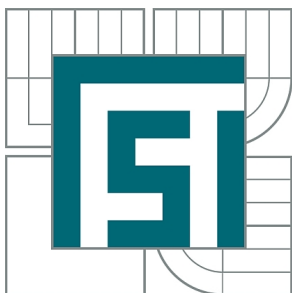


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

VOZÍK PRO TRANSPORT OSOB

TRAILER FOR TRANSPORTATION OF PERSONS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

MILAN SEHNAL

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAROSLAV KAŠPÁREK, Ph.D.

BRNO 2012

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automobilního a dopravního inženýrství
Akademický rok: 2011/12

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Milan Sehnal

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Stavba strojů a zařízení (2302R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Vozík pro transport osob

v anglickém jazyce:

Trailer for transportation of persons

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Cílem bakalářské práce je konstrukční návrh záchranářského vozíku pro transport osob v nepřístupném terénu v letním období. Požadované technické parametry:

Nosnost vozíku 150kg

Připojení k tažnému zařízení

Celková provozní hmotnost vozíku max. 350kg

Vozík obsahuje systém pro rychloupnutí košových nosítek

Cíle bakalářské práce:

Proved'te:

Přehled současného stavu uplatnění, přehled současné techniky horské služby. Koncepci konstrukčního řešení, volbu vhodné varianty. Pevnostní výpočet nosné konstrukce.

Nakreslete:

Sestavný výkres vozíku, sestavu svařence nosné konstrukce, vybrané detailní výkresy dle pokynů vedoucího práce.

Seznam odborné literatury:

- KLIMEŠ, P.: Části a mechanismy strojů, Akademické nakladatelství CERM, 2003
EHK 55: Předpis Evropské hospodářské komise Spojených národů (EHK OSN) č. 55 –
Jednotná ustanovení týkající se schvalování mechanických spojovacích částí jízdních souprav
vozidel, 2006
ČSN EN 1865. Specifikace nosítek a jiných prostředků pro manipulaci s pacientem
používaných v silničních ambulancích, ČNI, červenec 2001
ČSN EN 1789+A1. Zdravotnické dopravní prostředky a jejich vybavení – Silniční ambulance,
ČNI, srpen 2010

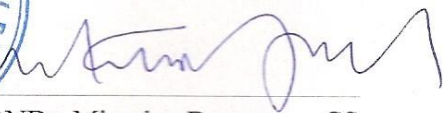
Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jaroslav Kašpárek, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2011/12.

V Brně, dne 8.11.2011


prof. Ing. Václav Pištěk, DrSc.
Ředitel ústavu




prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan



ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem záchrannářského vozíku, který je určen pro použití v obtížně přístupném terénu, kde slouží pro přepravu jedné osoby z nepřístupných oblastí pro obvyklou záchrannou techniku. Cílem této práce je vytvoření koncepce, návrh a výpočet nosné konstrukce, řešení zajištění univerzálních košových lehátek. Práce obsahuje i vybranou výkresovou dokumentaci.

KLÍČOVÁ SLOVA

vozík, nosnost, svařenec, pevnostní výpočet,

ABSTRACT

This bachelor's thesis is occupied with design construction of safety trailer, which is intended for usage in heavy landscape, where the trailer is used for transport the only one person from unapproachable areas. The purpose of this bachelor's thesis is to create concept, design and computation of carrying construction, solving of apprehension the multi-purpose stretcher. The work also includes selected mechanical drawings.

KEYWORDS

Trailer, tonnage, weldment, strength calculation



BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

SEHNAL, M. *Vozík pro transport osob*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2012. 35 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Jaroslav Kašpárek, Ph.d.



ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením Ing. Jaroslava Kašpárka, Ph.D. a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 25. května 2012

.....

Milan Sehnal



PODĚKOVÁNÍ

Děkuji především panu Ing. Jaroslavu Kašpárkovi, Ph.D. za poskytnuté rady a připomínky, dále celé své rodině, přítelkyni a přátelům za podporu.



OBSAH

Úvod	10
1 Přehled současného stavu poznání	11
1.1 Horská služba a její technika	11
1.1.1 Historie horské služby	11
1.1.2 Technické vybavení horské služby	11
1.1.3 Čtyřkolka Bombardier Traxter MAX 650 a 800 XT	11
1.1.4 Transportní nosítka Ferno 71 a 71-S	12
1.1.5 Ostatní transportní nosítka	13
1.2 Uplatnění transportních vozíků, typy používaných konstrukcí	14
1.2.1 Transportní vozík HSČR	15
1.2.2 Ostatní transportní vozíky	16
2 Formulace řešeného problému, vymezení cílů práce	17
3 Návrh variant řešení a výběr optimální varianty	18
3.1 Konstrukce nosného rámu	18
3.2 Způsob odpružení nápravy	18
3.3 Systém pro zajištění nosítek	19
3.4 Ostatní části konstrukce	20
3.4.1 Pružící a tlumící jednotka	20
3.4.2 Pneumatiky a disky	21
3.4.3 Tažná spojka	21
4 Výpočet nosného rámu	22
4.1 Výpočet těžiště rámu	22
4.2 Umístění nápravy, kontrola svislého zatížení na tažné kouli	23
4.2.1 Výpočet zatěžujících sil	23
4.2.2 Výpočet svislé síly na tažné kouli	24
4.3 Kontrolní výpočet rámu	24
4.3.1 Výpočet spojitého zatížení	25
4.3.2 Určení VVU	25
4.3.3 Výpočet bezpečnosti v kritických bodech konstrukce	27
4.4 Kontrola čepu tlumiče	28
4.4.1 Kontrola čepu na smyk	28
4.4.2 Kontrola čepu a oka tlumiče na otláčení	29
4.4.3 Kontrola čepu na ohyb	29
Závěr	31
Seznam použitých zkratk a symbolů	33



Seznam příloh.....	35
--------------------	----



ÚVOD

Horská služba ČR zasahovala v roce 2011 u 6484 úrazů, z toho přibližně 746 úrazů bylo způsobeno při činnostech provozovaných v letním období. Jedná se zejména o horskou turistiku, cyklistiku, paragliding, horolezectví atd., kde je vysoké riziko úrazů, při kterých je nutný zásah horské služby. Často se jedná o těžké úrazy způsobené pádem z výšky, jejichž následkem je omezená pohyblivost zraněného. Problém nastává ve chvíli, kdy se zraněný nachází na místě, které je nepřístupné vozidlům záchranné služby. V horských oblastech je tato situace velmi častá, proto zde přichází ke slovu speciální technika pro vyproštění a transport zraněné osoby k nejbližšímu vozidlu nebo služebně záchranné služby, případně k helikoptěře. Nejstarší a donedávna jediný transportní prostředek byla nosítka, pomocí kterých záchranáři přenášeli zraněného. V zimním období byly používány sáně, ty později nahradily sněžné skútry, které se v zimním období velice osvědčily. Sněžný skútr lze ale používat jen v zimě (podmínkou jejich provozu je dostatečná vrstva sněhu), z toho důvodu sílila poptávka po univerzálním vozidle určeném pro letní provoz. Tento problém vyřešil příchod čtyřkolek, které našly uplatnění nejen u horské služby, ale také u hasičů a dalších záchranných složek. V dnešní době využívá Horská služba ČR 32ks pracovních čtyřkolek, jejichž úkolem je zejména asistence při záchranných pracích v těžkém terénu. Čtyřkolky slouží také při zabezpečení velkých akcí (např. při závodech-motokros, cyklistika, také při hudebních festivalech atd.), kde se opět využívá jejich velké mobility a dobré průchodnosti těžším terénem. Pro převoz osob je zapotřebí (stejně jako u sněžného skútru) připojit ke čtyřkolce speciální přípojně vozidlo. V současnosti je na trhu jen velmi málo zařízení tohoto typu, ačkoli vývoj v oblasti záchranné techniky jde rychle dopředu. Horská služba nyní využívá jeden typ přípojně vozíku, jehož konstrukce není optimální. [5] Tato práce využívá poznatků členů HS a jejím cílem je návrh sofistikované konstrukce odpovídající všem požadavkům.



Obr.1 Koncepce transportního vozíku



1 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

Horská služba prošla v roce 2007 celkovou modernizací technického zázemí, díky které nyní disponuje kvalitním vybavením. Mezi ně patří nejen sněžné skútry a terénní automobily, ale také čtyřkolky, které jsou dnes nedílnou součástí při záchranných akcích. Uplatnění čtyřkolek a jejich vybavení je detailně popsáno v první kapitole.[5]

1.1 HORSKÁ SLUŽBA A JEJÍ TECHNIKA

1.1.1 HISTORIE HORSKÉ SLUŽBY

Historie horské služby na území České republiky sahá do roku 1934, kdy byl vytvořen v Krkonoších samostatný záchranný sbor o šesti oddílech. Zima sbor dokonale prověřila, a tak 12. května 1935 byla založena jednotná organizace Horské služby v Krkonoších. Během její existence prošla mnoha změnami, zejména v posledních letech. V roce 2001 vzniklo občanské sdružení Horská služba České republiky, které následně přešlo pod Ministerstvo pro místní rozvoj, a na základě rozhodnutí vlády dochází k vytvoření obecně prospěšné společnosti - Horská služba ČR, o.p.s., která od 1. 1. 2005 přebírá odpovědnost za činnost HS v České republice. [5]

1.1.2 TECHNICKÉ VYBAVENÍ HORSKÉ SLUŽBY

Technické vybavení Horské služby ČR, o.p.s., kde dni 31. 12. 2010 [5]

- | | |
|-------------------------|--------------------------------------|
| • 55 Záchranných stanic | • 32 Čtyřkolek |
| • 24 Služeben HS | • 2 Sněžná pásová vozidla |
| • 43 Vozidel | • 119 Pevných a vozových radiostanic |
| • 98 Sněžných skútrů | • 294 Přenosných radiostanic |

1.1.3 ČTYŘKOLKA BOMBARDIER TRAXTER MAX 650 A 800 XT.

Pracovní čtyřkolka tradičního kanadského výrobce, kterou charakterizuje robustní konstrukce, dobrá průchodnost a velmi dobrá podélná i příčná stabilita. Má stálý náhon na všechna kola. Stroj je vybaven elektricky ovládanou sekvenční pětistupňovou převodovkou s možností redukce. Dále je vpředu k dispozici přídatný naviják a vzadu tažné zařízení, na které lze zapřáhnout přívěsný vozík s úpravou pro převoz pacienta (vakuová matrace a sada dlah). Jde o letní motorový transportní prostředek, ale zároveň je alternativou transportu pacienta na začátku nebo na konci zimní sezóny, kdy ještě, nebo už, není dostatečné množství sněhu, umožňující použití sněžného skútru. V zimním období jsou místo kol nasazeny gumové pásy, které dovolují jízdu ve sněhu. [5]



Obr.2 Čtyřkolka Bombardier s transportním vozíkem HŠČR [5]

Tab.1 Parametry čtyřkolky [6]

Rozměry [mm]		Motor - zážehový zn. Rotax	
Délka	2320	Počet válců	1
Šířka	1194	objem	650/800 ccm
Výška	1143	Točivý moment	40/57Nm při 3000min-1
Rozvor	1551	Výkon motoru	27/35 kW
Světlost	224	Převodovka	4-stupňová + zpětný chod
Hmotnost	313 kg	Rozvod	SOHC

1.1.4 TRANSPORTNÍ NOSÍTKA FERNO 71 A 71-S

Košová nosítka modelů 71 a 71S jsou zařízením určeným pro přemístění pacientů z oblastí, jež jsou nepřístupné pro konvenční nosítka nebo polní lůžka. Polyetylenový povlak o vysoké hustotě je podpírán hliníkovou konstrukcí zhotovenou pro těžké zatížení. Nosítka nepodléhají výkyvům podnebí, teploty a jsou odolné chemicky a i proti UV záření. Mosazné průchodky umožňují snadné připnutí nastavitelných zdvihacích popruhů. Soustava obsahuje čtyři patientské pásy s rychlým uvolněním. Obě verze obsahují komponenty vyrobené z nerez oceli za účelem omezení koroze v prostředí s výskytem slané vody, mají k dispozici přídatné vypouštěcí otvory pro umožnění rychlejšího odtoku vody a obsahují též lano odolné vůči korozi. Model 71S rovněž umožňuje kompaktní uložení nebo složení pro přenos na zádech na místo záchranné akce. Tato nosítka jsou určena pro profesionální použití alespoň dvěma vyškolenými záchranáři. [7]



Obr.3 Košová nosítka Ferno 71 [7]

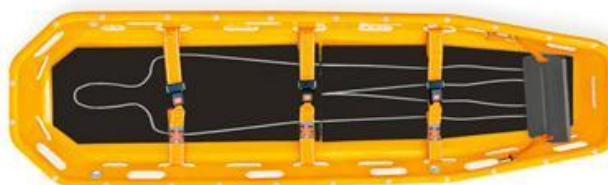
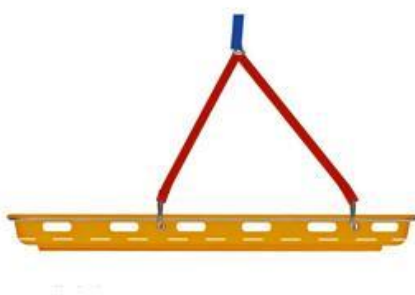
Tab.2 Rozměry nosítek Ferno 71 [7]

Typ	Délka (cm)	Šířka (cm)	Výška (cm)	Hmotnost (kg)	Maximální nosnost (kg)
71	216	61	19	10	272
71S	217	62	20	10	272

1.1.5 OSTATNÍ TRANSPORTNÍ NOSÍTKA

TRANSPORTNÍ NOSÍTKA SPENCER SHELL

Košová nosítka Spencer Shell jsou navržena tak, aby byla schopna čelit většině nejobtížnějších situací. Jsou ideální pro záchranné operace v dolech, ve vysoké nadmořské výšce nebo ve vodě. K jejich vytvoření byla využita technologie, která zajišťuje jednotnou tloušťku po celé délce nosítek. Koš je vyroben z polyetylenu o vysoké hustotě a připojen k hliníkovému rámu, díky kterému jsou nosítka pevnější. Madla jsou součástí konstrukce a jsou umístěna po celém obvodu nosítek. Očka k připevnění odpružených západek postroje jsou z nerezové oceli. Uvnitř koše je vyjímatelná podložka, která se upevňuje suchými zipy, je odolná vůči vodě i krvi. Polyetylen o vysoké hustotě garantuje, že je koš odolný proti otřesům a dobře sterilizovatelný. Do Spencer Shell lze umístit i páteřní desku. [8]



Obr.4 Košová nosítka Spencer Shell [8]

Tab.3 Rozměry nosítek Spencer Shell [8]

Délka (cm)	Šířka (cm)	Výška (cm)	Hmotnost (kg)	Maximální nosnost (kg)
215	65	19	13,5	280



TRANSPORTNÍ NOSÍTKA TOBOGA STRETCHER

Transportní nosítka s odnímatelným košem se 4 zpevňovacími popruhy a nožní opěrkou, složení: upravený polymer s pevně vestavěným hliníkovým rámem, 12 ručních úchyťů, odolná chemikáliím, UV a korozi, mosazné průchodky pro použití popruhů pro závěs, ve spodu lyžiny. [8]



Obr.5 Košová nosítka Toboga Stretcher [8]

Tab.4 Rozměry nosítek Toboga Stretcher [8]

Délka (cm)	Šířka (cm)	Výška (cm)	Hmotnost (kg)	Maximální nosnost (kg)
216	61	17	16	300

1.2 UPLATNĚNÍ TRANSPORTNÍCH VOZÍKŮ, TYPY POUŽÍVANÝCH KONSTRUKCÍ

Čtyřkolka s připojeným transportním vozíkem je nejčastěji používána v letním období, a to hlavně pro tyto činnosti:

- Hlídková činnost HS v terénu,
- Pátrací akce po pohřešovaných osobách v horském terénu,
- Transport zraněných osob z nepřístupného terénu,
- Zajištění obslužnosti bikeparků, kde HS zajišťuje záchrannou činnost,
- Asistence při velkých sportovních a kulturních akcích.

Tím ale použití této techniky nekončí, slouží také během začátku a konce zimní sezóny z důvodu nemožnosti použití sněžných skútrů při malé sněhové pokrývce. Areály jsou již v provozu, jezdí na technickém sněhu a skútrek nelze zajistit obslužnost středisek. V zimním období čtyřkolky vyjíždí do oblastí s vysokou pokrývkou sněhu, které jsou i pro sněžný skútr nepřístupné. Toto umožňují sněžné pásy, které jsou na zimu instalovány místo kol. Díky sněžným pásům má čtyřkolka větší průchodnost terénem než skútr, nevýhodou je menší rychlost.



1.2.1 TRANSPORTNÍ VOZÍK HSČR

K vybavení horské služby ČR patří transportní vozíky Farm 4x4, které vznikly úpravou standardního vozíku za čtyřkolku určeného např. pro práce v lese, přepravu materiálu atd. Jeho konstrukce je uzpůsobena pro uchycení nosítek (pomocí popruhů) a zajišťuje také zakrytí prostoru pro pacienta proti nečistotám. Pro připojení ke čtyřkolce je použita standardní hlavice pro kouli tažného zařízení dle ISO50. Vozík má dvě zdvojené nápravy, které jsou kyvně uloženy v rámu, ale nejsou nijak odpruženy. Konstrukce je zhotovená z pozinkovaných ocelových prvků, ložná deska je z překližky. [5]



Obr.6 Transportní vozík HSČR [5]

Hlavní parametry [5]:

- Nosnost: 400 kg
- Rozměry (délka x šířka): 2500x1300 mm
- Hmotnost: 110 kg
- Pneu: nízkotlaké, rozměr 20x10x8
- Materiál konstrukce: ocel



1.2.2 OSTATNÍ TRANSPORTNÍ VOZÍKY

Další typ přívěsného vozíku sloužícího pro transport osob pomocí čtyřkolky můžeme najít u hasičů, např. u jednotky v Jílovém u Prahy, která používá vozík vlastní konstrukce (obr.7). Jeho výhodou je jednoduchost, avšak má řadu nevýhod (není odpružený, chybí zakrytování). V zahraničí je často používán vozík rakouské firmy All terrain res-q, který je specifický přidavným sedákem např. pro lékaře, který je umístěný v zadní části vozíku (obr.9).



Obr.7 Transportní vozík hasičského sboru Jílové u Prahy [9]



Obr.8 Transportní vozík rakouské HS [10]



Obr.9 Transportní vozík All terrain res-q [10]



2 FORMULACE ŘEŠENÉHO PROBLÉMU, VYMEZENÍ CÍLŮ PRÁCE

Stávající typ transportního vozíku HSČR vykazuje určité nedostatky, které se projevily během prvních let jeho provozu. V první řadě je to jeho vysoká hmotnost, která při dalším zatížení (naložení pacienta) překračuje povolenou zátěž na tažném zařízení uvedenou v technickém průkazu (max. 135kg). Výhodou je, že většina pracovních čtyřkolek je navržena na zatížení od přívěsu 750kg pro provoz mimo komunikace. Dalším výrazným nedostatkem je chybějící odpružení, které je částečně kompenzováno výkyvnou nápravou a nízkotlakými pneumatikami. Toto řešení ale není dostatečné, během jízdy v terénu se přenáší většina otřesů na pacienta, který je plně vnímá. Při poranění zad, hrudníku či pánve jsou otřesy velmi nežádoucí. Dále je vozík vybaven plachtou proti odletujícím nečistotám od kol, ale její nedostatečné uchycení může způsobit její odklopení. Uchycení transportního prostředku (nosítek) je provedeno pomocí pásů, toto řešení je vyhovující. Užitečná je větší nosnost, která umožňuje i přepravu materiálu. Vozík není určen pro provoz na pozemních komunikacích, není tedy zapotřebí řídit se normami pro schválení typu (instalace světel atd.).

Cílem této práce je konstrukční návrh záchranného vozíku, který bude splňovat zadané požadavky na únosnost, hmotnost, tažné zařízení nebo ukotvení nosítek, ale také vhodně navržený systém odpruženého podvozku, zakrytí proti nečistotám a snadnou údržbu. Součástí práce je koncepce konstrukčního řešení, volba vhodné varianty a výpočet nosného rámu vozíku. Zpracována je také vybraná výkresová dokumentace.

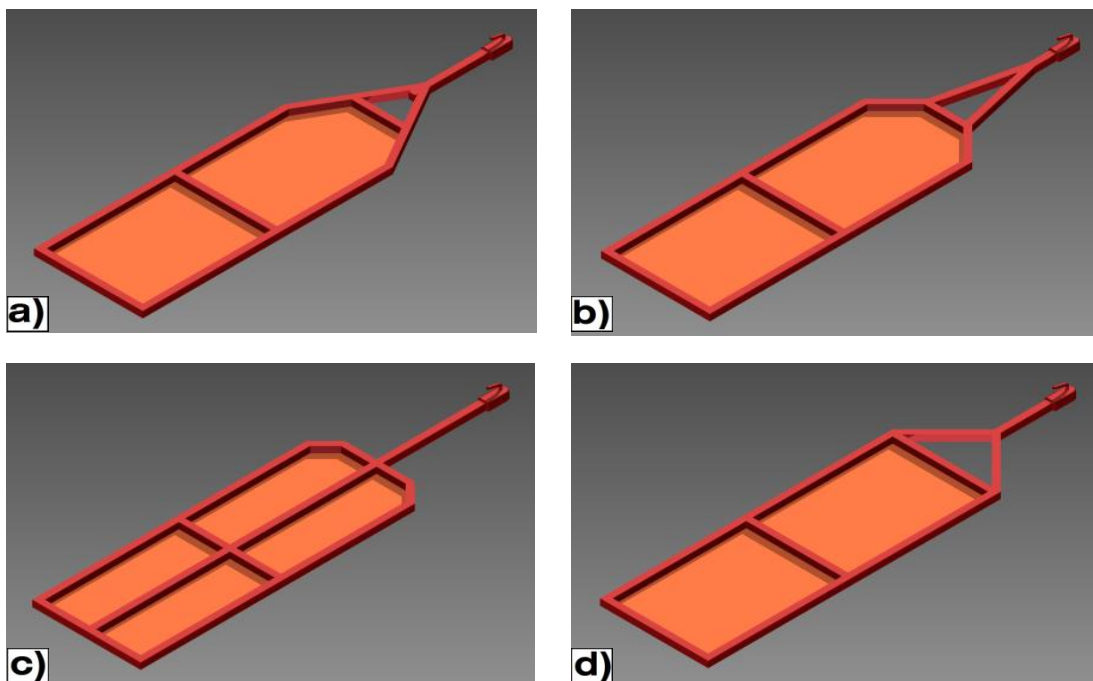


3 NÁVRH VARIANT ŘEŠENÍ A VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY

Varianty řešení byly rozděleny do tří hlavních částí, a to návrh konstrukce nosného rámu, návrh způsobu odpružení a návrh systému pro zajištění nosítek. Ostatní prvky konstrukce vozíku jsou stejné pro všechny varianty (kola, závěsné zařízení, oplachtování).

3.1 KONSTRUKCE NOSNÉHO RÁMU

Nosný rám byl zvolen jako svařená konstrukce z ocelových tenkostěnných profilů čtvercového průřezu (jäcklů). Při zachování požadované únosnosti bude hlavním kritériem hmotnost a celkové rozměry (s ohledem na nosítka). Výsledná konstrukce by měla zajistit dobré rozložení zatěžujících sil a také poskytovat přípravu pro uchycení nápravy a dalších prvků. Nejvhodnější variantou byl zvolen rám na obr.10a). Nevýhodou varianty b) je konstrukce náročnější na výrobu a lehce větší hmotnost. Varianta c) uvažuje s průběžnou tyčí v ose vozíku, což by bylo výhodné z pevnostního hlediska, avšak neúměrně by narostla hmotnost. Konstrukce d) má největší ložnou plochu, ale není efektivně vyřešena.



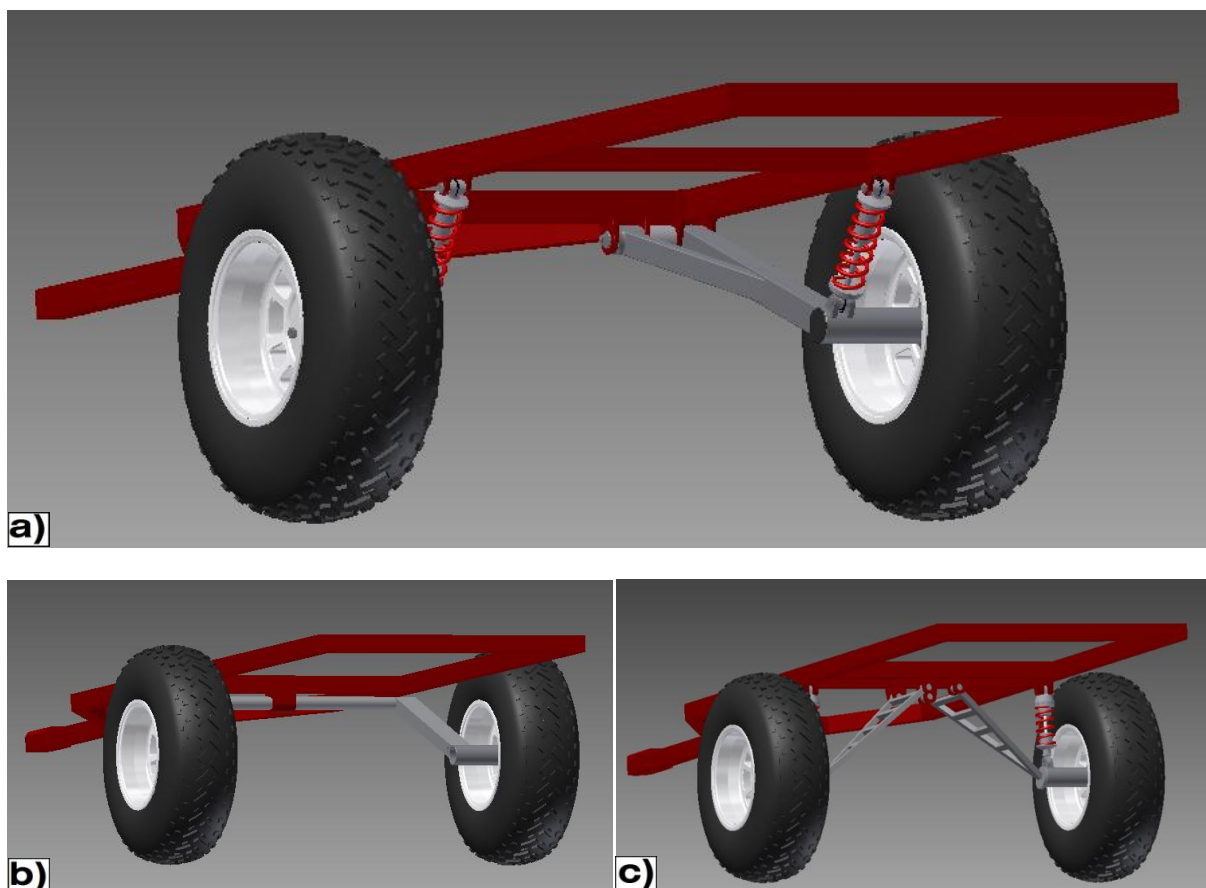
Obr.10 Typy konstrukcí rámu a,b,c,d

3.2 ZPŮSOB ODPRUŽENÍ NÁPRAVY

Odpružená náprava musí zajišťovat nejen eliminaci otřesů přenášených na pacienta, ale také průchodnost terénem, která souvisí se světlou výškou vozíku. Vhodné je použití takového typu nápravy, který nezabírá velký prostor mezi koly vozíku, a tím umožňuje jízdu v nerovném terénu. Toto kritérium nejlépe splňuje provedení nápravy s torzní (zkrutnou) tyčí (obr.11c), její použití však omezují rozměry konstrukce, díky kterým by byla tyč příliš krátká.



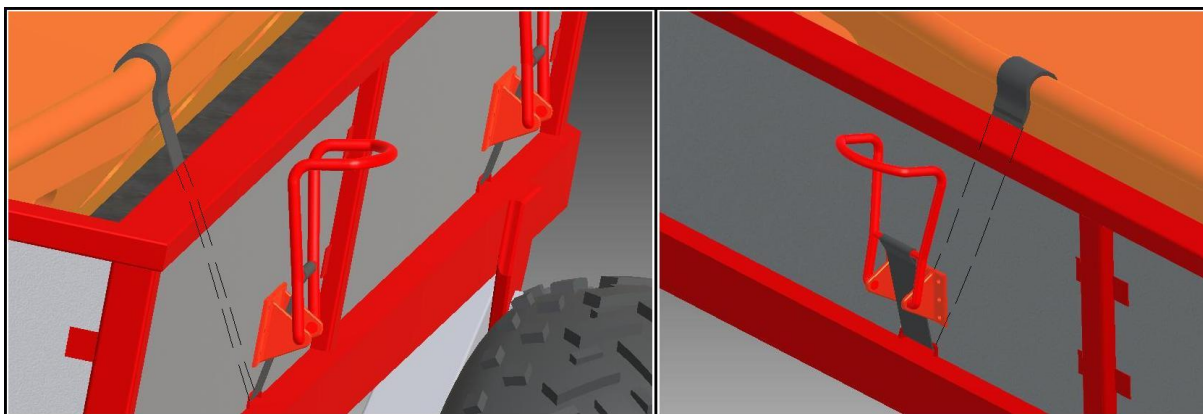
Varianta nápravy s ramenem napříč a tlumičem je vhodná díky vysoké tuhosti, nevýhodou jsou ramena zabírající prostor pod vozíkem. Z toho důvodu byla zvolena náprava s podélně uloženým ramenem i tlumičem (obr.11a), pro zvýšení její boční tuhosti je rameno zesíleno přídatnou vzpěrrou.



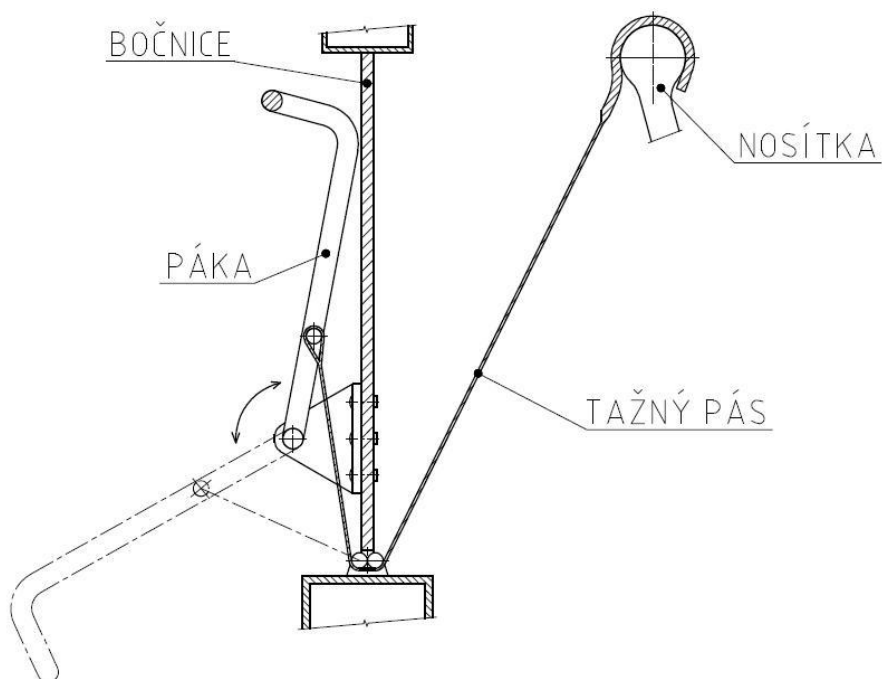
Obr.11 Typy nápravy a,b,c

3.3 SYSTÉM PRO ZAJIŠTĚNÍ NOSÍTEK

Košová nosítka neposkytují prvky sloužící pro jejich upnutí (zajištění) k jinému zařízení, z toho důvodu je vhodné využít jejich tvaru (okraje, otvory pro uchopení atd.). Navržený pákový mechanismus je jednoduchý a univerzální systém, který je snadno ovladatelný, spolehlivý, odolný vůči povětrnostním vlivům a nenáročný na údržbu. Systém je složený z páky, která je uložena otočně v držáku připevněném k bočnici. K této páce je připevněn tažný pás, který prochází pod bočnicí k nosítkům. Zakončení pásu tvoří kovový pogumovaný hák, zapadající do okraje nosítek. Pro jejich zajištění je páka v horní poloze. Díky přesazení otočného čepu pás vyvíjí sílu, která působí proti samovolnému uvolnění páky. Pro další pojištění je možné instalovat zkrutnou pružinu, která bude páku udržovat v této poloze. Přestavením páky do dolní polohy dojde k prověšení pásu a hák je možné uvolnit.



Obr.12 Zajištění nosítek

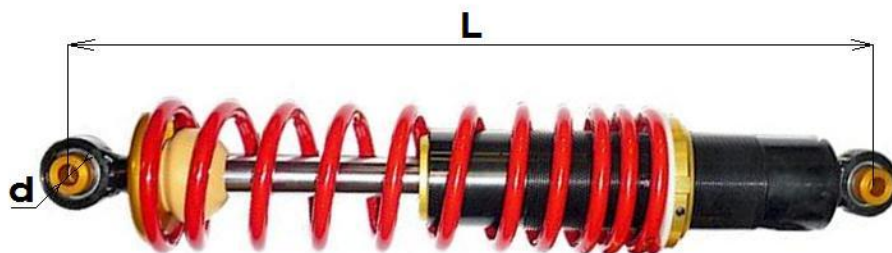


Obr.13 Řez zajišťovacím systémem

3.4 OSTATNÍ ČÁSTI KONSTRUKCE

3.4.1 PRUŽÍCÍ A TLUMÍCÍ JEDNOTKA

Nejvhodnější variantou pro daný typ vozidla je univerzální dvouplášťový plynokapalinový tlumič. Zvolený typ je odpovídající svými rozměry, poskytuje také možnost regulace pomocí nastavitelného předpětí pružiny. Zvolený tlumič PROTLUM je vhodný k použití pro čtyřkolky, ATV atd. Hlavní rozměry: $L=250\text{ mm}$, $d=15\text{ mm}$. [12]



Obr.14 Tlumič Protlum [12]

3.4.2 PNEUMATIKY A DISKY

Rozměry pneumatiky a ráfku byly odvozeny od standardních kol používaných pro čtyřkolky, pro nižší zatížení byla zvolena šířka pneu místo běžných 12" na 10", používaná obvykle pro přední nápravu ATV. Disk je univerzální plechový určený pro použití pneumatik nejčastěji pro čtyřkolky. Výrobce Maxxis, rozměry jsou uvedeny na obr.15.

PNEU 25x10-12

DISK 12x7,5-4x110

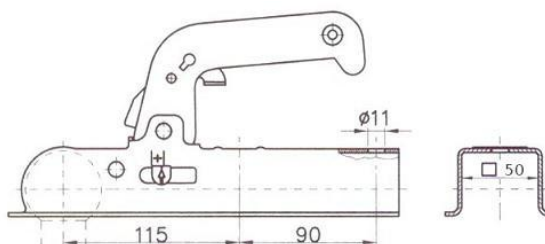


Obr.15 Pneumatika a disk [13]

3.4.3 TAŽNÁ SPOJKA

Pro kompatibilitu s tažným zařízením čtyřkolky je nutné použití tažné spojky dle normy ISO 50 [4], tedy je nutné dodržet standardní rozměry připojení k tažné kouli jako např. u osobních automobilů. Zvolená spojka VAPP typ H50 vyhovuje všem těmto požadavkům. [14]

- max. celková hmotnost přívěsu: 800 kg
- pro rozměr oje: 50 x 50 mm
- max. svislé zatížení: 75 kg
- vrtání: pr.11 mm (pro šrouby M10)



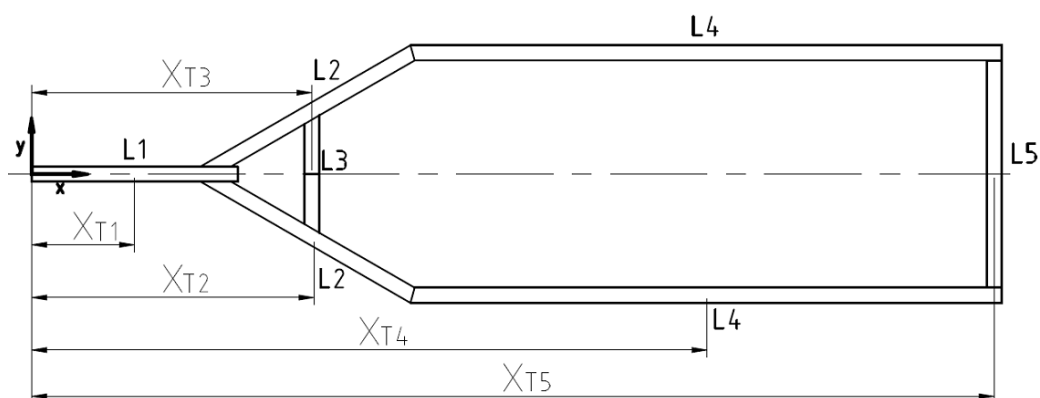
Obr.16 Tažná spojka [14]



4 VÝPOČET NOSNÉHO RÁMU

4.1 VÝPOČET TĚŽIŠTĚ RÁMU

Při výpočtu těžiště uvažujeme konstrukci jako prutovou soustavu (všechny prvky jsou stejného průřezu pouze s různou délkou). Poloha těžiště je směrodatná pro celkové vyvážení vozíku.



Obr.17 Určení těžiště rámu

Tab.5 Rozměry rámu vozíku

L1	L2	L3	L4	L5	X _{T1}	X _{T2}	X _{T3}	X _{T4}	X _{T5}	[mm]
680	750	360	1943	750	340	932	925	2228	3175	

Určení polohy těžiště

$$X_T = \frac{\sum X_{Tn} \cdot L_n}{\sum L_n} \quad (4.1)$$

$$X_T = \frac{X_{T1} \cdot L_1 + 2 \cdot X_{T2} \cdot L_2 + X_{T3} \cdot L_3 + 2 \cdot X_{T4} \cdot L_4 + X_{T5} \cdot L_5}{L_1 + 2 \cdot L_2 + L_3 + 2 \cdot L_4 + L_5}$$

$$X_T = \frac{340 \cdot 680 + 2 \cdot 932 \cdot 750 + 925 \cdot 360 + 2 \cdot 2228 \cdot 1943 + 3175 \cdot 750}{680 + 2 \cdot 750 + 360 + 2 \cdot 1943 + 750} = 1820 \text{ mm}$$

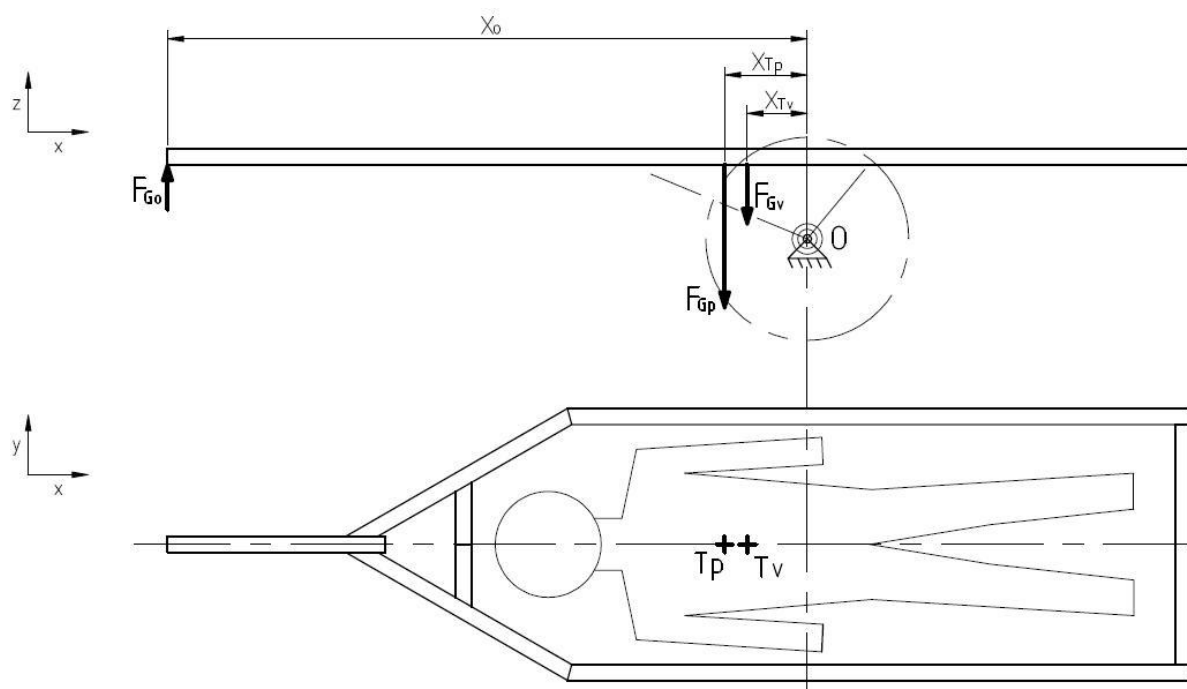
Hodnota $Y_T = 0 \text{ mm}$ vyplývá ze symetrie tělesa podle osy y.

Hodnota $Z_T = 25 \text{ mm}$ vyplývá ze symetrie tělesa za předpokladu čtvercového profilu 50x50mm.

4.2 UMÍSTĚNÍ NÁPRAVY, KONTROLA SVISLÉHO ZATÍŽENÍ NA TAŽNÉ KOULI

Osa procházející středy kol je umístěna vhodně tak, aby korespondovala s těžištěm vozíku. Pro umístění vzpěr pro uchycení nápravy uvažujeme také fakt, že dodatečné zatížení (lehátko, pacient) posune těžiště směrem k zadní části vozíku, proto je uložení kol přesazeno k zadní části, čímž dosáhneme lepšího vyvážení v zatíženém stavu. S ohledem na proměnlivou zátěž od pacienta bylo zvoleno přesazení osy kol o 180 mm k zadní části vozíku, osa kol je tedy vzdálena 2000mm od tažné koule (vzdálenost X_0). Dodatečným výpočtem bylo ověřeno svislé zatížení tažné koule, zároveň byla zkontrolována podmínka působení zatěžující síly od vozíku vždy směrem k zemi. [4]

Hmotnost pacienta vyvolává zatěžující sílu F_{GP} , působící v těžišti T_P (pro lidskou postavu je těžiště ve vzdálenosti přibližně 2/3 výšky postavy od země) [11], ve vzdálenosti X_{TP} od osy kol. Hmotnost rámu vozíku vyvolává zatěžující sílu F_{GV} , působící v těžišti T_V , ve vzdálenosti X_{TV} od osy kol. Z momentové rovnováhy byla určena zatěžující síla F_{GO} .



Obr.18 Momentová rovnováha

4.2.1 VÝPOČET ZATĚŽUJÍCÍCH SIL

Síla od hmotnosti nákladu (pacient, nosítka)

$$F_{GP} = (m_{Pmax} + m_{NOS}) \cdot g = 150 \cdot 9,81 + 10 \cdot 9,81 = 1569,6 \text{ N} \quad (4.2)$$

Kde m_{Pmax} je zadané maximální zatížení vozíku a m_{NOS} je hmotnost nosítek (tab. 2).



Síla od hmotnosti rámu vozíku

$$m_V = L_{CPR} \cdot m_{PROF} = (L_1 + 2 \cdot L_2 + L_3 + 2 \cdot L_4 + L_5) \cdot m_{PROF} \quad (4.3)$$

$$m_V = (0,680 + 2 \cdot 0,750 + 0,360 + 2 \cdot 1,943 + 0,750) \cdot 3,01 = 21,8 \text{ kg}$$

$$F_{GV} = m_V \cdot g = 21,8 \cdot 9,81 = 213,9 \text{ N} \quad (4.4)$$

Kde L_{CPR} je celková délka profilového materiálu a m_{PROF} je hmotnost 1m profilu TR 4HR 50x2, m_V je hmotnost rámu vozíku.

4.2.2 VÝPOČET SVISLÉ SÍLY NA TAŽNÉ KOULI

Výpočet svislé síly F_{GO} vychází z momentové rovnováhy k ose procházející středy kol (tj. k bodu O). Souřadnice těžiště hmotnosti pacienta X_{TP} byla zvolena jako 2/3 z výšky osoby 190cm. [11]

- Pro maximální zatížení (pacient o hmotnosti 150kg)

$$\Sigma M_O = 0 \rightarrow F_{GO} \cdot X_0 - F_{GP} \cdot X_{TP} - F_{GV} \cdot X_{TV} = 0 \quad (4.5)$$

$$F_{GOmax} = \frac{F_{GP} \cdot X_{TP} + F_{GV} \cdot X_{TV}}{X_0} = \frac{1569,6 \cdot 0,25 + 213,9 \cdot 0,18}{2} = 215,5 \text{ N}$$

- Pro minimální zatížení (prázdný vozík)

$$\Sigma M_O = 0 \rightarrow F_{GO} \cdot X_0 - F_{GV} \cdot X_{TV} = 0 \quad (4.6)$$

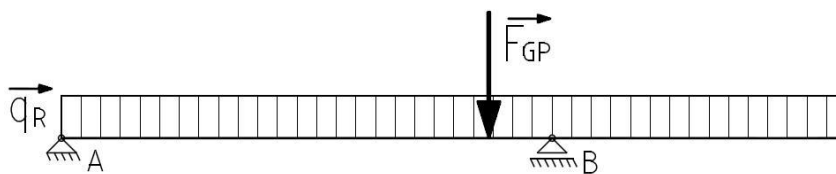
$$F_{GOmin} = \frac{F_{GV} \cdot X_{TV}}{X_0} = \frac{213,9 \cdot 0,18}{2} = 19,3 \text{ N}$$

Svislá reakce na tažné kouli vyšla v obou případech kladná, vozík bude tedy za každých okolností zatěžovat tažné zařízení svislou silou směřující k zemi.

4.3 KONTROLNÍ VÝPOČET RÁMU

Úloha byla zobecněna na výpočet nosníku uloženého na dvou podporách- oje (A), náprava (B). Pro detailní výpočet by bylo vhodné použití počítačového programu určeného pro tento typ výpočtu, ruční výpočet je však pro daný rozsah práce dostačující. Zatížení rámu je kombinované, hlavní faktory jsou:

- Spojité zatížení od hmotnosti rámu q_R
- Síla od zátěže (pacienta) F_{GP}



Obr.19 Silové zatížení rámu

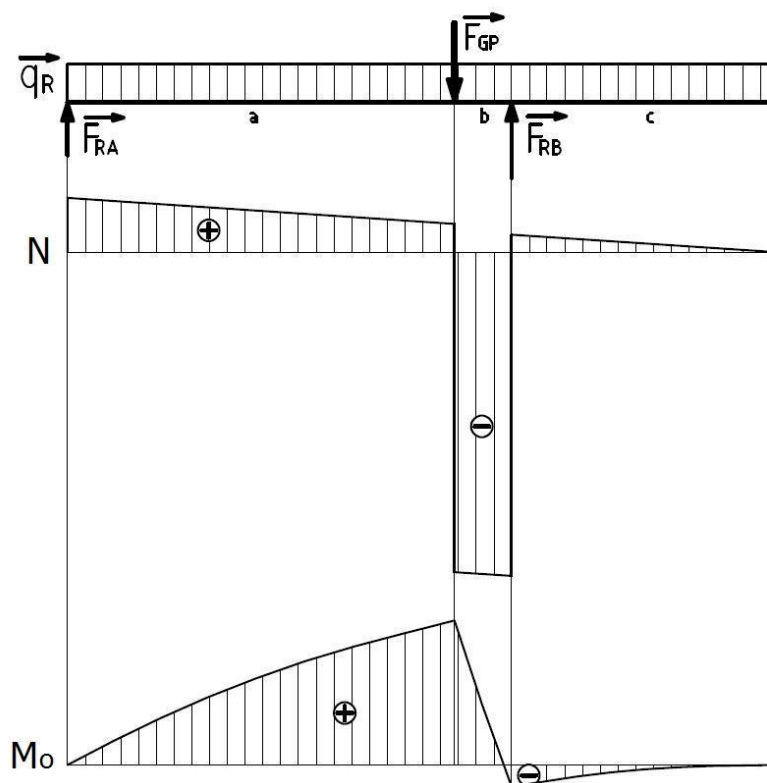
4.3.1 VÝPOČET SPOJITÉHO ZATÍŽENÍ

$$q_R = \frac{F_{GV}}{L_{CR}} = \frac{213,9}{3200 \cdot 10^{-3}} = 66,8 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1} \quad (4.7)$$

Kde F_{GV} je zatěžující síla od hmotnosti rámu, $L_{CR}=3200$ mm je celková délka rámu.

4.3.2 URČENÍ VVU

Síly F_{RA} a F_{RB} jsou zavedeny jako reakce v podporách A, B (obr.19). Rozměry nosníku: $a=1750$ mm, $b=250$ mm, $c=1200$ mm.



Obr.20 Silový a momentový průběh zatížení



Rovnice rovnováhy

$$\sum F_x = 0 \rightarrow F_{Ax} = 0 \quad (4.8)$$

$$\sum F_z = 0 \rightarrow F_{GP} + q_R \cdot (a + b + c) - F_{RA} - F_{RB} = 0 \quad (4.9)$$

$$\sum M_y = 0 \rightarrow -F_{GP} \cdot a - q_R \cdot \frac{(a+b+c)^2}{2} + F_{RB} \cdot (a + b) = 0 \quad (4.10)$$

Síly v podporách A, B

$$F_{RB} = \frac{F_{GP} \cdot a + q_R \cdot \frac{(a+b+c)^2}{2}}{a+b} = \frac{1569,6 \cdot 1,75 + 66,8 \cdot \frac{3,2^2}{2}}{1,75 + 0,25} = 1544,4 \text{ N}$$

$$F_{RA} = F_{GP} + q_R \cdot (a + b + c) - F_{RB}$$

$$F_{RA} = 1569,6 + 66,8 \cdot (1,75 + 0,25 + 1,20) - 1544,4 = 239 \text{ N}$$

Výsledné vnitřní účinky

1) $x_1 \in (0 ; a)$

$$\sum F_x = 0 \rightarrow N_1 = 0 \quad (4.11)$$

$$\sum F_z = 0 \rightarrow F_{RA} - q_R \cdot x_1 - T_{z1} = 0 \quad (4.12)$$

$$\sum M_y = 0 \rightarrow M_{O1} + q_R \cdot \frac{x_1^2}{2} - F_{RA} \cdot x_1 = 0 \quad (4.13)$$

2) $x_2 \in (0 ; b)$

$$\sum F_x = 0 \rightarrow N_2 = 0 \quad (4.14)$$

$$\sum F_z = 0 \rightarrow F_{RA} - q_R \cdot x_2 - T_{z2} - F_{GP} = 0 \quad (4.15)$$

$$\sum M_y = 0 \rightarrow M_{O2} + q_R \cdot \frac{x_2^2}{2} - F_{RA} \cdot x_2 + F_{GP} \cdot (x_2 - a) = 0 \quad (4.16)$$

3) $x_3 \in (0 ; c)$

$$\sum F_x = 0 \rightarrow N_3 = 0 \quad (4.17)$$

$$\sum F_z = 0 \rightarrow F_{RA} - q_R \cdot x_3 - F_{GP} + F_{RB} - T_{z3} = 0 \quad (4.18)$$

$$\sum M_y = 0 \rightarrow M_{O3} + q_R \cdot \frac{x_3^2}{2} - F_{RA} \cdot x_3 + F_{GP} \cdot (x_3 - a) - F_{RB} \cdot (x_3 - a - b) = 0 \quad (4.19)$$

Maximální a minimální ohybový moment

$$M_{OMAX} = M_{O1(a)} = F_{RA} \cdot a - q_R \cdot \frac{a^2}{2} = 239 \cdot 1,75 - 66,8 \cdot \frac{1,75^2}{2} = 316 \text{ Nm} \quad (4.20)$$



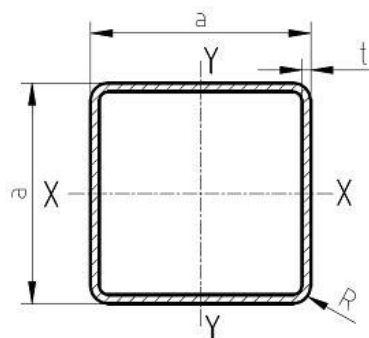
$$M_{OMIN} = M_{O2(b)} = F_{RA} \cdot (a + b) - q_R \cdot \frac{(a+b)^2}{2} - F_{GP} \cdot b \quad (4.21)$$

$$M_{OMIN} = 239 \cdot (1,75 + 0,25) - 66,8 \cdot \frac{(1,75+0,25)^2}{2} - 1569,6 \cdot 0,25 = -48 \text{ Nm}$$

4.3.3 VÝPOČET BEZPEČNOSTI V KRITICKÝCH BODECH KONSTRUKCE

Materiál profilu: 11 523 $\rightarrow \sigma_{Don} = 110 \text{ MPa}$ [1]

Průřezový modul v ohybu (4HR 50x2) $\rightarrow W_{On} = 5,553 \text{ cm}^3$ [1]



Obr.21 Průřez profilu TR 4HR 50x50x2

Bezpečnost v místě maximálního ohybového napětí

Počet profilů vedle sebe: 2

Maximální ohybové napětí:

$$\sigma_{O1n} = \frac{M_{OMAX}}{2 \cdot W_{On}} = \frac{316}{2 \cdot 5,553 \cdot 10^{-6}} = 28453088 \text{ Pa} = 28,45 \text{ MPa} \quad (4.22)$$

Bezpečnost nosníku podle mezního stavu pružnosti

$$k_{mn1} = \frac{\sigma_{Don}}{\sigma_{O1n}} = \frac{110}{28,45} = 3,9 \quad (4.23)$$

Bezpečnost v místě rozdělení oje

Ohybový moment ve vzdálenosti rozdělení $a_R=0,6\text{m}$

$$M_{O2R} = F_{RA} \cdot a_R - q_R \cdot \frac{a_R^2}{2} = 239 \cdot 0,6 - 66,8 \cdot \frac{0,6^2}{2} = 131,4 \text{ Nm} \quad (4.24)$$

Maximální ohybové napětí:

$$\sigma_{O2n} = \frac{M_{O2R}}{W_{On}} = \frac{131,4}{5,553 \cdot 10^{-6}} = 23662884 \text{ Pa} = 23,66 \text{ MPa} \quad (4.25)$$

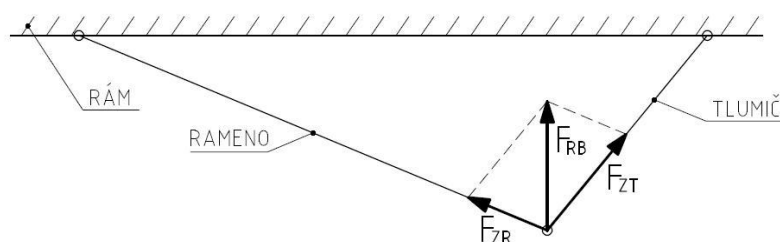
Bezpečnost dle mezního stavu pružnosti

$$k_{mn2} = \frac{\sigma_{Don}}{\sigma_{02n}} = \frac{110}{23,66} = 4,6 \quad (4.26)$$

Ohybové napětí nepřesahuje dovolené napětí, minimální bezpečnost k_{m1} je vyhovující. Hodnoty dovolených napětí byly uvažovány pro střídavé namáhání.

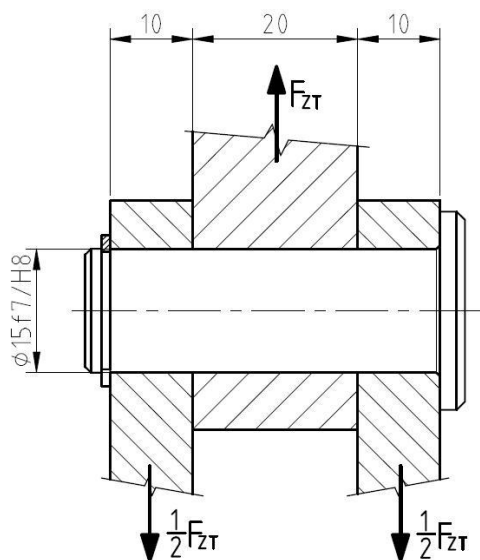
4.4 KONTROLA ČEPU TLUMIČE

Čep tlumiče byl zvolen normalizovaný dle normy ISO 2341, rozměry čepu byly určeny podle připojovacích ok tlumiče a vidlice. Zatěžující síla na čepu tlumiče (F_{ZT}) byla určena z grafického řešení na obr.22, které bylo provedeno v programu AutoCad 2011, velikost této síly je tedy určena s dostatečnou přesností (10^{-6} N). Silový obrazec je v poměru 1mm=10N. Síla $F_{ZT}=1493,8$ N.



Obr.22 Silové působení v ose kola

4.4.1 KONTROLA ČEPU NA SMYK



Obr.23 Zatížení čepu tlumiče

Materiál čepu: 12 020.1, $R_m=550$ MPa, $R_e=240$ MPa $\rightarrow \tau_{DS} = 40$ MPa, $p_{Dc} = 80$ MPa [1], $\sigma_{Doč} = 95$ MPa [1]

Materiál oka tlumiče: 11 500, $R_m=500$ MPa, $R_e=245$ MPa $\rightarrow p_{Dt} = 70$ MPa [1]

Materiál vidlice: 11 523, $R_m=520$ MPa, $R_e=333$ MPa $\rightarrow p_{Dv} = 75$ MPa [1]



Rozměry čepového spoje: $b_{v1}=b_{v2}=10$ mm, $b_{ok}=20$ mm, $d_{\check{c}}=15$ mm, $l_{\check{c}}=40$ mm, kde $b_{v1,2}$ je šířka vidlice, b_{ok} je šířka oka tlumiče, $d_{\check{c}}$ je průměr čepu a $l_{\check{c}}$ je celková délka čepového spoje.

Napětí ve smyku

$$\tau_{S\check{c}} = \frac{F_{ZT}}{2 \cdot S_{1\check{c}}} = \frac{4 \cdot F_{ZT}}{2 \cdot \pi \cdot d_{\check{c}}^2} = \frac{4 \cdot 1493,8}{2 \cdot \pi \cdot 0,015^2} = 4226589 \text{ Pa} = 4,23 \text{ MPa} \quad (4.27)$$

Bezpečnost ve smyku

$$k_{S\check{c}} = \frac{\tau_{DS}}{\tau_{S\check{c}}} = \frac{40}{4,23} = 9,5 \quad (4.28)$$

4.4.2 KONTROLA ČEPU A OKA TLUMIČE NA OTLAČENÍ

Maximální tlak v čepovém spoji

$$p_{\check{c}max} = \frac{F_{ZT}}{S_{2\check{c}}} = \frac{F_{ZT}}{b_{min} \cdot d_{\check{c}}} = \frac{1493,8}{0,02 \cdot 0,015} = 4979333 \text{ Pa} = 4,98 \text{ MPa} \quad (4.29)$$

Dovolený tlak v otočné části (oku tlumiče)

$$p_{Dt2} = p_{Dt} \cdot 0,35 = 70 \cdot 0,35 = 24,50 \text{ MPa} [3]$$

Bezpečnost čepu na otláčení

$$k_{o\check{c}} = \frac{p_{D\check{c}}}{p_{\check{c}max}} = \frac{80}{4,98} = 16,1 \quad (4.30)$$

Bezpečnost oka tlumiče na otláčení

$$k_{ot} = \frac{p_{Dt2}}{p_{\check{c}max}} = \frac{24,50}{4,98} = 4,9 \quad (4.31)$$

Otláčení vidlice není nutné kontrolovat, při stejných rozměrech je použitý materiál s lepšími mechanickými vlastnostmi než u oka tlumiče.

4.4.3 KONTROLA ČEPU NA OHYB

Maximální ohybový moment

$$M_{o\check{c}max} = \frac{F_{ZT}}{2} \cdot \frac{l_{\check{c}}}{2} = \frac{1493,8}{2} \cdot \frac{0,04}{2} = 14,94 \text{ Nm} \quad (4.32)$$

Průřezový modul čepu v ohybu

$$W_{o\check{c}} = \frac{\pi \cdot d_{\check{c}}^3}{32} = \frac{\pi \cdot 0,015^3}{32} = 331,3 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3 \quad (4.33)$$

Napětí v ohybu

$$\sigma_{o\check{c}} = \frac{M_{o\check{c}max}}{W_{o\check{c}}} = \frac{14,94}{331,3 \cdot 10^{-9}} = 45095079 \text{ Pa} = 45,10 \text{ MPa} \quad (4.34)$$

**Bezpečnost v ohybu**

$$k_{o\check{c}} = \frac{\sigma_{Do\check{c}}}{\sigma_{o\check{c}}} = \frac{95}{45,10} = 2,1 \quad (4.35)$$

Ohybové ani smykové napětí nepřesahuje dovolené napětí, maximální tlak ve spoji nepřesahuje dovolený tlak, minimální bezpečnost $k_{o\check{c}}$ je vyhovující. Hodnoty dovolených napětí byly uvažovány pro střídavé namáhání.



ZÁVĚR

Předpokládaná hmotnost vozíku určená z 3D modelu a z hmotností pořizovaných dílů je 66kg, tedy o 40% nižší oproti současnému vozíku HSČR. Celková hmotnost nepřesahuje maximální přípustnou hmotnost, a to i při použití ocelových profilů nejen pro svařovaný rám, ale také podvozek. Hlavní výhodou ocelových prvků je vyšší pevnost, tuhost a také snadnější svařitelnost než např. u hliníku. K rámu je připevněna opěrná konstrukce pro oplachtování. Pro lepší manipulaci s nosítky je tato konstrukce sklopná, i s možností úplné demontáže. Plachta je z nepromokavého PVC materiálu a je opatřena průhledem v její horní části. Jako nosný prvek podlahy a bočnic je použita tvrzená vodovzdorná překližka přišroubovaná k rámu. Konstrukce rámu je svařená ze čtyřhranných profilů, s povrchovou úpravou červeným práškovým lakem. Pro připojení vozíku je použita tažná spojka dle normy ISO50. Vozík je opatřen v zadní části dvěma odrazkami, poskytuje také možnost pro instalaci přídatného pozičního osvětlení. Pro další snížení vibrací je možné umístit mezi podlahu a nosítka pás PU pěny, která utlumí chvění přenášené do nosítek. Připevnění nosítek je vyřešeno pomocí pákového mechanismu, který je navržený pro obsluhu jednou osobou. Dále byly provedeny pevnostní výpočty kritických oblastí rámu a zkontrolován byl také čep tlumiče, který je nejvíce zatíženou součástí podvozku. Celková koncepce vozíku odpovídá zadaným parametrům.



POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] LEINVERBER, J., VÁVRA, P. *Strojnické tabulky*. Albra, Druhé doplněné vydání, Úvaly, 2005. ISBN 80-7361-011-6.
- [2] ZELENÝ, J. *Stavba strojů, strojní součásti*. Computer press, Druhé vydání, Brno, 2003. ISBN 80-7226-311-0
- [3] KLIMEŠ, P. *Části a mechanismy strojů*. Akademické nakladatelství CERM, Brno, 2003. ISBN 80-214-2421-4
- [4] SMĚRNICE EHK55. *Předpis Evropské hospodářské komise Spojených národů (EHK OSN) č.55- Jednotná ustanovení týkající se schvalování mechanických spojovacích částí jízdních souprav vozidel*. Úřední věstník EU, Revize 1, Praha, 2007. L121/42
- [5] KLIMEŠ, M. *Učebnice horské služby [online]*. Horská služba ČR, o.p.s., [citováno 18.3.2012]. Dostupné z [www: http://mail.kallib.cz/hs/index.php](http://mail.kallib.cz/hs/index.php)
- [6] COCKINS, A. *Bombardier traxter max [online]*. Vertical scope, i.n.c., [citováno 10.4.2012]. Dostupné z [www: http://www.atv.com/specs/bombardier/utility/2005/traxter-tm/max-500-5-speed-auto-shift/detail.html](http://www.atv.com/specs/bombardier/utility/2005/traxter-tm/max-500-5-speed-auto-shift/detail.html)
- [7] PROGRESS SERVIS SIBŘINA. *Model Ferno 71 a 71-S [online]*. [citováno 10.4.2012]. Dostupné z [www: http://www.progressibrina.cz/zrdavotnicka-trensportni-technika/ferno/transportni-technika/model-71-a-71s](http://www.progressibrina.cz/zrdavotnicka-trensportni-technika/ferno/transportni-technika/model-71-a-71s)
- [8] MEDICAL EXPO. *Basket stretcher [online]*. [citováno 7.2.2012]. Dostupné z [www: http://www.medicalexpo.com/medical-manufacturer/basket-stretcher-2924.html](http://www.medicalexpo.com/medical-manufacturer/basket-stretcher-2924.html)
- [9] HASIČI JÍLOVÉ. *Technika [online]*. [citováno 3.2.2012]. Dostupné z [www: http://hasici-jilove.wgz.cz/image/3122547](http://hasici-jilove.wgz.cz/image/3122547)
- [10] TMV FIRE DEPARTMENT. *ATV rescue trailer [online]*. [citováno 3.2.2012]. Dostupné z [www: http://www.tmvfd.com/page%20folder/atv%20rescue/Trailer/atv_rescue_trailer.htm](http://www.tmvfd.com/page%20folder/atv%20rescue/Trailer/atv_rescue_trailer.htm)
- [11] OTÁHAL, J. *Těžiště lidského těla [online]*. [citováno 11.3.2012]. Dostupné z [www: http://biomech.ftvs.cuni.cz/pbpk/kompendium/biomechanika/geometrie_teziste.php](http://biomech.ftvs.cuni.cz/pbpk/kompendium/biomechanika/geometrie_teziste.php)
- [12] QUAD PROFI. *Tlumiče pérování Protlum [online]*. [citováno 20.4.2012]. Dostupné z [www: http://www.quadprofi.cz/e-shop_new/sportovni-podvozek-tlumice-perovani-protlum/cat_375.html](http://www.quadprofi.cz/e-shop_new/sportovni-podvozek-tlumice-perovani-protlum/cat_375.html)
- [13] ATV-RAKOVNÍK. *Pneumatiky a disky [online]*. [citováno 20.4.2012]. Dostupné z [www: http://www.atv-rakovnik.cz/16-pneumatiky-a-disky](http://www.atv-rakovnik.cz/16-pneumatiky-a-disky)
- [14] VAPP s.r.o. *Tažné kulové spojky [online]*. [citováno 20.4.2012]. Dostupné z [www: http://www.vapp.cz/eshop/tazne-spojky-a-oka/](http://www.vapp.cz/eshop/tazne-spojky-a-oka/)



SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

a	[mm]	Délka prvního úseku nosníku
a_R	[m]	Vzdálenost od rozdvojení rámu
b	[mm]	Délka druhého úseku nosníku
b_{min}	[mm]	Minimální šířka čepu na otlačení
b_{ok}	[mm]	Šířka oka tlumiče
$b_{v1,2}$	[mm]	Šířka stěny vidlice
c	[mm]	Délka třetího úseku nosníku
$d_{\check{c}}$	[mm]	Průměr čepu
F_{G0}	[N]	Svislá síla na oji
F_{GOmax}	[N]	Maximální svislá síla na tažné kouli
F_{GOmin}	[N]	Minimální svislá síla na tažné kouli
F_{GP}	[N]	Síla od hmotnosti pacienta
F_{GV}	[N]	Síla od hmotnosti rámu vozíku
F_{RA}	[N]	Reakce v podpoře (oje)
F_{RB}	[N]	Reakce v podpoře (náprava)
F_X	[N]	Síly působící v ose x
F_Z	[N]	Síly působící v ose z
F_{ZR}	[N]	Zatěžující síla na rameni
F_{ZT}	[N]	Zatěžující síla na čepu
g	[ms ⁻²]	Konstanta tíhového zrychlení
k_{mn1}	-	Bezpečnost nosníku v místě max. napětí
k_{mn2}	-	Bezpečnost nosníku v místě rozdvojení
$k_{O\check{c}}$	-	Bezpečnost čepu na otlačení
$k_{O\check{c}}$	-	Bezpečnost čepu v ohybu
k_{Ot}	-	Bezpečnost tlumiče na otlačení
$k_{s\check{c}}$	-	Bezpečnost čepu ve smyku
$L1$	[mm]	Délka prvního členu rámu
$L2$	[mm]	Délka druhého členu rámu
$L3$	[mm]	Délka třetího členu rámu
$L4$	[mm]	Délka čtvrtého členu rámu
$L5$	[mm]	Délka pátého členu rámu
L_{CPR}	[m]	Celková délka profilového materiálu
L_{CR}	[mm]	Celková délka rámu
$l_{\check{c}}$	[mm]	Délka čepového spoje
m_{NOS}	[kg]	Hmotnost nosítek
M_{O1}	[Nm]	Ohybový moment v prvním úseku
$M_{O1(a)}$	[Nm]	Ohybový moment ve vzdálenosti a
M_{O2}	[Nm]	Ohybový moment ve druhém úseku
M_{O2R}	[Nm]	Ohybový moment ve vzdálenosti rozdvojení rámu
M_{O3}	[Nm]	Ohybový moment ve třetím úseku
$M_{o\check{c}max}$	[Nm]	Maximální ohybový moment čepu
M_{OMAX}	[Nm]	Maximální ohybový moment
M_{OMIN}	[Nm]	Minimální ohybový moment



m_{pmax}	[kg]	Maximální hmotnost pacienta
m_{PROF}	[kg]	Hmotnost 1m profilu TR 4HR 50x50x2
m_V	[kg]	Hmotnost rámu vozíku
M_y	[Nm]	Ohybový moment k ose y
N_1	[N]	Normálová síla v prvním úseku
N_2	[N]	Normálová síla ve druhém úseku
N_3	[N]	Normálová síla ve třetím úseku
$p_{čmax}$	[MPa]	Maximální tlak v čepovém spoji
$p_{Dč}$	[MPa]	Dovolený tlak čepu
p_{Dt}	[MPa]	Dovolený tlak tlumiče
p_{Dt2}	[MPa]	Dovolený tlak v tlumiči otočně
p_{Dv}	[MPa]	Dovolený tlak vidlice
q_R	[Nm ⁻¹]	Spojitě zatížení hmotností rámu
R_e	[MPa]	Mez kluzu
R_m	[MPa]	Mez pevnosti
$S_{1č}$	[mm ²]	Plocha kolmého průřezu čepu
$S_{2č}$	[mm ²]	Plocha osového průřezu čepu
T_p	-	Těžiště pacienta
T_V	-	Těžiště rámu vozíku
T_{Z1}	[N]	Tečná síla v prvním úseku
T_{Z2}	[N]	Tečná síla ve druhém úseku
T_{Z3}	[N]	Tečná síla ve třetím úseku
$W_{oč}$	[mm ³]	Průřezový modul čepu v ohybu
W_{on}	[mm ³]	Průřezový modul nosníku v ohybu
X_0	[mm]	Vzdálenost osy nápravy
x_1	[mm]	Interval délky prvního úseku
x_2	[mm]	Interval délky druhého úseku
x_3	[mm]	Interval délky třetího úseku
XT	-	Celkové těžiště rámu v ose x
$XT1$	[mm]	Vzdálenost těžiště 1. členu rámu
$XT2$	[mm]	Vzdálenost těžiště 2. členu rámu
$XT3$	[mm]	Vzdálenost těžiště 3. členu rámu
$XT4$	[mm]	Vzdálenost těžiště 4. členu rámu
$XT5$	[mm]	Vzdálenost těžiště 5. členu rámu
X_{TP}	[mm]	Vzálenost těžiště pacienta
X_{TV}	[mm]	Vzálenost těžiště rámu vozíku
YT	-	Celkové těžiště rámu v ose y
ZT	-	Celkové těžiště rámu v ose z
$\sigma_{DOč}$	[MPa]	Dovolené napětí čepu v ohybu
σ_{DON}	[MPa]	Dovolené napětí nosníku v ohybu
σ_{O1n}	[MPa]	Napětí nosníku v ohybu v místě max. napětí
σ_{O2n}	[MPa]	Napětí nosníku v ohybu v místě rozdvojení
$\sigma_{Oč}$	[MPa]	Napětí čepu v ohybu
τ_{DS}	[MPa]	Dovolené napětí čepu ve smyku
$\tau_{Sč}$	[MPa]	Napětí čepu ve smyku



SEZNAM PŘÍLOH

- Fotodokumentace

4-12/BP-P01

4-12/BP-P02

4-12/BP-P03

4-12/BP-P04

4-12/BP-P05

- Výkresová dokumentace

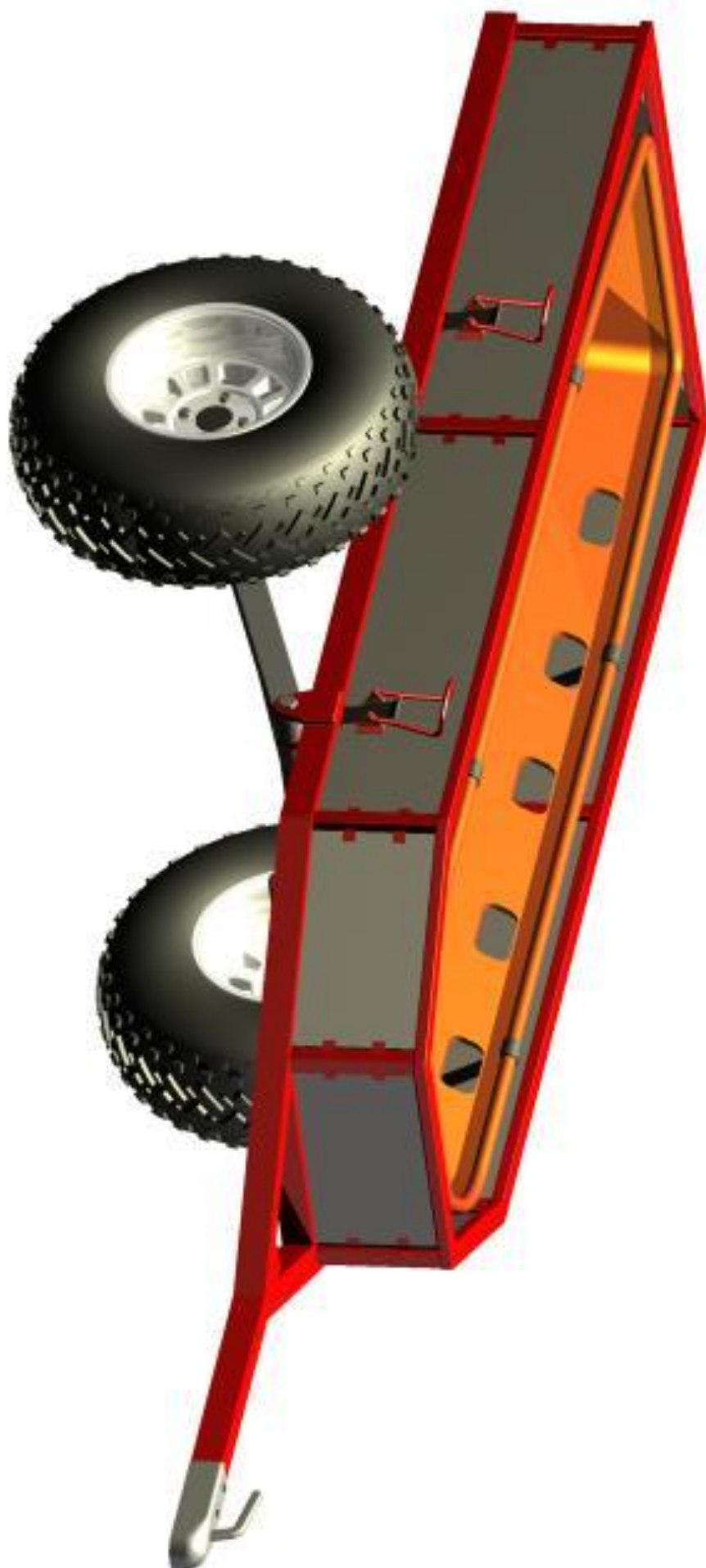
2-12/BP-000

2-12/BP-000/K

2-12/BP-001

2-12/BP-001/K

3-12/BP-004



4-12/BP-P01



