

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

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

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Víceúčelový přívěs

Autor: **Bc. Marek VYCHODIL**

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

Akademický rok 2013/2014

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Marek VYCHODIL**
Osobní číslo: **S13N0023K**
Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **Dopravní a manipulační technika**
Název tématu: **Víceúčelový přívěs**
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:

Provedte rešerši trhu přívěsnými vozíky za osobní automobil. Rozeberte předpisy pro provoz na pozemních komunikacích, dle nichž navrhnete konstrukci a provedení víceúčelového přívěsného vozíku za osobní automobil s celkovou hmotností do 1450kg, opatřeného unifikovanou mechanicky ovládanou nájezdovou brzdou a unifikovanou nápravou vhodné velikosti a nosnosti. Konstrukce přívěsu se schopností naložení a přepravy malotraktoru, čtyřkolky či přepravy sypkého materiálu. Provedte statický kontrolní výpočet vybraného komponentu. Dále vypracujte výkres sestavy přívěsu a výrobní výkres vybrané konstrukční skupiny nebo dílu.

Základní technické údaje:

Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

Osnova diplomové práce:

1. Vypracování rešerše stávajících přívěsů za osobní automobil, včetně rešerše legislativy pro provoz na pozemní komunikaci
2. Specifikace požadavků
3. Návrh konstrukce
4. Simulační výpočet
5. Vyhodnocení a 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 strojího inženýra 1.* Praha: Computer-Press, 199

GSCHEIDLE, R. A KOL. *Příručka pro automechanika.* Praha: Sobotáles, 2001

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

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Ladislav Němec, CSc.**
Katedra konstruování strojů
Konzultant diplomové práce: **Ing. Petr Hobl, CSc. MBA**
Schwarzmüller s.r.o.

Datum zadání diplomové práce: **23. září 2013**
Termín odevzdání diplomové práce: **23. května 2014**


Doc. Ing. Jiří Staněk, CSc.
děkan




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

V Plzni dne 23. září 2013

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

AUTOR	Příjmení Vychodil	Jméno Marek		
STUDIJNÍ OBOR	2301T001 „Dopravní a manipulační technika“			
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Němec, CSc.	Jméno Ladislav		
PRACOVISŤE	ZČU - FST - KKS			
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte	
NÁZEV PRÁCE	Víceúčelový přívěs			

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KKS	ROK ODEVZD.	2014
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	85	TEXTOVÁ ČÁST	67	GRAFICKÁ ČÁST	18
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

<p style="text-align: center;">STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</p> <p>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</p>	<p>Diplomová práce obsahuje rešerši trhu přívěsnými vozíky za osobní automobily, výňatek z platné legislativy v ČR pro provoz, výrobu a schválení přívěsných vozidel, návrh tří koncepcí řešení, výběr optimální varianty a vlastní návrh konstrukce zvolené varianty, dle požadavků zadavatele.</p>
<p style="text-align: center;">KLÍČOVÁ SLOVA</p> <p style="text-align: center;">ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</p>	<p style="text-align: center;">přívěs, traktor, nástavba, sklápění, CAD, MKP</p>

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Vychodil	Name Marek	
FIELD OF STUDY	2301T001 “Transport and handling machinery“		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Němec, CSc.	Name Ladislav	
INSTITUTION	ZČU - FST - KKS		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Multipurpose trailer		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Machine Design	SUBMITTED IN	2014
----------------	------------------------	-------------------	----------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	85	TEXT PART	67	GRAPHICAL PART	18
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	The dissertation contains research of the market with trailers, the extract from valid legislation of the Czech Republic for the operation, the production and the approval of trailers. You can find there the suggestion of three solutions, the choice of optimal variation and own design project in accordance with client's requirements.
KEY WORDS	trailer, tractor, platform, tilt, CAD, MKP

Poděkování

Rád bych poděkoval panu Ing. Petru Hoblovi, CSc. MBA za odborné rady a poskytnuté informace, nezbytné pro návržení konstrukce přívěsu. Panu Doc. Ing. Ladislavu Němcovi, CSc. za odborné vedení diplomové práce a objektivní kritiku. Panu Michalovi Liškovi a Ladislavu Krejčímu ze společnosti Autovia s.r.o za cenné rady spojené s konstrukcí přívěsných vozíků a poskytnuté údaje o unifikovaných komponentech.

V neposlední řadě děkuji rodině za nezbytnou podporu a profesorům ze Západočeské univerzity v Plzni za všestranné konzultace.

Předmluva

Lidé moderního typu, neboli druhu Homo sapiens mají již od pradávna potřebu přesunu, přemístování či přepravy všeho hmotného. Nejběžnějším způsobem bylo využití člověka samotného, avšak s postupem času a rozvoje, bylo potřeba přepravit objemnější předměty, které byly pro člověka příliš těžké, a tak se hojně využívalo koní, nákladních mezků, ale také nosítek. Velmi důležitým a nepostradatelným prostředkem se stal dvou, potažmo čtyřkolový vůz, který umožňoval převoz mnohem těžších a objemnějších nákladů. S tím úzce souviselo budování sjízdných cest a různých způsobů spřažení s tažnou silou, například od 12. století využívaný tuhý chomout. Takto zjednodušeným náhledem do minulosti by se dalo pokračovat až do přítomnosti, 21. století, kde jsme obklopeni moderní technikou, téměř dokonalou dopravní sítí a mezi potřebami každého jedince nalezneme přesun i stovky kilometrů, přičemž zavazadlem nemusí být vždy jen cestovní taška. Moderní jedinec rád bere sebou motocykl, traktůrek, ale také přemísťuje dřevo či písek na opravu chalupy. Proto i dnes jsou hojně využívány vozíky, avšak již tažené výhradně motorovým, elektrickým, či jiným vozidlem. V tuto chvíli vznikají úkoly pro konstruktéry, aby těmto potřebám a požadavkům dali nový rozměr.

Obsah

1	Pojmy použité v diplomové práci	11
2	Úvod.....	12
3	Přípojné vozidlo	13
4	Kategorie vozidel, řidičské oprávnění	14
4.1	Kategorie přípojných vozidel	14
4.2	Skupiny řidičského oprávnění	14
5	Rešerše	15
5.1	Obecné rozdělení přívěsů dle využití	15
5.2	Náprava přívěsného vozidla	15
5.3	Rešerše příkladných koncepcí stávajících modelů	16
5.3.1	Přepravníky motorek a čtyřkolek	16
5.3.2	Jednoosé autotransportéry	16
5.3.3	Jednostranné sklápěče, jednonápravové	17
5.3.4	Valníky brzděné s koly pod ložnou plochou.....	17
5.3.5	Valníky jednoosé brzděné s koly vně ložné plochy	17
5.3.6	Naklápěcí valníky, jednoosé, brzděné	18
6	Výňatek z legislativy pro přípojná vozidla	19
6.1	Jízdní souprava	19
6.2	Nejvyšší rychlost	19
6.3	ABS přípojného vozidla	19
6.4	Hmotnosti	19
6.5	Rozměry přípojných vozidel	20
6.6	Světelná zařízení přípojných vozidel.....	20
6.6.1	Variace světlometů a svítlen	20
6.6.2	Zpětný světlomet.....	20
6.6.3	Svítilna směrová.....	21
6.6.4	Brzdová svítlna	21
6.6.5	Osvětlení zadní registrační značky	21
6.6.6	Zadní obrysová svítlna.....	21
6.6.7	Přední obrysová svítlna.....	21
6.6.8	Zadní mlhová svítlna	21
6.6.9	Parkovací svítlna.....	21
6.6.10	Odrážka zadní, trojúhelníková	22
6.6.11	Odrážka přední, netrojúhelníková.....	22

6.6.12	Boční odrazka netrojúhelníková	22
6.7	Požadavky na konstrukci přípojného vozidla kategorie O ₂	22
6.8	Povinná výbava, doplňková zařízení přípojného vozidla kategorie O ₂	22
6.9	Označení jízdní soupravy s konstrukční v= 30 km/h	22
6.10	Připojení elektroinstalace	22
6.11	Lapače nečistot	23
6.12	Pneumatiky	23
6.13	Registrační tabulka	23
7	Schvalování jednotlivě vyrobeného silničního vozidla [b].....	24
7.1	Získání povolení výroby	24
7.2	Obsah písemné žádosti povolení výroby	24
7.3	Vydání rozhodnutí o technické způsobilosti	24
8	Specifikace požadavků.....	26
8.1	Rozměrový požadavek	26
8.2	Požadavek hmotnosti a řidičského oprávnění	27
8.3	Požadavek spřažení soupravy	27
8.4	Požadavek přepravy rozměrného nákladu	27
8.5	Požadavek naložení, složení	27
8.6	Požadavek výbavy a bezpečnosti	27
8.7	Požadavek výroby a údržby.....	28
8.8	Požadavek ekologický	28
8.9	Zhodnocení požadavků.....	28
9	Navržení a zhodnocení dílčích variant řešení	29
9.1	Morfologická matice.....	29
9.2	Popis navržených variant řešení	30
9.2.1	Varianta I (červená)	30
9.2.2	Varianta II (zelená)	30
9.2.3	Varianta III (modrá)	31
9.3	Zhodnocení a výběr optimální varianty	32
10	Návrh víceúčelového vozíku.....	33
10.1	Představení konstrukce	33
10.2	Výběr homologovaných komponentů ovlivňujících konstrukci	34
10.2.1	Náprava	34
10.2.2	Spojovací zařízení přívěsu	34
10.2.3	Kola	35

10.3	Obecný návrh profilů konstrukce rámu	35
10.3.1	„U“ profil s vertikální osou symetrie	35
10.3.2	„U“ profil s horizontální osou symetrie	36
10.3.3	Vyhodnocení	36
10.4	Konstrukce oje	37
10.5	Konstrukce nástavby	38
10.6	Konstrukce upevnění bočnic	40
10.7	Rozpěra oje, mezikus mezi hydromotorem a ojí	40
10.8	Konstrukce pantu zadního čela	42
10.8.1	Konstrukce sklopného nájezdu	43
10.9	Čep sklápění nástavby	44
10.10	Sklápění nástavby, sestavení rámu vozíku	44
10.11	Návrh bočnic, podlahy a kotvicích bodů	46
11	Rozložení zatížení vozíku	47
11.1	Poloha nápravy	47
11.2	Transport malotraktoru	49
12	Analytický výpočet mechanismu sklápění	52
12.1	Smyk čepu	52
12.2	Měrný tlak spojovacích částí a čepu	52
12.3	Ohyb čepu	53
12.4	Kombinované namáhání čepu	53
13	Kontrola rozpěry oje, měrný tlak v místě uložení	54
14	FEM analýza, simulační výpočty	55
14.1	Pevnostní analýza rozpěry oje	55
14.2	Pevnostní analýza pantu sklápění	57
14.3	Pevnostní analýza nástavby	58
15	Technicko-ekonomické zhodnocení vozíku	60
16	Závěr	63
17	Seznam použité literatury a softwaru	65
17.1	Použitý software	65
17.2	Internetové zdroje	65
17.3	Vyhlášky, zákony	66
17.4	Knižní publikace, ostatní zdroje	66
18	Seznam příloh	67

1 Pojmy použité v diplomové práci

- a) **Provozní hmotnost (pohotovostní):** hmotnost nenaloženého vozidla v pohotovostním stavu, tj. včetně veškeré předepsané výbavy (např. rezervní kolo, zakládací klín, atd.).
- b) **Okamžitá hmotnost vozidla:** hmotnost zjištěná v určitém okamžiku při provozu na pozemních komunikacích.
- c) **Největší technicky přípustná hmotnost (celková hmotnost):** největší hmotnost vozidla, daná jeho konstrukcí a hmotností nákladu, dle údajů výrobce.
- d) **Užitková hmotnost vozidla:** maximální hmotnost nákladu, zatížitelnosti, neboli rozdíl největší technicky přípustné hmotnosti a provozní hmotnosti daného vozidla.
- e) **Osvědčení o homologaci:** dokument osvědčující veškeré části vozidla, jednotlivé či celky, dle předpisů vydaných na základě mezinárodní smlouvy, kterou je Česká republika vázána (předpis EHK).
- f) **Tažné vozidlo:** zpravidla motorové vozidlo osazené tažným, spojovacím, zařízením (TZ).
- g) **Tažené vozidlo:** zpravidla nemotorové vozidlo, vlečené, tažené, vozidlem motorovým.
- h) **ABS:** protiblokovací elektronický systém (anti-lock braking systém).
- ch) **Předpisová základna:** obsahuje technické předpisy, technické normy a technické specifikace, zveřejněné ministerstvem, pro účely schválení typu jednotlivě vyrobeného vozidla, podle příslušných kategorií vozidel.
- i) **Informační dokument:** je soupis technické dokumentace a údajů o jednotlivě vyrobeném vozidle, předložený okresnímu úřadu, podle kterého je dané vozidlo jakožto technický konstrukční celek schvalováno.
- j) **Rozchod:** vzdálenost středních bodů dotyků kol s podstavou, na jedné nápravě.
- k) **Rozvor:** podélná vzdálenost os kol jedné a druhé nápravy.
- l) **MKP (FEM):** metoda konečných prvků, sloužící k simulaci na fyzikálním modelu.
- m) **CAD:** computer aided design, pro 2D a 3D počítačové návrhy.

2 Úvod

Následující text diplomové práce obsahuje návrh víceúčelového vozíku za osobní automobil. Tato myšlenka vznikla na základě potřeby konkrétního multifunkčního vozíku, využitelného přímo v osobním životě autora následující diplomové práce a zcela náhodou se sešla s téměř totožným nápadem pana Ing. Petra Hobla CSc., MBA, jednatelem společnosti Schwarzmüller s.r.o., který dané téma vystavil k dispozici.

Nejčastější problematikou přívěsů je potřeba jejich mnohačetného využití k převozu všeho, co zahrada či dům poskytne. Jedná se například o dovoz sypkého materiálu, prken, topiva, ale i o přepravu komunálního malotraktoru, a v neposlední řadě možnost zapojení přívěsu za již zmíněný malotraktor.

Celková hmotnost přívěsu byla dle předpokladů využití přívěsného vozíku v praxi stanovena na maximální hodnotu 1450 kg. Komplexní pojetí této práce spočívá v inteligentním a elegantním navržení multifunkčního přívěsu budoucím konstruktérem dopravní a manipulační techniky.

Jak je všem známo, je na trhu spousta výborných konstrukčních prvků a částí, které z přívěsů dělají špičku v dané kategorii, neboli co jednou bylo dobře vynalezeno, těžko se nahrazuje, modifikuje, a to vše za podmínky nižších výrobních nákladů, vyšší kvality a širší použitelnosti. V následující diplomové práci je navržen přívěs, splňující veškeré uživatelské požadavky běžného člověka. Zároveň je jednoduchý, snadno a levně vyrobitelný, potažmo opravitelný a nepodléhá rychlému opotřebení, ať už používáním, či působením povětrnostních vlivů, jelikož častým místem pro odstavení přípojných vozidel je prostor přímo pod širým nebem.

Samozřejmostí je předpoklad provozu vozíku na pozemních komunikacích, a proto musí splňovat podmínky pro provoz na pozemních komunikacích. Použité komponenty musí být homologované, nebo navrženy tak, aby bylo možné legislativní schválení technické způsobilosti vozidla a následné získání osvědčení o homologaci.

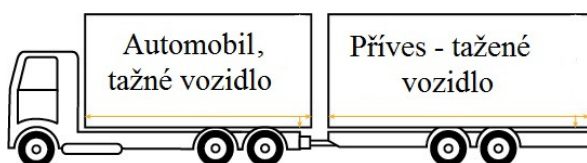
3 Přípojně vozidlo

Je obecně nemotorové tažené vozidlo, které ve spojení s motorovým tažným vozidlem (například osobní automobil) tvoří jízdní soupravu. Rozlišujeme dva základní typy provedení jízdních souprav, s taženým přívěsem nebo návěsem.

Jízdní souprava s přívěsem:

Motorové vozidlo táhne ojí připojený přívěs, jemuž poskytuje elektrický proud, popřípadě stlačený vzduch. Pokud není přívěs opatřen brzdovou soustavou, zajišťuje brzdný účinek tažné vozidlo. Rovnoměrně zatížený přívěs nese samostatně téměř veškerou svislou tíhu

a na tažné vozidlo je přenášena jen velmi malá část svislého zatížení, u osobních automobilů se jedná o svislou statickou sílu v rozmezí 500 až 1000 [N], dle typu vozidla a spojovacího zařízení.



Obrázek 1: Jízdní souprava s přívěsem [13]

Jízdní souprava s návěsem:

Tzv. návěs je nemotorové tažené vozidlo, které ovšem oproti přívěsu část celkové hmotnosti (v mnoha případech může být hovořeno až o 1/2) přenáší na tahač, neboli na tažné vozidlo. Tato souprava je masivně využívána v nákladní silniční automobilové dopravě, čímž se nadále obsah této práce nebude zabývat.



Obrázek 2: Jízdní souprava s návěsem [12]

4 Kategorie vozidel, řidičské oprávnění

4.1 Kategorie přípojných vozidel

Přípojně vozidlo je druh silničního vozidla, kterému dle zákona č. 56/2001 Sb. přísluší označení kategorie O. Tato kategorie se v souladu s tímto zákonem dělí na čtyři podskupiny:

- O₁:** přípojná vozidla s největší technicky přípustnou hmotností nepřevyšující 750 kg,
- O₂:** přípojná vozidla s největší technicky přípustnou hmotností převyšující 750 kg, ale nepřevyšující 3500 kg,
- O₃:** přípojná vozidla s největší technicky přípustnou hmotností převyšující 3500 kg, ale nepřevyšující 10000 kg,
- O₄:** přípojná vozidla s největší technicky přípustnou hmotností převyšující 10000 kg.

Zákonem dále stanovuje kategorii přípojných vozidel traktorů s označením OT, která je opět rozdělena do čtyř skupin. S ohledem na zadání je ale zmíněna pouze první skupina:

- O_{T1}:** přípojná vozidla traktoru s největší technicky přípustnou hmotností nepřevyšující 1500 kg.

4.2 Skupiny řidičského oprávnění

Okolnostmi spojenými s řidičským oprávněním se zabývá předpis 361/2000 Sb. [c]. Pro účely této diplomové práce je postačující uvést následující výňatky jednotlivých paragrafů.

§ 80, základní ustanovení:

Řidičské oprávnění opravňuje jeho držitele k řízení motorového vozidla zařazeného do skupiny vozidel, pro kterou mu bylo řidičské oprávnění uděleno [c].

§ 80a, skupiny vozidel:

Držitelé řidičského oprávnění skupiny B jsou oprávněni řídit motorové vozidlo s maximálně 9 osobami, včetně řidiče, s celkovou hmotností vozidla či soupravy do 3500 kg, s podmínkou, kdy samostatné přípojně vozidlo nepřesahuje celkovou hmotnost 750 kg.

Držitelé řidičského oprávnění skupiny B+E jsou oprávněni řídit motorové vozidlo, uvedené ve skupině B, popřípadě doplněného na jízdní soupravu s přívěsem, o největší povolené hmotnosti nepřevyšující 3500 kg [c].

5 Rešerše

Základem každého přívěsu je vlastní nosný rám, z pravidla žebřinové konstrukce, složený minimálně dvěma podřílníky a soustavou příčniců, které mimo jiné tvoří výztuhu podlahové plochy.

Na trhu přívěsných vozíků je v 21. století nespočetné množství různých koncepcí, rozměrových provedení a konstrukčních kombinací, dělitelné dle různých parametrů, mimo jiné uvedených v podkapitole 4.1. Rozsáhlá nabídka však v některých případech nedokáže zcela pokrýt nároky spotřebitele, ať už je hovořeno o zatížení, vnějších a vnitřních rozměrech, či dalších požadavcích.

V podkapitolách následující kapitoly 5.3 je naznačen výběr několika příkladných modelů, koncepcí, které jsou považovány za příkladné, typové a hmotnostně odpovídající, či podobné vlastnímu konstrukčnímu návrhu multifunkčního přívěsu. Popřípadě jsou představeny specifické přívěsy pro konkrétní transport motocyklů, čtyřkolek a malých vozidel.

5.1 Obecné rozdělení přívěsů dle využití

Nejběžněji používaným přívěsem je tzv. valníkové provedení, opatřené bočnicemi, mimo jiné vhodné pro převoz sypkého materiálu. Bočnice, nebo čela, mohou být pevné, sériově zdvojené, sklopné, ale i zcela odnímatelné.

Jednodušší provedení valníků jsou tzv. plata, hojně využívaná na transport osobních vozidel, motocyklů, čtyřkolek, či jiné techniky. Bočnice zde zcela chybí, popřípadě jsou naznačeny pouze nízkou rámovou hrazdou. Podlaha bývá z pravidla plná, nebo tvořená po stranách přívěsu nájezdovými děrovanými pruhy určité šíře.

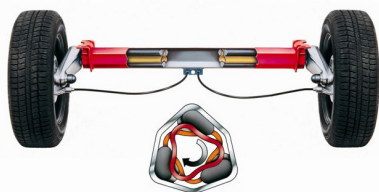
Obě předchozí provedení, valníky a plata, mohou být doplněna o rámovou konstrukci zakrytou plachtou pro usnadnění transportu, například během zhoršeného počasí.

Zajímavým a současně specifickým provedením jsou skříňové koncepce. Jistou nevýhodou je jejich tvarová stálost a jednoznačnost použití. Mezi takovéto přívěsy mohou být současně zařazeny speciály například na přepravu koní, či „pojízdný“ prodejní stánek.

5.2 Náprava přívěsného vozidla

Přívěsy za osobní automobily jsou zpravidla opatřeny jednou až dvěma, brzděnými nebo nebrzděnými, nápravami, dle konstrukce provedení, zatížení a samozřejmě dle legislativního předpisu uvedeného ve vyhlášce č. 341/2002 Sb. Přívěsy lze dělit v závislosti na umístění náprav na jednoosé a dvouosé.

Náprava jakožto tuhý celek je nejčastěji s rámem spojena šrouby, na koncích opatřena výkyvnými rameny, nezávisle odpruženými pryžovými elementy daného tvaru a rozměru, které zpravidla u přívěsů s celkovou hmotností do 1000 kg zastávají i funkci tlumící.



Obrázek 3: Brzděná náprava AL-KO B1800-1750 [2]

5.3 Rešerše příkladných koncepcí stávajících modelů

Následující rešerše je tvořena bez kladeného důrazu na počet náprav, popřípadě brzdový mechanismus.

5.3.1 Přepravníky motorek a čtyřkolek

Vozík určený téměř výhradně pro přepravu motocyklů a čtyřkolek. Jeho výhodou je možnost naložení až 3 motocyklů, snadné upevnění, jednoduchá a lehká konstrukce. Naopak nevýhodou je pevnost obloukového rámu pro zachycení kola motocyklu, u něhož dochází k pružné ohybové deformaci, která nepříznivě ovlivňuje upevnění převáženého stroje. Cenová dostupnost vzhledem k využití přívěsu je nevyhovující. Řádově se pohybuje od 20 do 35 tisíc korun vč. DPH, s ohledem na užitečnou hmotnost [1].



Obrázek 4: Přepravník Kangaro 15 B1 s celkovou hmotností 1200kg [1]

5.3.2 Jednoosé autotransportéry

Brzděné přívěsy určené především pro přepravu malých automobilů, čtyřkolek a drobné mechanizace s užitečnou hmotností přibližně do 1000 kg se nazývají jednoosé autotransportéry. Vzhledem k hydraulicky sklopné nápravě je k vystoupení z vozidla zapotřebí 2. osoby, která umožní zdvihnutí přívěsu, následné otevření dveří automobilu a vystoupení řidiče, ačkoliv přívěs postrádá bočnice. Cenová kategorie přibližně 74 000 Kč vč. DPH [1].



Obrázek 5: Přívěs HS 28/16 celková hmotnost 1300 kg [1]

5.3.3 Jednostranné sklápěče, jednonápravové

Brzděné přívěsy určené především pro převoz sypkého materiálu. Nástavba je vybavena vlastním žárově zinkovaným žebřinovým rámem vysoké pevnosti. Sklápění zajišťuje vlastní mechanicky ovládaná hydraulická soustava. Nevýhodou je vzdálenost ložné plochy od vozovky. Naopak výhodou je možnost podsypu zadního víka. Ceny se pohybují řádově kolem 85000 Kč vč. DPH [1]. Ložná plocha je však rozměru pouze 2550 x 1480 mm.



Obrázek 6: Sklápěč ATH 1,5T [1]

5.3.4 Valníky brzděné s koly pod ložnou plochou

Určené především svou ložnou plochou 3000 x 1800 pro převoz až 4 euro palet, kdy se předpokládá manipulace za pomoci vysokozdvizného vozíku, přičemž vysoká ložná plocha není překážkou. Cenově řádově 50000 Kč vč. DPH [1].



Obrázek 7: Přívěs typu ZV 32 B1, celková hmotnost 1300 kg [1]

5.3.5 Valníky jednoosé brzděné s koly vně ložné plochy

Nejběžněji používané přívěsné vozíky v dané hmotnostní kategorii, a to především na základě nejnižší ceny, řádově od 25 do 40 tisíc Kč [1], dle výbavy a užitkové hmotnosti. Vyznačuje se snadnou a levnou údržbou bočnic zhotovených z vodovzdorné překližky.



Obrázek 8: Přívěs ZV 27B, celková hmotnost 1300kg [1]

5.3.6 Naklápěcí valníky, jednoosé, brzděné

Jedná se o téměř totožnou variantu, představenou v kapitole 2.3.5, doplněnou sklopným mechanismem, rámem, ovládaným pouze ručně, bez použití hydrauliky a táhel. Tato varianta je za příplatek necelých 1700 Kč bez DPH. Během sklápění se využívá dvouramenné páky, za předpokladu rovnoměrně rozloženého nákladu, či u předmětů menších hmotností je využita hmotnost samotného převisu přívěsu [1]. Jedná se o efektivní, avšak bez hydrauliky v praxi téměř nepoužitelný přívěs, bereme-li v potaz sklápění. Cena obdobných řešení se pohybuje kolem 45 000 Kč vč. DPH.



Obrázek 9: Přívěs ZV 27B skl, celková hmotnost 1300 Kg [1]

6 Výňatek z legislativy pro přípojná vozidla

Jakékoliv silniční vozidlo provozované na pozemních komunikacích daného státu, musí splňovat technické podmínky v něm určené. Například v České Republice (člen Evropské Unie) platí Vyhláška Ministerstva dopravy a spojů č. 341/2002 Sb., ze dne 11. července 2002 o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, se řídí předpisy Evropské hospodářské komise (EHK/OSN) a směrnicemi Evropského společenství (EHS/ES). Upravuje nároky na technické zařízení vozidel tak, aby mohla být schválena k provozu na pozemních komunikacích. Jednotlivé paragrafy zaměřující se například na provedení výrobních štítků, spojitelnost vozidel, hluk vozidel, rozměry, a tak dále, jsou uvedeny v následujících podkapitolách.

6.1 Jízdní souprava

U jízdních souprav, jejichž konstrukční rychlost převyšuje $40 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, smí být zapřažené přípojně vozidlo, které nepřevyšuje svou okamžitou hmotností 1,5 násobek okamžité hmotnosti tažného vozidla.

U jízdní soupravy, tvořené vozidly kategorie M či N (motorová vozidla pro přepravu osob či nákladu mající nejméně čtyři kola) s nebrzděným vozidlem kategorie O_1 , musí být provozní hmotnost tažného vozidla „*nejméně dvojnásobkem okamžité hmotnosti přípojněho vozidla, pokud při schválení technické způsobilosti tažného vozidla nebylo stanoveno jinak*“ [a].

Okamžitá hmotnost taženého vozidla nesmí být větší než největší povolená hmotnost přípojněho vozidla (brzděného/ nebrzděného) uvedená v technickém průkazu tažného vozidla.

Jízdní souprava tažená vozidly kategorie M1 („*vozidla, která mají nejvýše osm míst k přepravě osob, nepočítaje místo řidiče, a víceúčelová vozidla*“ [3]) smí připojit přípojně vozidlo kategorie O_1 či O_2 „*o maximální celkové šířce vyhovující podmínce, aby bod činné svítící plochy přední obrysové svítilny tažného vozidla, který je nejbližší rovinně vymežující největší šířku přípojněho vozidla, nebyl dále než 400 mm od této roviny*“ [a].

6.2 Nejvyšší rychlost

Nejvyšší rychlost přívěsů kategorií O_1 a O_2 nesmí překročit $80 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, pokud příslušný schvalovací orgán nestanoví při schvalování daného typu přívěsu jinak. Poměrně hojně je rychlost zvyšována na $100 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, potažmo až na $130 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, za předpokladu použití nápravových tlumičů. Maximální schválená rychlost přípojněho vozidla je vyznačena dle předpisu na zadní části přívěsu příslušnou tabulkou průměru 200 mm (potažmo 150 mm v případě nedostatku prostoru). Maximální povolená rychlost přívěsu je mimo jiné zaznamenána v technickém průkazu vozidla.

6.3 ABS přípojněho vozidla

Pro jízdní soupravu tvořenou mimo jiné přípojným vozidlem kategorie O_1 a O_2 s nájezdovou brzdou nejsou předepsány žádné kombinace. Zpravidla se tedy pro běžné použití systémem ABS nevybavují.

6.4 Hmotnosti

Maximální zatížení jednotlivé nápravy vozidla je 10 t.

Součet celkových hmotností tažného a taženého vozidla nesmí překročit největší technicky přípustnou hmotnost jízdní soupravy, uvedenou v technickém průkazu tažného vozidla.

6.5 Rozměry přípojných vozidel

Legislativou dané maximální vnější rozměry přípojného vozidla kategorie O₁ a O₂ jsou následující:

- šířka je omezena hodnotou 2,55 m
- výška maximálně do hodnoty 4,00 m
- největší povolená délka přívěsu za použití spojovacího zařízení třídy B50-X je limitována délkou 8,00 m.

Maximální délka soupravy tvořené tažným motorovým vozidlem a jedním přípojným vozidlem je 18,75 m.

6.6 Světelná zařízení přípojných vozidel

Dnešní členské státy Evropské unie převzali Směrnice rady z roku 1976, mimo jiné konkrétně 76/756/EHS [5], „o sblížení právních předpisů členských států týkajících se montáže zařízení pro osvětlení a světelnou signalizaci motorových vozidel a jejich přípojných vozidel.“ [4], která nahrazuje všechny dílčí homologace podle předpisů EHK nebo směrnice EHS/ES.

Obecně smí být na vozidle daných kategorií (M, N, O, atd.) používány pouze světelné zdroje a zařízení pro ně schválené, tj. splňují-li podmínky pro onu skupinu dané legislativou, konkrétně Směrnicí rady 76/756 až 76/760/EHS, a zároveň pokud jsou technicky způsobilé dle vyhlášky 341/2002 Sb.

Zařízení produkující světlo je rozděleno na dvě základní skupiny, světlometry a svítilny. Světlomet je využíván k osvětlení pozemní komunikace (zpravidla nevyužíváno u přívěsných vozidel) a svítilna pouze vyzařuje světelný signál. Osvětlení vzadu umístěné registrační tabulky či odrazky se považují za svítilny.

6.6.1 Variace světlometů a svítílen

Za samostatné světlometry nebo svítilny jsou označovány zařízení mající samostatné rozptylové sklo, samostatný světelný zdroj i pouzdro.

Za skupinové světlometry nebo svítilny jsou označovány zařízení mající samostatné rozptylové sklo, samostatný světelný zdroj, ale společné pouzdro.

Za sdružené světlometry nebo svítilny jsou považovány zařízení mající samostatné rozptylové sklo, ale společný zdroj světla i pouzdro.

Sloučenými světlometry nebo svítilnami je rozuměno zařízení, mající samostatné zdroje světla („nebo jediný zdroj světla působící různými způsoby“ [5]), úplně nebo z části společná rozptylová skla a společné pouzdro.

6.6.2 Zpětný světlomet

Jedná se o jeden či dva světlometry u přípojných vozidel určené k osvětlení pozemní komunikace při jízdě vzad (couvání). Umístěny na zádi, výškově v rozmezí 250 mm až 1200 mm nad vozovkou. Variantou provedení může být libovolně skupinový, nesmí být sloučený ani sdružený s jinou svítilnou.

6.6.3 Svítilna směrová

Může být skupinová, sdružená, či sloučená s parkovací svítilnou. Směrová svítilna je oranžové barvy, která při aktivaci upozorňuje ostatní účastníky provozu o zamýšlení změny směru jízdy vlevo či vpravo. Přívěs je na zádi vybaven dvěma směrovými svítilnami, umístěnými na šířku maximálně 400 mm od vnějšího okraje vozidla, výškově 350 mm až 1500 mm od vozovky.

V případě činnosti všech směrových svítilen současně je hovořeno o výstražném signálu, přičemž dané vozidlo „upozorňuje“ na zvláštní nebezpečí pro ostatní účastníky pohybující se po pozemní komunikaci.

6.6.4 Brzdová svítilna

Může být použita jako skupinová, sloučená s parkovací nebo zadní obrysovou svítilnou, avšak nesmí být sdružená. Svítí červenou barvou, zřetelně výrazněji než svítilna obrysová. Přívěs je na zádi vybaven nejméně dvěma brzdovými svítilnami, na šířku nejméně 600 mm od sebe (min. 400 mm při celkové šířce vozidla menší než 1300 mm), výškově 350 mm až 1500 mm od vozovky.

6.6.5 Osvětlení zadní registrační značky

Jedná se o bílé a počtem použitých kusů dostatečné osvětlení registrační tabulky, umístěné na zádi uprostřed či vlevo (zpravidla jsou použity dva kusy svítilen). Provedením může být skupinové s jednou i více svítilnami, či sdružené se zadními obrysovými svítilnami, nikoliv však sloučené.

6.6.6 Zadní obrysová svítilna

Dvě zadní obrysové svítilny od sebe vzdálené nejméně 600 mm. Nejbližší bod svítící plochy od střední podélné roviny vozidla nesmí být od obrysu vozidla vzdálen o více než 400 mm. Na výšku je hodnota rozmezí 350 mm až 1500 mm od vozovky. Provedení může být skupinové, sdružené s osvětlením registrační značky, ale i sloučené s brzdovou, mlhovou, nebo parkovací svítilnou.

6.6.7 Přední obrysová svítilna

Povinná u přípojných vozidel s šířkou přes 1600 mm [5]. U přípojných vozidel jsou na přídi po stranách umístěné celkem dvě přední obrysové svítilny, nejdále 150 mm od vnějšího okraje vozidla, nejnižší 350 mm nad vozovkou, nejvýše 1500 mm.

6.6.8 Zadní mlhová svítilna

Výrazně červená svítilna je v minimálním počtu jednoho kusu umístěna na zádi vozidla, a sice vzhledem k podélné ose vozidla „na straně vozidla protilehlé směru dopravy předepsanému v zemi registrace vozidla“ [5], tj. v ČR na levé straně, pokud je uvažován pohled ve směru jízdy. Minimální vzdálenost mezi mlhovou a brzdovou svítilnou je 100 mm. Výškové rozmezí je 250 mm až 1000 mm nad vozovkou.

6.6.9 Parkovací svítilna

Pro přívěsy je nepřípustné, aby byly opatřeny parkovací svítilnou.

6.6.10 Odrazka zadní, trojúhelníková

Dvě červené trojúhelníkové odrazky směřující vrcholem vzhůru umístěné povinně na zádi části přípojných vozidel ve vzájemné vzdálenosti mezi vnitřními okraji nejméně 600 mm. Na šířku umístěný krajní bod odrazky smí být vzdálený maximálně 400 mm od vnějšího obrysu vozidla. Výškové rozmezí je 350 mm až 900 mm nad zemí.

6.6.11 Odrazka přední, netrojúhelníková

Dvě povinné bezbarvé odrazky umístěné na přední části přípojných vozidel ve vzájemné vzdálenosti mezi vnitřními okraji nejméně 600 mm. Na šířku umístěný krajní bod odrazky smí být vzdálený maximálně 150 mm od vnějšího obrysu vozidla. Výškové rozmezí je 350 mm až 900 mm nad zemí.

6.6.12 Boční odrazka netrojúhelníková

Boční odrazky oranžové barvy jsou povinné u přípojných vozidel po obou stranách a to v takovém počtu, aby byly splněny požadavky délkového umístění: alespoň jedna odrazka upevněná ve střední třetině vozidla, odrazka nejpřednější nejdále ve vzdálenosti 3000 mm od příďe (včetně oje) a odrazka nejzadnější vzdálená maximálně 1000 mm od zádi vozidla. Výškové rozmezí umístění je nejméně 350 mm a maximálně 900 mm (1500 mm u zvláštní nosné konstrukce) nad zemí. Vzdálenost mezi vedlejšími odrazkami je max. 3000 mm.

6.7 Požadavky na konstrukci přípojného vozidla kategorie O₂

Dodatečné zařízení montované na vozidlo musí být bezpečně uchyceno a nesmí přesahovat půdorysný obrys vozidla, s výjimkou zádi vozidla. Hroty či ostré hrany musí být zaobleny poloměrem nejméně 2,5 mm, kromě výjimek daných předpisem EHK č. 26.

6.8 Povinná výbava, doplňková zařízení přípojného vozidla kategorie O₂

V povinné výbavě přípojného vozidla kategorie O₂ je rezervní kolo, neboli náhradní ráfek s pneumatikou předepsaného rozměru, upevněné v držáku tak, aby při demontáži kola nepřesáhla síla k tomu potřebná 490 N.

Dále jedno a více nápravové přívěsy o celkové hmotnosti převyšující 750 kg jsou povinně vybaveny minimálně dvěma zakládacími, lehce přístupnými a dobře uchopitelnými, které musí účinně zajistit stojící vozidlo proti samovolnému pohybu.

6.9 Označení jízdní soupravy s konstrukční v= 30 km/h

V případě, kdy jedno z vozidel jízdní soupravy nepřevyšuje konstrukční rychlost v= 30 km/h, je povinnost označit poslední vozidlo soupravy na zádi nejméně jednou deskou zadního značení pro pomalá vozidla. Označující deska má trojúhelníkový tvar se seříznutými rohy a délkou základny 350 až 365 mm. Specifické zbarvení a rozměry jsou dané homologačním předpisem EHK č. 69. Na výšku je umístěna v rozmezí 250 mm až 1500 mm nad vozovkou.

6.10 Připojení elektroinstalace

K propojení normální (N) 12 V elektroinstalace mezi tažným vozidlem a přívěsem kategorie O je předepsáno použití sedmi, potažmo třináctižilového elektrického vedení se

sedmi, potažmo třináctipólovou zásuvkou na tažném vozidle a tomu odpovídající černou (tmavou) zástrčkou na přívěsu. Zástrčky doplňkové (S) jsou pro rozlišení barvy světlé.

Sedmipólové 12 V normální elektrické spojení je stanoveno technickými normami ISO 3732.

Dnes převážně využívané třináctipólové normální elektrické spojení, 12 V, je stanoveno technickými normami ISO 11446.

V případech, kdy je tažné vozidlo osazeno např. třináctipólovou zásuvkou a přívěs sedmipólovou zástrčkou, využívá se schválené redukční spojky.

6.11 Lapače nečistot

Přípojná vozidla kategorie O₁ a O₂ musí mít kola zakryta kryty kol. U vně postavených kol přívěsů je hovořeno a blatnicích, u kol pod ložnou plochou se jedná o podběhy. Vertikální zakrytí je ohraničeno při provozní hmotnosti maximální vzdáleností 150 mm nad osou kola vůči nejnižší hraně krytu kola. U sklápěcích karoserií je spodní hrana zadní části krytu kola pod středem kola. Zároveň je maximální hodnota výšky nejnižší hrany lapače nečistot stanovena úhlem 20° mezi vozovkou a rovinou protínající bod styku kola s vozovkou a nejnižší hranu lapače nečistot.

6.12 Pneumatiky

Zvolené homologované (neboli schválené) pneumatiky musí svým značením odpovídat požadavkům, tj. například rychlostním či hmotnostním indexem. Hloubka dezénu minimálně 1,6 mm. Přívěsný vozík není motorové vozidlo, proto není stanovený předpis o výměně pneumatik dle ročního období.

6.13 Registrační tabulka

Přípojně vozidlo je výhradně na zadní části opatřeno registrační tabulkou, symetricky na středě či vlevo (strana blíže ke středě vozovky). Prostor pro umístění registrační značky je dán směrnici 70/222 EHS.

Prostor pro umístění registrační značky

Legislativa umožňuje výběr ze dvou rovných ploch pro umístění značky (š x v):

- 520 x 120 mm,
- 340 x 240 mm.

Výškové umístění tabulky je v rozmezí 300 mm (nejnižší hrana značky) až 1200 mm (horní hrana značky) nad vozovkou, dáno směrnici 70/222 EHS.

Rozměry registrační značky

Rozměry registračních tabulek jsou dány zápisem šířka x výška [mm]:

- 520 x 110 mm (osobní automobil, přípojně vozidlo),
- 340 x 200 mm (osobní automobil, přípojně vozidlo),
- 280 x 200 mm (osobní vozidlo).

7 Schvalování jednotlivě vyrobeného silničního vozidla [b]

Je-li hovořeno o jednotlivé výrobě jednoho typu silničního vozidla, které vzniklo dle vlastní konstrukce, za použití typově schválených konstrukčních částí či systémů vozidla, například náprava včetně brzdových segmentů, je možné po legislativním schválení vyrobit maximálně 5 kusů jednoho daného typu vozidla. To vše je stanoveno zákonem č. 56/2001 Sb.

7.1 Získání povolení výroby

Prvním krokem výrobce před samotnou výrobou jednotlivého silničního vozidla je podání písemného požadavku typového schválení na příslušném obecním úřadě obce s rozšířenou působností, tj. v místě bydliště fyzické osoby, či sídla firmy.

Ministerstvo zveřejňuje pro jednotlivé kategorie vozidel tzv. předpisovou základnu, dle které je rozhodováno o typovém schválení. Ve vydaném informačním dokumentu je ministerstvem vymezeno, ze kterých technických postupů či požadavků lze při schvalování technické způsobilosti jednotlivě vyrobeného vozidla udělit výjimky, vyjma technických požadavků týkajících se brzd, hluku, emisí škodlivin či elektromagnetické kompatibility.

Žádoucím faktem je tedy použití homologované nápravy, dle potřeby dovybavené brzdovým zařízením, a to nejen v kolech, ale i včetně samotného mechanického nájezdového přípojného zařízení, dále se jedná o homologované světelné zařízení, či pneumatiky, potažmo celá kola. V případě svarového spojení je zapotřebí dokládat platné svářečské doklady svářeče.

7.2 Obsah písemné žádosti povolení výroby

Požadavek ke schválení jednotlivě vyrobeného vozidla zahrnuje následující dokumenty:

- v případě žádosti právnické osoby jsou předloženy údaje obchodní firmy, sídlo a identifikační číslo. U podnikatele jde o jméno a příjmení, včetně údajů obchodní firmy. U fyzické osoby se jedná o uvedení jména a příjmení, rodné číslo a místo trvalého pobytu, popřípadě místo povoleného pobytu,
- dále kategorii a druh vozidla,
- účel použití silničního vozidla,
- způsob, kterým bude zajištěna garance a pozáruční servis.

Doklady přiložené k žádosti obsahují následující:

- ověřenou kopii listiny o založení právnické osoby výpisem z obchodního rejstříku, či u fyzické osoby jakožto podnikatele ověřenou kopii živnostenského oprávnění,
- technický popis vozidla, rozsahem odpovídající údajům uvedeným v technickém průkazu vozidla, včetně předpokládaných údajů provozních jízdních vlastností,
- výkres sestavy vozidla, včetně rozměrů a hmotností,
- návod k obsluze a údržbě,
- osvědčení či dokumenty o schválení typu použitých unifikovaných a typově schválených komponentů.

7.3 Vydání rozhodnutí o technické způsobilosti

Schválení technické způsobilosti vydává obecní úřad obce s rozšířenou působností, který vydal povolení k výrobě jednotlivého silničního vozidla. Je posuzována shoda vlastností vyrobeného vozidla „s požadavky stanovenými prováděcím právní předpisem“ [b].

Na žádost o schválení technické způsobilosti jednotlivě vyrobeného silničního vozidla se vztahuje [b] žádost z kapitoly 7.2, k níž je přiložen technický protokol vydaný zkušební stanicí technické kontroly, deklarující shodnost vozidla jakožto celku s požadavky uvedenými v rozhodnutí o povolení výroby.

Lhůta pro vydání rozhodnutí je 60 dnů. V případě kladného rozhodnutí je úřadem vydán technický průkaz silničního vozidla, na jehož základě, po sjednání povinného ručení, je vydána registrační tabulka.

8 Specifikace požadavků

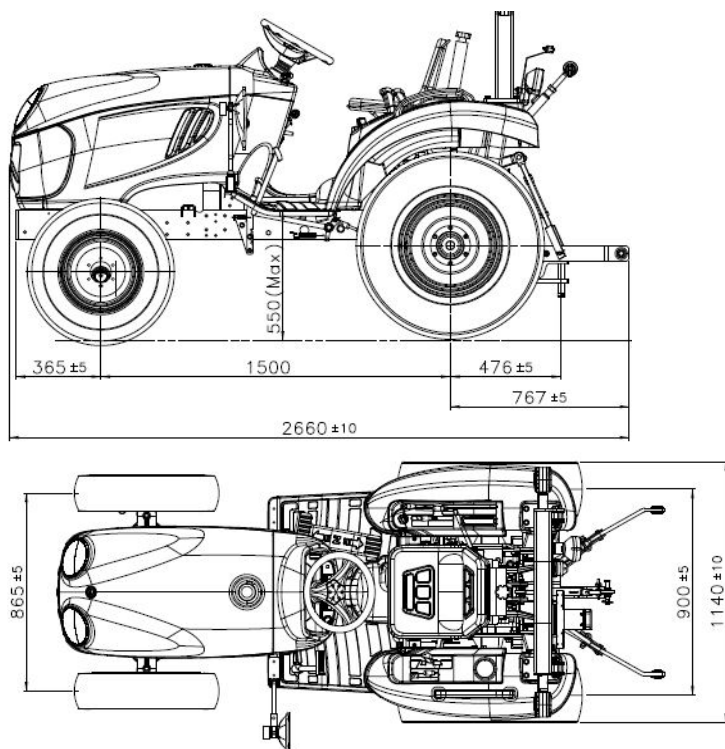
V požadavcích zadavatele na konstrukci víceúčelového vozíku za osobní automobil je kladen důraz na možnost přepravy komunálního malotraktoru L2020HST (J23HST), jehož celková hmotnost, dle evropské homologace TÜV Rheinland, činí 766 kg [1]. Nejen dle tohoto údaje o hmotnosti je zadavatelem navrhována celková hmotnost vozíku nejvýše 1450 kg.

Aby mohl být zkonstruovaný vozík právem nazýván víceúčelovým, jsou stanoveny další možné požadavky na využitelnost přívěsu. Přeprava čtyřkolky je samozřejmostí, jelikož rozvor náprav či šíře stroje je přinejmenším srovnatelná s uvedeným malotraktorem, co se hmotnosti týká, je výrazně nižší. U nejtěžších čtyřkolek se řádově nachází hodnota provozní hmotnosti mezi 300 až 400 kg [7]. V případě přepravy sypkého materiálu, dřeva, či jiných stavebních potřeb, je kladen důraz na příčný a podélný posuv, jež je prvotně usměrněn použitím předního čela, zadního čela a bočnic. Druhotný zádržný systém je dle potřeby použit v kombinaci popruh / zádržné oko, pro přepravu soudržného materiálu.

8.1 Rozměrový požadavek

Důležitým aspektem je rovněž optický soulad tažného a přípojného vozidla, tedy přiblížení se podélné rovinné symetrii soupravy, tvořené osobním automobilem a přívěsem.

Dále možnost odstavení přípojného vozidla do krytého stání, či prefabrikované garáže, standardních půdorysných rozměrů. Rozměry podstavy jsou přibližně 5800 x 3000 mm [6]. Tento rozměr limituje vnější rozměry přívěsu. Vnější rozměry malotraktoru 2660 x 1190 mm, potažmo čtyřkolky 2388 x 1168 mm [7], jsou naopak stěžejním údajem pro volbu vnitřních rozměrů přívěsu.



Obrázek 10: Malotraktor J23HST

8.2 Požadavek hmotnosti a řídičského oprávnění

Požadovaná přeprava téměř osmisetkilogramového stroje posouvá konstrukci vozíku do kategorie přípojných vozidel O₂, viz. kapitola 4.1.

Dle stanovené celkové hmotnosti přívěsu (do 1450 kg), a požadovaného transportu malotraktoru (766 kg), je pro navržení konstrukce určena limitní hodnota pohotovostní hmotnosti vozíku na 680 kg.

Maximální hodnota dané celkové hmotnosti přívěsu (1450 kg) je stanovena dle následujících parametrů:

- minimální nosnost 766 kg, přičemž pro tažení přípojného vozidla o celkové hmotnosti převyšující 750 kg, je dle legislativy zapotřebí řídičské oprávnění skupiny B+E, viz kapitola 4.2,
- na základě informací z motoristických webů je zvoleno nejběžněji používané vozidlo střední třídy v ČR, ŠKODA OCTAVIA II 2.0 TDI [8], jehož celková hmotnost činí 2010 kg [9], tedy po odečtu od 3500 kg celkové hmotnosti soupravy zbývá pro skupinu řídičského oprávnění B+E tažení přípojného vozidla o celkové hmotnosti 1490 kg, tedy maximální zvolená hodnota 1450 kg je v normě. Pokud by souprava přesáhla hodnotu 3500 kg, bylo by zapotřebí řídičského oprávnění na vozidla nad 3.5 tuny, včetně přípojného vozidla, tedy C+E.

8.3 Požadavek spřažení soupravy

Využitelnost přívěsného vozíku stoupne v žebříčku hodnot ve chvíli, kdy je malotraktor přepraven z místa A do místa B. V tuto chvíli je vozík zapojen do soupravy s malotraktorem, jež je opatřen spojovacím zařízením třídy A50-X, shodným s osobním automobilem.

U soupravy složené z typově schváleného malotraktoru a vozíku se předpokládá provoz i na pozemní komunikaci, je tedy zapotřebí osadit vozík dle legislativy tak, aby mohl být tažen po pozemní komunikace pomalu pohybujícím se vozidlem, traktorem. Mimo zpevněné komunikace by však neměl být limitován malou světlou výškou.

8.4 Požadavek přepravy rozměrného nákladu

Mimo transport komunálního malotraktoru, který může být mimo jiné osazen předními a zadními hydraulickými rameny, kdy celková délka traktoru naroste na přibližnou hodnotu 2950 mm, by byla vhodná možnost transportu dlouhého nákladu, například trámů, které v případě souosého naložení s ojí nezabraňují v průjezdu soupravy zatáčkou. To je možné pouze tehdy, jsou-li čela sklopná, či při elegantním řešení zcela odnímatelná.

8.5 Požadavek naložení, složení

Samotnému transportu vždy předchází naložení/ vyložení, respektive nájezdu/ sjezdu břemene či stroje. Nyní řečené úkony by měly být co nejefektivnější, komponenty k tomu určené snadno a rychle použitelné, zároveň levné a skladné.

8.6 Požadavek výbavy a bezpečnosti

Legislativa, zmíněná v kapitole 6 upravuje požadavky například na označení vozidel, osvětlení atd.. Důležité je zmínit rezervní kolo a nejméně dva zakládací klíny.

Ve výbavě by nemělo scházet přídavné podpěrné přední kolečko pro usnadnění přemístění samostatného vozíku, či dvojice zadních postranních opěrných bodů nastavitelných v horizontálním směru, použitelných zejména při nakládání, či odstavení naloženého nezapojeného přívěsu, kdy je zajištěna bezpečnost proti převážení do všech směrů.

Mechanicky ovládaná brzda s možností uvedení do provozu u samovolně stojícího přípojného vozidla a tlumiči kmitů osazená náprava též souvisí s požadavkem bezpečnosti.

8.7 Požadavek výroby a údržby

S výrobou je vždy úzce spjatá cena, i v tomto případě je požadováno minimálních nákladů na výrobu, avšak ne na úkor kvality, se kterou po dobu užívání přichází na řadu údržba a náklady na údržbu nejen u spotřebních součástí.

V potaz je vzata předpokládaná výroba 1 až 2 kusů, výroba či nákup speciálních přípravků a strojů tedy není vhodná. Naopak použití normalizovaných součástí je vzhledem k následné údržbě výhodou.

Samozřejmostí je odolnost vůči korozi a stárnutí materiálu na trhu běžně dostupných komponentů.

8.8 Požadavek ekologický

Ekologická nezávadnost použitých komponentů či materiálů je v žebříčku uvedených hodnot mezi prvními. Součástky, u nichž je zvýšená náchylnost na opotřebení a výměnu, volit z cenově dostupných a pokud možno recyklovatelných materiálů.

8.9 Zhodnocení požadavků

Z výše uvedených požadavků lze přímo bez jakékoliv výběrové metody usoudit nutnost použití brzděné nápravy, mechanicky ovládané, z hlediska schválení unifikované. Podobná úvaha týkající se homologovaných součástí náleží označení a osvětlení přívěsu. Dle rozměrového požadavku, kapitola 8.1, je pro následnou konstrukční činnost volena optimální délka ložné plochy přibližně 3000 mm a unifikovaný mechanismus spřažení s tažným vozidlem, opatřený mechanickým systémem nájezdové brzdy pro nejméně 1300 kg celkové hmotnosti přívěsu. Dále vyplývá nutnost použití bočnic a sklopných čel.

9 Navržení a zhodnocení dílčích variant řešení

Za účelem navržení jakéhokoliv, byť modifikovaného či zcela nového funkčního celku, je vhodné zpracovat více variant řešení.

Dle stanovených požadavků a získaných poznatků při průzkumu trhu jsou navrženy následující možnosti řešení konstrukce víceúčelového vozíku, z nichž je po vyhodnocení vybrána ta nejvhodnější.

Pro návrh dílčích variant je využito přehledné a stručné orgánové struktury znázorněné v morfologické matici.

V tabulce 1 jsou zvoleny dílčí funkce systému a jim přiřazené možnosti realizace, neboli funkční principy (nositelé funkcí). Jednotlivé varianty řešení poté vyplývají z vhodných kombinací funkčních principů. Vzniklé varianty jsou následně bodově ohodnoceny dle vybraných kritérií a míry splnění požadavků. Výsledná suma s nejvyšší hodnotou jednoznačně určuje nejlepší koncepci řešení.

9.1 Morfologická matice

Dílčí funkce		Funkční principy - nositelé funkcí			
		1	2	3	4
1	Použitá náprava	S malými koly- pod ložnou plochou	S velkými koly- vně ložné plochy	S velkými koly- pod ložnou plochou	
2	Osa čepu sklápění	Osa sklápění na zadním konci rámu	Osa sklápění před zadním koncem rámu	Bez sklápění	
3	Pohon sklápění nástavby	Elektrický	Hydraulický agregát	Ruční hydraulický agregát HAR 18	Bez pohonu sklápění
4	Hydromotor sklápění	Teleskopický hydromotor HZR 25	Přímočarý hydromotor PCH 25-C	Bez hydromotoru	Jiný hydromotor
5	Umístění hydromotoru	Před nástavbu	Pod nástavbu svisle	Pod nástavbu pod úhlem	Bez hydromotoru
6	Zajištění zavěšené korby	Pouze hydromotorem	Uzávěr se stavitelným třmenem	Uzávěr s plotýnkou, „karhák“	Bez zajištění
7	Zadní čelo	Výklopné, panty pevné	Výklopné a odnímatelné	Pouze odnímatelné	
8	Přední čelo	Pevné	Výklopné a odnímatelné	Výklopné, panty pevné	Pouze odnímatelné
9	Bočnice	Pevné	Odnímatelné	Bez bočnic	
10	Materiál bočnic	Hliník	Vodovzdorná řecližka	Palubky	Prkna
11	Rezervní kolo	Ve předu na oji	Na boku nástavby	Za nápravou pod podlahou	Před nápravou pod podlahou
12	Nájezdy	Externí nájezdy	S nájezdy, se sklopnou nástavbou	Zadní čelo jako nájezdová rampa	Pouze sklopná nástavba

Tabulka 1: Morfologická matice

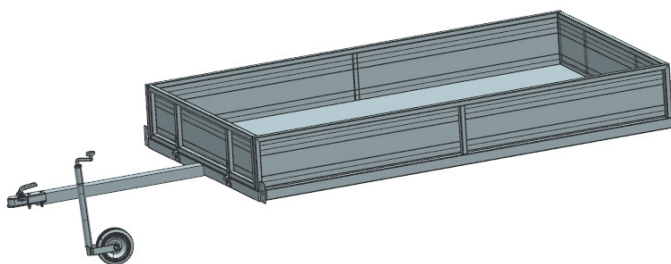
9.2 Popis navržených variant řešení

9.2.1 Varianta I (červená)

První navržená varianta je tvořena jedním rámem obdélníkového půdorysu ložné plochy spojeného s ojí typu profilu jákl, dále nápravou s malými koly, konkrétně o průměru 10 palců, umístěnými pod ložnou plochou. Vzhledem k nízko položené nakládací hraně je přívěs bez mechanismu sklápění, avšak s výklopnými čely a odnímatelnými bočnicemi, což umožňuje vytvoření tzv. plata, určeného i pro převoz předmětů s rozměrnou plochou podstavu. Bočnice i čela jsou hliníkové profily, v rozích vhodným mechanismem vzájemně propojené.

Nevýhodou navržené koncepce je malá světlá výška, vlivem použité nápravy a kol, tomu odpovídající servisní finanční náročnost a nutnost použití externích nájezdů pro přepravu malotraktoru.

Výhodou je šířka ložné plochy a hmotnost celku, který je tvořen jedním jednoduchým rámem a ojí.



Obrázek 11: Návrh řešení varianty I

9.2.2 Varianta II (zelená)

Základ druhé varianty je složen ze dvou nad sebou umístěných ráků. Spodní rák je tvořený dvojicí rovnoběžných U profilů, které jsou v určitém místě ohnuty, tudíž přechází v tzv. „V“ oj, která je přibližně v 1/2 vyztužená příčnicí vhodného tvaru, jákl, který je primárně určen k vytvoření spodního bodu uchycení hydromotoru. Naopak druhý příčnicí umístěný na samotném konci rovnoběžných profilů nese konstrukční celek navržený pro mechanismus sklápění, k němuž je přes dva postraní čepy uchycen druhý rák, svrchní, tvořený žebřinovou konstrukcí, dle potřeby dodatečně vyztuženou. První příčná výztuha disponuje horním uložením hydromotoru. Osa sklápění svrchního ráku je umístěna v druhé polovině, aby při úplném vysunutí zvoleného hydromotoru dosedl rák na vozovku. Mezi dvěma ráky pod úhlem uložený hydromotor v zasunuté poloze svými rozměry a uložením neomezuje světlost, ale zároveň ve svislém směru vyvine dostatečnou sílu pro nadzdvihnutí nástavby včetně nákladu. Svrchní rák lze velmi zjednodušeně považovat za nosník na dvou podporách s převislým koncem, což významně napomáhá při sklápění. Ručně ovládaný hydraulický agregát vyzdvihuje jeho malá hmotnost, bezporuchovost a malé rozměry, bez potřeby externího čerpadla.

Na úkor výšky nákladové hrany jsou použita kola velikosti R13, vhodné nosnosti, umístěná vně ložné plochy. Tato koncepce bohužel směřuje k pevným bočnicím a užší ložné ploše. Použití dvou ráků zvyšuje provozní hmotnost a náklady na výrobu.

Výhodou je naopak světlá výška přívěsu, dále pod vodovzdornou deskou ložné plochy vhodně umístěný hydromotor, čímž vzniká vpředu nad ojí volný prostor pro sklopné, či zcela odnímatelné, přední čelo. Zadní čelo, též odnímatelné, slouží mimo jiné jako nájezdy.

Rezervní kolo upevněné k podlahové překližce modifikovaným držákem z vozů francouzské značky, například Peugeot 309, je za účelem posunutí těžiště umístěno v zadní části přívěsu tak, aby nebránilo sklápění.



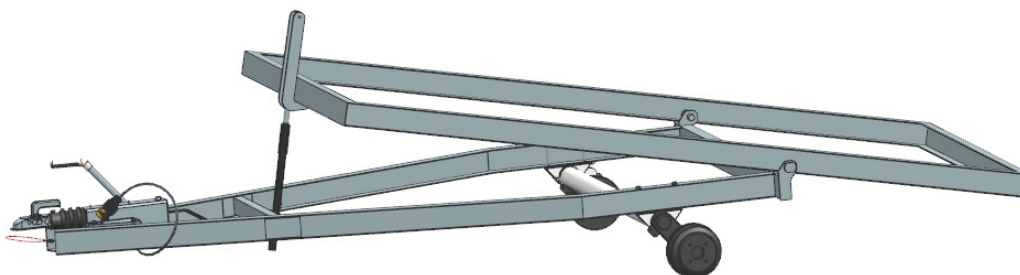
Obrázek 12: Návrh řešení varianty II

9.2.3 Varianta III (modrá)

Vychází konstrukcí dvou rámců z varianty II, ale s rozdílným umístěním hydromotoru jiného typu, a to před nástavbou, s horním uložením ve speciálním háku, ve výšce přibližně 2/3 čela. Hydromotor je umístěn téměř ve svislé poloze, kde nezbyvá dostatek horizontálního místa, tomu odpovídá použití teleskopického hydromotoru HZR 25.

Standardní kola o velikosti R13 umístěná pod ložnou plochou umožňují výjezd i mimo nezpevněné cesty, avšak zvyšují nakládací hranu ložné plochy. Nevýhodou III. varianty je dále nemožnost sklopení předního čela. V případě vyjmutí by ve středu vozíku stále zůstal mechanismus sklápění, z tohoto důvodu je pevné. Rezervní kolo umístěné před nápravou zvyšuje hodnotu svislého zatížení tažného zařízení a posouvá těžiště celku nevhodně směrem dopředu. Již samotná hydraulika vytváří na přídi svislé zatížení v řádech kilogramů. Náhradní kolo lze vyjmout po sklopení nástavby. Bočnice tvořené palubkami jsou lehké, ale jejich životnost a tuhost je nevyhovující, proto je při nájezdu stroje na vyklopený přívěs zapotřebí krátkých externích nájezdů.

Zadní čelo a bočnice jsou odnímatelné, to představuje výhodu při transportu rozměrnějšího soudržného nákladu.



Obrázek 13: Návrh řešení varianty III

9.3 Zhodnocení a výběr optimální varianty

Zhodnocení tří navržených variant a následný výběr nejvhodnější z nich je proveden dle zvolených kritérií, například z pohledu použité techniky, či pohledem na dílčí hmotnosti. Důležitým kritériem v tomto případě není náročnost výroby, jelikož je předpoklad výroby od 1 do 2 kusů, bez přípravků a speciálních strojů, bude výroba téměř v každém případě náročnější a z velké míry ruční prací. Velkou váhu však získává výsledná manipulace s nákladem (např. nájezd, sjezd, odnímatelná a sklopná čela), údržba celku (např. pneumatiky, díly brzdového ústrojí) či opravitelnost. Je samozřejmě snadnější a cenově dostupnější oprava poškozené dřevěné (kompozitní) bočnice, nežli hliníkového profilu.

Jednotlivé varianty jsou dle kritérií bodově ohodnoceny od 1 do 3 bodů (čím vyšší číslo, tím lepší postavení oproti konkurenční variantě). Jednotlivým kritériím je přiřazena váha od 1 do 4 (čím vyšší číslo, tím vyšší váha). Vhodným součtem dílčích násobků dostáváme výslednou sumu, kde nejvyšší suma odpovídá zvolené variantě řešení.

Varianta	Kritérium								Σ	Pořadí
	Cena	Provozní hmotnost	Užitečná hmotnost	Výroba	Údržba	Manipulace s nákladem	Opravitelnost	Stabilita		
I	3	3	3	3	1	1	1	2	40	3.
II	2	2	2	2	3	3	3	3	59	1.
III	2	2	1	2	2	2	3	1	40	2.
Váha (4-1)	2	1	3	1	4	4	3	4	-	-

Tabulka 2: Výběr optimální varianty

Posouzení výsledku

Z výsledků rozhodovací analýzy je z hlediska nastavených kritérií vyhodnocena jako nejvhodnější varianta číslo II (zelené barvy). Bodový předstih oproti dvěma konkurenčním variantám je o 1/3 vyšší a výsledek tak jednoznačný.

Na druhé příčce v žebříčku výběru se setkaly obě dvě zbylé varianty se stejným počtem bodů. Nicméně zadaným požadavkům, uvedených v kapitole 8, lépe odpovídá varianta č. III, a proto byla posunuta na druhou příčku.

Třetí příčku obsadila varianta číslo I, především z důvodu absence sklopného mechanismu, malé světlé výšky podvozku nad vozovkou a nákladnějšího provozu z hlediska opravitelnosti a údržby, byť na výrobu je variantou nejlevnější.

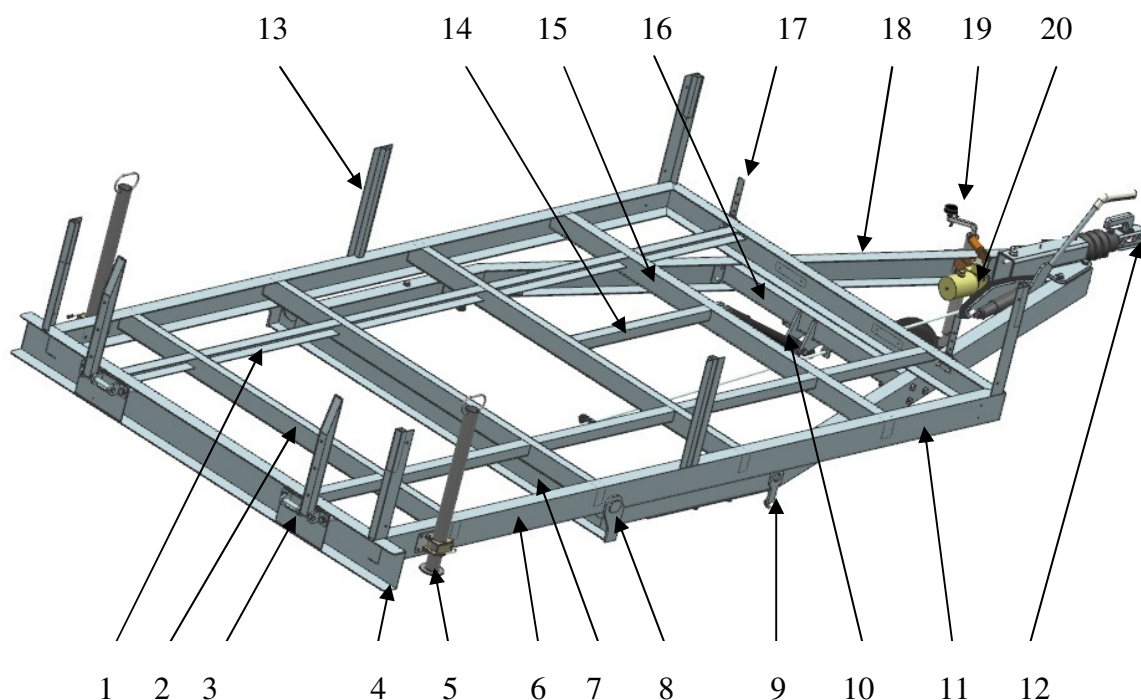
10 Návrh víceúčelového vozíku

Konstrukce jakéhokoliv vozidla je obecně velmi náročná, jelikož každé vozidlo je majitelem provozováno za odlišných podmínek a specifickým způsobem přístupu k věci jako takové, mnohdy dokonce návod k obsluze představuje pouze zapomenutý kus papíru.

Provoz daného celku vozidla nelze zabezpečit bez lidské přítomnosti, proto samotné analytické či MKP výpočty (simulace) jsou podloženy znalostmi získanými testováním předchozích modelů, či již funkčních bezporuchových konstrukcí. Průzkum trhu je při návrhu konstrukčního celku nezbytný.

V průběhu následujícího textu je navržena konstrukce víceúčelového vozíku, varianty číslo II, za osobní automobil. Pokud není uvedeno jinak, je rám nástavby vytvořen z běžně dostupných profilů z oceli S235JR [15].

10.1 Představení konstrukce



Obrázek 14: Konstrukce navrženého rámu

- | | |
|-----------------------------------|--|
| 1 - Podélná výztuha rámu nástavby | 11 - Podélný profil nástavby |
| 2 - Příčná výztuha rámu nástavby | 12 - Nájezdová brzda [IV] |
| 3 - Pant zadního čela | 13 - Sloupek bočnice |
| 4 - Vyztužený zadní příčný profil | 14 - Výztuha - ukotvení pístnice |
| 5 - Opěrná noha zadní | 15 - Zesílený příčný profil nástavby |
| 6 - Nástavba | 16 - Příčný profil oje, ukotvení válce |
| 7 - Zadní příčný profil oje | 17 - Pant předního čela |
| 8 - Čep sklápění nástavby | 18 - „V“ oj |
| 9 - Držák tlumiče nápravy | 19 - Opěrné kolečko |
| 10 - Hydromotor | 20 - Ruční čerpadlo |

10.2 Výběr homologovaných komponentů ovlivňujících konstrukci

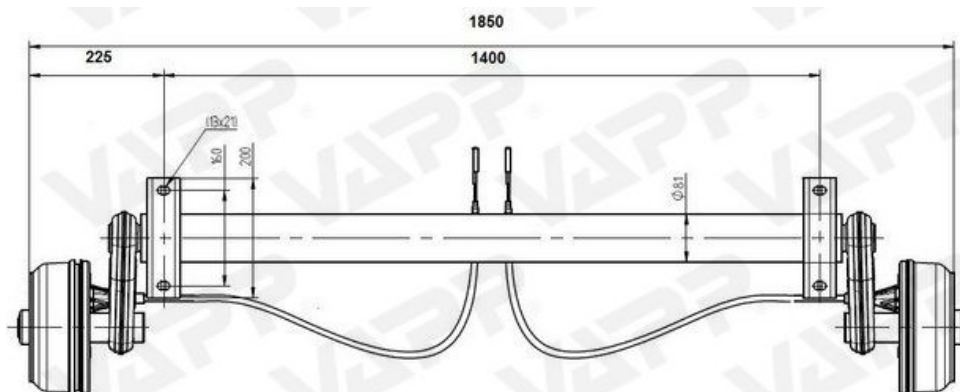
Unifikované komponenty ovlivňující rozměry samotného rámu jsou především pneumatiky, disky, náprava včetně brzdového ústrojí a jí odpovídající spojovací zařízení. 3D modely těchto unifikovaných komponent, včetně blatníků, jsou poskytnuty Ing. Tomášem Peleškou [IV].

10.2.1 Náprava

Při výběru nápravy je kladen důraz na celkovou vnější šířku vozíku, přibližně odpovídající šířce tažného vozidla, průměrná hodnota 1800 mm [10], zároveň minimální šířka ložné plochy 1300 mm a zatížitelnost od 1000 do 1500 kg.

Dle navrhovaných příčných rozměrů je zvolena náprava se vzdáleností kotvících bodů 1400 mm, to odpovídá šířce s koly přibližně 1900 mm. Z hlediska šířky a zatížení jsou na výběr dvě provedení od světoznámé firmy Knott, první s nosností 1500 kg a druhá 1300 kg. Cenový rozdíl zvolených náprav je však téměř dvojnásobný. Montážní rozměry jsou stejné. Vzhledem k ceně je zvolena náprava se zatížitelností 1300 kg. Lze kdykoliv zpětně změnit za dražší.

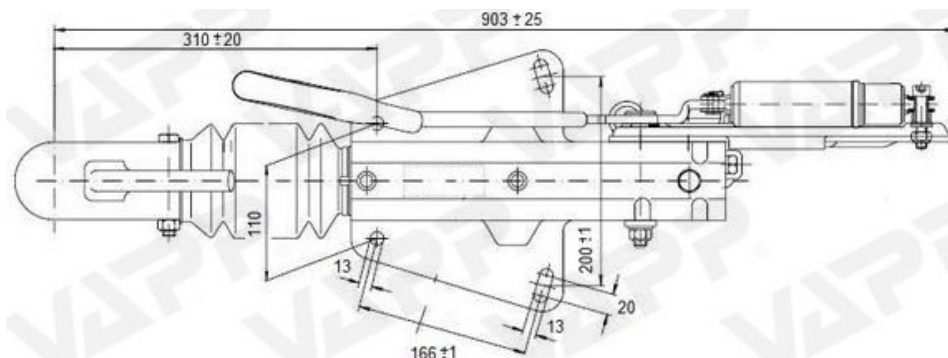
Uchycení k rámu zajišťují čtyři šrouby M12 dle rozměrů viz. obr. 15. Rozteč šroubů pro upevnění disku kola je 5 x 112mm, na přání zákazníka k dodání i s roztečí 4 x 100 mm.



Obrázek 15: Náprava KNOTT GB 13, b=1400 mm [14]

10.2.2 Spojovací zařízení přívěsu

Jelikož je spojovací zařízení spojeno s brzdami osazenými na nápravě, musí být zvolena i nájezdová brzda (spojovací zařízení) stejného výrobce, Knott. Na výběr jsou opět dvě varianty, pro 1300 kg celkové hmotnosti přívěsu, popřípadě 1700 kg. Cenový rozdíl je zanedbatelný a montážní rozměry jsou totožné.



Obrázek 16: Nájezdová brzda KNOOT KF 13 C [14]

10.2.3 Kola

Dle navrhované konstrukce s koly vně ložné plochy je vhodné zvolit úzké pneumatiky a ráfek vhodné velikosti, potažmo nosnosti. Dle dvou navrhovaných náprav, v rozmezí zatížení 650 až 750 kg pro jedno kolo.

Vyhovující jsou kola s ocelovým diskem a roztečí děr pro šrouby 5 x 112 mm, s pneumatikami rozměru 165 R13 C 96N, s nosností jednoho kola 710 kg [14].

10.3 Obecný návrh profilů konstrukce rámu

Zpravidla nejčastěji používaným profilem pro výrobu přívěsů je otevřený tenkostěnný profil tvaru „U“. Je vhodný z důvodu úplné přístupnosti všech vnějších ploch pro povrchové úpravy, např. nátěr, žárové zinkování a snadné vzájemné spojení profilů svary, šrouby, či zabudování unifikovaných komponent je v případě U profilu výhodou.

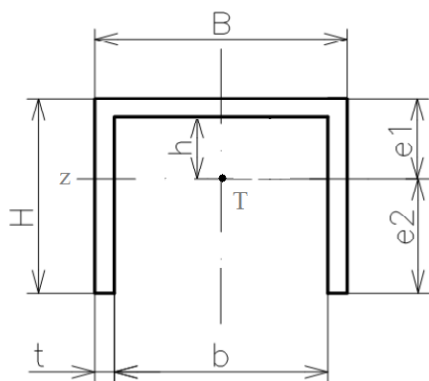
V místech, kde je předpoklad zvýšeného namáhání konstrukce je vhodné U profil vyztužit uzavřením, vzniká tak profil zvaný jákl, obdélníkového či čtvercového průřezu.

Profily přenášející síly na okolní rám, vyvolané hydraulicky ovládaným pístem, jsou z důvodu zvýšeného lokálního i celkového namáhání voleny primárně z profilu uzavřeného; jákl.

Při volbě vnějších rozměrů profilů, tloušťky stěny a celkové délky je mimo jiné využito poznatků získaných při průzkumu trhu stávajících koncepcí. Vozidlo je dynamicky namáhaný celek, podléhající přísným požadavkům na bezpečnost, je tedy vhodné mimo hodnot získaných po navržení konstrukce MKP výpočtem, brát při návrhu v potaz již funkční celky a otestované konstrukce.

„U“ profil využívaný k sestavení rámu je těleso symetrické podél jedné osy procházející těžištěm. Je možné jej umístit s osou směřující vertikálním či horizontálním směrem; obě provedení vykazují za předpokladu výpočtu rozměrově stejných, o 90 ° navzájem potočených profilů, rozdílné výsledky napětí v ohybu.

10.3.1 „U“ profil s vertikální osou symetrie



T - těžiště tělesa	H= 50 mm
e1, e2 - poloha těžiště	B= 100 mm
z - neutrální osa	t = 4 mm
S_i - statický moment průřezu	$h = e1 - e2$
J_z - kvadratický moment pr.	$M_o = 500\ 000\ \text{Mpa}$
W_o - průřezový modul v ohybu	
σ_o - napětí v ohybu	
M_o - ohybový moment	

Obrázek 17: Profil U, vertikální osa symetrie [II]

$$e1 = \frac{\sum S_i \cdot y}{\sum S_i} = \frac{25 \cdot (50 \cdot 4) + 2 \cdot (92 \cdot 4) + 25 \cdot (50 \cdot 4)}{(50 \cdot 4) + (92 \cdot 4) + (50 \cdot 4)} = 14\ \text{mm} \quad (1)$$

$$e2 = \frac{B}{2} = 50\ \text{mm} \quad (2)$$

$$J_z = \frac{1}{3} (B * e_1^3 - b * h^3 + 2 * t * e_2^3) = 1/3 * (100 * 14^3 - 92 * 10^3 + 2 * 4 * 36^3) \quad (3)$$

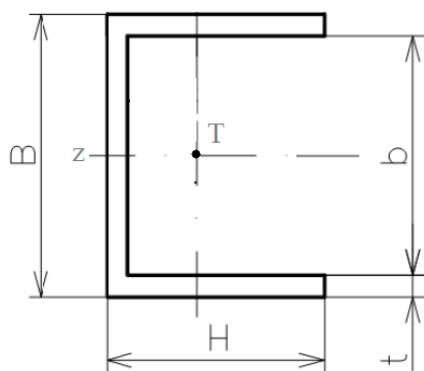
$$J_z = 185216 \text{ mm}^4$$

$$W_o = \frac{J_z}{e_1} = \frac{185216}{14} = 13229 \text{ mm}^3 \quad (4)$$

$$W_o = \frac{J_z}{e_2} = \frac{185216}{36} = 5145 \text{ mm}^3 \Rightarrow \text{minimální, použijí pro výpočet } \sigma_o \quad (5)$$

$$\sigma_{oI} = \frac{M_o}{W_o} = \frac{500000}{5145} = 97 \text{ MPa} \quad (6)$$

10.3.2 „U“ profil s horizontální osou symetrie



T - těžiště tělesa

z - neutrální osa

J_z - kvadratický moment pr.

W_o - průřezový modul v ohybu

σ_o - napětí v ohybu

M_o - ohybový moment

H= 50 mm

B= 100 mm

t = 4 mm

$M_o = 500\ 000$ MPa

k = H - t

b = B - 2t

Obrázek 18: Profil U, horizontální osa symetrie [II]

$$J_z = \frac{HB^3 - kb^3}{12} = \frac{50 * 100^3 - 46 * 92^3}{12} = 1181696 \text{ mm}^4 \quad (7)$$

$$W_o = \frac{HB^3 - kb^3}{6B} = \frac{50 * 100^3 - 46 * 92^3}{6 * 100} = 23634 \text{ mm}^3 \quad (8)$$

$$\sigma_{oII} = \frac{M_o}{W_o} = \frac{500000}{23634} = 21 \text{ MPa} \quad (9)$$

10.3.3 Vyhodnocení

$$\sigma_{oI} > \sigma_{oII} \quad (10)$$

$$97 > 21$$

V porovnání výsledků napětí v ohybu, je požadována co nejnižší hodnota, je patrný markantní rozdíl, téměř pětinašobek. Zvolené „U“ profily jsou umístovány taky, aby osa symetrie byla horizontálně, viz kapitola 10.3.2.

10.4 Konstrukce oje

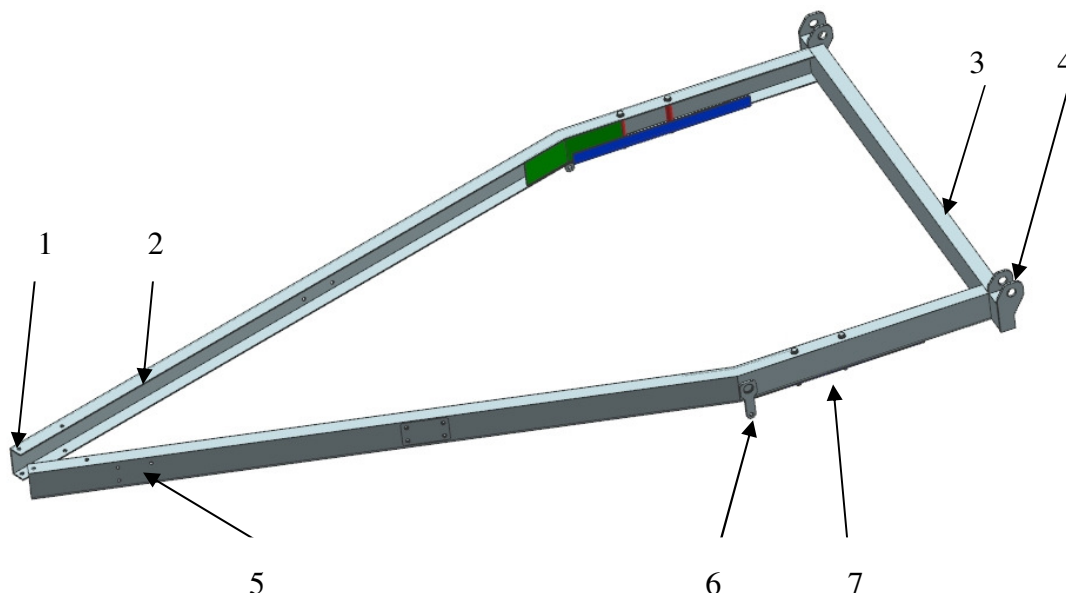
Dle zvolené varianty II a konstrukce obdobně zatěžovaných přívěsných vozíků je navržena „V“ oj, ze dvou podélných otevřených rovnoramenných profilů průřezu U, rozměru 100 x 50 x 4 mm, rozšiřujících se pod úhlem 17° tak, aby počáteční šíře umožňovala přišroubování nájezdové brzdy, ve vertikálním směru posunovatelné po celé výšce rámu (100 mm), pro nalezení optimální výškové polohy. Ve zhruba 2/3 délky jsou podélné profily oje zahnuty do rovnoběžného směru s podélnou osou přívěsu. Šířka zarovnaných (rovnoběžných) podélných profilů odpovídá montážní poloze nápravy, osa děr s roztečí $b = 1400$ mm. Na konci jsou podélníky spojeny a vyztuženy, koutovým svarem přivařeným, příčným profilem stejného průřezu, 100 x 50 x 4 mm. Pro konstrukci podélných profilů oje je doporučeno použít ocel se zvýšenou mezí kluzu, S355JO [17].

V místě ohybu podélného profilu jsou pásnice profilu nejdříve naříznuta, „V“ řez, oj ohnuta a následně svařena „P“ svarem.

Příčný profil je vůči oji rozšířen se záměrem přípravy prostoru pro přivaření pásové oceli s otvorem pro čep sklápění nástavby, viz obrázek 19, odrážka č. 4.

V místě přišroubování nápravy je profil oje uvnitř vyztužen trubkami, $\varnothing 22 \times 4$ mm, skrze které jsou šrouby M12 vedeny. Lokální výtuhla dále uplatnila svou pozici v místě zalomení oje, kde se předpokládá deformace vlivem zatížení, profil je tedy v okolí místa ohybu uzavřen v jákl. Dosedací plocha mezi nápravou a ojí je vzhledem k zatížení velmi malá, předpokládá se v jejím okolí koncentrace napětí. Mezi oj a nápravu je vložen vyztužný profil tvaru „L“ rozměru 55 x 40 x 5 mm a délky $l = 600$ mm který zatížení roznese.

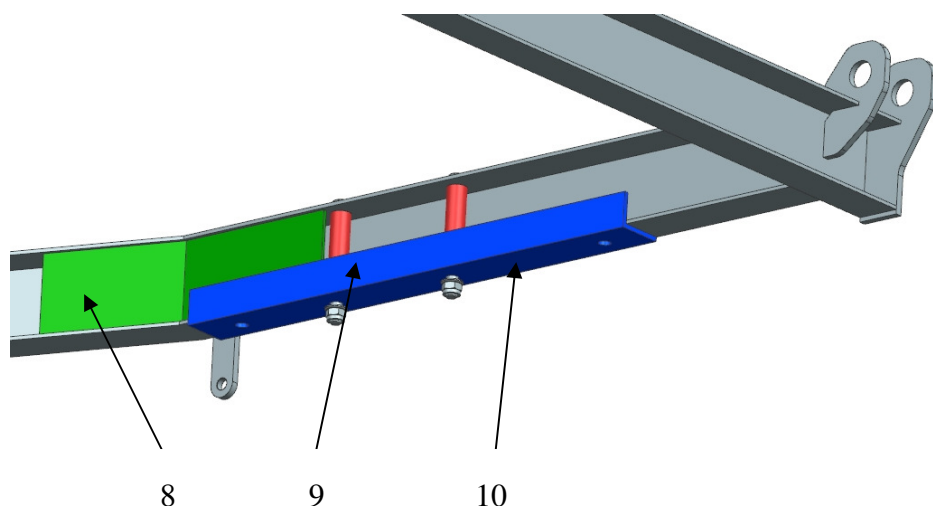
V okolí neutrální osy podélných profilů oje jsou navařeny „nekonečným“ koutovým svarem výpalky z plechu, určené k uchycení tlumičů.



Obrázek 19: Základní rám, oj

- 1 - Otvory k uchycení nájezdové brzdy
- 2 - Podélný profil oje, 100 x 50 x 4 mm
- 3 - Příčný profil oje, 100 x 50 x 4 mm
- 4 - Pásová ocel tloušťky 8 mm, otvory pro čep sklápění nástavby, $\varnothing 30$ H11

- 5 - Otvory pro upevnění opěrného kolečka
- 6 - Uložení tlumiče, pásová ocel tl. 8 mm
- 7 - Předpokládaný prostor pro upevnění nápravy



Obrázek 20: Detail vyztužení oje

8 - Výztuha zlomu oje, pás oceli o tloušťce odpovídající podélnému profilu, 4 mm

9 - Výztuha podélného profilu v místě přišroubování nápravy, trubka $\text{Ø } 22 \times 4 \text{ mm}$

10 - Výztužný profil tvaru „L“ rozměru $55 \times 40 \times 5 \text{ mm}$ a délky $l = 600 \text{ mm}$

10.5 Konstrukce nástavby

Opět dle zvolené varianty II a konstrukce obdobně zatěžovaných přívěsných vozíků je navržena nástavba ve tvaru žebřinového rámu. Tyto svařované konstrukce jsou již řadu let využívány v automobilovém průmyslu.

Žebřinový rám nástavby je svařen převážně koutovými $\frac{1}{2} V$ svary ze dvou hlavních podélných, postranních, otevřených rovnoramenných profilů průřezu U, rozměru $100 \times 50 \times 4 \text{ mm}$, uzavřených vpředu příčným profilem stejného průřezu. Na konci je použito zesíleného „U“ profilu většího rozměru, $140 \times 60 \times 4 \text{ mm}$, z důvodu zástavby registrační tabulky, osvětlení a předpokládané opěry o zem při nájezdu malotraktoru. Zabudované komponenty v otevřeném „U“ profilu jsou chráněny proti poškození a zároveň rozměrově vhodně umístěny, aby splňovaly legislativní nařízení. Po opření zadního zvýšeného příčného profilu o zem se předpokládá zůstatek dostateku místa pro umístění rezervního kola.

Žebřinový rám je podél celé délky v určitých rozstupech vyztužen příčnými profily; jákl $70 \times 40 \times 3 \text{ mm}$. Pouze první příčná výztuha rámu je z profilu zesíleného, jákl $70 \times 50 \times 4 \text{ mm}$, který je dále z důvodu navařených ok k uchycení pístnice hydromotoru opatřen v $\frac{1}{2}$ podélnou výztuhou; jákl $40 \times 40 \times 3 \text{ mm}$.

Na základě primárního určení přívěsu k přepravě komunálního malotraktoru, o provozní hmotnosti téměř 800 kg, je celý rám vyztužen podélnými „U“ profily s roztečí podélných os profilů odpovídající rozchodu kol malotraktoru. Dochází tak nejen k celkovému zlepšení tuhosti rámu, ale zároveň k vyztužení podlahy přívěsu, která je obzvláště při jízdě, při působení dynamických účinků, extrémně namáhána a mohlo by dojít k jejímu prolomení.

Hlavní podélníky jsou ve zhruba $\frac{2}{3}$ své délky provrtány a do vzniklého otvoru $\text{Ø } 43 \text{ mm}$ je navařena trubka $\text{Ø } 42,4 \times 6,2 \text{ mm}$, určená k propojení sklopné nástavby a rámu oje, skrze navržený čep vlastní výroby.

Trubka je vyrobená z běžně dostupného polotovaru [15]:

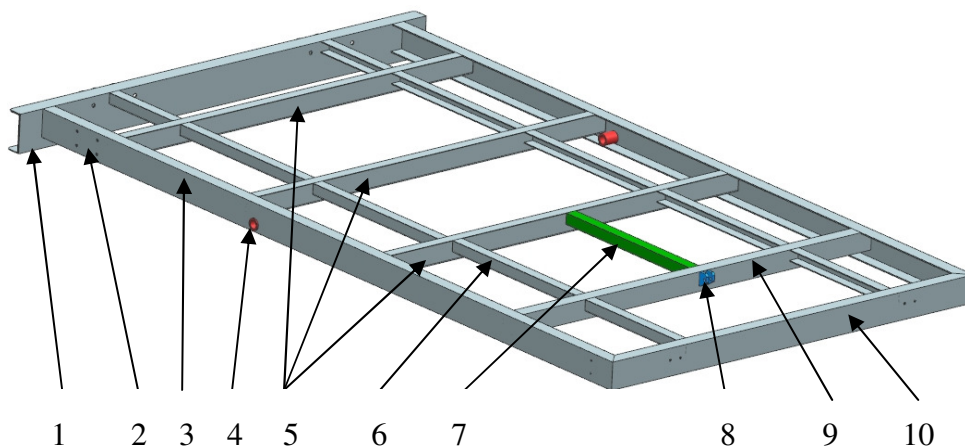
- trubka bezešvá hladká kruhová
- z oceli 11 353,
- ČSN 42 5715.01,
- vnější a vnitřní povrch okujený.
- rozměru polotovaru 42,4 x 7 mm,

Zvolený polotovar trubky je nezbytné na potřebný rozměr obrobit:

- zaříznout pásovou pilou na délku $l = 64$ mm,
- na soustruhu srovnat čela na požadovanou délku $l = 60$ mm, a srazit vnitřní hrany $1 \times 45^\circ$,
- průměr polotovaru 28,4 mm vyvrtat na soustruhu vrtákem $\varnothing 29,3$ mm,
- vyhrubovat výhrubníkem na $\varnothing 30$ H11,
- díru dokončit výstružníkem $\varnothing 30$ H11.

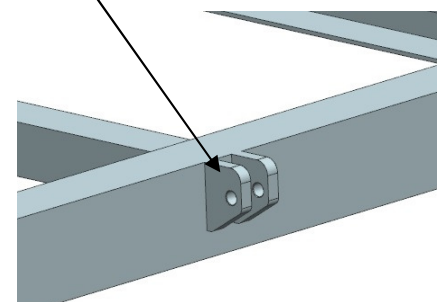
Vlivem podélného a obvodového přivaření trubky k rámu dojde ke stažení, proto po přivaření otvor trubky vystružit zámečnickým výstružníkem $\varnothing 30$. Dále při následné povrchové úpravě, například žárovým zinkováním, použít ucpávky.

Pokud není uvedeno jinak, je rám nástavby opět vytvořen z běžně dostupných profilů z oceli S235JR [15].



Obrázek 22: Sklopná nástavba rámu přívěsu

- 1 - Zadní příčný profil, 140 x 60 x 4 mm
- 2 - Prostor pro upevnění opěrné nohy
- 3 - Podélný „U“ profil, 100 x 50 x 4 mm
- 4 - Trubka sklápění, $\varnothing 42,4 \times 6,2$ mm
- 5 - Příčný jákl, 70 x 40 x 3 mm
- 6 - Podélná výztuha („U“ profil), 40 x 40 x 3 mm
- 7 - Podélná výztuha zesíleného příčníku k upevnění hydromotoru, jákl 40 x 3 mm
- 8 - Upevnění pístnice hydromotoru sklápění, díra $\varnothing 10$ H8
- 9 - Příčná výztuha rámu, zesílený profil, jákl 70 x 50 x 4 mm
- 10 - Příčný „U“ profil, 100 x 50 x 4 mm



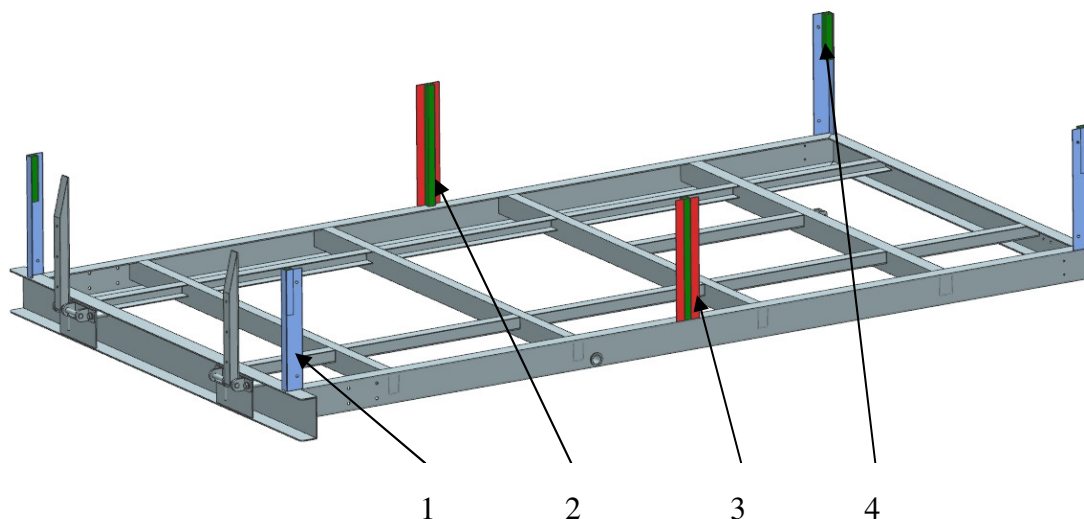
Obrázek 21: Detail horního uložení pístu

10.6 Konstrukce upevnění bočnic

Materiálem bočnic je mimo jiné pro dobrou zpracovatelnost, dostupnost a snadnou vyměnitelnost zvolena foliovaná březová vodovzdorná překližka tloušťky 15 mm. Výška bočnic je dle konkurence, 300 až 400 mm, zvolena vyšší, 400 mm.

Upevnění jednotlivých desek bočnic ke konstrukci je zajištěno přišroubováním šrouby M8 DIN 603 s půlkulatou hlavou k v rozích přivařenému profilu tvaru L, rozměru 60 x 30 x 3 mm. V horní části „L“ profilu je v každém rohu nástavby přivařen jákl čtvercového průřezu, 25 x 2 mm, délky 150 mm, za účelem možnosti připevnění rámové konstrukce a krycí plachty. Za normálního provozu bez rámu a plachty je v těchto profilech standardně dodávána plastová ucpávka [1]. V příčné ose rámu nástavby je přivařen jákl 25 x 2 mm přímo k hlavním podélníkům nástavby. Před samotným přivařením jáklu je potřeba vytvořit otvor $\varnothing 6$ mm pro zajištění odtoku vody v případě netěsnosti plastové ucpávky, popřípadě zinku při povrchové úpravě. Aby bylo možné v místě jáklu přišroubovat vodovzdornou překližku, jsou k němu po obou dvou bocích přivařeny pásy oceli, rozměru 30 x 3 mm, délky 400 mm.

Použité profily a pásy oceli jsou běžně dostupné [15].



Obrázek 23: Profily pro připevnění bočnic

- 1 - Rohová stojina tvaru L (modré barvy), průřez 60 x 30 x 3 mm
- 2 - Středová stojina (zelené barvy), jákl 25 x 2 mm
- 3 - Středové pásy oceli (červené barvy), pásová ocel 30 x 3 mm, délky 400 mm
- 4 - Rohový profil k upevnění rámové konstrukce, pro zakrytí plachtou, jákl 25 x 2 mm

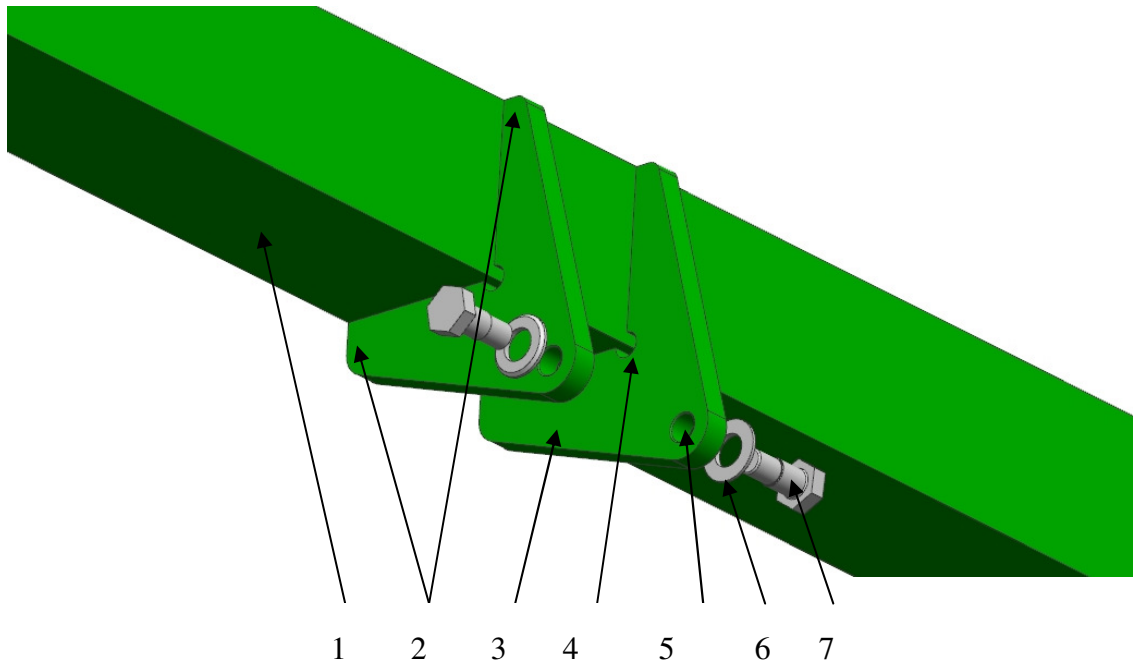
10.7 Rozpěra oje, mezikus mezi hydromotorem a ojí

Profil čtvercového průřezu o rozměru 70 x 4 mm plní funkci vyztužení oje a zároveň slouží k upevnění válce hydromotoru, určeného ke sklápění nástavby. Profil je účelně navržen čtvercový, z důvodu svislého i vodorovného zatížení při sklápění, kdy pod úhlem uložený hydromotor vyvíjí ve svislé i vodorovné ose značné zatížení.

Na koncích je profil pod úhlem 17° seříznut a koutovými svary navařen na desky tloušťky 5 mm obdélníkového rozměru 150 x 85 mm.

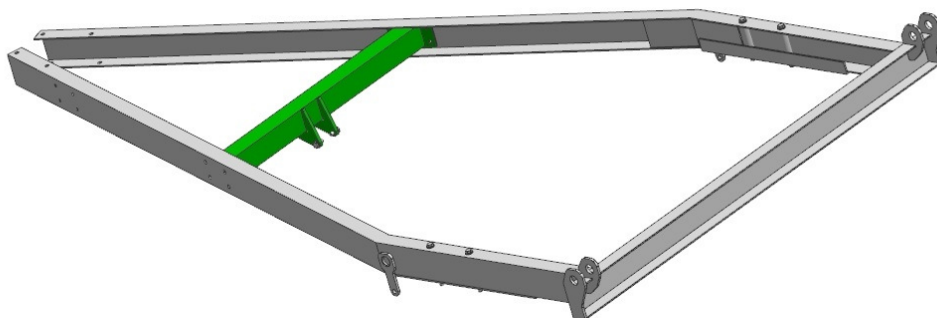
U středu rozpěry oje jsou ke dvěma na sebe kolmým plochám koutovými svary navařeny výpalky z plechu, specificky navrženého tvaru, tloušťky 10 mm, sloužící pro uchycení válce hydromotoru.

Otvor pro lícovaný šroub se závitem M10 je $\varnothing 11$ mm. Požadovanému uložení s vůlí odpovídá vhodná tolerance díry D11.



Obrázek 24: Detail rozpěry oje, uložení hydromotoru

- 1 - Jákl čtvercový, 70 x 4 mm
- 2 - Zvýšení hrany v místě ukončení svaru zabezpečí, aby nedošlo k tzv. „odkápnutí“ materiálu při svařování
- 3 - Výpalek z plechu tloušťky 10 mm
- 4 - Rádius pro odstranění vnitřního pnutí
- 5 - Otvor pro lícovaný šroub, $\varnothing 11$ D11
- 6 - Podložka 13, ČSN 02 1702
- 7 - Lícovaný šroub s krátkým závitem, M10 x 28 ČSN 02 1112.50 - 8.8, lícovaná plocha: $\varnothing 11$ n6



Obrázek 25: Zástavba příčky oje, spodní uchycení hydromotoru

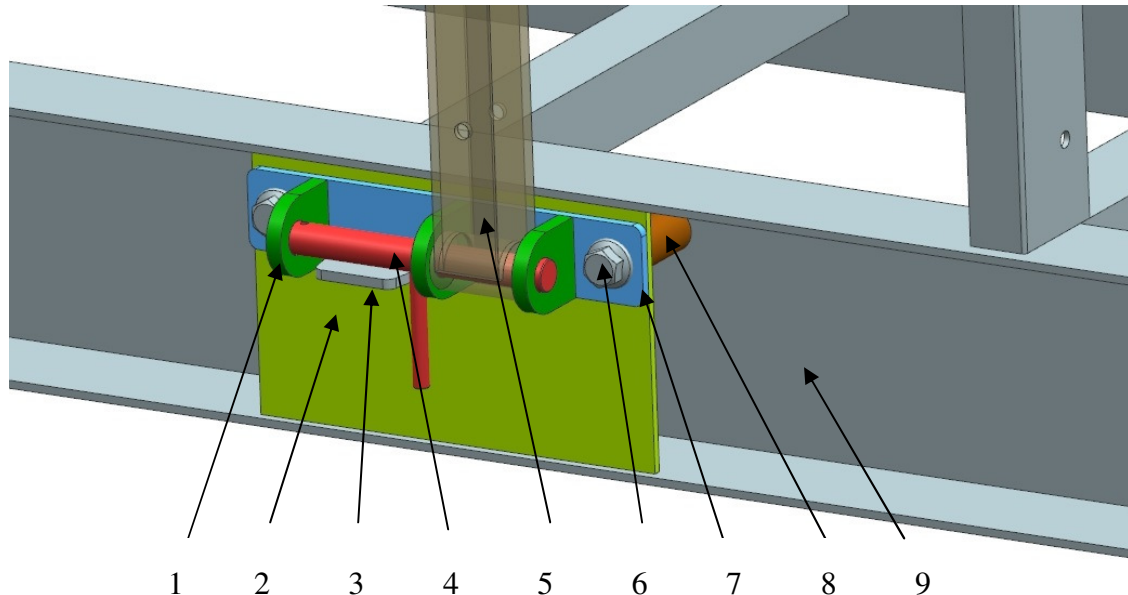
10.8 Konstrukce pantu zadního čela

Jelikož stávající trh nabízí pouze panty ze slitiny, či oceli pro malé zatížení, či například u valníků pro přepravu koní trubkový pant pro velké zatížení, ale bez možnosti demontáže čela, je zapotřebí navrhnout zadní pant vlastní, optimální velikosti a nosnosti.

Tento pant musí umožňovat snadnou a rychlou demontáž čela, v případě poškození vyměnitelnost či opravitelnost a v neposlední řadě musí společně se sklopným profilem čela umožnit nájezd například malotraktoru na nakloněnou nástavbu.

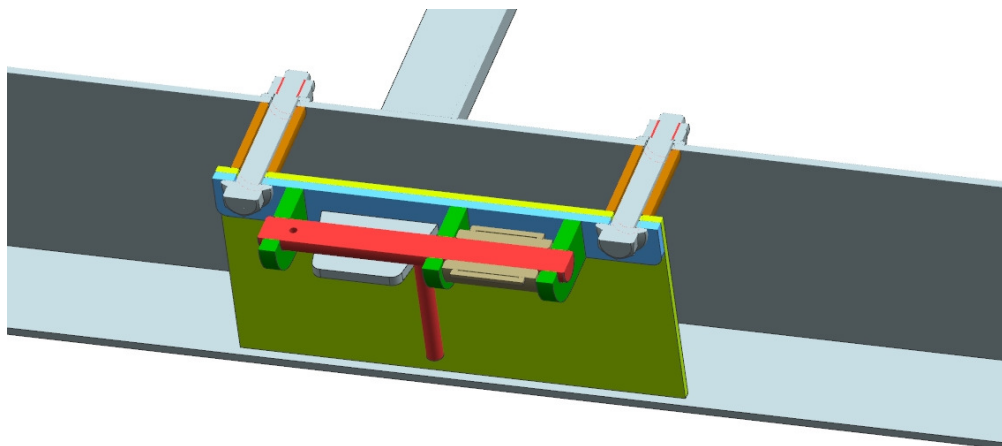
Zadní příčný „U“ profil nástavby je v místě uchycení pantu uzavřen pásem oceli o rozměru 215 x 132 mm (š x v). Tento pás je k „U“ profilu přivařen jednostranně, koutovým svarem po celé šířce 215 mm. Vzniklý uzavřený jákl je skrze obě stojiny provrtán; díry Ø 14 mm; a svařenec pantu je k němu přišroubován dvěma šrouby M12 (8.8). Ke zvýšení tuhosti a pevnosti pantu vedou šrouby skrze celý profil a ve vzniklém vnitřním prostoru jsou umístěny dvě trubky Ø 22 x 4 mm, souose se šrouby.

Samotný pant je svařený z desky 215 x 40 x 5 mm (š x v x tl.) a tří na desku kolmých výpalků z plechu, šířky 8 mm, poskytujících vedení posuvnému a ve dvou polohách zajistitelnému čepu Ø 16 mm. Oka vedení s otvory Ø 17 mm jsou k desce přivařeny.



Obrázek 26: Konstrukce pantu zadního čela

- 1 - Vedení čepu pantu, výpalek z plechu, tloušťky 8 mm, díra Ø 17 H12
- 2 - Deska k uzavření „U“ profilu, 215 x 132 mm (š x v)
- 3 - Zarážka čepu - zajištění dvou poloh
- 4 - Čep Ø 16 h9, sražení hran 0,5 x 45 °, ocel S355J2C
- 5 - Sklopný nájezd, zároveň slouží k upevnění vodovzdorné překližky zadního čela
- 6 - Šroub M12 x 80 ISO 4016 - 8.8
- 7 - Deska svařeného pantu, 215 x 40 x 5 mm
- 8 - Rozpěrná trubka Ø 22 x 4 mm, ocel 11 353
- 9 - Zadní příčný profil sklopné nástavby



Obrázek 27: Řez sestavou pantu zadního čela

Vypočtený utahovací moment šroubů M12, $M_u = 40 \text{ Nm}$, a kontrola navrženého svěrného spojení je včetně stanoveného zatížení a rozboru působících sil uvedena v příloze č. 2. K samotnému výpočtu šroubového spojení byl použit program „B SPOJ“, dostupný na katedře KKS Západočeské univerzity v Plzni.

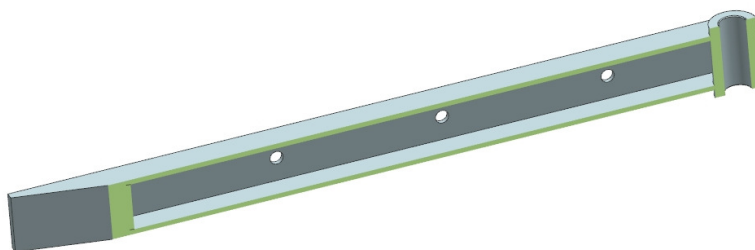
10.8.1 Konstrukce sklopného nájezdu

Sestava dvou zadních pantů, osazených dvěma nájezdy, je v rámu zastavěna s roztečí odpovídající přibližně rozchodu kol komunálního malotraktoru. Při nájezdu či sjezdu tak nehrozí prolomení vodovzdorné překližky, k nim přišroubované. Naopak vodovzdorná protiskluzová překližka sílu vyvolanou koly traktoru rozloží téměř po celé délce profilu. Vzniká tak spojitě zatížený nosník na dvou podporách. Z popisu je zřejmé, že zmíněný celek plní funkci odnímatelného zadního čela a současně nájezdů.

Profil čtvercového průřezu o rozměru strany 35 mm a tloušťky stěny 3 mm je na jednom konci seříznut pod úhlem 13° , aby při sklopení a opření o zem nevznikala příliš velká nájezdová hrana. Vzniká tak z jedné strany částečně otevřený profil, který je však opět uzavřen modifikovaným odříznutým koncem, navařeným již na skloněnou rovinu.

Na opačném konci profilu je vyříznut půlkruh o poloměru $r = 14 \text{ mm}$, kam je následně navařena trubka vnějšího $\varnothing 28 \text{ mm}$. Vnitřní průměr trubky je 17 mm. Zajištění požadovaného posuvu čepu odpovídá obvodová vůle 1 mm a sražení hran $0,5 \times 45^\circ$.

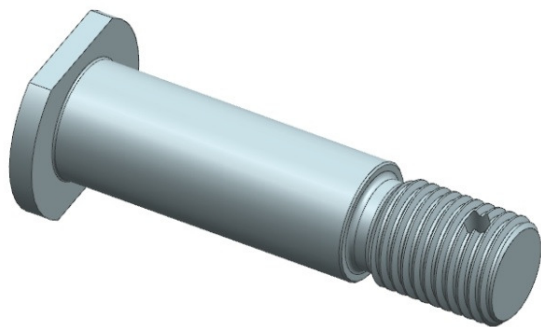
Profil $35 \times 3 \text{ mm}$, jákl, je standardně dostupný, z oceli S235JR [15]. Trubka je vyrobena vrtáním a soustružením, z polotovaru - kruhová ocel tažená 52 h9 S355J2C [15]. Záměrně je zvolena kulatina většího, než potřebného, rozměru, za účelem použití i k výrobě jiných součástí, například čepu sklápění.



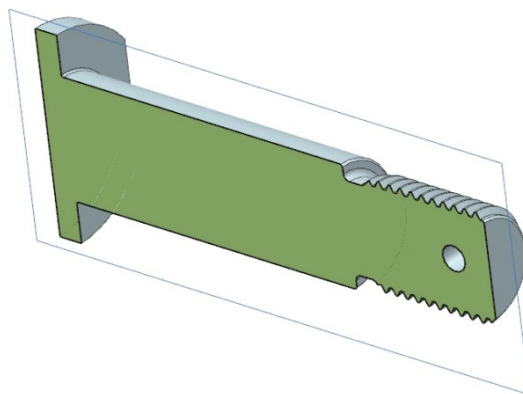
Obrázek 28: Řez nájezdu, součást zadního čela a pantu nástavby

10.9 Čep sklápění nástavby

Navržený čep sklápění nástavby je v místě kontaktu s rámem oje a rámem nástavby obroben na $\varnothing 30$ d9. Dále je na jedné straně opatřen hlavou se sražením dvou ploch pro umožnění nasazení klíče s otvorem $s = 41$. Na opačném konci je vytvořen závit M27 a díra pro závlačku 6,3 x 40. Polotovar pro výrobu čepu: kruhová ocel tažená 52 h9 S355J2C [15].



Obrázek 29: Čep sklápění nástavby



Obrázek 30: Podélný řez čepem

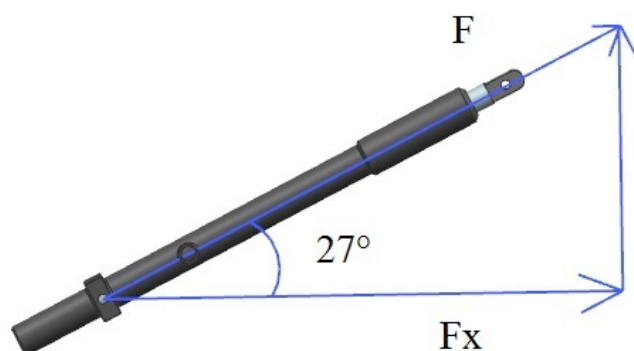
10.10 Sklápění nástavby, sestavení rámu vozíku

Samotné volbě sestavení jednotlivě navržených komponent předchází ujasnění informací o délce hydromotoru popřípadě úhlu umístění, aby rozložení vyvinuté síly do složek F_x a F_y bylo dostačující pro nadzdvihnutí nástavby s nákladem. Dále záleží na poloze osy čepu otáčení, aby vyklopená nástavba dolehla co nejbližší k zemi. Předpokládá se částečné zatížení od vlastní tíhy vozíku, deformace pružení a pneumatik, což není v 3D modelu zaneseno, tudíž nedosedne zcela na zem. Výška zaklopené ložné plochy, vodorovná poloha nástavby, je dána nápravou a zvolenými koly.

Výtlačná síla pod úhlem uloženého hydromotoru:

Zakoupený jednočinný přímočarý hydromotor PCH 25/C disponuje roztečí os kotvících bodů ve složeném stavu 464 mm a naopak ve vysunutém stavu 900 mm [1]. Předpokládané zastavení v rámu vozíku je pod úhlem 27° , kotováno od vodorovné roviny.

Maximální výsuvná síla ve směru osy zvoleného hydromotoru činí $F = 25000$ N.



Obrázek 31: Výpočet složek sil hydromotoru

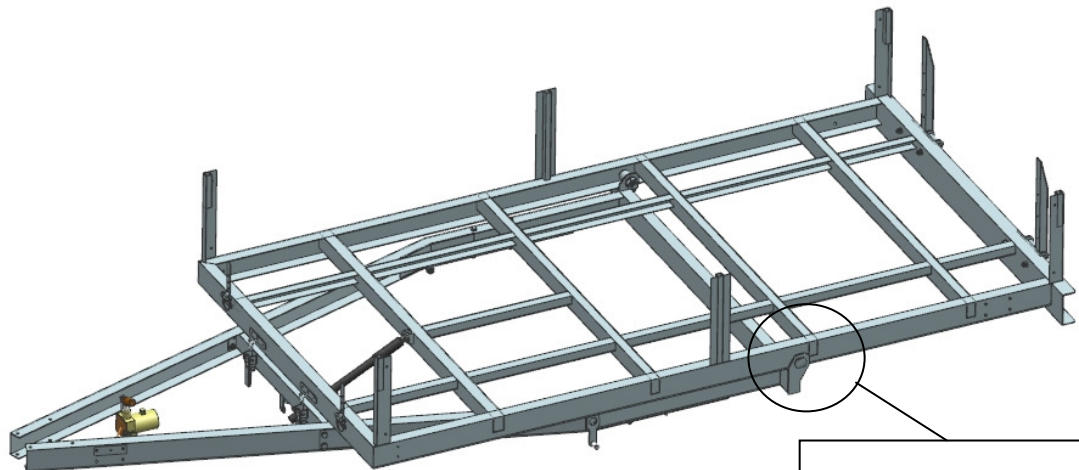
Maximální možná výtlačná síla pístu, rozložená do složek:

$$F_x = F \cdot \cos 27^\circ = 22280 \text{ N} \quad (11)$$

$$F_y = F \cdot \sin 27^\circ = 11350 \text{ N} \quad (12)$$

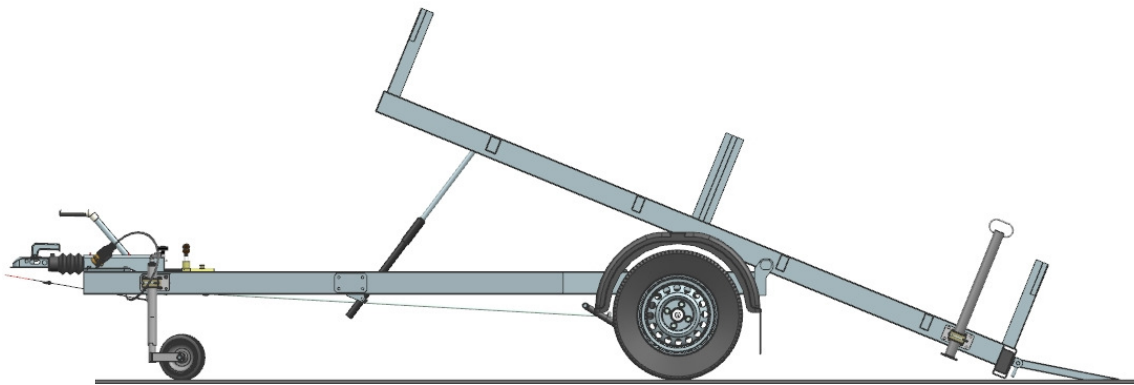
Dle rozložení síly F do složek je maximální možné svislé zatížení pístu zhruba 1135 kg.

Struktura sestavy rámu vozíku:

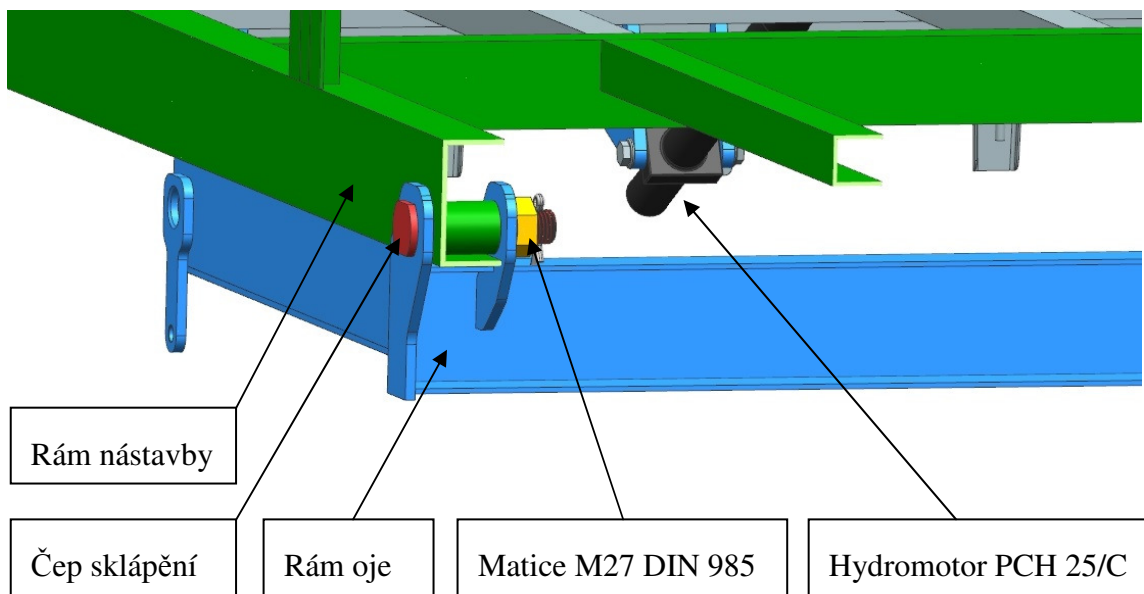


Obrázek 32: Sestavený rám vozíku

Viz. obrázek 33



Obrázek 33: Na maximum vysunutý píst, úhel sklopení 23°



Obrázek 34: Detail sestavy rámu v místě čepu sklápění

10.11 Návrh bočnic, podlahy a kotvicích bodů

Pneumatikou zatížená deska zvolené vodovzdorné překližky tloušťky 15 mm o straně $a = 400$ mm je schopna přenést zatížení $F = 9000$ N [16]. Zatížení zadním kolem traktoru je při 45 % přetížení a sedícím člověku přibližně 3800 N/kolo. Kontaktní plocha kola a desky je uvažována 80 x 180 mm.

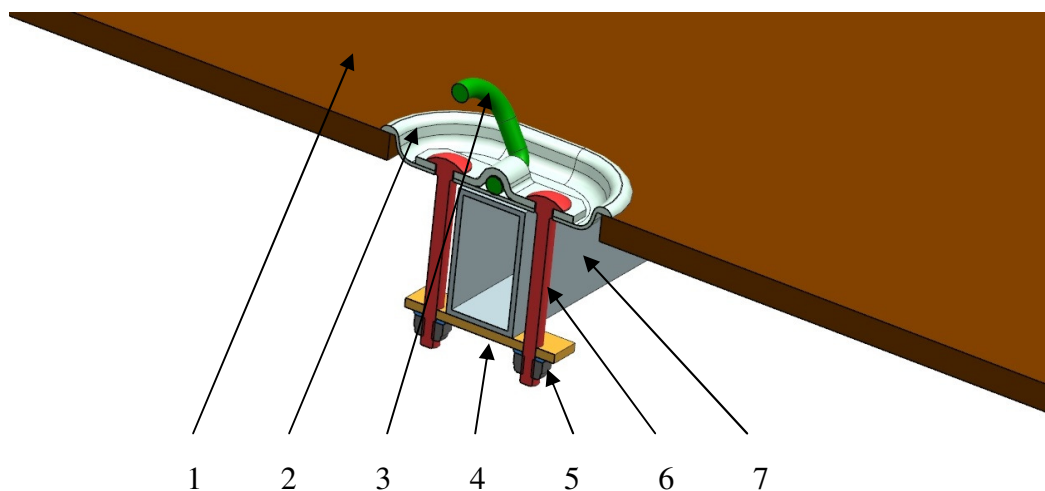
Hmotnost zvolené březové vodovzdorné překližky vztažená na plochu 1 m^2 odpovídá přibližně 10 kg [16], je nutné specifikovat jednotlivý výběr pro další postup.

Bočnice se skládají ze čtyř samostatných desek z vodovzdorné překližky tloušťky 15 mm. Podlaha a přední čelo jsou též vyrobeny z 15 mm tlusté březové vodovzdorné překližky. Deska podlahy je na svrchní straně s protiskluzovou úpravou. Zadní čelo je z důvodu funkce nájezdu zhotoveno z vodovzdorné překližky tloušťky 18 mm, opět s protiskluzovou úpravou.

Název umístění	Rozměr [m]	Plocha [m ²]	Tloušťka [m]	Počet kusů	Hmotnost [kg]
Stranové bočnice	1,5x0,4	0,6	0,015	4	24
Podlaha	3x1,564	4,6	0,015	1	46
Přední čelo	1,57x0,4	0,65	0,015	1	6,5
Zadní čelo	1,57x0,4	0,65	0,018	1	7,5
Celková hmotnost [kg]					84

Tabulka 3: Data jednotlivých desek, použité březové vodovzdorné překližky

Podlaha z vodovzdorné překližky je k rámu nástavby přišroubována šrouby s půlkulatou hlavou, M8. Dále je k rámu přitlačována čtveřicí (popřípadě šesticí) kotevních misek TT1500 [1], které jsou šroubovány specifickým způsobem kolem příčných výztužných profilů nástavby, vždy dvojicí šroubů M10 DIN 603, šroub s půlkulatou hlavou.

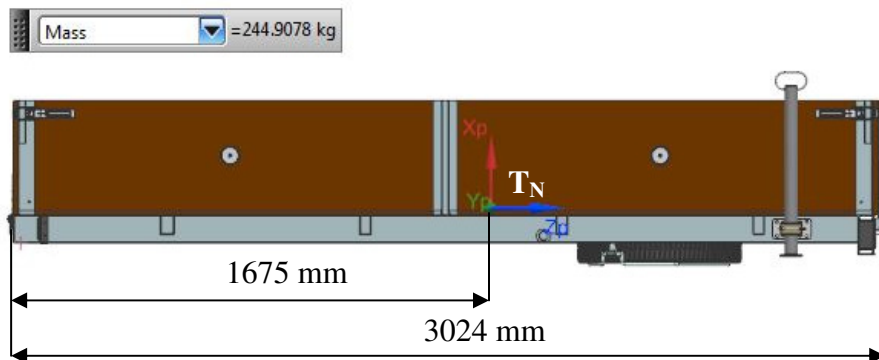


Obrázek 35: Kotevní miska TT1500, zápuštná, 1500 kg

- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| 1 - Podlahová deska | 5 - Matice M10 DIN 985 |
| 2 - Kotevní miska TT1500 | 6 - Šroub M10 DIN 603 |
| 3 - Oko kotevní misky | 7 - Příčný profil nástavby, jákl |
| 4 - Třmen uchycení kotevní misky | 70 x 40 x 3 mm |

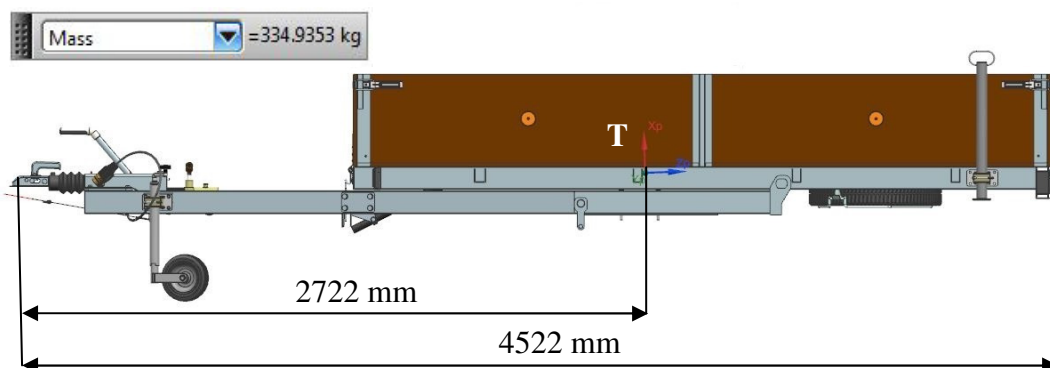
11 Rozložení zatížení vozíku

Například pro výpočet kontroly čepu sklápění nástavby je mimo jiné důležité stanovení zatížení a polohy těžišť. Polohy těžišť, včetně hmotností, jsou získány z navržených 3D modelů po přiřazení odpovídajících materiálů v programu Siemens NX 8.5.



Obrázek 36: Poloha těžiště nástavby

T_N - poloha těžiště komponenty osazené nástavby.



Obrázek 37: Poloha těžiště vozíku

T - poloha těžiště vozíku, včetně osvětlení, bočnic a ostatních unifikovaných komponentů připevněných na oji a nástavbě, mimo nápravu a komponenty jí osazené.

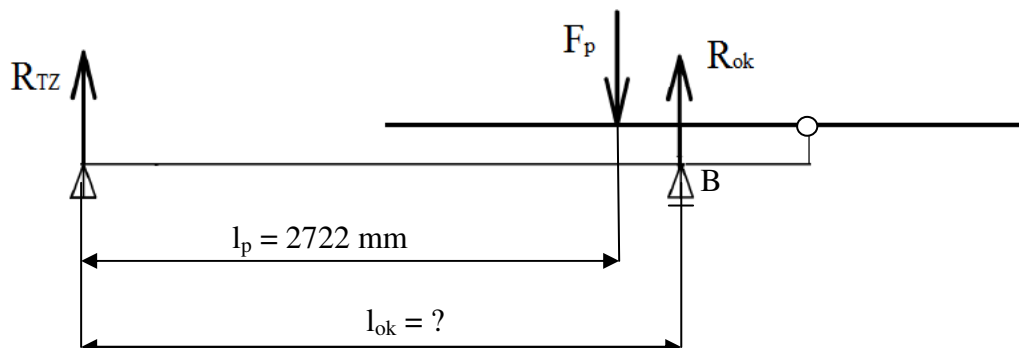
Model je pro výpočet zjednodušen do úlohy 2D. Potřebné reakce a vzdálenosti jsou počítány ze statických podmínek rovnováhy, momentové k určitému bodu, či silové ve svislé ose y .

11.1 Poloha nápravy

Je velmi důležité navrhnout vzdálenost podélného umístění nápravy vůči svislé ose tažného zařízení tak, aby při naloženém vozíku působila svislá síla na tažné zařízení. Výrobci vozidel a tažných zařízení dle jízdních zkoušek uvádí optimální hodnotu svislého zatížení tažného zařízení přibližně tíhou 50 kg [11], u vybraných vozidel pak 75 kg [10], popřípadě až 100 kg u větších a těžších automobilů.

Vlastním měřením získaná hodnota svislého zatížení tažného zařízení, zapřaženým prázdným přívěsným vozíkem, činí přibližně 15 kg, tj. zhruba 150 N.

Zjednodušený 2D model pro výpočet optimální polohy nápravy. Spodní přímka znázorňuje rám oje, v místě levé podpory sprážený s tažným zařízením tažného vozidla. V místě B znázorňuje podpora polohu nápravy. Svrchní přímka představuje nastavbu. Nicméně pro následný výpočet je rám považován za jedno tuhé těleso.



Obrázek 38: Zjednodušené schéma rámu vozíku pro výpočet polohy nápravy

Označení veličiny	Význam veličiny	Hodnota [jednotky]
R_{TZ}	Reakce od tažného zařízení	150 [N]
R_{ok}	Reakce v ose kola	?
F_p	Gravitační síla působící v těžišti prázdného vozíku	3350 [N]
g	Gravitační zrychlení	10 [$m \cdot s^{-2}$]
l_p	Vzdálenost těžiště od osy taž. zařízení	2722 [mm]
l_{ok}	Vzdálenost osy kola od osy TZ	?

Tabulka 4: Tabulka veličin pro výpočet polohy nápravy

$$\sum_{i=1}^n F_{yi} = 0 \quad (13)$$

$$R_{TZ} + R_{ok} - F_p = 0 \quad \Rightarrow \quad R_{ok} = 3200 \text{ N}$$

$$\sum_{i=1}^n M_{Bi} = 0 \quad (14)$$

$$R_{TZ} * l_{ok} - F_p * (l_{ok} - l_p) = 0$$

$$l_{ok} = \frac{-F_p * l_p}{R_{TZ} - F_p} = \frac{-3350 * 2722}{150 - 3350} = 2850 \text{ mm}$$

Při sklápění nástavby dochází k malému posuvu polohy těžiště směrem vzad, $l_{pp} = 2759$ mm. Je potřeba spočítat, zda při vypočítaném umístění nápravy, nedojde u odpojeného a vyklopeného přívěsu k jeho převážení směrem vzad.

$$\sum_{i=1}^n M_{Bi} = 0 \quad (15)$$

$$R_{TZ} * l_{ok} - F_p * (l_{ok} - l_{pp}) = 0$$

$$R_{TZ} = \frac{F_p * (l_{ok} - l_{pp})}{l_{ok}} = \frac{3350 * (2850 - 2759)}{2850} = 107 \text{ N}$$

$107 > 0$ Vyhovuje, přívěs se při vyklopení a odpojení nepřeváží vzad.

11.2 Transport malotraktoru

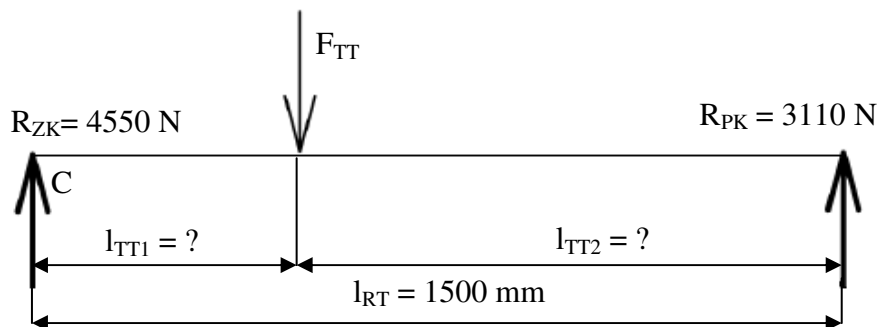
Je žádoucí převážet naložený malotraktor tak, aby výsledné svislé zatížení tažného zařízení automobilu odpovídalo zhruba 500 N. Pro výpočet polohy naložení traktoru je zapotřebí znát nápravové zatížení, potažmo polohu těžiště malotraktoru.

Vehicle no. 2	Unladen (kg)
Zatížení přední nápravy	311
Zatížení zadní nápravy	455
Pohotovostní hmotnost traktoru	766

Tabulka 5: Nápravové zatížení malotraktoru J23HST [I]

Výpočet těžiště malotraktoru:

Z momentové podmínky rovnováhy k bodu C, což je místo dotyku zadního kola.



Obrázek 39: Poloha těžiště traktoru

$$\sum_{i=1}^n M_{Ci} = 0 \quad (16)$$

$$R_{PK} * l_{RT} - F_{TT} * l_{TT1} = 0$$

$$l_{TT1} = \frac{R_{PK} * l_{RT}}{F_{TT}} = 609 \text{ mm} \quad (17)$$

$$l_{TT2} = l_{RT} - l_{TT1} = 891 \text{ mm} \quad (18)$$

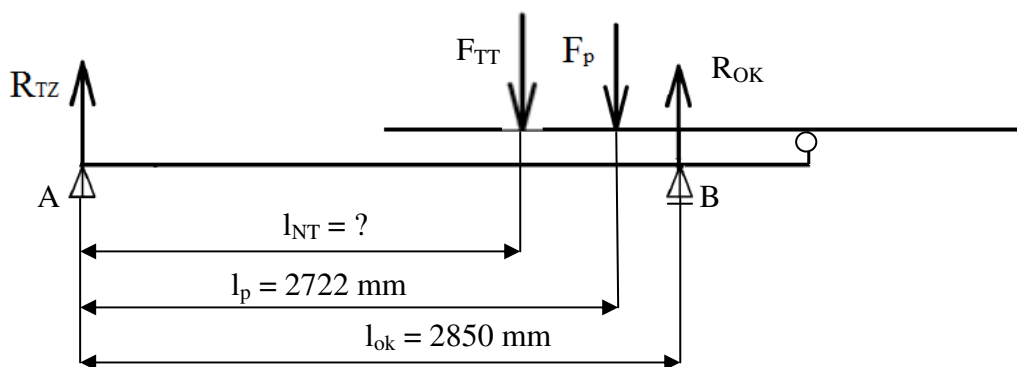
Označení veličiny	Význam veličiny	Hodnota daná [jednotky]	Hodnota vypočítaná [jednotky]
F_{TT}	Tíha malotraktoru působící v těžišti traktoru	7660 [N]	-
R_{ZK}	Reakce zadního kola	4550 [N]	-
R_{PK}	Reakce předního kola	3110 [N]	-
g	Gravitační zrychlení	10 [$m \cdot s^{-2}$]	-
l_{RT}	Rozvor náprav traktoru	1500 [mm]	-
l_{TT1}	Vzdálenost osy zadního kola od F_{TT}	-	609 [mm]
l_{TT2}	Vzdálenost osy předního kola od F_{TT}	-	891 [mm]

Tabulka 6: Tabulka výpočtu těžiště malotraktoru

Umístění malotraktoru na ložné ploše vozíku:

Z výpočtu polohy těžiště a zatížení náprav malotraktoru, dále z požadovaného svislého zatížení tažného zařízení vozidla, vyplývá transport malotraktoru „pozadu“.

Vypočtena je vzdálenost těžiště traktoru od svislé osy spojovacího zařízení. Při reálné výrobě přívesu je nástavba osazena cedulkou označující optimální polohu a směr naložení!



Obrázek 40: Pozice traktoru na ložné ploše

$$\sum_{i=1}^n F_{yi} = 0 \quad (20)$$

$$R_{TZ} + R_{OK} - F_{TT} - F_P = 0 \Rightarrow R_{OK} = 10510 \text{ N}$$

$$\sum_{i=1}^n M_{Ai} = 0 \quad (21)$$

$$F_{TT} * l_{NT} + F_P * l_p - R_{OK} * l_{OK} = 0$$

$$l_{NT} = \frac{R_{OK} * l_{OK} - F_P * l_p}{F_{TT}} = \frac{10510 * 2850 - 3350 * 2722}{7660}$$

$$l_{NT} = 2720 \text{ mm}$$

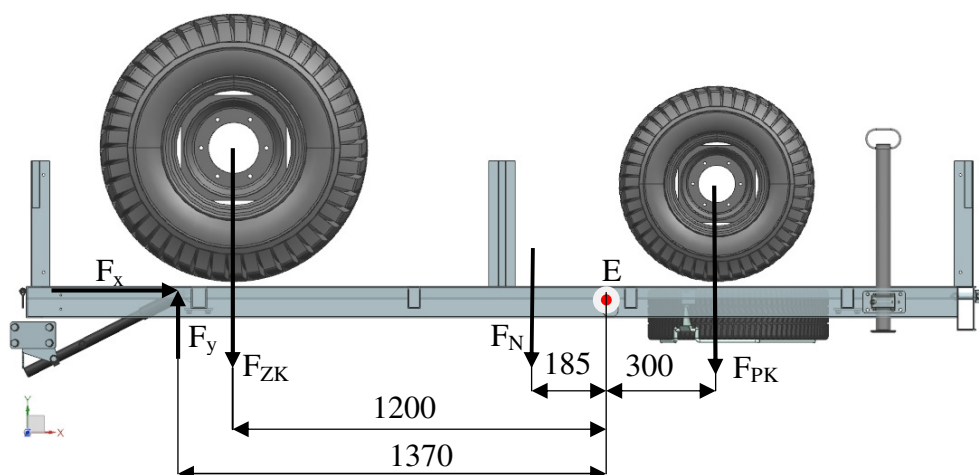
Vzdálenost osy zadního kola traktoru a svislé osy spojovacího zařízení je při svislém zatížení tažného zařízení hmotností 50 kg:

$$l_{naložení} = l_{NT} - l_{TT1} = 2720 - 609 = 2113 \text{ mm.} \quad (22)$$

Zdvihnutí nástavby s naloženým traktorem:

Nástavba je na rámu oje uložena záměrně s převislým koncem. Moment vyvolaný od zatížení na převislém konci tak snižuje potřebnou sílu pístu pro zdvihnutí nástavby.

Pozadu naložený a převážený malotraktor je téměř o 1/3 těžší na zadní nápravě (F_{ZK}), což je příznivé pro svislé zatížení tažného zařízení, ale naopak nepříznivé pro zdvihání nástavby. Následující výpočet potvrzuje možnost zdvihání nástavby s naloženým traktorem. Maximální možná zdvihací síla pístu, uloženém pod úhlem 27° , je ve svislém směru 11350 N, viz. podkapitola 10.10. Při vysouvání pístu se úhel uložení hydromotoru i výtlačná svislá síla pístu F_y zvětšují, nejhorší stav je tedy při vodorovné ploše podlahy nástavby, viz obrázek níže.



Obrázek 41: Výpočet zdvihací síly naloženého vozíku

Označení veličiny	Význam veličiny	Hodnota daná [jednotky]	Přetížení 45 %	Zatížení člověkem	Celkové g. zatížení
F_N	Tíha nástavby	2450 [N]	-	-	2404 [N]
F_{ZK}	Gravitační síla od zadních kol	4464 [N]	2011 [N]	981 [N]	7456 [N]
F_{PK}	Gravitační síla od předních kol	3051 [N]	1373 [N]	481 [N]	4905 [N]
F_x	Vodorovná složka zdvihací síly	-	-	-	Viz. výpočet
F_y	Svislá složka zdvihací síly	-	-	-	Viz. výpočet
g	Gravitační zrychlení	9.81 [$m \cdot s^{-2}$]	-	-	-

Tabulka 7: Tabulka hodnot pro výpočet zdvihací síly naloženého vozíku

$$\sum_{i=1}^n M_{Ei} = 0 \quad (23)$$

$$F_y * 1370 - F_{ZK} * 1200 - F_N * 185 + F_{PK} * 300 = 0$$

$$F_y = \frac{F_{ZK} * 1200 + F_N * 185 - F_{PK} * 300}{1370} = 5781 \text{ N} \quad \text{vyhovuje} \quad (24)$$

$$F_x = F_y / \text{tg}27 = 11854 \text{ N} \quad (25)$$

12 Analytický výpočet mechanismu sklápění

Navržený čep sklápění je vzhledem k dané konstrukci řešení namáhán především smykem. Dále vzhledem k navrženému spoji H11/d9 a velmi malou axiální mezerou mezi jednotlivými rámy velmi malým, zanedbatelným, ohybem. Nicméně vzhledem k bezpečnosti následného provozu je kontrolován z hlediska kombinovaného namáhání; smyk/ohyb.

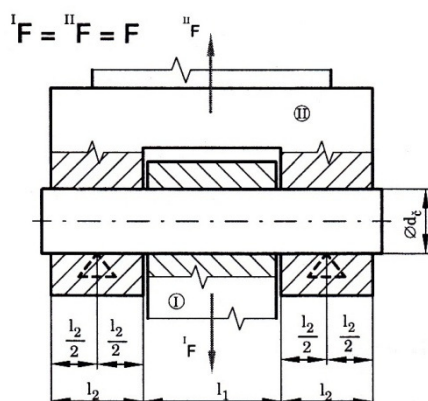
Naopak uložením čepu v rámu oje dochází vlivem zatížení k namáhání tlakem; kontrolováno na otláčení, označeno.

Na základě provozem vyvolaného dynamického zatížení vozíku, je zvolen koeficient bezpečnosti $s = 3$, též používaný v běžné praxi pro dynamicky namáhané součásti.

Zatížení jednoho z dvojice zadních čepů je stanovené z momentové a silové podmínky nákladem zatížené nástavby. Je uvažováno předpokládané vnější zatížení: užitková hmotnost vozíku 900 kg, dále přibližně 45 % přetížení 400 kg, plus hmotnost samotné nástavby zaokrouhlená na 250 kg. Velikost svislé síly působící v jednom čepu je dle výše uvedeného zatížení vypočítána z podmínek rovnováhy na 6300 N. Vynásobením koeficientem stranové nesouměrnosti zatížení je získaná **hodnota svislého zatížení čepu 7560 N**.

Síla vyvolaná zdviháním břemene, zatížené nástavby, je 11854 N, na jeden čep tedy 5927 N, vynásobená koeficientem nesouměrnosti působení síly na jeden čep (1,2) je **hodnota vodorovného zatížení čepu 7113 N**.

$$F = \sqrt{7560^2 + 7113^2} = 10380 \text{ N} \quad (26)$$



$$\begin{aligned} d_{\xi} &= 30 \text{ mm} \\ F &= 10380 \text{ N} \\ l_1 &= 60 \text{ mm} \\ l_2 &= 8 \text{ mm} \end{aligned}$$

Obrázek 42: Stavební struktura čepu [II]

12.1 Smyk čepu

$$\tau_s = \frac{F}{S} = \frac{\frac{F_1}{2}}{\frac{\pi * d_{\xi}^2}{4}} = \frac{10380}{\frac{\pi * 30^2}{4}} = 7,3 \text{ MPa} \quad (27)$$

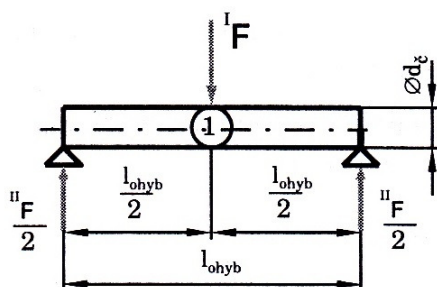
12.2 Měrný tlak spojovacích částí a čepu

$$p_I = \frac{F}{S_I} = \frac{F}{l_1 * d_{\xi}} = \frac{10380}{60 * 30} = 5,8 \text{ MPa} \quad (28)$$

$$p_{II} = \frac{F}{S_{II}} = \frac{F}{l_2 * d_{\xi}} = \frac{10380}{8 * 30} = 43,3 \text{ MPa} \quad (29)$$

12.3 Ohyb čepu

Výpočet je zjednodušen uvažováním ohybového momentu v 1/2 délky spoje, v řezu I jako u nosníku na dvou podporách [II], tím je uměle zvýšena bezpečnost.



$$d_c = 30 \text{ mm}$$

$$F = 10380 \text{ N}$$

$$l_{ohyb} = 70 \text{ mm}$$

Obrázek 43: Ohyb čepu [II]

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} = \frac{\frac{F}{2} * \frac{l_{ohyb}}{2}}{\frac{\pi * d_c^3}{32}} = \frac{\frac{10380}{2} * \frac{70}{2}}{\frac{\pi * 30^3}{32}} = 68,5 \text{ MPa} \quad (30)$$

12.4 Kombinované namáhání čepu

$$\sigma_{RED\ HHM} = \sqrt{\sigma_o^2 + 3\tau_s^2} = \sqrt{68,5^2 + 3 * 7,34^2} = 69,7 \text{ MPa} \quad (31)$$

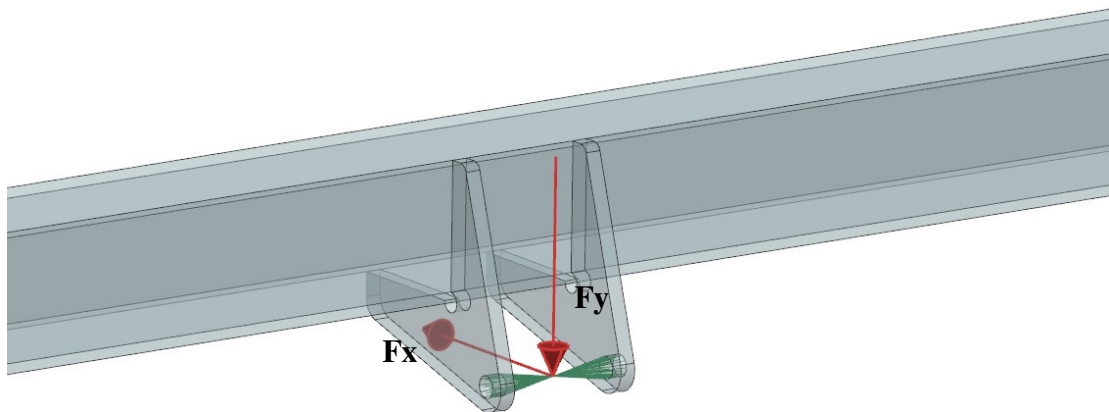
Název součásti	Kontrola	Materiál součásti	Mez kluzu mat.[MPa]	Bezpečnost	$\sigma_D=Re/k$ [MPa]	Vypočítané hodnoty [MPa]	Zhodnocení
Trubka nástavby	otlačení	Trubka bezešvá, ocel 11 353	226	3	75	5,8	vyhovuje
Pásová ocel, součást oje, tl. 8 mm	otlačení	Pásová ocel, S235JR	235	3	78	43,3	vyhovuje
Čep	smyk	Kruhová ocel tažená, S355J2C	355	3	118	7,3	vyhovuje
	ohyb					68,5	vyhovuje
Čep	kombinované namáhání	Kruhová ocel tažená, S355J2C	355	3	118	69,7	vyhovuje

Tabulka 8: Tabulka namáhání stavební struktury sklápění

13 Kontrola rozpěry oje, měrný tlak v místě uložení

Kontrolovaným místem jsou 10 mm široké výpalky z plechu, z oceli S235JR. Zatížení stanovené s 50 % přetížením vozíku je výchozí stav pro výpočet, viz kapitola 11.2. Otvor pro lícovaný šroub: Ø 11 D11.

- $F_x = 11854 \text{ N}$
- $F_y = 5781 \text{ N}$
- Výsledná síla $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = 13189 \text{ N}$ (32)



Obrázek 44: Silové zatížení rozpěry oje

Měrný tlak ve styku lícovaných ploch:

$$p = \frac{F}{S} = \frac{F}{l * d} = \frac{13189}{10 * 11} = 120 \text{ MPa} \quad (33)$$

Bezpečnost k mezi kluzu:

$$s_k = \frac{Re}{p} = \frac{235}{120} = 1,96 \quad (34)$$

Výpočet je proveden s přetížením 50 % (včetně, na traktoru sedícího, člověka). Jedná se o maximální možné zatížení příčky oje, ke kterému dochází u stojícího přívěsu při vyklápění, tedy staticky zatíženého. Bezpečnost $s_k = 1,96$ je v tomto případě vyhovující.

14 FEM analýza, simulační výpočty

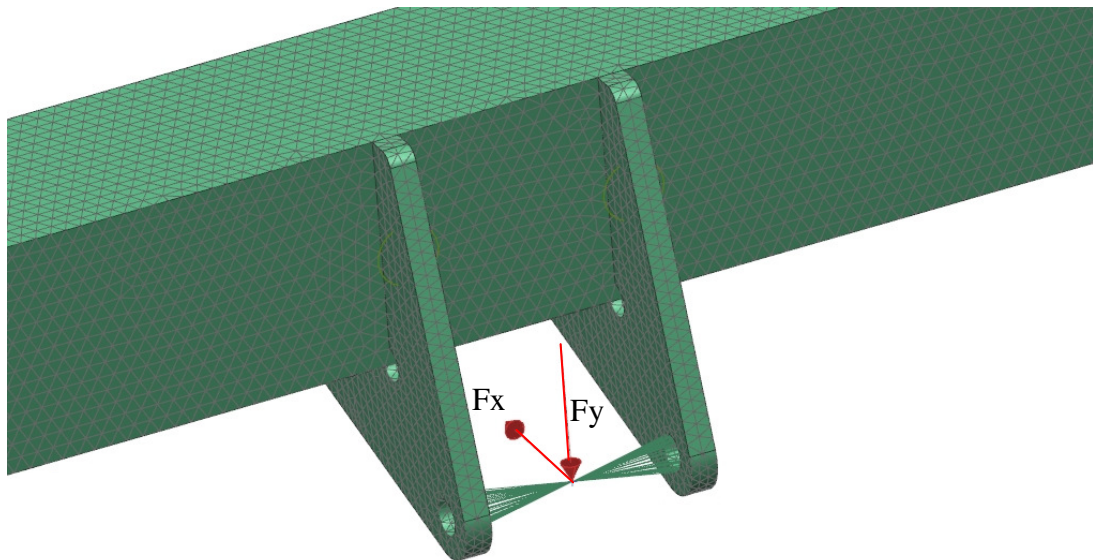
Pro zjištění průběhu napětí a deformací u vybraných navržených komponentů je použito metody MKP. Jedná se o metodu, pomocí které je zkoumaný model diskretizován na určitý počet konečných prvků. Získané výsledky jsou určeny právě v jednotlivých uzlových bodech diskretizovaného tělesa. Především rozdílnost dílčích hodnot v jednotlivých uzlech poskytuje informace o slabých místech součásti, popřípadě potvrzuje předimenzování. Dle vyhodnocených výsledků lze model vhodně vyztužit, ponechat, či optimalizovat.

Vzhledem ke složitému tvaru, úhlové návaznosti, či potřeby simulace zatížení ve specificky určené poloze jsou simulace provedeny na 3D modelech. Postup je obdobný u každé 3D úlohy. Zprvu je part idealizován, například jsou odstraněny prvky ovlivňující kvalitu sítě, zaoblení, malé otvory, či sražení. V druhém kroku jsou geometrie pokryty konečnoprvkovou sítí, je vytvořena spojitost mezi nimi, přiřazen materiál, popřípadě vytvořeny pomocné body a 1D prvky. Poslední část zahrnuje nastavení okrajových podmínek, například uchycení tělesa, nastavení vnějšího zatížení, kontaktních ploch, či velikost předepnutí šroubového spojení.

Pevnostní statické výpočty jsou provedeny v programu NX, firmy Siemens, s využitím řešiče NASTRAN.

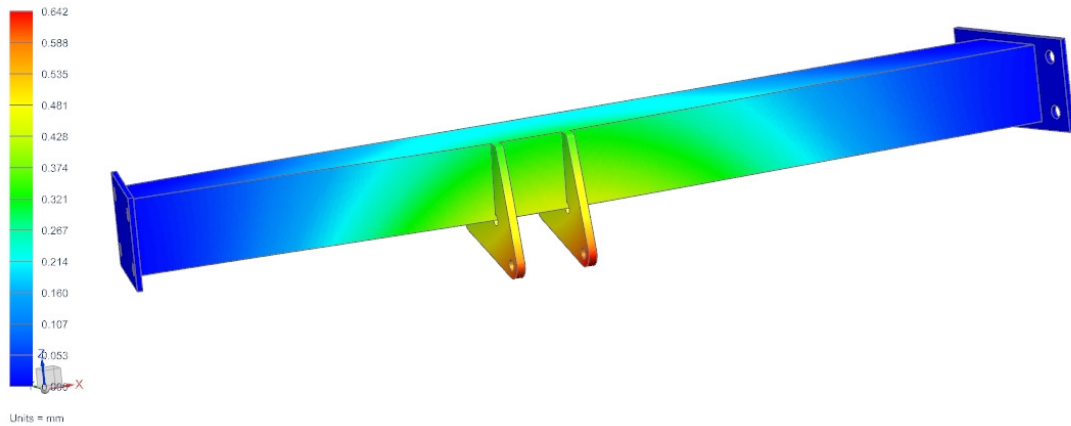
14.1 Pevnostní analýza rozpěry oje

Dle skutečného umístění komponentu v rámu oje jsou okrajové podmínky následující: znemožnění všech třech posuvů v místě šroubového spojení s ojí, stranové desky jsou s profilem spojeny funkcí Gluing (lepení), nahrazující svarové spojení a zamezení posuvu v místě kontaktu oje s deskou. Silové působení v místě ukotvení hydromotoru je nastaveno ve směru svislém, $F_y = 5785$ N, a vodorovném, $F_x = 11854$ N, dle výpočtu v kapitole 11.2, včetně 50 % přetížení.



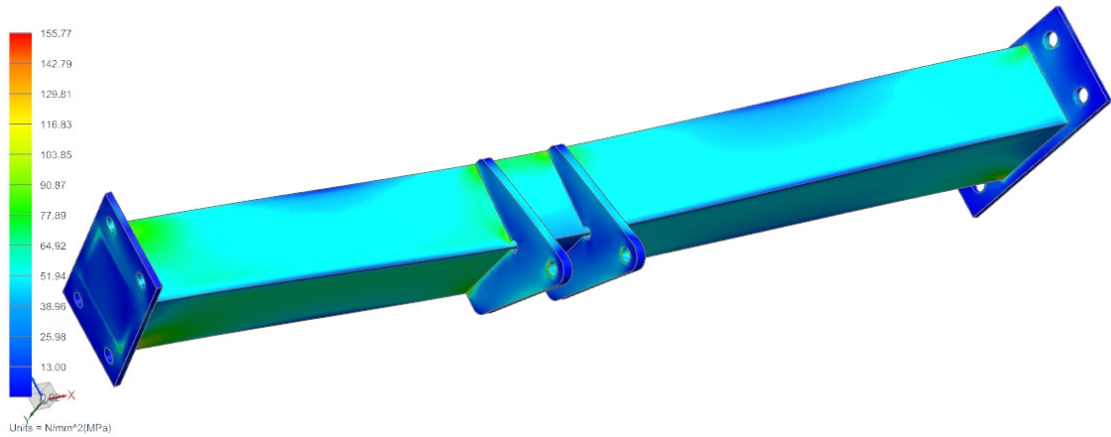
Obrázek 45: Silové zatížení rozpěry oje

1_SESTAVA_PRICKA_OJE_sim1 : Solution 1 Result
Subcase - Static Loads 1, Static Step 1
Displacement - Nodal Magnitude
Min : 0.000, Max : 0.642, Units = mm
Deformation : Displacement - Nodal Magnitude



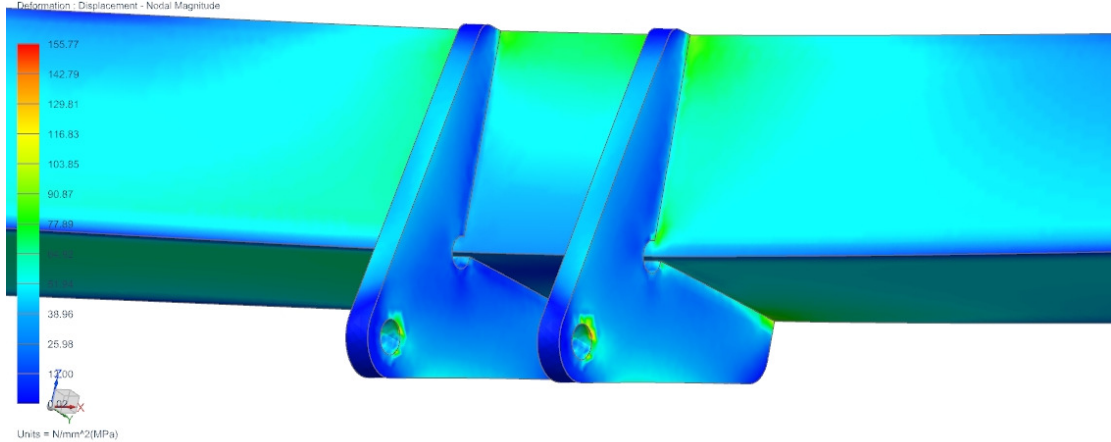
Obrázek 46: Zobrazení celkové deformace na modelu. Maximální, přijatelná, hodnota 0,6 mm.

1_SESTAVA_PRICKA_OJE_sim1 : Solution 1 Result
Subcase - Static Loads 1, Static Step 1
Stress - Element-Nodal, Von-Mises
Min : 0.02, Max : 155.77, Units = N/mm²(MPa)
Deformation : Displacement - Nodal Magnitude



Obrázek 47: Zobrazení průběhu napětí dle metody Von Mises. Průměrná hodnota napětí je v kritických oblastech 100 MPa. Bezpečnost k mezi kluzu $s_k = 2,35$ je vyhovující.

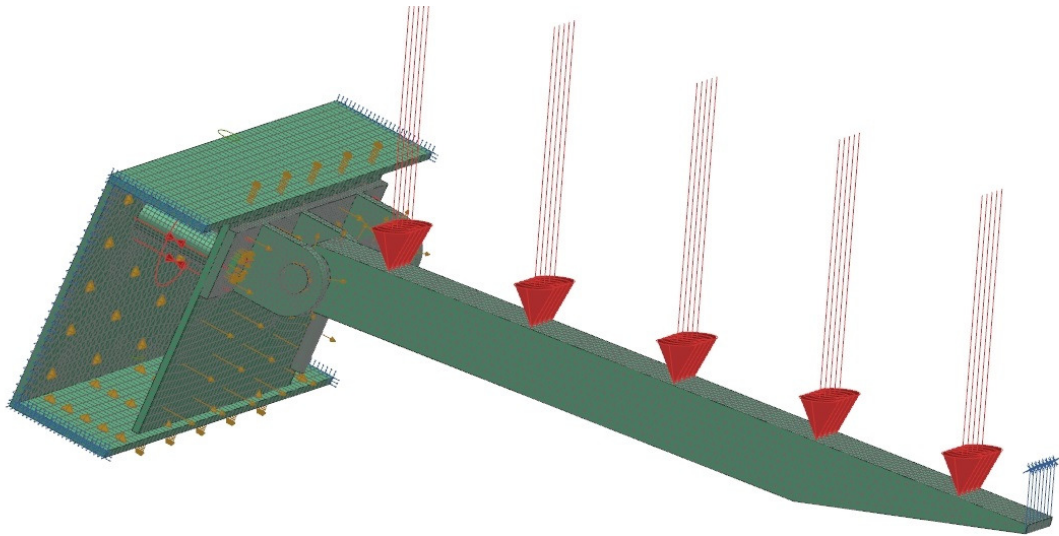
1_SESTAVA_PRICKA_OJE_sim1 : Solution 1 Result
Subcase - Static Loads 1, Static Step 1
Stress - Element-Nodal, Von-Mises
Min : 0.02, Max : 155.77, Units = N/mm²(MPa)
Deformation : Displacement - Nodal Magnitude



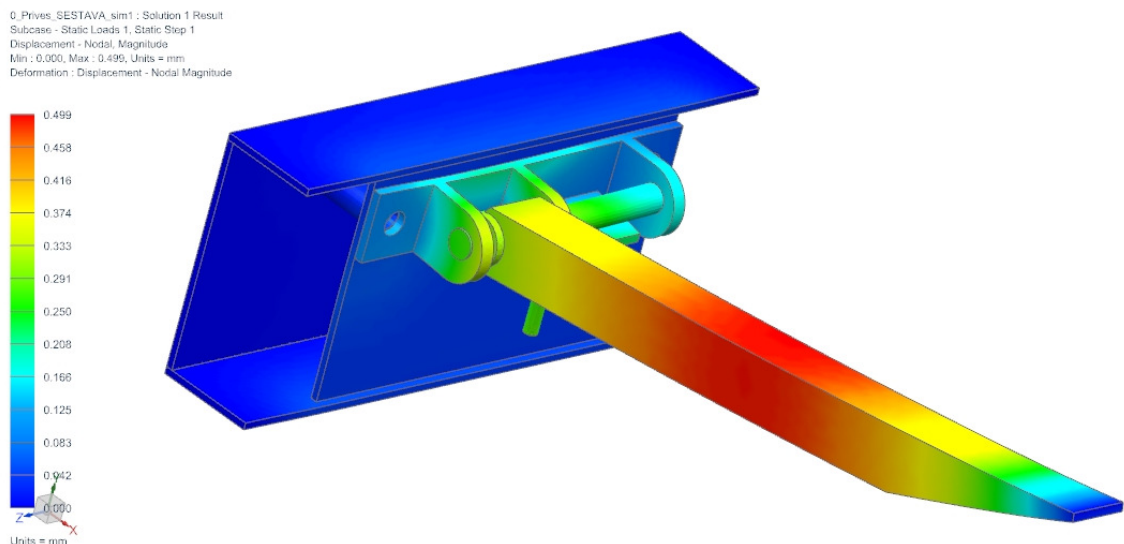
Obrázek 48: Detail místa uložení hydromotoru. Zvolený profil je dostatečně dimenzovaný.

14.2 Pevnostní analýza pantu sklápění

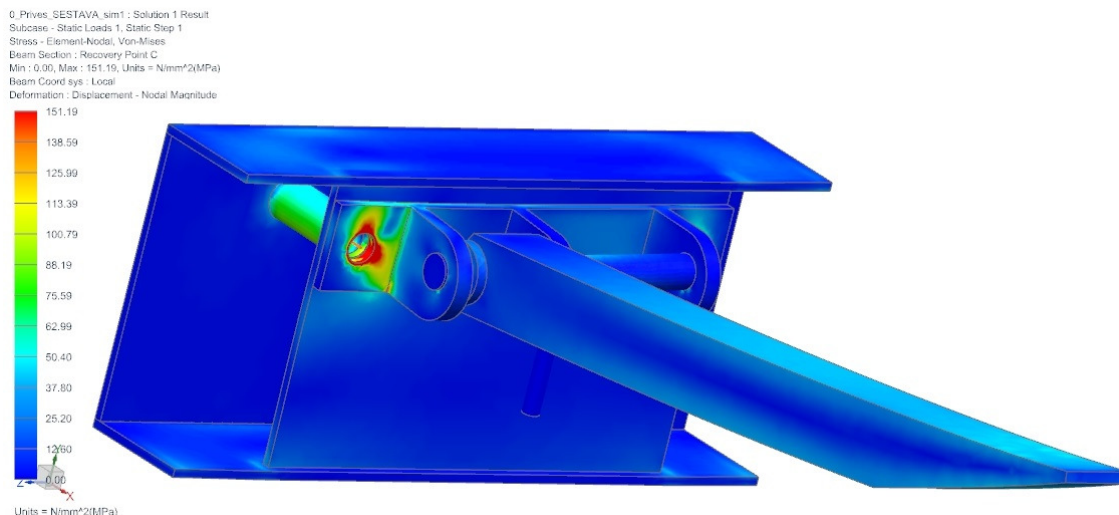
Pevnostní kontrola staticky zatěžovaného navrženého pantu a nájezdu je opět nastavena dle skutečných provozních podmínek. Idealizovaný a konečnými prvky pokrytý celek je skrze dva šrouby a rozpěrné trubky připevněn k zadnímu příčnému „U“ profilu, předepnutou silou 13 000 N. Skrze „U“ profil jsou celku odebrány všechny stupně volnosti. Mezi jednotlivými deskami pantu a profilu, čepem a nájezdem, či čepem a pantem, je nastavena podmínka kontaktu. Svarové spoje jsou nahrazeny adekvátní podmínkou „Gluing“, neboli lepením. Nájezd je pro výpočet nastaven v otevřené poloze a zatížen ve směru odpovídajícím reálnému působení tíhy od zadní těžší nápravy traktoru, přetížená přibližně o 50 %. Zatížení působí po téměř celé délce nájezdu, vlivem rozložení zatížení přes vodovzdornou překližku. Nastavené podepření volného konce vyklopeného nájezdu odpovídá nejhorší možné variantě, zamezení svislého posuvu pouze na konečnou hranu.



Obrázek 49: Nastavení simulačního výpočtu zadního pantu a nájezdu.

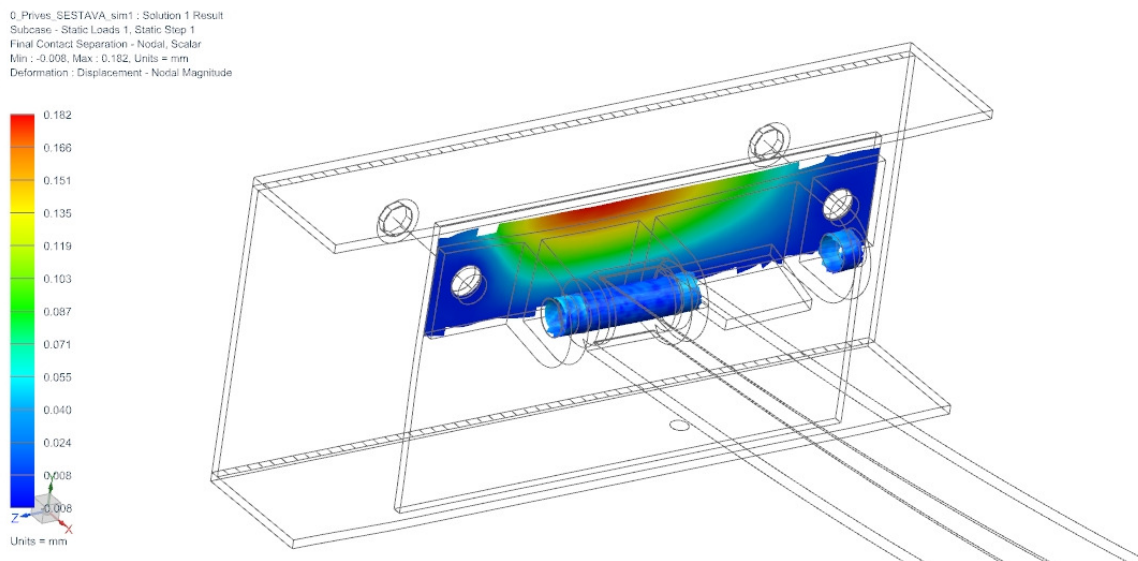


Obrázek 50: Zobrazení celkové deformace na modelu. Maximální, přijatelná, hodnota průhybu činí 0,5 mm.



Obrázek 51: Zobrazení průběhu napětí dle metody Von Mises. Průměrná hodnota napětí je v kritických oblastech 113 MPa.

Vlivem nastavení předepnutého šroubového spojení na hranu a celkového přetížení součásti o 50 %, vzniká v místě hlavy šroubu maximální napětí přibližně 150 MPa, lze tolerovat, popřípadě rozšířit konstrukci o dva šrouby. Hodnota plošného napětí v okolí se pohybuje řádově od 80 do 113 MPa. Bezpečnost k mezi kluzu $s_k = 2.07$, je pro staticky namáhanou součást dostačující, obzvláště jedná-li se o výpočet přetížené součásti.

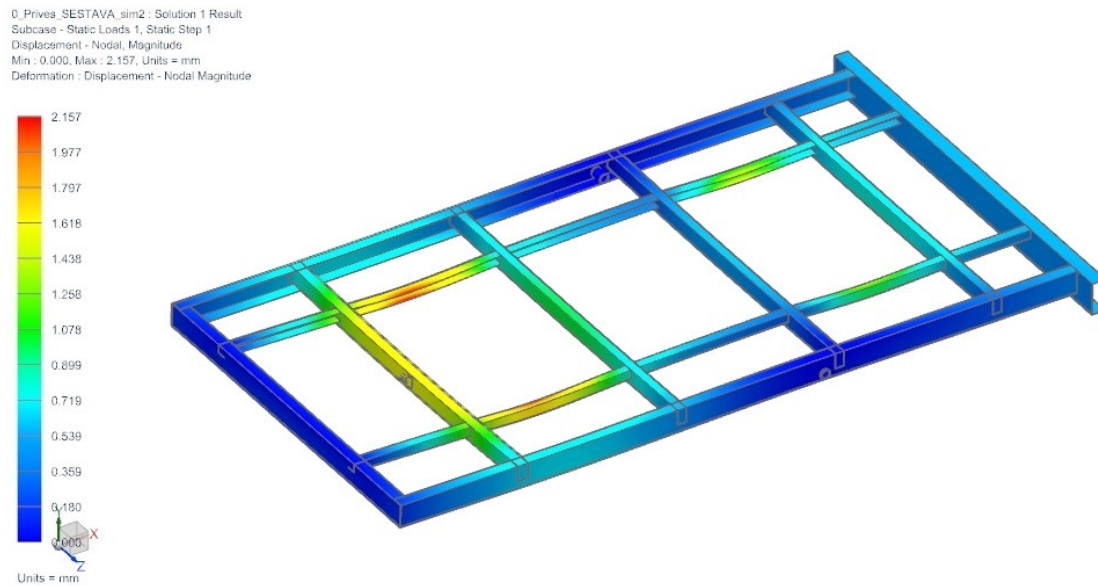


Obrázek 52: Odlehnutí kontaktních ploch. Maximální dosažená hodnota 0.18 mm, v předpokládaném místě, je vyhovující.

14.3 Pevnostní analýza nástavby

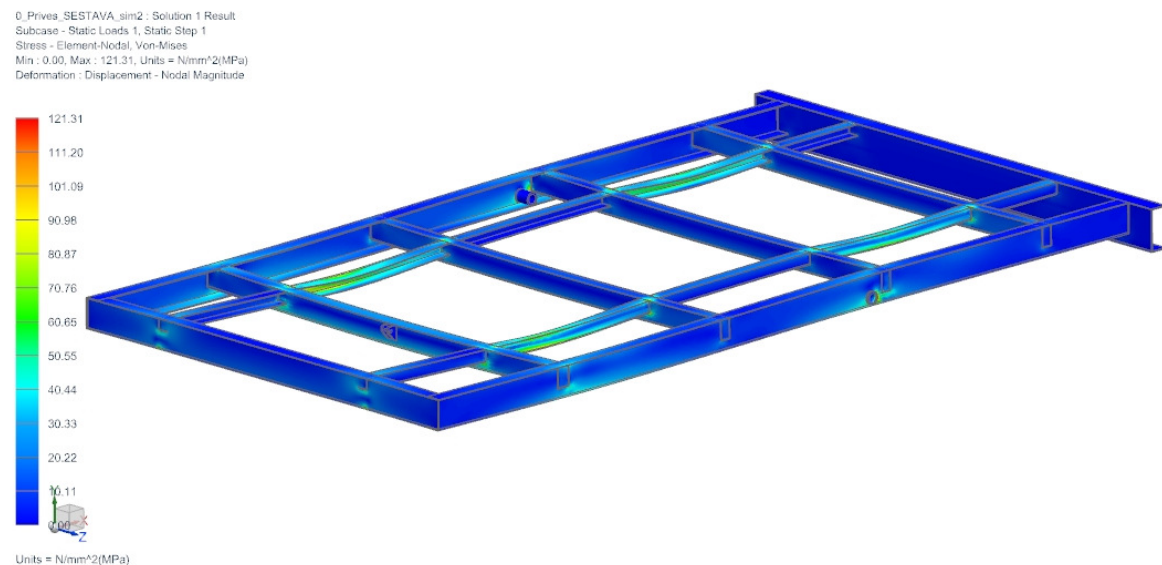
Pevnostní analýza nástavby je provedena na staticky zatížené nástavbě, s ohledem na provozní zatížení, k němuž je připočteno přibližně 50 % přetížení, působící v místech předpokládané polohy kol traktoru. Jednotlivé hodnoty a polohy zatížení jsou získány výpočty v kapitole 11.2. K zastavení posuvů dochází dle reálného provedení v místě styku oj / nástavba a v místě čepů sklápění. Jednotlivé vyztužující profily jsou lokálně upravovány a svařovány, což by bylo pro sestavení výpočtu z 2D prvků v tomto případě časově náročné, výpočet je tedy proveden na 3D modelu. Šroubové spojení mezi podlahou (podlaha není

zobrazena ve výsledcích) a postranními profily rámu je nahrazeno funkcí Gluing. Naopak mezi příčnými a podélnými výztužnými profily je nastaven reálný kontakt.



Obrázek 53: Zobrazení celkové deformace na modelu.

Maximální hodnota průhybu přetíženého rámu je pod zadními koly traktoru přibližně 2 mm. Vzhledem k délce rámu, nastavenému přetížení a předpokladu použití podlahové vodovzdorné překližky o tloušťce 15 mm, která částečně rozloží zatížení na celý rám, se jedná o přijatelnou hodnotu. Velikost posunutí konce rámu ve směru zatížení, svislém, činí 0.7 mm.



Obrázek 54: Zobrazení průběhu napětí dle metody Von Mises.

Hodnota napětí je v místech zatížení koly traktoru přibližně 90 MPa, což odpovídá bezpečnosti k mezi kluzu $s_k = 2.6$, u materiálu S235JRH. Vzhledem k přetížení je tato hodnota na hranici přijatelnosti, nicméně jedná se o napětí převážně v místě podélné výztuhy, kde se předpokládá roznesení zatížení vodovzdornou deskou podlahy mezi okolní profily.

15 Technicko-ekonomické zhodnocení vozíku

Jakékoliv hodnocení funkčního celku by mělo zahrnovat technicko-ekonomické hodnocení. Níže je uvedený předběžný výpočet nákladů na výrobu jednoho kusu výrobku. Celková cena je obecně dána součtem dílčích nákladů výroby, zahrnujících cenu materiálu, nakupovaných komponentů a ostatní nákladů. K bezchybnému určení reálné ceny je zapotřebí v kalkulaci zohlednit výrobní, správní a odbytovou režii, která v tomto konkrétním případě není úmyslně započtena. Jedná se o specifický, k dané věci adekvátní, kalkulační výpočet.

Náklady na nakupované komponenty [1; 14]:

Položka	Specifický rozměr	Počet kusů = X	Hmotnost [kg]	Cena s DPH, za X kusů [Kč]
Blatník AL-KO 13"	200 mm	2	2	520
Svítilna koncová ADAM	188 x 100 x 55 mm	2	1	780
Osvětlení SPZ	-	2	0,3	120
Boční odrazka JAKON R86	d = 86 mm	4	0,2	56
Odrážka č. trojúhelník	-	2	0,1	34
Světlo obr. před. bílé kruhové	d = 80 mm	2	1	200
Držák odrazky pryžový	-	2	0,2	56
Trojúhelník velký výstražný	440 x 380 mm	1	1	250
Nájezdová brzda KNOTT KF	1300 kg	1	16	5000
Náprava KNOTT	b = 1400 mm	1	45	11800
Kola 165 R13 96N	R13	2	20	4000
Uzávěr bočnic BV/10	-	4	4	400
Uzávěr nástavby-přezka BV/40	-	2	2	300
Pant lomený ZW-03.106A	-	2	2	200
Opěrná noha RSR 48/600	48 / 600	2	4,5	640
Kolečko opěrné ST 48/ 255	48 / 255	1	4,5	1100
Držák opěrné nohy KLE/ 48-G	48	3	2	630
Hydromotor PCH 25/ C	2500 kg	1	5	3200
Hydraulický agregát HAR 18-10	-	1	4	2800
Kotevní miska TT1500	1500 kg	4	4	600
Zakládací klín Tripus + držák	225 x 90 x 100 mm	2	1,1	190
Drobný materiál	-	-	10	1000
Celková hodnota			130	33900

Tabulka 9: Cenová kalkulace nakupovaných komponentů

Ostatní náklady:

Jedná se především o náklady za povrchovou úpravu, převážně žárovým zinkováním. Měrnou jednotkou je kilogram, přičemž cena za 1 kg zinkovaného materiálu je přibližně 20 Kč. Konstrukce vážící zhruba 200 kg odpovídá nákladům **4000 Kč**.

Náklady na materiál [15]:

Profily			Cena	
Charakteristický rozměr [mm]	Tvar profilu/ plochá ocel	Délka profilu [m]	-	[Kč] vč. DPH
U 100 x 50 x 4	U	15,5	-	2970
70 x 70 x 4	jäkl	1	-	250
L 60 x 40 x 5	L	1,3	-	240
U 140 x 60 x 4	U	2	-	480
70 x 50 x 4	jäkl	1,6	-	310
70 x 40 x 3	jäkl	5	-	758
U 40 x 40 x 3	U	6	-	490
40 x 40 x 3	jäkl	1	-	93
25 x 25 x 2	jäkl	2	-	76
L 60 x 30 x 3	L	2	-	150
35 x 35 x 3	jäkl	1	-	80
∅ 42,4 x 7	trubka	1	-	55
∅ 52	kulatina	0,26	-	150
∅ 18	kulatina	1	-	30
∅ 22 x 4	trubka	1	-	16
3 x 30	plo. ocel 3 mm	1,7	-	50
Plechý				
Charakteristický rozměr [mm]	tloušťka [mm]	plocha [m ²]	[Kč/m ²]	[Kč]
500 x 350	4	0,175	850	150
380 x 200	5	0,076	1065	85
450 x 300	8	0,135	1705	230
200 x 200	10	0,04	2130	86
Celková cena za nakupovaný materiál				6749

Tabulka 10: Náklady na hutní materiál

Souhrn předpokládaných nákladů při vlastní výrobě:

CENA CELKEM = cena komponentů+cena hutního materiálu+cena povrchové úpravy

CENA CELKEM = 33900 + 4000 + 6749 = **44 700 Kč.** (zaokrouhleno na stokoruny)

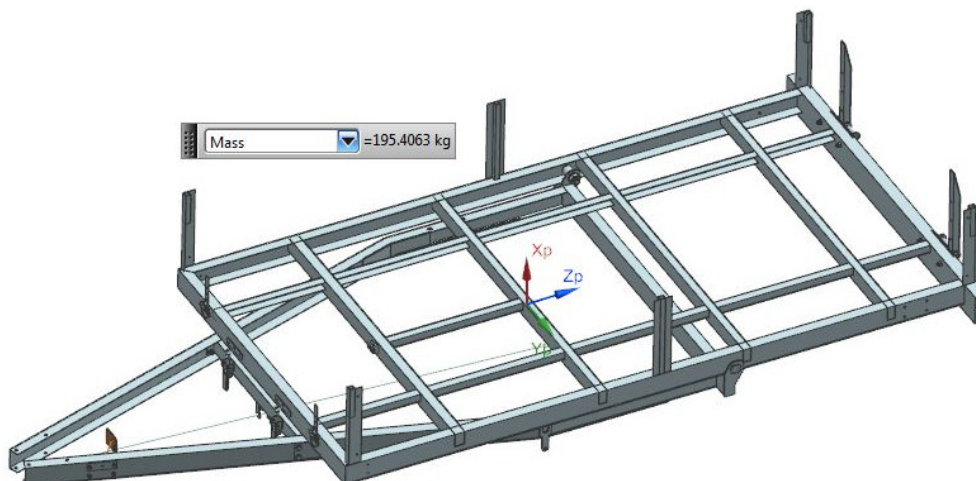
Stávající nabídka přívěsných vozidel odpovídajících rozměry a nosností navržené konstrukci atakuje hranici 50 000 Kč, viz kapitola 5.3.6, avšak bez možnosti hydraulicky ovládaného sklápění. Nabízený vozík disponuje užitkovou hmotností téměř 1000 kg, avšak plošného zatížení. Zatížení koly traktoru by pro ložnou plochu nevyztužené nástavby mělo destrukční následky podlahové překližky. Nejlevněji dostupná alternativa rozměrově odpovídajícího přívěsu, s hydraulicky ovládanou polohovací nápravou, přijde majitele na 74 000 Kč, avšak přívěs není opatřen bočnicemi, viz kapitola 5.3.2. Tedy na první pohled vysoká částka 44 700 Kč, navržené koncepce, není ve srovnání s konkurencí mnoho, ba naopak, vzhledem k mnohočetné využitelnosti je více než příznivá.

Technické zhodnocení je zaměřené na zhodnocení hmotností přívěsu a soupravy:

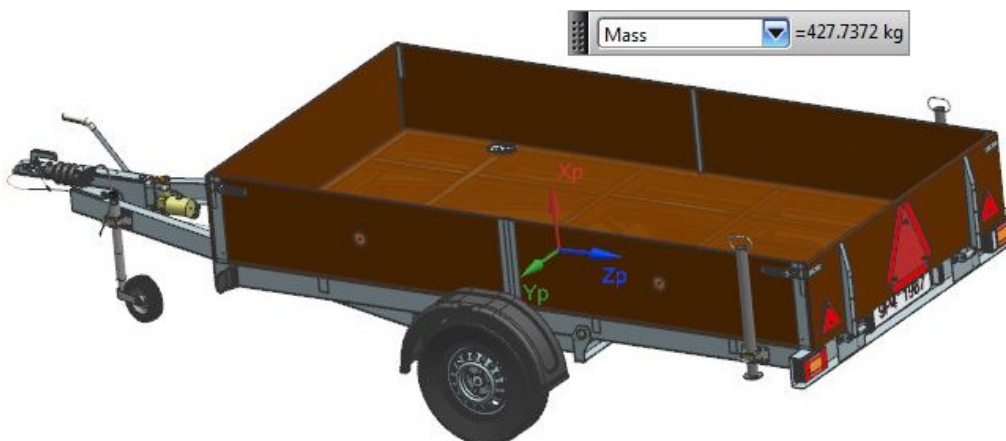
Název	Hmotnost [kg]	
Hmotnost rámu, odměřeno z 3D	200	Užitková hm. vozíku = celková hm. - provozní hm. Užitková hm. vozíku = 1300 kg - 426 kg = 874 kg
Hmotnost komponentů, viz. tab. 9	130	
Hmotnost v. překližky, viz. kapitola 10.11	84	
Navýšení hm. žárovým zinkováním, o 5%	7	Hm. soupravy = celk. hmt. vozíku + celk. hm. automobilu Škoda Octavia kombi TDI Celk. hm. soupravy = 1300 kg + 2010 kg = 3310 kg
Navýšení hm. svary	5	
Provozní hm. vozíku	426	

Tabulka 11: Zhodnocení hmotností

Hmotnost komunálního malotraktoru činí 766 kg; užitková hmotnost přívěsu 874 kg je vyhovující. Vzhledem k překonání hodnoty o více než 100 kg vyhoví i v případě malé nehody při reálné výrobě. Celková hmotnost soupravy nepřesahuje 3500 kg; též vyhovující.



Obrázek 55: Celková hmotnost rámu



Obrázek 56: Provozní hmotnost osazeného vozíku, zváženo ve 3D, téměř totožný výsledek s výpočtem.

16 Závěr

Cíl této diplomové práce spočívá v návržení optimální koncepce víceúčelového vozíku, použitelného především pro převoz komunálního malotraktoru, umožňujícího vytvoření jízdní soupravy tvořené malotraktorem a navrženým přívěsem. Dále umožnění transportu sypkého, či rozměrově dlouhého materiálu. Návrh zohledňuje možnost naložení, potažmo složení, převáženého břemene a pohyb soupravy i mimo zpevněné cesty. Náklady na výrobu by neměly přesáhnout hranici ceny již dostupných konkurenčních variant, nicméně vždy je potřeba zohlednit poměr pořizovací ceny, využitelnosti, variability a opravitelnosti. Samozřejmý předpoklad co největší možné užitkové hmotnosti, při co nejmenší provozní hmotnosti, aby přívěs na základě celkové hmotnosti mohl být tažen automobily střední třídy bez řidičského oprávnění skupiny C, tedy jízdní souprava o celkové hmotnosti nepřevyšující 3500 kg.

Za účelem návržení vozíku odpovídající koncepce, byl proveden průzkum stávajícího trhu, který zahrnuje mimo jiné informace o pořizovacích cenách, které byly využity v samém závěru práce při ekonomickém zhodnocení. Trh však nenabízí jedinou odpovídající variantu, splňující bez dodatečných úprav veškerá kritéria na dopravu, přepravu a variabilitu soupravy. Dále byla provedena rešerše potřebné legislativy, nezbytná pro návržení schválně konstruované, vhodně a legislativně správně osazené všemi potřebnými unifikovanými komponenty, které podléhají přísným normám a schválení, např. náprava s brzdami, popřípadě snadno homologovaných komponentů, avšak pro kusovou výrobu nákladných na samostatnou výrobu, např. osvětlení.

Samotnému návrhu předchází vyjasnění požadavků včetně určení pevně daných a výchozích rozměrů kotvících otvorů nápravy a nájezdové brzdy, neboli spojovacího zařízení. Poté byl vytvořen návrh tří variant realizace s následným výběrem optimálního řešení. Dle již funkčních konstrukcí byly pro návrh hlavních profilů voleny profily tvaru „U“, dle kontrolního výpočtu zastavěné tak, aby osa symetrie profilu byla horizontální. Pro vyztužení konstrukce byly použity na trhu běžné dostupné profily čtvercového, či obdélníkového průřezu. Navržená sklopná konstrukce vozíku se skládá ze 3 stěžejních celků. První, spodní rám tvořený ojí a rozpěrami, je připevněný k nápravě. Druhý rám vyztužené žebřinové konstrukce, nástavba, je skrze komponenty sklápění, hydromotor a dva zadní čepy sklápění, otočně připevněn k rámu oje. Třetí navrhovaný konstrukční celek zahrnuje na trhu nedostupný a přesto potřebný komponent. Jedná se o zadní pant s požadovanou nosností a funkcí odnímatelného zadního čela, mimo jiné plnící funkci nájezdů. V průběhu práce jsou navrženy čepy sklápění nástavby, včetně rámu v okolí čepu, zkontrolovány analytickým výpočtem. Nástavba, příčka oje sloužící k uchycení hydromotoru a navržený zadní pant včetně nájezdu, jsou v závěru práce zkontrolovány statickými pevnostními výpočty, s přetížením odpovídajícím přibližně 50 %, metodou konečných prvků v softwaru NX firmy Siemens.

Součástí návrhu je výpočet optimální polohy nápravy a polohy převáženého traktoru tak, aby při prázdném vozíku nedocházelo k nadlehčování zadní nápravy tažného vozidla a současně při naloženém přívěsu nebylo tažné zařízení přetížené. Nechybí ani kontrola polohy těžiště při zdvihnutí nástavby, tedy nedochází k převažování směrem vzad. Poloha čepů sklápění je navržena s ohledem na samovolné zavírání sklopené nástavby vlastní tíhou. Pro konstrukci je tak plně dostačující jednočinný cenově přijatelný hydromotor české výroby, se zajištěním bezpečnosti proti úplnému vytažení. Hydraulické čerpadlo je čistě mechanicky ovládané, malé, lehké a bezúdržbové. Elegantním způsobem navržená zástavba hydromotoru pod ložnou plochou nebrání výklopnému a zcela odnímatelnému přednímu čelu, či převozu

objemnějšího nákladu. Uložení hydromotoru pod úhlem 27° od podélné roviny, si však vyžádalo kontrolu svíslé složky výsuvné síly pro bezpečné zajištění zdvihnutí traktorem naložené nástavby. Rezervní kolo je umístěno úmyslně za nápravou, za účelem částečného vyrovnání hmotností, vůči před nápravou umístěným hydraulickým komponentům.

Nesporná výhoda navržené koncepce s téměř nulovou přejezdovou hranou spočívá při zdvižení nástavby a vyklopení zadního čela v bezproblémovém nájezdu a transportu například sekacího traktoru s velmi malou světlou výškou vlivem nízko umístěného sekacího traktu mezi nápravami. Celkově nízko položená nákladová hrana vozíku usnadňuje převoz ručně nakládaného břemene.

V závěru práce je uvedeno technicko-ekonomické zhodnocení, které deklaruje překročení minimální potřebné užitkové hmotnosti přívěsu pro transport malotraktoru a téměř poloviční náklady na výrobu, oproti konkurenčním sklopným přívěsům, to vše za použití běžně dostupných, kvalitních a při poruše snadno nahraditelných komponentech.

17 Seznam použité literatury a softwaru

17.1 Použitý software

Siemens NX 8.5
Microsoft Word 2007
Microsoft Excel 2007
B spoj (KKS - ZČU)
Autodesk Inventor 2013

17.2 Internetové zdroje

- [1] www.autovia.cz (2013)
- [2] <http://www.br-trade.cz/?id=napravy-podvozky> (2013)
- [3] http://cs.wikipedia.org/wiki/Kategorie_vozidel#Kategorie_M (2013)
- [4] http://www.mej-cpspd.cz/index.php/component/docman/doc_details/135-smrnice-76756ehs?tmpl=component (2014)
- [5] <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31976L0756:CS:HTML> (2014)
- [6] <http://www.prefagrygov.cz/wp-content/uploads/2012/08/gar%C3%A1%C5%BEE-PDF.pdf> (2014)
- [7] <http://www.ctyrkolky-bce.cz/outlander-1000-max-ltd/> (2014)
- [8] http://www.autorevue.cz/je-octavia-vuz-stredni-tridy-nebo-nizsi-stredni-zde-je-odpoved_1 (2014)
- [9] http://www.klokocka.cz/data/file/o/c/Octavia_Combi_TD.pdf (2014)
- [10] http://ws.skoda-auto.com/OwnersManualService/Data/cz/Octavia_5E/11-2012/Manual/Octavia/A7_Octavia_OwnersManual.pdf
- [11] http://ws.skoda-auto.com/OwnersManualService/Data/cz/Rapid_NH/05-2013/Manual/Rapid/A05_Rapid_TechnicalChange.pdf
- [12] <http://zpravy.ihned.cz/c1-25128330-obri-kamiony-v-cesku-vaha-70-tun-delka-25-metru> (2014)
- [13] <http://www.bors.cz/sluzby-detail/vozovy-park/55/> (2014)
- [14] <http://www.vapp.cz/> (2014)
- [15] http://www.ferona.cz/cze/katalog/strom.php?id_tree=375 (2014)
<http://www.foiniasteel.cz/> (2014)
- [16] <http://www.metsawood.cz/> (2014)
- [17] <http://www.bolzano.cz/> (2014)

17.3 Vyhlášky, zákony

- [a] Ministerstvo dopravy ČR. Vyhláška 341/2002 Sb. Ministerstva dopravy spojů ze dne 11. července 2002 o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích. <http://portal.gov.cz> (2013)
- [b] Zákon č. 56/2001 Sb. Zákon ze dne 10. ledna 2001, o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, o pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla a o změně některých souvisejících zákonů.
- [c] Předpis č. 361/2000 Sb. Zákon o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů. <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-361> (2014)

17.4 Knižní publikace, ostatní zdroje

- [I] Podklady poskytnuté zadavatelem
- [II] HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J.: Příručka strojního inženýra I. Praha: Computer-Press 2000
- [III] VÁVRA, P., A KOL.: Strojnické tabulky pro SPŠ. Praha: SNTL 1983
- [IV] PELEŠKA, Tomáš: Transportní vozík pro formuli SAE ZČU EVO 2010, Bakalářská práce. ZČU v Plzni
- [IIV] GSCHEIDLE, R A KOL.: Příručka pro automechanika. Praha: Sobotáles, 2001
- [IIIV] VYCHODIL, Marek: Semestrální práce z předmětu KKS/KPP, 2014. ZČU v Plzni

18 Seznam příloh

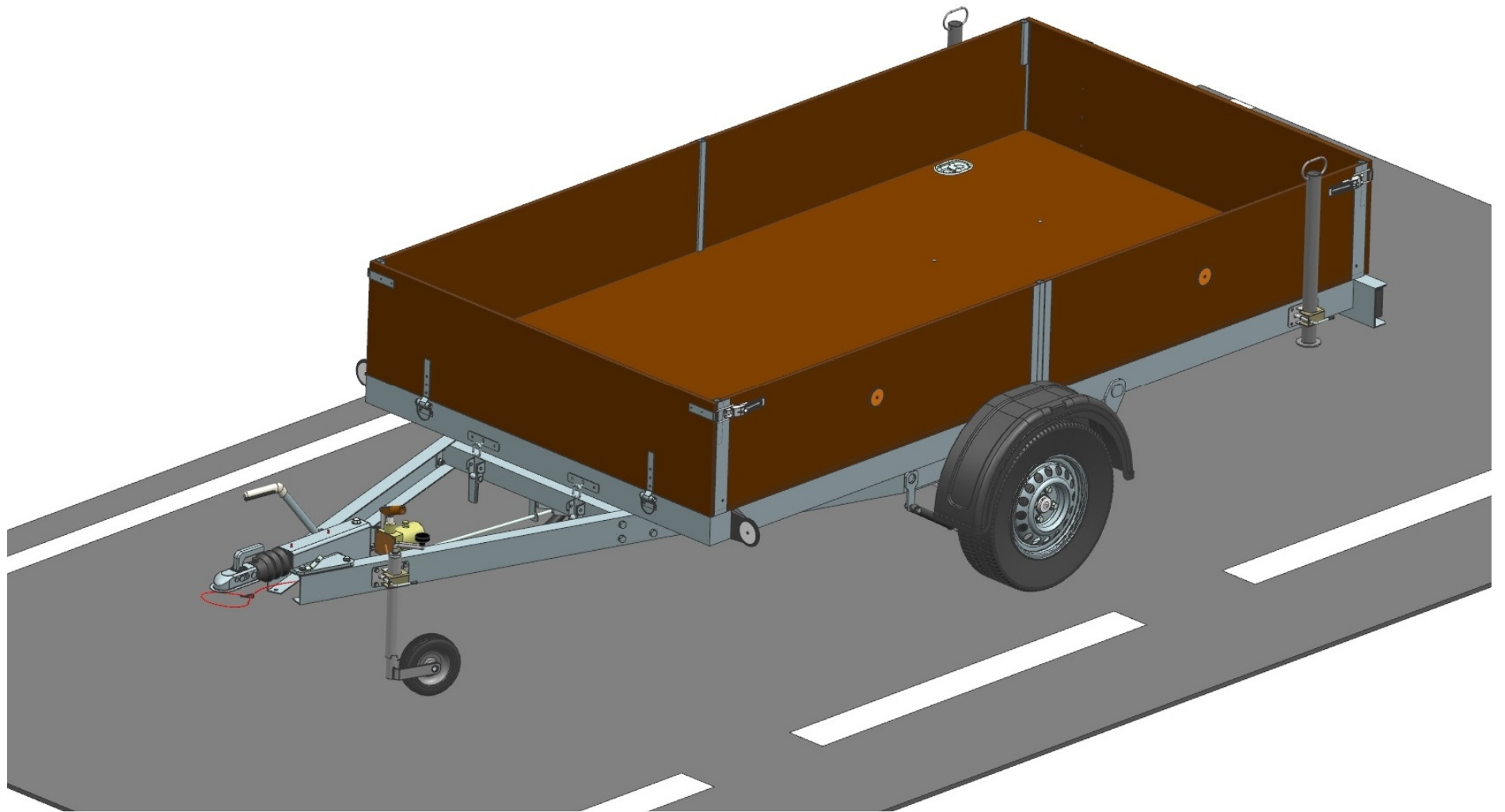
Příloha č. 1: Fotodokumentace 3D modelu navrženého víceúčelového vozíku

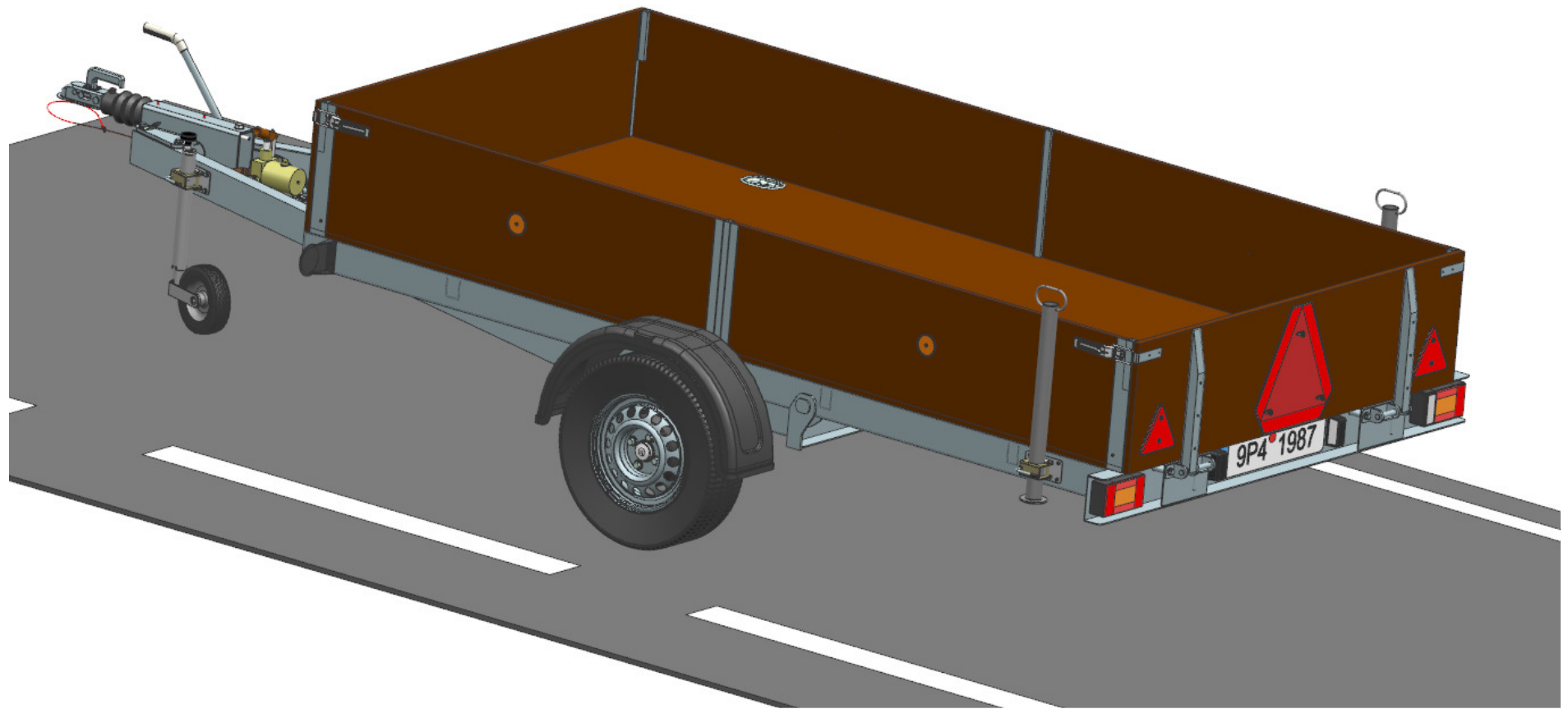
Příloha č. 2: Výpočet šroubového spojení v programu B SPOJ

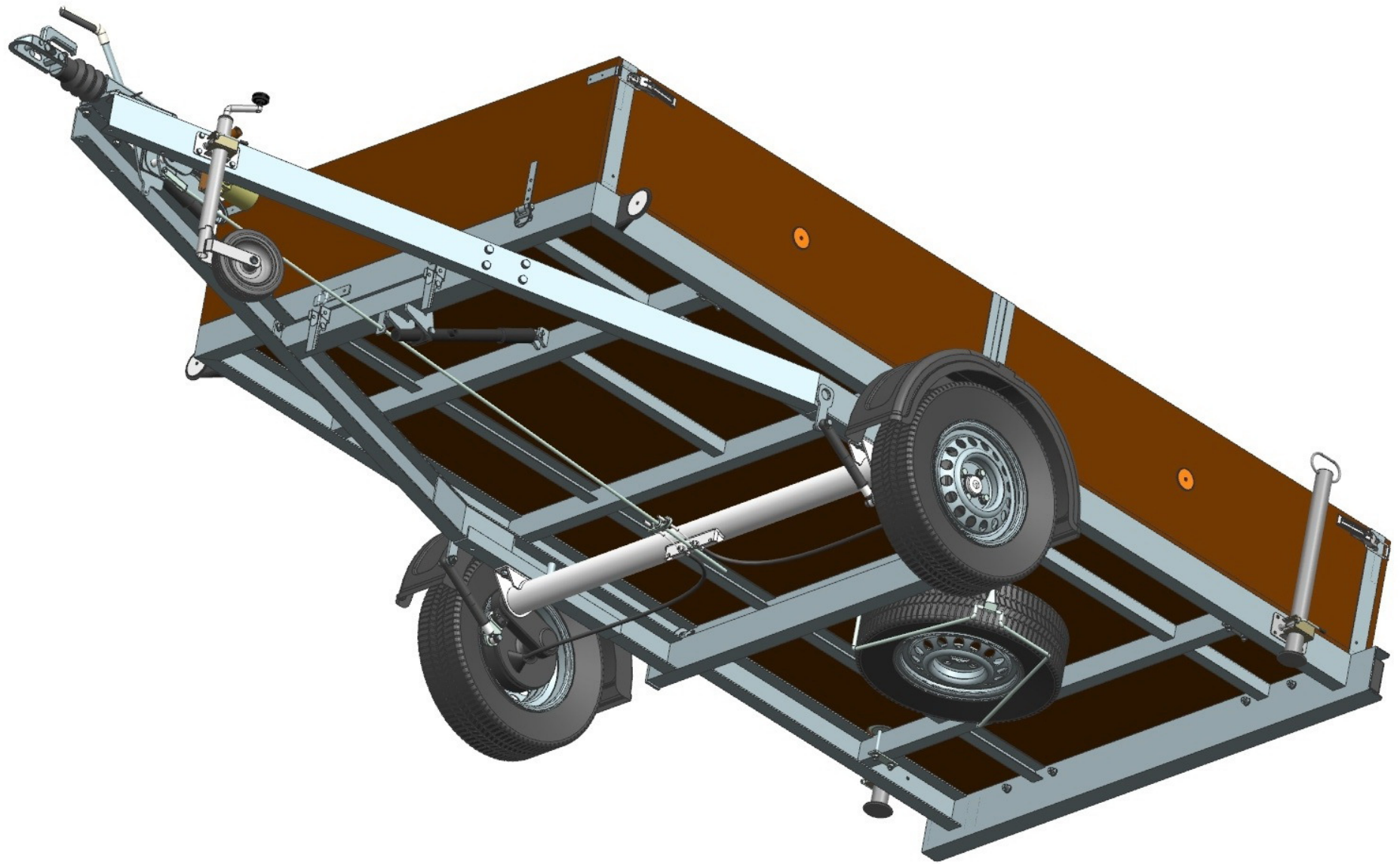
Příloha č. 3: Výkresová dokumentace vybraných částí

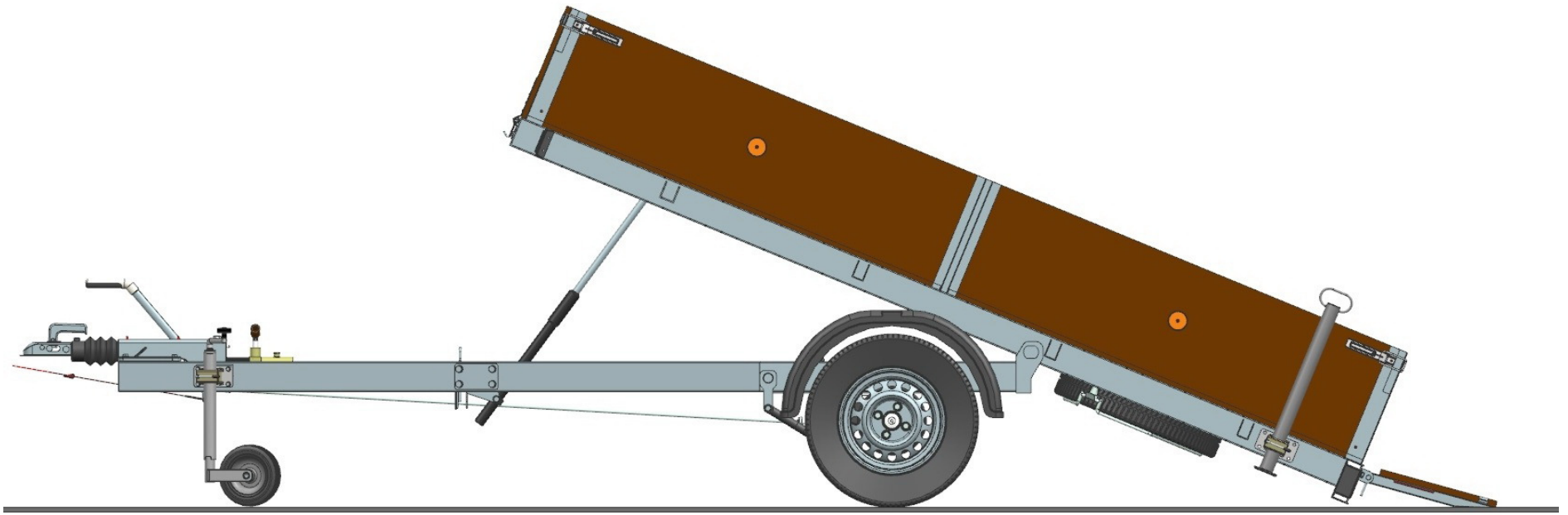
PŘÍLOHA č. 1

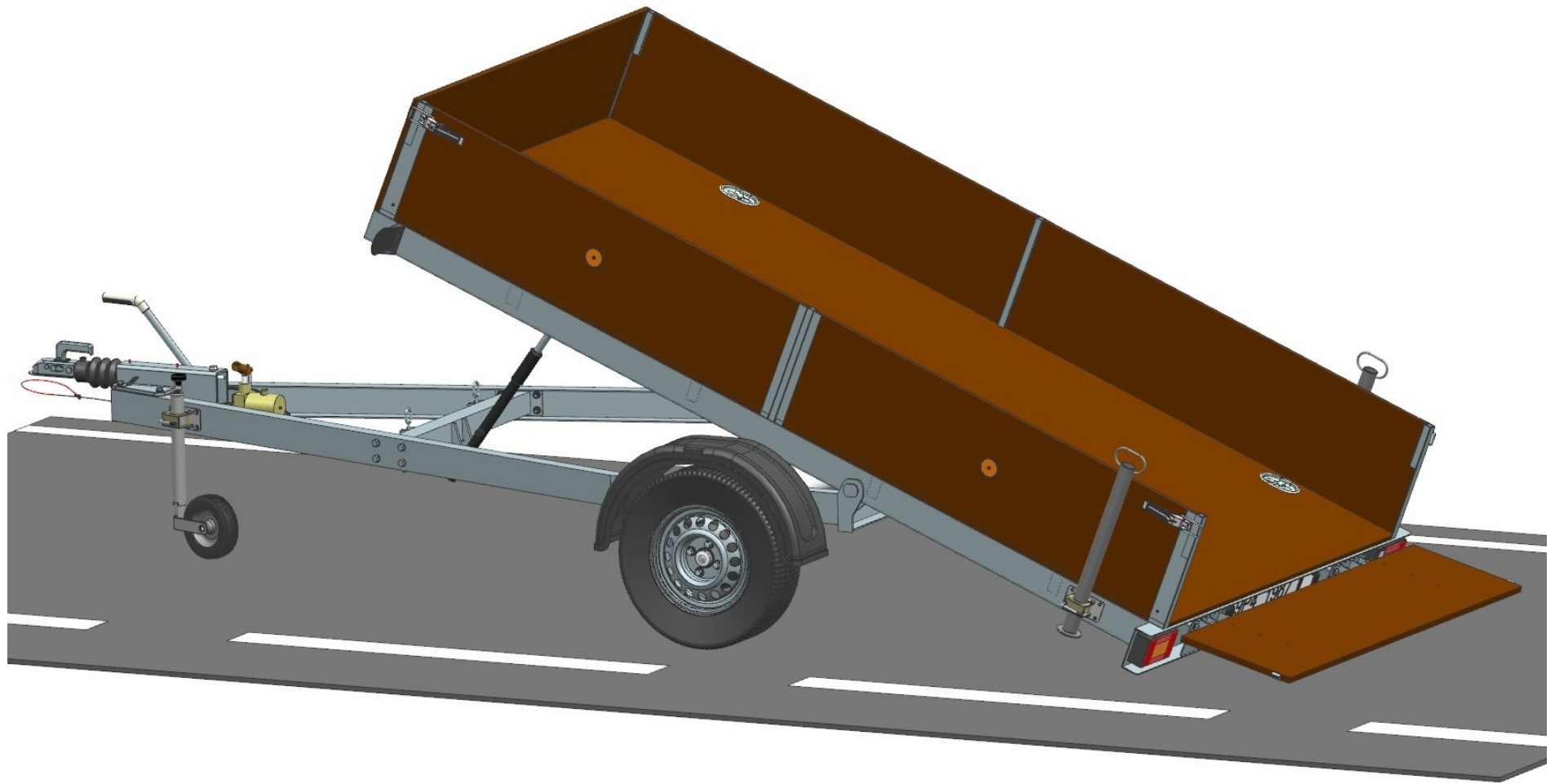
Fotodokumentace 3D modelu navrženého víceúčelového vozíku

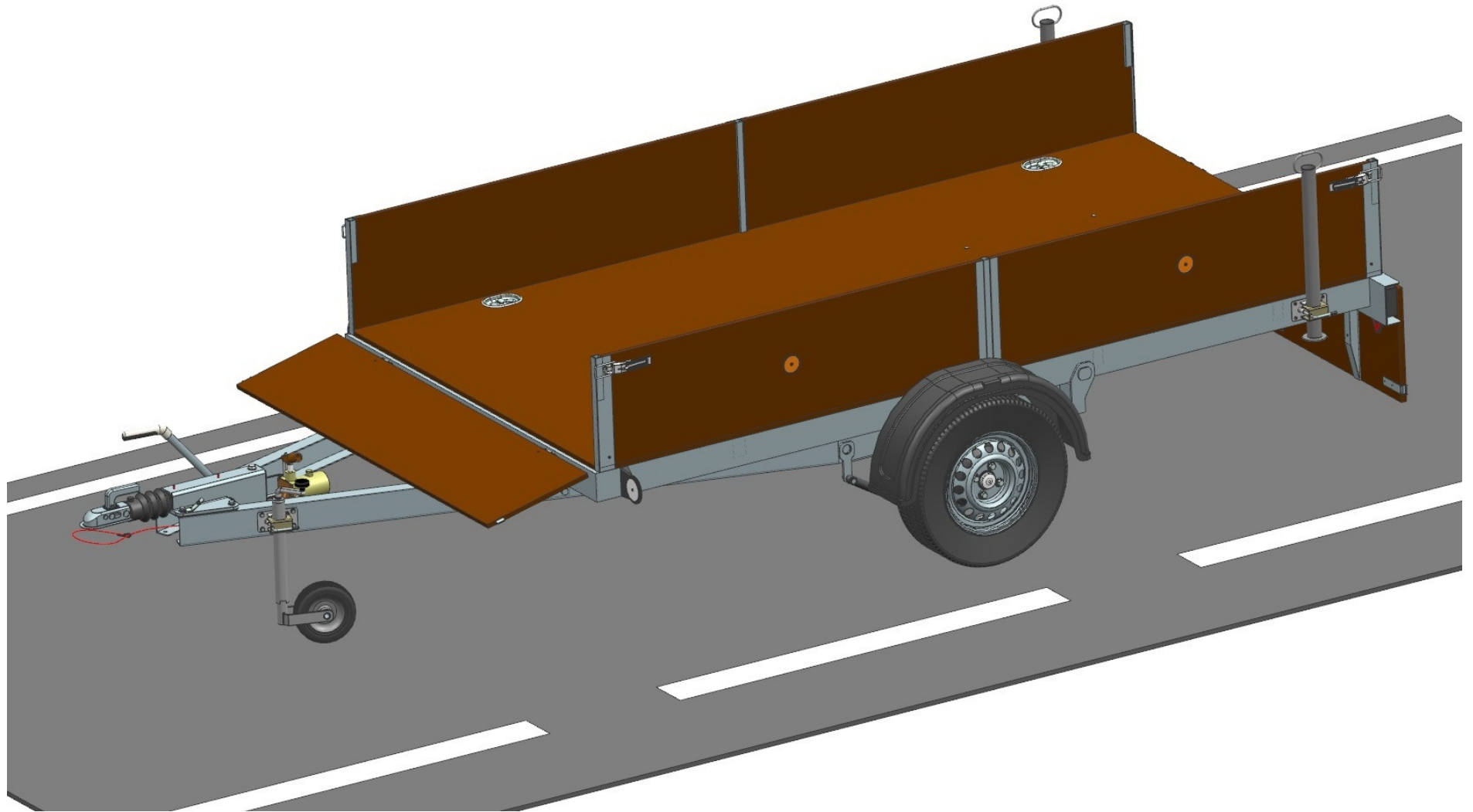


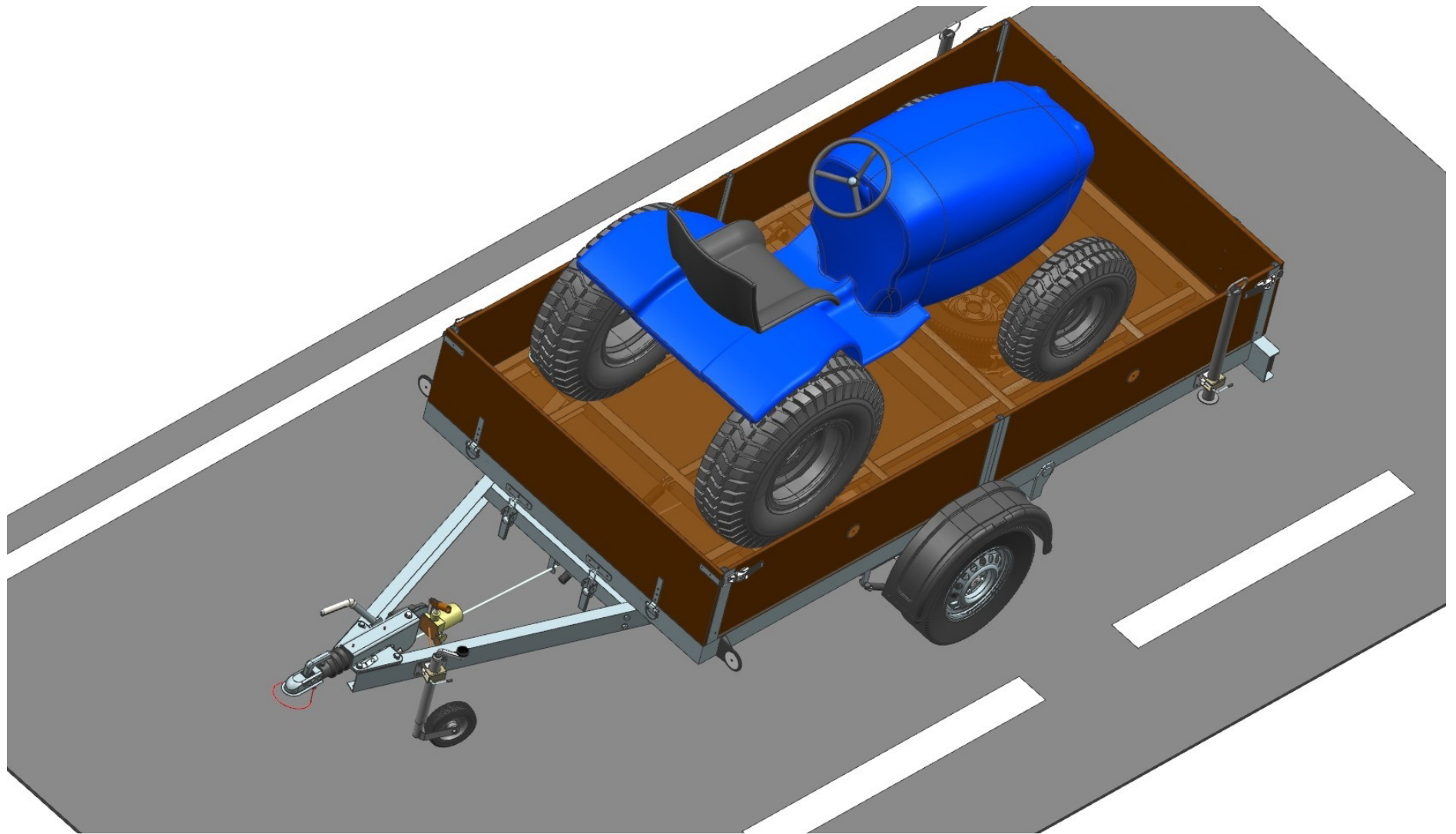


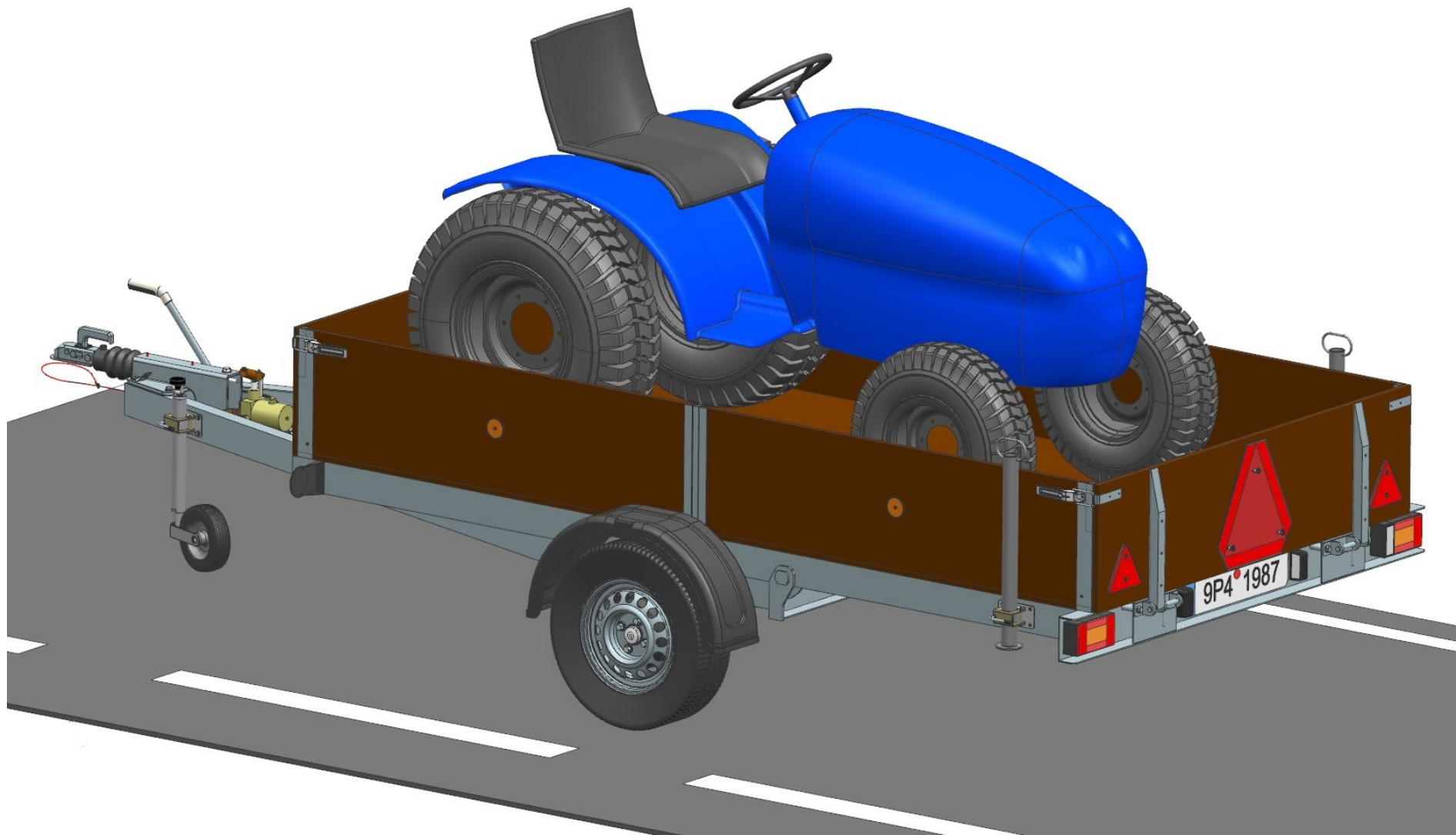








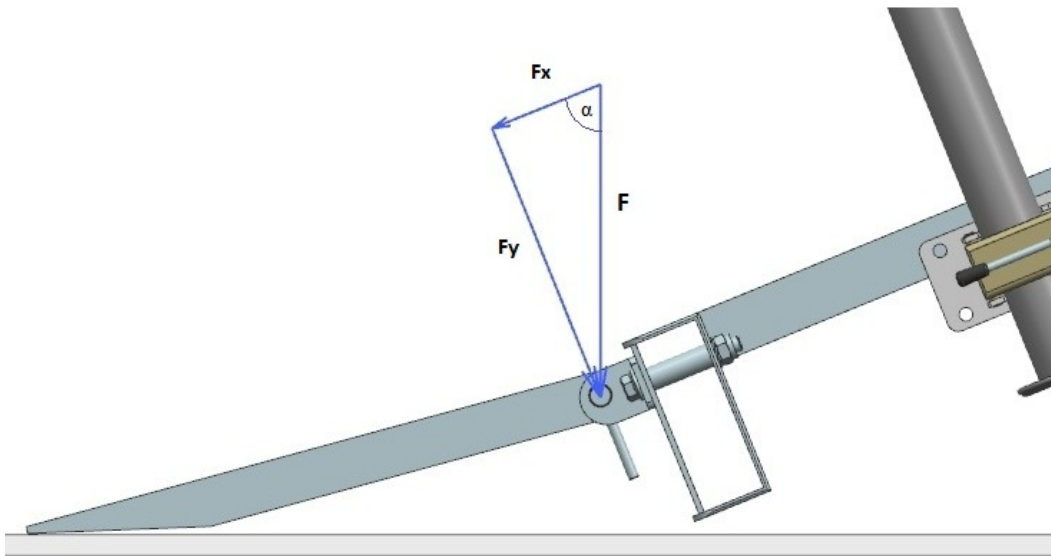




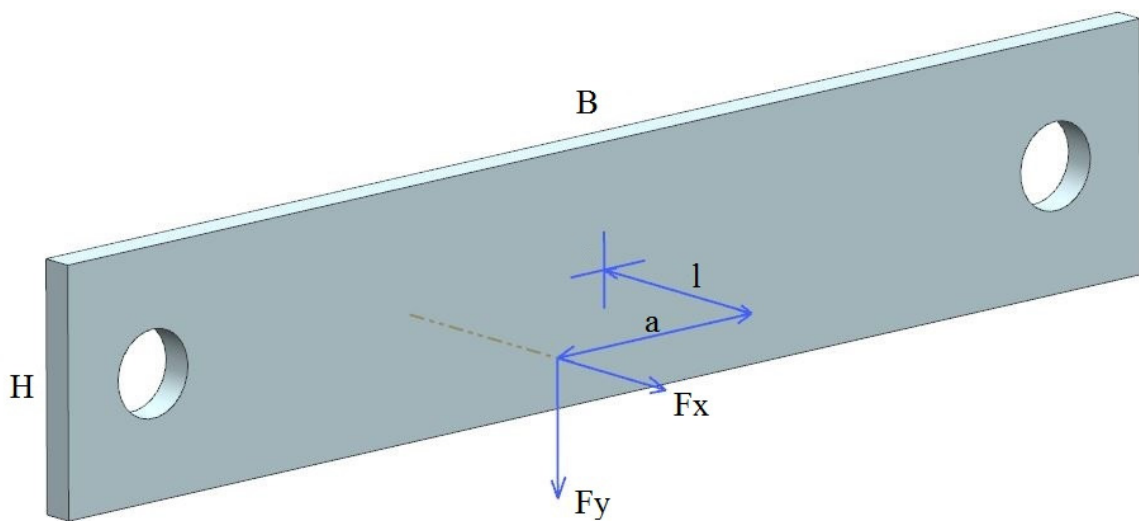
PŘÍLOHA č. 2

Výpočet šroubového spojení v programu B SPOJ

Směr zatížení šroubového spojení, tíhovou silou F , vyvolanou tíhou traktoru:



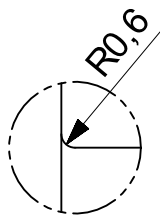
Rozbor působení sil, potřebný pro zadání do programu B SPOJ. Zobrazeno na zjednodušeném 3D schématu představujícího desku pantu, neboli základní součást svařence pantu.:



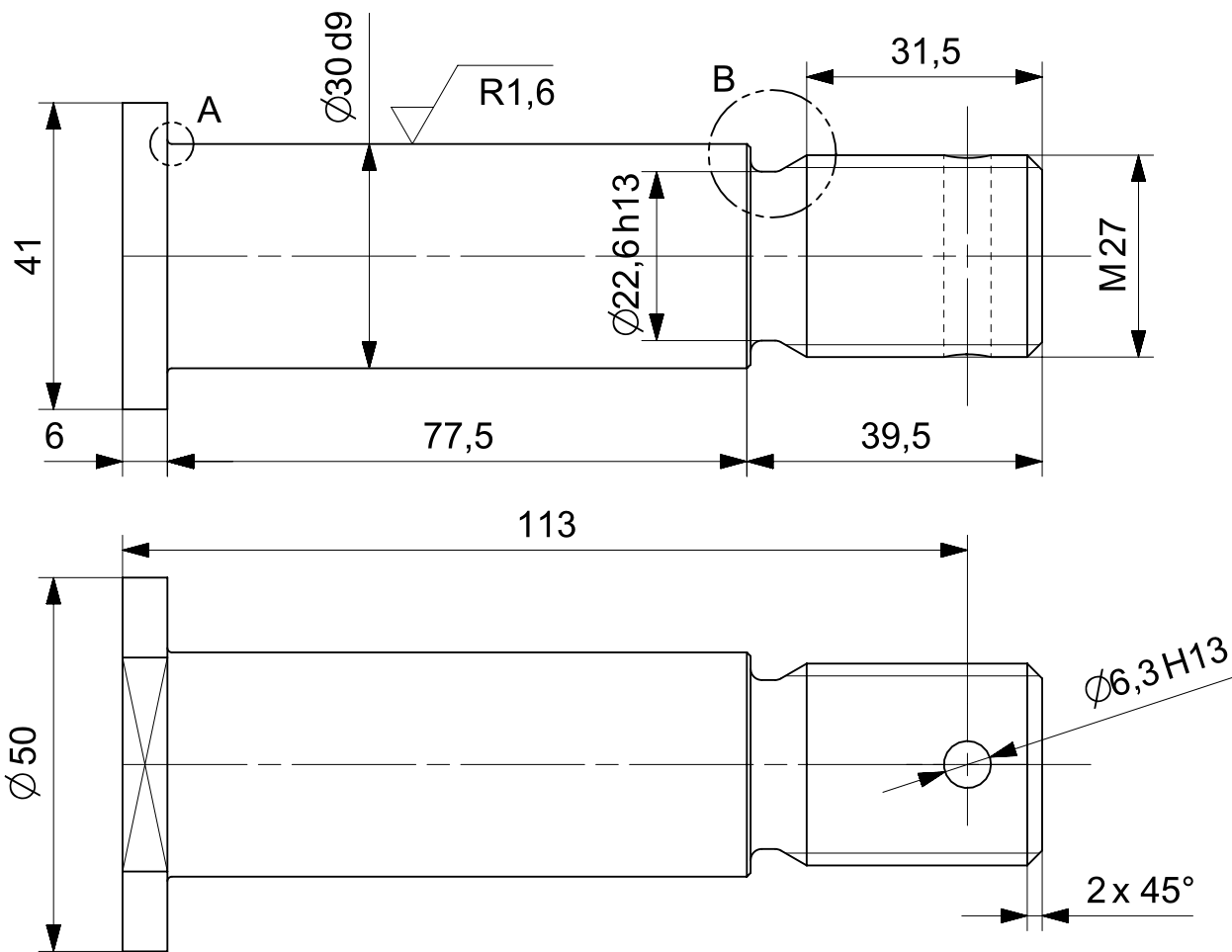
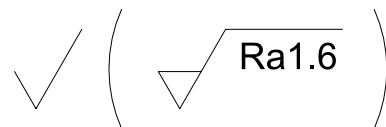
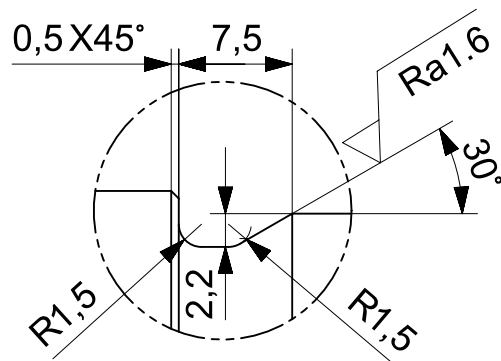
PŘÍLOHA č. 3

Výkresová dokumentace vybraných částí

DETAIL A
MERITKO 3:1



DETAIL B
MERITKO 2:1



	Ø52 h9	Kruhova ocel tazena	S355J2C		-	-	---	
Pocet ks.	Nazev - rozmer	Polotovar	Material	T.O.	C.hmot.	Hr.hmot.	Cislo vykresu sestavy	Poz.
Quant.	Title - size	Blank	Material	C.W.	Weight	R. weight	Assembly drawing no.	Pos.

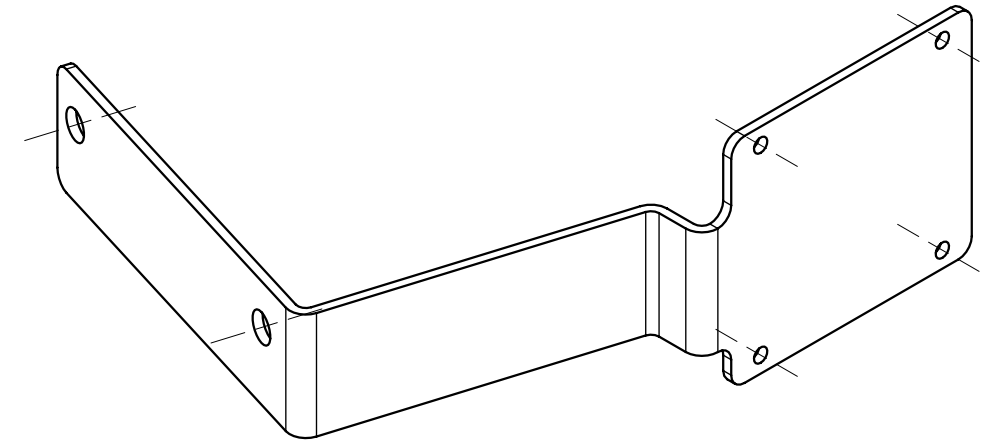
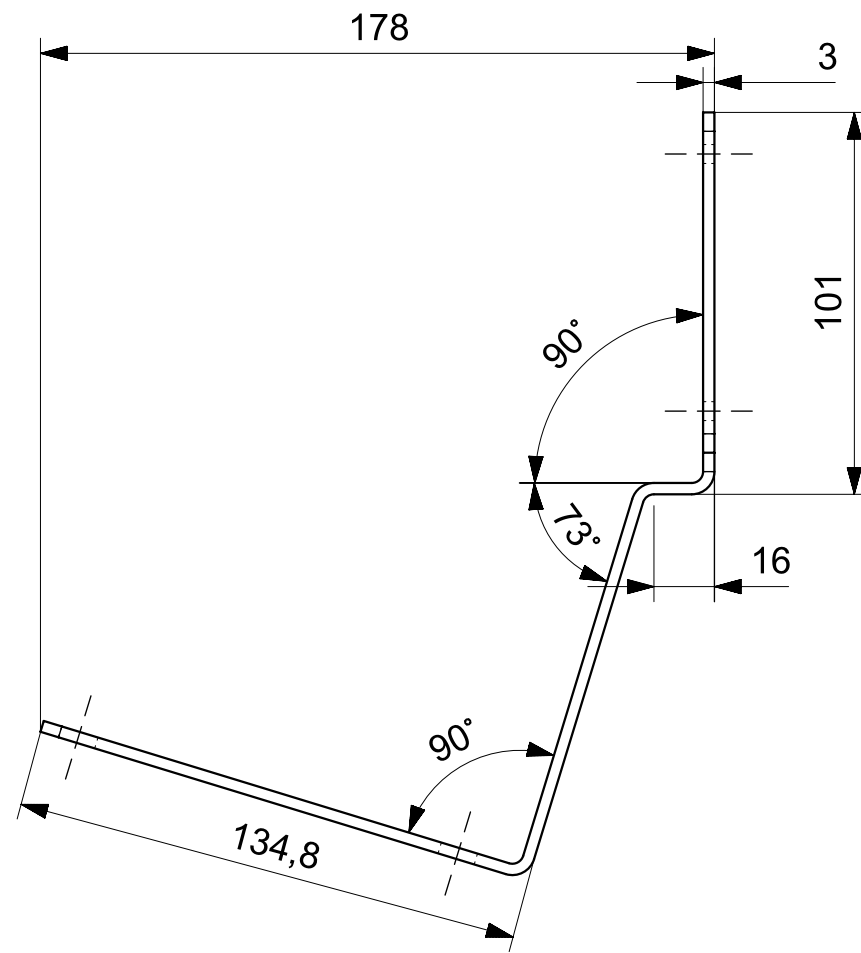
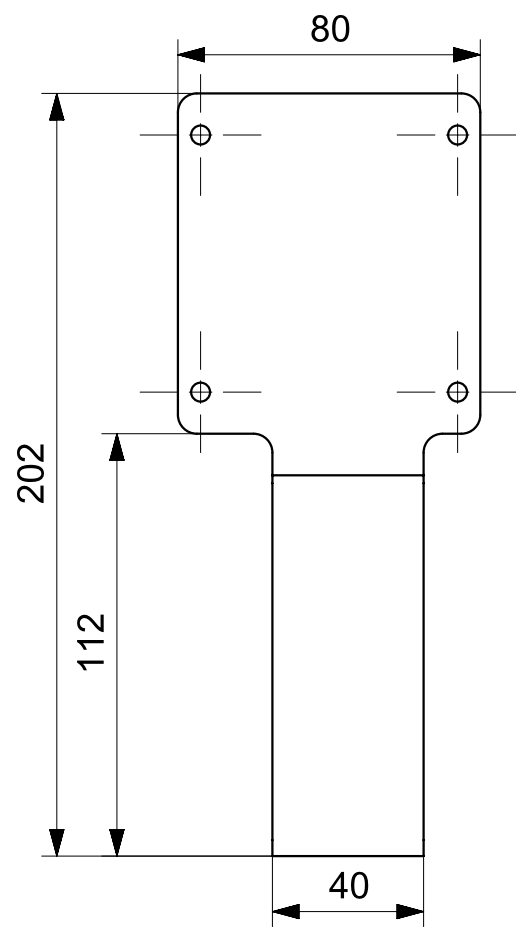
CAD 1	Datum / Date	Jmeno / Name		
Kreslil / Drawn by	10.5.2014	Vychodil M.		
Prezkousel / Checked by				
Schvalil / Approved by				
Index zmeny	Popis zmeny / change description	Schval. / APP	Datum / Date	Podpis / Signature



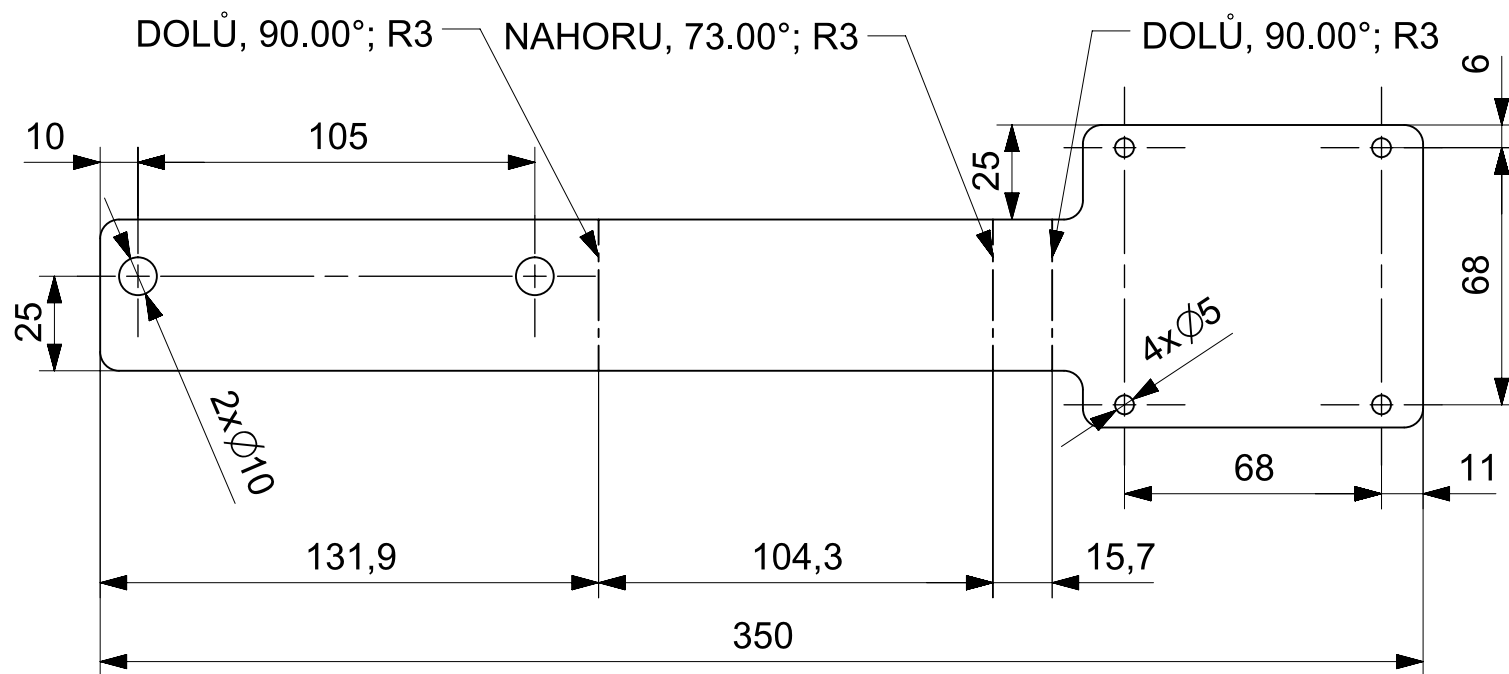
FAKULTA STROJNI
ZAPADOCESKE
UNIVERZITY
V PLZNI

Vsechna prava vyhrazena / All rights reserved



Tolerance / Tolerovani ISO 128 ISO 8015 ISO 2768mK	Soubor-model / ASM-file 2_CEP_SROUB_sklapeni	Projekt / Project:	Meritko / Scale 1:1
	Soubor-vykres / DRW-file 2_CEP_SROUB_sklapeni	C.sestavy / Assembly No. ---	
Nazev / Title Cep	Rev. 0	Cislo vykresu / Drawing No. DP-02-11	Format 297.0 x 210.0
	List / sheet no. 1	Pocet listu / sheets 2	

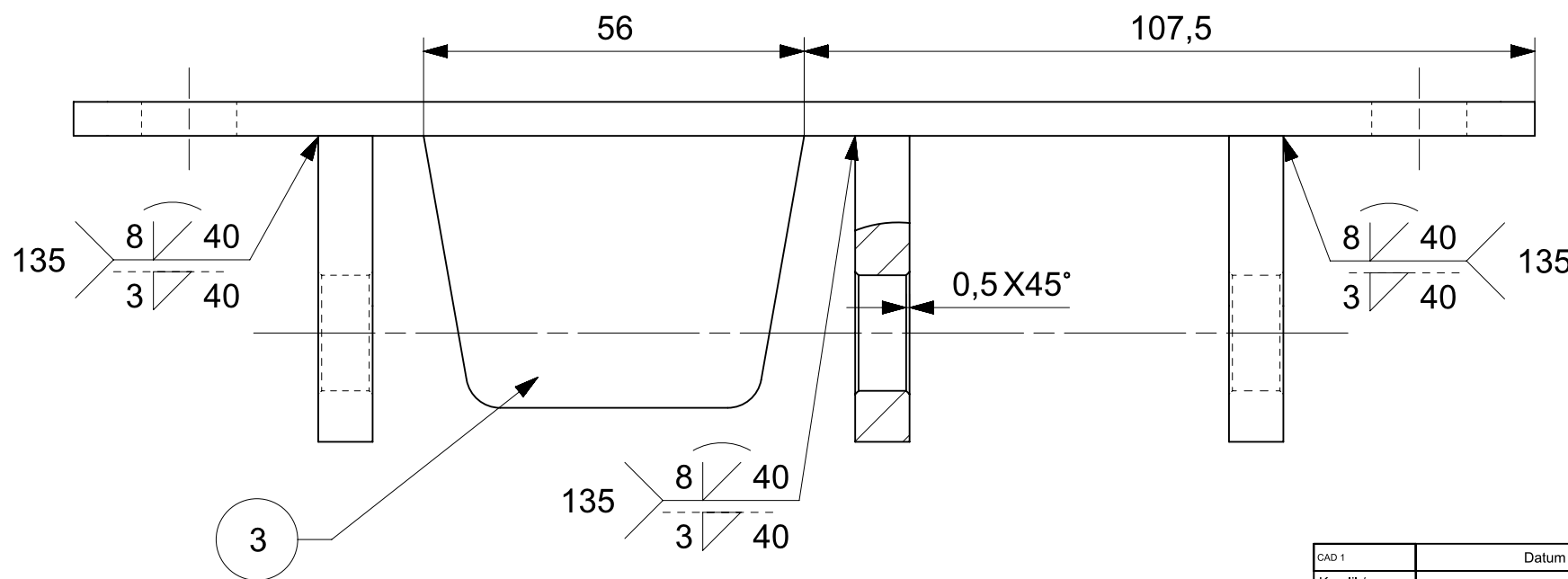
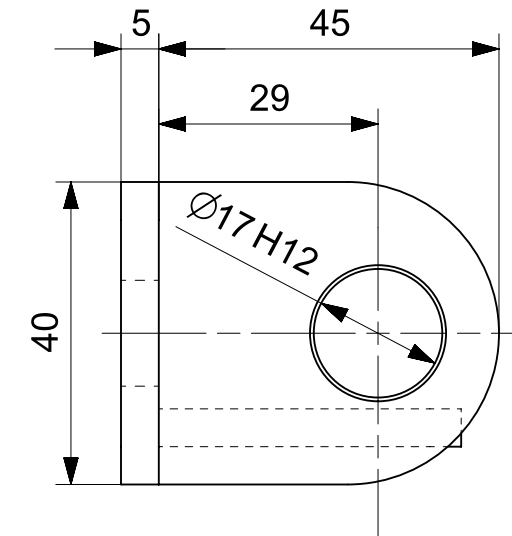
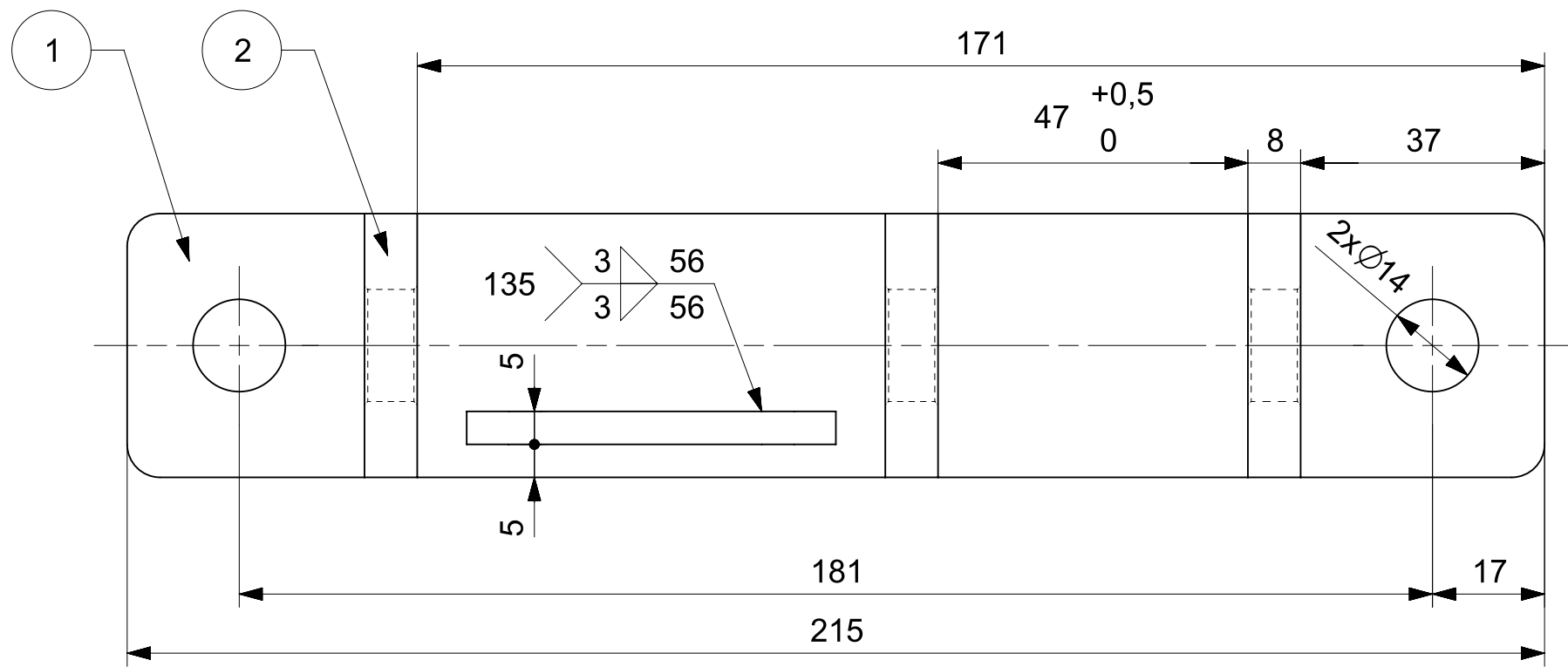


ROZVINUTÝ TVAR



Srazit hrany 0.5x45° a poté ohnout.
Nezakotované rozměry definovány dxf.
Nekotované radiusy R5.



CAD 1	Datum / Date	Jmeno / Name			 FAKULTA STROJNÍ ZAPADOCESKÉ UNIVERZITY V PLZNI <small>Vsechna práva vyhrazena / All rights reserved</small>		
Kreslil / Drawn by	15.5.2014	Vychodil M.					
Prezkoušel / Checked by							
Schválil / Approved by							
Index zmeny	Popis zmeny / change description	Schval. / APP	Datum / Date	Podpis / Signature	Poznámka / Note:		
 Tolerance / Tolerovani ISO 128 ISO 8015 ISO 2768mK	Soubor-model / ASM-file		7_drzak_HAR		Projekt / Project:		
	Soubor-vykres / DRW-file		7_drzak_HAR		C.sestavy / Assembly No. ---		
					C.hmot.sestavy		
Název / Title					Rev.	Cislo vykresu / Drawing No.	Meritko / Scale
Drzak HAR 18					0	DP-07-10	1:2
					List / sheet no. 1	Pocet listu / sheets 2	Format A3

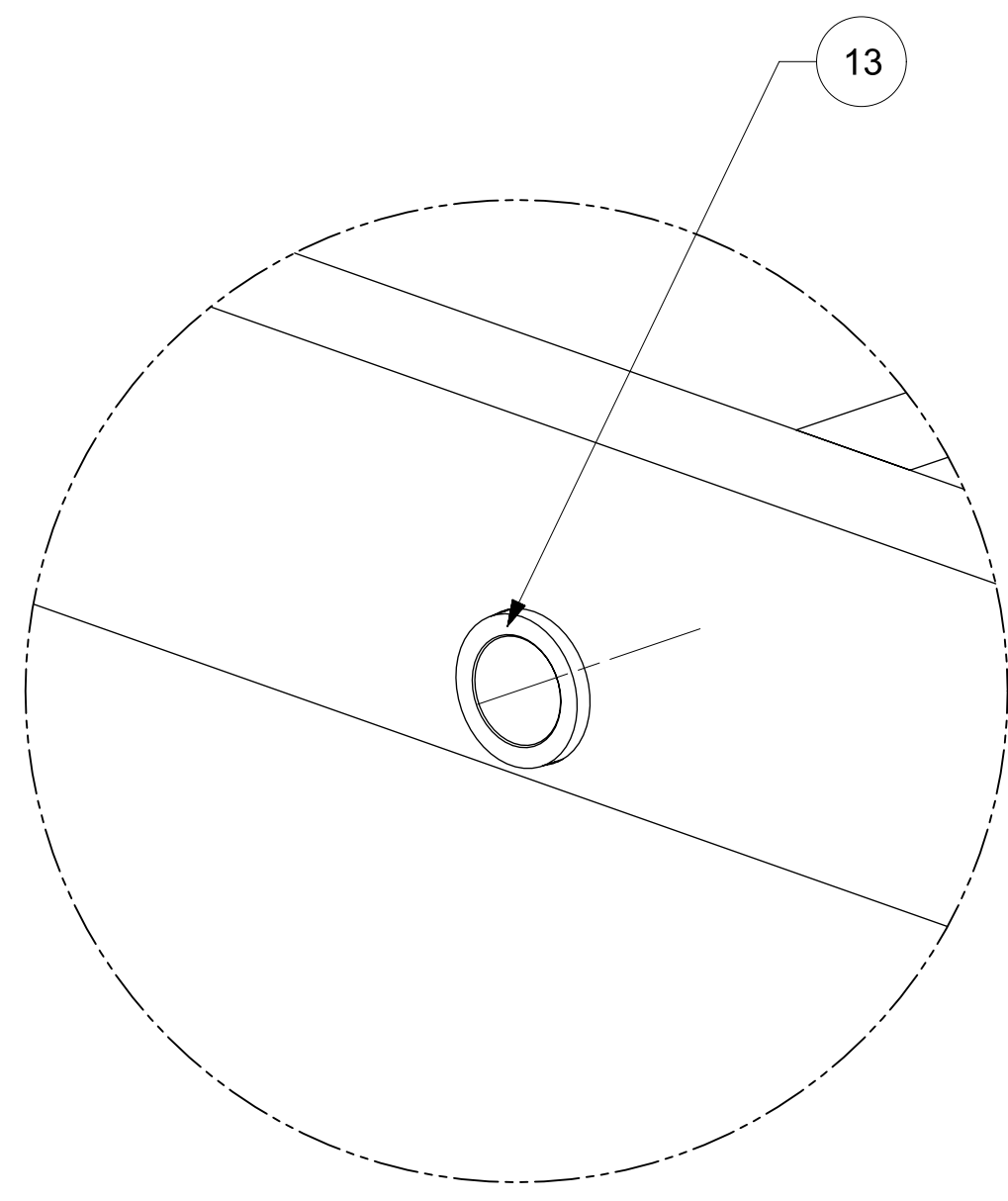
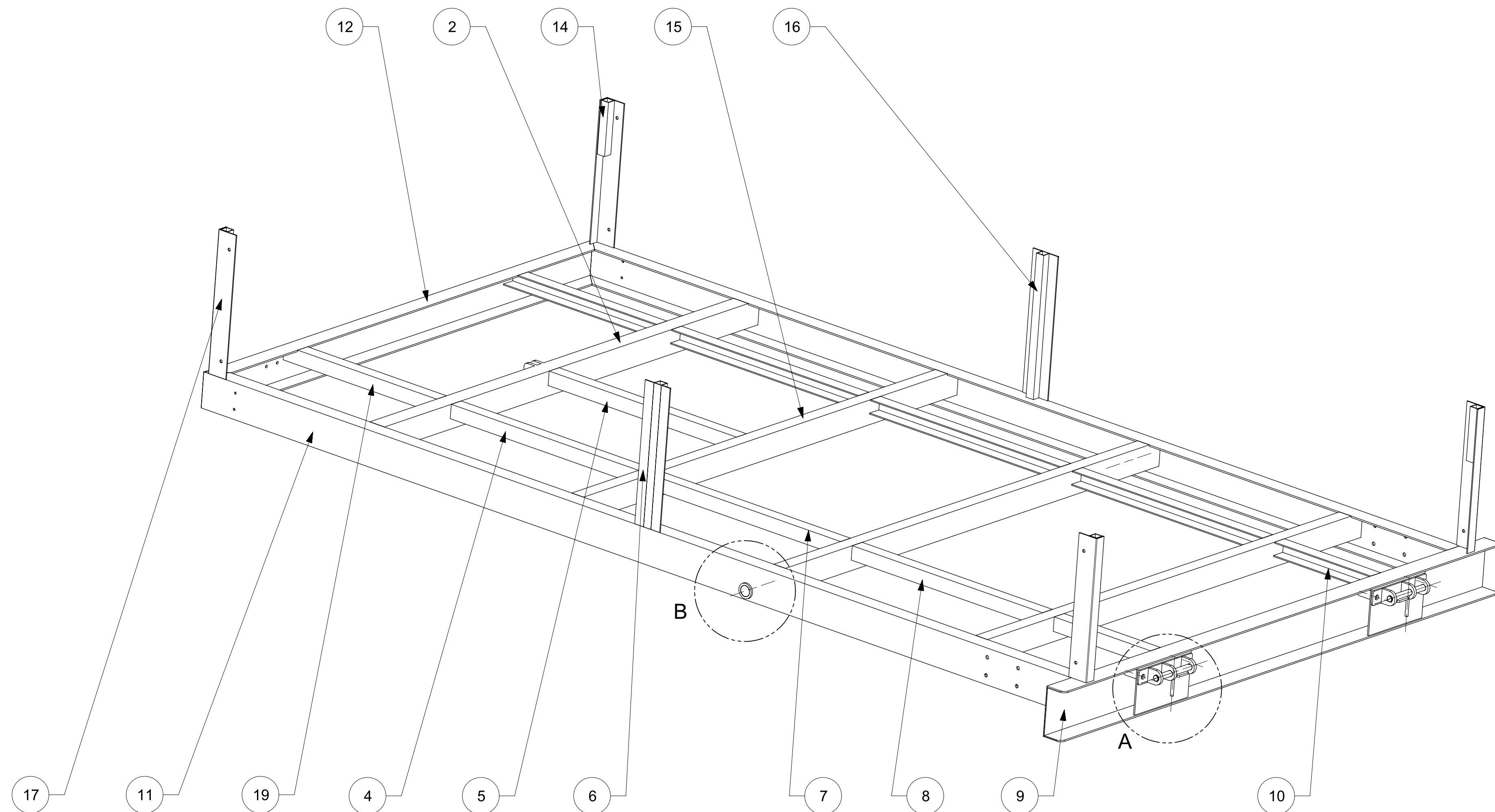


DÍRY Ø17 MM VRTAT PO SVARENI,
HRANY OTVORU SRAZIT 0.5X45°

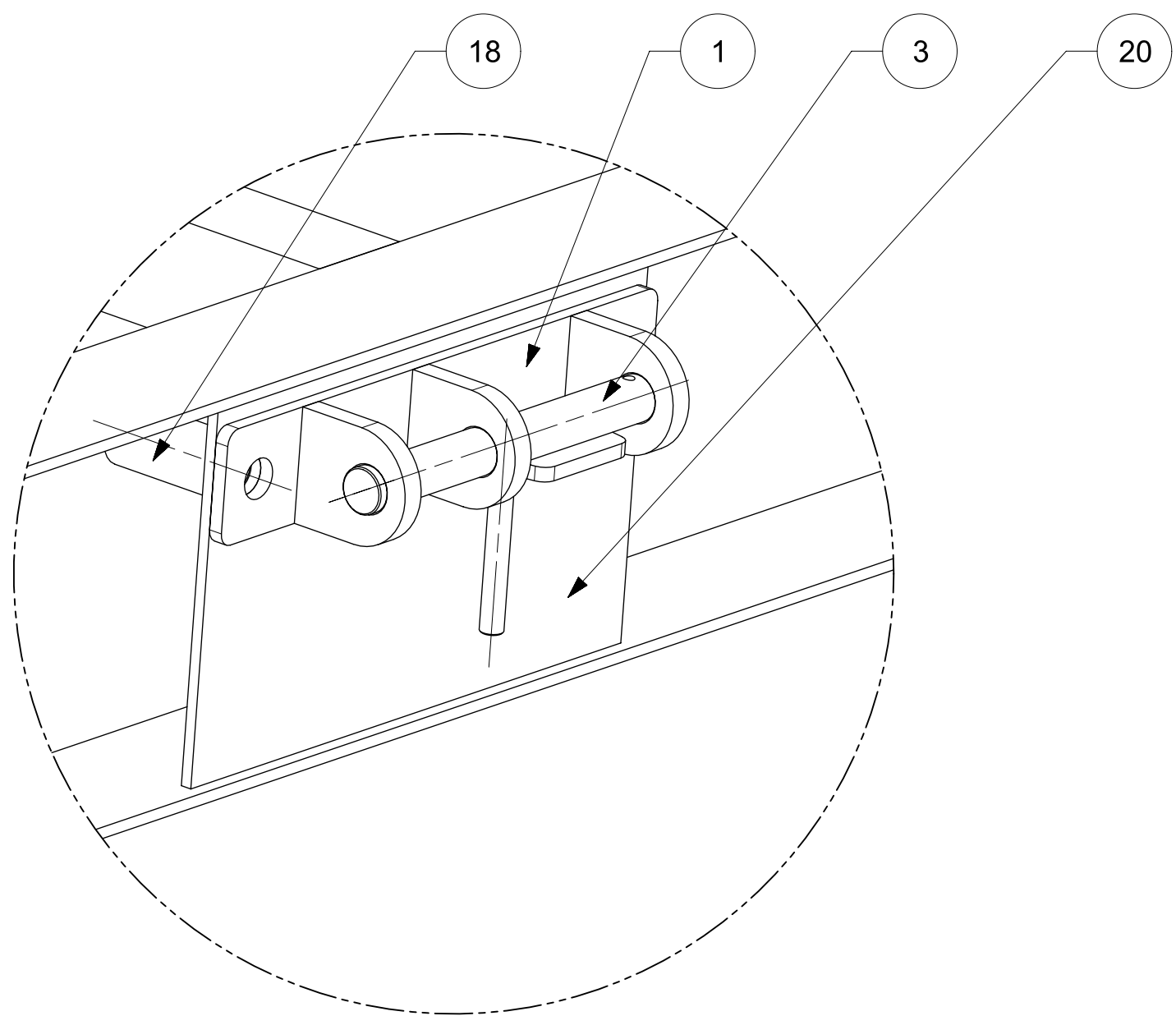
SVAROVANI JE PROVEDENO S RESPEKTOVANIM
NOREM CSN EN ISO 13920, CSN EN 25817

3	ZARAZKA	-	S235JR+N	1
2	OKO	-	S235JR+N	3
1	DESKA	-	S235JR+N	1
MN.	NAZEV	C. VYKRESU	MATERIAL	MN.

CAD 1	Datum / Date	Jmeno / Name			 FAKULTA STROJNI ZAPADOČESKE UNIVERZITY V PLZNI <small>Vsechna práva vyhrazena / All rights reserved</small>
Kreslil / Drawn by	---	Vychodil M.			
Prezkoušel / Checked by	---	---			
Schválil / Approved by	---	---			
Index zmeny	Popis zmeny / change description	Schval. / APP	Datum / Date	Podpis / Signature	Poznamka / Note:
---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---
 Tolerance / Tolerovani ISO 128 ISO 8015 ISO 2768mK	Soubor-model / ASM-file		Projekt / Project:		Meritko / Scale
	1_SESTAVA_pant_zadni_celo_PRAVY		---		
Soubor-vykres / DRW-file		C.sestavy / Assembly No.		1:1	
1_SESTAVA_pant_zadni_celo_PRAVY		C.hmot.sestavy		-	
Nazev / Title				Rev.	Cislo vykresu / Drawing No.
Pant					DP-05-10
List / sheet no.		Pocet listu / sheets		2 2	
				A3	



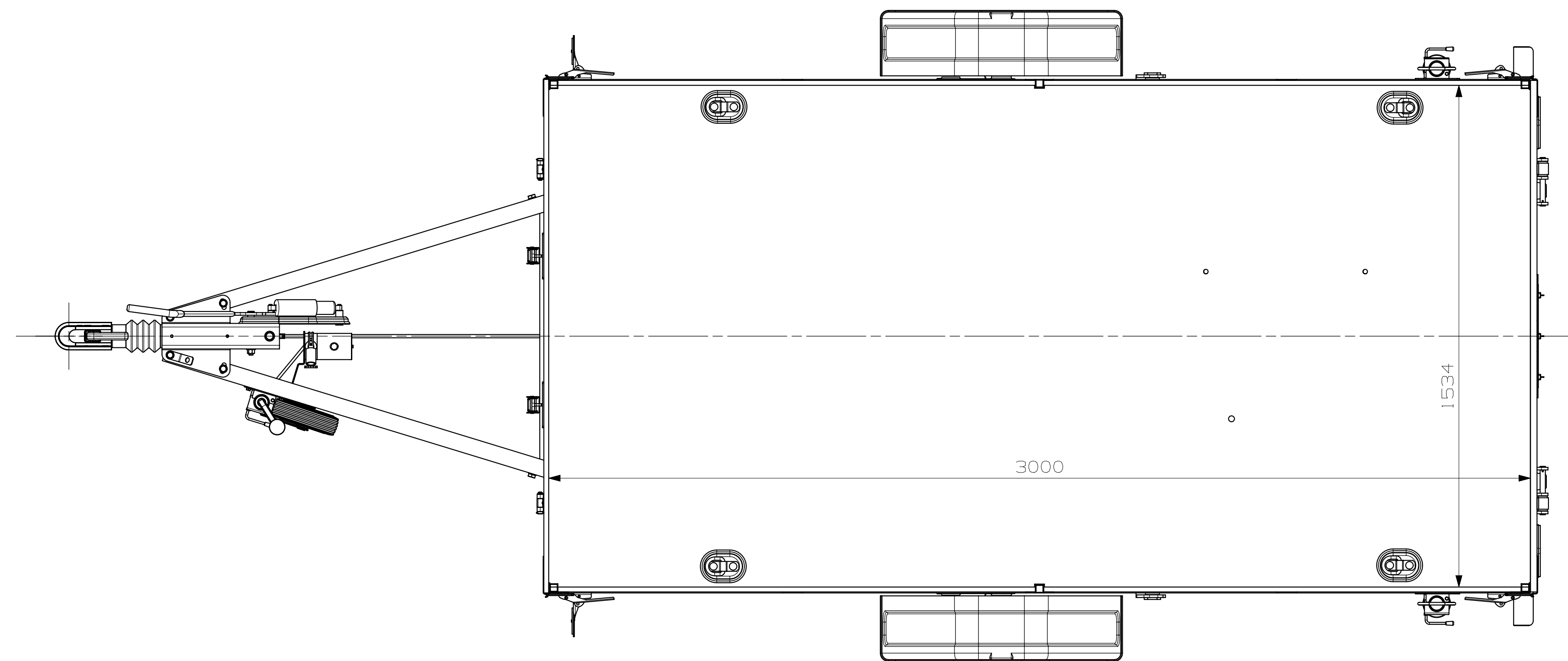
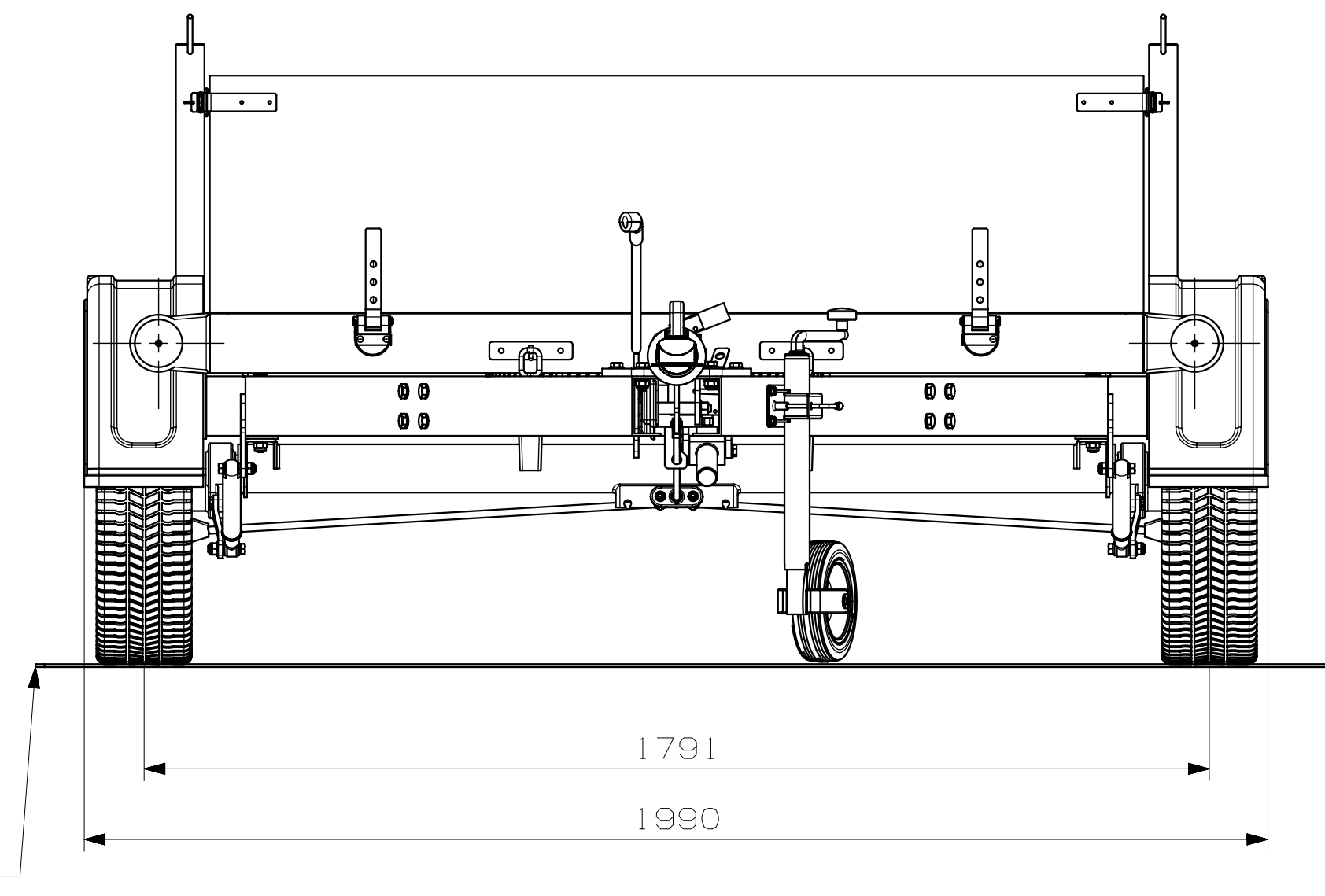
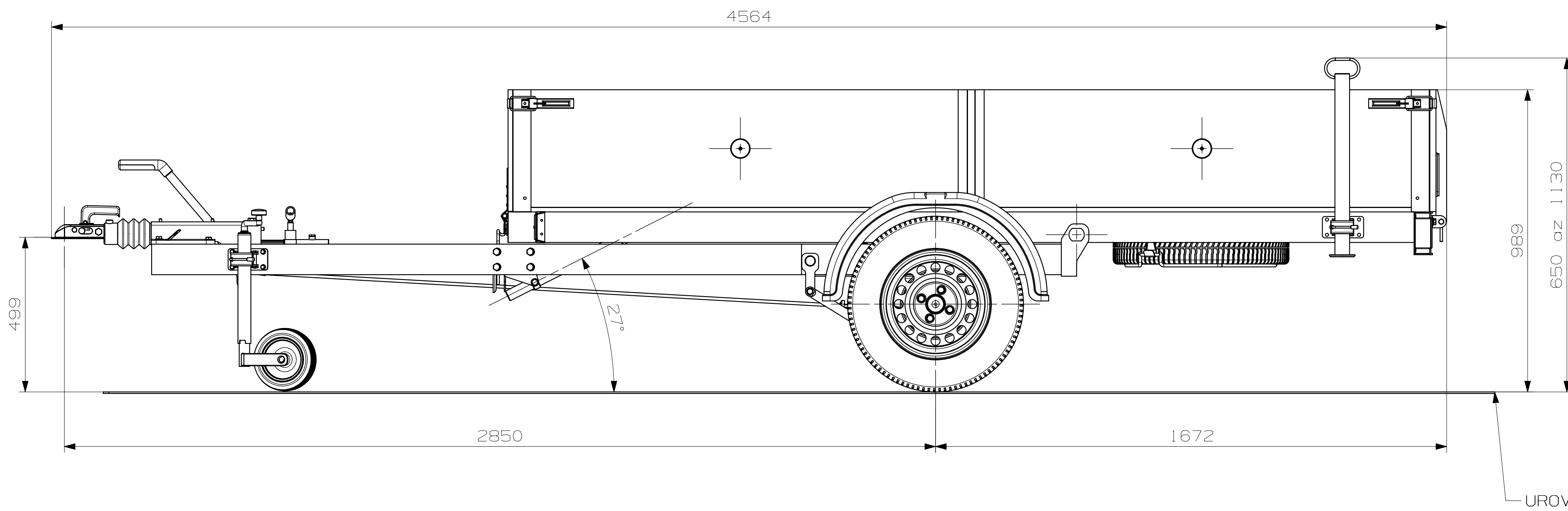
DETAIL B
SCALE 1:2



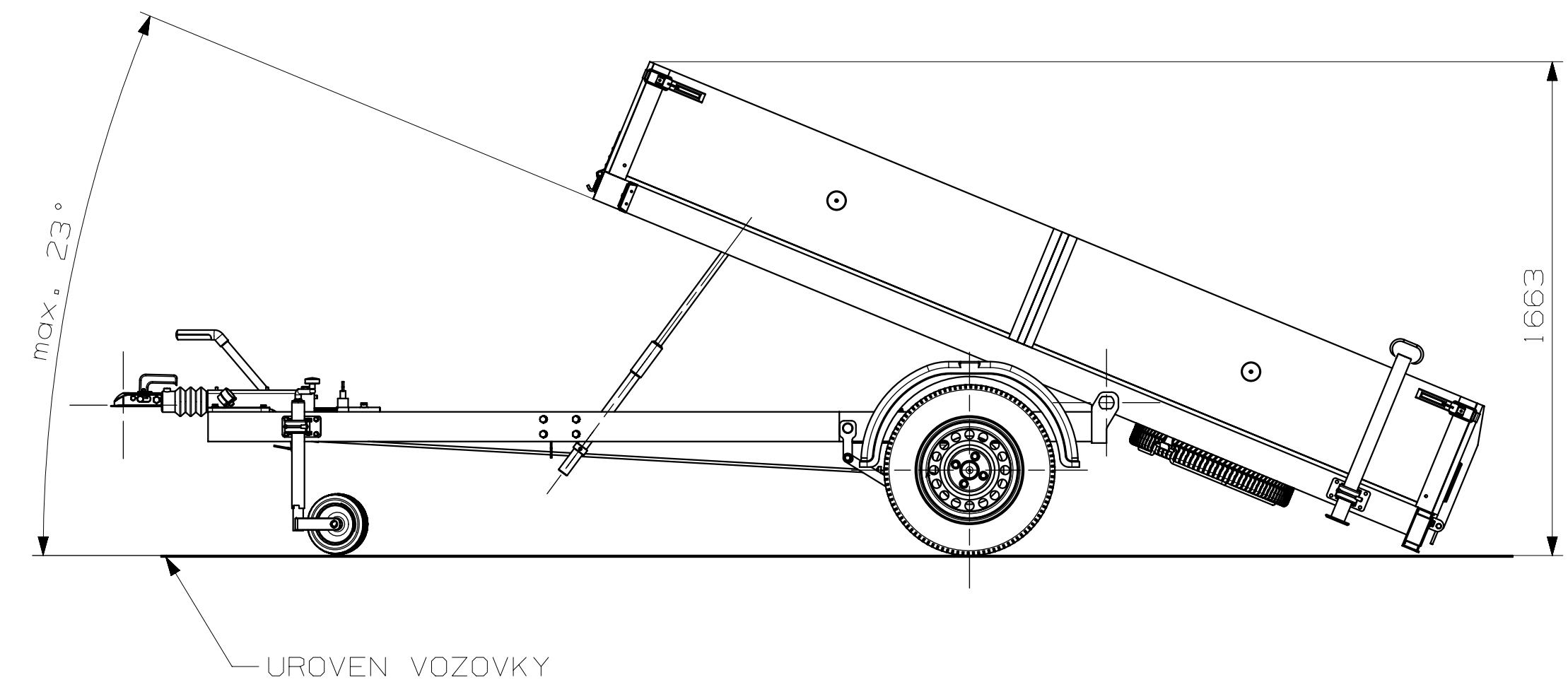
DETAIL A
SCALE 1:2

20	STOJINA PRIDAVNA	OCEL. PLECH ZTV DIN 1543	-	S235JR+N	2	
19	PODELNA VYZTUHA a	EN 10162 40X40X3	-	S235JR	2	
18	ROZPERNA TRUBKA	CSN 42 5715.01 22X4	-	11 353	4	
17	L SLOUPEK ROHOVY	EN 10 162 60X30X3	-	-	4	
16	JÁKL STREDOVY SVISLY	EN 10219 25X2	-	S235JR	2	
15	STREDNI PRICNIK	EN 10162 70X40X3	-	S235JR	3	
14	JÁKL ROHOVY SVISLY	EN 10219 25X2	-	S235JR	4	
13	TRUBKA SKLAPENI	CSN 42 5715.01 Ø42.4x7	-	11 353	2	
12	PREDNI PRICNIK	EN 10162 100X50X4	-	S235JR	1	
11	HLAVNI PODELNÍK	EN 10162 100X50X4	-	S235JR	2	
10	PODELNA VYZTUHA e	EN 10162 40X40X3	-	S235JR	2	
9	ZADNI PRICNIK	EN 10162 140X60X4	-	S235JR	1	
8	PODELNA VYZTUHA d	EN 10162 40X40X3	-	S235JR	2	
7	PODELNA VYZTUHA c	EN 10162 40X40X3	-	S235JR	2	
6	PAS STOJINY	CSN 42 5350.11 30X3	-	11 343	4	
5	VYZTUHA PODELNA-OSOVA	EN 10219 40X3	-	S235JR	1	
4	PODELNA VYZTUHA b	EN 10162 40X40X3	-	S235JR	2	
3	SESTAVA CEPU ZAJISTENI	-	-	S235JR	2	
2	SESTAVA-PRICNIK HYDRAULIKY	-	-	-	1	
1	SESTAVA PANTU	-	-	-	2	
POZ.	NAZEV	POLOTOVAR		CISLO VYKRESU	MATERIAL	MN.

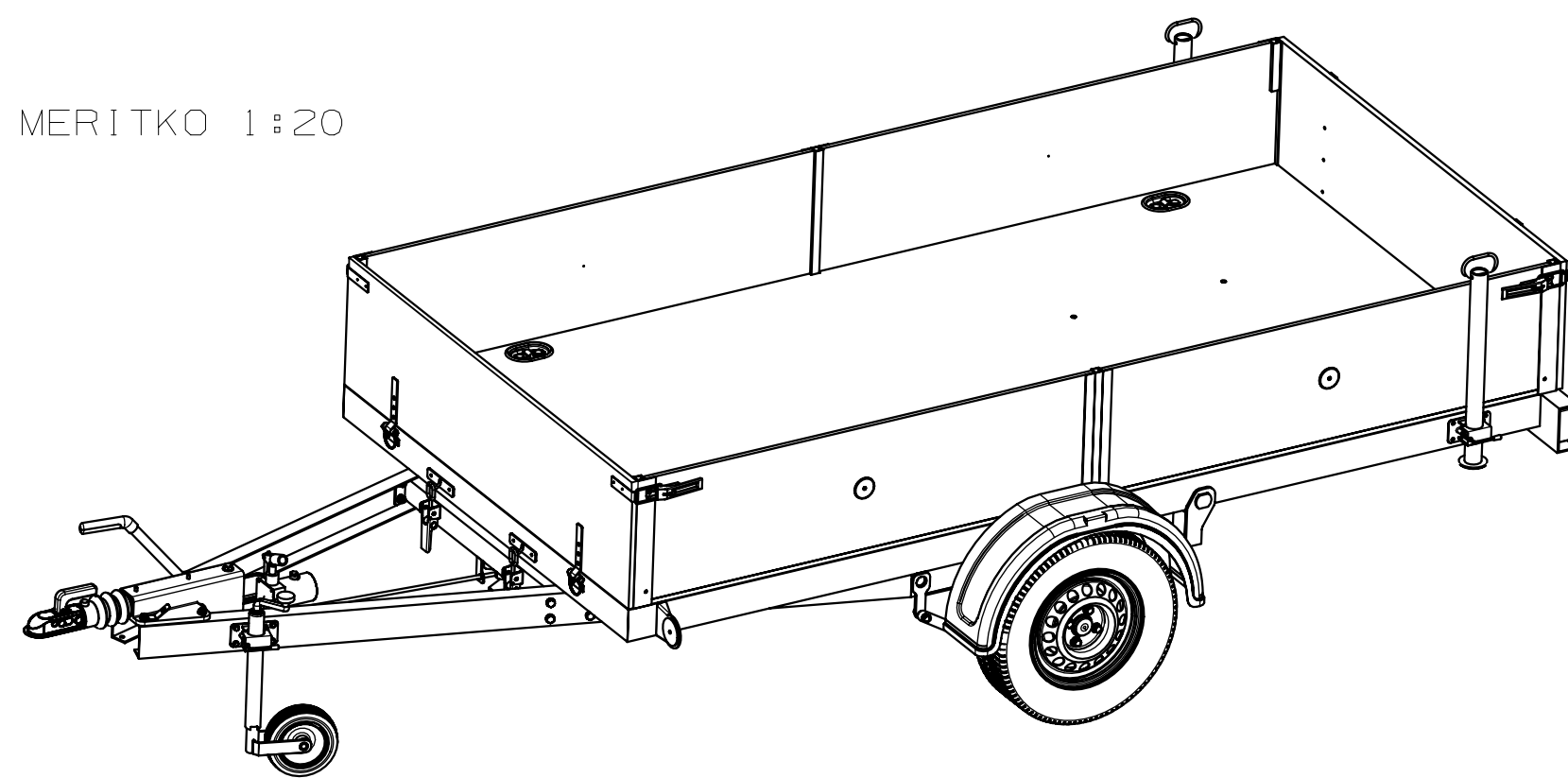
Kreslil / Drawn by: ---		Jmeno / Name: Vychodil M.			FAKULTA STROJNI ZAPADOCEKSKÉ UNIVERZITY V PLZNI
Schválil / Approved by: ---		Datum / Date: ---			
Index změny / Change description: ---		Schválil / APP: ---		Poznámka / Note: ---	
Tolerance / Tolerování: ---		Soubor-název / ASMfile: 1_SESTAVA_NASTAVBA		Projekt / Project: ---	
ISO 128 ISO 2768mk		Soubor-výkres / DRWfile: 1_SESTAVA_NASTAVBA		Měřítko / Scale: 1:8	
Název / Title: Sestava nastavy voziku		Rev. / Rev.:		Číslo výkresu / Drawing No. DP-02-01	
List / sheet no. 1		Pocet listů / sheets 2		Format A1	



MERITKO 1:18



MERITKO 1:20



Delka	4564 mm
Širka	1990 mm
Vyska	989 mm
Ložna plocha	3000x1534 mm
Celková hmotnost	1300 kg
Pohotovostní hmotnost	426 kg
Užitková hmotnost	874 kg

<input checked="" type="checkbox"/>											
Počet ks.	Název - rozměr	Položka	Material	T.O.	C.zmot.	Hr.jmot.	Cílo výkresu sestavy	Pos.			
Quant.	Title - size	Blank	Material	C.W.	Weight	R. weight	Assembly drawing no.	Pos.			
001	Datum / Date	Jméno / Name									
Kreslí / Drawn by	Vychodil M.										
Projekoval / Checked by											
Schválil / Approved by											
Index změny	Popis změny / change description	Schvál. / APP	Datum / Date	Podpis / Signature	Poznámka / Note						
		Soubor-název / ASMfile		Projekt / Project							
		Soubor-výkres / DRWfile		C sestavy / Assembly No.						1:10	
Název / Title		0_Prives_SESTAVA		C sestavy / Assembly No.						Format	
										A1	
<p style="text-align: center;">Dispozicni vykres</p>								<p style="text-align: center;">DP-04-20</p>			
<p style="text-align: center;">List / sheet no. 1 Počet listů / sheets 2</p>											