

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

PŘEPRAVNÍ NÁVĚS 3T ZA TRAKTOR

TRANSPORT SEMI-TRAILER 3T FOR A TRACTOR

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

David Vomela

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jaroslav Kašpárek, Ph.D.

BRNO 2024

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav automobilního a dopravního inženýrství
Student: **David Vomela**
Studijní program: Základy strojního inženýrství
Studijní obor: Základy strojního inženýrství
Vedoucí práce: **Ing. Jaroslav Kašpárek, Ph.D.**
Akademický rok: 2023/24

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

Převravní návěs 3t za traktor

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Koncepční návrh přípojného vozu typu návěs za traktor. Konstrukce vozu je pro třístranné sklápění. Převravní nástavba vozu je valníkového typu, manuálně otevíratelné bočnice s možností dvojité nástavby bočnic.

Požadované technické parametry:

Maximální nosnost převravního vozu do 3 000 kg.

Výška bočnic nástavby 400 mm (výška nástavby 400 mm).

Maximální rychlost přepravy 30 km/h.

Hydraulické sklápění valníkové nástavby, pohon od traktoru

Cíle bakalářské práce:

Rešeršní rozbor traktorových převravních vozů obdobné hmotnostní kategorie.

Rešeršní rozbor legislativních předpisů.

Koncepční návrh převravního vozu.

Funkční, rozměrové a silové výpočty.

Upřesnění konstrukce vozu s návrhem komponent.

Pevnostní analytický výpočet vybraných konstrukčních uzlů.

Výkres sestavy převravního vozu.

Podsestava svařence rámu.

Dílenské výrobní výkresy.

Seznam doporučené literatury:

SYROVÝ, Otakar. Doprava v zemědělství. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2008. ISBN 9788086726304..

VLK, František. Dynamika motorových vozidel. 2. vyd. Brno: František Vlk, 2003. ISBN 8023900242.

LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření. 1. vyd. Úvaly: Albra, 2003. ISBN 8086490742

SHIGLEY, Joseph Edward, Charles R. MISCHKE a Richard G. BUDYNAS, VLK, Miloš (ed.).
Konstruování strojních součástí. 1. vyd. Přeložil Martin HARTL. V Brně: VUTIUM, 2010. Překlady
vysokoškolských učebnic. ISBN 9788021426290.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2023/24

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Josef Štětina, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jiří Hlinka, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá návrhem třístranně sklopného traktorového návěsu. Úvodní část je věnována rešerši legislativních předpisů pro provoz návěsu na pozemních komunikacích, na něj navazující postup při schválení pro provoz na pozemních komunikacích. Dále rešerše traktorových návěsů obdobné hmotnostní kategorie dostupných na tuzemském trhu. Konstrukční část je věnována volbě vhodného technického řešení, zahrnující funkční, rozměrové a silové výpočty navržených řešení. Příloha obsahuje kompletní výkresovou dokumentaci.

KLÍČOVÁ SLOVA

Třístranně sklopný návěs, zemědělský návěs, traktor, přeprava nákladu

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with the design of a three-sided folding tractor trailer. The introductory part is devoted to the research of legislative regulations for the operation of the semi-trailer on roads, followed by the procedure for approval for operation on roads. Furthermore, a search of tractor-trailers of similar weight category available on the domestic market. The design part is devoted to the choice of a suitable technical solution, including functional, dimensional and force calculations of the proposed solutions. The appendix contains complete drawing documentation.

KEYWORDS

Triple folding semi-trailer, agricultural semi-trailer, tractor, cargo transport

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

VOMELA, David. *Přepravní návěs 3t za traktor*. Brno, 2023. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automobilního a dopravního inženýrství. Vedoucí bakalářské práce Jaroslav Kašpárek. Dostupné také z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/156786>.



ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

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

V Brně dne 24. května 2023

.....

David Vomela

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval mému vedoucímu Ing. Jaroslavu Kašpárkovi, Ph.D. za cenné rady, trpělivost a ochotu v průběhu psaní závěrečné práce. Dále bych rád poděkoval všem ostatním, kteří mi byli cennou oporou v průběhu studia, zejména svému otci a dědovi, kteří mi poskytli mnoho cenných rad.

OBSAH

Úvod.....	11
1 Legislativní předpisy přípojných vozidel	12
1.1 Kategorie vozidel.....	12
1.2 Kategorie R.....	12
1.3 Nejvyšší povolené rozměry vozidel a jízdních souprav	13
1.4 Nejvyšší povolené hmotnosti silničních vozidel, zvláštních vozidel a jejich rozdělení na nápravy.....	13
1.5 Spojitelnost.....	13
1.5.1 Spojitelnost z pohledu hmotnosti přípojného vozidla a souprav	13
1.5.2 Spojitelnost vozidel v jízdní soupravu.....	14
1.6 Požadavky přípojného vozidla kategorie R	14
1.7 Shrnutí	15
2 Schválení pro provoz na pozemních komunikacích	16
2.1 Schvalování typu	16
2.2 Žádost o schválení typu	16
2.3 Technické zkušebny	16
2.4 Povinnosti výrobce a akreditovaného zástupce	17
3 Převážné vozy obdobné hmotnostní kategorie	19
3.1 ZDT NS 3	19
3.2 Molčík EDK 4000	20
3.3 Cynkomet T 117	20
3.4 Šálek ANS-3500	21
3.5 Porovnání návěsů.....	21
4 Koncepční návrh převážného vozu	22
4.1 Rám.....	22
4.2 Nástavba návěsu	23
4.3 Bočnice	23
4.4 Náprava.....	24
4.5 Přípojná zařízení	24
4.6 Brzdový systém	25
4.7 Sklápěcí systém	25
4.7.1 Hydraulický/Pneumatický válec.....	26
4.7.2 Uložení válce	26
5 Upřesnění konstrukce s návrhem komponent	27
5.1 Rám návěsu	27
5.2 Nástavba	28
5.2.1 Rám nástavby	28
5.2.2 Bočnice a panty	28
5.3 Sklápění	29
5.3.1 Uložení nástavby	29
5.3.2 Hydraulický válec.....	29
5.4 Náprava.....	31

5.5	Přípojné zařízení a opěrná noha	32
5.6	Disky a pneumatiky	32
6	Analytické výpočty	33
6.1	Výpočet reakčních sil	33
6.1.1	Kontrola tažného oka	34
6.1.2	Kontrola opěrné nohy návěsu	35
6.2	Kontrola podélných nosníků na ohyb	36
6.3	Kontrola příčných nosníků na ohyb	40
6.4	Zatížení hydraulického válce při počátku sklápění	41
	Závěr	42
	Použité informační zdroje	43
	Seznam použitých zkratk a symbolů	46
	Seznam samostatných příloh.....	47

ÚVOD

V současné době je mnoho odvětví včetně zemědělství spojeno s transportní technikou. Zemědělství patří k jedné z největších transportních infrastruktur. Díky neustálému pokroku se vyvíjí i tato oblast, za účelem zefektivnění dopravy.

Se zemědělstvím jsou pevně spjaty prostředky pro přepravu jako jsou traktorové návěsy, přívěsy a nákladní automobily. Využití nákladních automobilů v zemědělství je dnes nahrazováno velkoobjemovými návěsy za traktory s vyšším jmenovitým výkonem. Návěsy se vyznačují zejména tím, že část hmotnosti je přenášena přípojným zařízením traktoru. Čímž je zajištěno vyšší zatížení hnací nápravy traktoru, a to vede ke zvýšení tažné síly [1]. V posledních letech stoupá popularita výměnných systémů. Bakalářská práce se zabývá zejména návěsy nižší hmotnostní kategorie.

Cílem práce je navrhnout vhodné konstrukční řešení menšího zemědělského návěsu s nosností 3000 kg pro třístranné sklápění. Návrh se drží zadaných požadavků a zákonů pro provoz na pozemních komunikacích. Výsledkem práce jsou výrobní výkresy, které by měly sloužit jako podklad v případě kusové výroby.



Obr.1 – Příklad třístranně sklápěcího návěsu [2]

1 LEGISLATIVNÍ PŘEDPISY PŘÍPOJNÝCH VOZIDEL

Pro možnost provozu vlečných vozidel za traktor na pozemních komunikacích musí být splněny současné legislativní předpisy.

1.1 KATEGORIE VOZIDEL

Nařízení Evropského parlamentu a Rady 2019/519 mění nařízení 167/2013 o schvalování zemědělských a lesnických vozidel pro provoz na pozemních komunikacích, které vstoupilo v platnost 19. března 2019. Dělí vozidla do následujících vybraných kategorií, kde každá z uvedených kategorií se ještě dělí dle konstrukční rychlosti na kategorie a, b. Kde kategorie a obsahuje vozidla s konstrukční rychlostí do 40 km/h a kategorie b nad 40 km/h [3; 4].

- a) traktory (kategorie T, C)
 - „traktorem“ se rozumí kolové nebo pásové vozidlo s vlastním poháněcím agregátem, konstruovány pro vyvíjení tažné síly při vykonávání zemědělských nebo lesnických prací
- b) přípojná vozidla (kategorie R)
 - „přípojným vozidlem“ se rozumí vozidlo určené k tažení za traktorem, pro využití v zemědělství nebo lesnictví k přepravě nákladu. Poměr celkové technicky přípustné maximální naložené hmotnosti k nenaložené hmotnosti je roven 3 a větší
- c) výměnná tažná zařízení (kategorie S)
 - „výměnným tažným zařízením“ se rozumí vozidlo určené k tažení za traktorem, přičemž doplňuje funkce traktoru, jedná se o samojízdné a přípojná vozidla, určené pro vykonávání pracovních činností

1.2 KATEGORIE R

V rámci téma bakalářské práce je preferovaná kategorie přípojná vozidla (kategorie R), která je rozdělena na podkategorie R1-4 a dále dělena dle maximální konstrukční rychlosti na skupiny a, b kde podkategorie R1-4 platí pro obě skupiny [3].

- a) přípojná vozidla s maximální konstrukční rychlostí nižší nebo rovnou 40 km/h
- b) přípojná vozidla s maximální konstrukční rychlostí vyšší než 40 km/h
 - podkategorie R1 přípojná vozidla, u nichž součet technicky přípustných hmotností na nápravu nepřevyšuje 1 500 kg
 - podkategorie R2 přípojná vozidla, u nichž součet technicky přípustných hmotností na nápravu převyšuje 1 500 kg, ale nepřevyšuje 3500 kg
 - podkategorie R3 přípojná vozidla, u nichž součet technicky přípustných hmotností na nápravu převyšuje 3 500 kg, ale nepřevyšuje 21 000 kg
 - podkategorie R4 přípojná vozidla, u nichž součet technicky přípustných hmotností na nápravu převyšuje 21 000 kg

1.3 NEJVYŠŠÍ POVOLENÉ ROZMĚRY VOZIDEL A JÍZDNÍCH SOUPRAV

Hmotnosti, rozměry a spojitelnost vozidel upravuje vyhláška § 7 č. 209/2018 Sb. Rozměry vozidel a jízdních souprav včetně nákladu, jejichž překročení ohrožuje bezpečnost provozu na pozemních komunikacích, a jejich hodnoty jsou [5]:

- šířka, která činí u vozidel kategorií M, N, O, R, T nebo C, není-li v této vyhlášce stanoveno jinak - 2,55 m
- výška, která činí u jízdní soupravy tažného vozidla s návěsem - 4,08 m
- délka, která činí u jízdní soupravy traktoru s jedním přípojným vozidlem - 18,00 m
- délka, která činí u jízdní soupravy traktoru se dvěma přípojnými vozidly - 22,00 m

1.4 NEJVYŠŠÍ POVOLENÉ HMOTNOSTI SILNIČNÍCH VOZIDEL, ZVLÁŠTNÍCH VOZIDEL A JEJICH ROZDĚLENÍ NA NÁPRAVY

Hodnoty hmotností na nápravu, skupinu náprav vozidla a jízdních souprav včetně nákladu, jejichž překročení ohrožuje bezpečnost provozu na pozemních komunikacích nebo stav pozemní komunikace jsou dle vyhlášky § 5 č. 209/2018 Sb. následující [5]:

- a) u jednotlivé nápravy - 10,00 t
- b) u dvojnápravy přípojných vozidel součet zatížení obou náprav dvojnápravy při jejím dílčím rozvoru
 - méně než 1,0 m - 11,00 t
 - od 1,0 m a méně než 1,3 m - 16,00 t
 - od 1,3 m a méně než 1,8 m - 18,00 t
- c) u trojnápravy přípojných vozidel součet zatížení všech náprav trojnápravy při jejím dílčím rozvoru
 - do 1,3 m včetně - 21,00 t
 - nad 1,3 m do 1,4 m včetně - 24,00 t
 - nad 1,4 m do 1,8 m včetně - 27,00 t

Nejvyšší povolené hmotnosti silničních vozidel:

- u přívěsů se dvěma nápravami - 18,00 t
- u přívěsů se třemi nápravami - 24,00 t
- u přívěsů se čtyřmi a více nápravami - 32,00 t

1.5 SPOJITELNOST

Bezpečnost provozu na pozemních komunikacích je ohrožena, pokud není splněna některá z následujících podmínek vyhlášky § 3 č. 209/2018 Sb. a § 4 č. 209/2018 Sb. [5]:

1.5.1 SPOJITELNOST Z POHLEDU HMOTNOSTI PŘÍPOJNÉHO VOZIDLA A SOUPRAV

- hmotnost přípojného vozidla nebo přípojných vozidel nesmí být u jízdních souprav s tažným vozidlem, jehož nejvyšší konstrukční rychlost je do 40 km.h⁻¹, vyšší než dvaapůlnásobek hmotnosti tažného vozidla; u jízdní soupravy traktoru s návěsem s hmotností každého z vozidel jízdní soupravy rozumí součet hmotností připadajících

na jednotlivé nápravy soupravy, část hmotnosti připadající na nápravy traktorového návěsu nesmí převyšovat největší povolenou hmotnost přípojného vozidla uvedenou v technickém průkazu traktoru

- hmotnost přípojného vozidla nebo přípojných vozidel nesmí být u jízdních souprav s tažným vozidlem, jehož nejvyšší konstrukční rychlost je vyšší než 40 km.h-1, vyšší než jedenapůlnásobek hmotnosti traktoru
- hmotnost jízdní soupravy nesmí být větší než největší technicky přípustná hmotnost jízdní soupravy
- prostřední vozidlo jízdní soupravy musí mít vyšší nebo stejnou hmotnost, jakou má poslední vozidlo jízdní soupravy

1.5.2 SPOJITELNOST VOZIDEL V JÍZDNÍ SOUPRAVU

- za vozidla kategorií T, C nebo Z lze připojit pouze vozidla kategorie R nebo S, pokud není v § 3 odst. 1 písm. f) stanoveno jinak
- vozidla kategorií R nebo S, která nejsou vybavena brzdovým zařízením, a vozidla kategorií R nebo S, která jsou vybavena nájezdovou brzdovou soustavou, mohou být zapojována jen za tažná vozidla, jejichž provozní hmotnost je shodná nebo vyšší než hmotnost připojovaného vozidla, pokud nebylo při schválení technické způsobilosti tažného vozidla stanoveno jinak; u vozidel výše uvedených kategorií s největší povolenou hmotností nad 3 t zapojených do jízdní soupravy musí být kromě toho účinek parkovací brzdy tažného vozidla schopen ubrzdít jízdní soupravu s tímto vozidlem na pozemní komunikaci se sklonem 12 %, pokud nebylo při schválení technické způsobilosti tažného vozidla stanoveno jinak
- každé pohybující se motorové vozidlo nebo pohybující se souprava vozidel musí být schopné otočit se v kruhu, o vnějším poloměru 12,50 m a vnitřním poloměru 5,30 m

1.6 POŽADAVKY PŘÍPOJNÉHO VOZIDLA KATEGORIE R

Požadavky na přípojná vozidla kategorie R určuje vyhláška č.153/2023 Sb. [6].

- Brzdové zařízení strojů určených pro zemědělskou a lesnickou činnost s nejvyšší konstrukční rychlostí nepřevyšující 30 km.h-1 musí splňovat podmínky stanovené technickým předpisem „dokument EHK – TRANS/SC 1/WP 29/R.274“
- Zařízení pro vnější osvětlení a světelnou signalizaci strojů musí splňovat podmínky stanovené technickou normou ČSN ISO 12 509, zahrnující například umístění
- Blatníky musí překrývat šířku běhounu pneumatiky a vnější boční okraje blatníků musí být zaobleny. Vzdálenost mezi běhounem pneumatiky a krytem musí být nejméně 60 mm a mezi bokem pneumatiky a krytem nejméně 50 mm
- Vnější povrch strojů nesmí mít špičaté nebo ostré výčnělky směřující ven, které by svým tvarem, rozměry nebo tvrdostí zvětšovaly nebezpečí vůči okolí. Části směřující ven, které by mohly zachytit ostatní účastníky silničního provozu, musí být opatřeny ochrannými lištami nebo podobným zařízením tvořícím dostatečný náběh nebo vedení přibližně rovnoběžné s podélnou střední rovinou stroje, aby tak zabránily nebezpečí
- Přívěs musí být vybaven odrazkami podle požadavků příslušných ustanovení pro vozidla kategorie R
- Vozidlo musí být vybaveno tak, aby konstrukce, provedení, rozměry a huštění pneumatik odpovídalo podmínkám provozu, zejména největší povolené hmotnosti vozidla, povoleným zatížením připadajícím na nápravy a jeho nejvyšší konstrukční

rychlosti. Rychlostní kategorie pneumatik musí být shodná nebo vyšší, než je nejvyšší konstrukční rychlost vozidla

- Stroje o největší povolené hmotnosti větší než 3,5 t musí být vybaveny nejméně jedním zakládacím klínem. Stroje se třemi a více nápravami musí být vybaveny nejméně dvěma zakládacími klíny. Tyto klíny musí být schopny účinně zajistit stroj proti samovolnému pohybu, musí být lehce přístupné obsluze a bezpečně uchopitelné. Ustanovení tohoto článku se nevztahuje na stroje vybavené parkovací brzdou
- Elektrická instalace musí být izolována a vedena tak, aby bylo zamezeno samovolnému poškození vodičů nebo vzniku zkratu. Propojení elektrické instalace mezi traktorem a přívěsem musí být provedeno sedmižilovým elektrickým vedením se sedmipólovou vidlicí a zásuvkou černé – tmavé barvy. Vidlice a zásuvka co do provedení a barvy musí splňovat podmínky stanovené technickou normou ISO 1724 a musí být podle ní schválena. V případě vozidel s elektrickým pohonem musí přiměřeně plnit požadavky předpisu OSN č. 100

1.7 SHRnutí

Navrhovaný koncept návěsu spadá do kategorie R3a, je nutno dodržet maximální povolené rozměry 2,55 m šířka, 4,08 m výška a 18 m délka soupravy s jedním přípojným vozidlem, a zároveň nepřekročit maximální povolenou hmotnost na nápravu 10 t. Legislativa umožňuje použití nájezdové brzdy, byl však zvolen pneumatický brzdový systém se vzdušníkem.

2 SCHVÁLENÍ PRO PROVOZ NA POZEMNÍCH KOMUNIKACÍCH

Silniční vozidla, jejich systémy, konstrukční části nebo samostatné technické celky lze dodávat na trh, pouze pokud je schválena jejich technická způsobilost, podléhají-li schválení technické způsobilosti podle tohoto zákona. Tímto se zabývá zákon č. 56/2001 Sb. o podmínkách provozu na pozemních komunikacích [7].

2.1 SCHVALOVÁNÍ TYPU

- typ silničního vozidla, jeho systému, konstrukční části nebo samostatného technického celku schvaluje ministerstvo na žádost výrobce [7]
- schválení typu silničního vozidla, jeho systému, konstrukční části nebo samostatného technického celku je platné pouze na území České republiky [7]

2.2 ŽÁDOST O SCHVÁLENÍ TYPU

- Pro každý typ, o jehož schválení se žádá, musí být podána samostatná žádost. Různá řízení o schválení typu nelze spojit do společného řízení [7]
- Žádost o schválení typu musí vedle obecných náležitostí podání obsahovat [7]
 - a) tovární značku a označení typu silničního vozidla, jeho systému, konstrukční části nebo samostatného technického celku
 - b) údaj o typu schválení dle § 16 odst. 2 nebo 3
- K žádosti o schválení typu žadatel přiloží [7]:
 - a) výpis z obchodního nebo obdobného rejstříku vedeného ve státě sídla žadatele, pokud nemá sídlo na území České republiky
 - b) dokumentaci obsahující technické údaje o typu, jehož schválení je požadováno, v listinné nebo elektronické podobě
 - c) osvědčení o schválení typu systému vozidla, konstrukčních částí vozidla nebo samostatného technického celku vozidla, včetně schvalovací dokumentace, bylo-li vydáno
 - d) popis opatření k zajištění shody výroby vozidel, jejich systémů, konstrukčních částí nebo samostatných technických celků se schváleným typem

2.3 TECHNICKÉ ZKUŠEBNY

Pokud ministerstvo schválí typ silničního vozidla, jeho systému, konstrukční části nebo samostatného technického celku, vydá žadateli místo písemného vyhotovení rozhodnutí osvědčení o schválení typu. Přílohou osvědčení o schválení typu je dokumentace přiložená k žádosti o schválení typu a kopie zkušebních protokolů (dále jen „schvalovací dokumentace“)[7; 8].

Následuje kontrola v objektu technické zkušebny vozidel, kde [7; 8]:

- pověřeni pracovníci provedou ověření technické způsobilosti zvláštních vozidel pro provoz na pozemních komunikacích pro účely schválení typu nebo změny schválení zvláštního vozidla dle vyhlášky č. 56/2001 Sb., o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích



- provádí analýzu a kompletaci požadované dokumentace pro schválení vozidla zvláštního typu, vypracovávají zkušební protokol pro MD ČR a navrhnou případné výjimky z technických požadavků, včetně odůvodnění. Podle požadavků zadavatele provádí úpravy zjištěných nedostatků na stroji a zhotovují dokumentaci konstrukčních úprav
- zkušební protokol vypracovaný technickou zkušebnou může být rovněž podkladem pro schválení jednotlivě dovezeného zvláštního vozidla obecním úřadem s rozšířenou působností
- Zaměstnanci provozovatele technické zkušebny jsou povinni zachovávat mlčenlivost o údajích, s nimiž se seznámí při provádění činností podle § 20 odst. 1. Tato povinnost trvá i po skončení pracovního poměru. Povinnosti zachovávat mlčenlivost mohou být tyto osoby zproštěny pouze osobou, v jejímž zájmu tuto povinnost mají, anebo ve veřejném zájmu vedoucím zaměstnancem, a to písemně s uvedením rozsahu a účelu

2.4 POVINNOSTI VÝROBCE A AKREDITOVANÉHO ZÁSTUPCE

Každý výrobce, který je držitelem osvědčení o schválení typu, je povinen [7]:

- zajistit výrobu a účinnou kontrolu pomocí systému řízení jakosti a kontroly výroby
- zajistit provádění zkoušek vyrobených silničních vozidel, jejich systémů, konstrukčních částí nebo samostatných technických celků na zkušebním zařízení určeném pro ověřování shodnosti se schváleným typem
- zajistit, aby výsledky zkoušek byly zaznamenávány do zkušebních knih a aby záznamy o zkouškách byly dostupné alespoň po dobu 10 let
- zajistit, aby po každé zkoušce vzorků nebo zkušebních dílů, při které se prokáže neshodnost se schváleným typem, byla přijata opatření k obnovení shodnosti příslušné výroby
- na výzvu ministerstva poskytnout ministerstvu silniční vozidlo, jeho konstrukční část nebo samostatný technický celek pro ověření plnění podmínek schválení typu a umožnit ministerstvu jejich ověření a poskytnout potřebné informace pro toto ověření po ukončení zkoušek ministerstvo vrátí vozidlo nebo jeho část výrobcí, pokud nebude dohodnuto jinak
- sledovat jím vyrobená silniční vozidla nebo systémy vozidla, konstrukční části vozidla nebo samostatné technické celky vozidla v provozu a na základě analýz poruch silničních vozidel nebo jejich systémů, konstrukčních částí a samostatných technických celků činit opatření pro udržení jejich technické způsobilosti
- umožnit ministerstvu pravidelné ověřování kontrolních postupů užívaných výrobcem pro zajištění shodnosti se schváleným typem
- umožnit ministerstvu kontrolu výroby a předložit kontrolující osobě zkušební knihy, záznamy o výrobě a umožnit jí odebrání vzorků ke zkoušení
- zajistit náhradní díly nejméně po dobu pěti let po ukončení výroby nebo dovozu
- poskytnout každému na vyžádání informace nezbytné k provozování silničního vozidla a informace o technických údajích silničního vozidla z doby jeho prvního uvedení do provozu

- poskytnout každému na vyžádání informace nezbytné k použití systému vozidla, konstrukční části vozidla nebo samostatného technického celku vozidla a jejich technické údaje
- opatřit silniční vozidlo identifikačním číslem silničního vozidla (VIN)
- vést elektronickou evidenci prohlášení o shodě a na výzvu předat údaje z této evidence ministerstvu
- při zjištění, že u jím vyrobených vozidel již uvedených na trh jeden nebo více systémů, konstrukčních částí nebo samostatných technických celků představuje závažné nebezpečí pro bezpečnost provozu na pozemních komunikacích, životní prostředí nebo život nebo zdraví člověka, oznámit toto zjištění ministerstvu a neprodleně zajistit odstranění těchto nedostatků
- pro silniční vozidla určená k uvedení na trh v České republice, která podléhají registraci podle tohoto zákona, vystaví výrobce technický průkaz silničního vozidla, vyznačí v něm údaje o shodě se schváleným typem silničního vozidla a technický popis vozidla. U silničních vozidel, která nepodléhají registraci vydá výrobce technické osvědčení silničního vozidla
- konstrukční části nebo samostatného technického celku je povinen na každou vyrobenou konstrukční část nebo samostatný technický celek vyrobené ve shodě se schváleným typem umístit označení obchodního názvu nebo značky nebo typové značky nebo čísla, pokud to vyžaduje prováděcí právní předpis

	ZDT s.r.o. NOVÉ VESELÍ CZECH REPUBLIC		
VIN	TK9N318401VNF5431	TYP VOZIDLA	NS 20
	Č. SCHVÁLENÍ	3427-07-03	kg
Max. přípustná hm. naloženého vozidla	20100 kg		
Max. příp. hm. na nápravu	1. 9000 kg	2. 9000 kg	3. kg
Svislé zatížení závěsného oka	2000 kg		

Obr.2 – Příklad VIN [9]

3 PŘEPRAVNÍ VOZY OBDOBNÉ HMOTNOSTNÍ KATEGORIE

Pro rešerši je nutné si stanovit parametry, které by měl vlek splňovat v souladu se zadáním.

- konstrukce vleku uzpůsobena pro třístranné sklápění
- maximální nosnost 3000 kg
- maximální přepravní rychlost 30 km/h

Při průzkumu tuzemského trhu bylo dospěno k závěru, že nabídka návěsů těchto parametrů je velmi omezená. Většina výrobců preferuje větší vlekky uzpůsobené za větší a výkonnější traktory. Proto navrhovaný návěs bude vhodný spíše za menší traktory.

Pro porovnání je zde několik uvedených známých výrobců. ZDT Nové veselí, Gregor a syn, Deza Jihlava, Šálek s.r.o. a Polský výrobce CynkoMet a URSUS.

3.1 ZDT NS 3

Firma ZDT Nové Veselí disponuje nabídkou návěsů, přívěsů, tak i nosičů nástaveb a ostatních zemědělských strojů různých hmotnostních kategorií. V této modelové řadě třístranně sklopných vleků ZDT NS nabízí vlekky s nosností 3 až 8 tun.

Varianta ZDT NS 3 (viz. obr.3) je třístranně sklopný vlek s nosností 3000 kg a pohotovostní hmotností 890 kg bez nástavků. Disponuje ložnou plochou 2950 x 1870 x 400 mm bez nástavků, brzděnou nápravou se vzduchovými brzdami a pneumatikami 10.0/75-15,3. Jako volitelné příslušenství nabízí nástavky bočnic vysoké 400 mm, LED osvětlení, rolovací plachtu a různé typy pneumatik s možností jiných rozměrů při individuální konzultaci s výrobcem [10].



Obr.3 – ZDT NS 3 [10]

3.2 MOLČÍK EDK 4000

Firma Gregor a Syn nabízí návěsy a přívěsy různých kategorií a nosností. V řadě EDK vleky s nosností 2,1 až 4,2 tuny.

Návěs EDK 4000 (viz. obr.4) je třístranně sklopný s nosností 3000 kg a pohotovostní hmotností 1000 kg bez nástavků. Ložná plocha vleku je 3400 x 1850 x 400 mm bez nástavků, brzděnou nápravou se vzduchovými brzdami. Standartně se vlek dodává s pneumatikami 10.0/75-15,3. Firma poskytuje i příplatkové vybavení jako je centrální otevírání zadního čela, rezervu včetně držáku, zesílenou podlahu a nástavky bočnic vysoké 500 mm [2].



Obr.4 – Molčík EDK 4000 [2]

3.3 CYNKOMET T 117

Polská firma CynkoMet přišla na tuzemský trh skrze společnost Polagro s vleky od 3,5 do 14 tun.

Návěs CynkoMet T 117 (viz. obr.5) je nejmenším třístranně sklopným modelem v nabídce. Disponuje nosností 3500 kg a pohotovostní hmotností 1165 kg, ložná plocha činí 3320 x 1818 x 500 mm bez nástavků. Ve standartním provedení je vlek osazen pneumatikami 11.5/80-15,3 a obsahuje centrální otevírání na každé z otevíracích bočnic, firma poskytuje nástavky za příplatek [11].



Obr.5 – CynkoMet T 117 [11]

3.4 ŠÁLEK ANS-3500

Agroservis Šálek je malá rodinná firma z Prostějovska, která dodává na trh především malotraktory, ale také návěsy a ostatní zemědělskou a lesnickou techniku.

ANS-3500 (viz. obr.6) je nejvyšším modelem v sortimentu firmy Šálek, jedná se o třístranně sklopný návěs s nosností 2700 kg a pohotovostní hmotností 800 kg bez nástavků. Nabízí ložnou plochu 2950 x 1710 x 545 bez nástavků. Návěs je brzděn nájezdovou brzdou, v základním provedení je vleč osazen pneu 10.0/75-15,3. Za příplatek je možno dokoupit nástavky [12].



Obr.6 – ANS-3500 [12]

3.5 POROVNÁNÍ NÁVĚSŮ

V následující tabulce provedu zhodnocení návěsů dle dostupných informací.

Tab.1 – Porovnání konkurenčních návěsů [2; 10; 11; 12]

	ZDT NS 3	Molčík EDK 4000	CynkoMet T 117	ANS-3500
Nosnost [kg]	3000	3000	3500	2700
Pohotovostní hmotnost [kg]	890	1000	1165	800
Ložná plocha (d x š x v) [mm]	2950 x 1870 x 400	3400 x 1850 x 400	3320 x 1818 x 500	2950 x 1710 x 545
Brzdy	vzduchové	Vzduchové	vzduchové	Nájezdové
Centrální otevírání	Ne	Ano	Ano	Ne

Návěs Šálek ANS-3500 vyniká svou nízkou pohotovostní hmotností, nevýhodou je použití nájezdové brzdy, která však není dle legislativy nutná.

Molčík EDK 4000 a CynkoMet T 117 disponují centrálním otevíráním zadního čela nástavby, což usnadňuje výsyp v případě sypkých materiálů.

ZDT NS3 poskytuje ideální kombinaci všech parametrů jako je nízká hmotnost a vzduchové brzdy v kombinaci s menšími celkovými rozměry.

4 KONCEPČNÍ NÁVRH PŘEPRAVNÍHO VOZU

Návěs má několik důležitých komponent jako je rám, nástavba, náprava, které musí být správně vyrobeny a splňovat stanovené parametry, aby byla zajištěna bezporuchová funkce.

Při návrhu je nezbytné dodržet zadané hodnoty jako je možnost třístranného sklápění, manuálního otevírání bočnic, nosnost návěsu 3000 kg, maximální přepravní rychlost 30 km/h a hydraulické sklápění s pohonem od traktoru.

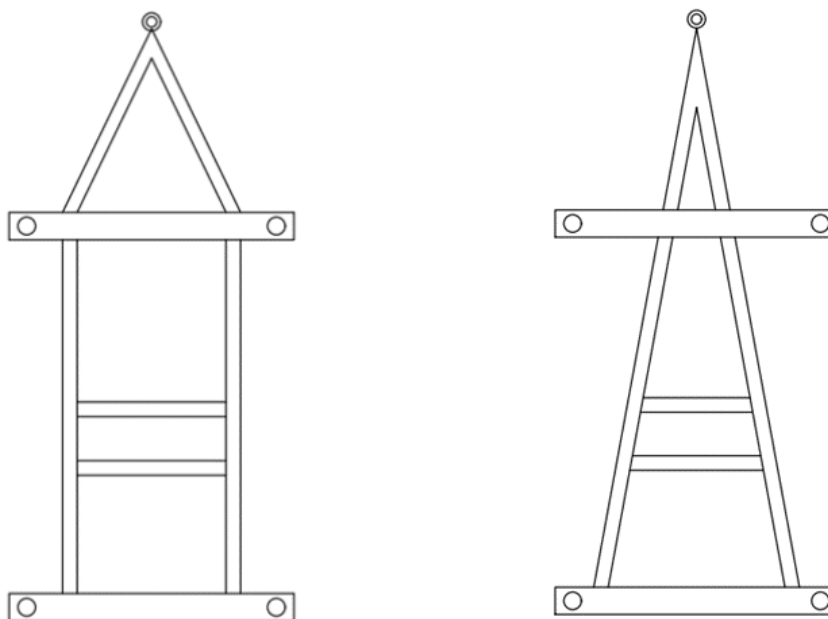
4.1 RÁM

Jedná se o hlavní nosný prvek celého návěsu. Konstrukce musí být dostatečně tuhá a odolná vůči všem druhům namáhání, ať statického či dynamického charakteru. Provedení rámu také zásadně ovlivňuje chování návěsu při jízdě [1].

Rám je sestaven z příčných a podélných nosníků. Nejčastěji se vyrábí z profilu UPE, IPE nebo uzavřených obdélníkových profilů z běžně dostupných ocelí S235JR a S355J0. Nejrozšířenější metodou spojování profilů je svařování, zejména díky své rychlosti, tuhosti a ceně spojů, díky tomuto druhu výroby je nutné zajistit svařitelnost profilů, zřídka lze vidět šroubované a nýtované spoje. K povrchové úpravě povrchů se používá lakování zejména syntetickými a epoxidovými barvami nebo zinkování, které je zpravidla dražší [1].

Primárně se používají 2 typy rámu, obdélníkový a trojúhelníkový. Trojúhelníkový rám (viz. obr. 7 vpravo) se užívá primárně u návěsů s nižší nosností okolo 3 až 7 tun. Obdélníkový (viz. obr. 7 vlevo) se používá pro návěsy s vyšší nosností. Jelikož dnes jsou na trhu žádanější vysoko tonážní návěsy, používá se častěji obdélníkový rám [1].

Vzhledem k zadané nosnosti je nejvhodnějším řešením trojúhelníkový tvar rámu z uzavřených obdélníkových profilů.



Obr.7 – Rozdělení rámu dle tvaru (vlevo obdélníkový, vpravo trojúhelníkový)

4.2 NÁSTAVBA NÁVĚSU

V zásadě existují 2 typy nástavby, výměnná nebo pevná. Výměnné systémy (viz. obr.8) se dnes velmi používají z důvodu potřeby pouze jednoho podvozku, a tudíž ušetření nákladů na provoz každého vleku. Užívají se různé druhy nástaveb od velkoobjemových, přes cisterny až po rozmetadla. Lze je rozdělit i podle druhu sklápění na nesklopné, jednostranně, dvoustranně nebo třístranně sklopné. Pro výrobu se využívají stejné typy profilů jako u rámu, spojování je opět realizováno svařováním. Pro uložení na rám vleku se používají kulové, nebo válcové čepy, popřípadě u nesklopné varianty je rám nástavby pevně spojen s rámem podvozku [1].

Pro navrhovaný návěs je volena pevná nástavba spojená s rámem pomocí kulových čepů, umožňujících třístranné sklápění.



Obr.8 – Výměnný systém Annaburger [13]

4.3 BOČNICE

Bočnice vleku zabraňují úniku převáženého materiálu mimo ložnou plochu nástavby. Lze je rozdělit do dvou kategorií, s dřevěnou výdřevou nebo s ocelovou výplní. Dřevěná výdřeva nemá příliš velkou životnost ani při opatření ochrannými nátěry, ocelová podléhá korozi, avšak životnost je mnohonásobně vyšší. Pro ocelovou výplň lze použít rovný plech, nebo speciální bočnicové profily, tento bočnicový profil bude použit v návrhu z důvodu vyšší odolnosti a tuhosti (viz. obr.15) [1].

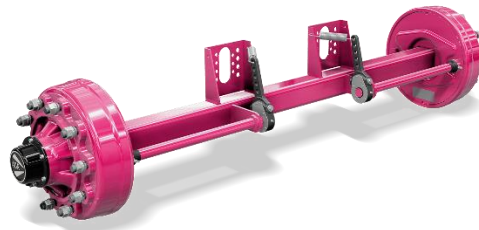


Obr.15 – Kompletní systém bočnic [14]

4.4 NÁPRAVA

Pro nápravy se využívá nosný průřez kruhového nebo obdélníkového tvaru. V závislosti na nosnosti a velikosti návěsu se používají jednoosá (viz. obr.9) nebo víceosá řešení. Dále je lze rozdělit na nápravy pevné a odpružené, přičemž odpružení zajišťuje ve většině případů svazek listových nebo parabolických pružin. V sortimentu lze nalézt i nápravy řízené a neřízené, řízené nápravy se používají u víceosých vleků z důvodu zlepšení manévrovatelnosti při zatáčení a couvání. Dále nápravy hnané, nehnané, kdy hnané nápravy mají své využití především u lesních vyvážek. Malé nápravy se vyrábí i nebrzděné. [1].

Pro návrh bude použita jedna neodpružená náprava, pneumaticky brzděná od firmy ADR.



Obr.9 – Brzděná náprava firmy ADR [15]

4.5 PŘÍPOJNÉ ZAŘÍZENÍ

Přípojně zařízení slouží jako mezičlánek mezi vlekem a traktorem. Dle výšky jsou navrhovány k připojení do spodního nebo horního (etážového) závěsu traktoru. Nejpoužívanější je závěs s tažnou koulí (viz. obr.10) a závěs s čepem (viz. obr.11). Závěs je konstruován i pro přenášení části hmotnosti připojeného vozidla, například u návěsu.

Na vleků lze použít tažné oko pro připojení do závěsu s čepem, nebo tažnou miskou pro připojení na tažnou kouli, která se používá spíše u větších návěsů. Obě jsou spojeny šrouby s rámem vleku skrze nosnou desku se závity, kde lze snadno změnit výšku přípojněho zařízení pomocí změny polohy šroubů. K realizování bude použito tažné oko [1].



Obr.10 – Závěs traktoru s tažnou koulí K80 [16]

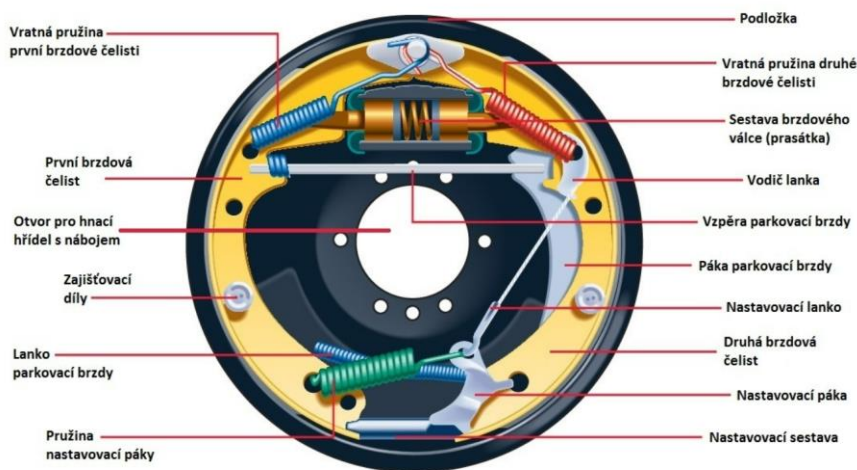


Obr.11 – Etážový závěs traktoru s čepem [17]

4.6 BRZDNÝ SYSTÉM

U zemědělských vleků se používají bubnové (viz. obr.12) a kotoučové brzdy, u vleků s menší nosností bývá použit systém nájezdové brzdy, u větších pneumatické brzdy s jedním nebo více okruhy, kde stlačený vzduch je do vzdušníku vleku dodáván z kompresoru traktoru. Popis konstrukce bubnové brzdy je uveden v obr.12 [18].

V návrhu budou použity bubnové brzdy ovládané pneumaticky, ačkoli legislativa umožňuje i systém nájezdové brzdy. Pneumatické brzdy budou použity jednookruhové.



Obr.12 – Bubnová brzda [18]

4.7 SKLÁPĚCÍ SYSTÉM

U vyráběných vleků se používá hydraulické sklápění, pro malé vleký lze použít i ruční sklápění (viz. obr.13) v minulosti byla snaha výrobců používat pneumatické sklápění, to se však v praxi neosvědčilo. Důležitým faktorem pro výběr systému sklápění je sypný úhel daného materiálu/suroviny, na který má být vlek dimenzován. Materiály, pro které je vlek primárně určen jsou uvedeny v tab. 2.

Tab.2 – Sypné úhly základních materiálů [19]

Materiál	Písek (suchý)	Písek (mokrý)	Štěrk	Zemina	Obilí
Sypný úhel	34°	45°	45°	30-45°	27°



Obr.13 – Ruční mechanický sklápěcí systém

4.7.1 HYDRAULICKÝ/PNEUMATICKÝ VÁLEC

Hydraulické válce se sestávají z několika stupňů dle potřebné délky vysunutí, pro pohon se používá hydraulické čerpadlo od traktoru, rychlost zdvihu záleží na průtoku čerpadla, pro připojení jsou použity rychlospojky různých typů. Pneumatický válec využívá stlačený vzduch, který je nahuštěn do vzdušníku vleku skrze kompresor traktoru, pro připojení jsou použity speciální vzduchové hlavice. Nevýhodou pneumatického sklápění je nutnost dalších vzdušníků na vleku. Z tohoto důvodu bude použito hydraulické sklápění, zejména díky nižší hmotnosti celé soustavy sklápění.

4.7.2 ULOŽENÍ VÁLCE

K uložení se používá tzv. kolébka, vhodná pro třístranné sklápění, nebo kulový systém s pojistkou a maticí. Ten umožňuje pouze dvoustranné sklápění, býval použit zejména u vleků BSS Senice na Hané. Uložení navrhovaného hydraulického válce bude skrze kolébku (viz. obr.14) [20].



Obr.14 – Hydraulický válec s kolébkou firmy Hydroliner [20]

5 UPŘESNĚNÍ KONSTRUKCE S NÁVRHEM KOMPONENT

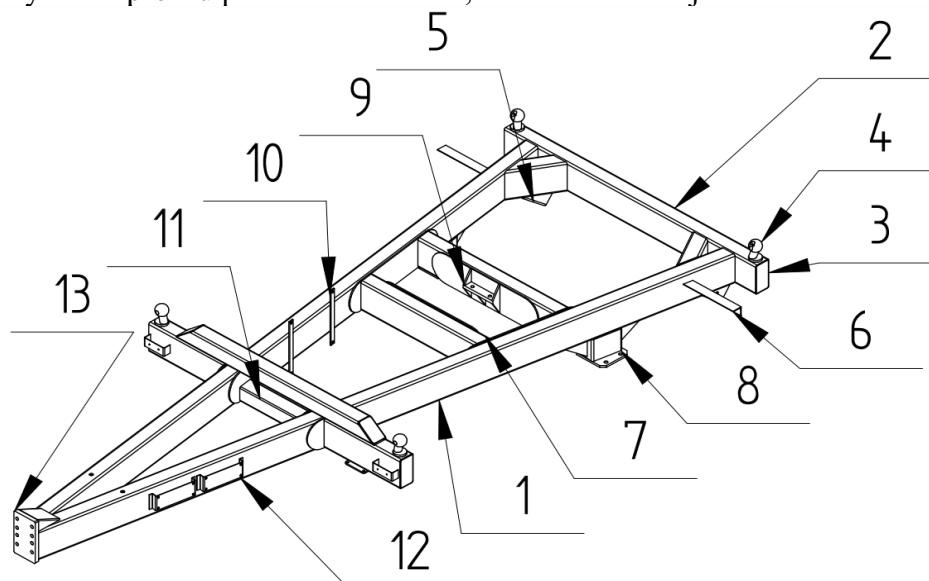
5.1 RÁM NÁVĚSU

Rám navrhovaného návěsu má trojúhelníkový tvar (viz. obr.16), kdy je tvořen dvěma hlavními nosníky a kratšími příčnými. Hlavní a příčné nosníky jsou z uzavřených obdélníkových profilů o průřezu 160 x 80 x 6 mm (poz.1), jedná se o silnostěnné profily z konstrukční oceli S355J0, které byly voleny s ohledem na tuhost a zaručenou svařitelnost soustavy.

Zakončení rámu je příčným nosníkem stejného průřezu (poz.2), konce nosníku jsou zavařeny krytkou, která zabraňuje vniku nečistot (poz.3). Na konci nosníku jsou navařeny sklápěcí koule pro uložení nástavby (poz.4). V zadní části je rám opatřen výztuhami z profilu o stejné velikosti a ze spodní strany výřezy z profilu opatřeny dírami, sloužící k přišroubování nárazníku (poz.5). Nárazník slouží jako deformační součást v případě kolize, zabraňuje podjetí a zároveň slouží k umístění zadních světel a registrační značky. L profily 50x50x4 slouží jako držáky zástěrek (poz.6).

V místě uložení hydraulického válce jsou 2 příčné nosníky stejného průřezu (poz.7), jsou vyztuženy navařenými plechy o tloušťce stěny nosníku, sloužící k rozložení napětí po průřezu. Uložení nápravy je realizováno svislými profily (poz.8), opatřeny výztuhami trojúhelníkového tvaru, zabezpečujícími pevnou polohu nápravy, na konci profilu je navařena deska, sloužící k přišroubování nápravy pomocí třmenů. Střed příčných profilů je také vyztužen, jelikož se jedná o místo uložení hydraulického válce. Na čele profilu je navařen držák pro uchycení ložisek válce (poz.9). Z druhé strany je držák pro omezovač zdvihu. Před příčnými profily z vnitřní strany jsou navařeny ploché tyče s dírami, pro uložení vzdušníku (poz.10). Z vnější strany plech pro regulační ventil pneumatických brzd.

V přední části je spoj příčného a podélného nosníku opatřen taktéž výztuhami v podobě plechu, v horní části je navařena výztuha z uzavřeného obdélníkového profil 80 x 80 x 4 mm, taktéž i ve spodní části rámu (poz.11). Mezera mezi profily slouží k protažení hadic a elektroinstalace. Profily jsou opatřeny krytkou obdobně jak v zadní části, na koncích nosníku jsou navařeny sklápěcí koule a na čela profilů držáky pro přední osvětlení. Před profily směrem k tažnému oku jsou navařeny plechy pro připevnění držáku zakládacích klínů (poz.12). V části umístění tažného oka je navařena deska, sloužící pro přišroubování tažného oka, opatřena je výztuhou v podobě výřezu z profilu podélného nosníku, zároveň zabraňuje vniknutí nečistot (poz.13).

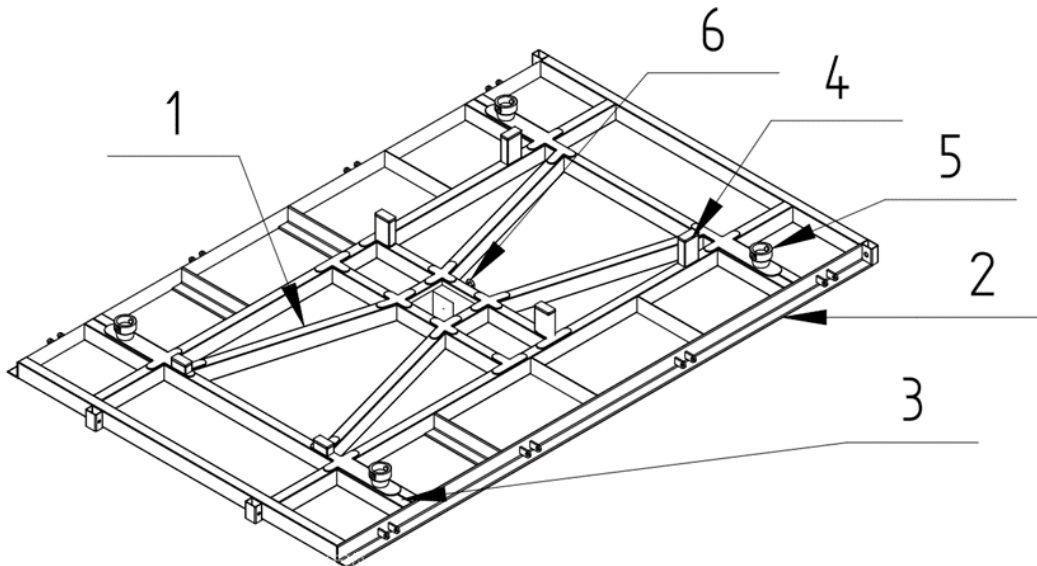


Obr.16 – Rám návěsu

5.2 NÁSTAVBA

5.2.1 RÁM NÁSTAVBY

Zvolená pevná nástavba (viz. obr.17) je tvořena rámem z uzavřených obdélníkových profilů 80 x 50 x 4 mm (poz.1) z oceli S355J0. Rám nástavby vyniká větším počtem příčných nosníků v hlavní podélné a příčné části. Vnější podélné a některé příčné nosníky jsou tvořeny L profily 80 x 60 x 6 (poz.2), z důvodu snížení hmotnosti, jelikož se jedná o méně namáhaná místa. V místě uchycení sklápěcích misek jsou z důvodu zvýšení tuhosti a únosnosti navařeny dva profily (poz.3) vedle sebe a překlátovány plechem, obdobně jako u rámu z důvodu rozložení napětí. V namáhaných místech jsou profily ze spodní strany vyztuženy tvarovým plechem. Na některých místech spodní strany nástavby jsou navařeny dorazy, s pryžovým koncem (poz.4), sloužící k rozložení hmotnosti nástavby a nákladu, vyhýbáme se tak tomu, aby bylo všechno zatížení přenášeno přes sklápěcí koule (poz.5). Ve střední části je navařeno závěsné oko pro ukotvení lana, sloužící k regulaci omezovače zdvihu (poz.6). Podlaha je z plechu 4 mm. Ložná plocha je 2930x1850 mm.



Obr.17 – Rám nástavby návěsu

5.2.2 BOČNICE A PANTY

Součástí nástavby jsou bočnice a panty zajišťující polohu bočnic. Panty jsou odnímatelné, zajištěné čepem se závlačkou proti axiálnímu pohybu. Přední a zadní panty jsou z uzavřených profilů 60 x 40 x 3 mm. Bočnice jsou dle zadání vysoké 400 mm, přičemž lze použít i nástavky, které zaručí nárůst výšky o dalších 400 mm. Bočnice se skládají z rámečku a bočnicového profilu. Pro rámeček byl použit uzavřený profil 30 x 25 x 2 mm a na bočnice je použit bočnicový profil HVkT 350/2 mm (viz. obr.18) jehož dodavatelem je firma ALSAP s.r.o. [21].

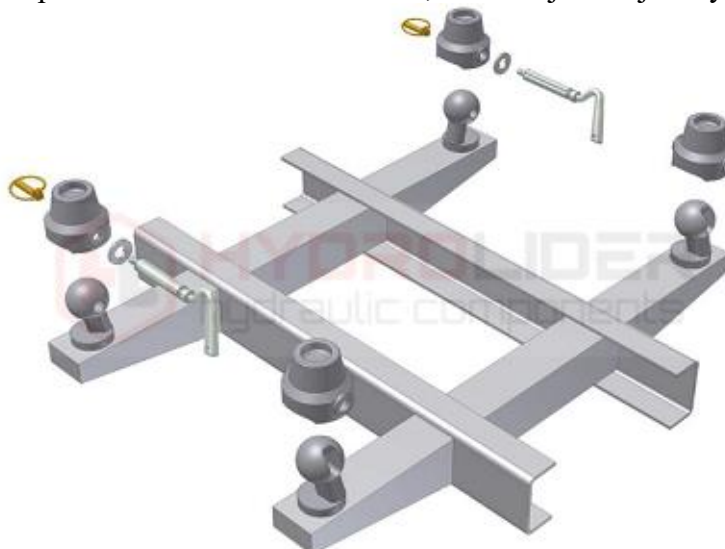


Obr.18 – Bočnicový profil HVkT 350/2 [21]

5.3 SKLÁPĚNÍ

5.3.1 ULOŽENÍ NÁSTAVBY

K uložení nástavby byly použity sklápěcí koule firmy Hydroliner s nosností 4 t (viz. obr.19), umožňující třístranné sklápění pomocí změny polohy čepu. Misky mají v díře pro čep drážku zabezpečující stálou polohu bez možnosti uvolnění, zároveň jsou zajištěny závlačkou [22].



Obr.19 – Sklápěcí koule Hydroliner [22]

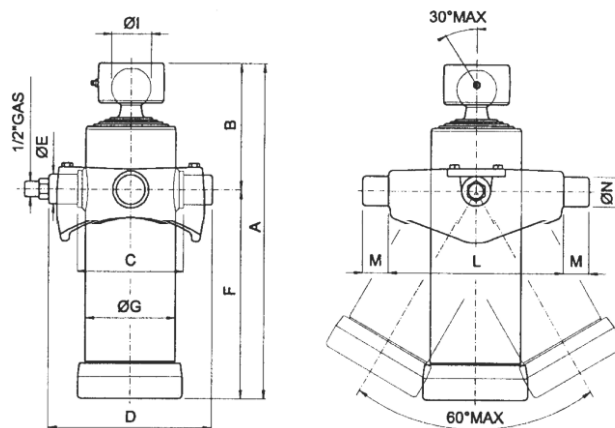
5.3.2 HYDRAULICKÝ VÁLEC

Při výběru bylo využito katalogu firmy Trans-technik. Pro vyklápění byl zvolen hydraulický válec typu M, se čtyřmi teleskopy, výsuvem 1070 mm a maximálním zatížením koule 14 t, parametry uvedeny v tab. 3. Orientační volba proběhla dle tabulky výrobce (viz. obr.20). Označení válce dle katalogu 0721 107.408, válec je umístěn od sklápěcí koule přibližně DP=1100 mm [23].

URČENÍ ROZMĚRŮ A TYP HYDRAULICKÉHO VÁLCE

Rozměr DP mm	Zdvih válce CT		
	doporučený úhel $\alpha = 50^\circ$		
	45°	50°	55°
900	690	760	835
1 000	765	845	925
1 100	845	930	1 020
1 200	920	1 015	1 110
1 300	995	1 100	1 205
1 400	1 075	1 185	1 295
1 500	1 150	1 270	1 390
1 600	1 225	1 355	1 480
1 700	1 300	1 440	1 575
1 800	1 380	1 525	1 665
1 900	1 455	1 605	1 760
2 000	1 530	1 690	1 850
2 100	1 610	1 775	1 945
2 200	1 685	1 860	2 035
2 300	1 760	1 945	2 130
2 400	1 840	2 030	2 220
2 500	1 915	2 115	2 315
2 600	1 990	2 200	2 405
2 700	2 065	2 285	2 500
2 800	2 145	2 370	2 590
2 900	2 220	2 450	2 685
3 000	2 300	2 535	2 775
3 200	2 450	2 705	2 960
3 400	2 605	2 875	3 145
3 600	2 755	3 045	3 330
3 800	2 910	3 215	3 515

Obr.20 – Tabulka výrobce Trans-technik[23]



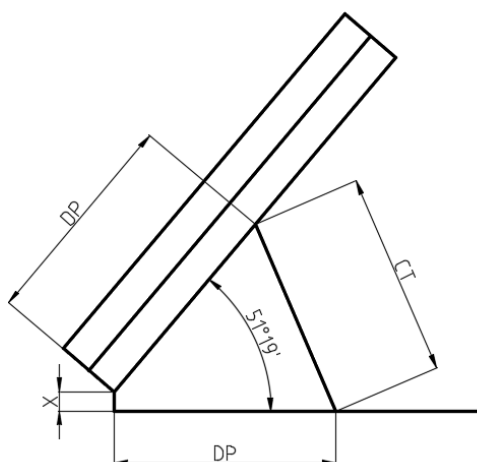
Obr.21 – Hydraulický válec 0721 107.408 [23]

Tab.3 – Parametry zvoleného hydraulického válce [23]

Zdvih CT [mm]	1070
Počet teleskopů	4
Max. zatížení koule [t]	14
Max. zatížení kardanu [t]	10
A [mm]	453
B [mm]	171
C [mm]	148
D [mm]	228
E [mm]	40
F [mm]	282
G [mm]	125
I [mm]	55
L [mm]	230
M [mm]	40
N [mm]	40
Objem Oleje [dm ³]	6,7
Hmotnost [kg]	31,9

OVĚŘENÍ SKLOPNÉHO ÚHLU SE ZVOLENÝM VÁLCEM

Pro konstrukci bylo nezbytné ověřit sklopný úhel, zda vyhovuje pro uvedené materiály.



Obr.22 – Skutečný sklopný úhel

Sklápění dozadu $51^{\circ} 19'$ je vyhovující pro běžné materiály.

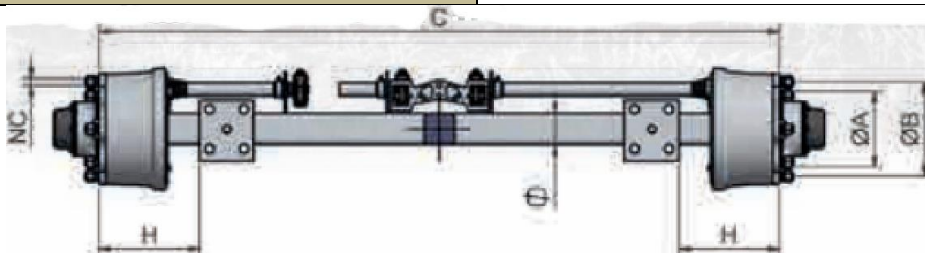
Sklápění do boku 50° - jelikož by byl boční úhel při plném výsuvu velmi velký, byl použit omezovač zdvihu, který byl nastaven na maximální hodnotu úhlu 50° , která je dostačující pro běžné materiály.

5.4 NÁPRAVA

Pro návrh byla vybrána náprava z katalogu ADR Systém s označením FF 306E 300x60 A70MA6FF N1500 (viz.obr.23,tab.4)). Jedná se o brzděnou nápravu s nosností 6000 kg a konstrukční rychlostí 40 km/h, náprava bude upevněna pomocí třmenů k rámu návěsu [12].

Tab.4 – Parametry zvolené nápravy [12]

Nosnost[kg]	6000
Konstrukční rychlost	40 km/h
Rozměr čtyřhranu nápravy [mm]	70
Vzdálenost uchycení nápravy [mm]	290
Typ matice kola	6xM18
Uchycení disku (roztečná kružnice x průměr středového otvoru) [mm]	205x160



Obr.23 – Zvolená náprava ADR[12]

5.5 PŘÍPOJNÉ ZAŘÍZENÍ A OPĚRNÁ NOHA

Pro připojení bylo zvoleno tažné oko s přírubou cat. E3 s připojovací hmotností vleku 6000 kg (viz.obr.24) a maximálním svislým zatížením 15 000 N. Oko splňuje homologaci It 3*0250 cat E3, parametry uvedeny v tab.5 [24].

Tab.5 – Parametry zvoleného přípojného zařízení[24]

Maximální hmotnost vleku [kg]	6000
Maximální svislé zatížení (F_{ROmax}) [N]	15000
Průměr tažného oka [mm]	35
Homologace	3*0250 cat.E3

Jako opěrná noha byl vybrán model od výrobce A.M.A.S.P.A. s nosností 1000 kg (viz. obr.25) a výsuvem 300 mm, nožička díky otočnému čepu zajišťuje nejvyšší možnou přepravní výšku. Parametry uvedeny v tab.6. Nosnost bude ověřena výpočtem [25].

Tab.6 – Parametry zvolené opěrné nohy[25]

Nosnost [kg]	1000
Výrobní označení	Simol M214
Výsuv [mm]	300
Rozměr kola [mm]	275x70



Obr.24 – Tažné oko [24]



Obr.25 – Mechanická opěrná noha[25]

5.6 DISKY A PNEUMATIKY

Pro nápravu ADR jsou výrobcem uvedeny použitelné disky a pneumatiky, konkrétně disk 9.00-15,3 6d. ET-0 od dodavatele Agrozet České Budějovice [26].

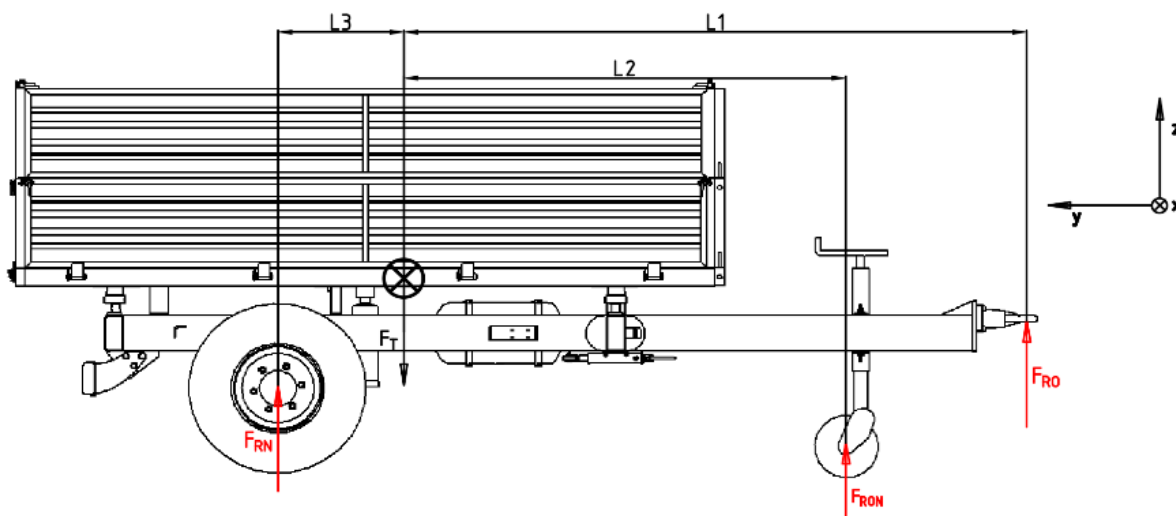
K diskům je předepsán i vhodný rozměr pneumatik, zde byly zvoleny MITAS 10.0/75-15,3 18 PR. Jedná se o osmnácti plátňové pneumatiky s duší 10-15 HS, které jsou určeny pro těžké podmínky a vyznačují se vysokou kvalitou [27].

6 ANALYTICKÉ VÝPOČTY

Následující kapitola se zaměřuje na analytické výpočty pro několik základních zátěžných stavů souvisejících s provozem návěsu.

6.1 VÝPOČET REAKČNÍCH SIL

Při výpočtu zátěžné síly F_T je uvažováno rovnoměrně rozložený náklad po ložné ploše nástavby a celkovou hmotnost návěsu včetně nástavek bočnic. Hmotnost nákladu m_n je předepsaných 3000 kg. Vlastní hmotnost návěsu m_v je 1230 kg, byla zjištěna pomocí software Solid Edge, taktéž i poloha těžiště. Výsledná hmotnost je pak součtem dílčích hmotností.



Obr.26 – Rozložení základních sil včetně těžiště

VÝPOČET ZÁTĚŽNÉ SÍLY

$$F_T = (m_n + m_v) \cdot g \quad (1)$$

$$F_T = (3000 + 1230) \cdot 9,81$$

$$F_T = 41496,3 \text{ N}$$

Kde:

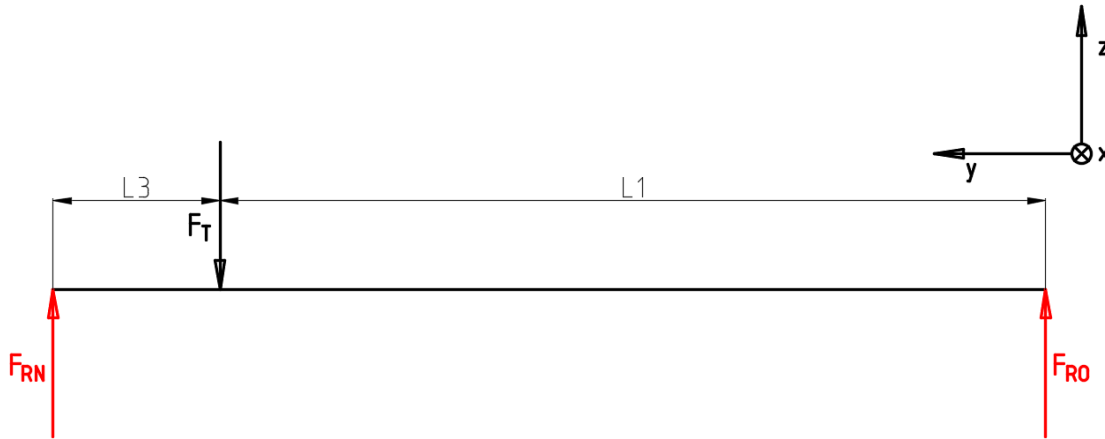
F_T Zátěžná síla celého návěsu

$m_v=1230$ kg Vlastní hmotnost návěsu

$m_n=3000$ kg Hmotnost nákladu

6.1.1 KONTROLA TAŽNÉHO OKA

Rám návěsu bude řešen jako nosník na dvou podporách, kde F_{RO} je reakční síla, kterou působí tažné oko a F_{RN} reakční síla od nápravy. Tento výpočet sloužit pro kontrolu navrženého tažného oka.



Obr.27 – Rozložení základních sil nápravy a tažného oka včetně těžiště (schematicky)

$$\sum M_{x_0} = 0; -F_T \cdot (L1) + F_{RN} \cdot (L3 + L1) = 0 \quad (2)$$

$$F_{RN} = \frac{F_T \cdot (L1)}{(L1 + L3)}$$

$$F_{RN} = \frac{41496,3 \cdot (2650)}{(2650 + 560)}$$

$$F_{RN} = 34257 \text{ N}$$

$$\sum F_Z = 0; F_{RO} - F_T + F_{RN} \quad (3)$$

$$F_{RO} = F_T - F_{RN}$$

$$F_{RO} = 41496,3 - 34257$$

$$F_{RO} = 7239,3 \text{ N}$$

Kde:

F_{RO} Reakční síla tažného oka

F_{RN} Reakční síla nápravy

$L1=2650 \text{ mm}$ Vzdálenost osy tažného oka od těžiště návěsu

$L3=560 \text{ mm}$ Vzdálenost osy nápravy od těžiště návěsu

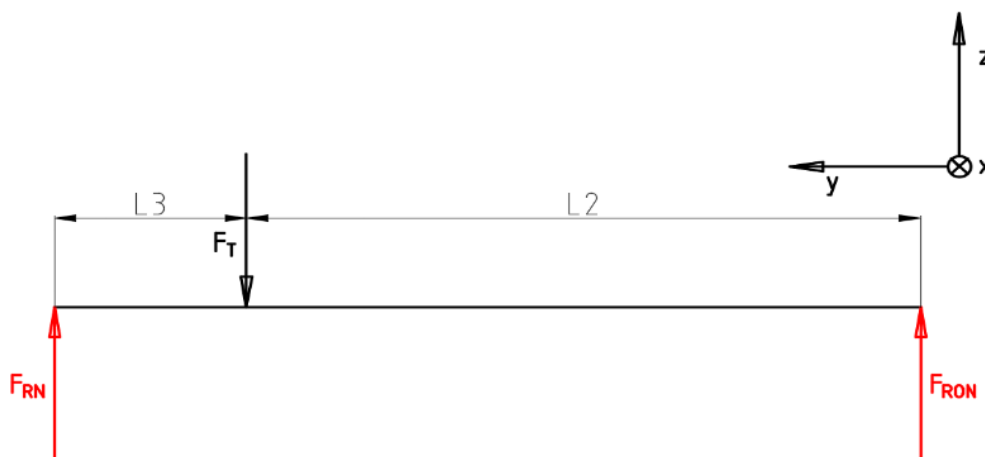
Pro ověření správnosti návrhu tažného oka musí platit podmínka, kde $F_{RO} < F_{ROmax}$ (Maximální svislé zatížení tažného oka (viz. Tab. 5)).

$$7239,3 \text{ N} < 15000 \text{ N}$$

Navržené přípojné zařízení splňuje podmínku svislého zatížení, je tedy **vyhovující**.

6.1.2 KONTROLA OPĚRNÉ NOHY NÁVĚSU

Rám návěsu bude opět řešen jako nosník na dvou podporách, kde F_{RON} je reakční síla, kterou působí opěrná noha při odpojení vleku a F_{RN} reakční síla od nápravy. Tento výpočet slouží pro kontrolu navržené opěrné nohy.



Obr.28 – Rozložení základních sil nápravy a opěrné nožičky včetně těžiště (schematicky)

$$\sum M_{x0} = 0; -F_T \cdot (L2) + F_{RN} \cdot (L3 + L2) = 0 \quad (4)$$

$$F_{RN} = \frac{F_T \cdot (L2)}{(L2 + L3)}$$

$$F_{RN} = \frac{41496,3 \cdot (1860)}{(1860 + 560)}$$

$$F_{RN} = 31893,9 \text{ N}$$

$$\sum F_z = 0; F_{RO} - F_T + F_{RN} \quad (5)$$

$$F_{RON} = F_T - F_{RN}$$

$$F_{RON} = 41496,3 - 31893,9$$

$$F_{RON} = 9602,4 \text{ N}$$

Kde:

F_{RON} Reakční síla opěrné nožičky

F_{RN} Reakční síla nápravy

$L2=1860 \text{ mm}$ Vzdálenost osy opěrného kolečka od těžiště návěsu

$L3=560 \text{ mm}$ Vzdálenost osy nápravy od těžiště návěsu

Pro ověření správnosti návrhu opěrné nohy musí platit podmínka, $m_{ON} < m_{ONmax}$, kde m_{ON} zjistíme z reakční síly F_{RON} , jelikož udávaná nosnost výrobcem je v kg (viz. Tab.6).

$$m_{ON} = \frac{F_{RON}}{g} \quad (6)$$

$$m_{ON} = \frac{9602,4}{9,81}$$

$$m_{ON} = 978,8 \text{ kg} < 1000 \text{ kg}$$

Kde:

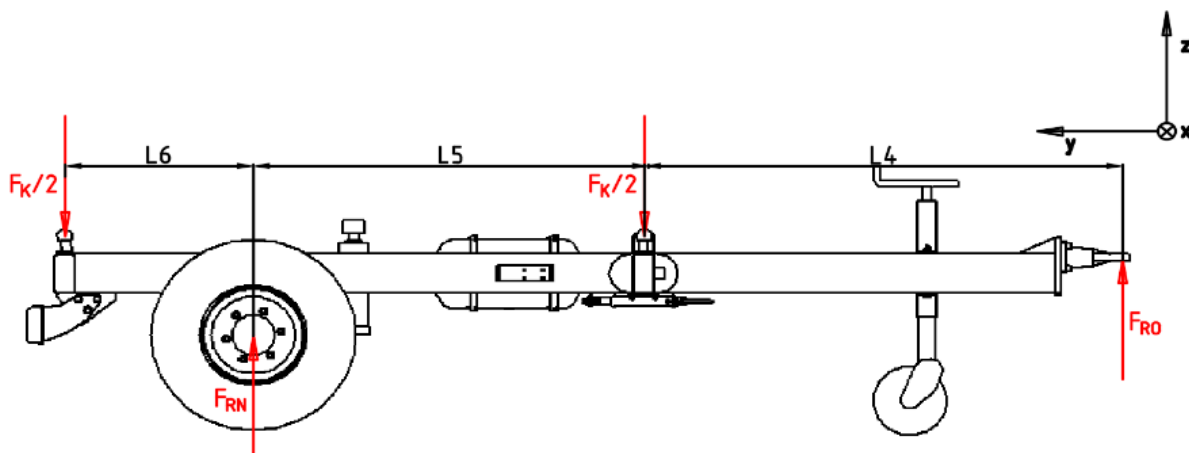
m_{ON} Hmotnost připadající na opěrnou nohu

$m_{ONmax}=1000 \text{ kg}$ Maximální nosnost opěrné nohy (viz. Tab. 6)

Navržená opěrná noha splňuje podmínku zatížení, je tedy **vyhovující**.

6.2 KONTROLA PODÉLNÝCH NOSNÍKŮ NA OHYB

Při výpočtu zátěžné síly nastavby F_K je uvažována celková hmotnost nastavby včetně nástavek bočnic a nákladu. Předpokladem je rovnoměrně rozložený náklad po ložné ploše nastavby. Hmotnost nákladu m_n je předepsaných 3000 kg a vlastní hmotnost nastavby m_k byla zjištěna pomocí software Solid Edge. Jelikož uvažuji rovnoměrné rozložení lze symetricky rozložit celkovou sílu na 4 sklápěcí koule.



Obr.29 – Rozložení základních sil nápravy a tažného oka včetně síly na sklápěcí koule

VÝPOČET ZÁTĚŽNÉ SÍLY

$$F_K = (m_n + m_k) \cdot g \quad (7)$$

$$F_K = (3000 + 650) \cdot 9,81$$

$$F_K = 35806 \text{ N}$$

Kde:

F_K	Zátěžná síla od nástavby
$m_n=650 \text{ kg}$	Hmotnost nákladu
$m_k=3000 \text{ kg}$	Vlastní hmotnost nástavby

MEZ KLUZU

Pro výpočet je nutno mez kluzu korigovat pomocí součinitele dynamického zatížení, jelikož výpočty jsou pouze statické zatížení, ale ve skutečnosti bude návěs zatěžován dynamicky, lze zavést i součinitel spolehlivosti pro ocelové konstrukce dle normy ČSN EN 1993-1-9. [28][29]

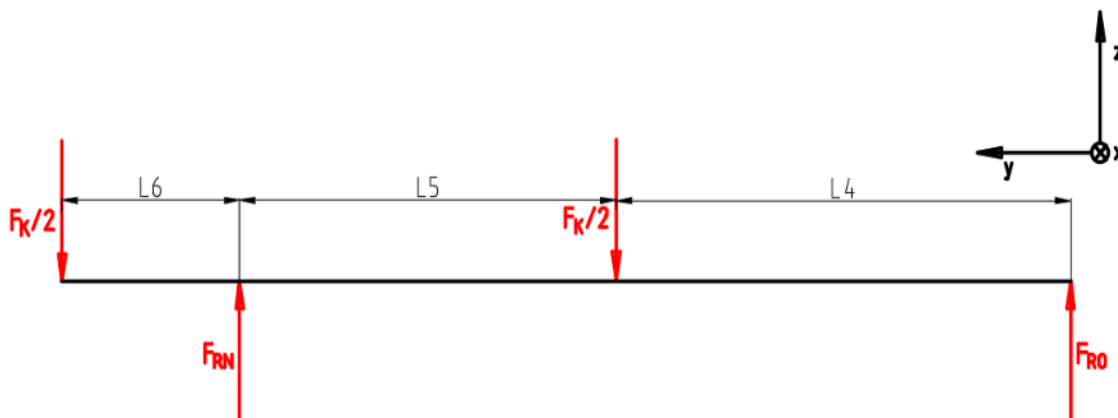
$$R_e = \frac{R_{emin}}{\gamma_{Mf}} \cdot f_d \quad (8)$$

$$R_e = \frac{355}{1,15} \cdot 0,9$$

$$R_e = 277,8 \text{ MPa}$$

Kde:

$R_{emin}=355 \text{ MPa}$	Mez kluzu oceli S355J0[28]
$\gamma_{Mf}=1,15$	Součinitel spolehlivosti pro ocelové konstrukce[29]
$f_d=0,9$	Součinitel dynamického zatížení[28]



Obr.30 – Rozložení základních sil nápravy a tažného oka včetně síly na sklápěcí koule (schematicky)

$$\sum M_{x_0} = 0; -\frac{F_k}{2} \cdot (L4) + F_{RN} \cdot (L4 + L5) - \frac{F_k}{2} \cdot (L4 + L5 + L6) = 0 \quad (9)$$

$$F_{RN} = \frac{\frac{F_k}{2} \cdot (L4) + \frac{F_k}{2} \cdot (L4 + L5 + L6)}{(L4 + L5)}$$

$$F_{RN} = \frac{\frac{35806}{2} \cdot (1760) + \frac{35806}{2} \cdot (1760 + 1450 + 700)}{(1760 + 1450)}$$

$$F_{RN} = 31623 \text{ N}$$

$$\sum F_Z = 0; F_{RO} - \frac{F_k}{2} + F_{RN} - \frac{F_k}{2} \quad (10)$$

$$F_{RO} = F_k - F_{RN}$$

$$F_{RO} = 35806 - 31623$$

$$F_{RO} = 4183 \text{ N}$$

Kde:

F_{RO} Reakční síla tažného oka

F_{RN} Reakční síla nápravy

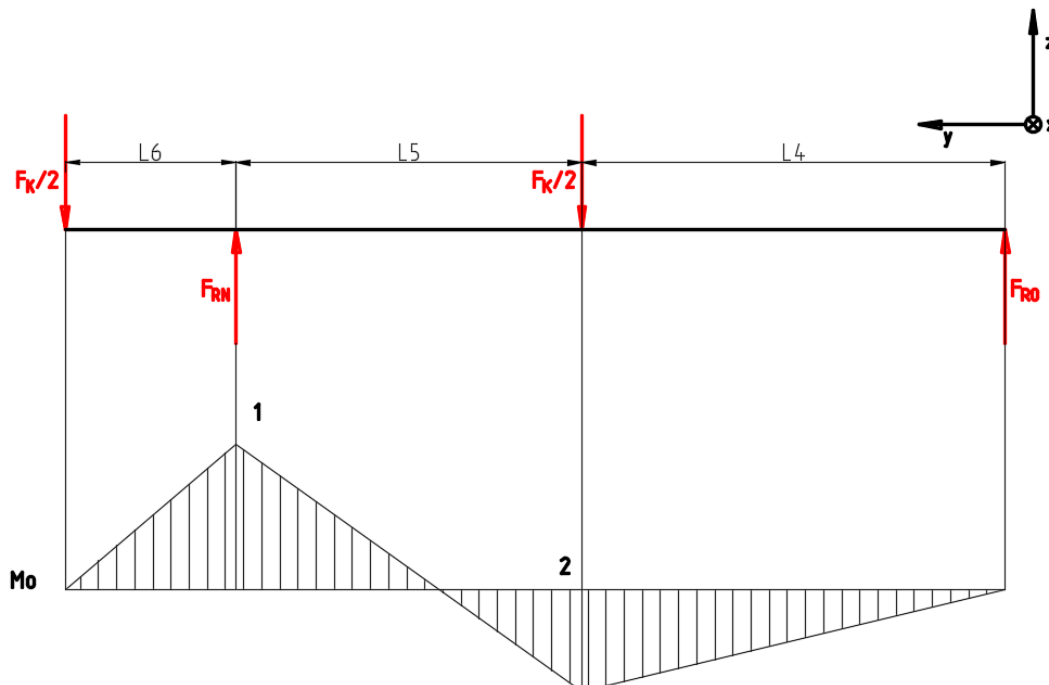
F_k Zátěžná síla od nástavby

$L_4=1760 \text{ mm}$ Vzdálenost osy opěrného kolečka od přední sklápěcí koule

$L_5=1450 \text{ mm}$ Vzdálenost osy nápravy od přední sklápěcí koule

$L_6=700 \text{ mm}$ Vzdálenost osy nápravy od zadní sklápěcí koule

URČENÍ VVÚ A KRITICKÝCH MÍST V PODÉLNÉM SMĚRU



Obr.31 – Rozložení sil a průběh VVU v podélném směru (schematicky)

Z průběhu VVU lze určit, že kritickým místem bude místo 1 s maximálním ohybovým momentem, místo 2 není nutné vyšetřovat, jelikož je ohybový moment menší a modul průřezu v ohybu je v obou místech stejný.

VÝPOČET MAXIMÁLNÍHO OHYBOVÉHO MOMENTU V PODÉLNÉM SMĚRU

$$M_{omax1} = \frac{F_k}{2} \cdot (L_6) \quad (11)$$

$$M_{omax1} = \frac{35806}{2} \cdot (700)$$

$$M_{omax1} = 12532100 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

VÝPOČET OHYBOVÉHO NAPĚTÍ

Je uvažován dvojnásobek modulu průřezu v ohybu, jelikož podélné nosníky máme dva[28].

$$\sigma_{o1} = \frac{M_{omax1}}{2 \cdot W_o} \quad (12)$$

$$\sigma_{o1} = \frac{12532100}{2 \cdot 111706,4}$$

$$\sigma_{o1} = 56,1 \text{ MPa} < 277,8 \text{ MPa}$$

Kde:

$L_6=700 \text{ mm}$ Vzdálenost osy nápravy od zadní sklápěcí koule

M_{omax1} Maximální ohybový moment v bodě 1

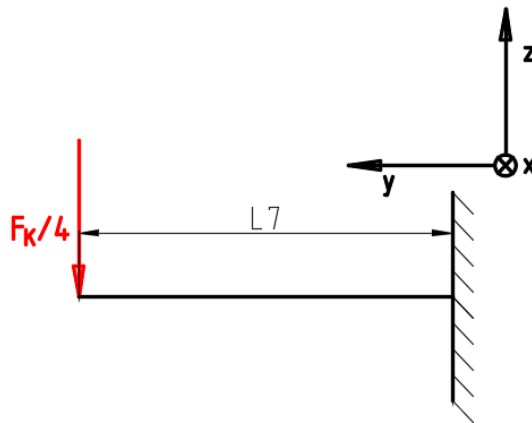
$W_o=111706,4 \text{ mm}^3$ Modul průřezu v ohybu pro profil 160x80x6 (viz. Obr. 16 poz.1)[28]

σ_{o1} Ohybové napětí v bodě 1

Maximální ohybové napětí v podélných nosnicích rámu je menší než mez kluzu, nosníky jsou tedy **vyhovující**.

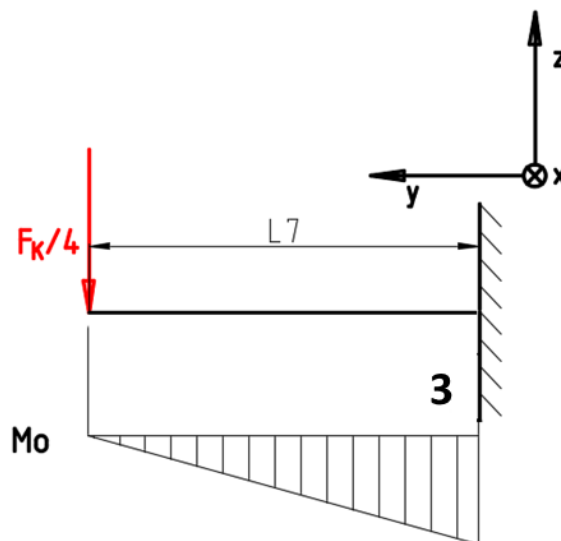
6.3 KONTROLA PŘÍČNÝCH NOSNÍKŮ NA OHYB

Z hlediska symetrie uložení stačí zkontrolovat pouze jedno místo v přední části návěsu, jelikož v zadní části je uložení řešeno jedním souvislým profilem. Přední profil je přivařen na podélný nosník, lze tudíž předpokládat koncentraci napětí. Pro zjednodušení výpočtu uvažují spoj podélného a příčného nosníku jako vetknutí.



Obr.32 – Rozložení sil v příčném směru (schematicky)

URČENÍ VVÚ A KRITICKÝCH MÍST V PŘÍČNÉM SMĚRU



Obr.33 – Rozložení sil a průběh VVU v příčném směru (schematicky)

VÝPOČET MAXIMÁLNÍHO OHYBOVÉHO MOMENTU V PŘÍČNÉM SMĚRU

$$M_{omax3} = \frac{F_k}{4} \cdot (L7) \quad (13)$$

$$M_{omax3} = \frac{35806}{4} \cdot (458)$$

$$M_{omax3} = 4099787 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

VÝPOČET OHYBOVÉHO NAPĚTÍ

$$\sigma_{o3} = \frac{M_{o\max 3}}{W_o} \quad (14)$$

$$\sigma_{o3} = \frac{4099787}{111706,4}$$

$$\sigma_{o3} = 36,7 \text{ MPa} < 277,8 \text{ MPa}$$

Kde:

$L_7=458 \text{ mm}$ Vzdálenost přední sklápěcí koule od rámu návěsu

$M_{o\max 3}$ Maximální ohybový moment v bodě 3

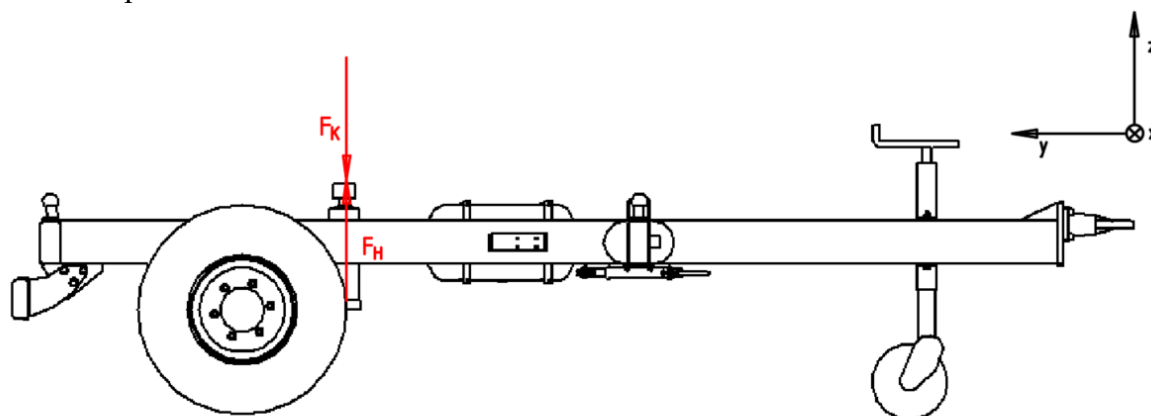
$W_o=111706,4 \text{ mm}^3$ Modul průřezu v ohybu pro profil 160x80x6 [28]

σ_{o3} Ohybové napětí v bodě 3

Maximální ohybové napětí v příčných nosnících rámu je menší než mez kluzu, nosníky jsou tedy **vyhovující**.

6.4 ZATÍŽENÍ HYDRAULICKÉHO VÁLCE PŘI POČÁTKU SKLÁPĚNÍ

Nejkritičtější stav nastává při počátku sklápění, kdy je celá hmotnost nákladu včetně vlastní hmotnosti návěsu přenášena na hydraulický válec, tuto sílu lze ekvivalentně zapsat jako F_K . S rostoucím vysunutím hydraulického válce se síla začne postupně rozkládat mezi hydraulický válec a sklápěcí koule.



Obr.34 – Rozložení sil na hydraulický válec (schematicky)

Jelikož je uchycení hydraulického válce umístěno uprostřed návěsu, je síla F_K ekvivalentní síle F_H , toto platí pro sklápění dozadu a na bok.

$$F_H = F_K = 35806 \text{ N} \quad (15)$$

Kde:

F_H Reakční síla hydraulického válce

F_K Zátěžná síla od návěsu

ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout třístranně sklopný návěs určený pro připojení za traktor. Všechny prvky konstrukce musí být v souladu se zadanými parametry a legislativními předpisy.

Úvodní kapitoly jsou věnovány přehledu legislativních předpisů pro přípojné vozidlo tohoto typu. Následuje přehled návěsů dostupných na tuzemském trhu v této hmotnostní kategorii.

Samotná konstrukce je rozdělena na dvě části, první se zabývá přehledem jednotlivých částí návěsů včetně různých typů technických řešení používaných u ostatních výrobců, druhá obsahuje přehled vybraných konstrukčních komponent, včetně jejich parametrů.

Závěrečné kapitoly jsou věnovány ověření správnosti konstrukčního řešení analytickými výpočty. Podélné a příčné nosníky jsou podrobeny pevnostním výpočtům v určených kritických místech, vypočtené hodnoty se vztahují k referenční hodnotě určené dle normy ČSN EN 1993-1-1 pro návrh ocelových konstrukcí. Součástí práce je také výkresová dokumentace obsahující sestavu návěsu, sestavu svařence rámu a dílenské výrobní výkresy.

Výsledkem práce je jednonápravový, třístranně sklopný návěs poskytující alternativu k dostupným návěsům. Díky svým rozměrům zajišťuje dobrou manévrovatelnost ve ztížených situacích například v lese. Primární určení je pro soukromé zemědělce, nebo technické služby. Další motivací práce je zvýšení počtu dostupných návěsů v této hmotnostní kategorii na trhu.

Touto problematikou by bylo vhodné se zabývat i do budoucna například v rámci diplomové práce. Kdy by bylo nutné zajistit pokročilejší pevnostní výpočty metodou MKP a dynamickou analýzu simulací v MBS systému. Včetně získání kompletních podkladů od výrobců jednotlivých komponent, pro co nejpřesnější analýzu.

POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] SYROVÝ, Otakar. *Doprava v zemědělství*. Praha: Profi Press, 2008. ISBN 978-808-6726-304.
- [2] GREGOR A SYN - ZEMĚDĚLSKÁ, KOMUNÁLNÍ A LESNÍ TECHNIKA. MOLČÍK - Typ EDK 4000. *Gregor a syn - zemědělská, komunální a lesní technika* [online]. 2016 [cit. 2024-04-16]. Dostupné z: <https://www.gregorasyn.cz/molcik-typ-edk-4000/>
- [3] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 167/2013 ze dne 5. února 2013 o schvalování zemědělských a lesnických vozidel a dozoru nad trhem s těmito vozidly. *Zákony pro lidi* [online]. 2013, 22.03.2013, 2019 [cit. 2024-05-23]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/pravoieu/dokument?celex=32013R0167#i20>
- [4] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2019/519 ze dne 19. března 2019, kterým se mění nařízení (EU) č. 167/2013 o schvalování zemědělských a lesnických vozidel a dozoru nad trhem s těmito vozidly. *Zákony pro lidi* [online]. 2019, 18.04.2019 [cit. 2024-04-15]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/pravoieu/dokument?celex=32019R0519>
- [5] Vyhláška č. 209/2018 Sb. Vyhláška o hmotnostech, rozměrech a spojitelnosti vozidel. *Zákony pro lidi* [online]. 2018, 01.10.2018 [cit. 2024-04-15]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2018-209>
- [6] Vyhláška č. 153/2023 Sb. Vyhláška o schvalování technické způsobilosti vozidel a technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích. *Zákony pro lidi* [online]. 2023, 24.06.2023 [cit. 2024-04-15]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2023-153?text=po%C5%BEadavky+p%C5%99%C3%ADpojn%C3%A9ho+vozidla>
- [7] Zákon č. 56/2001 Sb. Zákon o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích. *Zákony pro lidi* [online]. 2001, 01.07.2001 [cit. 2024-04-15]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-56>
- [8] TECHNICKÁ ZKUŠEBNA SKOPAL S.R.O. Technická zkušebna SKOPAL s.r.o. *Technická zkušebna SKOPAL s.r.o* [online]. 2022 [cit. 2024-05-23]. Dostupné z: <https://www.skopal.cz/schvaleni-typu>
- [9] MICROCOMP. ZDT VIN. *MICROCOMP* [online]. 2021 [cit. 2024-05-18]. Dostupné z: <https://www.gravirovane-stitky.cz/cs/stitky-na-stk-vyrobní-stitek-vozidla/573-zdt-naves-nakladni-traktorovy.html>
- [10] ZDT. ZDT NS 3. ZDT - ZEMĚDĚLSKÁ A DOPRAVNÍ TECHNIKA NOVÉ VESELÍ. *ZDT* [online]. 2018 [cit. 2024-04-15]. Dostupné z: <https://www.zdt.cz/cz/vyrobky/jednoucelove-stroje/navesy-tristranne>

- [11] POL-AGRO. Cynkomet T117. *POL-AGRO maszyny* [online]. 2022 [cit. 2024-04-16]. Dostupné z: <http://polagro.cz/zemedelska-technika/product/6458:traktorovy-naves-cynkomet-t117-3-5-t>
- [12] AGROSERVIS ŠÁLEK. ANS-3500 Návěs třístranně sklápěcí. *Agroservis Šálek* [online]. 2020 [cit. 2024-04-16]. Dostupné z: <https://agroservispv.cz/cs/naradi/doprava/ans-3500-naves-tri-stranne-sklapeci/>
- [13] CRS MARKETING, S.R.O. Výměnné systémy nástaveb ANNABURGER. CRS MARKETING, S.R.O. *CRS Marketing, s.r.o* [online]. 2018 [cit. 2024-04-16]. Dostupné z: <https://www.crs-marketing.cz/vymenne-systemy-nastaveb-multi-land-plus/>
- [14] TECHNIKA GROBELNÝ. Bočnice na zakázku. TECHNIKA GROBELNÝ. *Technika Grobelný* [online]. 2013 [cit. 2024-05-18]. Dostupné z: <https://www.technikagrobelny.cz/bocnice-na-zakazku/>
- [15] ADR SYSTEM. Nápravy ADR. ADR SYSTEM. *ADR SYSTEM* [online]. 2024 [cit. 2024-04-16]. Dostupné z: <https://www.adrnapravy.cz/menu/napravy#brzdenenapravy>
- [16] Závěs posuvný K 80 CBM 54456909. AGROZET - NÁHRADNÍ DÍLY, ZEMĚDĚLSKÉ STROJE A TECHNIKA. *AGROZET - náhradní díly, zemědělské stroje a technika* [online]. 2016 [cit. 2024-05-18]. Dostupné z: <https://www.agrozet.cz/e-shop/zaves-posuvny-k-80-cbm-54456909-d36409.html>
- [17] Etážový závěs. ZETOR-SHOP. *Zetor-shop* [online]. 2024 [cit. 2024-05-18]. Dostupné z: <https://www.zetor-shop.cz/zaves-pro-privesy-na-cepy-27044cz72/>
- [18] ŠIKA, Michal. KUTILŮV ZÁPISNÍK. Brzdy – funkce a součásti. KUTILŮV ZÁPISNÍK. *Kutilův zápisník* [online]. 2017 [cit. 2024-05-18]. Dostupné z: <https://kutiluv-zapisnik.cz/brzdy-funkce-a-soucasti/>
- [19] BEAKAWI AL-HASHEMI, Hamzah M. a Omar S. BAGHABRA AL-AMOUDI. A review on the angle of repose of granular materials. *Powder Technology* [online]. 2018, **330**, 397-417 [cit. 2024-05-24]. ISSN 00325910. Dostupné z: doi:10.1016/j.powtec.2018.02.003
- [20] HYDROLIDER.CZ - HYDRAULICKÉ DÍLY. Teleskopický hydraulický válec pro zdvih přívěsu: 1000mm kolébka a zásuvka pro svařování. HYDROLIDER.CZ - HYDRAULICKÉ DÍLY. *Hydrolider.cz - hydraulické díly* [online]. 2015 [cit. 2024-05-18]. Dostupné z: https://hydrolider.cz/cs_CZ/p/Teleskopicky-hydraulicky-valec-pro-zdvih-privesu-1000mm-kolebka-a-zasuvka-pro-svarovani/21159
- [21] Bočnice ocelová HVkT 350/2 mm. *ALSAP s.r.o* [online]. 2009 [cit. 2024-05-18]. Dostupné z: <https://www.alsap.cz/bocnice-ocelova-hvkt-350-2-mm-p17314/>
- [22] AUTOR, Hydrolider.cz - hydraulické díly. HYDROLIDER.CZ - HYDRAULICKÉ DÍLY. Kompletní sada čtyř hnízdo s kulových o průměru 60 mm pro sklápění přívěsu, přepravky nebo skříně do hmotnosti 4 tun. HYDROLIDER.CZ - HYDRAULICKÉ

- DÍLY. *Hydrolider.cz - hydraulické díly* [online]. 2015 [cit. 2024-05-18]. Dostupné z: https://hydrolider.cz/cs_CZ/p/Kompletni-sada-ctyr-hnizdo-s-kulovych-o-prumeru-60-mm-pro-sklapani-privesu%2C-prepravky-nebo-skrine-do-hmotnosti-4-tun/20625
- [23] TRANS-TECHNIK. Katalog Trans-Technik. *Trans-Technik* [online]. 2022 [cit. 2024-05-18]. Dostupné z: <https://www.trans-technik.cz/valec-hydraulicky-typ-m-0721107-408>
- [24] CS TECHNIKA S.R.O. Tažné oko s přírubou cat. E3 - homologace. CS TECHNIKA S.R.O. *Kardanka* [online]. 2020 [cit. 2024-05-19]. Dostupné z: <https://www.kardanka.cz/tazne-oko-s-prirubou-cat-e3-homologace-24847>
- [25] CS TECHNIKA S.R.O. Teleskopické kolo sklopné 300 mm, 1000 kg. CS TECHNIKA S.R.O. *Kardanka* [online]. 2020 [cit. 2024-05-19]. Dostupné z: <https://www.kardanka.cz/teleskopicke-kolo-sklopne-300-mm-1000-kg-21571>
- [26] AGROZET - NÁHRADNÍ DÍLY, ZEMĚDĚLSKÉ STROJE A TECHNIKA. Disk kola 9x15,3 6d. ET-0 bez krytu. AGROZET - NÁHRADNÍ DÍLY, ZEMĚDĚLSKÉ STROJE A TECHNIKA. *AGROZET - náhradní díly, zemědělské stroje a technika* [online]. 2016 [cit. 2024-05-19]. Dostupné z: <https://www.agrozet.cz/e-shop/disk-kola-9x153-6d-et-0-bez-krytu-d45704.html>
- [27] MITAS PNEU. Pneu Mitas IM-04 10.0/75-15.3 18PR TL . MITAS PNEU. *Mitas pneu* [online]. 2009 [cit. 2024-05-19]. Dostupné z: http://www.mitas-pneu.cz/pneumatiky-zemedelske/mitas_im-04_10-0-75-15-3_18pr_tl
- [28] BUDYNAS, Richard G. a J. Keith NISBETT. *Shigleyho konstruování strojních součástí*. 10. Brno: Vysoké učení technické v Brně, nakladatelství VUTIUUM, 2023, 1296 s. ISBN 978-80-214-5471-2.
- [29] ČSN EN 1993-1-1 EUROKÓD 3: NAVRHOVÁNÍ OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ. *ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí*. 2007.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

F_T	[N]	Zátěžná síla celého návěsu
F_{RO}	[N]	Reakční síla tažného oka
F_{RN}	[N]	Reakční síla nápravy
F_{RON}	[N]	Reakční síla opěrné nožičky
F_K	[N]	Zátěžná síla od nástavby
F_{ROmax}	[N]	Maximální svislé zatížení tažného oka
F_H	[N]	Reakční síla hydraulického válce
m_V	[kg]	Vlastní hmotnost návěsu
m_n	[kg]	Hmotnost nákladu
m_{ON}	[kg]	Hmotnost připadající na opěrnou nožičku
m_{ONmax}	[kg]	Maximální nosnost opěrné nožičky
m_K	[kg]	Vlastní hmotnost nástavby
L1	[mm]	Vzdálenost osy tažného oka od těžiště návěsu
L2	[mm]	Vzdálenost osy opěrného kolečka od těžiště návěsu
L3	[mm]	Vzdálenost osy nápravy od těžiště návěsu
L4	[mm]	Vzdálenost osy opěrného kolečka od přední sklápěcí koule
L5	[mm]	Vzdálenost osy nápravy od přední sklápěcí koule
L6	[mm]	Vzdálenost osy nápravy od zadní sklápěcí koule
L7	[mm]	Vzdálenost přední sklápěcí koule od rámu návěsu
$R_{e_{min}}$	[MPa]	Mez kluzu oceli S355J0
γ_{Mf}	[-]	Součinitel spolehlivosti pro ocelové konstrukce
f_d	[-]	Součinitel dynamického zatížení
$M_{o_{max1}}$	[Nmm]	Maximální ohybový moment v bodě 1
$M_{o_{max3}}$	[Nmm]	Maximální ohybový moment v bodě 3
W_o	[mm ³]	Modul průřezu v ohybu pro profil 160x80x6
σ_{o1}	[MPa]	Ohybové napětí v bodě 1
σ_{o3}	[MPa]	Ohybové napětí v bodě 3
g	[m/s ²]	Tíhové zrychlení



SEZNAM SAMOSTATNÝCH PŘÍLOH

Výkres sestavy:	Návěs 3t za traktor	BP-2024-00	1 ks
Výkres svařence:	Rám návěsu 3t	BP-2024-00-01-00	1 ks
Výrobní výkresy:	Tyč uchycení vzdušníku	BP-2024-00-01-00-14	1 ks
	Nosná deska nápravy	BP-2024-00-01-00-09	1 ks
	Výztuha uložení nápravy	BP-2024-00-01-00-16	1 ks