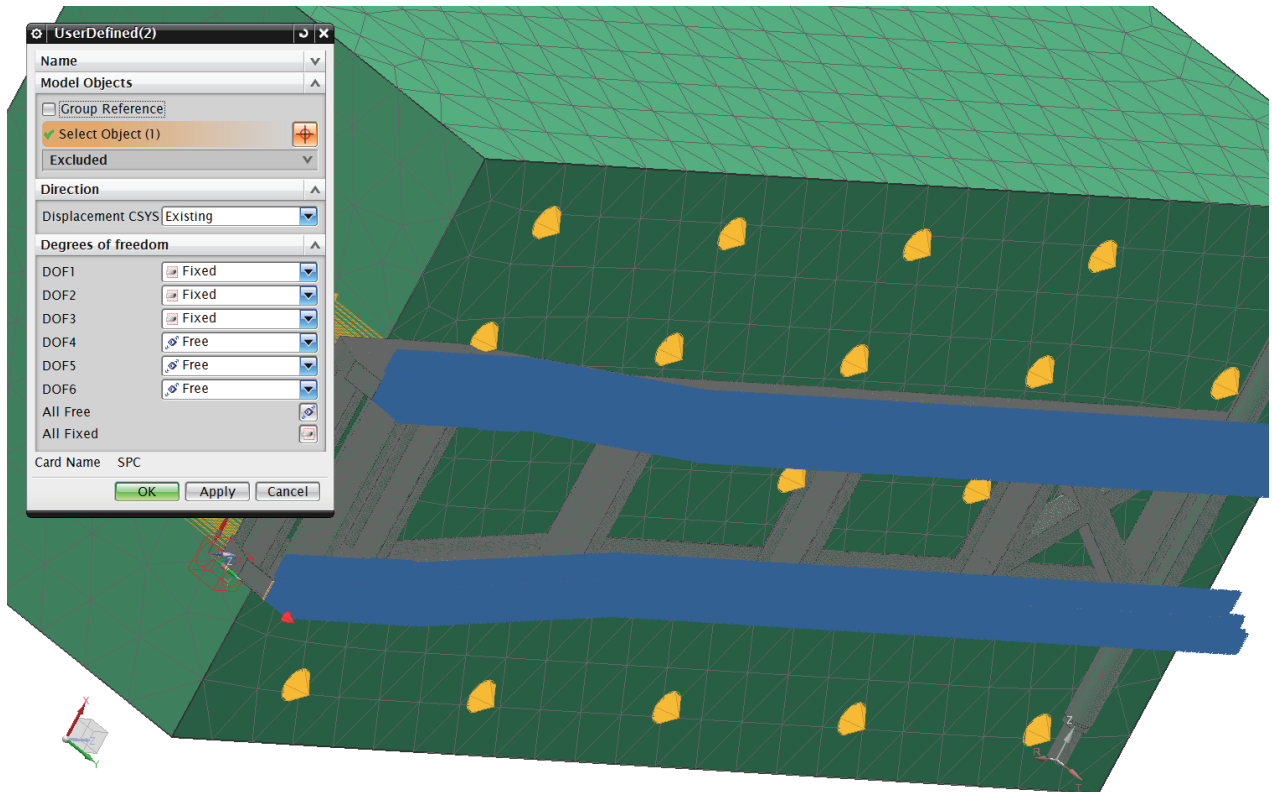
- částečně tuhé uchycení pomocného rámu pro posuvy a rotace v místě uchycení k rámu nákladního automobilu

Zatížení rámu:

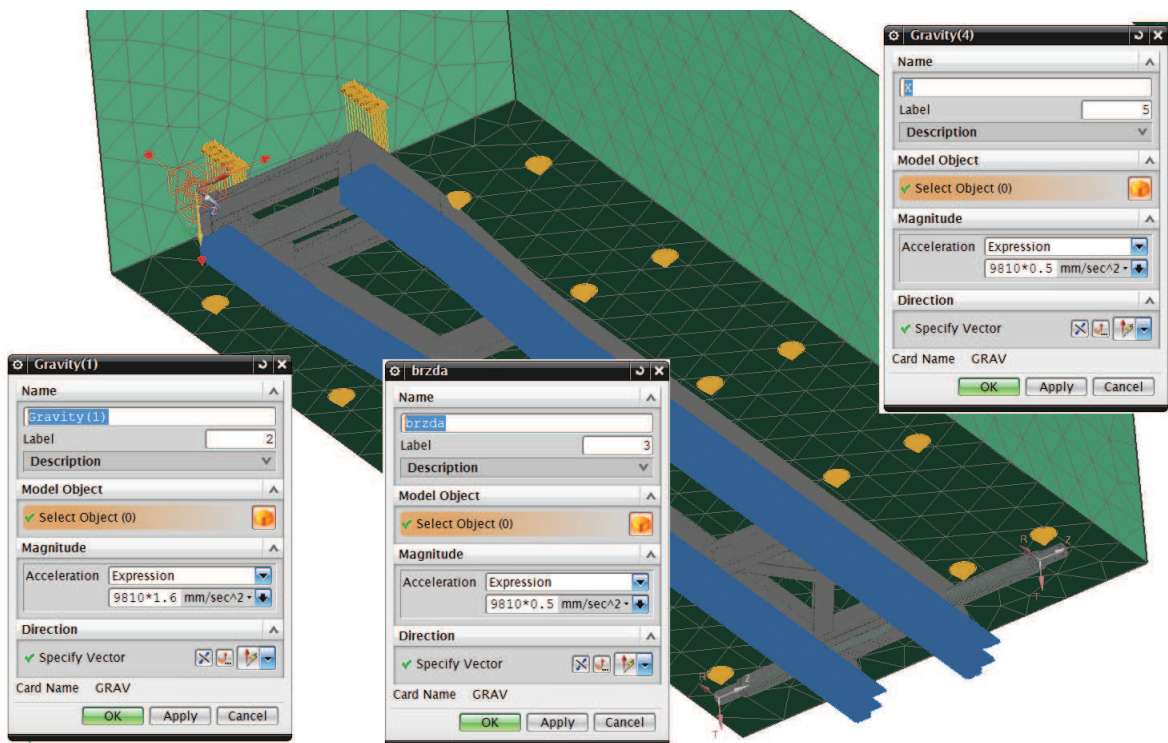
- zatížení od tíhy korby a nákladu (užitečná hmotnost) v místech styku podélníků s nástavbou

- zatížení od vlastní hmotnosti rámu

- zatížení při brzdění a od odstředivé síly při průjezdu obloukem



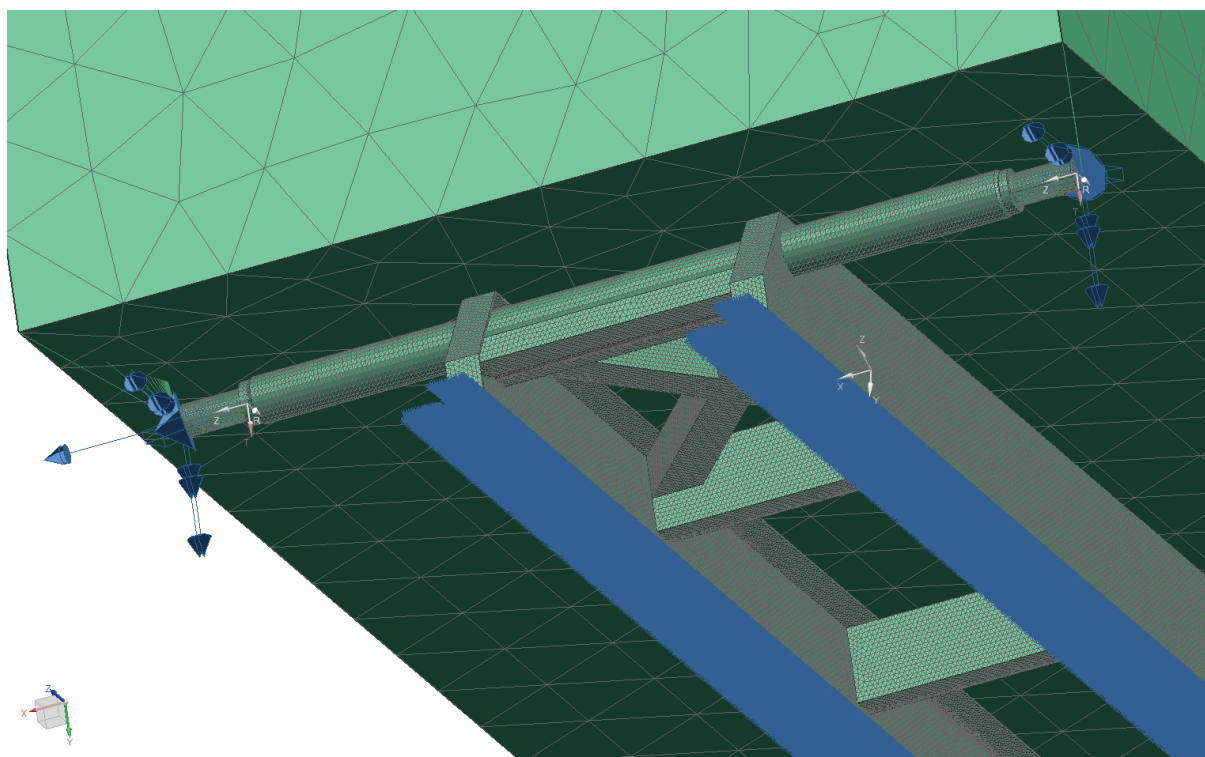
Obr. 39 Vetknutí rámu pro zpomalení v oblouku



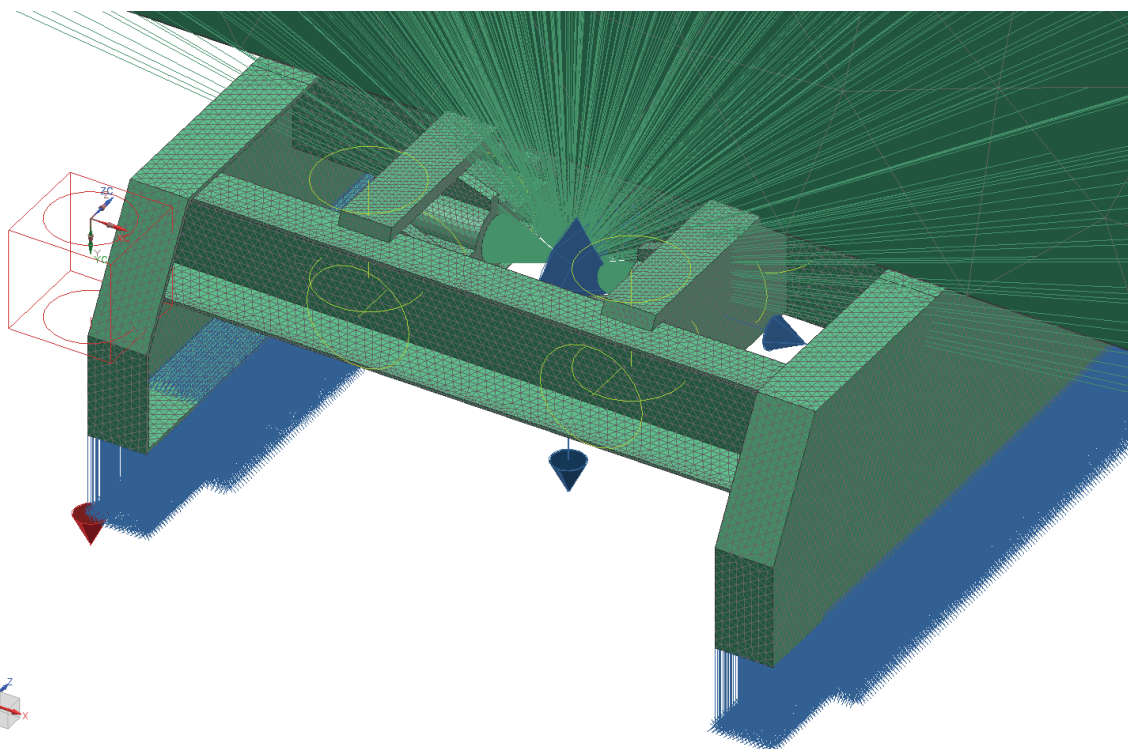
Obr. 40 Okrajové podmínky pro zpomalení v oblouku



### 5.2.2. Zatížení rámu při vysypání



Obr. 41 Okrajové podmínky pro sklápění – detail hřídele s osazením pro kluzné ložisko



Obr. 42 Okrajové podmínky pro sklápění - detail hydraulického válce

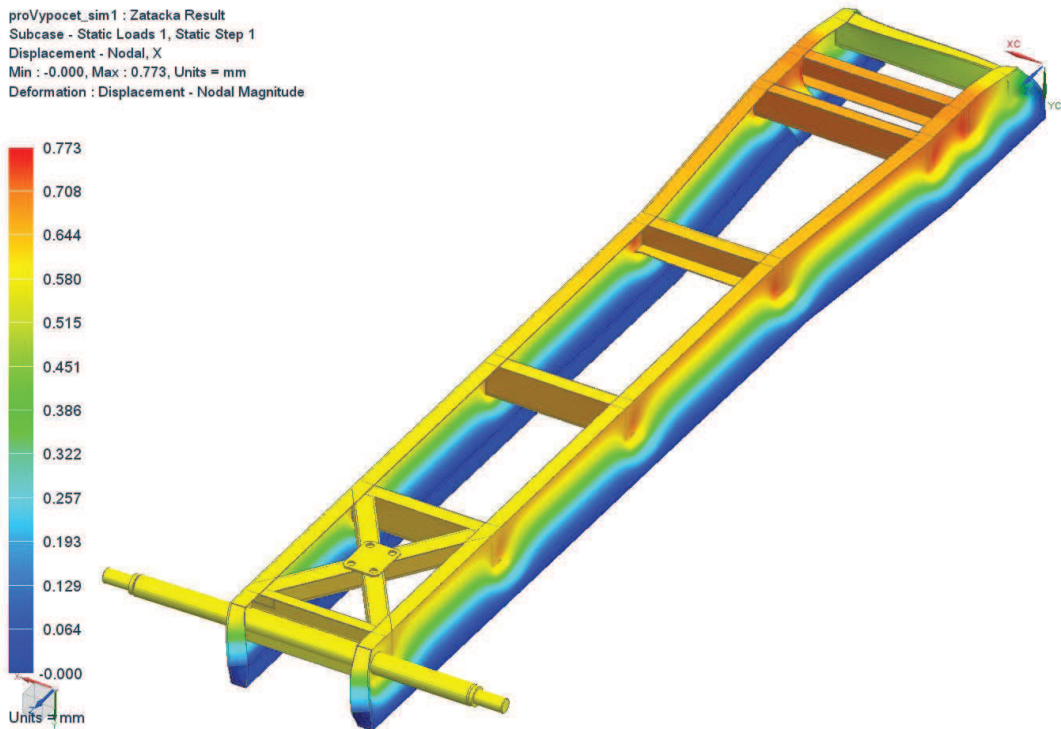
### 5.3. Zhodnocení výsledků



Obr. 43 Redukované napětí pro namáhání rámu při zpomalení v oblouku



Obr. 44 Redukované napětí pro namáhání rámu při sklápění



Obr. 45 Průhyb rámu při zpomalení v oblouku



Obr. 46 Průhyb rámu při sklápění

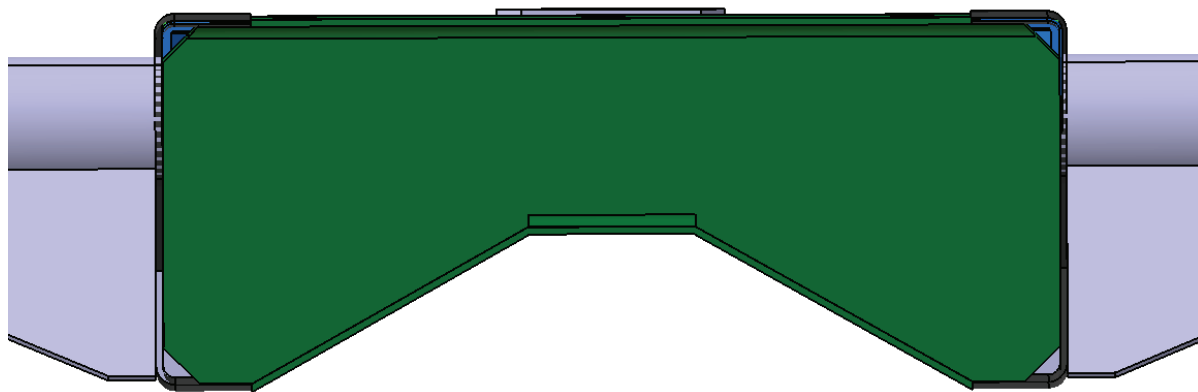
Na obr. 43 a obr. 44 je znázorněno redukované napětí a jeho špičky při kritickém namáhání. Na obr. 45 a obr. 46 je zobrazení posunutí opět při kritickém namáhání. Výsledné maximální

napětí 1160 MPa přesahuje jak mez kluzu, tak mez pevnosti materiálu. Tato špička může být způsobena i vlivem sítě (velikostí prvků). V další kapitole je proto provedena optimalizace konstrukce pomocného rámu.

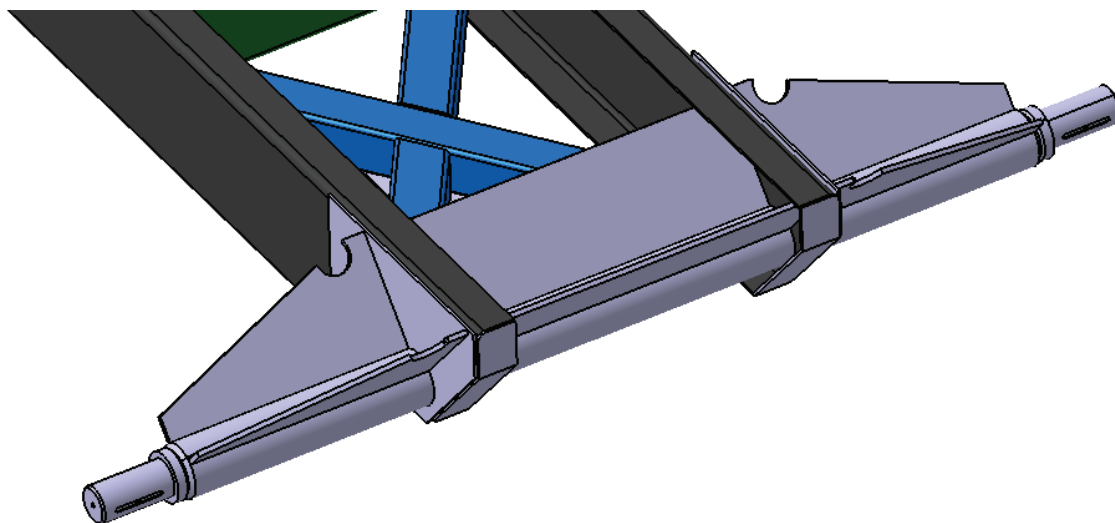
#### 5.4. Optimalizace pomocného rámu

Pomocný rám při daném zatížení při zpomalení v oblouku vykazuje špičky napětí pod dvěma příčnicí. Modelová simulace nám ukazuje, že v těchto místech, kde je materiál ovlivněn i svařováním, se rám může porušit. Proto byl rám upraven a tyto příčnice byly opřeny o hrany podélníků tak, aby zatěžující síla byla co nejvíce vynesena přes tyto hrany. Dále se v konstrukci při výpočtu redukovaného napětí při sklápění ukázaly špičky napětí u hřídele s osazením pro kluzné ložisko a u vnějších výztuh. I zde je materiál ovlivněn svařováním, proto pro odlehčení napěťové špičky od svařování byly tyto výztuhy opatřeny otvorem o průměru 70 mm.

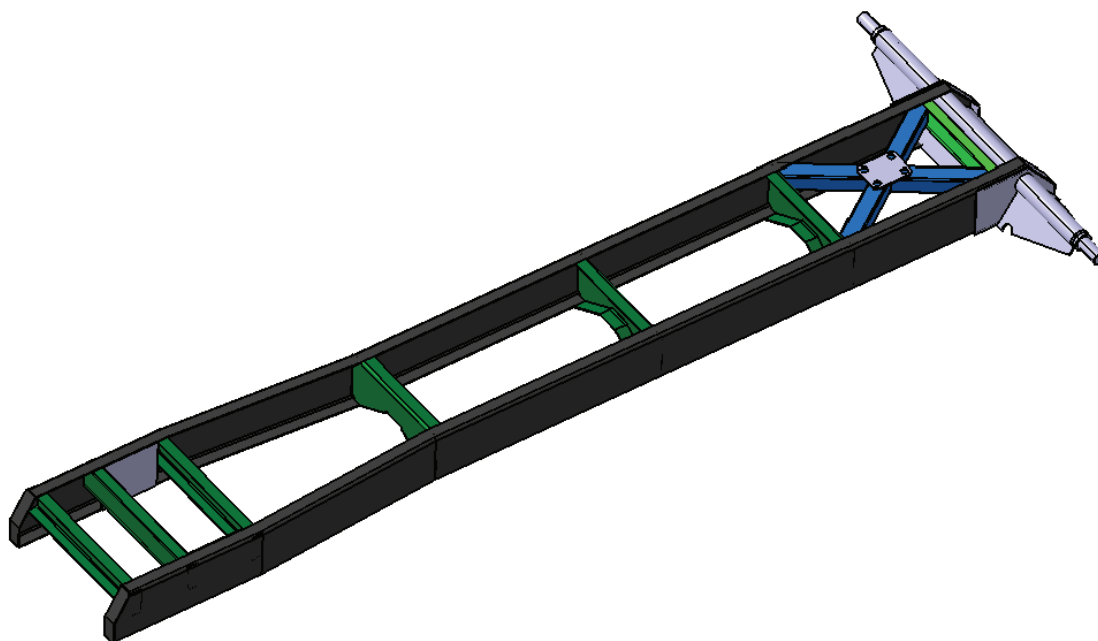
Zároveň byl model opět podroben výpočtům MKP. Zatížení byla uvažována stejná jako u původního návrhu.



Obr. 47 Detail příčnicku



Obr. 48 Detail konce rámu pro sklápění



Obr. 49 Model optimalizovaného rámu

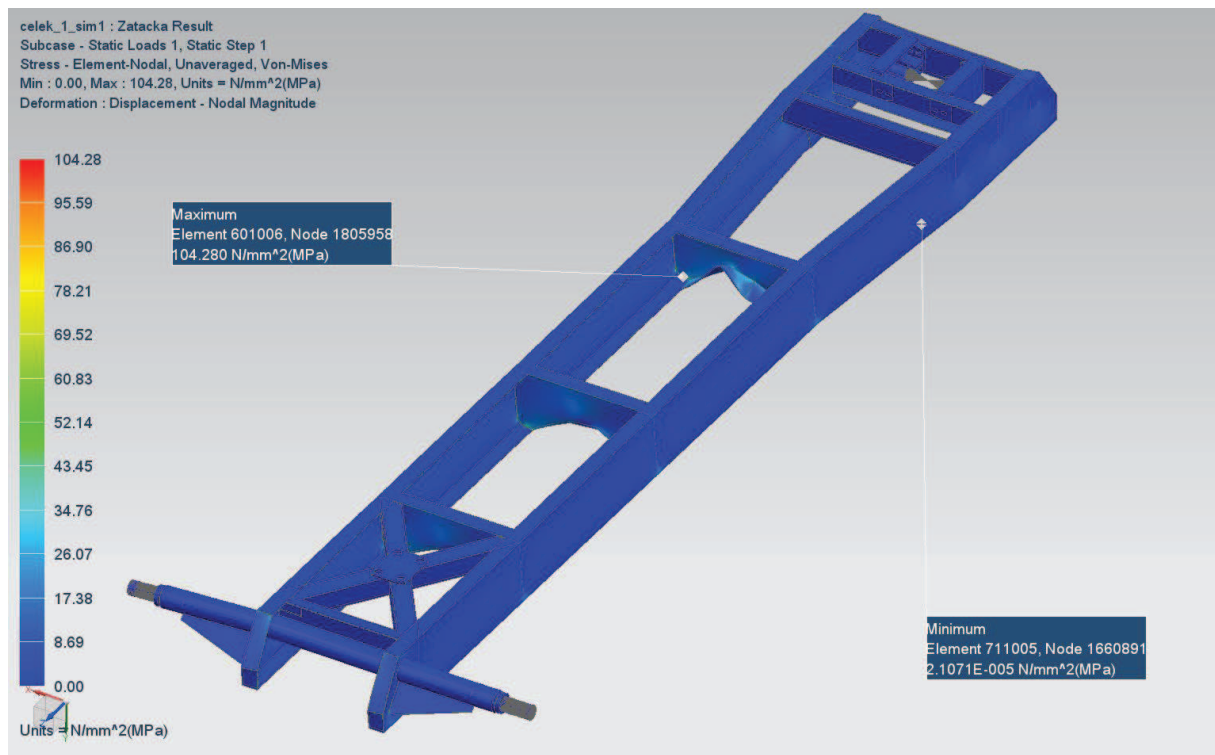
#### 5.4.1. Zatížení optimalizovaného rámu při brzdění v oblouku

Pro optimalizovaný rám byly určeny opět okrajové podmínky pro zatížení při brzdění v průjezdu obloukem viz. obr.39 a obr.40.

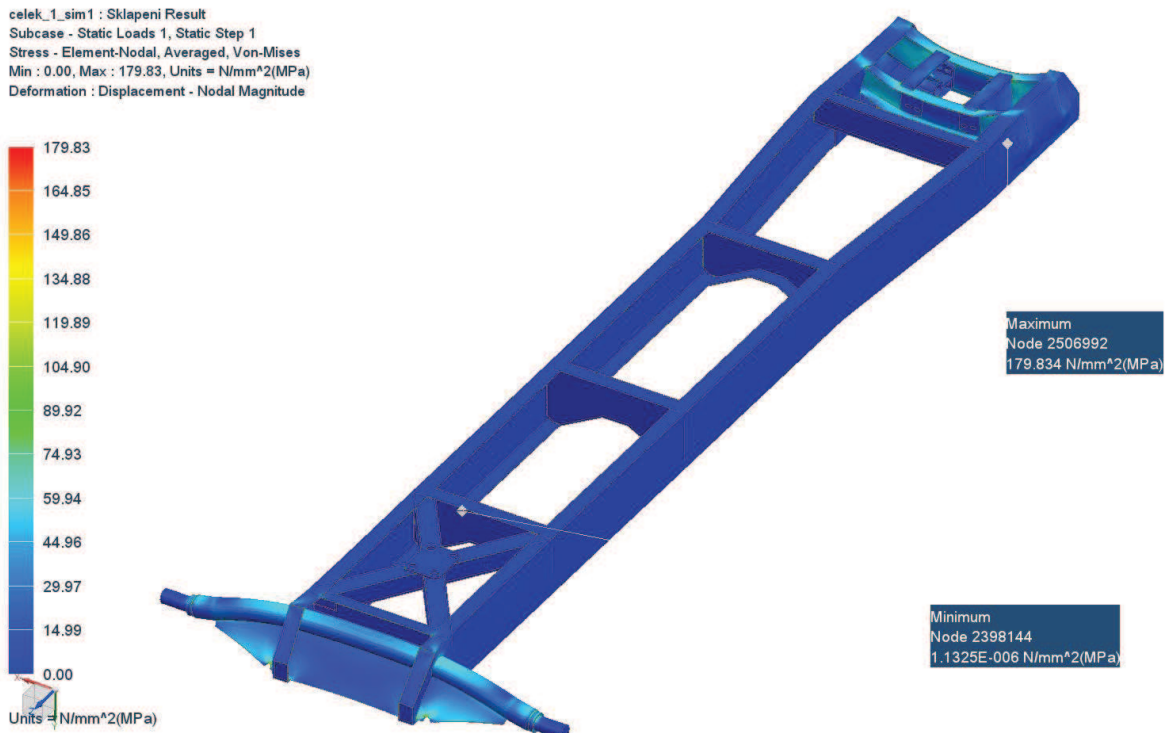
#### 5.4.2. Zatížení optimalizovaného rámu při vysypání

Pro optimalizovaný rám byly určeny opět okrajové podmínky pro zatížení při vysypání viz. obr. 41 a obr. 42.

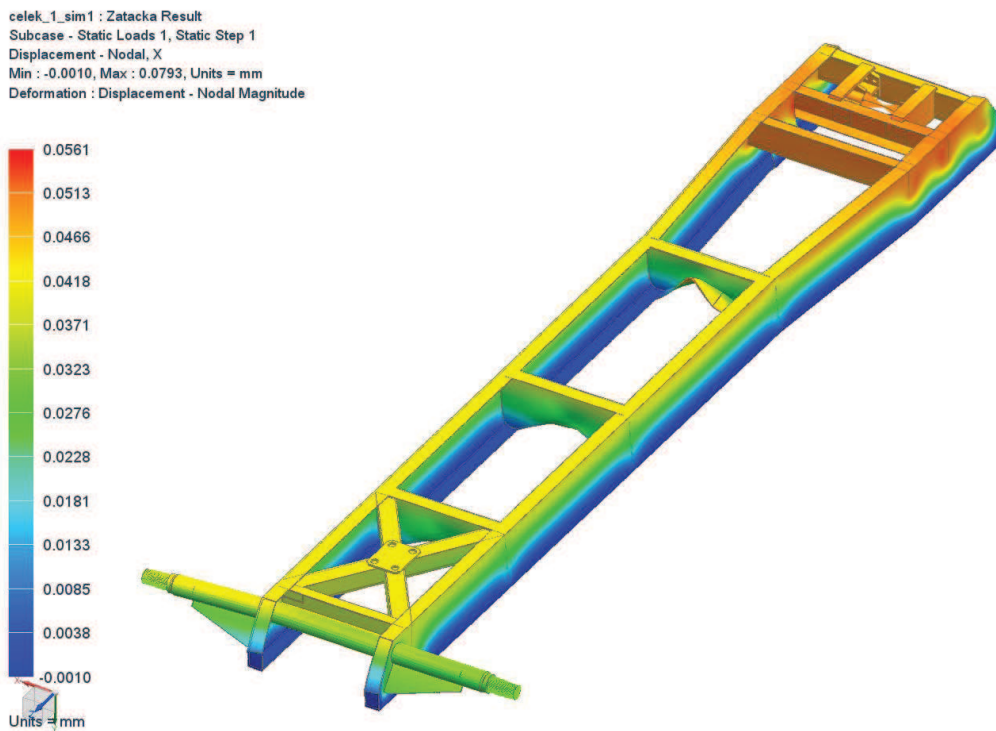
### 5.5. Zhodnocení optimalizovaného rámu



**Obr. 50** Redukované napětí pro namáhání optimalizovaného rámu při zpomalení v oblouku

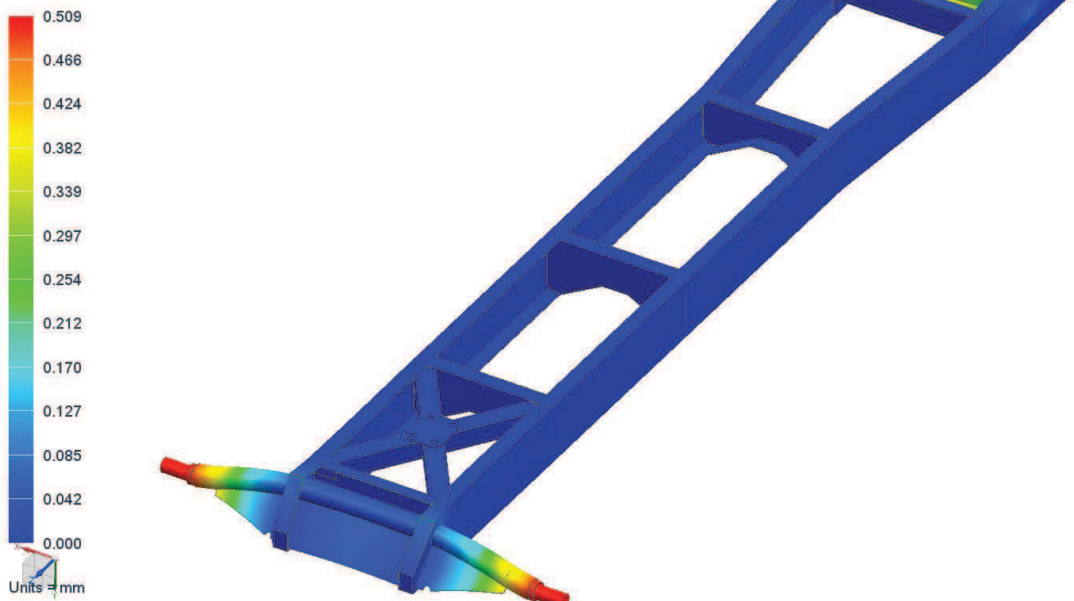


Obr. 51 Redukované napětí pro namáhání optimalizovaného rámu při sklápění



Obr. 52 Průhyb optimalizovaného rámu při zpomalení v oblouku

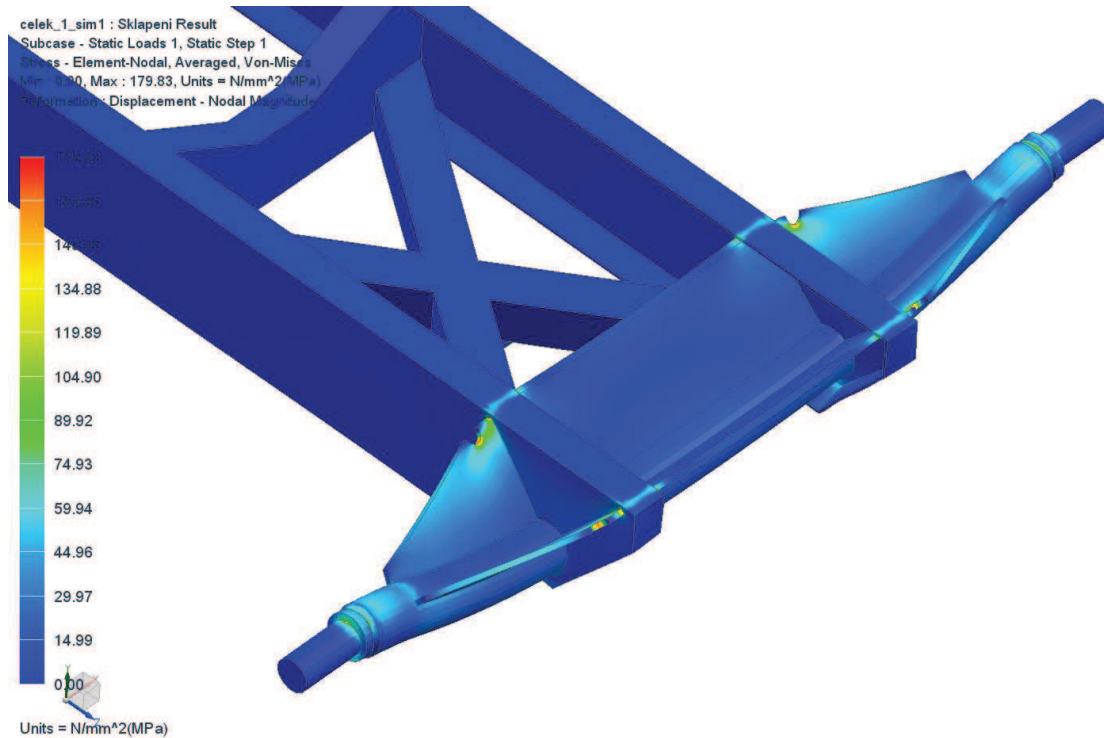
celek\_1\_sim1 : Sklápění Result  
Subcase - Static Loads 1, Static Step 1  
Displacement - Nodal, Magnitude  
Min : 0.000, Max : 0.538, Units = mm  
Deformation : Displacement - Nodal Magnitude



**Obr. 53** Průhyb optimalizovaného rámu při sklápění

Na obr. 50 a obr. 51 je znázorněno redukované napětí a jeho špičky při kritickém namáhání po optimalizaci rámu. Na obr. 52 a obr. 53 je zobrazení posunutí opět při kritickém namáhání na optimalizovaném rámu. Optimalizací příčniců rámu, jsme dosáhli snížení maximálního napětí na únosnou mez pro únavové namáhání, které uvažujeme  $\tau_c = 0,25$ .  $R_m = 133$  MPa - při kritickém zatížení pro zpomalení při průjezdu obloukem. Výsledné vypočtené napětí je jak pod mezí kluzu materiálu, bezpečnost vyjádřena násobkem maximálního napětí  $k = 3,1$ , tak pod mezí únavy materiálu, bezpečnost vůči mezi únavy je  $k = 1,3$ . Vypočtené bezpečnosti konstrukce pomocného rámu jsou vyhovující. Při sklápění je výsledné vypočtené napětí pod mezí kluzu materiálu, bezpečnost vyjádřena násobkem maximálního napětí  $k = 1,8$ . Mez únavy nebyla vzhledem k frekvenci sklápění uvažována.

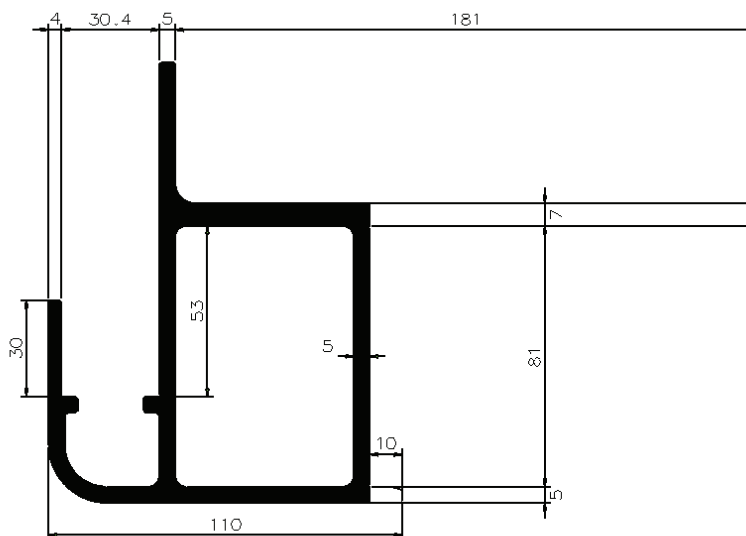




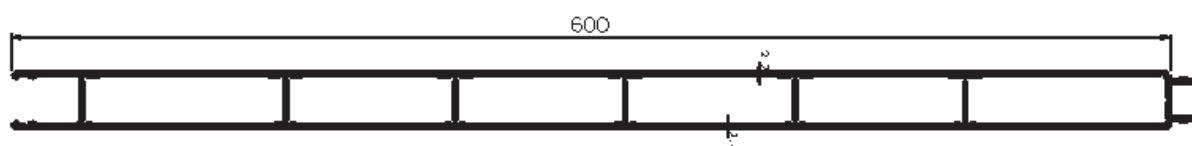
Obr. 54 Redukované napětí pro namáhání optimalizovaného rámu – detail hřídele pro otáčení

## 6. Sklápěcí nástavba – korba

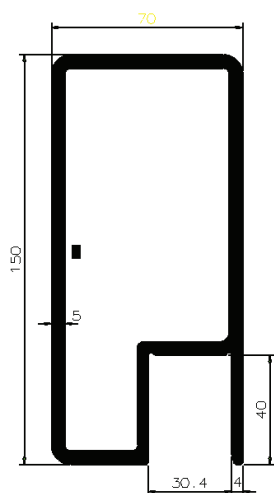
Sklápěcí nástavba je svařenec z hliníkových profilů. Dno tvoří rám z Al profilu, do kterého je vložen plech o tloušťce 7 mm. Mezi profily, které tvoří boční strany dna se vkládají otevřené U profily pro jeho vyztužení. Na dno jsou navařeny rohy, mezi které se přivařují profilované Al desky o šířce 600mm a výšce 1750mm. Celou konstrukci zpevňuje horní rám. Přední strana korby je vyztužena I a U profily, zadní část se skládá ze dvou dílů spojených panty pro vyklápění.



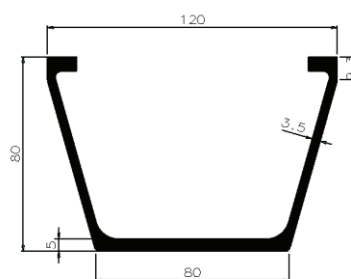
Obr. 55 Al profil 80819 pro okraj dna korby



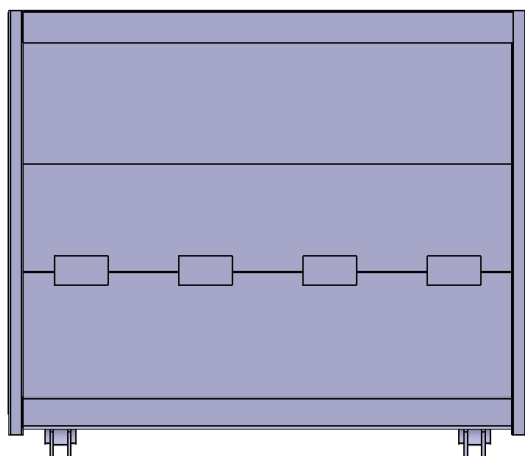
Obr. 56 Profil hliníkových desek 80600 vkládaných do profilu 80819



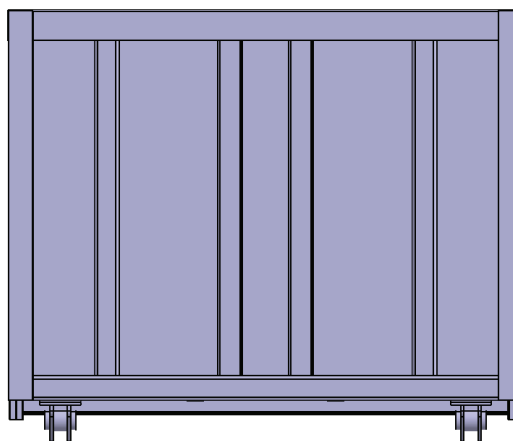
Obr. 57 Al profil na horní okraj korby

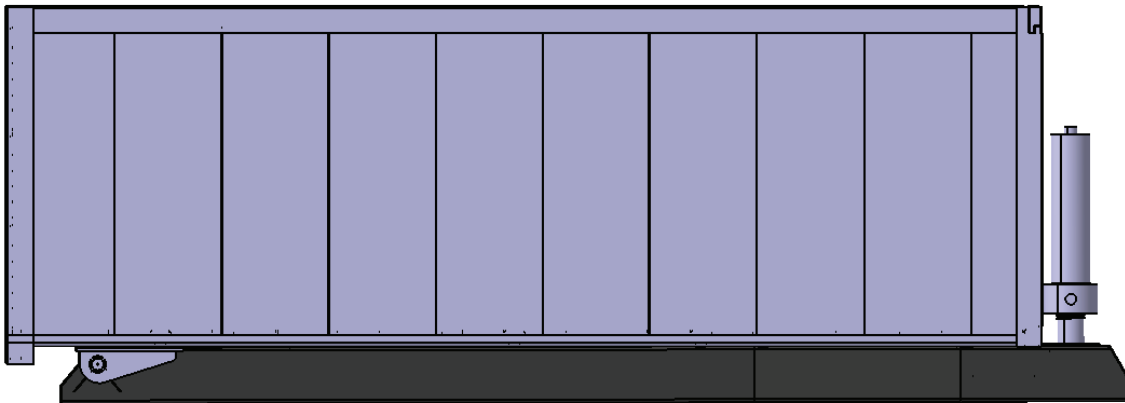


Obr. 58 Al profil 80951 pro vyztužení dna

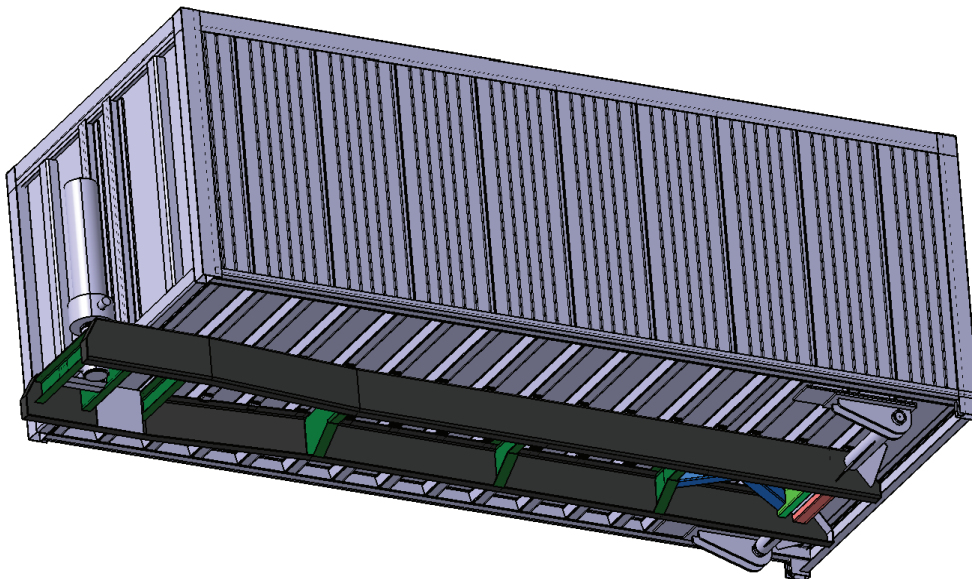


Obr. 59 Zadní a čelní pohled na korbu





Obr. 60 Boční pohled na pomocný rám s korbou a pístem

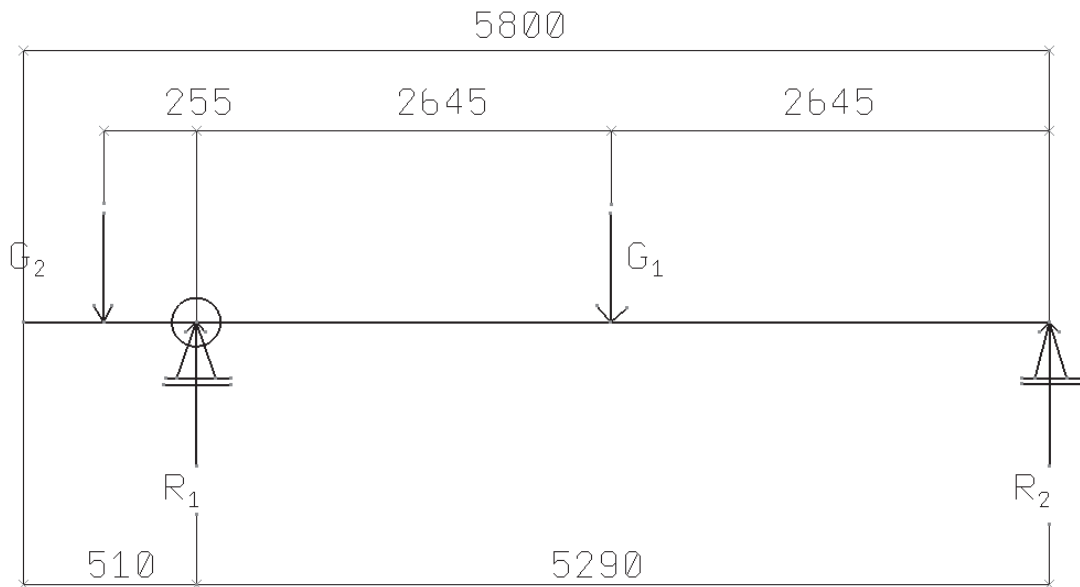


Obr. 61 Kompletní nastavba

## 6.1. Sklápění nastavby

### 6.1.1. Stanovení průměru válce hydrauliky

Nástavba bude sklápěna dozadu kolem otočné tyče připevněné k rámu hydraulickým válcem umístěným před korbou. Pro výpočet byla nastavba zjednodušena do nosníku na dvou podporách a uvažována vlastní hmotnost korby s hmotností nákladu – tj. celkem 17000 kg. Rozklad zatěžujících sil je naznačen na obrázku 54. Reakce  $R_1$  je síla působící pod hřídelí s osazením pro kluzné ložisko, síla  $R_2$  je potřebná síla ke zdvihu korby. Působíště výslednice spojitého zatížení je situováno do těžišť jednotlivých ramen.



Obr. 62 Rozložení zatížení

$G_1$  a  $G_2$  – jejich poměr vychází z poměrů rozměrů ramen.

5800 mm..... 100 %  
510 mm ..... 8,8 %  
5290 mm ..... 91,2 %

Celková tíha korby a nákladu je 17000 kg = 170000 N. Pak  $G_1 = 155040$  N a  $G_2 = 14960$  N.

Výpočet má dvě podmínky rovnováhy – silovou a momentovou:

$$\Sigma F_{iy} = 0: R_1 + R_2 - G_1 - G_2 = 0 \rightarrow R_1$$

$$\Sigma M_i = 0: R_2 \times 5290 - G_1 \times 2645 + G_2 \times 255 = 0 \rightarrow R_2$$

$$R_2 = \frac{(G_1 \times 2645) - (G_2 \times 255)}{5290}$$

$$R_2 = 76799 \text{ N} \quad \text{pak } R_1 = -R_2 + G_1 + G_2 = 93201 \text{ N}$$

Tlak v hydraulickém obvodu je podle zvoleného hydraulického motoru  $p = 18$  MPa.  
Celková síla působící na hydraulický válec činí  $F = 170000$  N.

Pak ze vzorce pro výpočet tlaku:

$$p = \frac{F}{S}$$

spočteme požadovaný průměr hydraulického válce.

$$S = \frac{F}{p} = \frac{170000}{18 \times 10^6} = 0,0043 \text{ m}^3 = 4300 \text{ mm}^3$$

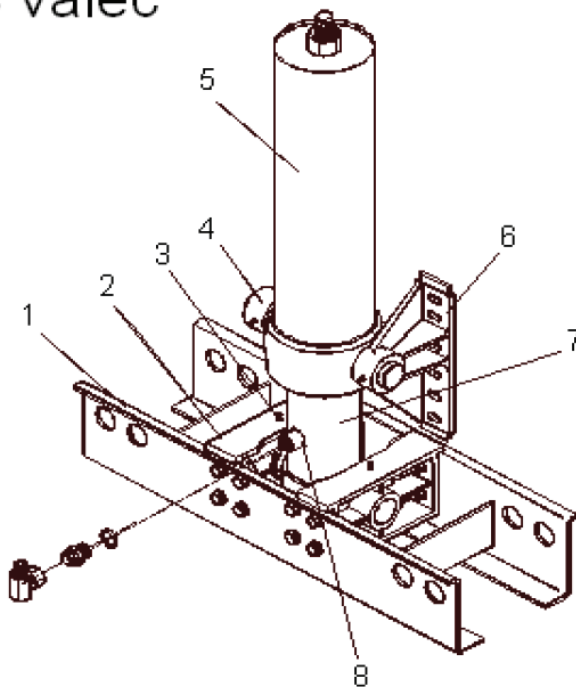
$$S = \frac{\pi \times d^2}{4} \rightarrow d = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = 71,99 \text{ mm}$$

Dle katalogu firmy HyVa s.r.o., výrobce hydraulických válců pro sklápění nástavby, byl vybrán píst FC 129-4-04280-070A-K0343 s max. průměrem 129 mm a nejmenším průměrem 72 mm.

### 6.1.2. Montáž válce

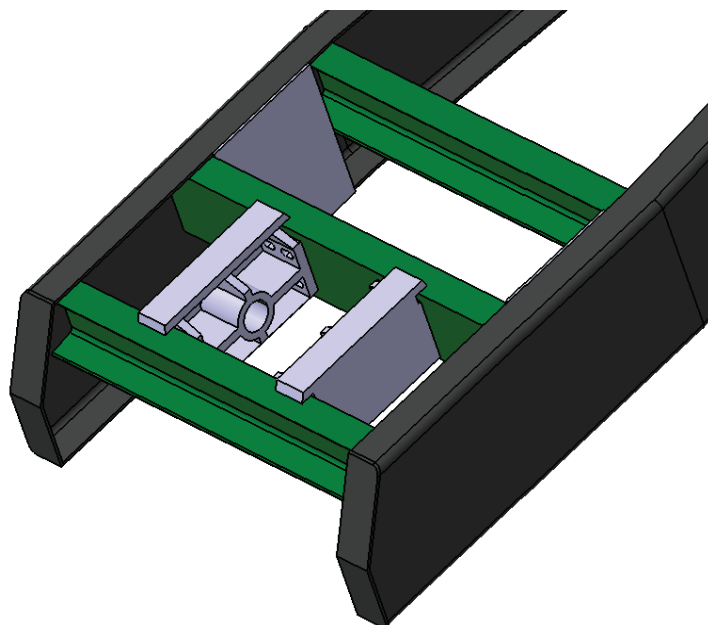
Na pomocném rámu pro připevnění pístu jsou navařeny dva příčníky, mezi které se přišroubují příruby. Mezi ně se vkládá píst. Další dvě příruby pro vložení horní části pístu se připevňují zepředu na korbu. Příruby, šrouby, hydraulický válec, čerpadlo a ostatní součásti hydraulických rozvodů jsou doporučovány a dodávány výrobcem hydrauliky.

## FC válec

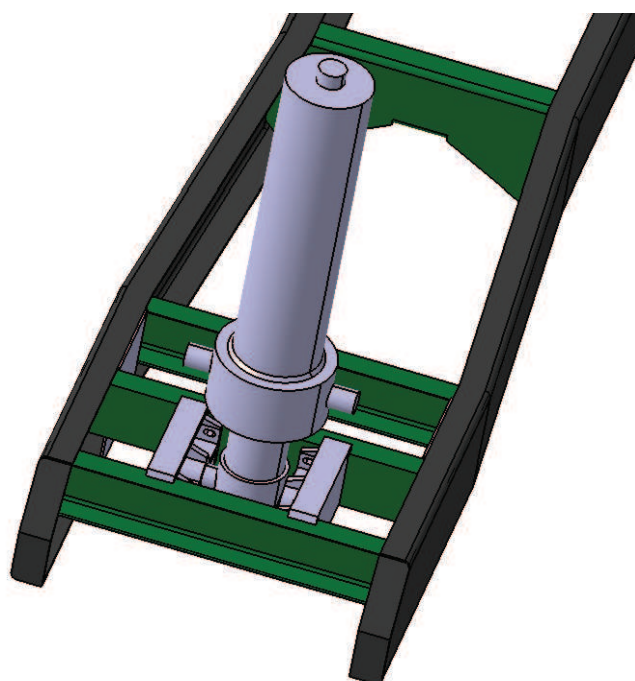


FC válec
1. HYVA nosník
2. Spodní konzole
3. Maznice
4. Pravá vrchní konzole
5. Válec
6. Levá vrchní konzole
7. Tělo válce
8. Olejový přívod

Obr. 63 FC válec - systém připevnění



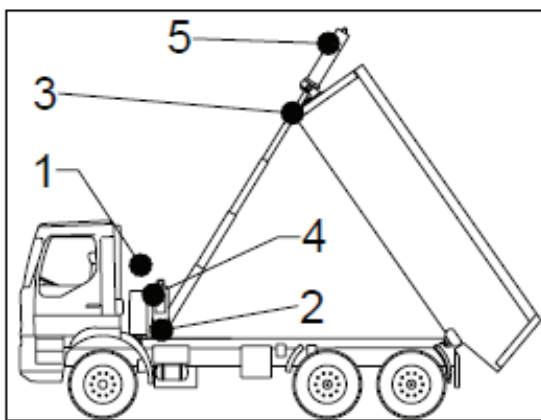
Obr. 64 Konzole pro připevnění válce na pomocný rám



Obr. 65 Hydraulický válec připevněný na rámu

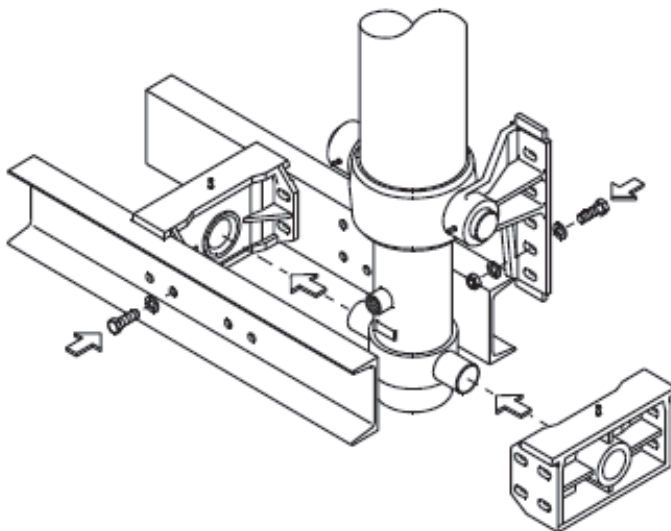
Poloha válce je závislá od parametrů zvoleného válce a od povoleného zatížení jednotlivých náprav. Polohu válce ovlivňují i následující faktory (obr. 58):

1. Prostor za kabinou řidiče musí být dostatečně velký pro sklápění kabiny a korby a pro přístup k mechanickým částem v místě montáže.
2. Prostor pro pootočení válce, ke kterému dochází ve spodní konzole, v místech spodní části válce, korby, kabiny a převodové skříně.
3. Při sklápění dochází ke změně úhlu mezi kloubem válce a čelem korby – nutný prostor v tomto místě tak, aby nedocházelo ke kontaktu korby a klobouku válce.
4. Prostor pro údržbu
5. Prostor pro výkyv válce

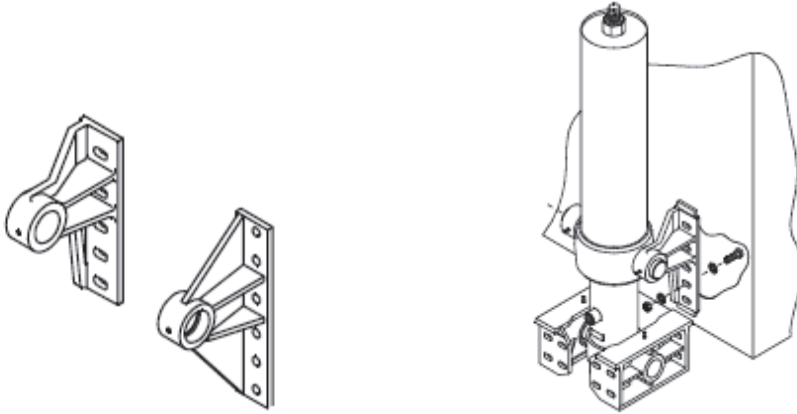


Obr. 66 Poloha válce

Vlastní montáž válce se provádí tak, že poslední stupeň válce je při plně zasunutém válci vysunut minimálně o 15mm a maximálně o 50mm.



Obr. 67 Montáž válce na konzole připevněné k rámu



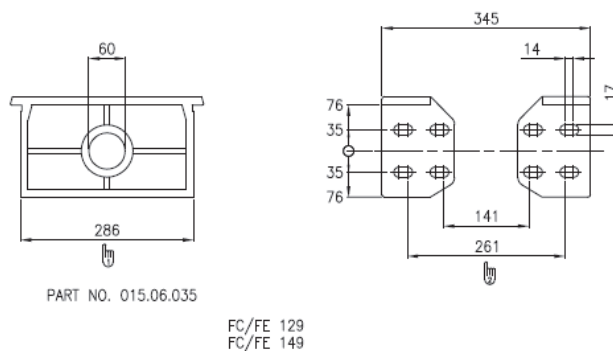
Obr. 68 Montáž válce na konzole připevněné ke korbě

Rozměr	DIN		Jakkost	Utahovací moment
	Šroub	Matice		
M12	931	985	8.8	80Nm
M16	931	985	8.8	210Nm

Tab. 3 Předepsané šrouby a matice

Hmotnost nákladu [tuny]	Min. $W_{xx}$ (cm <sup>3</sup> )	UNP válcovaný za tepla (235 MPa)	U válcovaný za studena (235 MPa)	Box profil (235 MPa)
Do 10	30	-	100x50x8	100x50x5
Do 15	40	100	120x60x8	100x60x6
Do 23	60	120	140x65x8	120x60x6
Do 30	80	140	-	140x60x8
Do 38	100	160	-	140x70x8
Do 42	140	180	-	160x80x8
42 a víc	140+	200	-	180x80x8

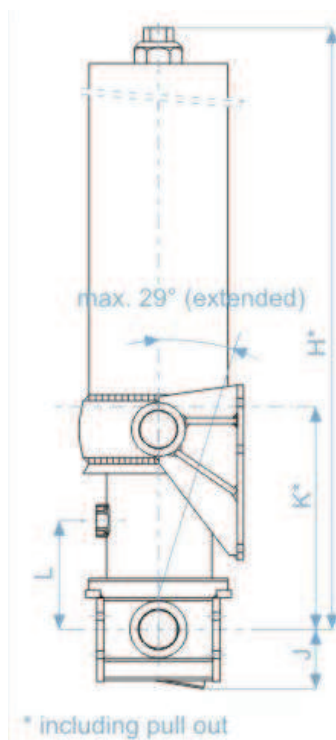
Tab. 4 Profily a rozměry doporučených příčníků



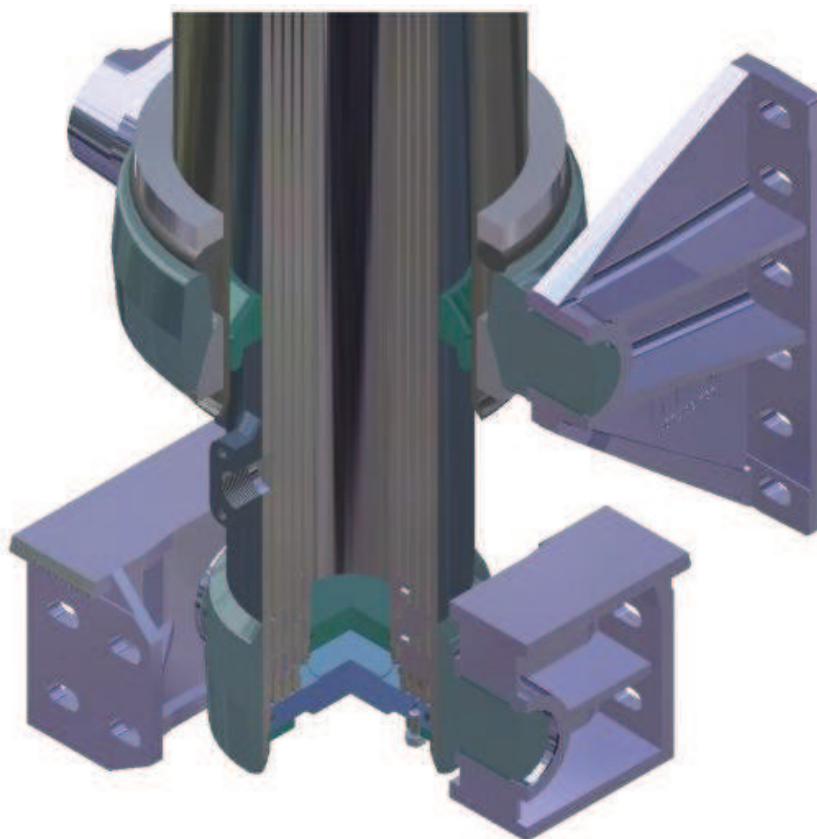
Obr. 69 Konzola na rám







Obr. 72 Typ FC 129-4-04280-070A-K



Obr. 73 Připevnění pístnice a válce v řezu

### 6.1.3. Komponenty hydraulického obvodu

Pro jednostranné sklápění kromě již zmíněného hydraulického válce (v mém případě FC válec s konzolami) je nutné dotvořit celý hydraulický obvod následujícími komponenty:

- Konzola na šasi
- Vzduchový omezovač zdvihu
- Zubové čerpadlo
- Olejovou nádrž
- Sklápěcí ventil
- Vzduchové ovládání do kabiny
- Hadice a šroubení

Pracovní tlak v hydraulické soustavě je 18 MPa (180 bar).

Zubové čerpadlo je univerzální pro použití na oba směry otáčení. Použité čerpadlo má umístěné porty na přední straně čerpadla, což umožňuje lepší přístup při montáži hlavně v místech, kde je menší prostor.



Obr. 74 Zubové čerpadlo

## 7. Technologický postup výroby pomocného rámu

Pomocný rám je svařenec, jehož části se řezou na míru z předem vyrobených nebo nakoupených profilů. Celá konstrukce se na konec pískuje, zinkuje a lakuje.

### 7.1. Všeobecný postup

Protože každý zákazník má jiné požadavky na pomocný rám i nastavbu jako celek, předpokládá se kusová výroba. Z toho vyplývá převážně ruční práce a použití jednoduchých a univerzálních svařovacích přípravků.

#### 7.1.1. Postup výroby pomocného rámu

Ohraněné profily U 310mm se nařezou v požadované délce pomocného rámu a na jejich koncích se šikmo seříznou. Dále se ruční plazmou vypálí otvory pro hřídel, která slouží jako kluzné ložisko pro sklápění. Poté se podélníky nařiznou v místech zlomů pro rozšíření rámu, ohne se a vzniklé spoje se svaří tak, aby vznikl požadovaný tvar.

Jako další se nařezou příčnický z ohranovaných a válcovaných profilů na požadované délky a připraví se součásti hřídele pro sklápění – trubka se ve vnitřním průměru osadí pro vysoustružené náboje. Do nábojů se vyvrtají otvory pro mazání a u osazení se zkosí hrana na V svar.

### 7.1.2. Svařování

Jednotlivé díly (podélníky, příčnický a trubka s náboji) se svařují elektrickým obloukem s ochrannou atmosférou – pro ocel ochranná atmosféra plyn corgon (směsný plyn CO<sub>2</sub> a argonu) pro svařování , pro hliník argon.. Sváry se posléze začistí lamelovým kotoučem. Poté se rám za pomoci svařovacích přípravků (svěrek) upne na rám auta a přivaří se upínky pro jeho připevnění. Po dokončení svařování se rám visuelně zkontroluje a případné vady odstraní.

### 7.1.3. Nátěry, manipulace

Po svaření se rám otryskuje a ručním nástřikem se nanese ochranná zinková vrstva. Pak se pomocný rám nalakuje základním nátěrem, poté plnivem, které pomůže vyrovnat nerovnosti. To se přebrousí a nakonec se celý rám nastříká vrchní dvousložkovou barvou.

Manipulace dobíhá ručně, jedná-li se o lehčí díly, nebo za pomoci jeřábu - těžší díly nebo svařenec.

## 8. Technicko-ekonomické zhodnocení

Při návrhu technického systému je potřeba zohlednit nejenom technickou stránku, ale i stránku ekonomickou z pohledu nákladů a tím i konkurenceschopnosti výrobku. Zde je vliv konstruktéra nesporný. Cena nástavby pak společně s technickými parametry tvoří nabídku pro trh a ovlivňují jeho prodejnost.

Každá nástavba podléhá přáním a požadavkům zákazníka, tím je pak jedinečná.

Z pohledu na možnosti a využití stávajících výrobních možností firmy DUMET-ZBZ s.r.o., která se věnuje konstruování a výrobě nástaveb na nákladní automobily, je důležité navrhnout technologii výroby tak, aby nebyla nutná koupě nových nebo speciálních strojů a manipulační techniky. Pro svářečské práce má firma vyškolený personál. Z těchto skutečností vyplývá, že nové investice nebudou zapotřebí, pouze na úpravu optimalizovaných příčnicků.

Pro výrobu budou použity běžně dostupné materiály z oceli a hliníku.

Uvedené ceny jsou bez DPH.

Výrobek	Hmotnost/metry	Cena [Kč]	Cena celkem za materiál [Kč]
Pomocný rám	900 kg	20,- Kč/kg	18000,-
Podélníky	12 m	550,- Kč/m	6600,-
Korba	1500 kg	147,- Kč/kg	220500,-
<b>Celkem</b>			<b>245100,-</b>

Částka 245100,- Kč bez DPH je cena za samostatný materiál bez ceny za práci, montáž, zinkování a lakování.

Výrobek	Cena [Kč]
Hydraulická sestava	97810,-

Materiál	Cena [Kč]
Lak	53000,-

Lak a hydraulická soustava jsou subdodávky. Hydraulika od firmy HyVa s.r.o a obsahuje čerpadlo, nádrž, rozdělovač, vzduchové ovládání, hydraulický válec včetně konzol pro připevnění válce na pomocný rám a korbu, koncového spínače a doplňky (manometry, hadice, šroubení).

Druh práce	Cena [Kč]
Zámečnické práce	12740,-
Soustružení	3822,-
Svařování	53508,-
Tryskování a zinkování	15110,-
Lakování	30576,-
Montáž	7644,-

Všechny ceny za práci vycházejí z jednotkové ceny 637,- Kč bez DPH za hodinu, kromě tryskování a zinkování, kde se jedná o subdodávku.

Celkem za práci 123400,-Kč bez DPH.

**Celkové náklady: 519310,-Kč bez DPH.**

Nástavba je navržena a zkonstruována tak, aby umožnila snadnou údržbu a minimální náklady na provoz. Jedná se o kusovou výrobu s velkým podílem ruční práce a v podstatě nelze většinu technologických úkonů automatizovat. Výjimku tvoří výroba příčníků a podélníků v kooperaci s externí firmou ZDT, spol. s r.o. Nové Veselí, která tyto části pro DUMET ZNZ s.r.o. ohraňuje.

Záruka vyplývá z dohody mezi prodávajícím a kupujícím, servisní práce v rámci záruky poskytuje výrobce nástavby.

## 9. Závěr

V této diplomové práci byla vytvořena konstrukce nástavby pro přepravu sypkých materiálů skládající se z pomocného rámu, který pomáhá rovnoměrně rozložit zatížení na podvozek nákladního automobilu, korby pro přepravu vlastního materiálu a otočného zařízení pro sklápění a výsyp materiálů. Konstrukční návrh byl proveden na podvozek nákladního automobilu zn. MAN.

Součástí řešení je návrh hydraulického válce potřebného pro sklopení korby, s umístěním před korbu.

V návrhu jsou zohledněny požadavky zadavatele na optimalizaci rámu.

Důležitou částí v řešení pomocného rámu byla jeho pevnostní a deformační analýza. Jeho model byl sestaven v programu Catia V5. Model byl pak převeden do programu NX 7.5, kde pro něj byla vytvořena metodou konečných prvků 3D síť a zadány okrajové podmínky, poté byl model zatížen spojitým zatížením od korby a nákladu. Výpočet byl proveden pro dvě kritické situace, pro průjezd oblouku, který byl 3x menší, než nejmenší doporučený pro stavbu silnic a dálnic při současném brzděném zpomalení. Druhý výpočet byl proveden pro situaci při sklápění korby. Protože výpočet ukázal vysoké hodnoty napětí, byl rám optimalizován a poté znovu podroben výpočtům, které ukázaly snížení kritické deformace a napětí mezi příčnicí a podélníkem.

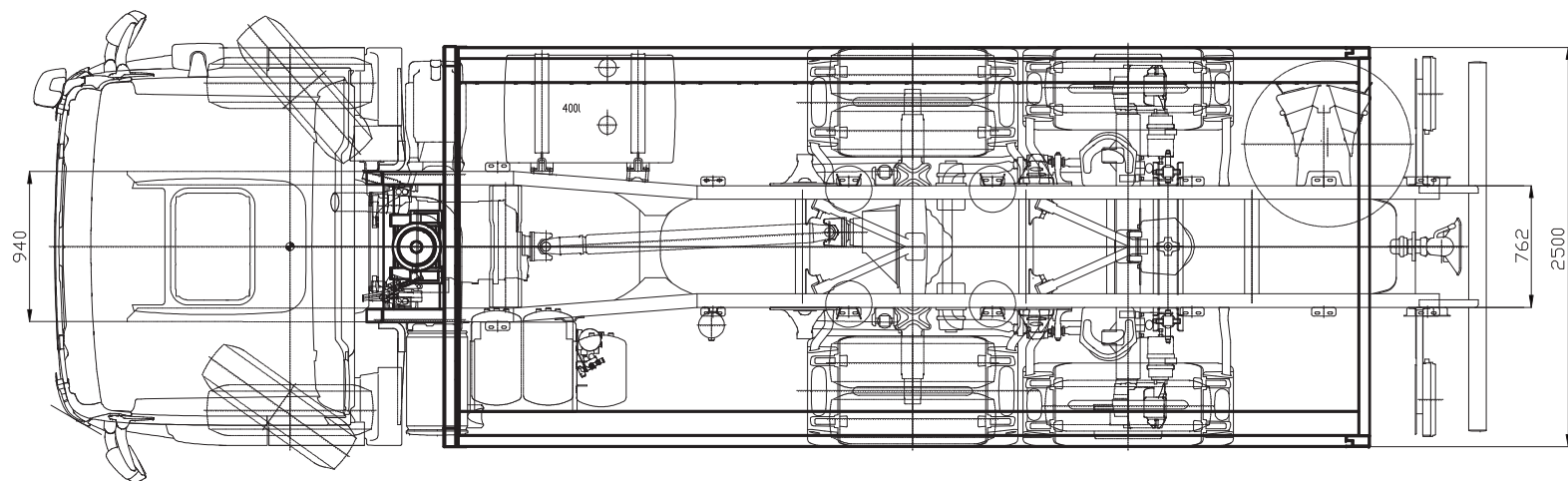
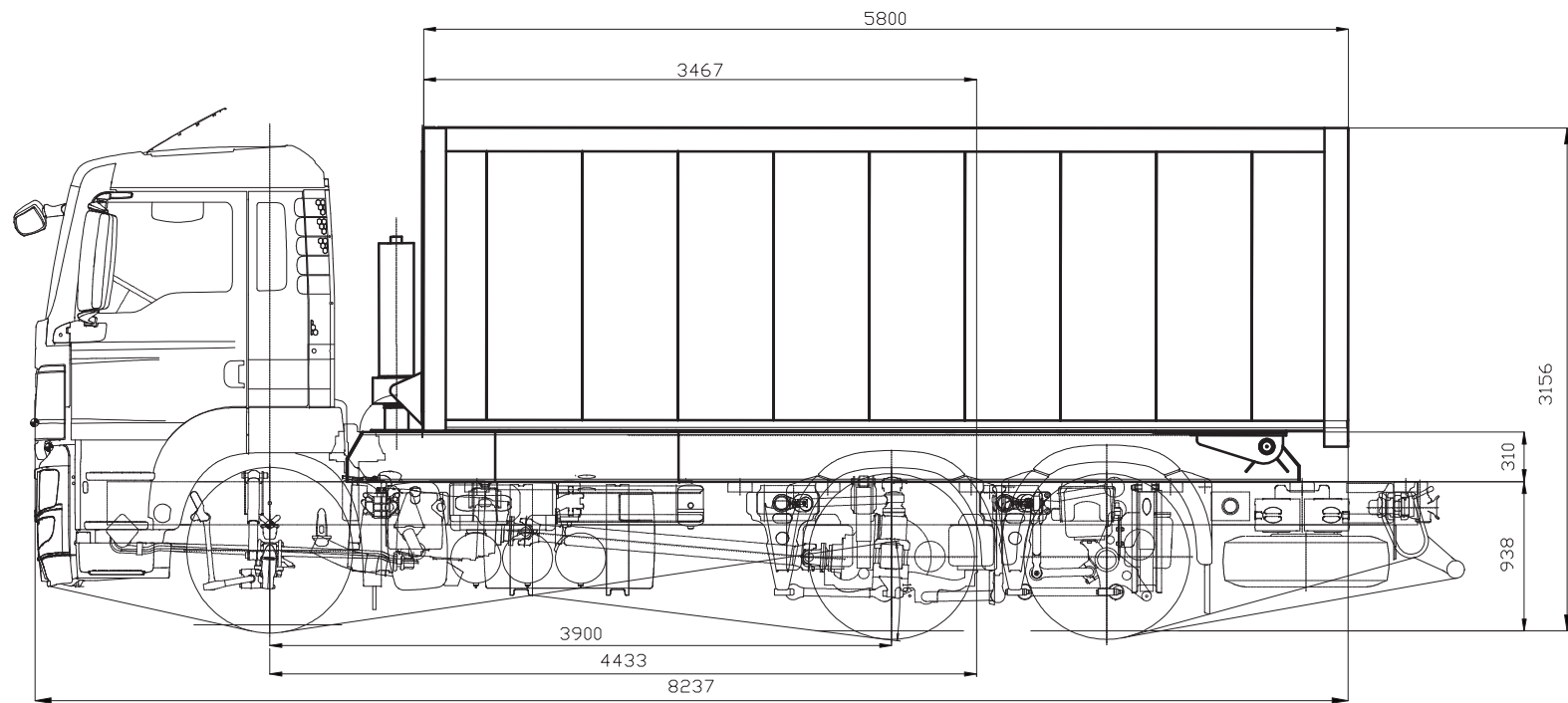
Na hřídel s osazením pro kluzné ložisko a rám byla vypracována výrobní výkresová dokumentace. Doplňuje ji typový výkres nákladního automobilu s nástavbou.

## 10. Použité zdroje

1. **ZELENÝ, Jiří.** *Stavba strojů - strojní součásti.* Brno : Computer Press, 2007.
2. **VLK, F.** *Stavba motorových vozidel.* Brno : Nakladatelství a vydavatelství VLK, 2003.
3. —. *Převodová ústrojí motorových vozidel.* Brno : Nakladatelství a vydavatelství VLK, 2000.
4. —. *Podvozky motorových vozidel.* Brno : Nakladatelství a vydavatelství VLK, 2000.
5. —. *Automobilová technická příručka.* Brno : Nakladatelství a vydavatelství VLK, 2003.
6. **PTÁČEK, Luděk a kolektiv.** *Nauka o materiálu II.* Brno : Akademické nakladatelství CERM, 2002.
7. —. *Nauka o materiálu I.* Brno : Akademické nakladatelství CERM, 2003.
8. **LEINVEBER, Jan a VÁVRA, Pavel.** *Strojnické tabulky.* Úvaly : Albra - pedagogické nakladatelství, 2006.
9. **KEMKA, V.** *Přednášky z předmětu KKS/ZSDM.* Plzeň : ZČU, 2011.
10. **HOSNEDL, Stanislav a KRÁTKÝ, Jaroslav.** *Příručka strojního inženýra 2.* Brno : Computer Press, 2002.
11. —. *Příručka strojního inženýra 1.* Brno : Computer Press, 1999.
12. **GSCHEIDLE, R. a kol.** *Příručka pro automechanika.* Praha : Sabotáles, 2001.
13. <http://www.trans-technik.cz>. [Online]
14. <http://www.toplac.cz>. [Online]
15. <http://www.sagit.cz>. [Online]
16. <http://www.mdcr.cz>. [Online]
17. <http://www.manted.de>. [Online]
18. <http://www.man-mn.cz>. [Online]
19. [http://www.kst.tul.cz/podklady/casti\\_fs/podklady/Unava\\_materialu\\_strojnich\\_soucasti\\_pri\\_periodic\\_kem\\_zatezovani.pdf](http://www.kst.tul.cz/podklady/casti_fs/podklady/Unava_materialu_strojnich_soucasti_pri_periodic_kem_zatezovani.pdf). [Online]
20. <http://www.knomi.cz>. [Online]
21. <http://www.hyva.com>. [Online]
22. <http://www.ferrum.cz>. [Online]
23. <http://www.ferona.cz/cze/index.php>. [Online]
24. <http://www.fce.vutbr.cz/PKO/SaD/pdf/aplikace.pdf>. [Online]
25. <http://www.autoplachtykm.cz>. [Online]
26. <http://www.alu-sv.cz>. [Online]
27. <http://www.alsap.cz>. [Online]
28. **MAN.** *Směrnice pro nástavbáře.* Mnichov, Německo : MAN Truck & Bus AG, 2011.
29. **Iveco, SpA.** *ŘADA EURO Instrukce pro nástavbáře. Instrukce pro nástavbáře.* Přeštice, Plzeňský, ČR : T.C.O. - servisní služby, 2011.



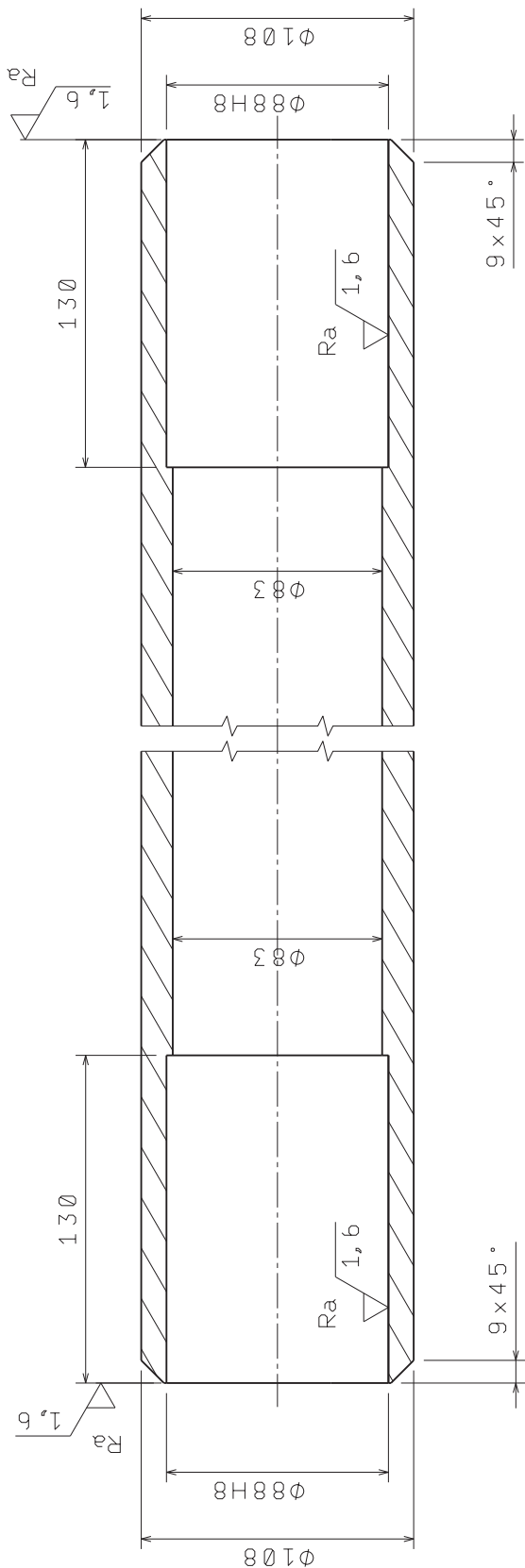
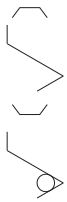






Parametry automobilu	
Celková délka:	8 237mm
Celková výška:	3 156mm
Celková šířka:	2 500mm
Celková hmotnost:	26 000kg
Pohotovostní hmotnost:	11 800kg
Užitčná hmotnost:	14 200kg

Parametry korby	
Délka korby:	5 800mm
Výška korby:	1 800mm
Šířka korby:	2 500mm
Ložná délka:	5 670mm
Ložná šířka:	2 440mm
Objem:	24,9m <sup>3</sup>

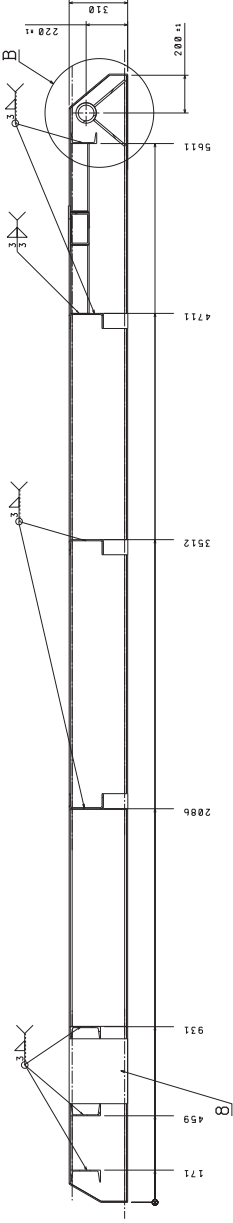




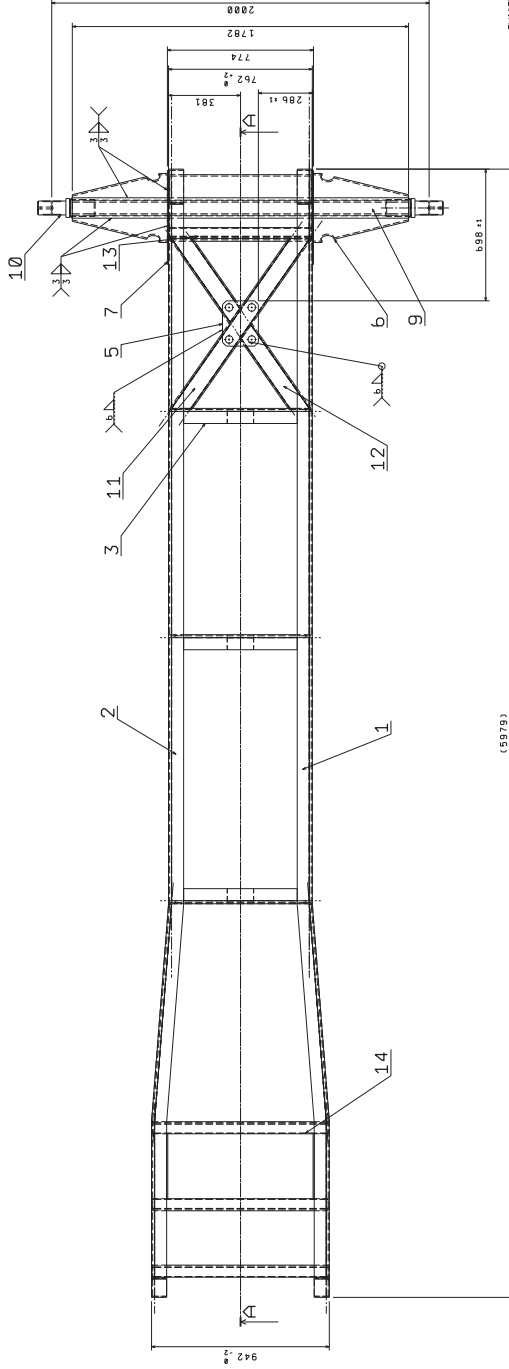
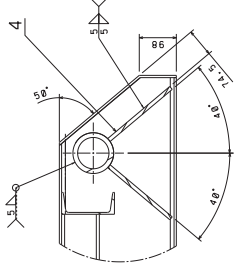
PROJEKTANT 	MĚŘITOKO 1 : 2	PŘESNOST ISO 2768 - mK TOLEROVÁNÍ ISO 8015	HYPOTÉZA	INDEX	ZEMĚ	MATERIAL	
						11353.0	ROZMĚR - POLOTOVAR TR 108x12,5 - 1802 CSN 42 5715.01
 FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERSITY V PLZNI			KRESLIL	DATAUM	ČÍSLO VÝKRESU SESTAVY 1		
			TECH. REFERENT	DATAUM	ČÍSLO SEZNAMU POLOZEK		
			SCHVÁLIL JANSKÁ	DATAUM	4. 5. 2013		
			NÁZEV	ISO 16016		TYP DOKUMENTU	
KATEDRA KONSTRUKČNÍ STROJNÍ			ČÍSLO VÝKRESU			KKS - DP - 003	
			TRUBKA SKLÁPENÍ			LISTOVLIST	



REZ A-A



M 1:5



(5979)

SVAROVAT METODOU 135-ODBOJKE SVAROVANI TRAVICI SE ELEKTRODU V AKTIVNIM PLYNU Hg, POCHEM OTRYSAT ZINOVAT NEMETAKEM, LAKOVAT ZKLAZDOU BARVOU, NASTRIK FUNKCEN, OBROUSIT, LAKOVAT DOUSLOZDOVYM LAKEM

POZ.	NAZEV - ROZMER POLOTOVAR	CISLO VYKRESU CISLO NDRMY	MATERIAL	HMOTNOST JEDNOTKA
14	PREČNIK U 1007/8	CSN 42 5578	11923	7
13	PREČNIK U 1407/8	CSN 42 5578	11923	13
12	VÝZUBNÝ PLECH 108 X 5 - 508 mm	CSN 42 5730	11923	5
11	VÝZUBNÝ PLECH 108 X 5 - 1088 mm	CSN 42 5730	11923	4
10	KREMLIN. SPOJ CSN 42 5518.12	KKS - JP - 002	11923	2
9	TRUBKA S PLECH. POKRYTÍ CSN 42 5715.01	KKS - JP - 003	11923	1
8	VÝZUBNÝ PLECH		11923	2
7	VÝZUBNÝ PLECH		11923	2
6	VÝZUBNÝ PLECH		11923	8
5	PLECH VÝZUBNÝ KRAJCE		11923	3
4	PLECH POD TRUBEL		11923	11
3	PREČNIK OBRNOVANÝ		11923	6
2	POBUDNÍK LEVÝ		11923	10
1	POBUDNÍK PRÁVÝ		11923	9

PROJEKTANT	KREMLIN	1:10	900	STRANA 2
FAKULTA STROJNÍ ZÁKLADNÍ VYSOKÉ ŠKOLY V PLZNI				
KATEDRA KONSTRUKČNÍ STROJNÍ				
POMOCNÝ RAM				
CISLO VYKRESU KKS - JP - 004				
LEBKA13F				
CISLO VYKRESU SESTRAVY				
CISLO SEZNAMU POLOZEK				
TYP DOKUMENTU				
ISO 16016				
CISLO VYKRESU				
KKS - JP - 004				
LEBKA13F				

**Západočeská univerzita v Plzni**

**Fakulta strojní**

**Katedra konstruování strojů**

**Návrh přepravníku krmných  
směsí**

**Autor: Danuše Jánská**

**Akad.rok. 2012/13**

**Vedoucí práce: Ing. Vladislav Kemka**

## **OBSAH**

- Úvod
- Všeobecná část
- Konceptní varianty
- Vybraná varianta
- Pevnostní a deformační analýza pomocného rámu
- Optimalizace pomocného rámu
- Sklápěcí nástavba – korba
- Technologický postup výroby
- Technicko – ekonomické zhodnocení
- Závěr

DUMET ZNZ, s.r.o. - zadavatel, výrobce nástaveb pro převážně krmné směsy, obilí



a jiné volně ložené hmoty





## Výběr vozidla – MAN TGA 26.430 6x2 – 2BL

Nákladní automobil zn.  
MAN se základním  
rámem pro nástavbu



Celková hmotnost 26t

Kabina M

2. Náprava hnaná, poslední vlečená,  
sklápěcí

Rozvor 3900mm, 1350 mm

Rozchod rámu 762 mm

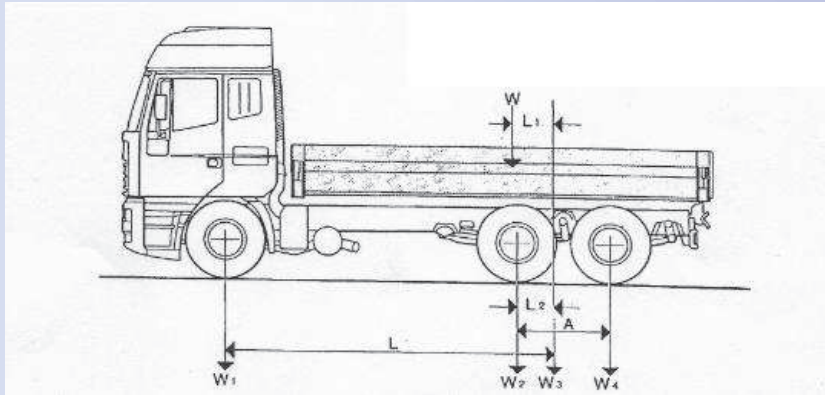
Max zatíž. Náprav 8; 11,5 ;7,5 t

Odpružení – předek – listová pera

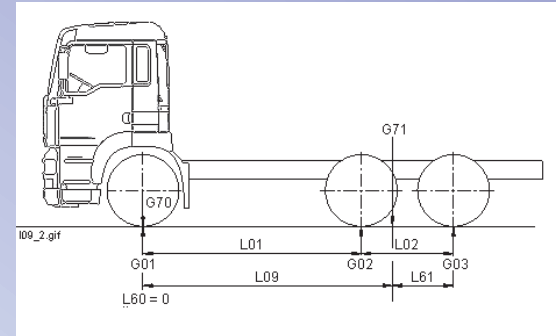
Vzadu – vzduchové měchy

## Základní výpočty

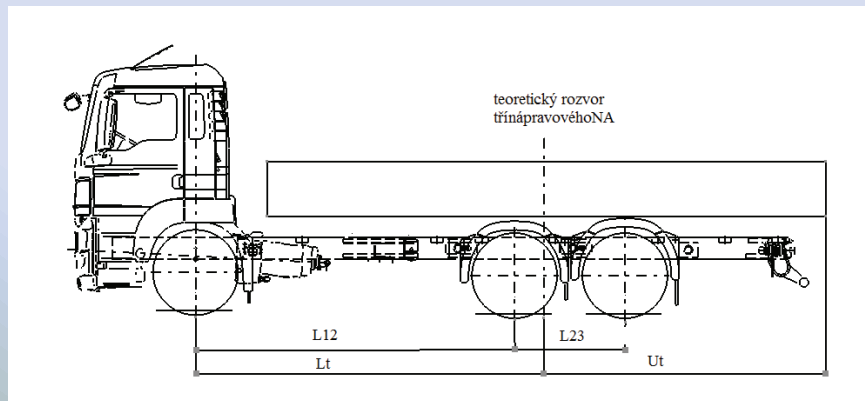
### Zatížení na jednotlivé nápravy



## Teoretický střed náprav



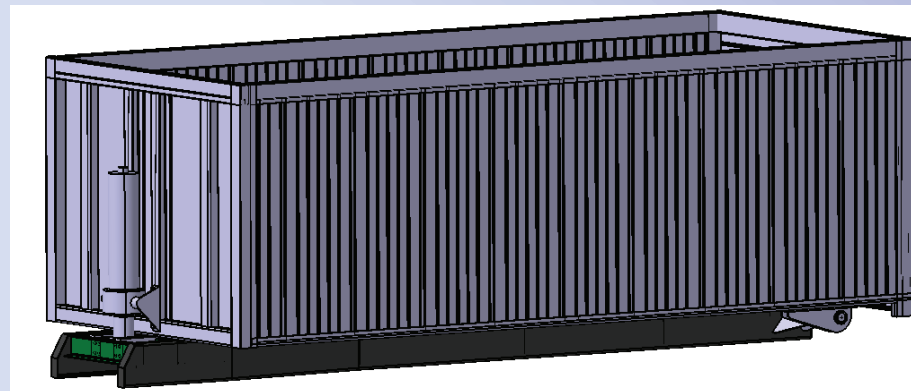
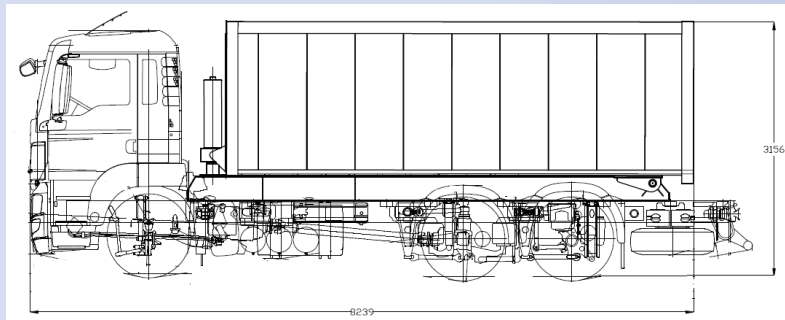
## Přesah nástavby



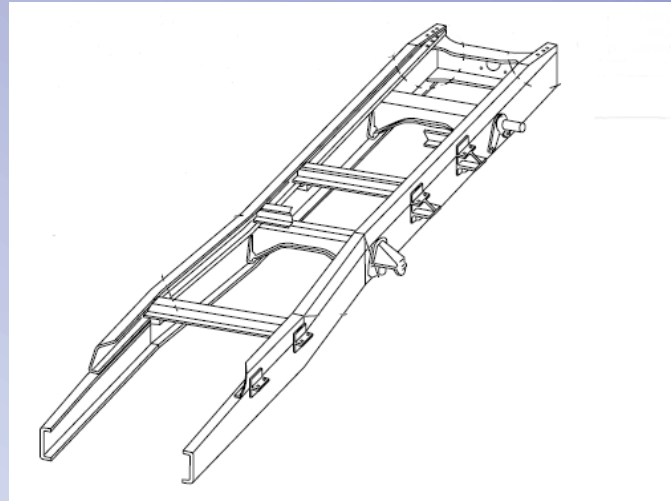
## Koncepční varianty

## Požadavky na TS

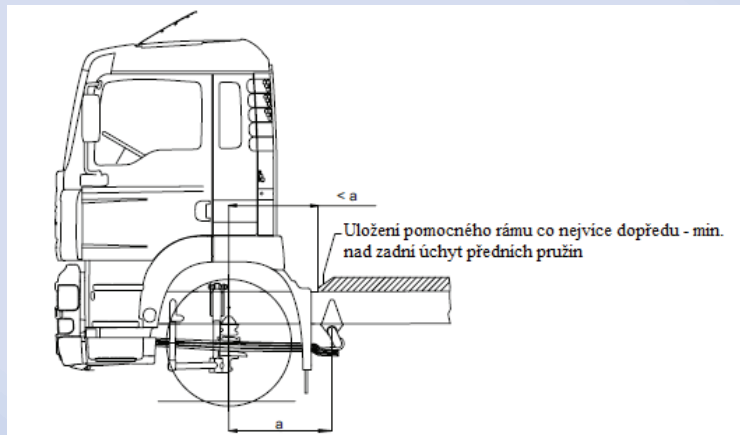
### Nástavba



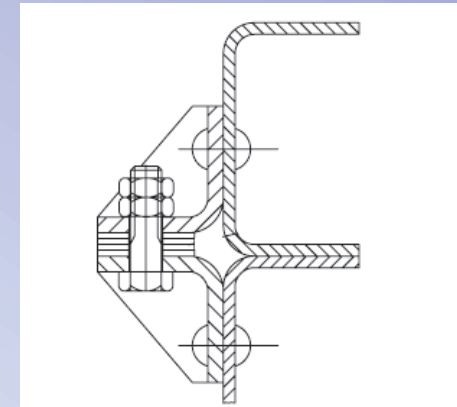
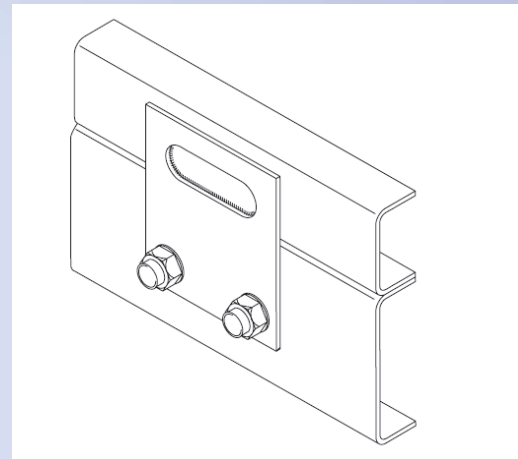
## Pomocný rám



## Uložení pomocného rámu



## Uchycení pomocného rámu na rám nákladního automobilu

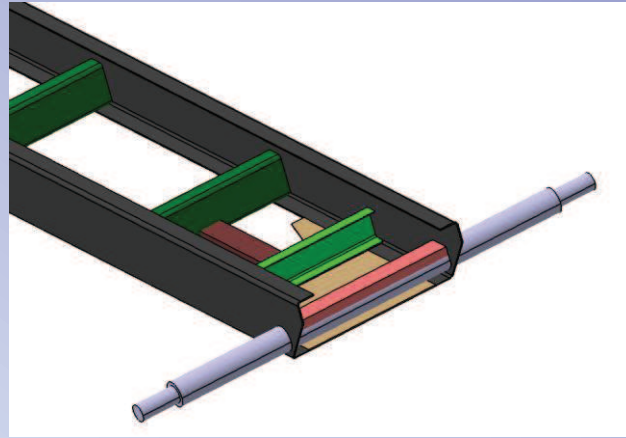


## Materiál

volen tak, aby při jízdě a dalších zatíženích nebyla překročena mez kluzu  $\sigma_K$ .

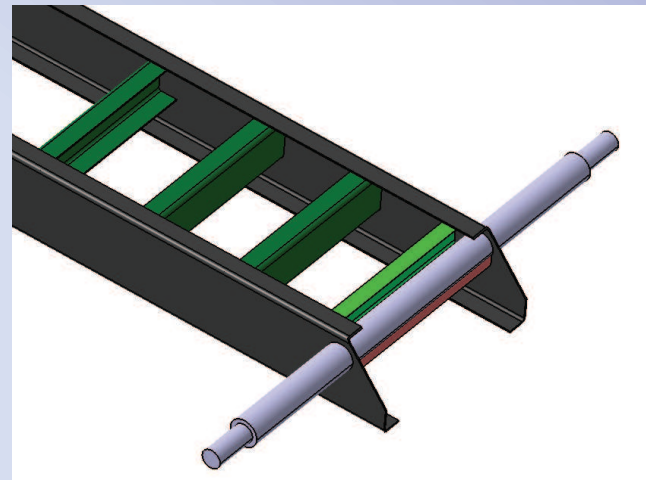
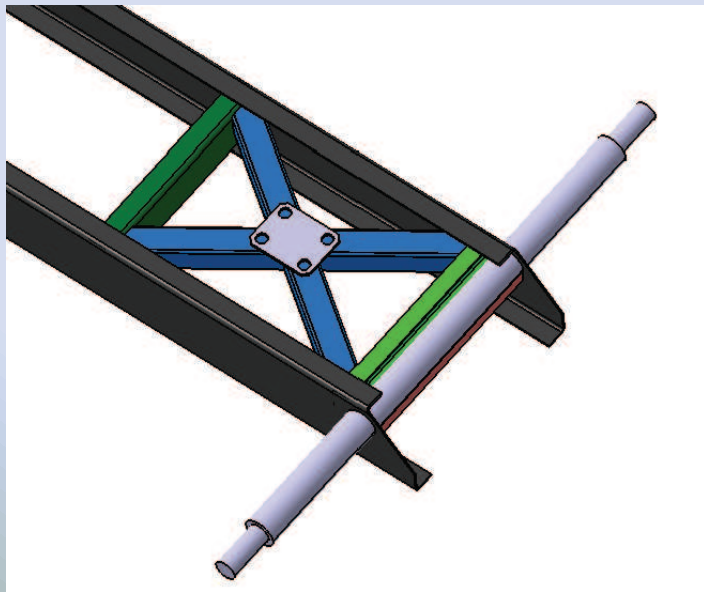
Vhodným materiálem pro stavbu pomocného rámu bude materiál ČSN 11523.0 (EN: S355J2);  $\sigma_K(R_e) = 333$  MPa, který je dobře svařitelný a má dos

Varianty



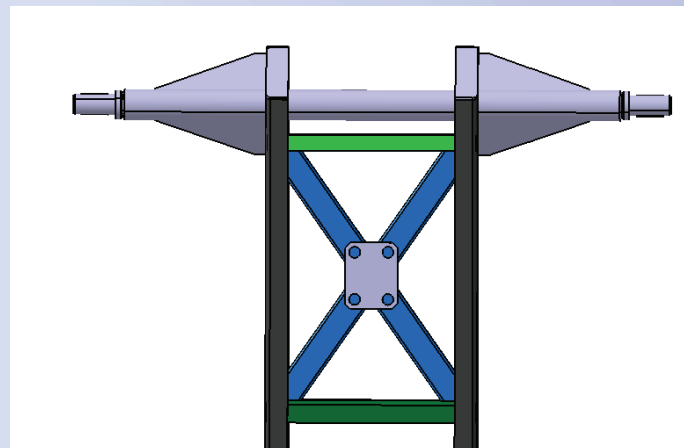
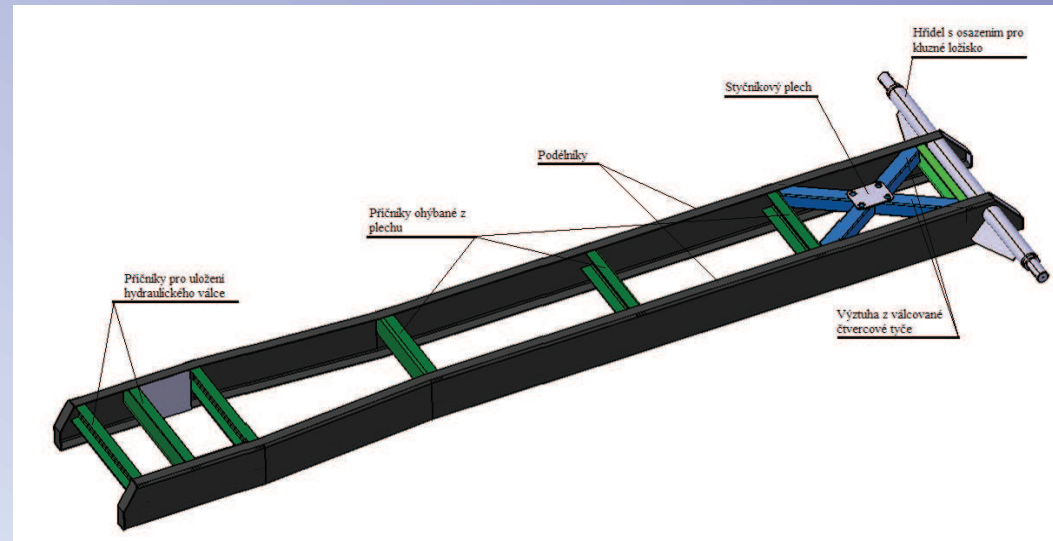
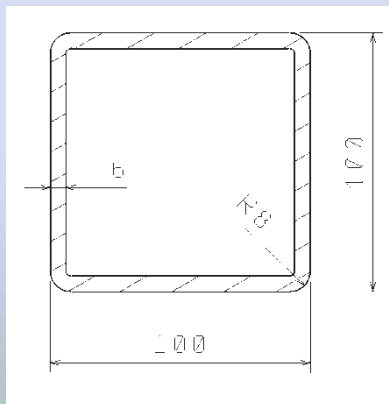
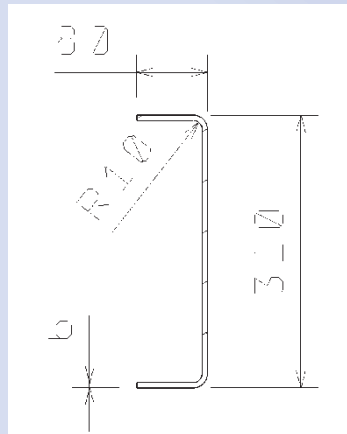
A

B

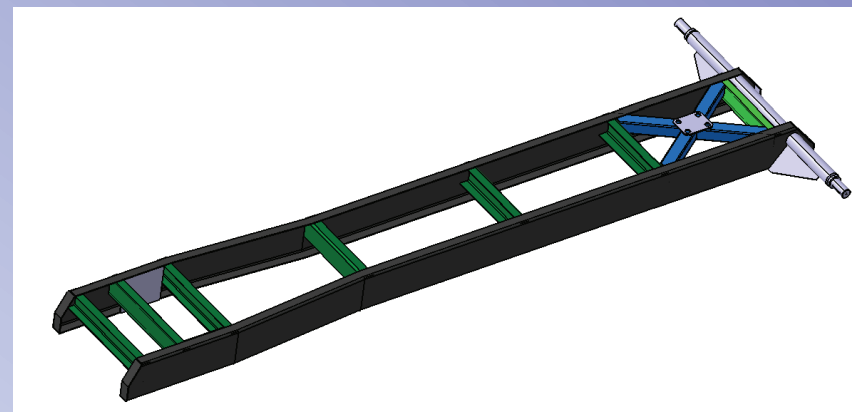
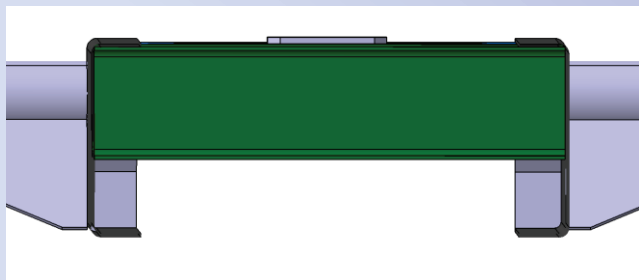


C

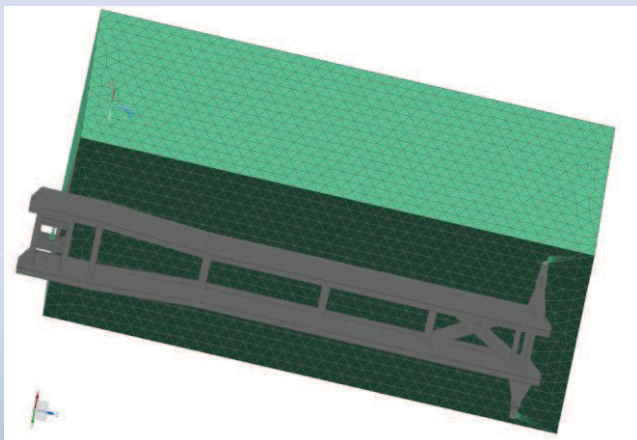
## Zpracování vybrané varianty



## Pevnostní a deformační analýza Pomocného rámu



## Tvorba sítě pro MKP

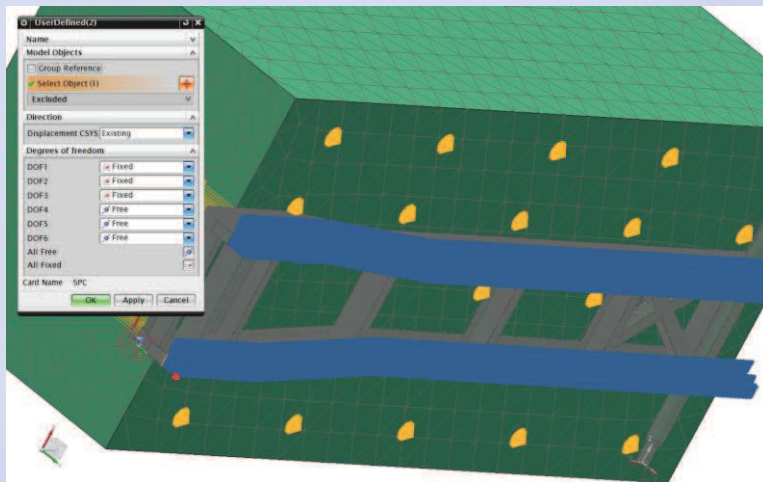


Materiál rámu je 11523 s parametry:

- pevnost v tahu  $R_m = 520-628$  MPa
- výrazná mez kluzu  $R_e = 333$  MPa
- modul pružnosti v tahu  $E = 2,1 \cdot 10^5$  MPa
- hustota oceli  $\rho = 7850$  kg/m<sup>3</sup>.
- mez únavy v krutu  $\tau_c = 138$  MPa

## OKRAJOVÉ PODMÍNKY

Pro výpočty MKP (metoda konečných prvků) byly uvažovány dva mezní stavy. První při brzdění v oblouku, druhý při vysypání materiálu. Tyto mezní stavy znamenají limitní namáhání pro nastavbu/ pomocný rám.

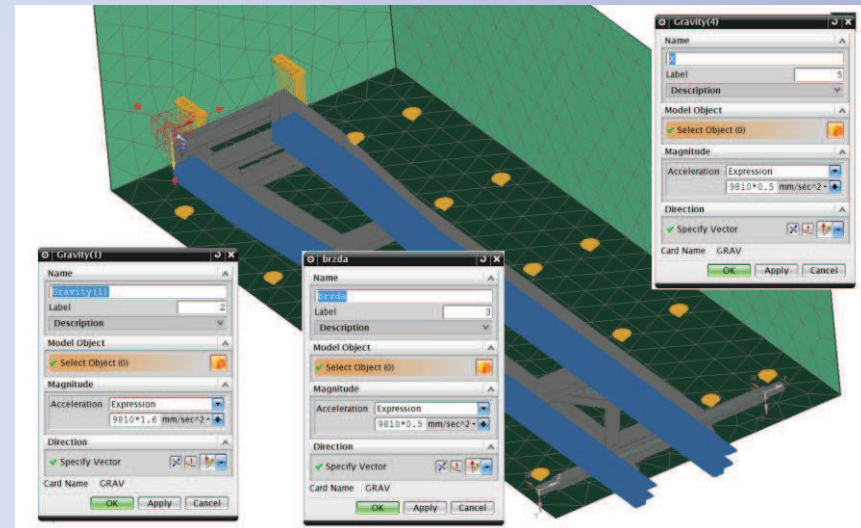


Uchytení rámu:

- částečně tuhé uchytení pomocného rámu pro posuvy a rotace v místě uchytení k rámu nákladního automobilu

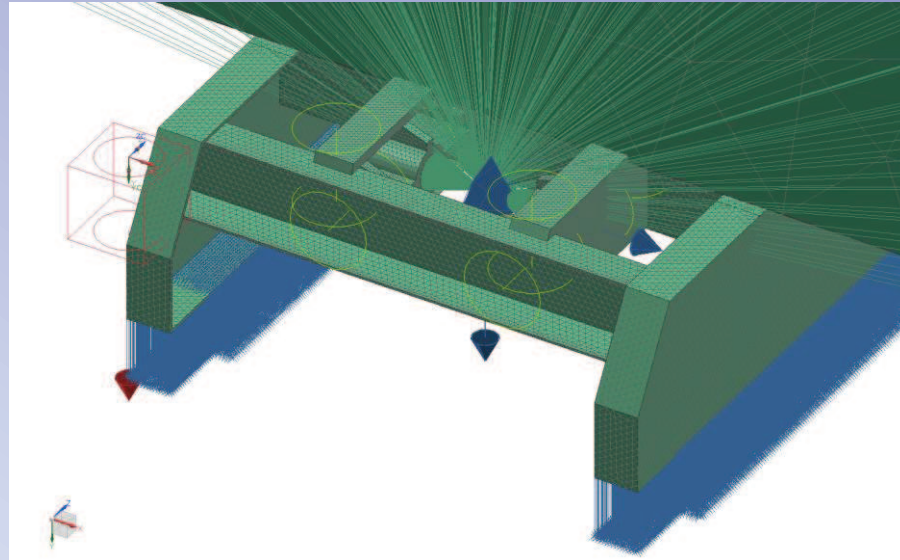
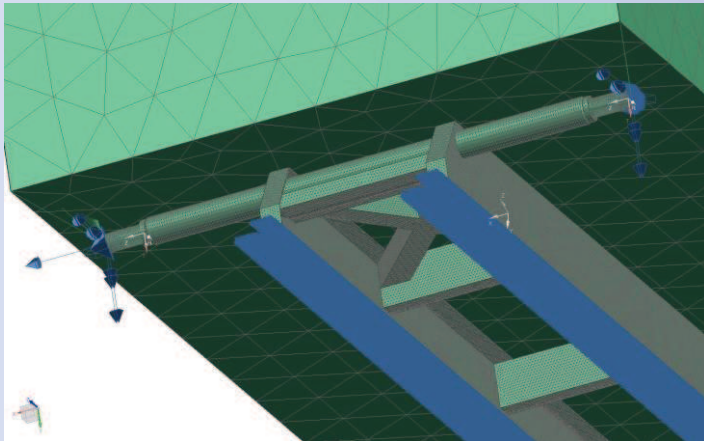
Zatížení rámu:

- zatížení od tíhy korby a nákladu (užitečná hmotnost) v místech styku podélníků s nastavbou
- zatížení od vlastní hmotnosti rámu
- zatížení při brzdění a od odstředivé síly při průjezdu obloukem





## Zatížení rámu při vysypání



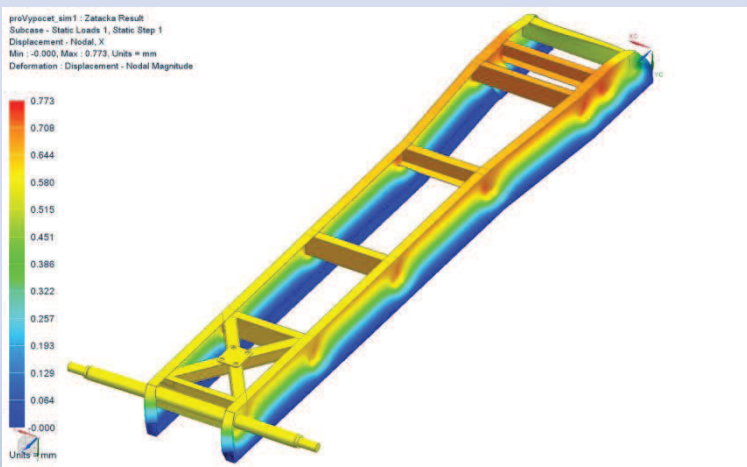
# Zhodnocení výsledků



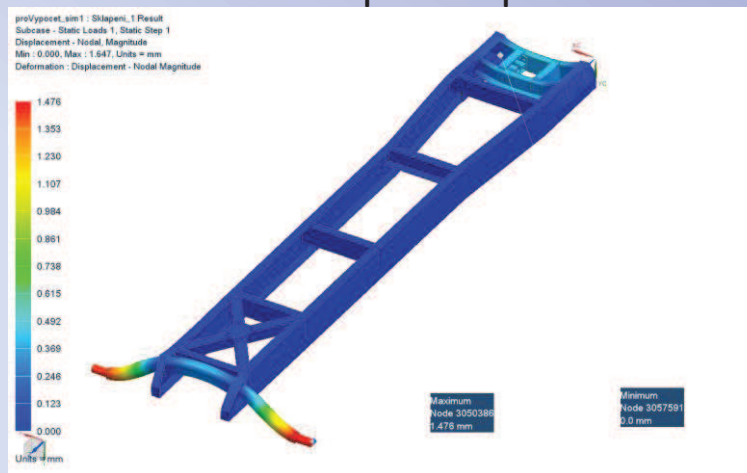
Redukované napětí pro namáhání rámu při zpomalení v oblouku



Redukované napětí pro namáhání rámu při sklápění



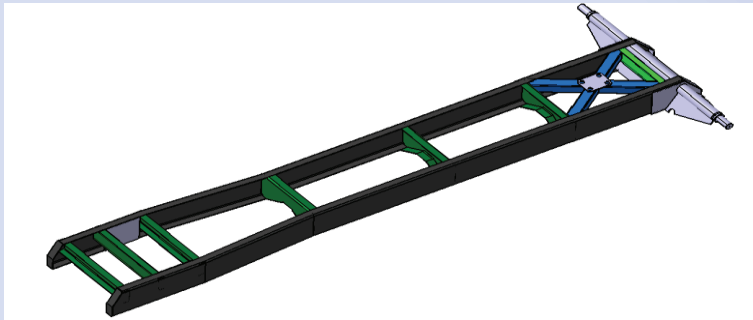
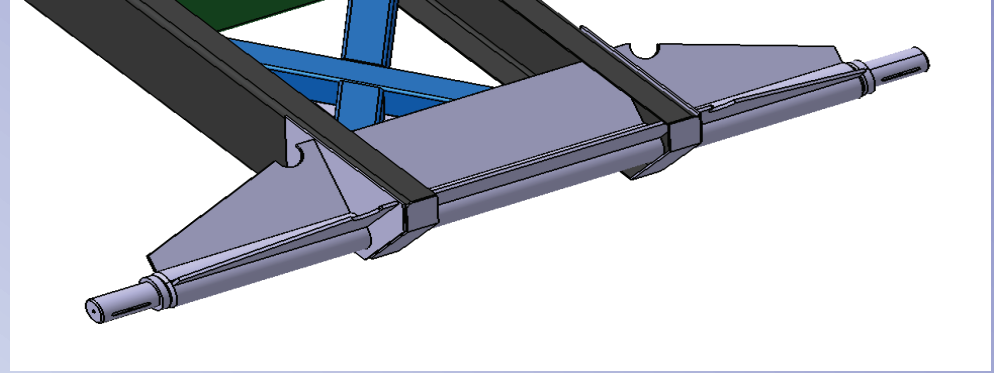
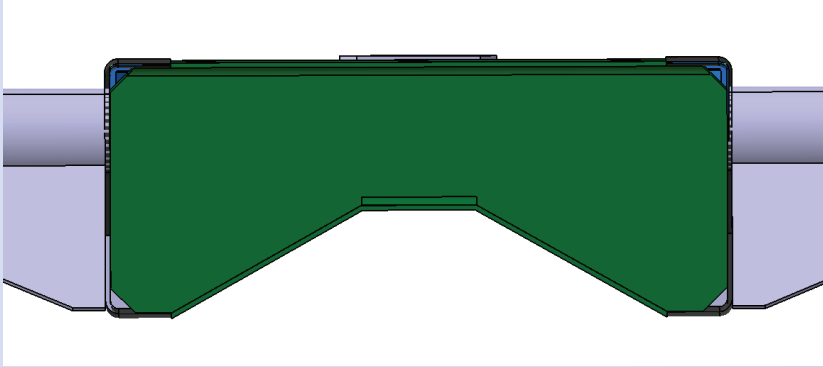
Průhyb rámu při zpomalení v oblouku



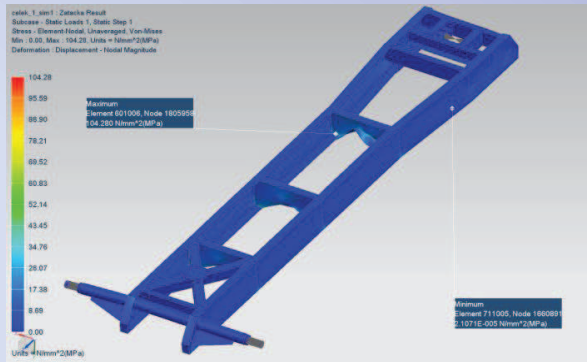
Průhyb rámu při sklápění

Výsledné maximální napětí 1160 MPa přesahuje jak mez kluzu, tak mez pevnosti materiálu. Tato špička může být způsobena i vlivem sítě (velikostí prvků).

## Optimalizace pomocného rámu



## Zhodnocení optimalizovaného rámu



Redukované napětí pro namáhání optimalizovaného rámu při zpomalení v oblouku



Redukované napětí pro namáhání optimalizovaného rámu při sklápění



Průhyb optimalizovaného rámu při zpomalení v oblouku

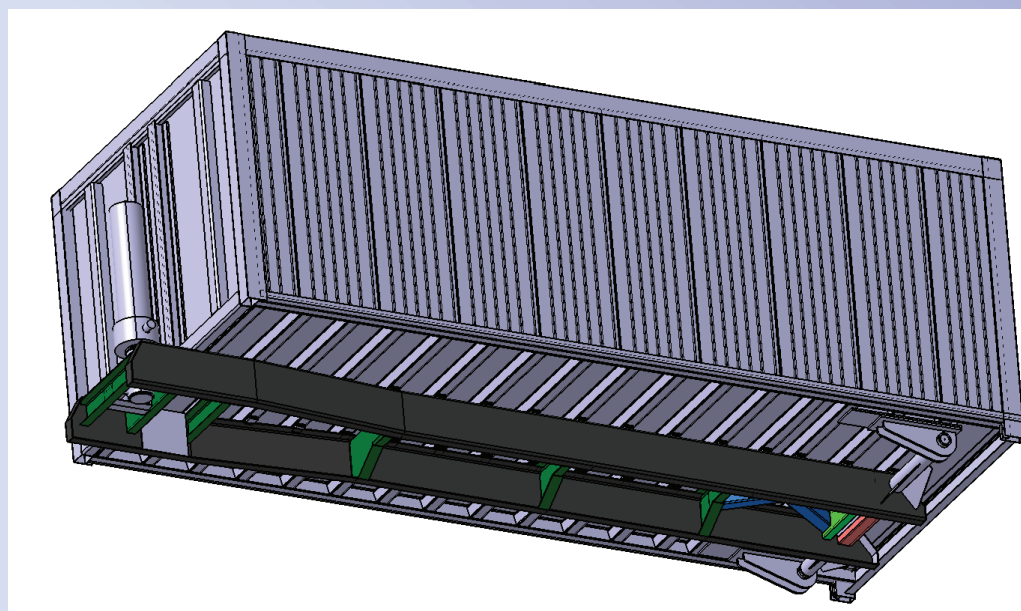
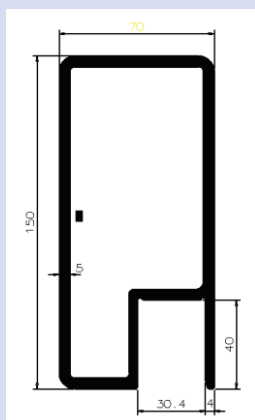
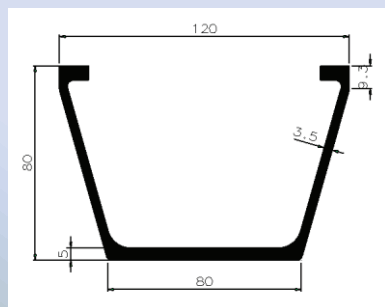
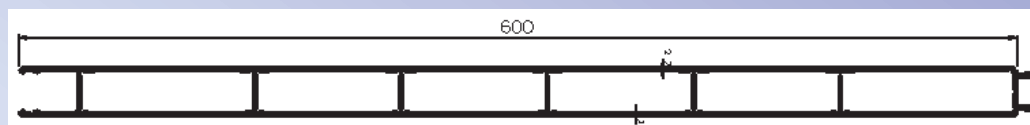
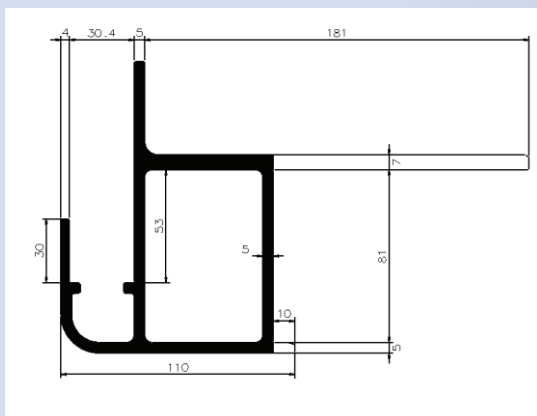


Průhyb optimalizovaného rámu při sklápění

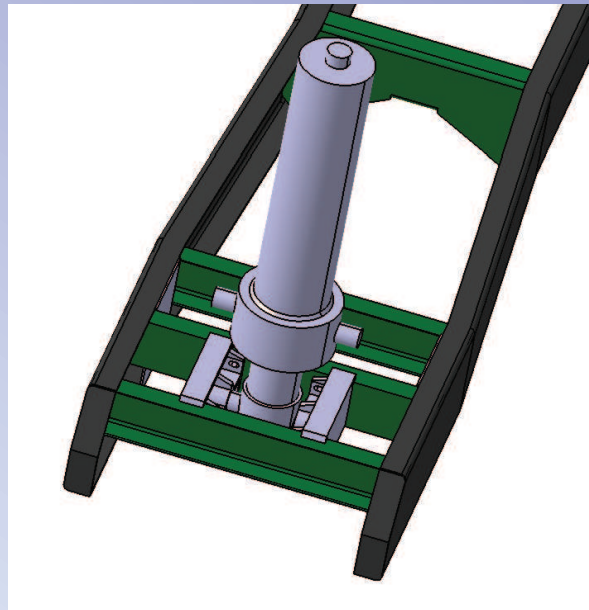
Optimalizací příčniců rámu, jsme dosáhli snížení maximálního napětí na únosnou mez pro únavové namáhání, které uvažujeme  $\tau_c = 0,25 \cdot R_m = 133 \text{ MPa}$  - při kritickém zatížení pro zpomalení při průjezdu obloukem. Výsledné vypočtené napětí je jak pod mezí kluzu materiálu, bezpečnost vyjádřena násobkem maximálního napětí  $k = 3,1$ , tak pod mezí únavy materiálu, bezpečnost vůči mezí únavy je  $k = 1,3$ . Vypočtené bezpečnosti konstrukce pomocného rámu jsou vyhovující. Při sklápění je výsledné vypočtené napětí pod mezí kluzu materiálu, bezpečnost vyjádřena násobkem maximálního napětí  $k = 1,8$ . Mez únavy nebyla vzhledem k frekvenci sklápění uvažována.

## Sklápěcí nástavba – korba

Sklápěcí nástavba je svařenec z hliníkových profilů. Dno tvoří rám z Al profilu, do kterého je vložen plech o tloušťce 7 mm. Mezi profily, které tvoří boční hrany dna se vkládají otevřené U profily pro jeho vyztužení. Na dno jsou navařeny rohy, mezi které se přivařují profilované Al desky o šířce 600mm a výšce 1750mm. Celou konstrukci zpevňuje horní rám. Přední strana korby je vyztužena I a U profily, zadní část se skládá ze dvou dílů spojených panty pro vyklápění.

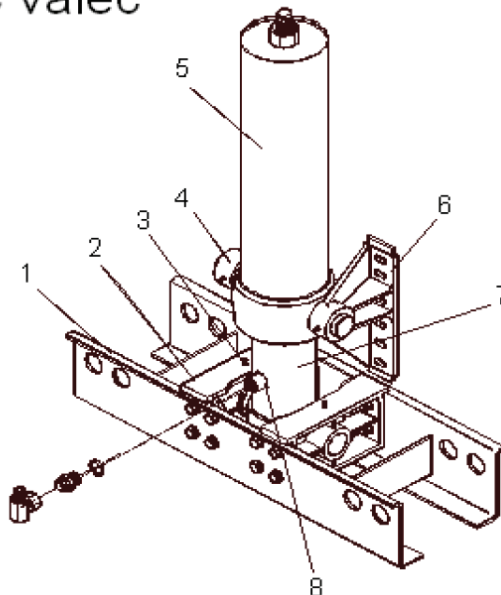


## Sklápění nástavby



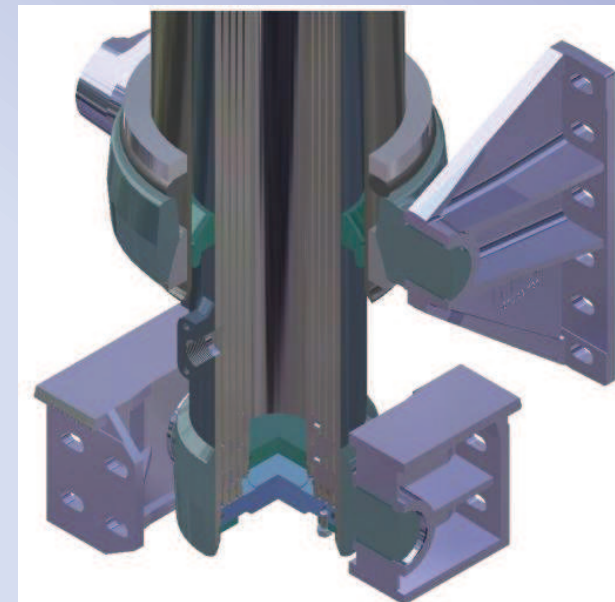
Konzola na šasi  
Vzduchový omezovač  
zdvihu  
Zubové čerpadlo  
Olejovou nádrž  
Sklápěcí ventil  
Vzduchové ovládání do  
kabiny  
Hadice a šroubení  
Pracovní tlak  
v hydraulické soustavě je  
18 MPa (180 bar).

## FC válec



FC válec
1. HYVA nosník
2. Spodní konzole
3. Maznice
4. Pravá vrchní konzole
5. Válec
6. Levá vrchní konzole
7. Tělo válce
8. Olejový přívod

## Přípevnění pístnice a válce v řezu



## Technologický postup

Pomocný rám je svařenec, jehož části se řežou na míru z předem vyrobených nebo nakoupených profilů. Celá konstrukce se na konec pískuje, zinkuje a lakuje.

## kusová výroba

Ohraněné profily U 310mm se nařežou v požadované délce pomocného rámu a na jejich koncích se šikmo seříznou. Dále se ruční plazmou vypálí otvory pro hřídel, která slouží jako kluzné ložisko pro sklápění. Poté se podélníky naříznou v místech zlomů pro rozšíření rámu, ohne se a vzniklé spoje se svaří tak, aby vznikl požadovaný tvar. Jako další se nařežou příčnický z ohraňovaných a válcovaných profilů na požadované délky a připraví se součásti hřídele pro sklápění – trubka se ve vnitřním průměru osadí pro vysoustružené náboje. Do nábojů se vyvrtají otvory pro mazání a u osazení se zkosí hrana na V svar.

## Svařování

Jednotlivé díly (podélníky, příčnický a trubka s náboji) se svařují elektrickým obloukem s ochrannou atmosférou – pro ocel ochranná atmosféra plyn corgon (směsný plyn CO<sub>2</sub> a argonu) pro svařování , pro hliník argon.. Sváry se posléze začistí lamelovým kotoučem. Poté se rám za pomoci svařovacích přípravků (svěrek) upne na rám auta a přivaří se upínky pro jeho připevnění. Po dokončení svařování se rám visuelně zkontroluje a případné vady odstraní.

## Nátěry, manipulace

Po svaření se rám otryskuje a ručním nástřikem se nanese ochranná zinková vrstva. Pak se pomocný rám nalakuje základním nátěrem, poté plnivem, které pomůže vyrovnat nerovnosti. To se přebrousí a nakonec se celý rám nástříká vrchní dvousložkovou barvou.

Manipulace dobíhá ručně, jedná-li se o lehčí díly, nebo za pomoci jeřábu - těžší díly nebo svařenec.