

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
**FAKULTA STROJNÍ**

Studijní program: B 2341 Strojírenství  
Studijní zaměření: Diagnostika a servis silničních vozidel

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Návrh vyvážecího vleku

Autor: **Miroslav Černý**  
Vedoucí práce: **Doc. Ing. Němec, CSc.**

Akademický rok 2013/2014

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2013/2014

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Miroslav ČERNÝ**  
Osobní číslo: **S10B0249P**  
Studijní program: **B2341 Strojrenství**  
Studijní obor: **Diagnostika a servis silničních vozidel**  
Název tématu: **Návrh vyvážecího vleku**  
Zadávací katedra: **Katedra konstruování strojů**

### Zásady pro vypracování:

Základní požadavky:

Rešerše vyvážecích vleků. Stanovení požadavků. Stanovení koncepčních variant a výběr optimální. Konstrukční řešení - 3D model a výkresy. Zhodnocení.

Základní technické údaje:

Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

Osnova bakalářské práce:

1. Analýza zadání úlohy.
2. Konstrukční řešení vyvážecího vleku.
3. Zpracování konstrukční dokumentace.
4. Zhodnocení, závěr.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**  
Rozsah pracovní zprávy: **30-40 stran A4**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**  
Seznam odborné literatury:

**JAN, Z., ŽDÁNSKÝ, B., ČUPERA, J.** *Automobily Podvozky*. Brno: Nakladatelství Avid, spol. s. r. o., 2009

**JAN, Z., ŽDÁNSKÝ, B., KUBÁT, J.** *Automobily Elektrotechnika motorových vozidel 2*. Brno: Nakladatelství Avid, spol. s. r. o., 2008

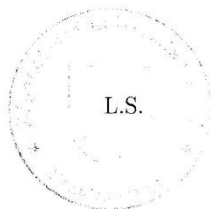
**GSCHEIDLE, R. A KOL.** *Příručka pro automechanika*. Praha: Nakladatelství Sobotáles, 2002

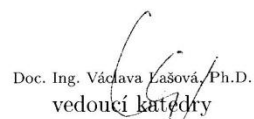
*Podkladový materiál, výkresy, katalogy, apod. poskytnuté zadavatelem úkolu.*

Vedoucí bakalářské práce: **Doc. Ing. Ladislav Němec, CSc.**  
Katedra konstruování strojů  
Konzultant bakalářské práce: **Doc. Ing. Ladislav Němec, CSc.**  
Katedra konstruování strojů

Datum zadání bakalářské práce: **23. září 2013**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **27. června 2014**

  
Doc. Ing. Jirí 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 bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.**

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

**V Plzni dne: .....**

**.....**

# ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>AUTOR</b>	<b>Příjmení</b> Černý	<b>Jméno</b> Miroslav		
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	2341R001 „Diagnostika a servis silničních vozidel“			
<b>VEDOUcí PRÁCE</b>	<b>Příjmení (včetně titulů)</b> Doc. Ing. Němec, CSc.		<b>Jméno</b> Ladislav	
<b>PRACOVISTĚ</b>	ZČU - FST - KKS			
<b>DRUH PRÁCE</b>	<del>DIPLOMOVÁ</del>	<b>BAKALÁŘSKÁ</b>	<b>Nehodící</b>	<b>se</b>
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Návrh vyvážecího vleku			

<b>FAKULTA</b>	strojní	<b>KATEDRA</b>	KKS	<b>ROK ODEVZD.</b>	2014
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

## POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

<b>CELKEM</b>	75	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	49	<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	26
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

<b>STRUČNÝ POPIS</b>	Bakalářská práce se zabývá návrhem vyvážecího vleku. V práci jsou popsány základní druhy dopravy dřeva a manipulace s ním. Zahrnuje výběr z konstrukčních variant pro řešení stavby vleku podle zadaných parametrů. Vlek je konstrukčně řešen pro multifunkční využití.
<b>KLÍČOVÁ SLOVA</b>	vyvážecí vlek, rámy, klanice, naklápěcí oj, hydraulika, brzdy, elektroinstalace

## SUMMARY OF BACHELOR SHEET

<b>AUTHOR</b>	<b>Surname</b> Černý	<b>Name</b> Miroslav
<b>FIELD OF STUDY</b>	2341R001 „Diagnostika a servis silničních vozidel“	
<b>SUPERVISOR</b>	<b>Surname (Inclusive of Degrees)</b> Doc. Ing. Němec, CSc.	<b>Name</b> Ladislav
<b>INSTITUTION</b>	ZČU - FST - KKS	
<b>TYPE OF WORK</b>	<b>DIPLOMA</b>	<b>BACHELOR</b>
<b>TITLE OF THE WORK</b>	<b>Delete when not applicable</b> Engineering design of forwarder trailer	

<b>FACULTY</b>	Mechanical Engineering	<b>DEPARTMENT</b>	Machine Design	<b>SUBMITTED IN</b>	2014
----------------	------------------------	-------------------	----------------	---------------------	------

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

<b>TOTALLY</b>	75	<b>TEXT PART</b>	49	<b>GRAPHICAL PART</b>	26
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

<b>BRIEF DESCRIPTION</b>	The bachelor thesis deals with the design of the forwarder trailer. The main types of wood transport and wood manipulation are described. The thesis also includes these lection of the design options for the trailer following the assigned parametres. The trailer is designed for multifunctional purposes.
<b>KEY WORDS</b>	forwarder trailer, frames, stanchions, tilting drawbar, hydraulics, brakes, electrical wiring

## **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce Doc. Ing. Ladislavu Němcovi, CSc . za vedení práce a připomínky k ní. Dále bych chtěl poděkovat svému bratrovi Ing. Janu Černému za podání znalostí v oblasti dřevozpracujících strojů. Nakonec chci poděkovat Ondřeji Brožovi za pomoc s konstrukčním řešením některých částí vleku.

## Obsah

1	Historie vyvážení dřeva .....	13
2	Manipulace dřeva .....	14
2.1	Ruční manipulace .....	15
2.2	Mechanizovaná manipulace .....	15
2.2.1	Silniční doprava .....	15
2.2.1.1	Blízká silniční doprava .....	15
2.2.1.2	Dálková silniční doprava .....	18
3	Hydraulická ruka .....	20
3.1	Volba hydraulické ruky .....	20
3.2	Vlastnosti hydraulické ruky .....	20
4	Rám .....	22
4.1	Stanovení cílů .....	22
4.2	Koncepční varianty .....	22
4.3	Výběr optimální varianty .....	23
4.4	Dimenzování .....	24
4.4.1	Obtížení rámu .....	24
4.4.2	Rozložení napětí podél rámu .....	24
4.5	Konstrukční řešení .....	25
4.5.1	Rámu .....	25
4.5.2	Nápravnice .....	25
4.5.3	Prvek pro připojení oje .....	25
4.5.4	Podlahy .....	25
4.5.4.1	Plechová podlaha .....	25
4.5.4.2	Dřevěná podlaha .....	26
4.5.5	Ochranný prvek .....	26
4.6	Závěr .....	26
5	Klanice .....	26
5.1	Stanovení cílů .....	26
5.2	Koncepční varianty .....	27
5.3	Výběr optimální varianty .....	27
5.4	Konstrukční řešení .....	28
5.4.1	Určení výšky klanic .....	28
5.4.2	Nastavení výšky klanic .....	29
5.4.3	Připojení k rámu .....	29
5.4.4	Bočnice .....	29
5.5	Dimenzování .....	29
5.6	Závěr .....	30
6	Naklápací oj .....	30
6.1	Stanovení cílů .....	30
6.2	Koncepční varianty .....	30
6.3	Výběr optimální varianty .....	31
6.4	Konstrukční řešení .....	32
6.4.1	Oje .....	32
6.4.2	Závěsového oka .....	32
6.4.3	Připojení pro hydraulický píst .....	32
6.4.4	Čepu pro připojení k rámu .....	32
6.5	Dimenzování .....	33
6.6	Závěr .....	33



7	Nápravy.....	33
7.1	Stanovení cílů.....	33
7.2	Koncepční varianty.....	33
7.3	Konstrukční řešení.....	34
7.3.1	Nápravový jekl.....	34
7.3.2	Čepu nápravy .....	34
7.3.3	Náboje.....	35
7.4	Dimenzování .....	35
7.5	Závěr.....	35
8	Kola .....	35
8.1	Stanovení cílů.....	35
8.2	Ráfky .....	36
8.3	Pneumatiky .....	36
8.4	Závěr.....	36
9	Brzdový systém.....	36
9.1	Požadavky na brzdový systém .....	36
9.2	Konstrukční varianty .....	36
9.2.1	Vzduchová brzdová soustava.....	36
9.2.1.1	Jednohadicová brzdová soustava.....	36
9.2.1.2	Dvou a vícehadicová brzdová soustava .....	36
9.2.2	Třecí brzdy .....	36
9.2.2.1	Kotoučové brzdy.....	36
9.2.2.2	Bubnové brzdy.....	37
9.3	Schéma brzdové soustavy .....	37
9.4	Závěr.....	37
10	Hydraulika .....	38
10.1	Hydraulická ruka HR 3001 .....	38
10.1.1	Čerpadlo pro hydraulickou ruku .....	38
10.1.2	Rozvaděč.....	39
10.1.3	Schéma zapojení.....	39
10.2	Hydraulický válec .....	40
10.2.1	Technický popis, provozní podmínky a technické podmínky série ZH1 .....	40
10.2.2	Výběr a kontrola vhodnosti.....	40
10.2.3	Čerpadlo.....	42
10.2.4	Rozvaděč.....	42
10.2.5	Rozvodové schéma po vleku .....	42
10.3	Závěr.....	42
11	Elektroinstalace .....	42
11.1	Stanovení cílů.....	42
11.2	Konstrukční řešení.....	43
11.3	Dělení světelných zařízení podle typu .....	43
11.3.1	Zadní světlomety .....	43
11.3.2	Svítilny.....	43
11.3.3	Odrázky .....	44
11.4	Rozvodové schéma.....	44
11.4.1	Zásuvky .....	44
11.4.2	Vleku .....	45
11.5	Závěr.....	45
12	Základní parametry vleku .....	45
12.1	Hmotnost vleku .....	45

12.2	Rozměry vleku .....	45
12.2.1	Délka vleku .....	45
12.2.2	Šířka vleku .....	45
12.2.3	Výška vleku .....	45
12.2.4	Světlá výška vozidla .....	46
12.2.5	Maximální úhel naklopení oje .....	46
12.2.6	Maximální úhel bočního naklopení vleku .....	46
12.2.7	Maximální nájezdový úhel .....	46
13	Vizualizace.....	46
14	Ceník.....	47
15	Závěr.....	48
16	Použitá literatura .....	49
16.1	Knižní publikace .....	49
16.2	Internetové zdroje.....	49
17	Seznam příloh .....	49

## Seznam obrázků

Obr. 1 – Vůz na dopravu kmenů .....	13
Obr. 2 – Doprava kmenů pomocí koní .....	13
Obr. 3 – Plavební kanál .....	14
Obr. 4 – Lanovka.....	14
Obr. 5 – Lesnický traktor.....	16
Obr. 6 – Harvestor .....	16
Obr. 7 – Vyvážčečka .....	17
Obr. 8 – Vyvážecí vlek za traktor .....	18
Obr. 9 – Vyvážecí vlek za čtyřkolku .....	18
Obr. 10 – Nákladní vozy.....	19
Obr. 11 – Traktor s vyvážecím vlekem [12].....	19
Obr. 12 – Vozidlo Praga V3S .....	20
Obr. 13 – Diagram nosnosti hydraulické ruky HR 3001 .....	20
Obr. 14 – Varianta rámu 1 .....	22
Obr. 15 – Varianta rámu 2 .....	22
Obr. 16 – Varianta rámu 3 .....	23
Obr. 17 – Varianta rámu 4 .....	23
Obr. 18 – Obtížení rámu .....	24
Obr. 19 – Rozložení napětí podél rámu .....	24
Obr. 20 – Vizualizace rámu .....	26
Obr. 21 – Varianta klanice 1 .....	27
Obr. 22 – Varianta klanice 2.....	27
Obr. 23 – Varianta klanice 3.....	27
Obr. 24 – Varianta klanice 4.....	27
Obr. 25 – Jekl tvaru U pro nasouvání bočnic [11] .....	29
Obr. 26 – Soustava klanice .....	30
Obr. 27 – Varianta oje 1 .....	30
Obr. 28 – Varianta oje 2 .....	31
Obr. 29 – Varianta oje 3 .....	31
Obr. 30 – Varianta oje 4 .....	31
Obr. 31 – Konečná varianta oje.....	32
Obr. 32 – Čep oje .....	33
Obr. 33 – Výkyvná náprava na rovině [20] .....	34
Obr. 34 – Výkyvná náprava na překážce.....	34
Obr. 35 – Vizualizace výkyvné nápravy na vleku .....	35
Obr. 36 – Umístění brzdových válců na nápravě .....	37
Obr. 37 – Schéma brzdové soustavy [2, str. 513] .....	37
Obr. 38 – Hydraulické čerpadlo GR 2 [16] .....	38
Obr. 39 – Převodovka GR. 3 [16] .....	39
Obr. 40 – Schéma hydraulické ruky HR 3001 .....	39
Obr. 41 – Hydromotor série ZH1 z katalogu [18].....	41
Obr. 42 – Hydraulické schéma pro připojení hydraulického válce k traktoru.....	42
Obr. 43 – Koncové světlo JOKON L. [15].....	43
Obr. 44 – Poziční světlo JOKON 4041431056798 [15].....	43
Obr. 45 – Odrazka [15].....	44
Obr. 46 – Sedmi pólová zásuvka ISO 3732 [17] .....	44
Obr. 47 – Konektory v zásuvce ISO 3732 [17].....	44

Obr. 48 – Schéma elektroinstalace na vleku .....	45
Obr. 49 – Vizualizace vleku shora .....	46
Obr. 50 – Vizualizace vleku zespona .....	47

## Seznam tabulek

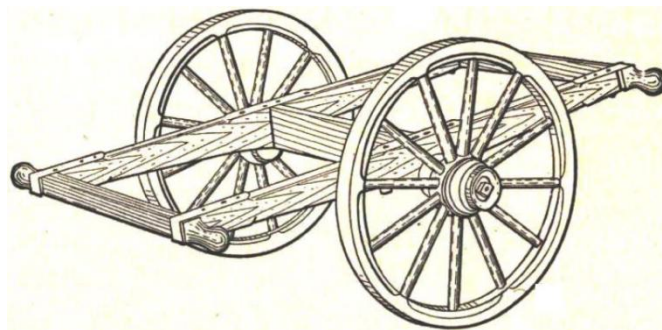
Tabulka 1 – Diagram nosnosti hydraulické ruky .....	20
Tabulka 2 – Objemových hmotností dřeva [10] .....	21
Tabulka 3 – Rozměry kmenu [7, str. 30] .....	21
Tabulka 4 – Výpočet hmotnosti kmenu [7, str. 30] .....	21
Tabulka 5 – Způsobnost variant pro rám .....	23
Tabulka 6 – Výběr optimální varianty pro rám .....	24
Tabulka 7 – Vstupní hodnoty pro dimenzování rámu .....	25
Tabulka 8 – Dimenzování rámu [6, str. 119] .....	25
Tabulka 9 – Způsobnost variant pro klanice .....	28
Tabulka 10 – Výběr optimální varianty pro klanice .....	28
Tabulka 11 – Vstupní hodnoty pro výpočet výšky klanic .....	28
Tabulka 12 – Koeficient zaplnění hráně f [7, str. 36] .....	28
Tabulka 13 – Výpočet výšky klanic .....	29
Tabulka 14 – Způsobnost variant pro oj .....	31
Tabulka 15 – Výběr optimální varianty pro oj .....	32
Tabulka 16 – Vstupní hodnoty pro výpočet výsunu pístu .....	41
Tabulka 17 – Výpočet výsunu pístu .....	41
Tabulka 18 – Ceník vleku .....	47

## Úvod

V této práci jsem se zabýval návrhem vyvážecího vleku. Dnešní vyvážecí vlek stojí okolo 700 000 Kč. Chtěl bych se vejít do poloviny této částky. Vlek by měl být schopen uvést 12 tun nákladu. Vozit se budou převážně kmeny 5metrů dlouhé. Na vleku bude připevněna hydraulická ruka, která se koupí již hotová. Vlek bude připojen za traktorem Zetor 12045. Jeho základní předpoklad je pohon 4x4. Světlá výška vozidla nesmí klesnout pod 0,4 metru. V práci budu řešit multifunkční využití, manévrovací schopnost vleku mezi stromy a možnost využití odvozu klestu z lesa. Tato práce by měla posloužit menším podnikatelům k návrhu vlastního vyvážecího vleku. Tuto práci budu směřovat pro své vlastní využití, mám v plánu tento vlek stavět a některé faktory budu zohledňovat podle sebe.

## 1 Historie vyvážení dřeva

Dřevo je jeden z nejpoužívanějších materiálů. Využívá se skoro všude. Patří mezi materiály velmi levné a snadno dostupné. Staví se z něj domy, krovy, mosty, podlahy, nábytek, dětské hračky a mnoho dalšího. Velkým problémem je doprava kmenů na pilu. V historii se nejdříve dopravovalo ručně, potom následovaly jednoduché stroje.



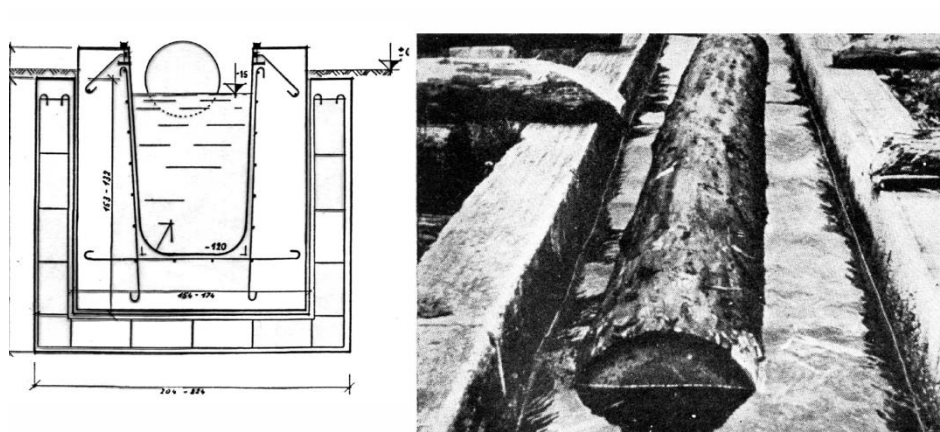
Obr. 1 – Vůz na dopravu kmenů

Začalo se tahat dřevo pomocí domácích zvířat. Dodnes se z těžko dostupných míst a z chráněných oblastí tahají kmeny pomocí koní.



Obr. 2 – Doprava kmenů pomocí koní

Tato doprava je velmi pomalá a náročná, proto vznikaly na určitých místech plavební kanály. Jednalo se o uměle vytvořená slepá ramena řek, které nebyly hluboké, ale velice rovné a zkracovaly čas dopravy. Největší výhodou dopravy dřeva po vodě je, že dřevo nechytá hnilobu a kůrovce. Na některých místech se i dřevo skladovalo ve vodě, než na něj přišla řada na pile. Dodnes se k tomuto uskladnění využívají některá jezera a rybníky. Dřevařské firmy při skladování dřeva kropí kmeny automatickými sprchami.



Obr. 3 – Plavební kanál

Rozvojem technologie se rozjelo mnoho dalších způsobů dopravy dřeva. V těžko dostupných oblastech se začaly stavět lanovky. Lanovka je ekologicky nenáročná a její schopnost dopravovat dřevo i ze skalních míst, kam by se jiný stroj nedostal, je úžasná. Následovaly různé navijáky na dřevo tahané za traktorem nebo navijáky připevněné ke stromům a poháněné elektrinou, centrálou, kardanovou hřídelí.



Obr. 4 – Lanovka

Dřevo se dopravuje po silnici, železnici, na lodích i letadly. Někde se musí nakládat z překladišť. Překladiště mají většinou stroje přímo uzpůsobené k nakládání a vykládání kmenů. Je zase mnoho druhů těchto strojů. Čelní nakladače, bagry, vysokozdvizné vozíky, jeřáby. Nejrozšířenější doprava dřeva je samozřejmě automobilová. Je spousta strojů na dopravu dřeva. Harvester, lesnický traktor, vyvážecí vlek za traktor, vyvážeečka, nákladní vůz a mnoho dalších. [9]

## 2 Manipulace dřeva

Manipulací se rozumí doprava dřeva od místa porážení do místa zpracování stromu. Pro kvalitní zpracování dřeva musí být tato doprava co nejšetnější a co možná nejrychlejší. Důvodem bývá hniloba, zamodrán, kůrovec a poškození ve formě prasklin a výsušných trhlin.[8, str. 13]

## 2.1 Ruční manipulace

– doprava lidskou silou (tahání, valení)

**Možná mechanizace:** Kolejový vozík  
Čelní nakladač s drapákem  
Jeřáb  
Řetězový odsunový dopravník  
Přetáčečka  
Motorový kůň

## 2.2 Mechanizovaná manipulace

– doprava pomocí strojů a uměle vytvořených plavebních kanálů

**Dělení z hlediska způsobu dopravy:** Silniční  
Kolejová  
Lodní a plavební  
Letecká  
Mechanická - Lanová  
Lanovková  
Dopravníková  
Navijáková  
Hydraulická

### 2.2.1 Silniční doprava

Silniční doprava lze rozdělit z hlediska délky dopravy: **Blízká a dálková**

#### 2.2.1.1 Blízká silniční doprava

Je to doprava z místa těžby na skládku nebo na překladiště. Většinou se uvažuje do 5 km, ale je to velmi zavádějící pojem. Hlavním ukazatelem je dostupnost skládky a překladiště od místa těžby.

**Patří sem:**

**Lesnický traktor** – Jeho největší výhodou je, že si k sobě kmeny může přitáhnout a pak je za sebou táhne na místo skládky. Délka přitáhnutí je dána délkou lana a možností přístupové cesty. Na skládce se kmeny sortimentují, následně se naloží a vezou na pilu. Tento způsob se hodí pro malé těžební společnosti nebo pro vlastní těžbu. Nevýhodou je, že jsou kmeny táhnuty po zemi a mohou se do kůry zadřít kameny a bláto. Následkem bývá otupení nebo zničení rezného nástroje na pile. Některé firmy se tomuto znečištění kůry brání odkorňovacími stroji nebo předřezem. Předřez se používá u pásových pil, kde se přiloží fréza v místě vstupu pasu do řezu. Pořizovací cena traktoru je okolo 2 000 000 Kč.



Obr. 5 – Lesnický traktor

**Harvestor** – Je to profesionální těžební vůz. Je schopen, sám si kmen porazit, sám ho odvětvit a sám si ho naložit. Je to nejlepší a nejdokonalejší způsob těžby s dopravou kmenů. Bohužel pořizovací cena harvestoru je okolo 10 000 000 Kč. Proto ho používají jen velké firmy. Nehodí se pro výběrovou těžbu, protože je velice dlouhý a mezi stromy neohrabaný. Nejlepší využití má při tzv. holoseči, kdy bere jeden strom za druhým a vytváří planinu. Zkušený řidič harvestoru je prý schopen porazit, odvětvit a naložit strom do 4 minut, což se nedá s jiným způsobem těžby srovnat.



Obr. 6 – Harvestor



**Vyvážčečka** – Je to speciálně upravený traktor spojený s vyvážecím vlekem. Konstrukčně je řešena hlavně z hlediska dostupnosti a prostupnosti terénem. Je úzká, nízká a dlouhá s naklápěcí ojí. Díky těmto vlastnostem se dokáže dostat skoro všude. Využívá se na sběr klestu, nakládání a dopravu kmenů. Tento stroj využívají hlavně velké firmy pro úklid po těžbě nebo pro těžbu v těžko dostupných místech. Pořizovací cena je okolo 3 000 000 Kč.



Obr. 7 – Vyvážčečka

**Vyvážecí vlek** – Připojuje se za traktor. Je na něm připevněna hydraulická ruka, která je poháněna od kardanové hřídele nebo od hydrauliky v traktoru. Používá se na sběr klestu, nakládání a dopravu dřeva. Velké firmy tento způsob dopravy nevyužívají. Vyvážecí vlek se hodí pro podnikatele, kteří si koupí lesnický traktor a pokud si dokoupí vyvážecí vlek, mají celý set k těžbě a dopravě dřeva i na delší vzdálenosti. Tento vlek jde zapojit za jakýkoli traktor, takže i soukromník je schopen odvozit poražené dřevo z lesa. Pořizovací cena je okolo 700 000 Kč. Některé firmy vyrábějí vyvážecí vleky i za čtyřkolky. Tyto vleky jsou schopné vozit kmeny a klest velkou rychlostí, ale uvezou malý náklad. Používají se na těžko dostupných místech a využívají je většinou soukromníci. Při nákupu vleku se nejvíce zohledňuje jeho maximální nosnost, hydraulická ruka a délka kmenů, které se budou vozit. Většina výrobců vyrábí hydraulické ruce tak, aby šli použít na jakýkoliv jiný vlek.



Obr. 8 – Vyvážecí vlek za traktor



Obr. 9 – Vyvážecí vlek za čtyřkolku

### 2.2.1.2 Dálková silniční doprava

Rozumí se jako doprava dřeva na velké vzdálenosti. Tato doprava je rychlá a levná. Z České republiky se nejvíce dřeva odváží na prodej do Německa.

**Patří sem:**

**Nákladní vozy** – Jsou to vozy speciálně upravené na odvoz kulatin. Kamiony jsou multifunkční, pouze se za ně připojí upravené návěsy nebo přívěsy. Ty mají klanice místo bočnic a plachet. Tento systém dopravy je nejpoužívanější. Některé tahače jsou osazeny hydraulickou rukou, takže jsou schopni si sami naložit kmeny na návěs nebo přívěs. Zde se přibližná cena těžko určuje, je mnoho výrobců tahačů, návěsů a přívěsů. Určitě pořizovací cena neklesne pod 4 000 000 Kč.



Obr. 10 – Nákladní vozy

**Vyvážecí vlek** – Hodí se pro jednorázový dovoz materiálu. Velice pomalá doprava. Využívají jí menší podnikatelé a soukromníci. Pro mě je tato doprava ideální, jsem majitelem lesů do 10 km od pily. Vlastním pásovou pilu, proto nechci kmeny tahat po zemi, abych si neničil řezné pásy.



Obr. 11 – Traktor s vyvážecím vlekem [12]

**Traktor s valníkem** – Největší nevýhoda traktoru je, že si kmeny sám nenaloží.

**Auto s přívěsem**

**Dodávka**

**Pick-up**

### 3 Hydraulická ruka

#### 3.1 Volba hydraulické ruky

Hydraulickou ruku jsem volil hlavně podle ceny. Dalšími ukazateli byly vlastnosti a nosnosti hydraulické ruky. Pro práci jsem vybral hydraulickou ruku HR 3001. Tato ruka se vyráběla v Československu a montovala se na vozidlo Praga V3S. Její cena se pohybuje okolo 20000 Kč. Uvedená cena je bez rotátoru a kleští. Rotátor a kleště vyjdou okolo 20000 Kč podle stavu. Celková cena hydraulické ruky je 40000 Kč.



Obr. 12 – Vozidlo Praga V3S

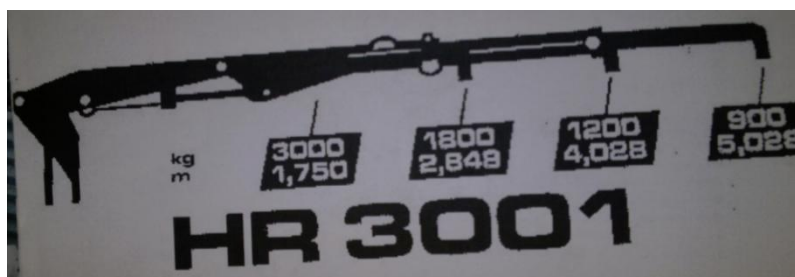
- 1. Rotátor
- 2. Kleště

#### 3.2 Vlastnosti hydraulické ruky

Hlavním ukazatelem je diagram nosnosti hydraulické ruky.

Délka ramene [m]	1,750	2,848	4,028	5,028
Nosnost [kg]	3000	1800	1200	900

Tabulka 1 – Diagram nosnosti hydraulické ruky



Obr. 13 – Diagram nosnosti hydraulické ruky HR 3001

Z diagramu je patrné, že hydraulická ruka má maximální dosah 5 metrů od vozu. Na tomto rameni je schopná unést 900 kg.

### Určení maximálního zatížení

Zde jsem připojil tabulku u nás se vyskytujících stromů a jejich objemových hmotností.

Název stromu	Objemová hmotnost dřeva [ $\frac{kg}{m^3}$ ]		
	Čerstvé	Na vzduchu vyschlé	Uměle dosušené
Borovice lesní	700	520	510
Borovice černá	900	670	540
Bříza	940	600	590
Buk	990	720	570
Douglaska	910	570	550
Jedle	1000	460	420
Dub letní a zimní	1000	760	660
Jilmy	950	700	520
Jasan	920	720	620
Javor klen	980	660	530
Javor mléč	870	650	520
Lípy	730	520	420
Modřín	760	600	460
Olše	690	520	430
Smrk	740	470	440
Topol černý	840	450	370
Vejmutovka	520	400	320
Vrby	1000	460	370

Tabulka 2 – Objemových hmotností dřeva [10]

Z tabulky je patrné, že naše nejvyšší uvažovaná objemová hmotnost bude  $1000 \frac{kg}{m^3}$ . V zadání jsme uvažovali kmeny dlouhé maximálně 5 metrů. V úvahu jsem vzal, že v České republice nerostou kmeny silnější 0,7 metru, bráno na středovém průměru. Středovým průměrem se rozumí průměr v polovině délky kmenu.

### Výpočet objemu kmenu a hmotnosti kmenu

Vstupní hodnoty	Označení	Jednotky
Objem kmenu	$V$	$[m^3]$
Hustota kmenu	$\rho$	$1000 \frac{kg}{m^3}$
Délka kmenu	$L$	$[m]$
Průměr kmenu	$D$	$0,7 m$
Hmotnost kmenu	$m$	$[kg]$

Tabulka 3 – Rozměry kmenu [7, str. 30]

Použité vzorce	Výsledky
$V = \frac{\pi * D^2}{4} * L$	$V \doteq 2m^3$
$m = V * \rho$	$m = 2000 kg$

Tabulka 4 – Výpočet hmotnosti kmenu [7, str. 30]

Z tohoto výsledku vyplývá, že nebudeme nakládat kmen těžší než 2 tuny, který naše ruka hravě zvládne.

Druhým požadavkem na tuho hydraulickou ruku je výkon čerpadla. Zde je třeba dosáhnout určitého průtoku, aby ruka pracovala dostatečně rychle. V manuálu je napsáno 40 litrů za minutu. Náš traktor tento požadavek splňuje. Bohužel hydraulická ruka potřebuje na maximální výsun kolem 50 litrů oleje. Náš traktor je ze své skříně schopen dodat pouze 15 litrů, proto je nevyhovující. Tímto požadavkem se dále zabývám v kapitole **10. Hydraulika**.

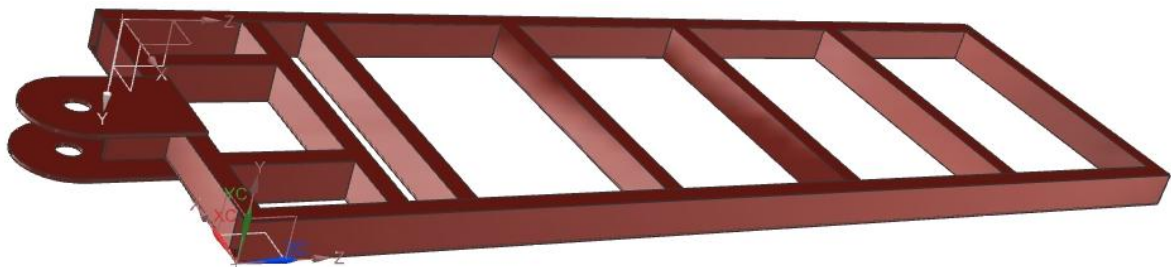
## 4 Rám

### 4.1 Stanovení cílů

Hlavním cílem rámu je unést 12 tun nákladu. Dalším cílem je umožnění odvozu klestu, palivového dřeva a štěpek z lesa. Rám musí umožnit připojení hydraulické ruky HR 3001, oje a náprav. Musí mít ochranný prvek proti poškození hydraulické ruky, které hrozí při nakládání a vykládání kmene.

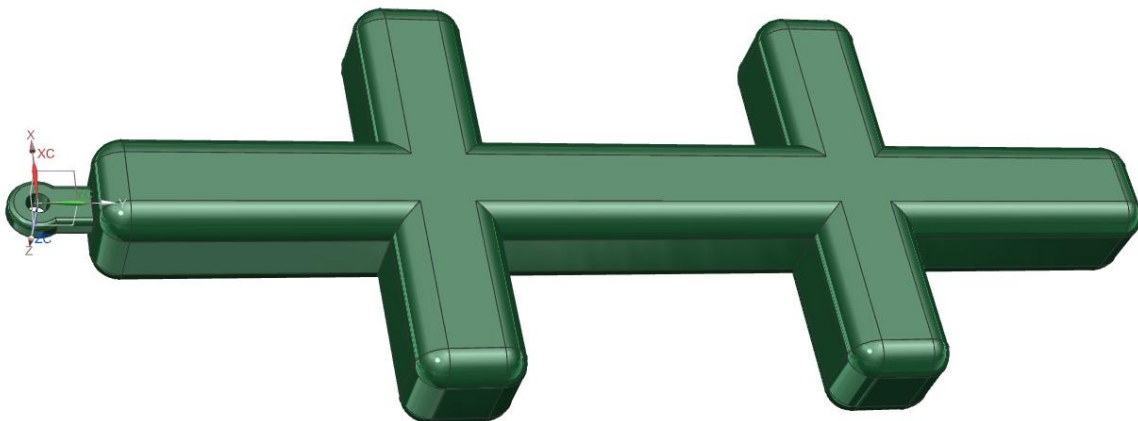
### 4.2 Koncepční varianty

Vybral jsem 4 nejvíce používané varianty rámu pro vyvážecí vleky. Většinou nosné rámy. [1]  
**Varianta číslo 1.**



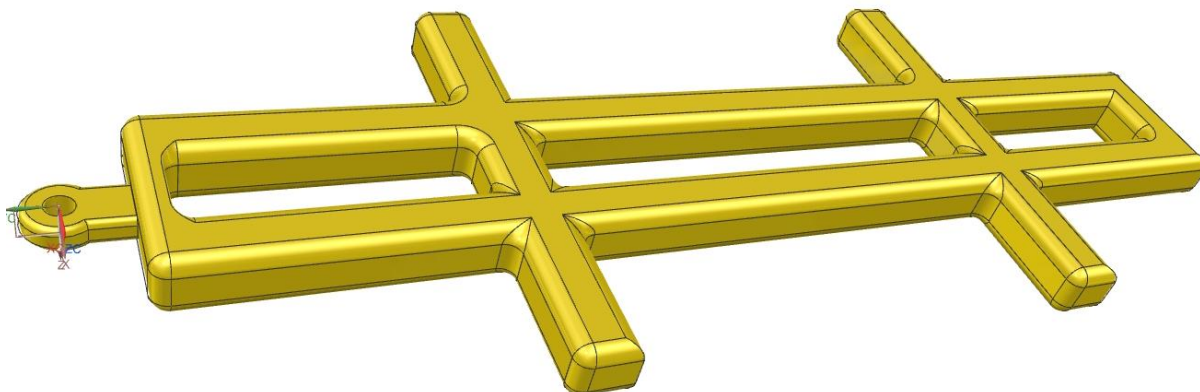
Obr. 14 – Varianta rámu 1

**Varianta číslo 2.**



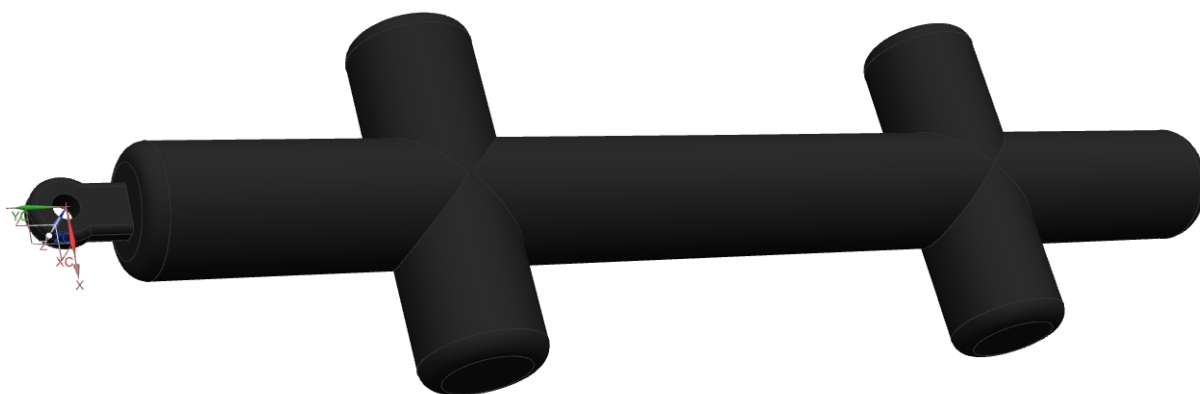
Obr. 15 – Varianta rámu 2

### Varianta číslo 3.



Obr. 16 – Varianta rámu 3

### Varianta číslo 4.



Obr. 17 – Varianta rámu 4

## 4.3 Výběr optimální varianty

Pro výběr optimální varianty jsem využil tabulku, kde jsem hodnotil koncepční varianty podle vhodnosti od 1 do 5.

1 = Výborná

2 = Velmi dobrá

3 = Dobrá

4 = Složitá (dostatečná)

5 = Nevyhovující

Rám	Cena	Hmotnost	Konstrukční řešení	Další využití	Hydraulická ruka
Číslo 1	3	4	1	1	1
Číslo 2	1	2	4	4	3
Číslo 3	2	3	3	3	2
Číslo 4	1	2	4	4	3

Tabulka 5 – Způsobilost variant pro rám

Cena – v ceně je zahrnuto množství použitého materiálu na výrobu rámu.

Hmotnost – zde je podle množství použitého materiálu zahrnuta váha materiálu.

Konstrukční řešení – zde je zahrnuta možnost připojení náprav, klanic, tvorba podlahy u rámu a připevnění ochranného prvku.

Další využití – zde je zahrnut odvoz klestu a palivového dřeva.

Hydraulická ruka – zahrnuje složitost připevnění hydraulické ruky HR 3001 k rámu.

## Součet variant

<b>Rám číslo 1</b>	<b>10</b>
Rám číslo 2	11
Rám číslo 3	11
Rám číslo 4	11

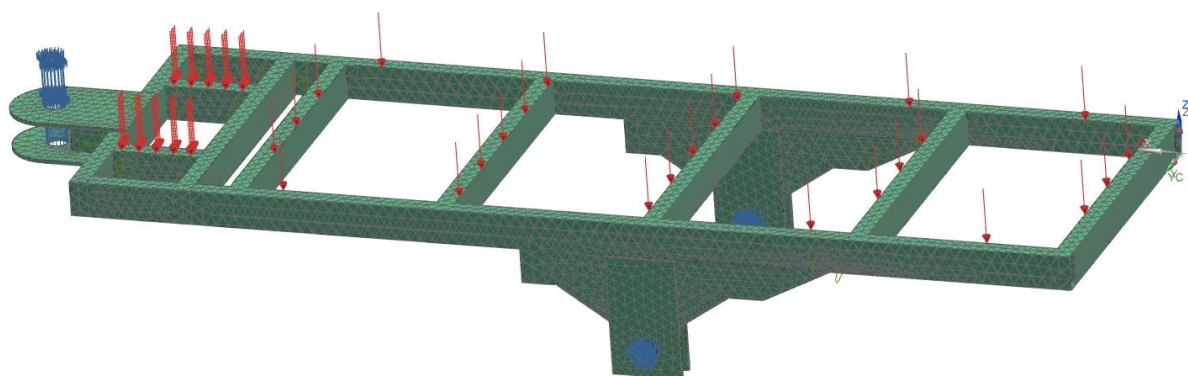
Tabulka 6 – Výběr optimální varianty pro rám

Podle tabulky volím variantu číslo 1.

## 4.4 Dimenzování

Rám se bude dimenzovat na 12 tun nákladu. Bude uvažována 1 tuna váhy hydraulické ruky podle servisního manuálu. Vlastní váha rámu je zpětně dopočtena na 1,5 tony. Zde se uvažuje váha rámu, klanic a ochranného prvku. Rám byl nasimulován a spočten metodou konečných prvků v programu NX 8.5.

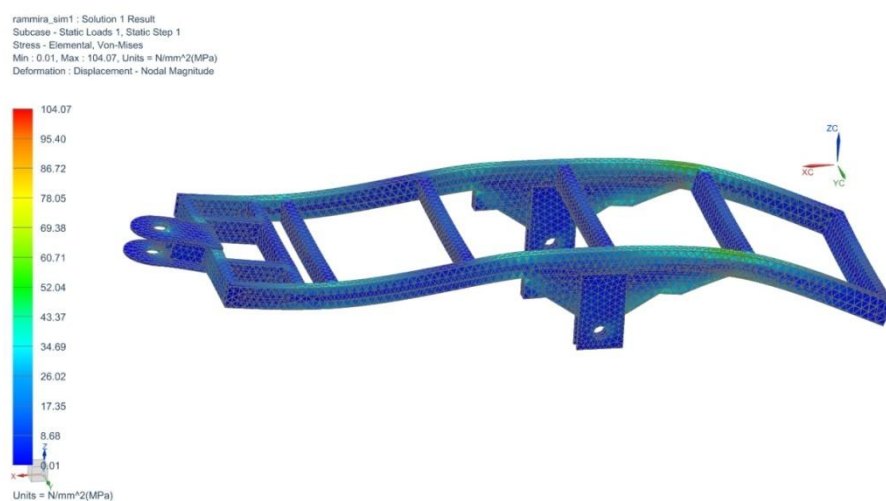
### 4.4.1 Obtížení rámu



Obr. 18 – Obtížení rámu

Rám byl obtížen 12 tunami po ložné ploše a 1 tunou jako váhou hydraulické ruky. Rám je uchycen v místě připojení oje a ve dvou místech pro připojení náprav.

### 4.4.2 Rozložení napětí podél rámu



Obr. 19 – Rozložení napětí podél rámu



Z obrázku je patrné, že nejvyšší napětí v rámu bude 104,07 MPa.

Vstupní hodnoty	Označení	Jednotky
Maximální napětí v rámu	$\sigma$	104,07 MP <sub>a</sub>
Maximální dovolené napětí	$\sigma_D$	[MP <sub>a</sub> ]
Koeficient bezpečnosti	$k$	2
Mez kluzu materiálu ČSN 11375	$R_e$	235 MP <sub>a</sub>

Tabulka 7 – Vstupní hodnoty pro dimenzování rámu

Koeficient bezpečnosti jsem zvolil 2, protože plně naložený traktor se pohybuje malou rychlostí a nemusím uvažovat velké dynamické zatížení. Téměř všechny kmity v rámu ztlumí pneumatiky.

Použité vzorce	Výsledky
$\sigma_D = \frac{R_e}{k}$	$\sigma_D \doteq 118 \text{ MP}_a$
$ \sigma  \leq \sigma_D$	Rám vyhovuje.

Tabulka 8 – Dimenzování rámu [6, str. 119]

## 4.5 Konstrukční řešení

### 4.5.1 Rámu

Rám byl konstrukčně řešen a přizpůsoben tak, aby k němu šla připevnit hydraulická ruka. Její rozteč mezi zapackováním rozhodla o maximální šířce rámu 1,9 metru. Délku ložné plochy jsem volil podle předpokladu odvozu kmenů 5 metrů dlouhých. Rám se skládá z ložné plochy a plochy pro připojení hydraulické ruky. Celková délka rámu je 5,8 metru.

### 4.5.2 Nápravnice

Nápravnicí se rozumí prvek, který slouží pro spojení rámu s nápravou. Je pevně svařen s rámem a je k němu pomocí čepu připojena kyvná náprava. Vzdálenost mezi rámem a dírou pro čep určuje světlou výšku vozidla. Proto jsem jí podle obvodu kola spočítal tak, aby rám po připojení traktoru, byl ve vodorovné poloze. Tato vzdálenost je 0,55 metru. Nápravnice musely být uloženy pod rám, aby nedošlo k rozšíření vozidla nad 2,4 metru.

### 4.5.3 Prvek pro připojení oje

Prvek musí zajistit připojení oje k rámu. Oj musí být připojena pomocí otočného čepu, protože dále jsem řešil její hydraulické naklápění. Tvar a velikost prvku jsem volil z hlediska toho, aby nepřekážel při maximálním naklopení oje. Prvek také musí chránit hydraulický píst, který naklápí oj. Na obrázku 20 je zobrazen modře.

### 4.5.4 Podlahy

Podlaha je důležitým faktorem rámu. Při odvozu klestu a štěpek z lesa nesmí docházet ke ztrátám materiálu.

#### 4.5.4.1 Plechová podlaha

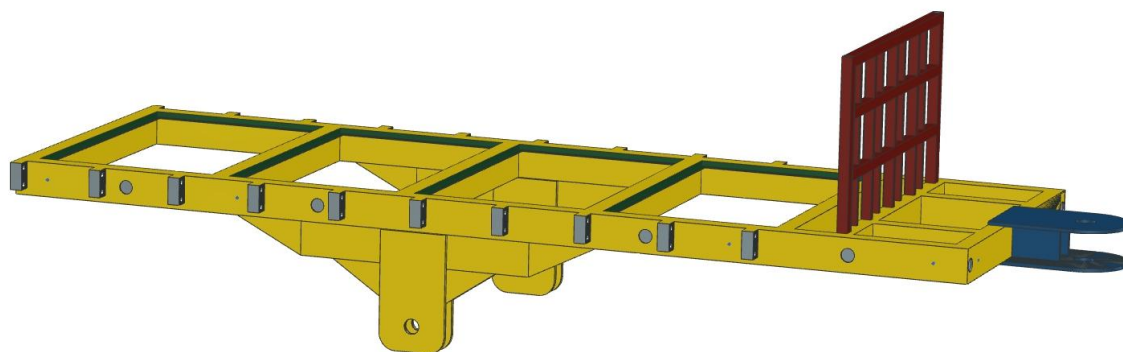
Klasická varianta všech valníků a vozů. Na rám se navaří, nebo nanýtuje ocelový plech. Tloušťka plechu určuje cenu a životnost plechu. Plech má nevýhodu v trvalých deformacích při špatném nakládání nebo v promáčklínách od suků. Tuto variantu nevyužiji.

#### 4.5.4.2 Dřevěná podlaha

Tato varianta se dnes moc nevyužívá. Její největší výhodou je, že dřevo se po odlehčení vrátí do své původní polohy. Pro konstrukční řešení se využije čtvercových úhelníků, které se přivaří k rámu. Na obrázku 20 jsou zobrazeny zeleně. Mezi čtvercové úhelníky se naskládají fošny v plné šířce. Tloušťky fošen jsou 0,03 metru.

#### 4.5.5 Ochranný prvek

Ochranný prvek musí zajistit kmeny tak, aby při brzdění nepoškodily hydraulickou ruku. Prvek zase nesmí být příliš vysoký, aby nepřekážel hydraulické ruce při manipulaci s kmeny. Základní hrazda ochranného prvku je vyrobena ze silnostěnných jeklů a zbytek budou pouze jekly, které vyplní plochu. Prvek musí být provařen skrze celý jekl rámu, aby vydržel náraz kmenu. Na obrázku 20 je ochranný prvek zobrazen červeně.



Obr. 20 – Vizualizace rámu

## 4.6 Závěr

Všechny požadavky na rám byly splněny. Jedinou nevýhodou vidím v celkové délce rámu. Bohužel kvůli šířce hydraulické ruky a délce ložné plochy tento parametr nejde změnit. Řidič si bude muset dávat pozor na prostupnost a manévrování s vlekem mezi stromy. Okolo celého rámu jsou ještě přidány různé držáky na klanice, na rezervu, na vzduchojem, na osvětlení a na připojení hydrauliky. Tyto úpravy nejsou důležité, proto zde nejsou zmíněny. Uložení rezervy bude pod rámem, místo tohoto uložení je zcela libovolné, protože vlek je díky kyvné nápravě pořád ve vodorovné poloze. Držák rezervy se tedy nemůže dostat do kolize s překážkou nižší než 0,4 metru.

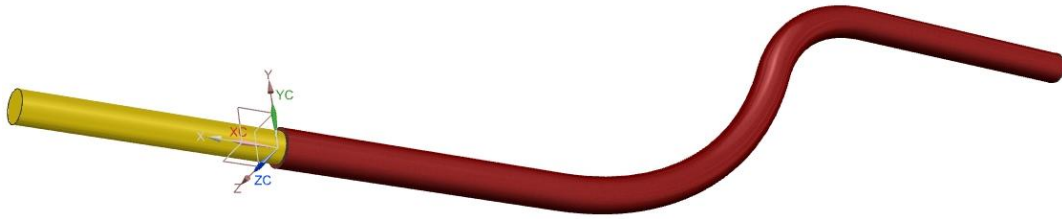
## 5 Klanice

### 5.1 Stanovení cílů

Klanice musí být pevně spojeny s rámem. Klanice musí být odmontovatelné a otočně sklopné až k zemi, aby se z vleku nechaly kmeny navalovat na místo skládky. Tato úprava ušetří spoustu času a nafty, protože se vlek nechá vyložit ručně. Motor tedy nemusí běžet a pohánět čerpadlo hydraulické ruky. Mezi klanice se musí nechat nasunout vyplňovací stěny, které budou ze dřeva ve formě fošen. Klanice musí být prodlužovatelné. Prodloužení klanic se používá v případě odvozu suchého dříví, kdy na 12 tun nákladu může vyjít až dvojnásobná délka klanic. Toto prodloužení nesmí přesáhnout výšky 3 metrů od země, protože náš traktor má nejvyšší bod 3 metry nad zemí. Vlek nesmí převyšovat tuto výšku, aby v lese podjel pod větvemi stromů.

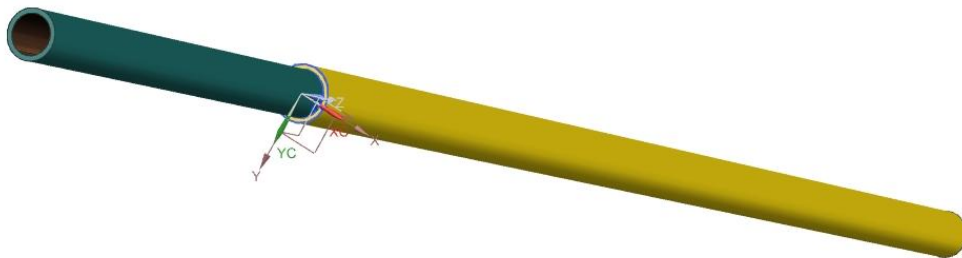
## 5.2 Koncepční varianty

### Varianta číslo 1



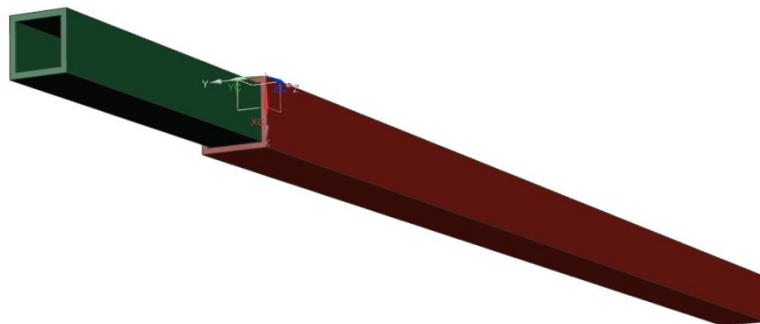
Obr. 21 – Varianta klanice 1

### Varianta číslo 2



Obr. 22 – Varianta klanice 2

### Varianta číslo 3



Obr. 23 – Varianta klanice 3

### Varianta číslo 4



Obr. 24 – Varianta klanice 4

## 5.3 Výběr optimální varianty

Pro výběr optimální varianty jsem využil tabulku, kde jsem hodnotil koncepční varianty podle vhodnosti od 1 do 5.

1 = Výborná

2 = Velmi dobrá

- 3 = Dobrá  
4 = Složitá (dostatečná)  
5 = Nevyhovující

Varianta	Cena	Demontování	Konstrukční řešení	Nastavení délky	Bočnice
Číslo 1	3	1	4	1	5
Číslo 2	2	1	1	1	3
Číslo 3	2	1	1	1	1
Číslo 4	3	1	1	4	1

Tabulka 9 – Způsobilost variant pro klanice

Cena - v ceně je zahrnuto množství použitého materiálu na výrobu klanice a způsob výroby.

Demontování – zde se uvažuje náročnost na odmontování klanic z rámu.

Konstrukční řešení – zde se uvažuje možnost otočného uložení klanic a složitost jejich upevnění k rámu.

Nastavení délky – zde se uvažuje prodloužení délky klanic v případě potřeby.

Bočnice – zde se uvažuje složitost upevnění bočnic.

**Součet variant**

Varianta 1	14
Varianta 2	8
<b>Varianta 3</b>	<b>6</b>
Varianta 4	10

Tabulka 10 – Výběr optimální varianty pro klanice

Podle tabulky volím variantu číslo 3.

## 5.4 Konstrukční řešení

### 5.4.1 Určení výšky klanic

Vstupní hodnoty	Označení	Jednotky
Hmotnost nákladu	$m$	12000 $kg$
Objemová hmotnost dřeva	$V$	1000 $\frac{kg}{m^3}$
Koeficient zaplnění hráně	$f$	[ ]
Délka ložné plochy	$L$	5 $m$
Šířka ložné plochy	$S$	1,9 $m$
Výška klanic	$v$	[ $m$ ]
Tíhové zrychlení	$g$	9,81 $\frac{kg}{s^2}$
Celková výška klanic	$v_c$	[ $m$ ]

Tabulka 11 – Vstupní hodnoty pro výpočet výšky klanic

Koeficient vybírám nejhorší možný  $f = 0,5$ , z důvodu odvozu kulatin všech typů a kvalit.

Koeficient zaplnění hráně $f$	Dlouhá kulatina	Výřezy
Tříděné	0,55	0,75
Netříděné	0,50	0,70

Tabulka 12 – Koeficient zaplnění hráně  $f$  [7, str. 36]

Použité vzorce	Výsledky
$V = \frac{m}{\rho}$	$V = 12m^3$
$V = L * S * v \Rightarrow v = \frac{V}{S * L}$	$v = 1,263 m$
$v_c = v * f$	$v_c = 1,8945 \Rightarrow 2m$

Tabulka 13 – Výpočet výšky klanic

Výšku klanic volím 2 m.

#### 5.4.2 Nastavení výšky klanic

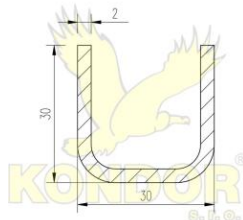
Klanice se skládá ze dvou částí. Dolní část je ze čtvercového silnostěnného jeklu a je dlouhá 1,5 metru. Rozměry 90 \* 90 \* 10 mm. Horní část je ze čtvercového jeklu a bude dlouhá 0,85 metru. Rozměry 66 \* 66 \* 6 mm. Výška se nastavuje pomocí předvrtaných děr, které jsou rozmístěny tak, aby se daly nastavit podle potřeby na tři určité výšky. Nastavování výšky je pomocí 2 čepů, které jsou na obrázku 26 zobrazeny zeleně.

#### 5.4.3 Připojení k rámu

K rámu se klanice připojí pomocí dvou čepů. Horní čep ponese zatížení od klanice při naložení vleku. Dolní čep se využije v případě potřeby sklopit klanice k zemi a navalovat nebo svalovat kmeny ručně.

#### 5.4.4 Bočnice

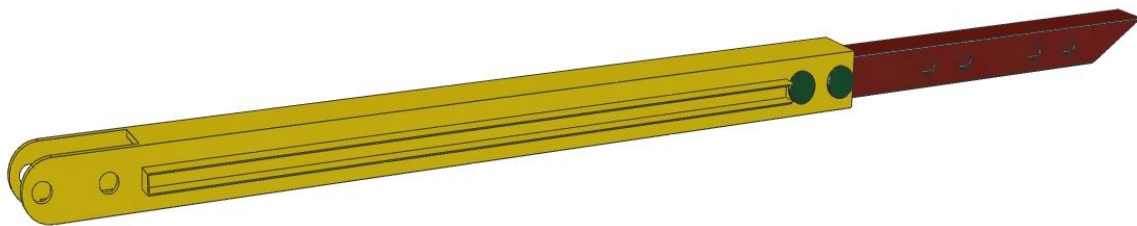
Na dolní část klanice se z obou stran přivaří jekly tvaru U a do nich se budou zasunovat ze shora fošny. Tím vzniknou vyplňovací stěny, které vyplní mezery mezi klanicemi a pomůžou s odvozem drobnějšího materiálu (štěpky, klest).



Obr. 25 – Jekl tvaru U pro nasouvání bočnic [11]

### 5.5 Dimenzování

Na vlek bude umístěno 20 klanic, 10 po každé straně. Důvodem je odvoz kulatin kratších délek. V jedné nejmenované firmě mi poradili s dimenzováním klanic. Nejdříve se počítá nákladový prostor, jako kdyby byl plný kapaliny. Následně se počítá s největším náklonem vozu, ze kterého se zjistí síla od tíhy nákladu. Tato síla se rozloží podél klanice jako spojité obtížení. Z hlediska toho, že vlek je tahán za traktorem, mám použít koeficient bezpečnosti 1,5. Tento koeficient se určuje podle terénu a maximální rychlosti naložené traktoru, která je minimální. Ostatní dimenzování v **příloze 1** a výkres soustavy v **příloze 4**.



Obr. 26 – Soustava klanice

## 5.6 Závěr

Všechny podmínky pro klanice byly splněny. Klanice jsou ze stejného materiálu jako rám. Nejčastěji se dělají z kvalitnějšího materiálu. Tuto volbu jsem nevyužil, protože v této práci hledím na cenu a proto jsem vybral ocel ČSN 11375. Jedinou nevýhodou této volby je zvýšená hmotnost klanic. Klanice jsou volně odnímatelné, proto si provozovatel vleku může podle váhy nákladu měnit jejich počet na vleku. Této vlastnosti se nechá využít při dovozu kmenu delšího 10 metrů. Ruka tento kmen nezvedne a kmen se bude muset svalit do boku. Na takovou akci je lepší si ponechat menší množství klanic, hlavně klanice u kol musí být sundány, protože by přes kola nešly sklopit dolů. Rám je od země 1 metr a klanice jsou 2 metry vysoké, tím je splněna podmínka pro maximální přípustnou výšku klanic.

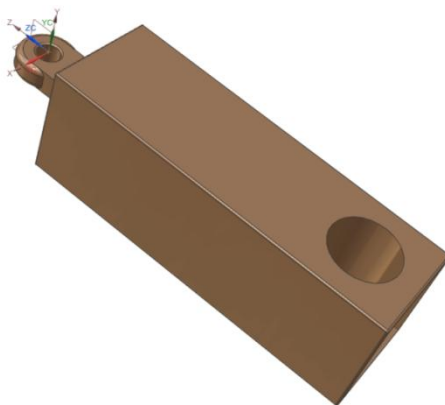
## 6 Naklápěcí oj

### 6.1 Stanovení cílů

Oj musí spojovat rám s tažným zařízením traktoru a musí umožnit tažení plně naloženého vleku za traktorem. Oj musí být naklopitelná do obou horizontálních směrů pomocí hydraulického pístu.

### 6.2 Koncepční varianty

#### Varianta číslo 1.



Obr. 27 – Varianta oje 1

### Varianta číslo 2.



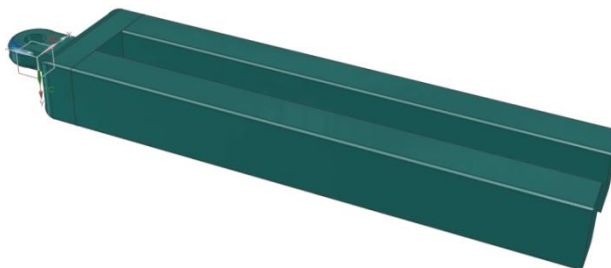
Obr. 28 – Varianta oje 2

### Varianta číslo 3.



Obr. 29 – Varianta oje 3

### Varianta číslo 4.



Obr. 30 – Varianta oje 4

## 6.3 Výběr optimální varianty

Pro výběr optimální varianty jsem využil tabulku, kde jsem hodnotil koncepční varianty podle vhodnosti od 1 do 5.

1 = Výborná

2 = Velmi dobrá

3 = Dobrá

4 = Složitá (dostatečná)

5 = Nevyhovující

Oj	Cena	Hmotnost	Konstrukční řešení	Naklápění
Číslo 1	1	1	1	2
Číslo 2	4	3	4	4
Číslo 3	1	1	3	1
Číslo 4	3	3	4	3

Tabulka 14 – Způsobilost variant pro oj

Cena – v ceně je zahrnuta složitost výroby a cena použitého materiálu na výrobu.

Hmotnost – zde je podle množství použitého materiálu zahrnuta hmotnost materiálu.

Konstrukční řešení – zde se zahrnuje složitost připojení oje k rámu pomocí čepu.

Naklápění – zde se hodnotí maximální úhel naklopení, který oj umožní.

## Součet variant

<b>Oj číslo 1</b>	<b>5</b>
Oj číslo 2	15
Oj číslo 3	6
Oj číslo 4	13

Tabulka 15 – Výběr optimální varianty pro oj

Podle tabulky volím variantu číslo 1.

## 6.4 Konstrukční řešení

### 6.4.1 Oje

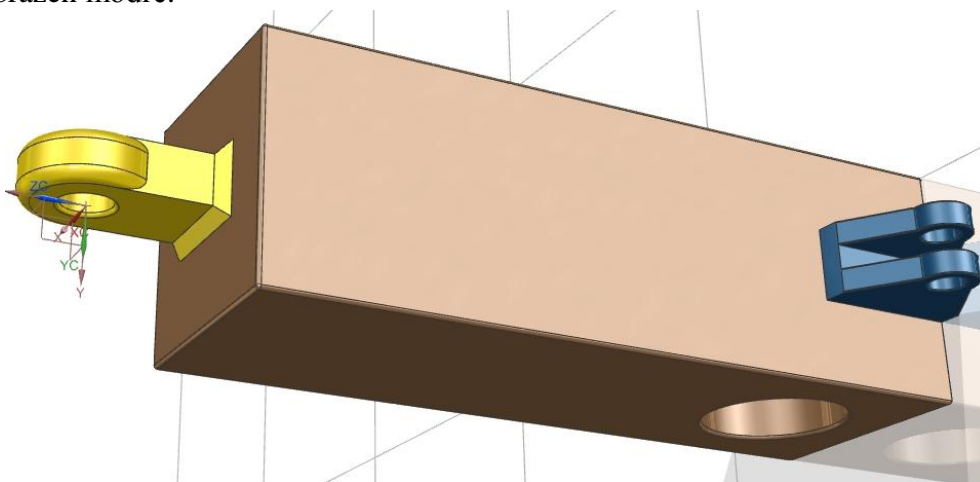
Oj musí být minimálně 0,6 metru dlouhá, aby nedocházelo při jejím naklonění k dotyku rámu s pneumatikou. Vzhledem k nutnosti uspořít délku vleku z hlediska manipulovatelnosti je délka oje volena co nejmenší možná. Na obrázku 31 je zobrazena hnědě.

### 6.4.2 Závěsového oka

Závěsové oko se koupí hotové a přivaří se k oji. Na obrázku 31 je zobrazeno žlutě.

### 6.4.3 Připojení pro hydraulický píst

Na oj se přivaří držák, do kterého se pomocí čepu připojí hydraulický píst. Na obrázku 31 je zobrazen modře.

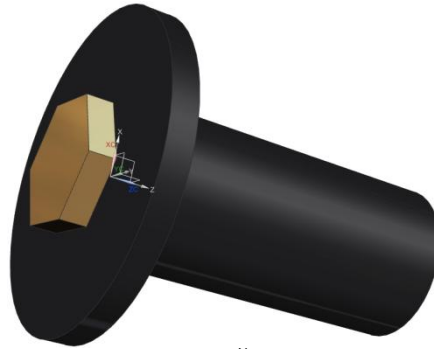


Obr. 31 – Konečná varianta oje

### 6.4.4 Čepu pro připojení k rámu

K rámu je klanice připevněna pomocí na míru vyrobeného čepu. Vůle v čepu je vymezena podložkou a čep je zajištěn proti uvolnění speciálním šroubem. Materiál čepu volím ocel ČSN 11375, protože potřebuji velký rádius čepu a proto nezáleží na kvalitě materiálu. Rádius zajistí, aby se při maximálním naklonění oje nedotkla pístnice hydromotoru čepu a aby se nevytvářely trvalé deformace ve spojení.





Obr. 32 – Čep oje

## 6.5 Dimenzování

U oje se dimenzují tři parametry. Oj, závěsové oko a čep, který spojuje oj s rámem. Ostatní dimenzování v **příloze 2**.

## 6.6 Závěr

Oj vyhověla ve všech zadaných parametrech. V oji povedou hydraulické hadice, pneumatické hadice pro brzdy a elektroinstalace. Tato úprava je udělána z důvodu ochrany proti skřípnutí komponentů mezi zadním kolem traktoru a rámem. Maximální úhel naklonění je omezen maximálním zdvihem hydraulického válce. Tento zdvih dělá 45° naklonění oje.

## 7 Nápravy

### 7.1 Stanovení cílů

Nápravy nejsou odpružené od rámu z hlediska zbytečnosti a ceny. Jediné odpružení vyvážečního vleku zajišťují pneumatiky. Nápravy musí zajistit přenos zatížení z rámu na kola vleku. Nápravy musí umožnit připojení 4 kol a musí zajistit co nejlepší rozložení váhy na všechny kola při podélných náklonech. Náprava a kolo nesmí rozšířit šířku vleku na 2,4 metru. Vlek nesmí být širší než traktor.

### 7.2 Koncepční varianty

Ze zadání bylo jasné, že jediné vyhovující nápravy budou nápravy tuhé. Variant tuhých náprav je mnoho, ale pro naši podmínku pro naklápění nápravy v podélném směru vyhovuje náprava výkyvná. Tyto nápravy se využívaly u zemědělských strojů a vyvážečních vleků, kde je zapotřebí udržet náklad ve stabilní rovnováze při přejíždění překážek, jak je zobrazeno na obrázku 34. [2, str. 401]



Obr. 33 – Výkyvná náprava na rovině [20]



Obr. 34 – Výkyvná náprava na překážce

Náboje do těchto náprav jsem vybíral podle ceny. Vybral jsem náboje z traktorového fekálu 8m3.

### 7.3 Konstrukční řešení

Naše náprava se skládá ze tří částí. Nápravový jekl, čep nápravy a náboj. Nápravy se umístí po obou stranách vleku a jsou otočně uloženy v závěsových okách, které jsou na rámu předem připraveny.

#### 7.3.1 Nápravový jekl

V nápravovém jeklu je uprostřed vyvrtána díra pro nápravový čep. Dále na ní jsou ve vzdálenosti 1,2 metru od středu tohoto jeklu přivařeny náboje. Nápravový jekl jsem umístil pod rám, aby nedošlo k rozšíření vleku nad 2,4 metru. Na obrázku 35 je zobrazen červeně.

#### 7.3.2 Čepu nápravy

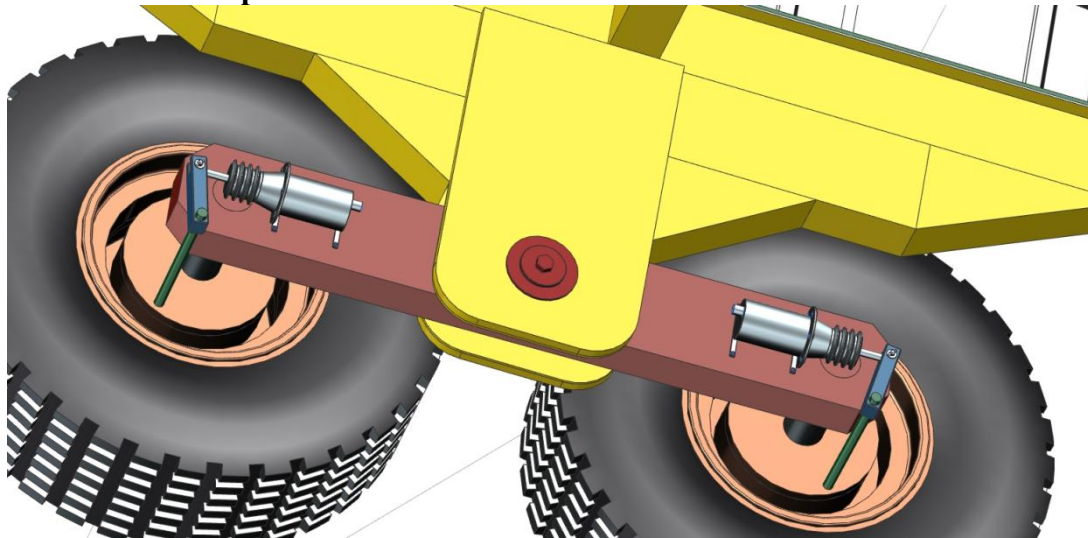
Čep nápravy je vyroben z oceli ocel ČSN 11375 a bude uložen v bronzovém pouzdru PMB 7590140 M1G1, kvůli zlepšení jeho třecích vlastností a životnosti. Čep je zajištěn proti axiálnímu posuvu pomocí speciálního šroubu a vůle je vymezena pomocí speciálních podložek. [19]

### 7.3.3 Náboje

Náboje jsem vybral z traktorového fekálu 8m<sup>3</sup>. Jeden náboj je dimenzován na 5 tun. Na vlek jsou umístěny 4 tyto náboje. Náboj a nápravový jekl se svaří, tento svar se vede skrze celý nápravový jekl, protože náboj je z plné kulatiny. Tento svar je velice důležitý pro geometrii kol. Proto je třeba dodržet kolmosti ke stěně nápravového jeklu. Správným svarem lze dosáhnout malé sbíhavosti kol (2 mm měřený od rámu k disku kol), která je důležitá pro vymezení vůlí v kuželíkových ložiskách, které jsou použity pro spojení náboje kola s věncem, na který je upevněno kolo a buben.

### 7.4 Dimenzování

U náprav dimenzují tři parametry. Nápravový jekl, čep nápravy a bronzové pouzdro. Ostatní dimenzování v příloze 3.



Obr. 35 – Vizualizace výkyvné nápravy na vleku

### 7.5 Závěr

Požadavky na nápravy byly splněny. Jediným nevyhovujícím požadavkem je šířka vleku po připojení náprav s náboji. Po namontování kol vychází šířka vleku 2,7 metru. Tomuto rozšíření nešlo zabránit, protože kola musí být kvůli kyvné nápravě povysazena, aby nedocházelo ke kolizi kol s klanicemi. Jsou dvě řešení tohoto problému, buď nápravy k sobě přiblížit. Musel bych zvýšit výšku vleku kvůli již zmíněné kolizi. Nebo zmenšit šířku ložné plochy z čehož by vyplynulo zvýšení výšky klanic. Už teď jsou klanice ve stejné výšce jako traktor. Z těchto důvodů nechám původní šířku být. Na každé straně to dělá 0,15 metru, což je pro mě přijatelné.

## 8 Kola

Kola se koupí jako celek z traktorového fekálu 8m<sup>3</sup>. Tyto kola jsou stavěna na zatížení 5 tun. Jedno kolo jako celek vyjde na 10 000 Kč. Tato cena je pro mě rozhodující, protože nové kolo stavěné na 5 tun zátěže stojí okolo 40 000 Kč.

### 8.1 Stanovení cílů

Kola musí přenést zatížení plně naloženého vleku z nápravy na zem. V nakloněném terénu musí být směrově stabilní. Musí být odolné proti proražení a proti proříznutí.

## 8.2 Ráfky

Ráfek tohoto kola má označení 11'' x 18'' 8D MERFRO. Ráfek se k bubnu připevní pomocí 8 šroubů.

## 8.3 Pneumatiky

Pneumatiky mají označení NTVS 12.5'' x 18''. Jsou to balónové pneumatiky vhodné pro vysoké zatížení, bez šipového vzoru. Šipový vzor se spíše používá pro hnací kola.

## 8.4 Závěr

Kola vyhověla daným požadavkům. Jsou stavěná do těžkého terénu, stejně se však může cokoli stát a pneumatika se může proříznout nebo protrhnout. Traktor má sice kompresor, ale při protržení pneumatiky se musí kolo vyměnit. Proto pod rám umístím koš pro rezervu, která se bude vozit sebou. Pneumatiky se musí nafukovat podle zatížení, aby při malém zatížení nebyly moc tvrdé. Vlek by po vozovce příliš skákal.

# 9 Brzdový systém

Je nejdůležitější systém na vozidle a musí být funkční za všech podmínek.

## 9.1 Požadavky na brzdový systém

Brzdový systém musí umožnit zpomalení a zastavení vozidla za každých podmínek. Musí zamezit pohybu vleku na nerovné vozovce a to i v případě odpojení od traktoru. [2, str. 483]

## 9.2 Konstrukční varianty

### 9.2.1 Vzduchová brzdová soustava

Je to jediná přípustná varianta pro brzdění taženého vleku za traktorem. Traktor již má na tuto brzdnu soustavu předem přizpůsobený kompresor pro dodání potřebného brzdného tlaku. Pokud by brzdný tlak nestačil, nechá se zvýšit prodloužením páky, která spojuje brzdový válec a klíč s bubnem. Na obrázku 36 je zobrazena modře.

#### 9.2.1.1 Jednohadicová brzdová soustava

Tato soustava není dnes zákonem povolena. Já však neuvažuji jízdu po silnici, proto pro můj vlek postačí. Stejný systém se používá u valníků. [2, str. 485]

#### 9.2.1.2 Dvou a vícehadicová brzdová soustava

Používá se hlavně u kamiónů a nových zemědělských strojů. Zde se hledí na vysokou bezpečnost této soustavy na silnici. Tento systém je zbytečně nákladný, složitý a pro mě nevyhovující. [2, str. 485]

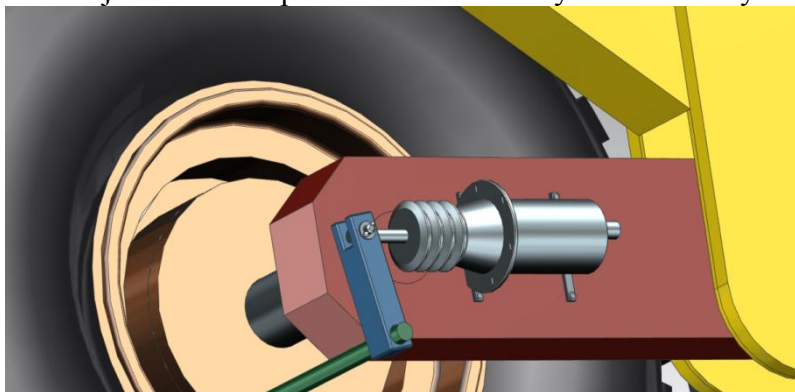
## 9.2.2 Třecí brzdy

### 9.2.2.1 Kotoučové brzdy

Jsou lehké, mají dobré chladicí vlastnosti oproti bubnovým a nacházejí využití u osobních automobilů. Pro lesní techniku se nepoužívají kvůli citlivosti na prostředí. U vyvážecího vleku předpokládáme těžké provozní podmínky, proto je nevyhovující.

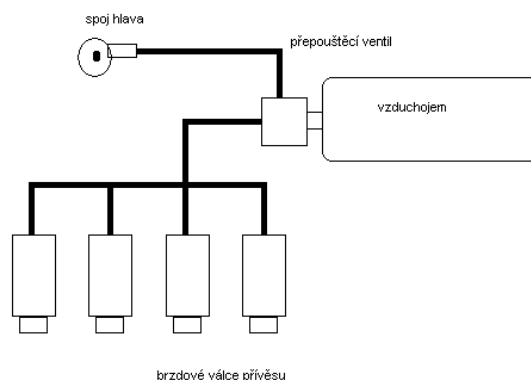
### 9.2.2.2 Bubnové brzdy

Tato brzda je pro vlek vyhovující ve všech ohledech. Používá nejčastěji u zemědělských a lesnických strojů. Použijeme přímo bubnovou brzdou z traktorového fekálu 8m3, která je již uzpůsobena na brzdění přívěsu o přibližně stejné hmotnosti jako náš vlek. Brzdové válce mají typové označení 100-T148 (obrázek 36 šedá barva). Použije se vzduchojem z traktorového fekálu 8m3 o celkovém objemu 40 litrů, který je spojen s přepouštěcím ventilem. Tento objem je důležitý, aby při dlouhém brzdění nedošel tlak ve vzduchojmu. Vzduchojem se umístí pod rám v blízkosti hydraulické ruky.



Obr. 36 – Umístění brzdových válců na nápravě

### 9.3 Schéma brzdové soustavy



Obr. 37 – Schéma brzdové soustavy [2, str. 513]

### 9.4 Závěr

Provozní brzda je vyhovující. Neřešil jsem parkovací brzdou, protože by se konstrukčně těžko řešila, z důvodu kyvných náprav. Parkovací brzda je bohužel nutná, proto jsem to vyřešil koupením 4 zakládacích klínů. Klíny se budou dávat za kola v případě souvislého stání vleku. Tohoto řešení jsem využil jen proto, že nepředpokládám plně naložený vlek, který by neměl připojený traktor. Z kopce bude samotný vlek opřen o packy hydraulické ruky a založen zakládacími klíny. Tento systém je postačující.

## 10 Hydraulika

Hydraulika je velice důležitá pro chod hydraulické ruky a pro chod naklápěcího hydraulického válce oje.

### 10.1 Hydraulická ruka HR 3001

Hydraulická ruka je sama o sobě soběstačná z hlediska hydrauliky. Má vlastní zásobník hydraulického oleje na 100 litrů, který stačí pro chlazení oleje, aby se nepřehříval. Při vysokých teplotách oleje dochází ke ztrátě výkonu hydraulického systému. Hydraulické zapackování je kompletně spojeno s hydraulickou rukou. Jediné co hydraulická ruka potřebuje je potřebný tlak a průtok oleje 40 litrů za minutu, který dodá koupené čerpadlo s převodovkou.

#### 10.1.1 Čerpadlo pro hydraulickou ruku

Pro hydraulickou ruku je třeba dosáhnout určitého průtoku, aby pracovala dostatečně rychle. V manuálu hydraulické ruky je napsáno minimálně 40 litrů za minutu. Traktorové čerpadlo tento požadavek splňuje. Bohužel hydraulická ruka potřebuje na maximální výsun kolem 50 litrů oleje. Náš traktor je schopen dodat pouze 15 litrů ze své skříně, potom by docházelo chodu naprázdno. Proto jsem koupil čerpadlo, které je připevněno v trojbodě za traktorem. Je poháněno od kardanové hřídele. Zásoba hydraulického oleje se bere ve vaně hydraulické ruky, která je uzpůsobena na 100 litrů.

Vybral jsem hydraulické čerpadlo GR 2, 60l pravotočivé.



Obr. 38 – Hydraulické čerpadlo GR 2 [16]

Toto čerpadlo dodává při 1500 otáčkách za minutu 60 litrů za minutu. Bohužel kardanová hřídel se točí pouze 500 otáčkami za minutu při volnoběhu. Proto se musí dokoupit převodovka a minimální převodovém poměru 1 : 3.

K výše uvedenému čerpadlu se přímo vyrábí převodovka GR. 3, samice 1 :3



Obr. 39 – Převodovka GR. 3 [16]

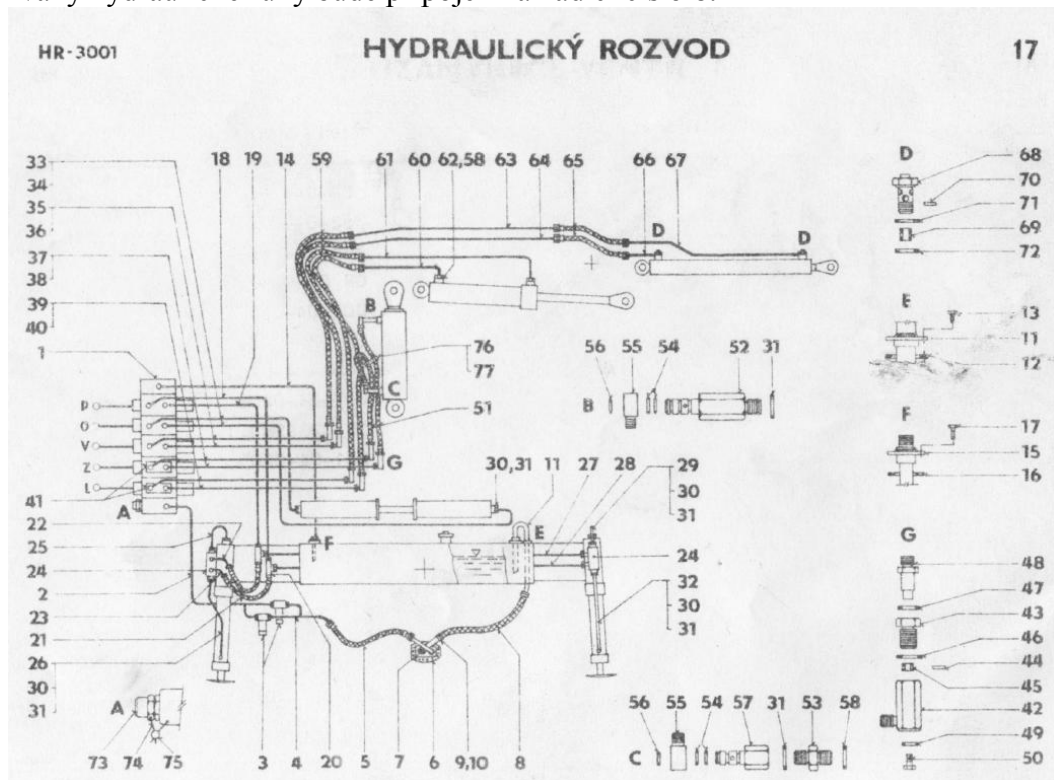
Tato převodovka převede 500 otáček za minutu z kardanové hřídele na potřebných 1500 otáček za minutu, které postačí pro správný tlak dodávaný čerpadlem.

### 10.1.2 Rozvaděč

Hydraulická ruka má vlastní rozvaděč. Může se volně přemísťovat podle potřeby, pouze se nastaví hydraulické hadice. Náš rozvaděč se umístí na levém boku hydraulické ruky. Skládá se ze segmentů. Velká výhoda při poruše jednoho segmentu je, že se nechají tyto články vyměnit a nemusí se kupovat celý nový rozvaděč.

### 10.1.3 Schéma zapojení

Na obrázku 40 je schéma zapojení hydraulické ruky. Na tomto schématu chybí koupené čerpadlo s převodovkou. Tlak z čerpadla se připojí na hadici číslo 5. Přívod zchlazeného oleje z vany hydraulické ruky bude připojen na hadici číslo 8.



Obr. 40 – Schéma hydraulické ruky HR 3001

## 10.2 Hydraulický válec

Válec se koupí od firmy Hydraulics. Patří do skupiny přímočarých hydromotorů série ZH1. [18]

### 10.2.1 Technický popis, provozní podmínky a technické podmínky série ZH1

#### Technický popis

Přímočarý hydromotor ZH1 je prvek, který přeměňuje tlakovou energii na energii mechanickou. Axiální sílu pístní tyče v obou směrech. Svou konstrukcí nevyžaduje zvláštní požadavky na obsluhu a údržbu. Pro bezvadnou a bezpečnou funkci je nutno řídit se provozními a technickými podmínkami.

#### Provozní podmínky

Montáž těchto motorů se musí provádět v podmínkách, které vylučují poškození funkčních dílů a zabezpečují ochranu vnitřního prostoru před vniknutím nečistot. Důkladně provést připojení hydromotoru na zdroj tlaku (nebezpečí úniku tlakového oleje) a montáž hydromotoru do systému kinematiky daného zařízení. Pracovní poloha hydromotoru je libovolná, pokud není stanoveno jinak. Radiální zatížení pístní tyče vnější silou, nebo její rotační pohyb během práce jsou nepřipustné. Při provozu se musí dbát na to, aby nedošlo k mechanickému poškození pístní tyče. Hydromotor nesmí být v koncových polohách zatížen vnější silou nebo silami setrvačných hmot odpovídajícím 1,25 násobku jmenovitého tlaku.

#### Technické podmínky

Pracovní kapalina – hydraulický minerální olej (OH-HM 32, OH-HM 46, OH-HM 64).

Požadovaná filtrace – min. 40  $\mu\text{m}$ , doporučuje se 25  $\mu\text{m}$ .

Teplotní rozsah – kapaliny  $-20^{\circ}\text{C} \div +80^{\circ}\text{C}$ .

– okolí  $-20^{\circ}\text{C} \div +70^{\circ}\text{C}$ .

Jmenovitý tlak – 16 MPa.

Maximální tlak – 20 MPa.

Zkušební tlak – 25 MPa.

Pracovní rychlost – maximální 0,5 metru za sekundu.

Hodnota odolnosti pístní tyče v solné komoře dle ISO 4540 = 120 hodin. [18]

### 10.2.2 Výběr a kontrola vhodnosti

Minimální rozteč bude 0,3 metru a maximální zdvih 0,435 metru, aby byl úhel naklonění oje na obě strany byl  $45^{\circ}$ . Střední poloha bude 0,375 metru. Radiální zatížení pístní tyče v našem případě nevznikne a v koncových polohách nebude hydromotor zatížen. Provozní podmínky jsou splněné.

Pracovní teplotní rozsah hydromotoru je vhodný pro naše účely.

#### Kontrola tlaku

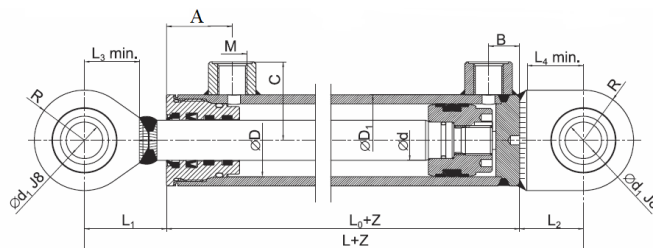
Tlak budu vztahovat k hnací síle potřebné k roztažení vleku. Hnací síla byla počítána v příloze č. 2. Oj se musí naklopit i u plně naloženého vleku, v případě nedostatečného manévrovacího prostoru. Ve většině případů se při naklápění oje pohne spíše traktor než naložený vyvážecí vlek. Z tohoto důvodu musí být při naklápění vyřazen rychlostní stupeň a traktor musí být odbrzděn. Pohyb soupravy se řídí cestou nejmenšího odporu.



### Výpočet výsunu pístu

Vstupní hodnoty	Označení	Jednotky
Maximální tlak	$P_{max}$	20 MPa
Průměr pístu	$D$	90 mm
Průměr pístní tyče	$d$	50 mm
Hnací síla	$F_k$	18277 N
Síla při vysouvání pístu	$F_1$	[N]
Síla při zasouvání pístu	$F_2$	[N]
Obsah pístu	$S_1$	[mm <sup>2</sup> ]
Obsah pístu bez pístní tyče	$S_2$	[mm <sup>2</sup> ]

Tabulka 16 – Vstupní hodnoty pro výpočet výsunu pístu



ØD	Ød	ØD1	Ød1	L	L0	L1	L2	L3 ±1	L4 ±1	M	A	B	C	E	K	R	Maximální doporučené zdvihy dle zvol. Ø d	Hmotnost při zdvihu Z (kg)
25	12	35	12	142	80	44	18		18	10x1	36	15	29,5	10	9	17,5	90	0,70 + Z x 0,00656
25	14	35	12	142	80	44	18		18	10x1	36	15	29,5	10	9	17,5	150	0,72 + Z x 0,00656
32	18	42	20	170	90	45	35	32	31	12x1,5	36	17	39	16	14	27,5	210	1,50 + Z x 0,00656
32	20	42	20	170	90	45	35	32	31	12x1,5	36	17	39	16	14	27,5	270	1,60 + Z x 0,00703
40	22	50	20	170	90	45	35	32	31	16x1,5	36	17	43	16	14	27,5	260	2,00 + Z x 0,00853
40	25	50	20	170	90	45	35	32	31	16x1,5	36	17	43	16	14	27,5	360	2,00 + Z x 0,00940
50	25	60	25	190	102	50	38	33	33	16x1,5	43	16	48	20	18	32,5	260	3,10 + Z x 0,01063
50	28	60	25	190	102	50	38	33	33	16x1,5	43	16	48	20	18	32,5	360	3,00 + Z x 0,01161
63	32	75	25	215	116	57	42	37	37	16x1,5	50	23	55,5	20	18	35	360	5,00 + Z x 0,01652
63	36	75	25	215	116	57	42	37	37	16x1,5	50	23	55,5	20	18	35	480	5,00 + Z x 0,01820
70	36	85	30	235	125	65	45	45	39	22x1,5	54	25	60,5	22	20	42,5	410	7,35 + Z x 0,02232
70	40	85	30	235	125	65	45	45	39	22x1,5	54	25	60,5	22	20	42,5	540	7,20 + Z x 0,02419
80	40	95	30	240	130	65	45	45	39	22x1,5	59	25	65,5	22	20	42,5	450	8,00 + Z x 0,02604
80	45	95	30	240	130	65	45	45	39	22x1,5	59	25	65,5	22	20	42,5	610	9,00 + Z x 0,02806
90	45	105	35	275	140	80	55	54	49	22x1,5	64	27	70,5	25	25	47,5	510	12,00 + Z x 0,03051
90	50	105	35	275	140	80	55	54	49	22x1,5	64	27	70,5	25	25	47,5	660	12,40 + Z x 0,03344

Obr. 41 – Hydromotor série ZH1 z katalogu [18]

Použité vzorce	Výsledky
$S_1 = \frac{\pi * D^2}{4}$	$S_1 \doteq 6362 \text{ mm}^2$
$S_2 = \frac{\pi * (D - d)^2}{4}$	$S_2 \doteq 1257 \text{ mm}^2$
$F_1 = S_1 * P_{max}$	$F_1 = 127240 \text{ N}$
$F_1 \geq F_k$	Píst se vysune za všech stanovených podmínek.
$F_2 = S_2 * P_{max}$	$F_2 = 25140 \text{ N}$
$F_2 \geq F_k$	Píst se zasune za všech stanovených podmínek.

Tabulka 17 – Výpočet výsunu pístu

Píst vyhověl ve všech stanovených podmínkách.

### 10.2.3 Čerpadlo

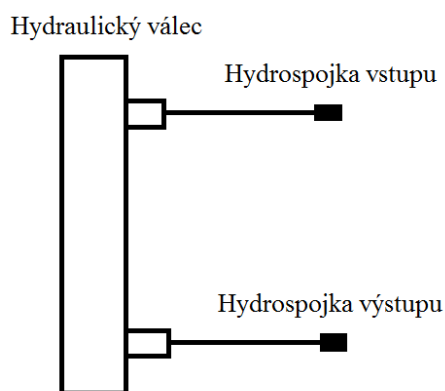
Pro naklápění oje je vhodné, aby byla možnost naklápění oje i za jízdy. Proto musí být ovládání přímo v traktoru. Nejjednodušší možnost je připojit hydraulický válec k vývodu hydrauliky z traktoru. Zde nehrozí při naklápění odčerpání více jak 15 litrů oleje. Zubové čerpadlo traktoru dodává 20 MPa, což je ideální tlak pro hydraulický válec série ZH1.

### 10.2.4 Rozvaděč

Rozvaděč se zde řešit nemusí, protože ruka je napojena na vnitřní hydrauliku traktoru. Ovládání naklápění bude na páce ovládání hydraulických mechanismů. Směr naklápění určí zapojení hadic k traktoru. V případě jejich reverzace se akorát obrátí směr naklápění.

### 10.2.5 Rozvodové schéma po vleku

Hydraulické schéma je velice jednoduché, protože tlak a ovládání zajistí traktor.



Obr. 42 – Hydraulické schéma pro připojení hydraulického válce k traktoru

## 10.3 Závěr

Hydraulika se musí kontrolovat na těsnost. V případě úniku oleje musí měnit těsnění a další rozbité součásti. Dalším velkým problémem je protržení některé z hadic, které spojují traktor s hydraulickým válcem. Proto je třeba v traktoru vždy vozit 1 hadici navíc. Při jízdě s protrženou hadicí hrozí kolize vleku a traktoru hlavně při brzdění. Hydraulika splňuje všechny ostatní požadavky.

## 11 Elektroinstalace

Elektroinstalací na vleku, se rozumí veškeré rozvody elektrických kabelů a všechny typy osvětlení.

### 11.1 Stanovení cílů

Osvětlení vleku se řídí předpokladem jízdy pouze po lesních a polních cestách. Nepodléhá žádné normě. Vlek musí být dostatečně osvětlen za mlhy, špatného počasí, změně směru a v případě brzdění. Na vlek musí být zabudována brzdová světla, obrysová světla, směrová světla, mlhová světla a výstražná světla. Kvůli jízdě v náročných podmínkách musí být elektroinstalace dokonale utěsněna proti prachu, vodě, blátu a vlhkosti. Osvětlení se ovládá z traktoru a je s traktorem propojeno pomocí automobilové zásuvky. [4, str. 111]

## 11.2 Konstrukční řešení

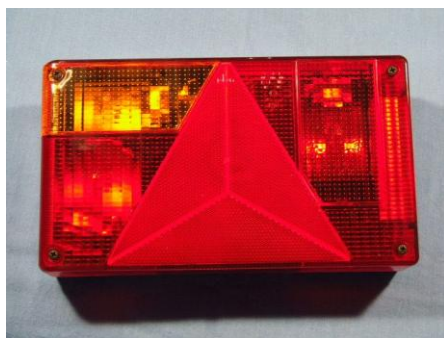
Kabeláž je vedena od zásuvky skrze oj a rám. Žádný kabel nesmí být v přímém kontaktu s vnějším okolím. Výjimkou je kabel, který spojuje automobilovou zásuvku a oj. Tento kabel je kvalitně izolován a do oje vstupuje přes gumové průchodky. Všechny světla jsou vsazena do rámu a utěsněna pomocí těsnícího tmelu, aby nedocházelo ke znečištění nebo ke ztrátě funkčnosti světel.

## 11.3 Dělení světelných zařízení podle typu

Na vleků jsou použity tři druhy světelných zařízení.

### 11.3.1 Zadní světlomety

Jejich účelem je upozornit vozidla jedoucí za vlekem o šířce soupravy, o změně směru jízdy, případném nebezpečí, brzdění vleku. Zadní světlomety budou dva. Koupí se nové a jejich typové označení je koncové světlo JOKON L. Umístí se zezadu vleku po obou stranách. Tyto světla v sobě zahrnují brzdová světla, obrysová světla, směrová světla, mlhová světla a výstražná světla.



Obr. 43 – Koncové světlo JOKON L. [15]

### 11.3.2 Svítilny

Jejich účel je indikovat velikost vozidla ostatním vozidlům za špatné viditelnosti. Svítilny v sobě obsahují pouze obrysová světla. Jejich umístění je po celém obvodu vleku, kromě zadní strany kde jsou zadní světlomety. Na vlek se jich umístí 8 po obou stranách vleku a 2 na přední straně vleku. Koupí se typ pozičního světla bílé barvy s odrazkou JOKON o průměru 80mm x 43mm 4041431056798.



Obr. 44 – Poziční světlo JOKON 4041431056798 [15]

### 11.3.3 Odrazky

Jsou to zařízení se sklem, upravené opticky tak, aby za předepsaných podmínek odrážely světlo vysílané cizím zdrojem. Tato zařízení slouží hlavně k identifikaci vozidla stojícího na místě při nezapnutých ostatních světelných zařízeních. Odrazky se koupí a jejich počet bude 12. Na vlek se umístí po celém obvodu 8 po obou stranách, 2 vpředu a 2 vzadu.

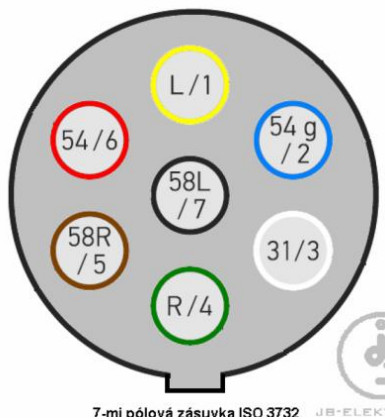


Obr. 45 – Odrazka [15]

## 11.4 Rozvodové schéma

### 11.4.1 Zásuvky

Standardní 7 pólová zásuvka ISO 3732



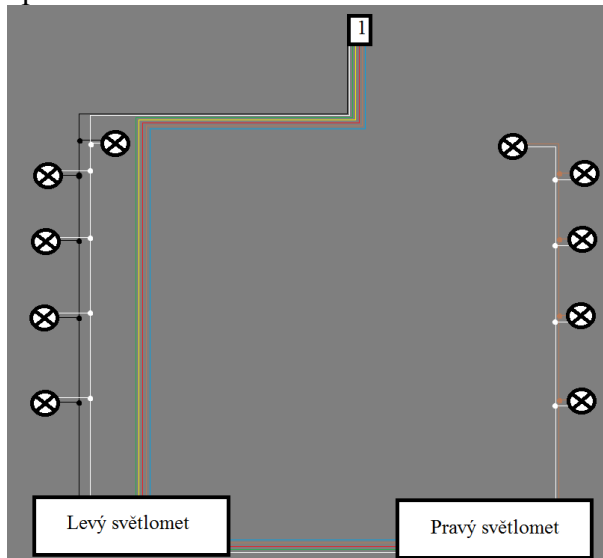
Obr. 46 – Sedmi pólová zásuvka ISO 3732 [17]

Pin	Symbol	Svorka	Popis
1		L	levé směrové světlo
2		54 g	mlhové světlo
3		31	kostra vozu (- pól)
4		R	pravé směrové světlo
5		58R	pravé obrysové světlo
6		54	brzdové světlo
7		58L	levé obrysové světlo

Obr. 47 – Konektory v zásuvce ISO 3732 [17]

### 11.4.2 Vleku

Na obrázku 48 je pod číslem 1 zobrazena automobilová zásuvka.



Obr. 48 – Schéma elektroinstalace na vleku

## 11.5 Závěr

Všechny stanovené podmínky na elektroinstalaci byly splněny. Vlek je dostatečně osvětlen, aby byl za všech podmínek včas identifikován. Kabeláž má požadovanou odolnost proti špíně a blátu, protože je podél celého vleku vedena skrze rám. Z obrázku 48 je patrné, že kostra vede vlastním kabelem. U vleků se nedoporučuje ji vodit skrze rám, kvůli špatným kontaktům.

## 12 Základní parametry vleku

### 12.1 Hmotnost vleku

Celková hmotnost vleku je maximálně 5 tun. Tato hmotnost se mění podle počtu namontovaných klanic a podle toho jestli je na vozidle umístěna dřevěná podlaha a dřevěné bočnice, které slouží k odvozu klestu a štěpek z lesa.

### 12.2 Rozměry vleku

#### 12.2.1 Délka vleku

Délka vleku je 6,8 metru. Tato délka se mohla zkrátit, ale mělo by to vliv na odvoz kmenů delších než 5 metrů. Proto je tato délka postačující.

#### 12.2.2 Šířka vleku

Šířka vleku vyšla 2,7 metru. Bohužel pro zadané parametry nešla změnit, jak je popsáno v kapitole 7 **Nápravy**.

#### 12.2.3 Výška vleku

Výška vleku je určena výškou klanic, takže se nechá měnit. Maximální výška je 3 metry, což je stejné jako výška kabiny traktoru. Proto je vyhovující.

#### 12.2.4 Světla výška vozidla

Je 0,4 metru v místě nápravy, ale uprostřed vleku je 0,7 metru, proto se větším překážkám nechá vyhnout dobrými manévrovacími schopnostmi řidiče.

#### 12.2.5 Maximální úhel naklonění oje

Tento úhel je  $45^\circ$ . Je důležitý pro manévrovací schopnost vleku mezi stromy.

#### 12.2.6 Maximální úhel bočního naklonění vleku

Je dán maximálním úhlem naklonění traktoru, který je  $18^\circ$ . Vlek by samozřejmě vydržel větší úhel naklonění, který by se určil pomocí polohy těžiště a krajního vlákna pneumatiky. Bohužel těžiště se mění podle naložení vleku, protože se kmeny nepodaří nikdy ideálně po vleku rozložit. Proto je pro nás dostačující úhel  $18^\circ$ , který při šířce 2,7 metru dává možnost přejet překážku 0,8 metru vysokou.

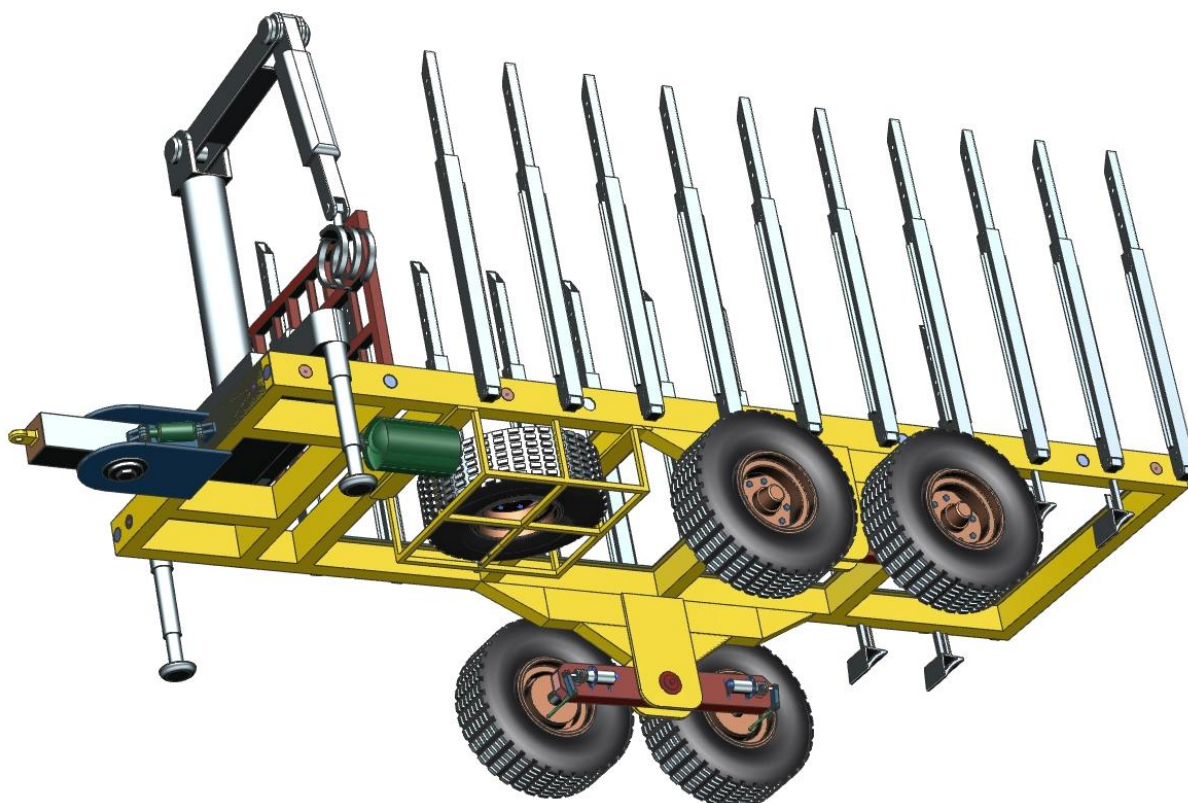
#### 12.2.7 Maximální nájezdový úhel

Je dán maximálním nájezdovým úhlem traktoru, který je  $30^\circ$ . Samozřejmě při plně naloženém vleku, je třeba vzít v úvahu, jestli traktor dokáže vyjet takovýto úhel. Svahová dostupnost soupravy je potom dána hmotností nákladu, kvalitou podloží, kvalitou pneumatik, pohonem 4x4 a výkonem traktoru.

### 13 Vizualizace



Obr. 49 – Vizualizace vleku shora



Obr. 50 – Vizualizace vleku zespoda

## 14 Ceník

Ceník není podrobně rozepsán, protože ceny určitých komponentů se nedají přesně určit. Firmy dávají například při nákupu jeklů množstevní slevy. Ceník se zaměřuje na nejdůležitější díly a je zohledněn podle jednotlivých kapitol.

Největší a nejdůležitější díly	Cena [Kč]
Hydraulická ruka	20 000
Rotátor a kleště	20 000
Rám	25 000
Klanice	6 000
Oj (závěsové oko a ojníční jekl)	2 000
Nápravy	3 500
Kola (ráfky, pneumatiky, náboje a bubny)	50 000
Brzdy (brzdové válce, hadice a vzduchojem)	6 800
Spojovací materiály (čepy, šrouby, podložky pouzdra a závlačky)	10 000
Hydraulika (hydraulický válec, hadice a čerpadlo s převodovkou)	12 000
Elektroinstalace (zadní světlomety, obrysová světla, odrazky, zásuvka a kabeláž)	3 000
Přídavné materiály (elektrody, řezné a brusné kotouče)	10 000
Barva (základní a antikorozi)	2 000
Hydraulický olej	10 000

Tabulka 18 – Ceník vleku

Celkem 180 300 Kč. Z tohoto ceníku je patrné, že celková cena vleku by neměla překročit 200 000 Kč. Pro mě je tato cena vyhovující.

## 15 Závěr

V práci jsem navrhoval vyvážecí vlek za traktor Zetor 12045. Hlavními parametry vleku byla cena, nosnost na 12 tun, osazení hydraulickou rukou HR 3001, šířka vleku 2,4 metru, výška klanic maximálně 3 metry od země, délka ložné plochy 5 metrů, multifunkční využití vleku, manévrovatelnost a dodržení světlé výšky vozidla menší než 0,4 metru. Nejdříve jsem si zjistil, které varianty se u vyvážecích vleků používají. Následně jsem vybral tu nejvýhodnější. Vlek se podařilo zkonstruovat a vizualizovat v programu NX 8.5.

Rám je nejdůležitější součástí vleku. Jeho finální podobu nejvíce ovlivnil výběr hydraulické ruky HR 3001. Rám je nasimulován v programu NX 8.5 na dané zatížení a je uzpůsoben na připojení oje, klanic a náprav. Pro multifunkční využití se nechá do rámu vložit dřevěná podlaha. Všechny kabely a hadice jsou vedeny skrze rám.

Vlek má 20 klanic, 10 po každé straně. Velkou výhodou vleku je možnost prodlužovat, odnímat klanice a otočně je sklápět k zemi. Provozovatel si tak může kmeny malých rozměrů jednoduše svalit ručně, nebo si uzpůsobit počet a délku klanic předpokládanému nákladu. Klanice jsou uzpůsobeny na vsunutí bočnic, které se dají využít k odvozu štěpek a klestu z lesa. Pro odvoz kmenu ve větších délkách než se předpokládá, se využije sklopení klanic pro navalení těžšího konce stromu na vlek za pomoci jiného traktoru. Hydraulická ruka totiž celý kmen nemusí zvednout.

Manévrovatelnost jsem vyřešil hydraulickým naklápěním oje, maximální naklopení je 45°. Nejvíce se využije při couvání mezi stromy. Oj je k rámu připojena čepem, který má velký rádius. Tento rádius je použit kvůli hydraulickému naklápění oje, aby nedocházelo ke kolizi s pístnicí a kvůli trvalým deformacím uvnitř spojení. Hydraulický motor série ZH1 je poháněn hydraulikou traktoru, ale hydraulická ruka je poháněna od kardanové hřídele přes převodovku a hydraulické čerpadlo, protože zásobník hydraulického oleje v traktoru nevyhověl daným požadavkům pro maximální výsun hydraulické ruky.

Pro udržení kmenů ve vodorovné poloze je použita náprava tuhá výkyvná. Náprava umožňuje přejíždění překážek bez naklápění kmenů v podélném směru. Tuto vlastnost ocení provozovatel pily, protože kmen není tahán po zemi a nezadřou se do něj nečistoty, které tupí řezné nástroje. Z traktorového fekálu 8m<sup>3</sup> jsem si koupil celou sestavu kol i s náboji, kterou jsem přivařil k nápravovému jeklu. Tento svar je nejdůležitější na celém vleku, protože ovlivní geometrii kol. Správným nastavením jsem docílil sbíhavosti kol pro vymezení vůle v kuželíkových ložiscích. Jediným nevyhovujícím parametrem je konečná šířka vleku, která vyšla na 2,7 metru. Bohužel pokud bych ji zmenšil, musel bych vlek zvýšit nebo mu zvýšit výšku klanic, která je přesně 3 metry od země. Proto jsem toho rozšíření akceptoval jako vyhovující.

Vlek je brzděn vzduchovými brzdami a je připojen k traktoru pomocí jednohadicového systému. Brzdové válce jsou umístěny tak, aby nepřekážely při výkyvu nápravy a aby nesnižovaly světlou výšku vozidla. Ruční brzda je řešena pomocí zakládacích klínů. Elektroinstalace je uzpůsobena hlavně s ohledem na životnost.

Všechny parametry a podmínky byli splněny až na nešťastnou šířku vleku. Odhadovaná cena vleku nepřekročí 200 000 Kč, proto tuto práci hodnotím za úspěšnou.



## 16 Použitá literatura

### 16.1 Knižní publikace

- [1] GSCHEIDLE, R. a kolektiv. *Příručka pro automechanika*. Brno: Europa-Sobotáles, s.r.o., 2010. ISBN 978-80-86706-17-7
- [2] VLK FRANTIŠEK., *Automobilová technická příručka*. Brno 2003. ISBN 80-238-9681-4
- [3] JAN Z., ŽDÁNSKÝ B., *Automobily, Podvozky*. Brno: Avid s.r.o., Brno 2004
- [4] JAN Z., ŽDÁNSKÝ B., *Automobily, Elektrotechnika motorových vozidel 2*. Brno: Avid s.r.o., Brno 2004
- [5] HOSNEDL S., KRÁTKÝ J., *Příručka strojního inženýra*. Brno: Computer Press, 1999. ISBN 80-7226-055-3
- [6] BOLEK A., KOCHMAN J. a kolektiv. *Části strojů, 1. Svazek*. Praha 1989, SNTL
- [7] INDRA P., ŘEZÁČ J., *Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v České republice*. Pratr, a. s., Trutnov 2002
- [8] FÉR F., ALEXANDR P., *Rozlišovací znaky dřevin*. DONA, České Budějovice 2005

### 16.2 Internetové zdroje

- [9] <http://www.mezistromy.cz>
- [10] <http://drevorubec.cz>
- [11] <http://www.kondor.cz>
- [12] <http://www.vyvazeckadreja.cz>
- [13] <http://www.feil.vsb.cz>
- [14] <http://www.exvalos.cz/>
- [15] <http://www.planetova.cz>
- [16] <http://www.kardanka.cz>
- [17] <http://www.jb-elektronik.cz>
- [18] <http://www.hydraulics.cz/>
- [19] [http://www.vkloziska.cz/editor/image/download2\\_soubory/ib\\_hlavni\\_katalog.pdf](http://www.vkloziska.cz/editor/image/download2_soubory/ib_hlavni_katalog.pdf)
- [20] [www.hyperinzerce.cz](http://www.hyperinzerce.cz)

## 17 Seznam příloh

1. Dimenzování klanic a čepů do klanic
2. Dimenzování oje, závěsového oka a čepu do oje
3. Dimenzování nápravového jeklu, čepu nápravy a bronzového pouzdra
4. Výkres soustavy klanice – umístěn v deskách práce

## **PŘÍLOHA č. 1**

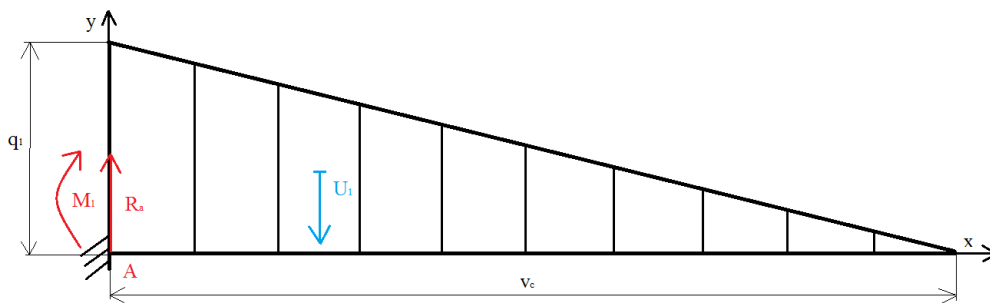
**Dimenzování klanic a čepů do klanic**

### 5.5.1 Dimenzování klanic

Nosník je zatížen dvěma spojitými obtížemi, která se řeší jednotlivě pomocí superpozice.

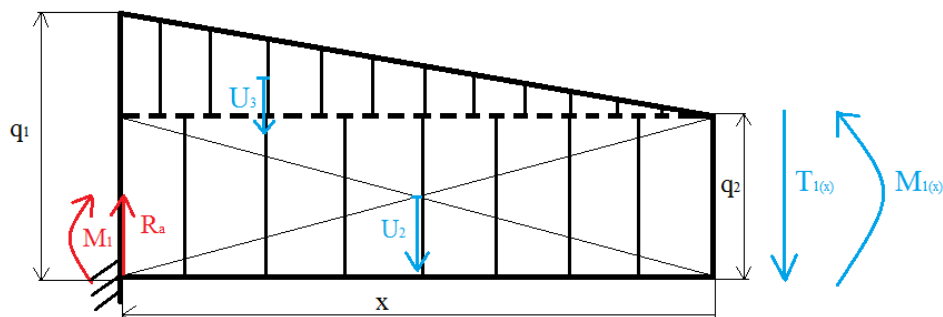
#### 5.5.1.1 Obtížení pomocí kapaliny

Vstupní hodnoty	Označení	Jednotky
Hydrostatický tlak	$p$	$[Pa]$
Tíhové zrychlení	$g$	$9,81 \frac{m}{s^2}$
Spojitě obtížení	$q_1, q_2$	$\left[\frac{N}{m}\right]$
Celková výška klanic	$v_c$	$2 m$
Reakce v místě vetknutí	$R_a$	$[N]$
Moment v místě vetknutí	$M_1$	$[Nm]$
Náhrada spojitěho obtížení jedinou silou v těžišti plochy	$U_1, U_2, U_3$	$[N]$
Posouvající síla	$T_{1(x)}$	$[N]$
Ohybový moment	$M_{1(x)}$	$[Nm]$
Hmotnost nákladu	$m$	$12000 kg$
Průměrná objemová hmotnost	$\rho_p$	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
Objem se vzduchovými mezerami	$V_c$	$[m^3]$
Délka ložné plochy	$L$	$5 m$
Šířka ložné plochy	$S$	$1,9 m$



Použité vzorce	Výsledky
$V_c = L * S * v_c$	$V_c = 19 m^3$
$\rho_p = \frac{m}{V_c}$	$\rho_p \doteq 632 \frac{kg}{m^3}$
$p = v_c * \rho_p * g$	$p = 12399,84 Pa$
$q_1 = p$	$q_1 = 12399,84 \frac{N}{m}$
$U_1 = \frac{q_1 * v_c}{2}$	$U_1 = 12399,84 N$
$\sum_{i=1}^n F_i(y) = 0 ; R_a - U_1 = 0$	$R_a = 12399,84 N$
$\sum_{i=1}^n M_i(A) = 0 ; M_1 + U_1 * v_c * \frac{1}{3} = 0$	$M_1 = -8266,56 Nm$

Výpočet ohybového momentu a posouvající síly. Počítáno na začátku klanice, na konci klanice a v délce 1,3 metru, protože v tomto místě se bude měnit modul odporu v ohybu  $W_o$ .



$$x \in (0 ; 2m)$$

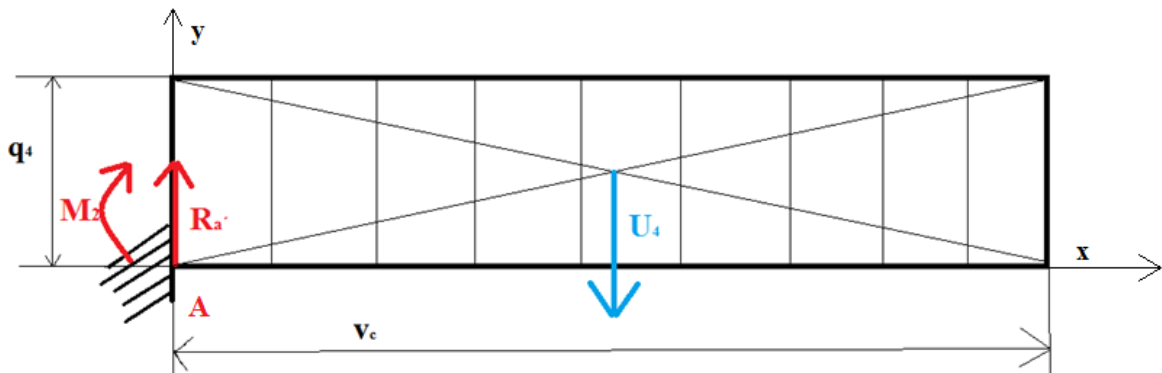
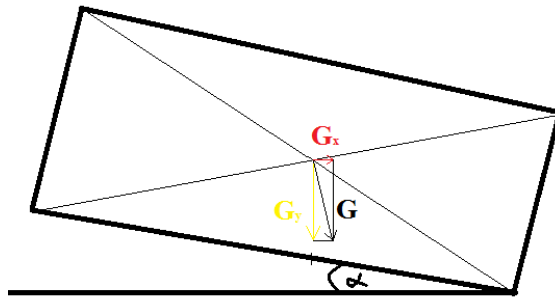
Použité vzorce	Výsledky
$\frac{q_1}{q_2} = \frac{2}{2-x}; q_2 = \frac{q_1 \cdot (2-x)}{2}$	$\left[ \frac{N}{m} \right]$
$U_2 = q_2 \cdot x$	$[N]$
$U_3 = \frac{(q_1 - q_2) \cdot x}{2}$	$[N]$
$\sum_{i=1}^n F_i(y) = 0; T_{1(x)} - R_a + U_2 + U_3 = 0$	$T_{1(0)} = 12399,84 N \doteq 12400 N$ $T_{1(1,3)} = 1518,9804 N \doteq 1519 N$ $T_{1(2)} = 0 N$
$\sum_{i=1}^n M_i(x) = 0;$ $M_{1(x)} - M_1 + U_2 \cdot \frac{x}{2} + U_3 \cdot \frac{2}{3} \cdot x = 0$	$M_{1(0)} = -8266,56 Nm \doteq -8267 Nm$ $M_{1(1,3)} = -354,42876 Nm \doteq -355 Nm$ $M_{1(2)} = 0 Nm$

### 5.5.1.2 Obtížení pomocí boční síly z náklonu vleku

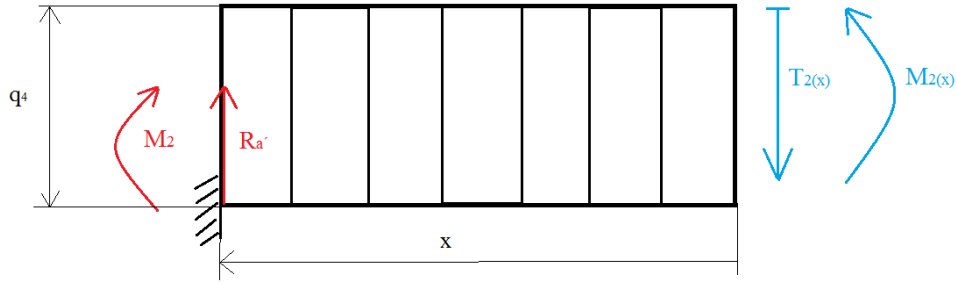
Maximální boční náklon u našeho traktoru Zetor 12045 je  $18^\circ$ . Tento úhel mají traktory velice podobný. Z tohoto údaje vyjdeme pro určení boční síly na klanice. Naše souprava může mít tento úhel maximálně menší, proto použijeme největší možný.

Vstupní hodnoty	Označení	Jednotky
Hmotnost nákladu	$m$	$12000 kg$
Úhel náklonu soupravy	$\alpha$	$18^\circ$
Síla na 10 klanic	$ \vec{G}_{x(10)} $	$[N]$
Spojitě obtížení	$q_4$	$\left[ \frac{N}{m} \right]$
Náhrada spojitěho obtížení jedinou silou v těžišti plochy	$U_4$	$[N]$
Reakce v místě vetknutí	$R_{a'}$	$[N]$
Moment v místě vetknutí	$M_2$	$[Nm]$

Posouvající síla	$T_{2(x)}$	[N]
Ohybový moment	$M_{2(x)}$	[Nm]
Tíhové zrychlení	$g$	$9,81 \frac{m}{s^2}$
Tíha nákladu	$ \vec{G} $	[N]
Síla na 1 klanici	$ \vec{G}_x $	[N]
Celková výška klanic	$v_c$	2 m



Použité vzorce	Výsledky
$ \vec{G}  = m * g$	$ \vec{G}  = 117720 \text{ N}$
$\sin 18^\circ = \frac{ \vec{G}_{x(10)} }{ \vec{G} } ;  \vec{G}_{x(10)}  = \sin 18^\circ *  \vec{G} $	$ \vec{G}_{x(10)}  \doteq 36378 \text{ N}$
$ \vec{G}_x  = \frac{ \vec{G}_{x(10)} }{10}$	$ \vec{G}_x  = 3637,8 \text{ N}$
$ \vec{G}_x  = U_4$	$U_4 = 3637,8 \text{ N}$
$q_4 = \frac{U_4}{2}$	$q_4 = 1818,9 \text{ N}$
$\sum_{i=1}^n F_i(y) = 0 ; R_{a'} - U_4 = 0$	$R_{a'} = 3637,8 \text{ N}$
$\sum_{i=1}^n M_i(A) = 0 ; M_2 + U_4 * \frac{v_c}{2} = 0$	$M_2 = -3637,8 \text{ Nm}$



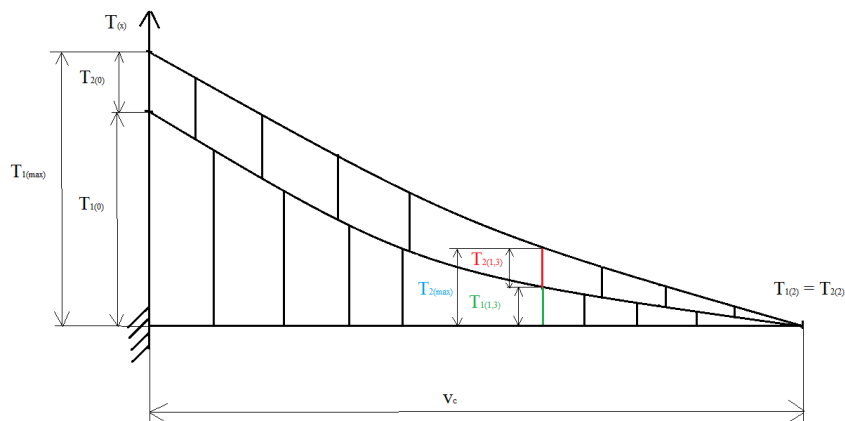
$$x \in (0 ; 2m)$$

Použité vzorce	Výsledky
$\sum_{i=1}^n F_i(y) = 0; T_{2(x)} - R_{a'} + q_4 * x = 0$	$T_{2(0)} = 3637,8 N \doteq 3638 N$ $T_{2(1,3)} = 1273,23 N \doteq 1274 N$ $T_{2(2)} = 0 N$
$\sum_{i=1}^n M_i(x) = 0 ;$ $M_{2(x)} + q_4 * \frac{x^2}{2} - R_{a'} * x - M_2 = 0$	$M_{2(0)} = -3637,8 = -3638 Nm$ $M_{2(1,3)} = -445,6305 \doteq -446 Nm$ $M_{2(2)} = 0 Nm$

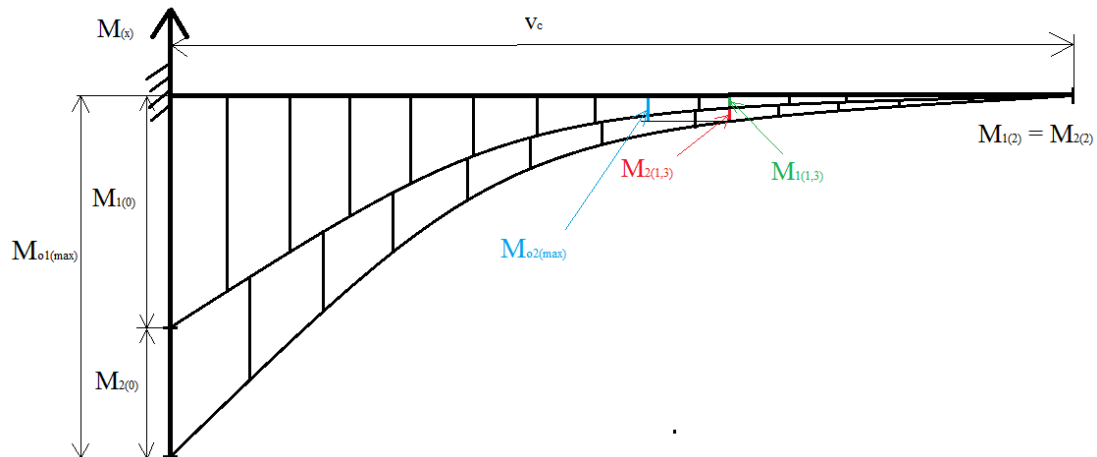
### 5.5.1.3 Superpozice posouvajících sil a ohybových momentů

Vstupní hodnoty	Označení	Jednotky
Maximální posouvající síla v dolní části klanice	$T_{1(max)}$	[N]
Maximální posouvající síla v horní části klanice	$T_{2(max)}$	[N]
Maximální ohybový moment v horní části klanice	$M_{o1(max)}$	[Nm]
Maximální ohybový moment v dolní části klanice	$M_{o2(max)}$	[Nm]

Průběh posouvající síly  $T(x)$ .



## Průběh ohybového momentu $M(x)$ .

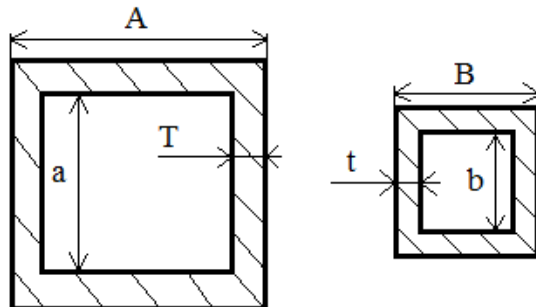


Použité vzorce	Výsledky
$T_{1(max)} = T_{1(0)} + T_{2(0)}$	$T_{1(max)} = 16038 \text{ N}$
$T_{2(max)} = T_{1(1,3)} + T_{2(1,3)}$	$T_{2(max)} = 2793 \text{ N}$
$M_{o1(max)} = M_{1(0)} + M_{2(0)}$	$M_{o1(max)} = -11905 \text{ Nm}$
$M_{o2(max)} = M_{1(1,3)} + M_{2(1,3)}$	$M_{o2(max)} = 801 \text{ Nm}$

### 5.5.1.4 Kontrola na ohyb a smyk

Vstupní hodnoty	Označení	Jednotky
Maximální ohybový moment v dolní části klanice	$M_{o1(max)}$	$-11905 \text{ Nm}$
Maximální ohybový moment v horní části klanice	$M_{o2(max)}$	$801 \text{ Nm}$
Dovolené napětí v ohybu	$\sigma_{D0}$	$[MP_a]$
Napětí v ohybu	$\sigma_{o1}; \sigma_{o2}$	$[MP_a]$
Momenty setrvačnosti	$J_{ox1}; J_{ox2}$	$[m^4]$
Vzdálenost krajních vláken průřezu od těžiště	$e_1$ $e_2$	$0,045 \text{ m}$ $0,033 \text{ m}$
Moduly odporu v ohybu	$W_{o1}; W_{o2}$	$[m^3]$
Mez kluzu materiálu ČSN 11375	$R_e$	$235 \text{ MP}_a$
Koeficient bezpečnosti	$k$	$1,5$
Vnější hrana dolního jeklu	$A$	$0,09 \text{ m}$
Vnitřní hrana dolního jeklu	$a$	$0,07 \text{ m}$
Tloušťka stěny dolního jeklu	$T$	$0,01 \text{ m}$
Vnější hrana horního jeklu	$B$	$0,066 \text{ m}$
Vnitřní hrana horního jeklu	$b$	$0,054 \text{ m}$
Tloušťka stěny horního jeklu	$t$	$0,006 \text{ m}$
Dovolené napětí ve smyku	$\tau_{Ds}$	$[MP_a]$
Napětí ve smyku	$\tau_{s1}; \tau_{s2}$	$[MP_a]$
Průřez dolního jeklu	$S_1$	$[m^2]$
Průřez horního jeklu	$S_2$	$[m^2]$

Maximální posouvající síla v dolní části klanice	$T_{1(max)}$	16038 N
Maximální posouvající síla v horní části klanice	$T_{2(max)}$	2793 N
Koeficient velikosti napětí při smyku za ohybu pro obdélníkový průřez	$\alpha$	$\frac{3}{4}$



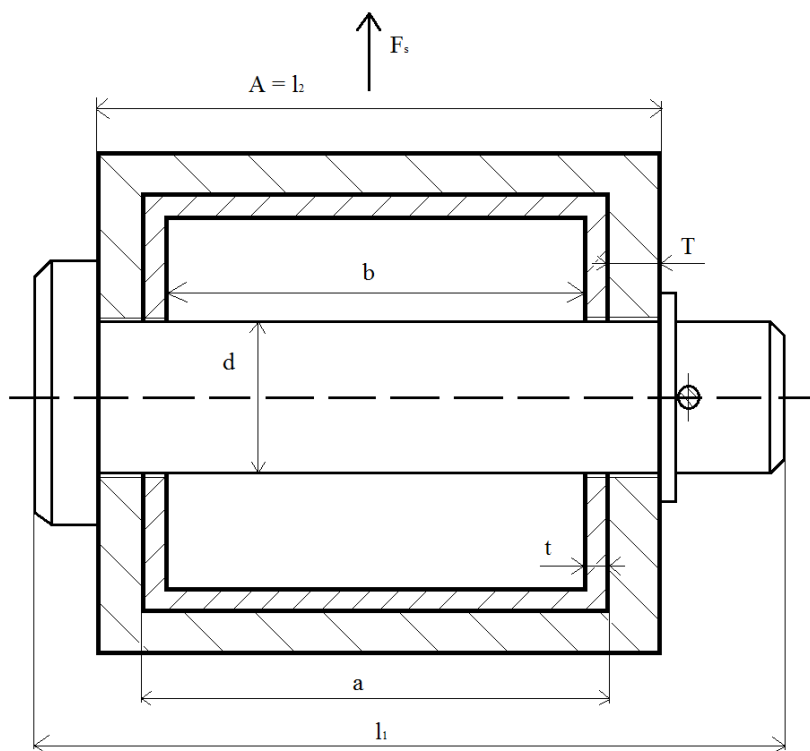
Použité vzorce	Výsledky
$J_{ox1} = \frac{1}{12} * (A^4 - a^4)$	$J_{ox1} = 0,000003466 \text{ mm}^4$
$W_{o1} = \frac{J_{ox1}}{e_1}$	$W_{o1} = 0,000077022 \text{ mm}^3$
$\sigma_{o1} = \frac{ M_{o1(max)} }{W_{o1}}$	$\sigma_{o1} \doteq 155 \text{ MP}_a$
$\sigma_{Do} = \frac{R_e}{k}$	$\sigma_{Do} = 157 \text{ MP}_a$
$\sigma_{Do} \geq \sigma_{o1}$	Dolní jekl vyhovuje.
$J_{ox2} = \frac{1}{12} * (B^4 - b^4)$	$J_{ox2} = 0,000000872 \text{ m}^4$
$W_{o2} = \frac{J_{ox2}}{e_2}$	$W_{o2} = 0,000026424 \text{ m}^4$
$\sigma_{o2} = \frac{ M_{o2(max)} }{W_{o2}}$	$\sigma_{o2} = 31 \text{ MP}_a$
$\sigma_{Do} \geq \sigma_{o2}$	Horní jekl vyhovuje.
$\tau_{Ds} = 0,6 * \sigma_{Do}$	$\tau_{Ds} \doteq 94 \text{ MP}_a$
$S_1 = 2 * A * T + 2 * a * T$	$S_1 = 0,0032 \text{ m}^2$
$\tau_{s1} = \alpha * \frac{T_{1(max)}}{S_1}$	$\tau_{s1} \doteq 2 \text{ MP}_a$
$\tau_{Ds} \geq \tau_{s1}$	Dolní jekl vyhovuje.
$S_2 = 2 * B * t + 2 * b * t$	$S_2 = 0,00144 \text{ m}^2$
$\tau_{s2} = \alpha * \frac{T_{2(max)}}{S_2}$	$\tau_{s2} \doteq 2 \text{ MP}_a$
$\tau_{Ds} \geq \tau_{s2}$	Dolní jekl vyhovuje.

### 5.5.2 Dimenzování čepů do klanic

K rámu je klanice připevněna 2 čepy a prodlužují se pomocí dalších dvou čepů. Všechny čtyři čepy jsou ze stejné oceli ČSN 11375 a jsou stejně velké, aby se zjednodušila jejich výroba.



Vstupní hodnoty	Označení	Jednotky
Celková délka čepu	$l_1$	0,12 m
Aktivní délka čepu	$l_2$	[m]
Vnější hrana dolního jeklu	$A$	0,09 m
Vnitřní hrana dolního jeklu	$a$	0,07 m
Tloušťka stěny dolního jeklu	$T$	0,01 m
Vnější hrana horního jeklu	$B$	0,066 m
Vnitřní hrana horního jeklu	$b$	0,054 m
Tloušťka stěny horního jeklu	$t$	0,006 m
Ohybový moment čepu	$M_o$	[Nm]
Smyková síla v čepu	$F_s$	[N]
Tlaky v čepu	$p_1; p_2$	[MP <sub>a</sub> ]
Dovolené namáhání na ohyb	$\sigma_{Do}$	70 MP <sub>a</sub>
Dovolené namáhání na smyk	$\tau_{Ds}$	50 MP <sub>a</sub>
Dovolený tlak v čepu	$p_D$	100 MP <sub>a</sub>
Průměr čepu	$d$	[m]
Maximální posouvající síla v dolní části klanice	$T_{1(max)}$	16038 N
Smykové napětí	$\tau_s$	[MP <sub>a</sub> ]



Použité vzorce	Výsledky
$l_2 = A$	$l_2 = 0,09 \text{ m}$
$F_s = T_{1(max)}$	$F_s = 16038 \text{ N}$
$l_2 \approx (2 \text{ až } 2,5) * d ; d = \frac{l_2}{2,5}$	$d = 0,036 \text{ m}$
$M_o = \frac{1}{8} * F_s * l_2$	$M_o = 72,171 \text{ Nm}$

$M_o \leq \frac{1}{10} * d^3 * \sigma_{Do}$	$M_o \leq 326,592 Nm$
$72,171 Nm \leq 326,592 Nm$	Čep vyhovuje na ohyb.
$\tau_s = \frac{F_s}{\frac{\pi * d^2}{2}}$	$\tau_s \doteq 8 MP_a$
$\tau_s \leq \tau_{Ds}$	Čep vyhovuje na smyk.
$p_1 = \frac{F_s}{(2 * t) * d}$	$p_1 \doteq 38 MP_a$
$p_1 \leq p_D$	Čep vyhovuje na tlak $p_1$ .
$p_2 = \frac{F_s}{(2 * T) * d}$	$p_2 \doteq 23 MP_a$
$p_2 \leq p_D$	Čep vyhovuje na tlak 2.

Čepy vyhověly ve všech podmínkách.

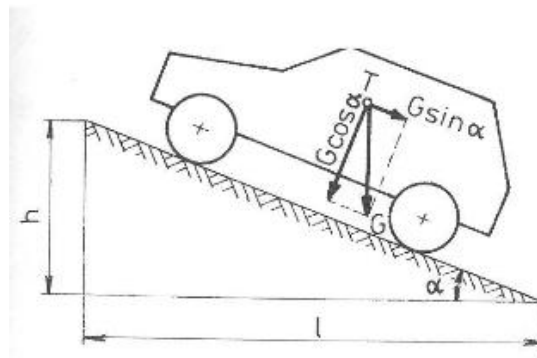
## **PŘÍLOHA č. 2**

**Dimenzování oje, závěsového oka a čepu do oje**

### 6.5.1 Výpočet potřebné hnací síly

Potřebná hnací síla v oji vytváří tah.

Vstupní hodnoty	Označení	Jednotky
Hnací síla	$F_k$	[N]
Valivý odpor	$O_f$	[N]
Odpor stoupání	$O_s$	[N]
Vzdušný odpor	$O_v$	[N]
Odpor zrychlení	$O_z$	[N]
Součinitel valivého odporu (bráno pro bahnitou půdu)	$f$	0,4
Celková váha plně naloženého vleku	$m$	2000 kg
Tíhové zrychlení	$g$	$9,81 \frac{kg}{s^2}$
Maximální nájezdový úhel	$\alpha$	$30^\circ$
Maximální rychlost při zařazeném prvním rychlostním stupni	$v$	$1,67 \frac{m}{s^2}$
Čas, za který se plně naložený vlek rozjede na maximální rychlost	$t$	2 s
Tíha vozidla	$G$	[N]
Průměrné zrychlení plně naložené soupravy	$a$	$\left[\frac{m}{s^2}\right]$



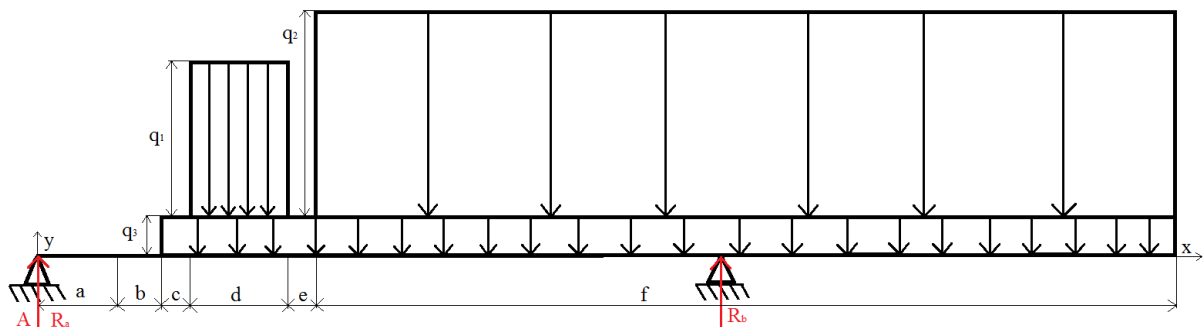
Při výpočtu potřebné hnací síly zanedbávám u odporu zrychlení složku otáčejících se částí. Vlek totiž žádné rotační části neobsahuje. Dále zanedbávám vzdušný odpor, protože plně naložený vlek se pohybuje maximálně  $6 \frac{km}{h}$  na zařazený první rychlostní stupeň. Tato složka výslednou hnací sílu neovlivní, protože v lese vítr nefouká.

Použité vzorce	Výsledky
$G = m * g$	$G = 19620 \text{ N}$
$O_f = f * G * \cos \alpha$	$O_f \doteq 6797 \text{ N}$
$O_s = G * \sin \alpha$	$O_s = 9810 \text{ N}$
$a = \frac{v}{t}$	$a = 0,835 \frac{m}{s^2}$
$O_z = m * a$	$O_z = 1670 \text{ N}$
$F_k = O_f + O_s + O_z + O_v$	$F_k = 18277 \text{ N}$

## 6.5.2 Výpočet reakcí v podporách

Reakce jsou potřebné pro výpočet ohybového momentu v oji a ohybového momentu v nápravách.

Vstupní hodnoty	Označení	Jednotky
Spojité obtížení od hydraulické ruky	$q_1$	$\left[\frac{N}{m}\right]$
Spojité obtížení od 12 tun nákladu	$q_2$	$\left[\frac{N}{m}\right]$
Spojité obtížení od průměrné váhy rámu (zde se zahrnuje rám, klanice a ochranný prvek)	$q_3$	$\left[\frac{N}{m}\right]$
Reakce v závěsu traktoru	$R_a$	$[N]$
Reakce v obou nápravách	$R_b$	$[N]$
Délka oje	$a$	$[m]$
Délka členu pro připojení oje k rámu	$b$	$[m]$
Tloušťka jeklu, ze kterého je vytvořen rám	$c, e$	$[m]$
Délka členu pro připojení hydraulické ruky	$d$	$[m]$
Délka ložné plochy	$f$	$[m]$
Tíhové zrychlení	$g$	$9,81 \frac{kg}{s^2}$



Použité vzorce	Výsledky
$q_1 = \frac{1000 * g}{d}$	$q_1 = 16350 \frac{N}{m}$
$q_2 = \frac{12000 * g}{f}$	$q_2 = 23544 \frac{N}{m}$
$q_3 = \frac{1500 * g}{c + d + e + f}$	$q_3 \doteq 2537 \frac{N}{m}$
$\sum_{i=1}^n M_i(A) = 0 ; R_b * \left(a + b + c + d + e + \frac{f}{2}\right) - q_1 * d * \left(a + b + c + \frac{d}{2}\right) - q_2 * f * \left(a + b + c + d + e + \frac{f}{2}\right) - q_3 * (c + d + e + f) * \left(a + b + \frac{c + d + e + f}{2}\right) = 0$	$R_b \doteq 130838 N$

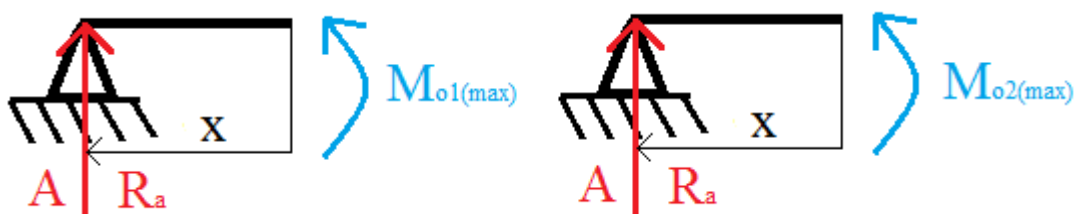
$\sum_{i=1}^n F_i(y) = 0; R_a + R_b - q_1 * d - q_2 * f - q_3 * (c + d + e + f) = 0$	$R_a \doteq 11407 N$
--	----------------------

### 6.5.3 Výpočet ohybového momentu v oji

Vstupní hodnoty	Označení	Jednotky
Reakce v závěsu traktoru	$R_a$	11407 N
Délka oje	$a$	0,6 m
Délka závěsového oka	$a_1$	0,09 m
Maximální ohybový moment v oji	$M_{o1(max)}$	[Nm]
Maximální ohybový moment v závěsovém oku	$M_{o2(max)}$	[Nm]

$$x_1 \in (0,6 m)$$

$$x_2 \in (0,09 m)$$

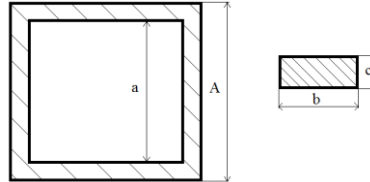


Použité vzorce	Výsledky
$\sum_{i=1}^n M_i(A) = 0; M_{o1(max)} - R_a * x_1 = 0$	$M_{o1(max)} \doteq 6845 Nm$
$\sum_{i=1}^n M_i(A) = 0; M_{o2(max)} - R_a * x_2 = 0$	$M_{o2(max)} \doteq 1027 Nm$

### 6.5.4 Výpočet redukovaného napětí v závěsovém oku a oji

Vstupní hodnoty	Označení	Jednotky
Hnací síla	$F_k$	18277 N
Maximální ohybový moment v oji	$M_{o1(max)}$	6845 Nm
Maximální ohybový moment v závěsovém oku	$M_{o2(max)}$	1027 Nm
Dovolené napětí	$\sigma_D$	[N]
Napětí v ohybu	$\sigma_{o1}; \sigma_{o2}$	[N]
Momenty setrvačnosti	$J_{ox1}; J_{ox2}$	[m <sup>4</sup> ]
Vzdálenost krajních vláken průřezu od těžiště	$e_1$ $e_2$	0,1 m 0,02 m
Redukované napětí podle hypotézy $\tau_{max}$ (Guest)	$\sigma_{red1}; \sigma_{red2}$	[N]
Průřez závěsového oka	$S_2$	[m]
Průřez oje	$S_1$	[m]
Koeficient bezpečnosti	$k$	4

Napětí v tahu	$\sigma_{t1} ; \sigma_{t2}$	[N]
Délka vnější hrany oje	$A$	0,2 m
Délka vnitřní hrany oje	$a$	0,184 m
Šířka závěsového oka	$b$	0,08 m
Tloušťka závěsového oka	$c$	0,04 m
Mez kluzu materiálu ČSN 11375	$R_e$	235 MP <sub>a</sub>

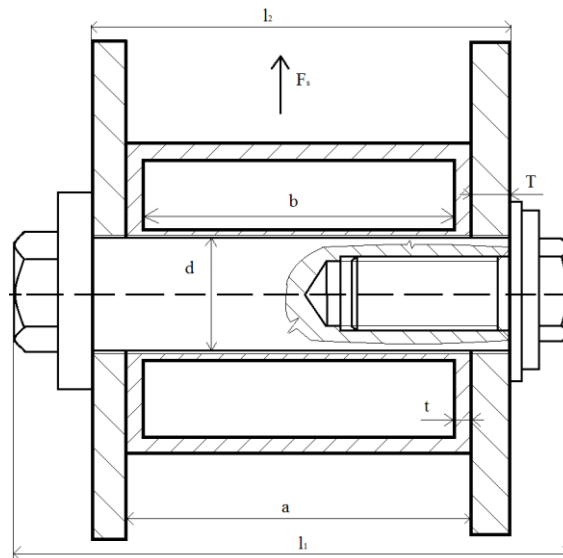


Koeficient bezpečnosti volím 4, protože v oji dochází k různým dynamickým rázům. Tato rázy vznikají při jízdě po nerovnostech. Často se při jízdě lesem stává, že kolo zůstane v nějaké díře. Traktorista nemá jiné řešení, než zkusit střídavě cukat s traktorem dopředu a dozadu, aby se z potíží dostal. Z tohoto důvodu jsem koeficient stanovil takhle vysoký.

Použité vzorce	Výsledky
$J_{ox1} = \frac{1}{12} (A^4 - a^4)$	$J_{ox1} = 0,000037814 \text{ m}^4$
$W_{o1} = \frac{J_{ox1}}{e_1}$	$W_{o1} = 0,00037814 \text{ m}^3$
$\sigma_{o1} = \frac{M_{o1(max)}}{W_{o1}}$	$\sigma_{o1} \doteq 19 \text{ MP}_a$
$S_1 = 2 * A * \frac{A - a}{2}$	$S_1 = 0,006144 \text{ m}^2$
$\sigma_{t1} = \frac{F_k}{S_1}$	$\sigma_{t1} = 3 \text{ MP}_a$
$\sigma_{red1} = \sqrt{(\sigma_{o1} + \sigma_{t1})^2}$	$\sigma_{red} = 22 \text{ MP}_a$
$\sigma_D = \frac{R_e}{k}$	$\sigma_D \doteq 59 \text{ MP}_a$
$\sigma_D \geq \sigma_{red}$	Oj vyhovuje.
$J_{ox2} = \frac{1}{12} (b * c^3)$	$J_{ox2} = 0,000000426 \text{ m}^4$
$W_{o2} = \frac{J_{ox2}}{e_2}$	$W_{o2} = 0,000021333 \text{ m}^3$
$\sigma_{o2} = \frac{M_{o2(max)}}{W_{o2}}$	$\sigma_{o2} \doteq 49 \text{ MP}_a$
$S_2 = b * c$	$S_2 = 0,0032 \text{ m}^2$
$\sigma_{t2} = \frac{F_k}{S_2}$	$\sigma_{t2} \doteq 6 \text{ MP}_a$
$\sigma_{red} = \sqrt{(\sigma_{o2} + \sigma_{t2})^2}$	$\sigma_{red} = 55 \text{ MP}_a$
$\sigma_D \geq \sigma_{red2}$	Závěsové oko vyhovuje.

### 6.5.5 Dimenzování čepu pro spojení oje s rámem

Vstupní hodnoty	Označení	Jednotky
Celková délka čepu	$l_1$	0,12 m
Aktivní délka čepu	$l_2$	[m]
Vnější hrana jeklu	$a$	0,2 m
Vnitřní hrana jeklu	$b$	0,184 m
Tloušťka stěny jeklu	$t$	0,008 m
Tloušťka desky spojující rám s ojí	$T$	0,02 m
Smykové napětí	$\tau_s$	[MP <sub>a</sub> ]
Hnací síla	$F_k$	18277 N
Ohybový moment čepu	$M_o$	[Nm]
Smyková síla v čepu	$F_s$	[N]
Tlaky v čepu	$p_1; p_2$	[MP <sub>a</sub> ]
Dovolené namáhání na ohyb	$\sigma_{Do}$	70 MP <sub>a</sub>
Dovolené namáhání na smyk	$\tau_{Ds}$	50 MP <sub>a</sub>
Dovolený tlak v čepu	$p_D$	100 MP <sub>a</sub>
Průměr čepu	$d$	0,12 m



Použité vzorce	Výsledky
$l_2 = a + 2 * T$	$l_2 = 0,24 \text{ m}$
$F_s = F_k$	$F_k = 18277 \text{ N}$
$M_o = \frac{1}{8} * F_s * l_2$	$M_o = 548,31 \text{ Nm}$
$M_o \leq \frac{1}{10} * d^3 * \sigma_{Do}$	$M_o \leq 12096 \text{ Nm}$
$548,31 \text{ Nm} \leq 12096 \text{ Nm}$	Čep vyhovuje na ohyb.
$\tau_s = \frac{F_s}{\frac{\pi * d^2}{2}}$	$\tau_s \doteq 1 \text{ MP}_a$
$\tau_s \leq \tau_{Ds}$	Čep vyhovuje na smyk.
$p_1 = \frac{F_s}{(b + 2 * t) * d}$	$p_1 \doteq 1 \text{ MP}_a$
$p_1 \leq p_D$	Čep vyhovuje na tlak $p_1$ .



$p_2 = \frac{F_s}{(2 * T) * d}$	$p_2 \doteq 4 MP_a$
$p_2 \leq p_D$	Čep vyhovuje na tlak 2.

Čep vyhověl ve všech podmínkách.

## **PŘÍLOHA č. 3**

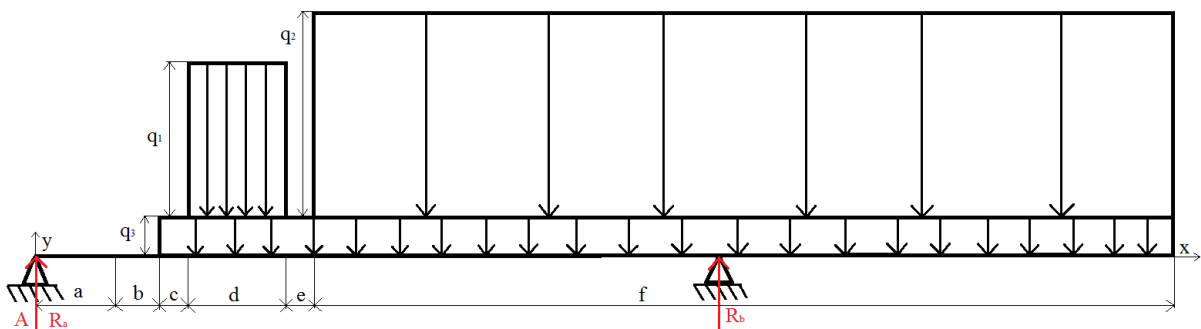
**Dimenzování nápravového jeřku, čepu nápravy a bronzového pouzdra**

### 7.3.1 Dimenzování nápravového jeklu

Nejdříve se stanoví maximální síla na střed nápravového jeklu, potom se musí stanovit maximální ohybový moment v nápravovém jeklu. Nakonec proběhne dimenzování, které se stanoví pouze od maximálního ohybového momentu, neuvažujeme odstředivou sílu vzniklou při průjezdu zatáčkou. Důvodem jsou malé rychlosti plně naloženého vleku.

#### 7.3.1.1 Stanovení reakce v obou nápravách

Vstupní hodnoty	Označení	Jednotky
Spojitě obložení od hydraulické ruky	$q_1$	$\left[\frac{N}{m}\right]$
Spojitě obložení od 12 tun nákladu	$q_2$	$\left[\frac{N}{m}\right]$
Spojitě obložení od průměrné váhy rámu (zde se zahrnuje rám, klanice a ochranný prvek)	$q_3$	$\left[\frac{N}{m}\right]$
Reakce v závěsu traktoru	$R_a$	$[N]$
Reakce v obou nápravách (imaginární)	$R_b$	$[N]$
Délka oje	$a$	$[m]$
Délka členu pro připojení oje k rámu	$b$	$[m]$
Tloušťka jeklu, ze kterého je vytvořen rám	$c, e$	$[m]$
Délka členu pro připojení hydraulické ruky	$d$	$[m]$
Délka ložné plochy	$f$	$[m]$
Tíhové zrychlení	$g$	$9,81 \frac{kg}{s^2}$

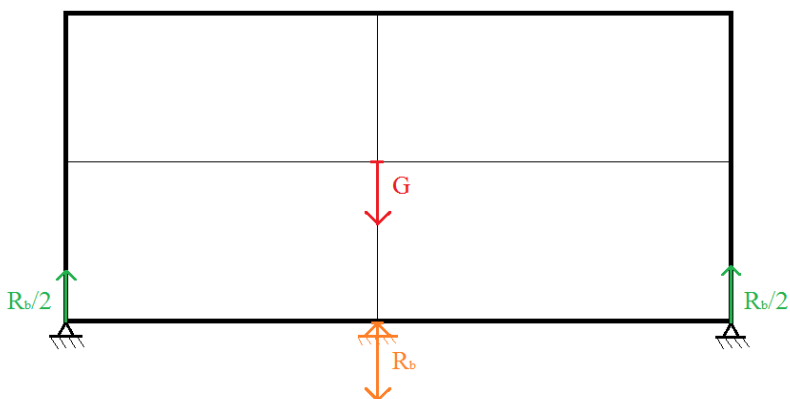


Použité vzorce	Výsledky
$q_1 = \frac{1000 * g}{d}$	$q_1 = 16350 \frac{N}{m}$
$q_2 = \frac{12000 * g}{f}$	$q_2 = 23544 \frac{N}{m}$
$q_3 = \frac{1500 * g}{c + d + e + f}$	$q_3 \doteq 2537 \frac{N}{m}$

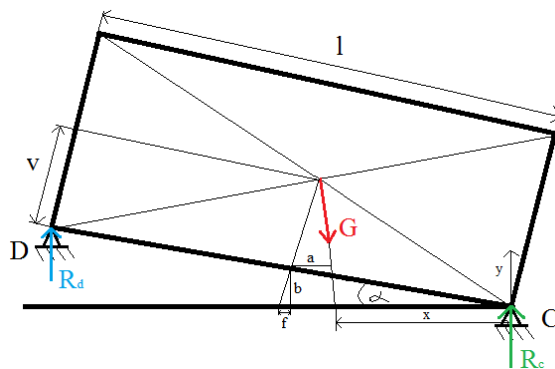
$\sum_{i=1}^n M_i(A) = 0; R_b * \left( a + b + c + d + e + \frac{f}{2} \right) - q_1 * d * \left( a + b + c + \frac{d}{2} \right) - q_2 * f * \left( a + b + c + d + e + \frac{f}{2} \right) - q_3 * (c + d + e + f) * \left( a + b + \frac{c + d + e + f}{2} \right) = 0$	$R_b \doteq 130838 \text{ N}$
$\sum_{i=1}^n F_i(y) = 0; R_a + R_b - q_1 * d - q_2 * f - q_3 * (c + d + e + f) = 0$	$R_a \doteq 11407 \text{ N}$

### 7.3.1.2 Stanovení maximální síly na čep nápravy

Tato síla vznikne jako reakce nápravy na zatížení vleku a musí povýšit o maximální úhel bočního náklonu  $\alpha$ .



Vstupní hodnoty	Označení	Jednotky
Poloviční výška klanice	$v$	1 m
Úhel náklonu soupravy	$\alpha$	18°
Tíhová síla na obě nápravy	$G$	[N]
Reakce v obou podporách (imaginární)	$R_b$	130838 N
Reakce v jedné z podpor	$R_b/2$	65419 N
Reakce po naklonění vleku nižší podpora	$R_c$	[N]
Reakce po naklonění vleku vyšší podpora	$R_d$	[Nm]
Ramena	$a, b, f, x$	[m]
Šířka vleku	$l$	1,9 m

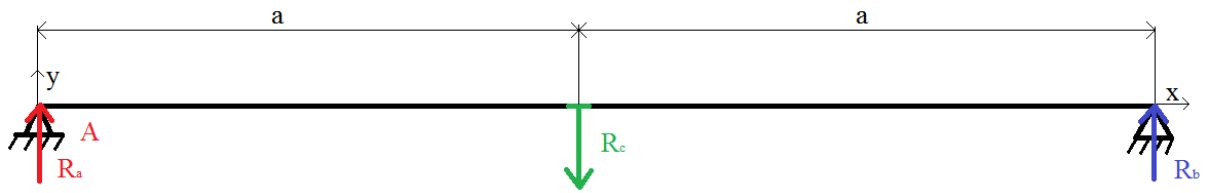


Použité vzorce	Výsledky
$G = R_b$	$G = 130838 N$
$\sin \alpha = \frac{a}{v}$	$a \doteq 0,309 m$
$\sin \alpha = \frac{b}{\frac{l}{2}}$	$b \doteq 0,294 m$
$\tan \alpha = \frac{f}{b}$	$f \doteq 0,096 m$
$x = \frac{l}{2} - f - a$	$x = 0,545 m$
$\sum_{i=1}^n Mi(C) = 0 ; R_d * l - G * x = 0$	$R_d \doteq 37530 N$
$\sum_{i=1}^n Fi(y) = 0 ; R_d + R_c - G = 0$	$R_c = 93308 N$

### 7.3.1.3 Výpočet maximálního ohybového momentu a dimenzování

Vstupní hodnoty	Označení	Jednotky
Délka nápravového jeřku	$l$	1,4 m
Vzdálenost středu nápravového čepu a středu náboje kola	$a$	0,6 m
Vnější šířka nápravového jeřku	$B$	0,086 m
Vnitřní šířka nápravového jeřku	$b$	0,066 m
Vnější výška nápravového jeřku	$C$	0,2 m
Vnitřní výška nápravového jeřku	$c$	0,18 m
Reakce po naklonění vleku nižší podpora	$R_c$	93308 N
Reakce v nábojích	$R_a ; R_b$	[N]
Ohybové momenty podél nápravového jeřku	$M_{o1} ; M_{o2}$	[Nm]
Maximální ohybový moment	$M_{o(max)}$	[Nm]
Moment setrvačnosti	$J_{ox}$	[m <sup>4</sup> ]
Vzdálenost krajního vlákna průřezu od těžiště	$e$	[m]
Modul odporu v ohybu	$W_o$	[m <sup>3</sup> ]
Napětí v ohybu	$\sigma_o$	[MP <sub>a</sub> ]
Dovolené napětí v ohybu	$\sigma_{Do}$	[MP <sub>a</sub> ]
Mez kluzu materiálu ČSN 11375	$R_e$	235 MP <sub>a</sub>
Koeficient bezpečnosti	$k$	4

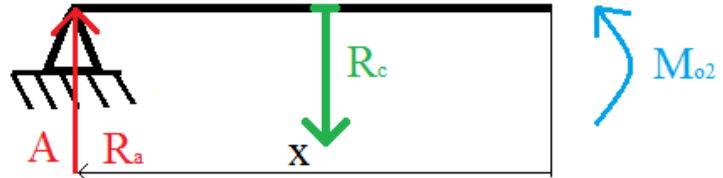
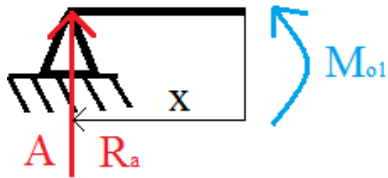
Koeficient bezpečnosti jsem volil 4 z důvodu dynamických rázů vznikajících při přeježdění překážek v lese.



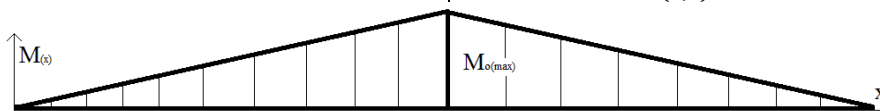
Použité vzorce	Výsledky
$\sum_{i=1}^n M_i(A) = 0 ; R_c * a - R_b * 2 * a = 0$	$R_b = 46654 \text{ N}$
$\sum_{i=1}^n F_i(y) = 0 ; R_a + R_b - R_c = 0$	$R_a = 46654 \text{ N}$

$x_1 \in (0 ; 0,6 \text{ m})$

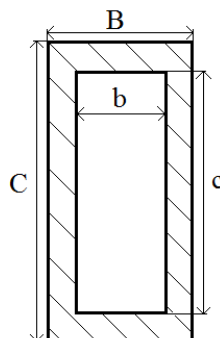
$x_2 \in (0,6 ; 1,2 \text{ m})$



Použité vzorce	Výsledky
$M_{o1} - R_a * x = 0$	$M_{o1(0)} = 0 \text{ Nm}$ $M_{o1(1,2)} \doteq 27993 \text{ Nm}$
$M_{o2} - R_a * x + R_c * (x - 0,6) = 0$	$M_{o2(0)} \doteq 27993 \text{ Nm}$ $M_{o2(2,4)} = 0 \text{ Nm}$



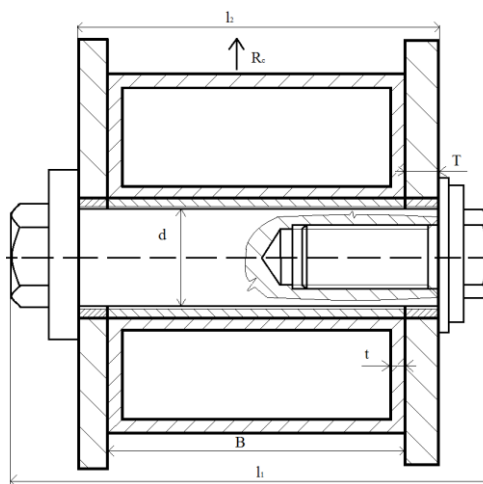
Použité vzorce	Výsledky
$M_{o(max)} = M_{o1(1,2)} = M_{o2(2,4)}$	$M_{o(max)} = 27993 \text{ Nm}$



Použité vzorce	Výsledky
$J_{ox} = \frac{1}{12} * (B * C^3 - b * c^3)$	$J_{ox} = 0,000025257 \text{ m}^4$
$W_o = \frac{J_{ox}}{e}$	$W_o = 0,002525733 \text{ m}^3$
$\sigma_o = \frac{M_{o(max)}}{W_o}$	$\sigma_o \doteq 12 \text{ MP}_a$
$\sigma_{Do} = \frac{R_e}{k}$	$\sigma_{Do} \doteq 59 \text{ MP}_a$
$\sigma_{Do} \geq \sigma_o$	Nápravový jekl vyhověl danému zatížení.

### 7.3.2 Dimenzování čepu nápravy

Vstupní hodnoty	Označení	Jednotky
Celková délka čepu	$l_1$	0,162 m
Aktivní délka čepu	$l_2$	[m]
Vnější šířka nápravového jejku	$B$	0,2 m
Tloušťka stěny nápravového jejku	$t$	0,01 m
Tloušťka desky spojující rám s nápravou	$T$	0,026 m
Průměr čepu	$d$	0,075 m
Smykové napětí	$\tau_s$	[MP <sub>a</sub> ]
Reakce po naklonění vleku nižší podpora	$R_c$	93308 N
Ohybový moment čepu	$M_o$	[Nm]
Tlaky v čepu	$p_1; p_2$	[MP <sub>a</sub> ]
Dovolený tlak v čepu	$p_D$	100 MP <sub>a</sub>
Dovolené namáhání na ohyb	$\sigma_{Do}$	70 MP <sub>a</sub>
Dovolené namáhání na smyk	$\tau_{Ds}$	50 MP <sub>a</sub>



Použité vzorce	Výsledky
$l_2 = B + 2 * T$	$l_2 = 0,138 \text{ m}$
$M_o = \frac{1}{8} * R_c * l_2$	$M_o \doteq 1910 \text{ Nm}$

$M_o \leq \frac{1}{10} * d^3 * \sigma_{Do}$	$M_o \leq 2953 Nm$
$1910 Nm \leq 2953 Nm$	Čep vyhovuje na ohyb.
$\tau_s = \frac{R_c}{\frac{\pi * d^2}{2}}$	$\tau_s \doteq 11 MP_a$
$\tau_s \leq \tau_{Ds}$	Čep vyhovuje na smyk.
$p_1 = \frac{R_c}{B * d}$	$p_1 \doteq 7 MP_a$
$p_1 \leq p_D$	Čep vyhovuje na tlak $p_1$ .
$p_2 = \frac{R_c}{(2 * T) * d}$	$p_2 \doteq 24 MP_a$
$p_2 \leq p_D$	Čep vyhovuje na tlak $p_2$ .

Čep vyhověl ve všech podmínkách.

### 7.3.3 Dimenzování bronzového pouzdra

#### Základní vlastnosti a použití SKF pouzder

SKF Solid Bronze

SKF kluzná pouzdra jsou v souladu s normou ISO4379 a DIN 1850.

Válcová bronzová pouzdra se používají u stavebních strojů, u dopravních prostředků a v papírenském průmyslu. Tento masivní bronz je ideální pro vysoce náročné aplikace v náročných prostředích.

Bronz má spoustu funkcí a výhod. Je necitlivý na špinavé prostředí, je odolný proti rázovému zatížení a je odolný proti vibracím při pomalých rychlostech. Umožňuje provoz i se špatně upraveným povrchem hřídele. Má dobrou odolnost proti korozi.

#### Materiál

SKF bronzová pouzdra jsou vyrobena z materiálu CuSn72nPb, který má velmi dobré kluzné vlastnosti. Tyto pouzdra jsou určena pro oscilační pohyby a pro rotační pohyby malých rychlostí. Nejsou však určena pro rotační pohyby středních nebo vysokých rychlostí. Tato pouzdra by měla být mazána podle zatížení. Jako mazivo se používá mazací olej nebo tuk. Ve výjimečných případech se používá olejové lázně. Při použití v extrémních podmínkách je třeba ložiska dobře utěsnit.

#### Charakteristika

Přípustné zatížení (statické i dynamické)	$25 - 45 \frac{N}{mm^2}$
Přípustná kluzná rychlost	$0,5 \frac{m}{s}$
Koeficient tření	$\mu = 0,08 - 0,15$
Teplotní rozsah	$40 - 250 \text{ } ^\circ C$

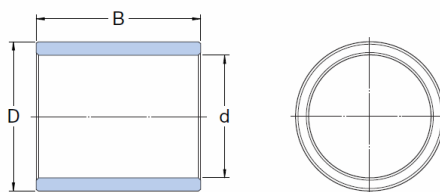


## Doporučení

Tolerance hřídele	$e7 - e8$
Tolerance tělesa	$H7$
Drsnost hřídele	$R_a \leq 1$
Tvrdość hřídele	$HB < 165$

## Kontrola pouzdra na dané hodnoty

Vstupní hodnoty	Označení	Jednotky
Celková délka pouzdra	$B$	0,14 m
Vnější obvod pouzdra	$D$	0,09 m
Vnitřní obvod pouzdra	$d$	0,075 m
Délka kratšího pouzdra po rozdělení	$s_1$	0,026 m
Délka delšího pouzdra po rozdělení	$s_2$	0,086 m
Přípustné zatížení	$T_D$	$< 45 MP_a$
Zatížení pouzder	$T_1 ; T_2$	$(MP_a)$
Reakce po naklonění vleku nižší podpora	$R_c$	93308 N



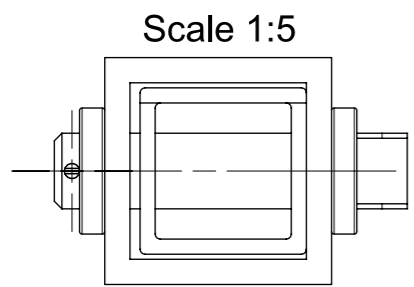
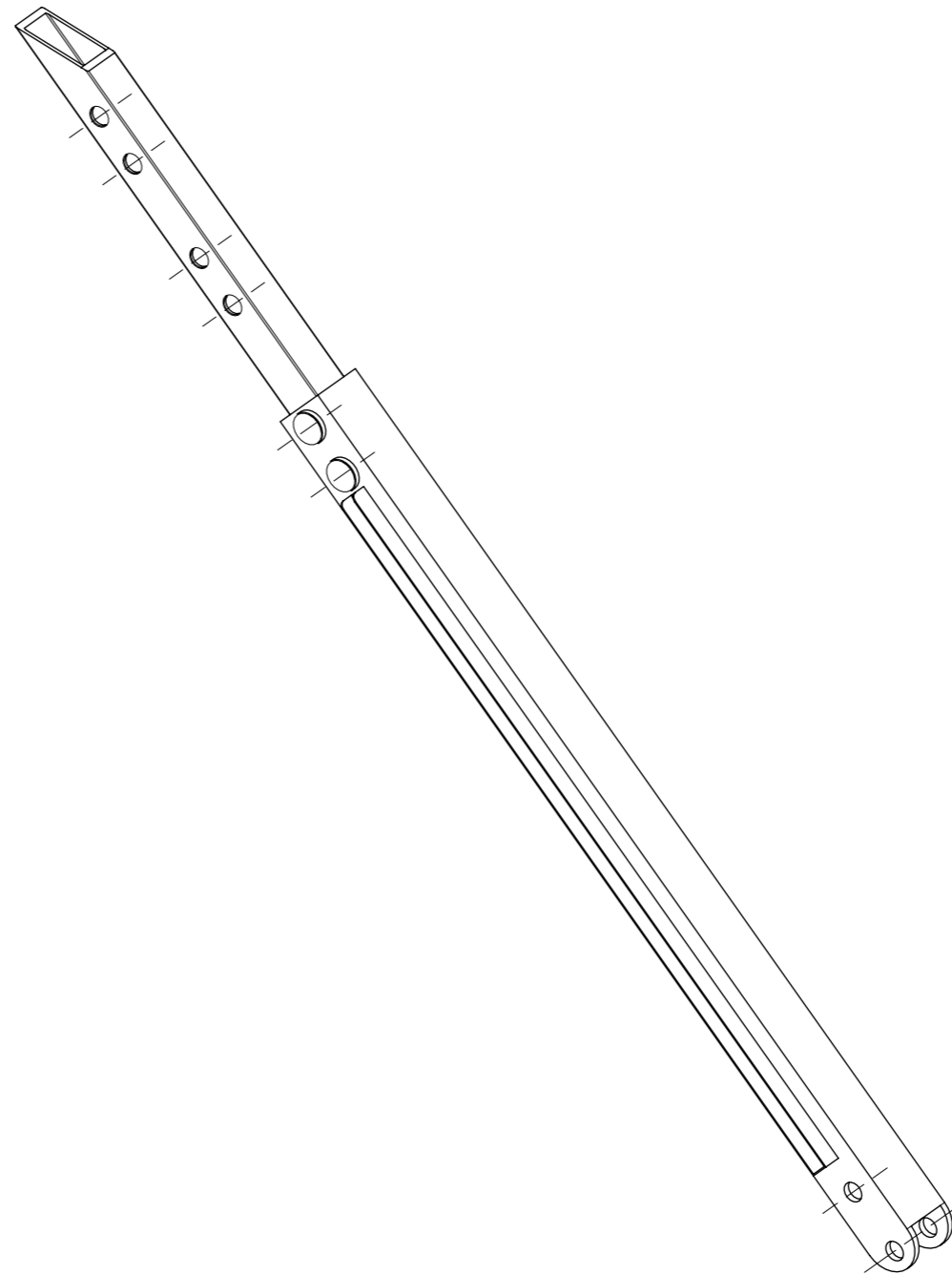
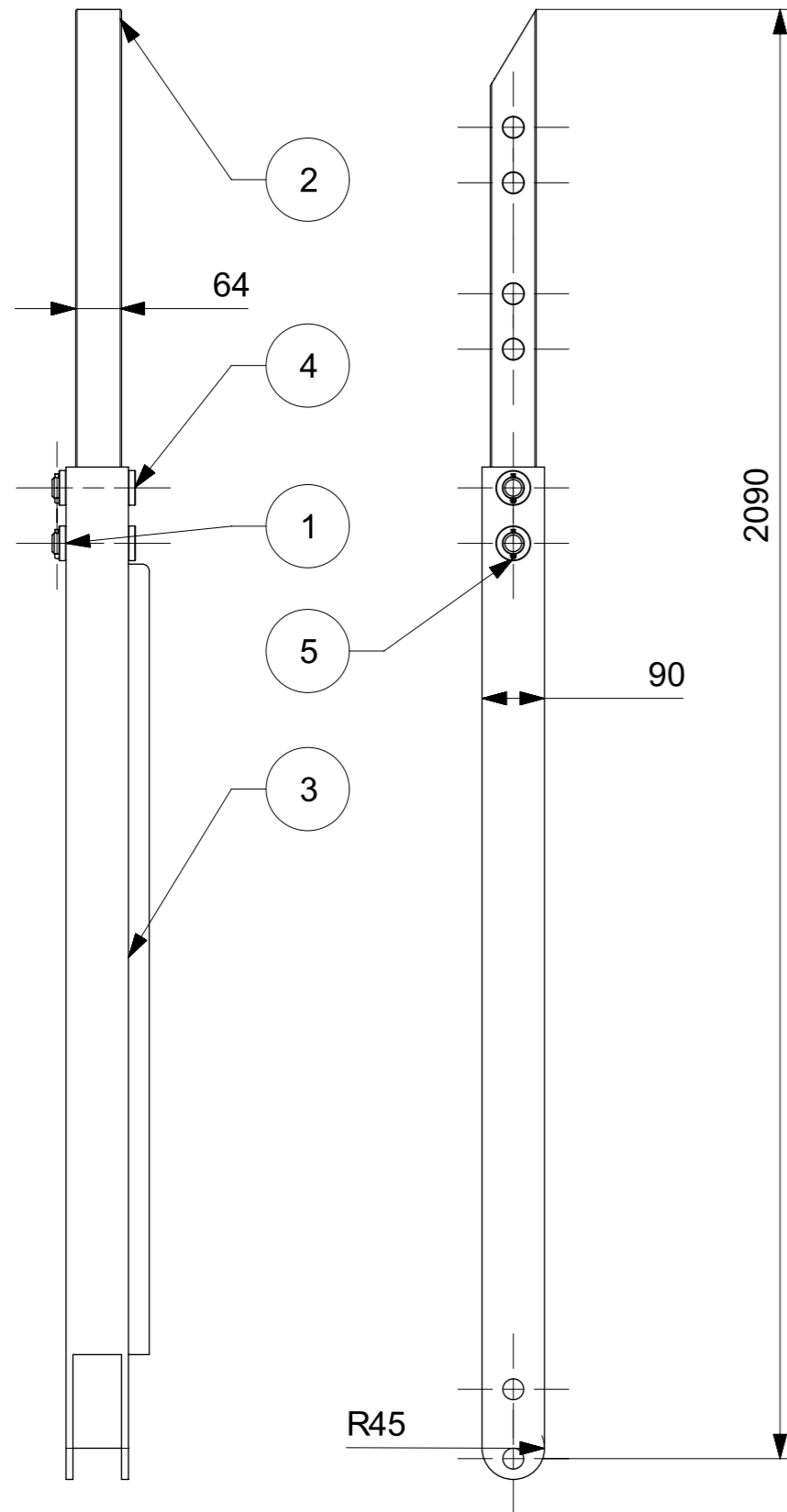
Pouzdro je voleno o 2 mm delší, než je aktivní délka čepu, protože se dělilo na 3 díly podle vnější šířky nápravového jeklu. Z toho plyne, že se dvakrát řezalo na půl. Šířka řezné stopy je 1 mm. Potom vzniknou 3 díly, dva díly jsou dlouhé 26 mm a nalisují se do ok v rámu. Třetí díl je dlouhý 86 mm a nalisuje se do nápravového jeklu. Tento způsob půlení pouzdra jsem použil, protože firmy nevyrobí pouzdra stejných rozměrů a rozdílných délek.

Použité vzorce	Výsledky
$T_1 = \frac{R_c}{2 * s_1 * d}$	$T_1 \doteq 24 MP_a$
$T_D > T_1$	Kratší pouzdro vyhovuje na přípustné zatížení.
$T_2 = \frac{R_c}{2 * (B - 0,002) * d}$	$T_2 \doteq 5 MP_a$
$T_D > T_2$	Delší pouzdro vyhovuje na přípustné zatížení.



Ostatní hodnoty netřeba kontrolovat, protože teplota v České Republice neklesne pod  $-40^\circ\text{C}$  a pouzdra se určitě neohřejí nad  $250^\circ\text{C}$ . Kluzná rychlost u oscilačního pohybu nápravy je minimální. Nedosáhne  $0,5 \frac{m}{s}$ .

## Kontrola uložení

Uložení volím  $\frac{H7}{e7}$ , jedná se o uložení s přesahem. Vzniklá minimální vůle je 0,06 mm a maximální vůle je 0,012 mm. Drsnost čepu bych volil  $R_a = 0,8$ . Tvrdost čepu neřeším, ideální tvrdosti pro tento případ, by se docílilo povrchovým kalením. Z hlediska ceny je to zbytečná operace.



5	ZÁVLAČKA		ČSN 17 021			0,02		2
4	ČEP		ČSN 11 375			0,8		2
3	DOLNÍ DÍL KLANICE		ČSN 11 375			31		1
2	HORNÍ DÍL KLANICE		ČSN 11 375			8		1
1	PODLOŽKA		ČSN 11 375			0,1		2
Poz.	NAME	Polotovar	Material	T.O.	C.hmot.	Hr.hmot.	Cislo sestavy	Pocet ks.
Pos.	Title - size	Blank	Material	C.W.	Weight	R.weight	Assembly No.	Quant.

CAD 1	Datum / Date	Jmeno / Name			 <b>FAKULTA STROJNI ZAPADOČESKE UNIVERZITY V PLZNI</b> <small>Vsechna práva vyhrazena / All rights reserved</small>			
Kreslil / Drawn by	17.6.2014	Miroslav Černý						
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		soustavaklanic		Projekt / Project:		Meritko / Scale	
	Soubor-vykres / DRW-file		soustavaklanic		C.sestavy / Assembly No.			1:10
Název / Title					C.hmot.sestavy		40 kg	
<b>Soustava klanice</b>					Rev.		Cislo vykresu / Drawing No.	
							<b>BP KKS 2014-01</b>	
					List / sheet no.		2	
					Pocet listu / sheets		2	
					Format		A3	