

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**  
**FAKULTA STROJNÍ**

Studijní program: B2301 Strojní inženýrství  
Studijní zaměření: 2301R016 Dopravní a manipulační technika

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

System zkrácených ojí pro přívěsy užitkových vozidel

Autor: **Martin KOCOUREK**

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

Akademický rok 2014/2015

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Martin KOCOUREK**  
Osobní číslo: **S12B0170P**  
Studijní program: **B2301 Strojní inženýrství**  
Studijní obor: **Dopravní a manipulační technika**  
Název tématu: **Systémy zkrácené oje pro přívěsy užitkových automobilů**  
Zadávací katedra: **Katedra konstruování strojů**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Základní požadavky:

Provedte rešerši způsobů připojení přívěsů automobilů pomocí zkrácené oje. Vypracujte názorný výklad funkce vybraného systému připojení. Zpracujte konstrukční návrh vybrané části tohoto systému.

Základní technické údaje:

Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

Osnova bakalářské práce:

1. Úvod
2. Rešerše a analýza systémů připojení přívěsů
3. Výklad činnosti vybraného systému připojení
4. Konstrukční řešení zadané části systému
5. Závěr

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

**HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J.** *Příručka strojího inženýra 1.* Brno: Computer Press, 1999

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

*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: **22. září 2014**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **26. června 2015**

  
Doc. Ing. Jiří Staněk, CSc.  
děkan



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

V Plzni dne 22. září 2014

## **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: .....

.....  
**podpis autora**

## **Poděkování**

Na tomto místě bych rád poděkoval Doc. Ing. Němeci, CSc. za vedení této práce, za rady a konzultace při jejím vytváření. Zároveň bych chtěl poděkovat své přítelkyni a členům rodiny, kteří mě po celou dobu studia podporovali.

## ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>AUTOR</b>	Příjmení Kocourek	Jméno Martin		
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	B2301 „Dopravní a manipulační technika“			
<b>VEDOUČÍ PRÁCE</b>	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Němec, CSc.	Jméno Ladislav		
<b>PRACOVIŠTĚ</b>	ZČU - FST - KKS			
<b>DRUH PRÁCE</b>	<b>DIPLOMOVÁ</b>	<b>BAKALÁŘSKÁ</b>	Nehodící se škrtněte	
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Systémy zkrácené oje pro přívěsy užitkových automobilů			

<b>FAKULTA</b>	strojní	<b>KATEDRA</b>	KKS	<b>ROK ODEVZD.</b>	2015
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

### POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

<b>CELKEM</b>	48	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	40	<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	8
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

<b>STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</b>  <b>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</b>	<p>Bakalářská práce je zaměřena především na způsob připojení přívěsů. V první řadě jsou popsány způsoby klasického připojení a poté způsoby připojení, kdy je zkrácená tažná oj a členy soupravy mají mezi sebou menší mezeru. Tyto nekonvenční způsoby jsou dále detailněji popsány. Podrobně je popsán zejména jeden ze systému a jeho vzájemné pohyby jednotlivých částí systému jsou vizuálně zobrazeny, popsány a vysvětleny.</p>
<b>KLÍČOVÁ SLOVA</b>  <b>ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</b>	<p>Nákladní automobil, přívěs, připojení, oj, točnice, závěsné zařízení, tandem, systém Transmaximal, vzájemný pohyb, názornost</p>

## ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>AUTHOR</b>	Surname Kocourek	Name Martin	
<b>FIELD OF STUDY</b>	B2301 „Transport Vehicles and Handling Machinery“		
<b>SUPERVISOR</b>	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Němec, CSc.	Name Ladislav	
<b>INSTITUTION</b>	ZČU - FST - KKS		
<b>TYPE OF WORK</b>	<b>DIPLOMA</b>	<b>BACHELOR</b>	<b>Delete when not applicable</b>
<b>TITLE OF THE WORK</b>	Shortened drawbar systems in commercial vehicles		

<b>FACULTY</b>	Mechanical Engineering	<b>DEPARTMENT</b>	Machine Design	<b>SUBMITTED IN</b>	2015
----------------	------------------------	-------------------	----------------	---------------------	------

### NUMBER OF PAGES (A4 a ekvivalentů A4)

<b>TOTALY</b>	48	<b>TEXT PART</b>	40	<b>GRAPHICAL PART</b>	8
---------------	----	------------------	----	-----------------------	---

<b>BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS</b>	Bachelor thesis is primarily focused on the connection methods of trailer. At first there are described the classical methods of connection and then the methods when is the drawbar short and members of the set have smaller distance. These unconventional methods are further described in detail. There is described in detail especially one of these systems and the relative movement of individual parts of the system are visually shown, described and explained.
<b>KEY WORDS</b>	Truck, trailer, joining, drawbar, carriage shaft, revolving wreath, suspension device, tandem, system Transmaximal, mutual movement, illustrative

# Obsah

1.	Úvod .....	2
2.	Jízdní souprava.....	4
2.1	Nákladní automobil .....	4
2.2	Přípojná vozidla .....	6
2.2.1	Návěs .....	6
2.2.2	Přívěs .....	7
3.	Přípojná část.....	8
3.1	Klasická oj.....	8
3.2	Připojení oje k tažnému vozidlu.....	8
3.3	Připojení oje k přívěsu.....	9
4.	Klasické možnosti připojení přívěsů.....	10
4.1	Klasická oj.....	10
4.2	Tandemové spojení .....	10
5.	Systémy zkrácené oje .....	12
5.1	Tandemové přívěsy: .....	13
5.1.1	EZ 70.....	14
5.2	Přívěsy s točnicí: .....	14
5.2.1	AVL .....	15
5.2.2	KAV.....	16
5.2.3	GLZ.....	17
6.	Transmaximal .....	20
6.1	Schéma struktury spojení.....	20
6.2	Popis jednotlivých částí systému.....	21
6.3	Vzájemný pohyb jednotlivých návazných částí spojení .....	29
6.4	Vzájemný pohyb celého spojení .....	30
6.5	Možné problémy .....	33
7.	Model systému a názorný náhled na funkčnost systému.....	35
8.	Závěr.....	37
	Použitá literatura.....	39
	Seznam obrázků.....	40
	Seznam příloh.....	41
	Vázané přílohy .....	41
	Nevázané přílohy.....	41



# 1. Úvod

Tématem této bakalářské práce je připojení přívěsů k tažným motorovým vozidlům. Jízdní soupravy složené z přívěsu a vlečného vozidla jsou neodlučitelnou součástí dopravního systému. Slouží jako prostředek pro přepravu nejrůznějších typů nákladů z jednoho místa do druhého. Nákladní automobil či jiné vlečné vozidlo patří k poměrně rozměrným dopravním prostředkům jak na šířku, tak na délku. Po připojení přívěsu se délka ještě zvýší. Při přepravě nákladu narazí souprava na mnoho nástrah v podobě zatáček, křižovatek či kruhových objezdů. Je tedy zapotřebí vhodně zvolit trasu pro přepravu. Mnohdy nákladní automobil přivede i sebelépe připravená trasa do míst, kde bude celková konstrukce soupravy hrát významnou roli. Při zatáčení je stejně jako délka vozidla důležitý i způsob připojení. Ten velmi ovlivní poloměr zatáčky, kterým je souprava schopna projet.

Dané téma jsem si zvolil především ze zájmu o dopravní problematiku. Kamiony, tahače a další nákladní automobily jsou opakovaným tématem mnoha řidičů. Časté havárie způsobené nadjížděním do zatáček, zpomalování dopravní situace, to vše a mnohá další uskalí mě vedla k zamyšlení se nad problémem nákladních automobilů a možnostem připojení, které může výrazně ovlivnit jízdní vlastnosti soupravy a efektivitu převozu nákladu. Přívěsy jsou připojovány mnoha způsoby. Různé způsoby jsou vhodné pro různá prostředí. Každý má své výhody a nevýhody. Jakými systémy docílit lepších jízdních vlastností v zatáčce? Jak docílit přiblížení soupravy a tím i zvětšení přepravního prostoru, aniž by došlo ke střetu mezi vlečným vozem a přívěsem? V současné době existují systémy zkrácených ojí, které toto umožňují a zároveň snižují minimální možný poloměr zatáčky, kterou souprava může projet. V neposlední řadě volím toto téma, protože u zmíněných systémů jde o složitý vzájemný kinematický pohyb dvou členů soupravy, který si není zcela jednoduché představit.

Pro všeobecný přehled se budu zabývat rešerší týkající se různých způsobů připojení přívěsů. Zaměřím se především na systém zkrácených ojí, ale i na připojení klasické. Dále bude podrobně popsán jeden ze zkrácených systémů. Jak už bylo řečeno, v případě moderních systémů se jedná o pohyb složitější na představivost. Hlavním cílem této práce je především vytvoření názorného výkladu funkce systémů připojení. Pro lepší představu o vzájemném kinematickém pohybu vlečného automobilu a přívěsu bude vytvořena vizualizace vybraného systému. Vizualizace je vytvořena pomocí vlastního modelu odpovídajícího určitému modernímu spojení, které bude vymodelováno v systému NX. Z modelu dále budou vytvořeny výrobní výkresy součástí systému a výkres určité podsestavy, které jsou zadané

vedoucím práce. V neposlední řadě se metodou MKP utvoří představa o nejvíce namáhaných místech tažné oje při běžném provozu na silnicích.

Věřím, že tato práce poslouží jako stručný přehled možných připojení, seznámí čtenáře s problematikou samotného připojení, vytvoří představu o namáhání oje při obvyklé jízdě a v neposlední řadě poslouží jako názorný podklad pro snazší pochopení funkce samotného systému, tedy vzájemného pohybu jednotlivých členů jízdní soupravy.

## 2. Jízdní souprava

Jízdní souprava, tak se nazývá sestava minimálně jednoho motorového vozidla a minimálně jednoho přípojného vozidla. Jejich počet ovlivňuje především druh vezeného nákladu a také jeho množství.

### 2.1 Nákladní automobil

Nákladní automobil ztělesňuje každý dopravní prostředek, který je uzpůsoben zejména pro přepravu nákladů. Náklad může vozit nejen ve vlastním nákladním prostoru, ale také může táhnout jeden nebo dva přívěsy, popřípadě návěs. Existuje celá řada nákladních automobilů lišících se upraveným nákladním prostorem pro náklad, který mají za úkol přepravit. Pro přehled a z funkčního hlediska se dělí dle druhu karoserie (dle provedení) a podle dovoleného zatížení.

#### Druhy provedení dle odlišných dopravních úkolů:

**Pick up** – Jedná se o vozidlo, které má oddělený prostor pro posádku a prostor nákladní. Ten je zpravidla otevřený jen výjimečně zastřešený. Pevné stěny ohraničují nákladní prostor většinou do střední výšky. Slouží pro přepravu drobných nákladů.

**Dodávkový** – Prostor pro řidiče a prostor nákladní tvoří jeden konstrukční celek a vzájemně jsou odděleny přepážkou. Nákladní prostor je tedy u tohoto typu vozidla uzavřen.

Následující druhy provedení: valníkový, sklápěčkový a skříňový se řadí mezi nákladní automobily plošinové. Vyznačují se, jak už samotný název napovídá, plošinou, na které se nachází nákladní prostor oddělený od posádky. Z důvodu odlišných provedení i funkcí jsou popsány každý zvlášť.

**Valníkový** – Tento plošinový typ má taktéž kabinu pro posádku oddělenou od nákladního valníkového prostoru. Ten je otevřený a lze zakrýt plachtou. Nosná konstrukce pro ložní prostor lze od vozidla odejmout.

**Sklápěčkový** – Jedná se o vozidlo koncipované pro přepravu sypkých materiálů. Tvar nástavby tohoto typu je obdobou nástavby valníkového nákladního automobilu. Jak už nám název napovídá, tato celá nástavba lze oproti valníkové naklopit a vysypat tak náklad na místo

určení. Náklad lze vyklopit do různých směrů. Lze sklápět nástavbu buď dozadu, do strany nebo jejich kombinací, tedy dozadu i do strany.

**Skříňový** – Karoserie nákladního prostoru má podobu skříně, v níž se nenachází žádné speciální zařízení. Skříň je oddělena od kabiny řidiče.

**Furgon** – Jedná se o obdobu skříňového typu s tím rozdílem, že kabina a nákladový prostor jsou spojeny. Dveře určitých rozměrů opatřují průlezný spoj.

**Speciální** – Jedná se o nákladní automobil určený pro konkrétní úkol. Konstrukce je speciálně vytvořena a upravena pro konkrétní typ nákladu, pro který jsou nutné zvláštní úpravy. Například jde o vůz: chladiřenský, fekální, pro dopravu betonu, pro přepravu osobních automobilů či odvoz odpadu, patří sem také cisterny nebo třeba vůz hasičský a mnohé další.

### **Druhy dle celkové hmotnosti:**

Se změnou hmotnosti se také postupně mění celková konstrukce automobilu. Ty, jež jsou předurčeny pro lehký náklad, nemusí být tak robustní. Nejsou proto zdaleka tak těžké a jejich provoz není tolik finančně náročný, jako je tomu u aut konstruovaných pro převoz rozměrných a těžkých nákladů. S ohledem na tuto skutečnost se tedy nákladní automobily dělí dále na:

**Dodávkové a lehké nákladní automobily** – Tyto druhy nákladních aut nepřevyšují hmotnost 3,5t. Jedná se tedy o převoz nákladu nízké hmotnosti. Takováto vozidla se uplatňují ve sběru pošty, v rozvozu drobného spotřebního materiálu nebo při zásobování obchodů či dopravě drobného substrátu. Při konstrukci se dbá na optimální splnění funkcí potřebných při přepravě nákladu tohoto druhu. Tedy se předpokládá například časté otevírání nákladního prostoru, opakované vystupování z a nastupování do vozidla atp.

**Střední a těžké nákladní automobily** – Střední nákladní automobily se od lehkých liší především v tom, že nákladový prostor se nachází na rámu v podobě nástavby. Nepřevyšují hmotnost 12 tun, a pokud dosahuje hmotnost automobilu vyšší hodnoty, jedná se již o těžký nákladní automobil. Konstrukce je tak jako u lehkých nákladních automobilů uzpůsobena pro optimální plnění funkce vozidel tohoto typu. V tomto případě bude při konstrukci především hrát roli fakt, že bude nákladní automobil přepravovat náklad výrazné hmotnosti, což je třeba vzít v úvahu při návrhu třech základních částí: rámu, kabiny řidiče a nástavby. Při přepravě těžkých nákladů se bere v úvahu namáhání rámu při jízdě po nerovné silnici, opotřebení kol při zatáčení, volba hnacího ústrojí a mnoho dalších. V dnešní době jsou tyto omezující

atributy eliminovány různými systémy jako například ulevování některým nápravám při jízdě s prázdným nákladním prostorem. Různé druhy odpružení zase snižují namáhání rámu a především nástavby. Na menší opotřebení pneumatik má vliv nejen natáčení kol přední nápravy, ale také natáčení náprav ostatních.

**Tahače návěsů** – Tahače návěsů jsou specifické tím, že nemají žádný nákladní prostor. Tedy nemohou sami o sobě převážet žádný náklad. K tomuto slouží návěs, který se za tahač připojí. Tahače nemají ložnou plochu. Na zadní části rámu se namísto ložné plochy nachází točnice, do které po připojení návěsu zapadne čep. Ten umožňuje natáčení návěsu vzhledem k tahači. Přední část návěsu se opírá o točnici. Díky tomu se podstatná část váhy návěsu přenesla na samotný tahač. Tahače a návěsy obvykle nejsou vyráběny jako souprava. Je tedy zapotřebí vhodně zvolit jednotlivé členy tak, aby si vzájemně vyhovovaly v určitých parametrech. Tahače se vyrábějí dvounápravové nebo třínápravové.

**Speciální nákladní automobily** – Speciální automobily již byly popsány v předchozím dělení z hlediska druhu provedení.

## **2.2 Přípojná vozidla**

Každý den se přepravuje velké množství nákladu z jednoho místa na jiné a zase zpátky. Objem nákladu, který je třeba převést bohužel nelze zmenšit. Proti tomu však stojí ekonomické hledisko, a sice omezení počtu cest na minimum. Z těchto důvodů, a jelikož je nákladní prostor zmíněných automobilů omezený, se připojují za nákladní automobily další přípojná vozidla, která zvyšují objem nákladního prostoru. Dosud existují dva druhy přípojných vozidel, kterými se nákladní prostory zvětšují. Jedná se o přívěs a návěs. Nežádá kdy se zmíněné druhy kombinují a vznikají tak poměrně rozmanité kombinace jízdních souprav. Úložné prostory mají obdobné provedení přepravního prostoru tak, jako je tomu u nákladních automobilů samotných.

### **2.2.1 Návěs**

Toto přípojně vozidlo nemá vlastní zdroj pohonu ani hnací nápravu. Připojuje se za již zmíněný tahač návěsů. Vyznačuje se tím, že se významná část hmotnosti přenesla na tahač a zbylá hmotnost je přenesena na nápravu, popřípadě nápravy návěsu. Náprava se zpravidla nachází na zadní straně vozidla. Dle velikosti přenesené části hmotnosti se může odlišovat počet náprav u tahače a u návěsu. Jednoduše lze říci: která část soupravy nese větší zatížení, u té se nachází více náprav. Výhodou tohoto přípojně vozidla je především velká ložná

plocha, tedy veliký přepravní prostor a tím pádem ekonomicky výhodná a díky tomu velmi využívaná jízdní souprava.

Při provozu je, jak vyplývá z předešlého textu, návěs vpředu uchycen pomocí točnice. Pokud je z jakéhokoli důvodu zapotřebí návěs odstavit, nachází se v přední části výsuvné podpěry, na kterých může návěs nehybně stát.

## **2.2.2 Přívěs**

Přívěs je přípojný vozidlo, které se pomocí přípojných členů tzv. ojí připojuje k tažným vozidlům. Stejně jako návěs nemá ani přívěs vlastní zdroj pohonu a taktéž nápravy nejsou hnací. Na rozdíl od návěsu zatěžuje náklad přívěsu své vlastní nápravy. Přívěsy jsou vyráběny s různým počtem náprav v závislosti především na hmotnosti nákladu, tedy na velikosti zatížení působícího na nápravy. Náklad zatěžuje nápravy samotného přívěsu a na vozidlo, především na přípojný člen vozidla, jenž přívěs táhne, působí pouze tahová síla.

Oj je tedy významně namáhanou částí. To je jedním z důvodů následného vyhodnocení průběhu napětí pomocí metody MKP. Na základě tohoto vyhodnocení lze určit nejvíce namáhané místo a jeho potřebné rozměry, které jsou schopny přenášet potřebné zatížení v podobě tažné síly tažného vozidla na přívěs, a materiál oje.

## 3. Přípojná část

Jak už bylo řečeno, přívěsy jsou samostatná vozidla a je zapotřebí jejich připojení k tažným vozidlům. Tuto schopnost je možné vykonávat řadou způsobů. Základem všech možných řešení je bezesporu oj.

### 3.1 Klasická oj

Klasická oj se zpravidla skládá z oka, dvou šikmých vzpěr, na jejichž koncích jsou vytvořena pouzdra pro připojení k přívěsu a dvou příčných vzpěr. Oko slouží pro připojení k tažnému vozidlu. V tomto spojení je povolena pouze rotace kolem svislé osy. Toto omezení umožňuje vzájemný pohyb dvou členů jízdní soupravy kolem svislé osy oka při průjezdu v zatáčkách. Pouzdra na šikmých vzpěrách jsou vytvořeny především pro čepové spojení s přívěsem. Samotné šikmé vzpěry mají různé profily. Tvar profilu je však volen především s ohledem na druh namáhání. Nejčastěji jsou profily vzpěr tvaru „I nebo U“. Tyto tvary mají vzhledem k danému namáhání příznivé průřezové charakteristiky, což vyplývá z pružnosti a pevnosti materiálů. Příčné vzpěry pak mají obdobné profily jako vzpěry šikmé a slouží jako vyztužení ojí.

### 3.2 Připojení oje k tažnému vozidlu

Oj, zakončená různými způsoby se připojí k tažnému vozidlu pomocí hubice. V hubici se nachází čep, který se mechanicky, pneumaticky či elektricky zasouvá nebo vysouvá. Všechny tři druhy mají za úkol to samé, a sice pohodlné a bezpečné odpojení nebo připojení přívěsu.

Oj se k tažnému vozidlu připojuje v zásadě třemi různými základními způsoby. Prvním z nich je systém koule. Výhodou tohoto systému je jeho jednoduchá konstrukce, dlouhá životnost, nízké opotřebení, malá vůle mezi pouzdrem a koulí a také umožňuje velké úhly natočení v rovině horizontální i vertikální. Využívá se především u připojení přívěsů k osobním automobilům.

Další možností je systém hák – oko. Toto zařízení je velmi odolné vůči okolním vlivům, údržba je nenáročná a připojení jednoduché a bezpečné. Z těchto předností vyplývá použití toho systému. Používá se především v oblasti zemědělství či vojenské technice.

Posledním základním systémem je čep – oko. Toto spojení je nejvíce využívané. K většině nákladních automobilů se přívěsy připojují právě především tímto způsobem.

Nevýhodou čepového spojení je vůle, která při spojení vznikne mezi čepem a okem. Vlivem vůle vznikají při jízdě vibrace, což je nežádoucí, ať už z hlediska samotného spojení (dynamické namáhání), tak také z hlediska jízdních vlastností. Proto je snahou vymezení vůle různými mechanismy.

### **3.3 Připojení oje k přívěsu**

Na konci šikmých vzpěr, jsou vytvořena pouzdra. Na přední nápravě se nachází oka, mezi která se pouzdra vsadí. Obě části se následně spojí pomocí čepu. Toto spojení zamezuje přímému pohybu ve všech třech směrech. Naopak umožňuje pohyb pouze kolem osy rotace čepu, či pouzdra. Tento pohyb způsobuje nerovnost vozovky a také změny vzájemné výškové polohy přívěsu a tažného vozidla, a tudíž by bylo jeho zamezení nesmyslné. Rotace kolem zbylých os jsou také zamezeny.

Velmi namáhanou součástí je v této části soupravy čep. Jelikož na oj působí pouze tahové síly, je čep namáhán především na stříh. Průřez čepu proto musí dosahovat potřebných rozměrů, které zajistí spolehlivost spojení.



## 4. Klasické možnosti připojení přívěsů

Přeprava nákladů je nedílnou součástí průmyslu už od dávných dob. Lze dohledat zmínky o připojování přívěsů už v první polovině minulého století. Ovšem myšlenky na prodloužení vozidla pro zvětšení nákladního prostoru a jejich realizace sahá do ještě dřívějších dob.

Mezi možnosti připojení přívěsů starých mnoho let a běžně využívaných lze zařadit klasickou oj, v mnohých konstrukčních provedeních, a tandemovou oj.

### 4.1 Klasická oj

Spojení tímto členem lze považovat za jednoduché a velmi časté řešení připojení přívěsu. Oj je čepovým spojením připevněna k přední nápravě přívěsu. Ta je vůči rámu pohyblivá díky točnici umístěné právě mezi rámem a přední nápravou. Z toho tedy vyplývá, že v zatáčce se natáčí oj spolu s přední nápravou tím směrem, kterým se ubírá tažné vozidlo. Točnice usnadňuje pohyb při zatáčení a nezkracuje životnost pneumatik.

Vyrábí se celá řada ojí, které se odlišují svou konstrukcí: přímá oj, vyhnutá oj, šikmá oj, oj s pevnou středovou trubkou, oj s nastavováním délky a oj s otočným okem. Mnoho druhů umožňuje specializaci ojí pro konkrétní jízdní soupravu.

Největší nevýhodou této možnosti připojení je zejména příliš velká vzdálenost mezi jednotlivými členy soupravy. Vzdálenost je však nezbytná pro zamezení srážky obou členů.

### 4.2 Tandemové spojení

Tandemové spojení se stejně jako klasická oj v dopravě používá velmi často. V tandemovém spojení není oj tvořena dvěma šikmými vzpěrami, ale tvoří ji jedna přímá tyč. Tato tyč je pevně spojena s rámem přívěsu z čehož plynou některé jízdní vlastnosti. Například je díky tomu a díky pouhému jednomu kloubu, na rozdíl od klasické oje, jednodušší couvání. Od toho se odvíjí využití tam, kde se častému couvání nelze vyhnout. Náprava případně nápravy zpravidla bývají ve středu přívěsu.

Výrobci tandemových tyčí nabízejí odlišná připevnění tyčí k rámu a odlišná oka pro připojení k tažnému vozidlu. Pro rozdílné výšky přívěsů a tažných vozidel se vyrábí výškově nastavitelné tandemové tyče a pro různé vzájemné vzdálenosti také délkově nastavitelné. Při zatáčení se obě části soupravy vzájemně přibližují. Je tedy opět zapotřebí dodržet minimální

možnou vzdálenost členů soupravy, která mimo jiné také zohledňuje naklopení nástavby při jízdě po nerovné vozovce. Výhodou oproti klasické oji je ve větší ložné ploše.

Tohoto typu spojení se využívá v mnoha případech. Především bych však rád zmínil osobní automobily a s nimi související veškerá připojitelná vozidla počínaje obyčejným „vozíkem“, přes nejrůznější přívěsy pro zvířata či dopravní prostředky jako například pro lodě či motocykly, až po obytné přívěsy. Všechna tato přípojná vozidla jsou připojena pomocí tandemové tyče. Důvodem bude s největší pravděpodobností již zmíněná výhoda jednoho kloubu při couvání, která je při časté manipulaci se soupravou na malém prostoru velmi důležitá. Nevýhoda jednoho kloubu v průjezdu zatáčkami není u této soupravy, oproti soupravě nákladní, díky své délce tak významná. Automobil nemá při průjezdu zatáčkou žádné větší problémy. Pro dlouhé soupravy však tato nevýhoda nabývá podstaty a výrazně znesnadňuje průjezd v zatáčce z důvodu potřebné vzdálenosti dvou členů soupravy a také kvůli kinematickému pohybu přípojného vozidla.

## 5. Systémy zkrácené oje

Výše zmíněné klasické připojení bezvýhradně splňuje primární funkci, a sice připojení přívěsu k tažnému vozidlu. Spojení je velmi spolehlivé a soupravy jsou bezpochyby schopné převést jakýkoli náklad bez ohledu na vzdálenost. Technika a technologie jdou však stále kupředu a ve všech odvětvích průmyslu je obecně snahou co nejvíce usnadnit, zpřesnit, zkvalitnit práci a celkově zlepšit podmínky pro vykonávání jakékoli činnosti. Tudíž „pouhá“ spolehlivost spojení a postačující jízdní vlastnosti nejsou uspokojivými atributy pro významnou problematiku přepravního charakteru, která se výrazně promítá do všech druhů průmyslového odvětví.

Na řidiče nákladních souprav jsou kladeny vysoké nároky. Řidiči musí být zruční a zkušený v řízení dlouhých vozidel, aby byli schopni rychle a přesně reagovat a vypořádat se s nástrahami na přepravních trasách. Při jízdě po dálnicích, rychlostních silnicích a jiných relativně přímých silnicích se nedokonalost klasických spojení neprojevuje nijak výrazně. Problém však nastává tam, kde se silnice zužují, klikatí či kříží. Nákladní soupravy se do problémů dostávají především při průjezdu zatáčkami. Vzdálenost mezi členy soupravy je nutná pro její zatáčení a manévrování. Oj tuto vzdálenost zaručuje, ovšem spolu s touto vzdáleností však klesá minimální poloměr zatáčky, kterou je schopna souprava bezpečně projet a zároveň roste celkový rozměr soupravy, jenž negativně přispívá opět k průjezdnosti. Časté problémy, především při průjezdu v zatáčkách a příliš velká mezera mezi členy soupravy, vedou ke snaze o zmenšení vzdálenosti mezi tažným vozidlem a přívěsem.

Hlavním důvodem pro zmenšení vzdálenosti mezi členy soupravy však není lepší ovladatelnost vozidla v zatáčce nýbrž maximalizace nákladového prostoru. Jelikož je smyslem jakéhokoli přívěsu převést co největší množství nákladu, do popředí všeho vstupuje otázka, jakými způsoby lze přepravní prostor zvýšit. Pokud se zaměříme na maximální rozměry celé soupravy, pak zjistíme, že jsou všechny omezeny normami. Normy omezují možnou délku každé soupravy, což znemožňuje zvýšení přepravního prostoru prodloužením soupravy. Výšku a šířku vozidla normy taktéž omezují. To vede ke snaze o snížení podlahy nákladního prostoru co nejbližší k vozovce. Používají se pneumatiky malých rozměrů a konstruuje se proměnlivá ložná plocha. Šířka vozidla je maximálně využita. Rozšíření prostoru do všech maximálních rozměrů je tedy vyčerpáno a nezbývá, než se zaměřit na oblasti, kde je přepravní prostor přerušen či ukončen uvnitř samotné soupravy. Těmito

oblastmi jsou bezesporu přechod mezi kabinou řidiče a nástavbou nákladního automobilu a spojení mezi členy soupravy.

Zkrácené kabiny jsou v současné době standardem. Prostor ke spaní je vytvořen nad sníženou kabinou a tím jsou i zde možnosti zvětšení nákladního prostoru vyčerpány. Nezbyvá nic jiného než se tedy zaměřit na přechod mezi členy soupravy, samotné spojení. Řešením není nic jiného než zkrácení oje.

V osmdesátých letech devatenáctého století se jisté firmě podařilo zkrátit vzdálenost mezi tažným vozidlem a přívěsem z 1,6 m na 0,7 m, tedy na méně než polovinu. Následující řešení pro zkrácení oje a tím i zvětšení ložné plochy pro náklad na sebe nenechala dlouho čekat. Jak už to tak bývá, snaha o konkurenceschopnost vyvolala veliký zájem o toto téma a přední výrobci nákladních vozidel se začali zabývat tímž tématem. Vlivem velkého počtu zainteresovaných výrobců vzniklo četné množství řešení zkrácených ojí. Ta jsou si v základu podobná - smysl je u všech stejný, přesto je lze rozdělit do dvou typových skupin, které se principiálně liší. Jedná se o „točnicové“ přívěsy a tandemové přívěsy.

## **5.1 Tandemové přívěsy:**

Přívěsy připojené pomocí tandemového systému zkrácené oje jsou podobné klasickým tandemovým připojením. Jak už název napovídá, přívěs se připojuje pomocí tandemové tyče stejně jako je tomu u klasického spojení. To vychází z přední části přívěsu a připojuje se k tažnému vozidlu. Na rozdíl od klasického spojení se však připojuje až v místech zadní nápravy tažného vozidla. Tím dojde k výraznému prodloužení tandemové tyče, respektive k výraznému zmenšení vzdálenosti mezi jednotlivými členy jízdní soupravy.

Název „zkrácená oj“ v tomto případě zcela nevystihuje skutečnou konstrukci spojení. Lze říci, že tandemová tyč je naopak poměrně dlouhá. Díky své délce se snižuje minimální možná vzdálenost mezi členy soupravy. S délkou oje totiž roste poloměr pomyslné kružnice, podél které se přívěs vůči „tahači“ natáčí. S větším poloměrem zatačky se tedy k sobě členy soupravy vzájemně přibližují méně a mohou být blíže u sebe. Slovo „zkrácený“ v tomto případě vystihuje samotnou vzdálenost mezi členy, nikoliv rozměry spojovacího prvku.

Typickým příkladem zkráceného spojení tandemovou tyčí je systém EZ 70 firmy Ackermann-Fruehauf.

### 5.1.1 EZ 70

EZ 70 je systém vytvořený německou společností Ackermann-Fruehauf, která vyrábí nákladní vozidla velmi širokospektrálního zaměření pro náklad od lehkého přes speciální až po náklad nadměrný.

Jedná se o systém, kde je tandemovou tyčí přívěs připojen k točnici tažného vozidla. Uplatňují se zde prvky tahače návěsů a tandemového přívěsu. Náprava přívěsu zde není uprostřed, jak je tomu obvykle u tandemových přívěsů, nýbrž je situována od středu směrem k zadní části vozidla. Náprava je tím pádem vychýlena ze středu přívěsu, čímž dojde k nerovnoměrnému rozložení hmotnosti a na tandemovou tyč spolu se členem, ke kterému je připojena, působí výrazně vyšší zatížení. Obyčejné čepové spojení, či spojení pomocí koule by nebylo spolehlivou alternativou při působení takového zatížení. To může vlivem váhy nákladu dosahovat velikosti až několik tun. Z tohoto důvodu se připojuje tandemová tyč k točnici. Ta se svou konstrukcí velmi podobá točnicím u tahačů návěsů a umísťuje se v zadní části vozidla. Je zde však dodržen typický znak zkráceného spojení, a sice že není točnice úplně na konci vozidla, ale spíše za zadní nápravou tak, aby bylo docíleno menší mezery mezi oběma členy soupravy.

Cílem této struktury (většího rozvoru a většího zatížení točnice) je především zvýšení stability celé soupravy při jízdě a také během brzdění. Při brzdění se u klasického tandemového spojení vlivem setrvačných účinků odlehčuje zadní náprava nákladního vozidla a dochází tak, jeho nestabilitě. U tohoto systému nedojde k odlehčení nápravy tak snadno díky zatížení působícímu na točnici. Větší síla ji přitlačí zpět k silnici a tak ke ztrátě stability vůbec nedochází.

Tento systém neskrývá žádný složitý mechanismus. Spojení je jednoduché a účinné. Jednoduché uchycení umožňuje rychlou manipulaci při připojování či odpojování a díky jednomu kloubu lze se soupravou velmi dobře manipulovat při couvání. Na druhou stranu je vlivem vyosení nápravy přívěsu při odpojení a odstavení přívěsu zapotřebí výsuvného stojanu.

## 5.2 Přívěsy s točnicí:

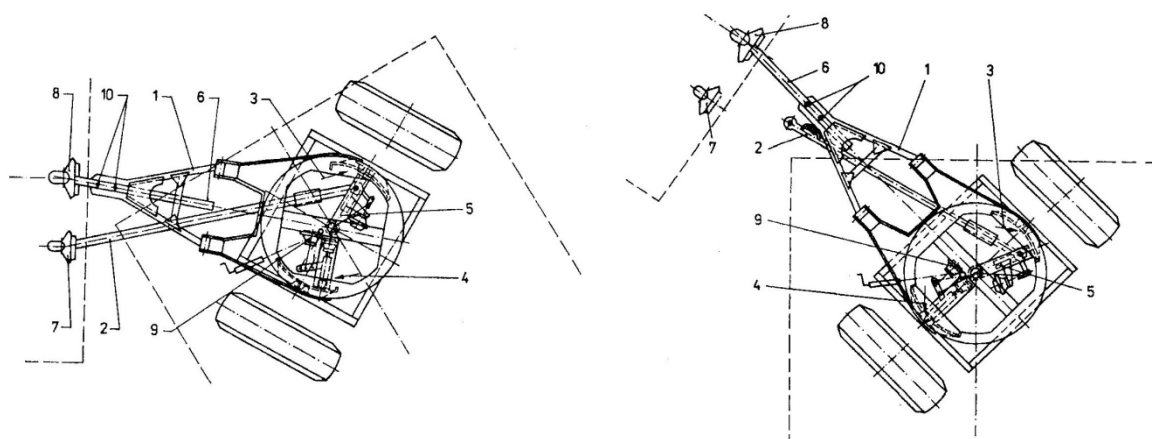
Skupina s točnicí zahrnuje širší spektrum možných řešení. Všechny však vychází z podobného principu. U každého řešení je kromě tažné oje ještě další člen, který řídí přední nápravu přípojného vozidla určitým způsobem tak, aby při malé mezeře mezi členy soupravy nedošlo ke kolizi.

Točnici tvoří tři segmenty, které jsou vůči sobě vzájemně pohyblivé. Jedna část je připevněna k samotnému rámu přívěsu. Její pohyb vzhledem k soupravě se tím pádem ztotožní s pohybem celého přívěsu. Klasickým způsobem je ke druhému segmentu připevněna zkrácená oj. Pomocí ní je samotný přívěs tažen tak, jako tomu bývá u konvenčních připojení. Prostřední segment tedy nepohybuje s žádnou částí přívěsu, ale slouží pouze k jeho tažení. Na rozdíl od klasického spojení se zde nachází třetí segment točnice, který řídí pohyb a natočení přední nápravy přívěsu.

Princip řízení nápravy je specifický pro každé řešení, a proto je každý typ podrobněji popsán v následujících podkapitolách.

### 5.2.1 AVL

Systém s názvem AVL, tedy anhängervorderachslenkung, je technologií firmy Doll. Ta se v současné době zabývá především výrobou tažných vozidel a přívěsů, návěsů či speciálních přípojných vozidel především pro přepravu dlouhého dřeva, převozu nadměrných nákladů a speciálních cateringových vozidel.



Obrázek 1 – systém AVL firmy Doll

1 – tažná oj, 2 – řídicí tyč, 3 – řídicí čep, 4 – aretační čep, 5 – spojovací tyče, 6 – tažná tyč, 7 a 8 – závěsná zařízení, 9 – membránová válec, 10 – dvojice čepů,

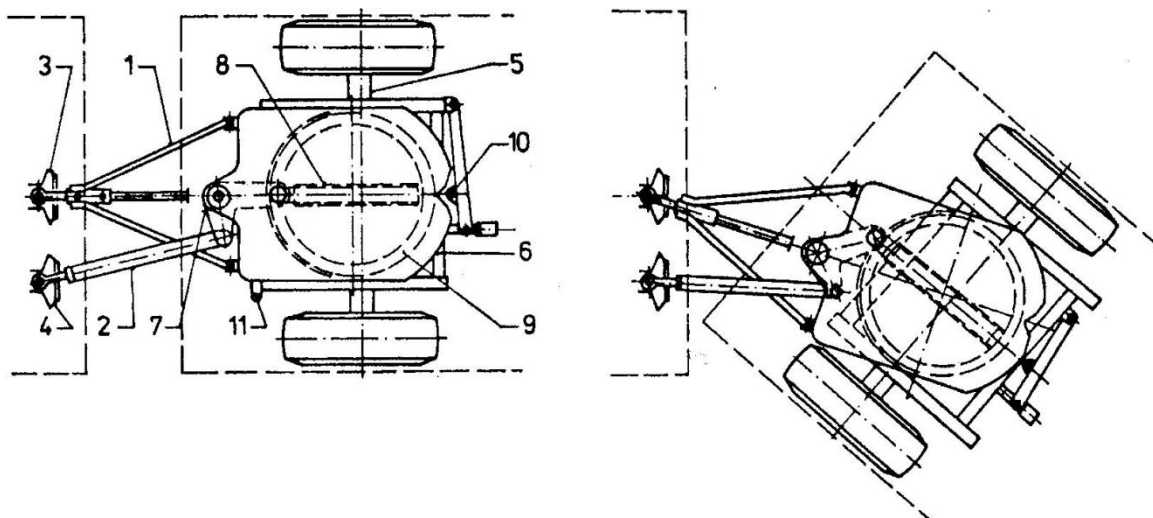
Významnou část spojení zaujímá řídicí tyčí, která spojuje nákladní automobil s přední nápravou přípojného vozidla. Jejím úkolem je řízené natočení nápravy přívěsu. V zadní části nákladního automobilu je umístěn kromě typického závěsného zařízení pro tažnou oj ještě druhé závěsné zařízení, ke kterému se řídicí tyč přichytí systémem čep-oko. Tento závěs, jak vyplývá z obrázku č. 1, je umístěn níže než závěs klasický a mírně do strany mimo podélnou osu nákladního vozidla tak, aby nedošlo ke střetu řídicí tyče s tažnou oj. Druhý konec řídicí tyče musí být připevněn k spodní části točnice s nápravou, kde se nacházejí profily.

Nejedná se pouze o jednoduché mechanické spojení. V tomto systému hraje roli také elektropneumatické řídicí ústrojí, které má na starost dvojici čepů. Pomocí čepů se buďto náprava dodatečně řídí nebo nikoliv. Pokud je v záběru řídicí čep, dochází k onomu dodatečnému řízení. V tomto případě aretační čep pomocí membránového válce vysune ze záběru a řídicí čep pomocí pružiny do záběru zasune. V opačném případě k dodatečnému řízení nápravy nedochází. Toho se může využít při potřebném snížení kloubů, kterého se využívá například při couvání. Dvojici čepů spojuje soustava tyčí, čímž je vždy zajištěno, že některý z čepů je v záběru.

Zkrácený způsob spojení umožňuje přítomnost elektropneumatického zařízení a sekundárního závěsného systému v nákladním vozidle. Tažná oj se však může použít i jako klasická oj a tak se přívěs může připojit k jakémukoli tažnému vozidlu, který je vybaven klasickým závěsným zařízením. Tažná oj v sobě zahrnuje trojúhelníkový rám a tažnou tyč. Vzájemně jsou zajištěny dvěma čepy. Ty se mohou vysunout, následně se tyč posune a opět zajistí. Oj se prodlouží na délku klasické oje, jejíž délka je potřebná pro bezkontaktní jízdu obou členů soupravy. Řídicí tyč se v takovém případě zajistí a neplní žádnou funkci v podobě přidavného natáčení přední nápravy přívěsu. Názorně je tato situace vidět na předchozím obrázku č. 1.

## 5.2.2 KAV

KAV je systém vytvořený firmou Kögel. Tato firma se stejně jako ostatní zabývá výrobou přípojných vozidel. To, že berou ohled na bezpečnost svých vozidel v provozu dokládají některé další vlastní systémy této firmy jako je například ochrana proti podjetí.



Obrázek 2 – Systém KAV - Kögel

1 – tažná oj, 2 – řídicí tyč, 3 a 4 – závěsná zařízení, 5 – přední náprava přívěsu, 6 – pohyblivý podvozek přívěsu, 7 – řídicí páka, 8 – teleskopická trubka, 9 – otočné věnce, 10 – blokovací rameno, 11 – uzavírací ventil

Stejně jako tomu bylo u předchozího systému AVL, i zde zaujímá součást soustavy řídicí tyč. Ta je připojena k tažnému vozidlu pomocí sekundárního závěsného zařízení. Stejným způsobem je na tři části rozdělena i točnice. První se pohybuje spolu s rámem přípojného vozidla. Ke druhé části je připevněna tažná oj a náprava spolu s řídicí tyčí je připojena ke třetí části točnice. Sekundární závěs bývá, na rozdíl od systému AVL, ve stejné vodorovné úrovni jako závěs primární. To napomáhá eliminaci negativních účinků vzniklých chováním přívěsu při jízdě. Pokud vozidlo projíždí zatáčkou je zřejmé, že se tažná oj spolu s částí točnice otáčí z přímé polohy po obloukové dráze se středem v závěsu. Řídicí tyč uchycená k řídicí páce vloženého rámu v podélné ose vozidla se natáčí po soustředném oblouku avšak o menším průměru. Tímto vychýlením pohybuje dvojramenná řídicí páka teleskopickou tyčí a dochází k dodatečnému řízenému pohybu přední nápravy přívěsu.

Obdobným způsobem jako u systému AVL je řešena také tažná oj, která se dá taktéž použít pro tažení klasickým tažným vozidlem. Realizuje se to díky možnosti vysunutí tažné tyče. Zajištění pohyblivé nápravy při tažení klasickým způsobem je realizováno blokovacím ramenem. Ramenem se spojí oba věnce dohromady a stávají se vůči sobě nepohyblivými. Toto zajištění umožňuje pneumatický uzavírací ventil, který řídí pohyb blokovacího ramene.

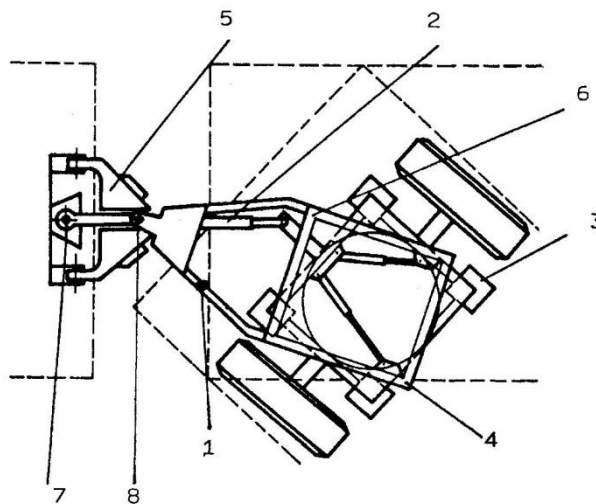
### **5.2.3 GLZ**

Stejně jako jeden z předešlých systémů, EZ 70, je i tento vynálezem firmy Ackermann-Fruehauf. Celý název systému je Grossraum lastzug a patentován byl již kolem roku 1980. Existují různé verze tohoto systému. Jedna z prvních verzí tohoto systému funguje následujícím způsobem. Tažná oj se vetkla mezi aretační třmeny nákladního vozidla. Na druhé straně byla připevněna ke spodnímu věnci točnice. Díky vetknutí se oj vůči tažnému vozidlu nemůže pohybovat. Přední náprava pevně následuje tažné vozidlo a natáčí se pouze druhá část točnice připevněná k rámu vozidla. Bez dodatečného natáčení kol není takováto souprava schopna rozumné jízdy, a proto jsou kola na rejdových čepích. Vlivem svého závleku se kola mohou do určité rychlosti natáčet kolem os rejdových čepů. Při přesažení určité rychlosti se možnosti otáčení kol zamezí a náprava se stává pevně spojenou nápravou s tažným vozidlem a přívěs se na točnici chová stejným způsobem jako návěs. Dle mého



názoru však tento systém není dostatečně stabilní, jelikož jsou kola řízena vlastním závlekem. Proto bych se rád zmínil především o následujících dvou verzích, GLZ III a GLZ IV.

### GLZ III



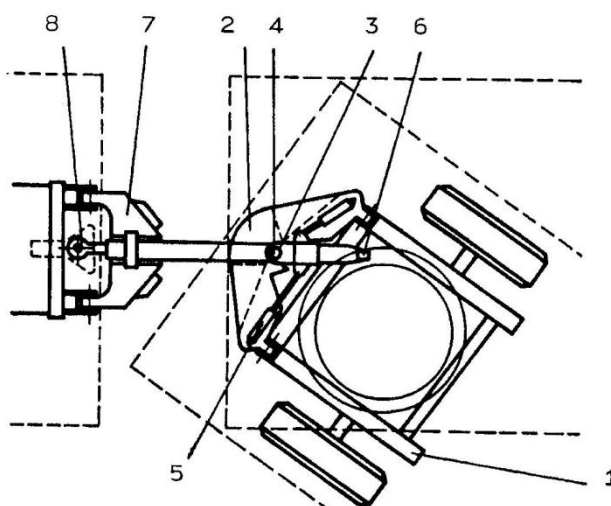
Obrázek 3 - Systém GLZ III - Ackermann-Fuehauf

1 – tažná oj, 2 – řídicí tyč, 3 – pohyblivý podvozek přívěsu, 4 – tlumiče, 5 – aretační třmen, 6 – ojnicí rám, 7 – závěsné zařízení, 8 – kloub oje

U tohoto systému se typicky připojuje přívěs pomocí tažné oje. Ta je ze strany přívěsu připevněna ke třídílné točnici a k tažnému vozidlu uchycena v závěsném zařízení. Tažná oj se však v závěsu neotáčí. V určité vzdálenosti od oka oje se, jak je zřejmé z obrázku, nachází kloub. Kolem něho se tažná oj otáčí namísto obvyklé rotace kolem osy závěsného čepu. Zamezení rotace kolem osy závěsného čepu zajišťuje sklápěcí aretační třmen. Třmen je součástí tažného vozidla a vede řídicí teleskopickou tyč. Lze tedy říci, že k připojení přívěsu je zapotřebí pouze jeden závěs. Řídicí tyč je připojena k nápravě a zajišťuje dodatečné natáčení přední nápravy přívěsu. Ve vloženém rámu jsou šikmo uloženy tlumiče. Ty mají za úkol stabilizovat dodatečně se otáčející podvozek.

Přívěsy koncipované pro tento způsob tažení lze zapojit za nákladní automobil klasickým způsobem. Stačí pouze zablokovat podvozek při vytažené teleskopické řídicí tyči vůči vloženému rámu, ke kterému je na straně přívěsu tažná oj připevněna. V tomto stavu pak lze lépe zdolávat extrémní situace například během parkování, couvání či situace podobnou obtížností. Nákladní automobil však musí být vybaven aretačním třmenem i při připojení klasickým způsobem. V opačném případě by byl zpětný pohyb soupravy vlivem dvojího kloubu tažné tyče velice obtížný.

## GLZ IV



Obrázek 4 - Systém GLZ IV - Ackermann-Fruhauf

1 – otočný věnec, 2 – tažná vidlice, 3 – tažná trubka, 4 – nástrčný čep, 5 – tlumič řízení, 6 – doraz, 7 – aretační třmen, 8 – závěsné zařízení

Stejně jako u systému GLZ III i zde se přichycuje tažná oj k závěsu tažného vozidla a podélný směr oje určuje aretační třmen. Oj není klasického trojúhelníkového tvaru, nýbrž se jedná o přímou oj tyčového tvaru. Rozdílem však je absence vloženého rámu. Tažná oj je přichycena k tažné vidlici pomocí nástrčného čepu. Tažná tyč se ve vidlici může pohybovat do určité míry omezené dorazem. Otočný věnec (jedna část točnice) je součástí přední nápravy přívěsu a druhá je spojená s jeho nastavbou. Řízení vlivem posunu tažné tyče ve vidlici obstarávají tlumiče řízení.

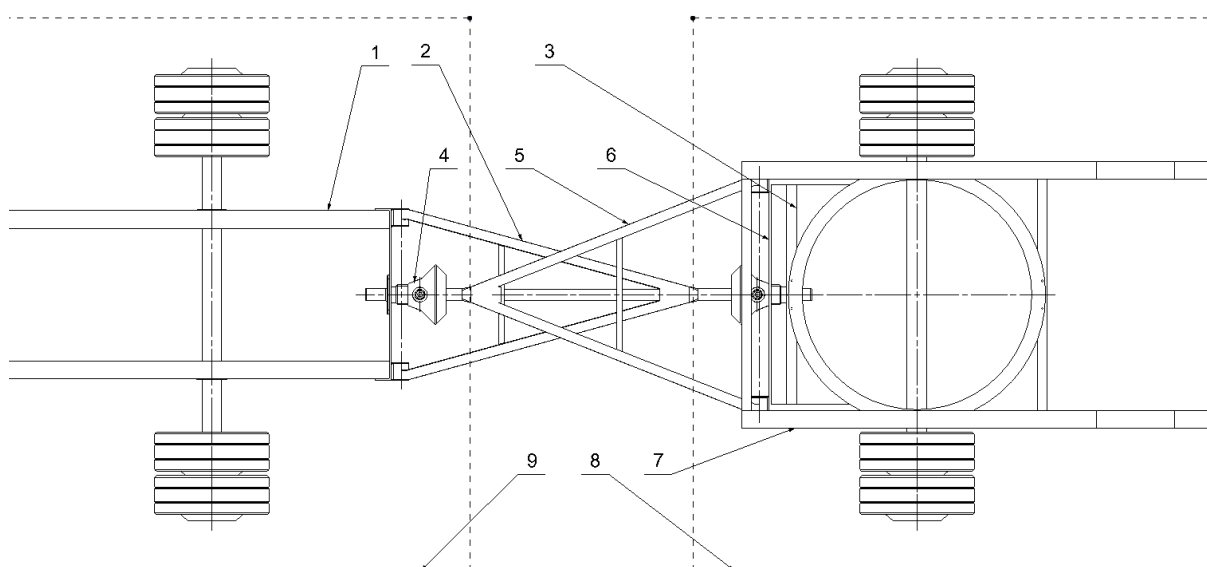
Tento systém lze také zablokovat a přívěs použít klasickým způsobem. Stačí sklopit třmen a uzamknout vzájemný pohyb vidlice a tažné tyče.

Dalším typem s točnicí je systém transmaximal, kterému je věnována následující samostatná kapitola.

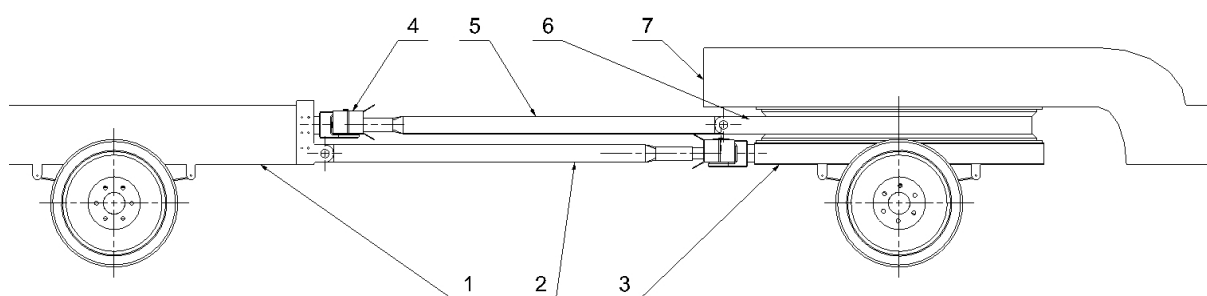
## 6. Transmaximal

Tento systém byl vyvinut firmou Kässbohrer, kterou založil Karl Kässbohrer v německém městě Ulm již v roce 1893. V dnešní době jsou díky mnoha létům vývoje využívány produkty této firmy ve více než 50 zemích světa. Firma Kässbohrer působí ve třech zemích, a sice v Německu, Turecku a Rusku. Transmaximal se stal pouze jednou z mnoha technologií pro zlepšení podmínek nákladních jízdních souprav vyvinutých touto firmou. Tato firma se v současnosti věnuje především produkci návěsů připojitelných za tahač.

### 6.1 Schéma struktury spojení



Obrázek 5 – struktura spojení - půdorys



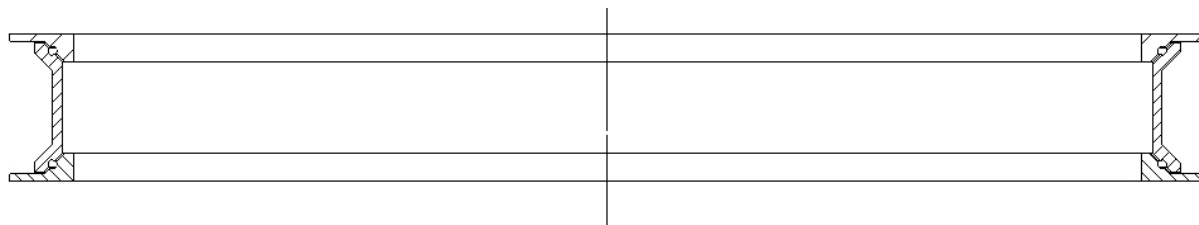
Obrázek 6 – struktura spojení - nárys

Systém transmaximal utváří soustava sloužící k připojení přívěsu k tažnému vozidlu. Skládá se z několika součástí, jež jsou vidět na obrázku č. 5, na kterém můžeme vidět schéma půdorysu spojení. Jedná se o: Rám vlečného vozu (1), pevná oj (2), jedna část otočného věnce s přední nápravou přípojného vozu (3), závěsný systém (4), tažná oj (5), druhá část otočného věnce (6). Číslo sedm označuje rám přípojného vozidla, k níž je připojena třetí část točnice. Čísli 8 a 9 jsou označeny nákladní prostory jedné i druhé části jízdní soupravy.

## 6.2 Popis jednotlivých částí systému

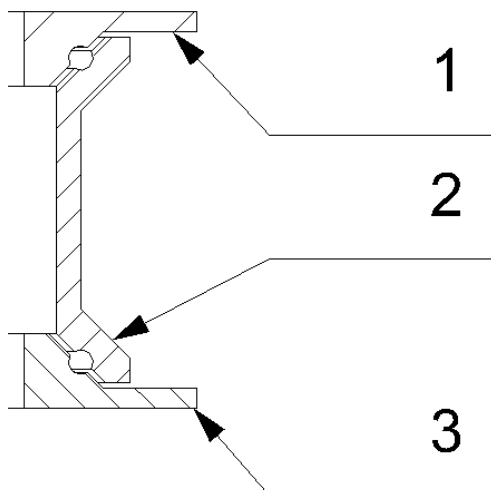
Na první pohled by se mohlo zdát, že je systém transmaximal v podstatě zdvojený klasický způsob spojení. První pohled však obvykle bývá matoucí. Pokud se na systém podíváme důkladněji tak zjistíme, že opak je pravdou. Prvním a jedním z hlavních rozdílů mezi klasickým spojením a systémem transmaximal je struktura točnice.

Ta je tvořena, jak už bylo řečeno u „točnicových“ zkrácených systémů, třemi částmi. První část spojují šrouby s podvozkem přívesu. K prostřednímu členu spolu s úchyty pro oj se pomocí čepů připevní tažná oj. Prostřední věnec je potom volně pohyblivý kolem osy rotace točnice podle toho jak tažný automobil zatáčí. Tato část točnice funguje obdobným způsobem jako pohyblivá část točnice u klasického připojení. Vzájemný pohyb mezi jednotlivými členy umožňují valivé elementy obdobným způsobem, jako je tomu u klasických ložisek. Točnice u konvenčního způsobu připojení končí touto částí. Přední náprava je tedy v daném případě součástí otočného věnce a spolu s ním se otáčí. U systému transmaximal se navíc nachází třetí část točnice. Ta se pomocí šroubů připevní k vloženému rámu. Rám je spojen s přední nápravou. Třetí část točnice tedy umožňuje nezávislý pohyb nápravy vůči přívesu i vůči tažné oji. Přední náprava přívesu tím pádem může být dodatečně řízena a hlavní atribut pro možnost zkrácení oje se tak zdá být splněn.



Obrázek 7 – průřez točnice

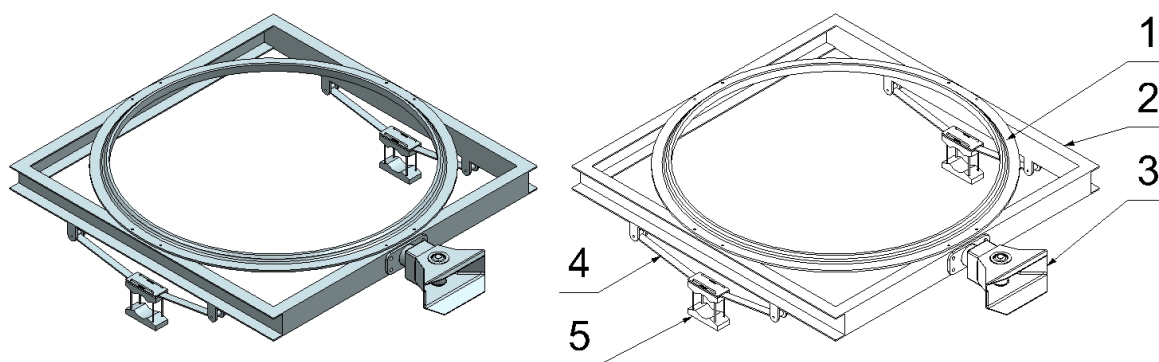
Na obrázku č. 7 a 8 je zobrazena třídílná točnice systému transmaximal v řezu. Můžeme zde vidět přibližnou konstrukci profilu každého věnce. Přesný tvar profilu tohoto systému se svým tvarem může od reálného systému odlišovat. Obrázek naznačuje především princip, který umožňuje vzájemnou nezávislou pohyblivost třech zmíněných částí točnice.



Obrázek 8 – průřez točnice – detail

1 - vrchní otočný věnec točnice, 2 - střední část točnice, 3 - spodní otočný věnec točnice

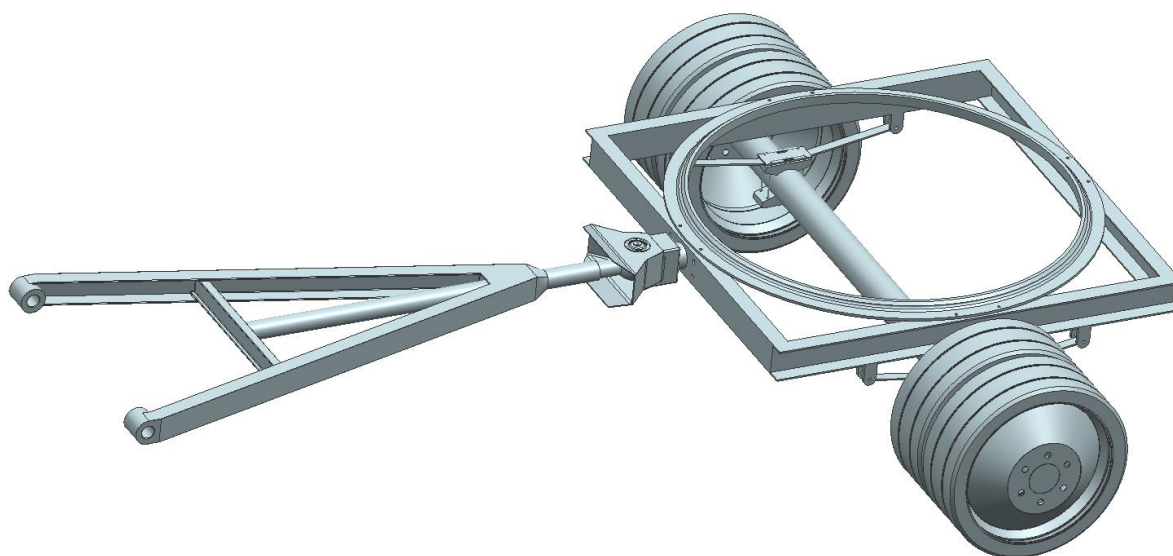
Na spodní otočný věnec točnice navazuje přední náprava přívěsu, viz obrázek č. 9. Tato část vlivem dělené točnice zastává také velmi významnou funkci u zkráceného spojení. Pokud se ohlédneme za klasickým spojením, zjistíme, jaké významnosti tato funkce nabývá. V první řadě není u konvenčního spojení dlouhou ojí umožněn vzájemný pohyb upevněné oje a nápravy. To způsobí, že náprava přímo následuje oj a přívěs se nevhodně natáčí a velmi výrazně vyklání z podélné osy soupravy. To by, v případě kratší oje, bylo důvodem kolize mezi členy soupravy. V případě řízené nápravy není, díky dělené točnici, pohyb přívěsu a směr natočení nápravy zcela závislý na tažném vozidlu. Náprava může směřovat přívěs ven ze zatáčky a díky tomu nedochází ani při přiblížení členů soupravy ke kolizi.



Obrázek 9 - přední náprava přívěsu

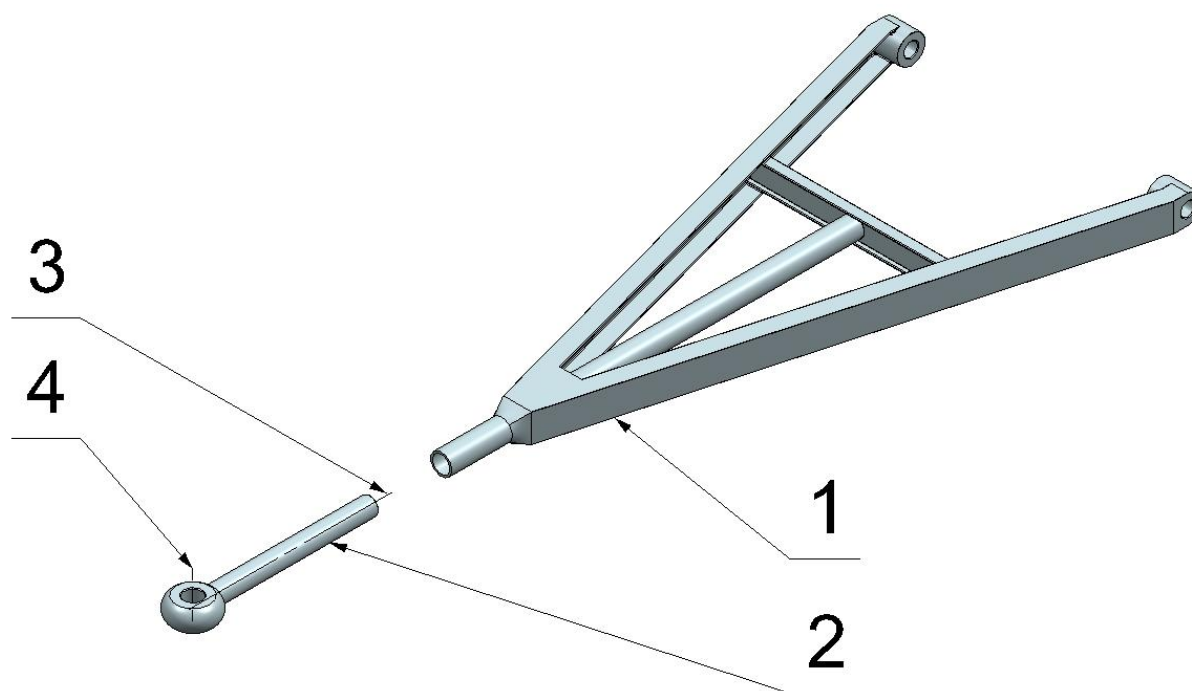
1 – spodní otočný věnec točnice, 2 – vložený rám pro přední nápravu, 3 – závěsné zařízení, 4 – odpružení (listová pružina), 5 – uchycení hřídele s koly

K závěsnému zařízení na této přední nápravě přívěsu se přichytí pevná oj, viz obrázek č. 10. Způsob uchycení může být různý. Především je však důležité, aby byl umožněn pohyb v závěsu kolem osy čepu, kterým je oj připevněna, a také aby se tato osa mohla natáčet kolem svého středu. Střed si lze představit jako průsečík osy rotace čepu a podélné horizontální roviny souměrnosti ojničního oka (případně podélné osy rotace teleskopické tyče), což je patrné z obrázku č. 11, kde je tedy pomyslný střed průsečíkem os 3 a 4. Tento složitý pohyb je umožněn například výkyvným ložiskem. Takovéto uložení je nezbytné s ohledem na dynamiku jízdy a na odlišnou vertikální výškovou pozici závěsu oproti uložení druhého konce pevné oje k tažnému vozidlu.



**Obrázek 10 - přední náprava přívěsu s pevnou ojí**

Model závěsu, kterým je pevná oj přichycena k přívěsu je pouze ilustrativní a jeho skutečný princip a vzhled se může odlišovat. Zde slouží pouze k simulaci možného spojení těchto dvou částí. U systému Transmaximal se používá zmíněné výkyvné ložisko. Jelikož tento způsob uchycení není zcela jednoduchý, snadno smontovatelný a demontovatelný, je i tato pevná oj součástí přívěsu a spolu s ním se k tažnému vozidlu připojuje.

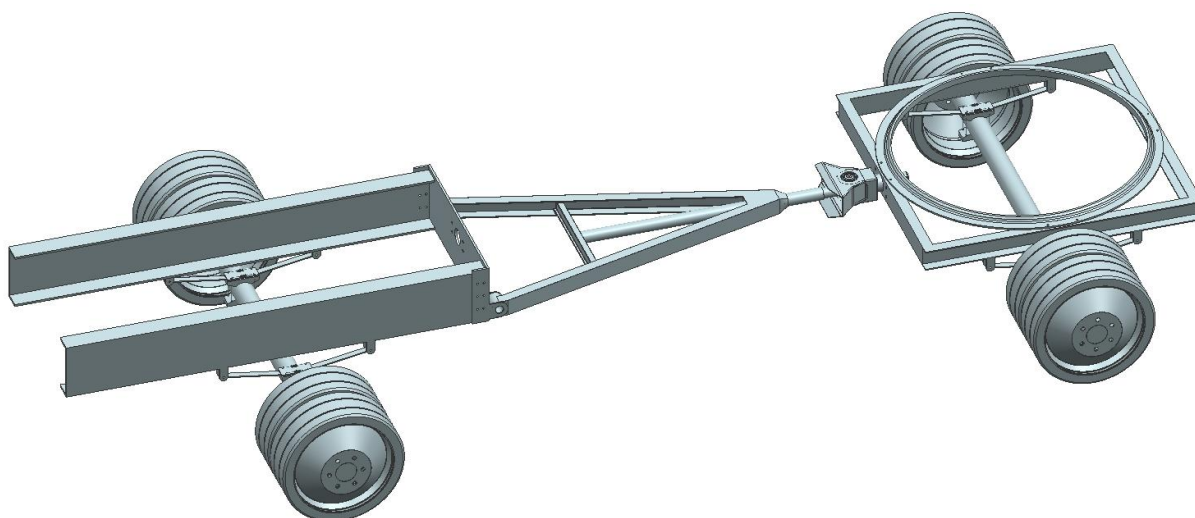


Obrázek 11 - pevná oj s teleskopickou řídicí tyčí

1 – pevná oj, 2 – teleskopická tyč s okem, 3 – podélná osa rotace teleskopické tyče, 4 – osa rotace díry ojníčnického oka

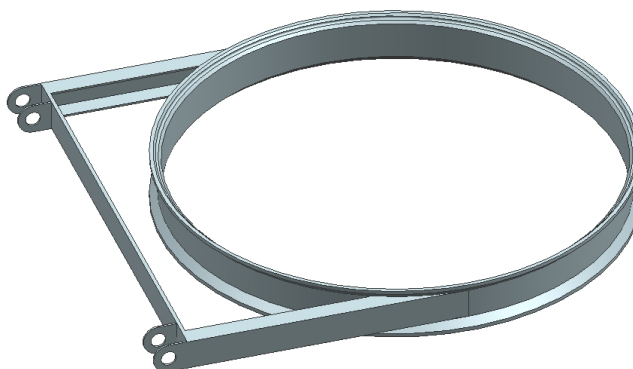
Pevná oj v první řadě udržuje potřebnou vzdálenost mezi oběma členy jízdní soupravy. Pevnou oj tvoří trojúhelníkový rám, jenž se spojí s tažným vozidlem a teleskopická tyč uchycená k závěsu přívěsu. Teleskopická tyč se v rámu může zasouvat či vysouvat. Tento pohyb, tedy míra vytažení teleskopické tyče přesně ovlivní úhel, o který se přední náprava vychýlí vzhledem k podélné ose tažného vozidla či pevné oje. Možný pohyb teleskopické tyče ve směru osy č. 3 je následkem vychýlení středu otáčení točnice z podélné osy soupravy a je tak samovolně řízen vlivem tohoto konkrétního vychýlení, což bude následně podrobněji ukázáno a vysvětleno na obr. č. 20.

Z předchozího vyplývá, že se přívěs k tažnému vozidlu připevňuje na třech místech. Dvě místa na tažném vozidle jsou určena pro pevnou oj a na jedno patří oko tažné oje. Trojí připojení komplikuje rychlost a tím i efektivitu připojování a odpojování přívěsu. Kvůli co největšímu urychlení a usnadnění připojení je použito rychloupínání pevné oje k tažnému vozidlu. Čepové spojení umožňuje pouze rotační pohyb kolem osy rotace čepu a pohyb v rámci horizontální roviny je znemožněn.



**Obrázek 12 - související členy soustavy s pevnou oj**

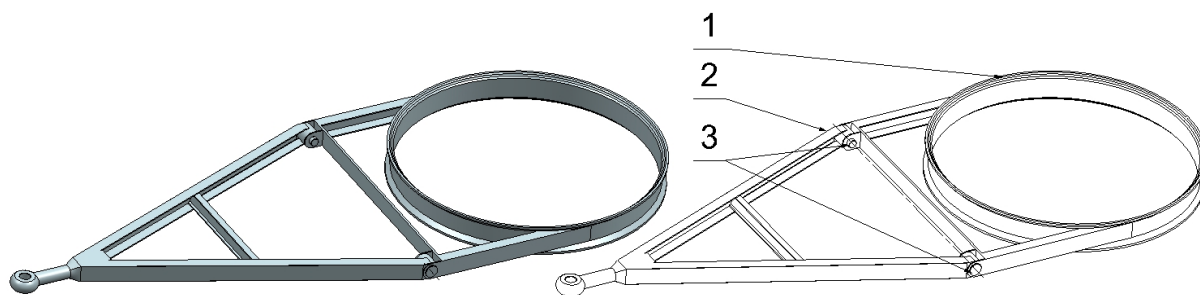
Součásti na sebe navazují následovně: přední náprava přívěsu, pevná oj a vlečné vozidlo. Dalším strukturním řetězcem na sebe navazujících členů je také: tažné vozidlo, tažná oj a další část točnice. Vrátime se opět ke třídílné točnici, odkud začneme s dalším řetězcem. Ten vychází z prostřední části točnice.



**Obrázek 13 - střední část točnice s úchyty pro tažnou oj**

Rotační pohyb tohoto prvku je zcela nezávislý na pohybu zbylého přívěsového systému. Na prostřední díl točnice je připevněna část zajišťující upevnění tažné oje k přívěsu. Profily ve tvaru „C“ mohou být například přivařeny k točnici, což považuji za nejjednodušší a také velmi používanou metodu spojování podobných dílů. Při svařování je třeba vzít v úvahu jednotlivé materiály a především jejich svařitelnost. Na tento člen sestavy navazuje kratší klasická tažná oj. Spojení je zpravidla stejně, jako u klasických spojení, docíleno pomocí čepů.

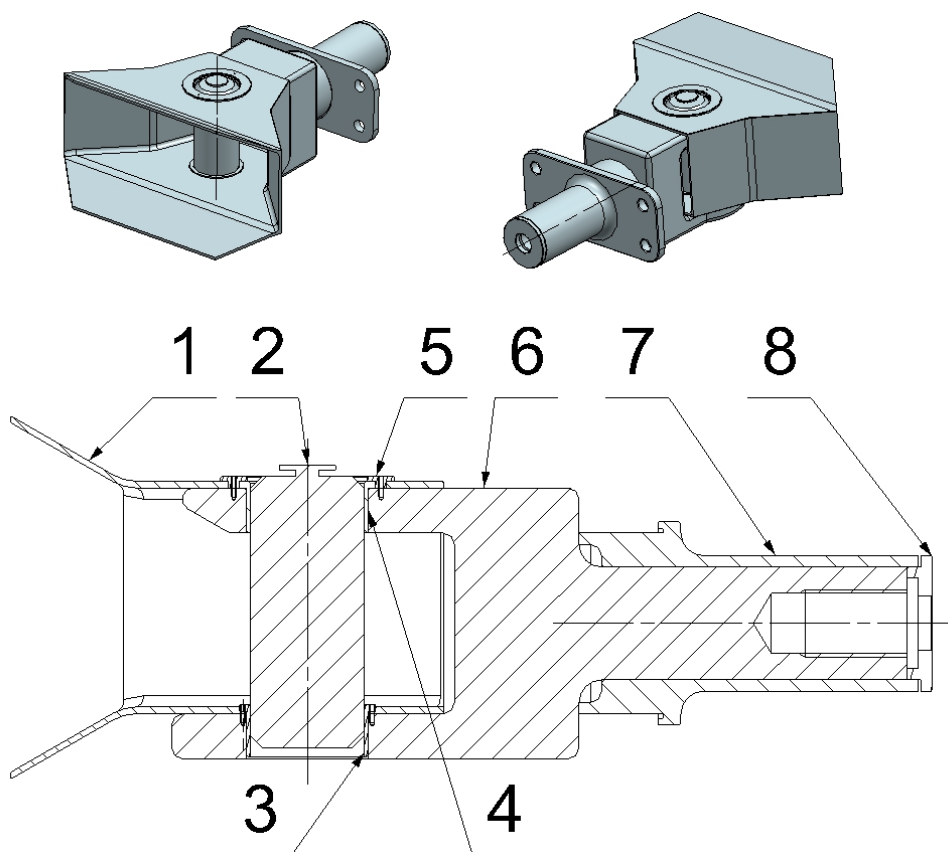




Obrázek 14 - střední část točnice s tažnou ojí

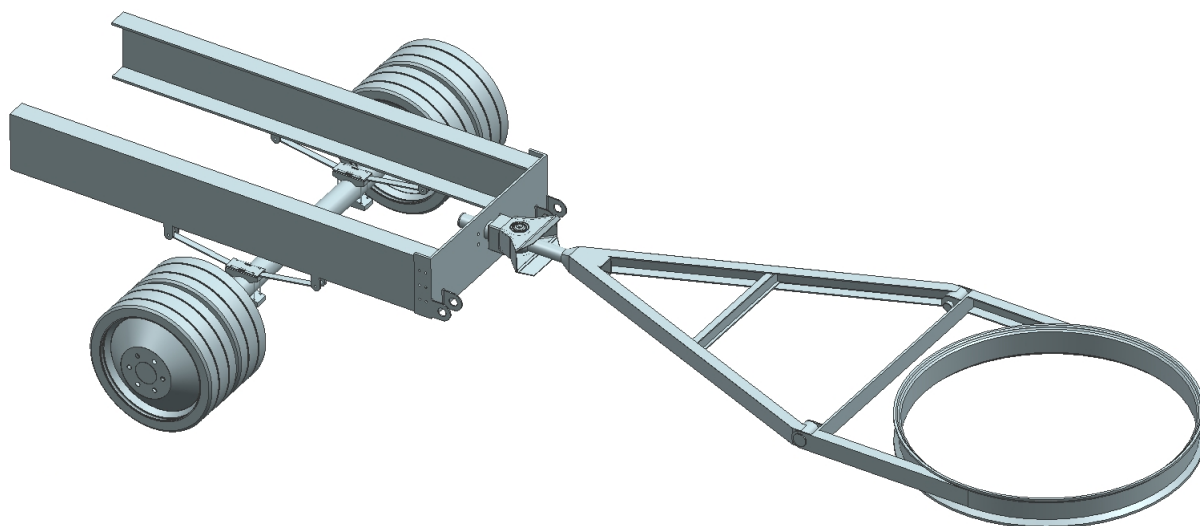
1 – střední díl točnice, 2 – tažná oj, 3 – dvojice čepů

Následující obrázek zobrazuje zjednodušené závěsné zařízení. Závěsné zařízení se svým principem nijak neodlišuje od zařízení u klasických systémů. Je zde popsáno několik součástí tohoto zařízení. Nerovnost vozovky a dynamika jízdy přívěsové soupravy rázově výrazně namáhá toto zařízení. Aby bylo namáhání co nejvíce eliminováno a přecházelo do rámu tažného vozidla co nejméně, je součástí reálné sestavy odpružení například v podobě silentbloků. Tato soustava se díky přírubě připevňuje k rámu tažného vozidla pomocí šroubů. Závěsné zařízení, na které se napojuje tažná oj se tak stává součástí tažného vozidla. Tažná oj se svým okem uchytí za čep tohoto zařízení. Čep na obrázku má zjednodušený tvar. Ale v principu je oválného tvaru o rozměru, jenž odpovídá oku tažné oje a mohlo tak dojít ke spojení. Složitost této soustavy vnáší neopomenutelný fakt, a sice umožnění rychlého a snadného odpojení a opětovného připojení přívěsu. Z tohoto důvodu nelze zdlouhavým způsobem čep zajišťovat. Problém řeší navazující zařízení, které jednoduše čep ze soustavy vytáhne za výstupek v jeho horní části jednoduchým pohybem páky. Zpětným pohybem páky se čep opět zasune zpět a díky středícím kroužkům se vůči soustavě vystředí.



Obrázek 15 - závěsné zařízení

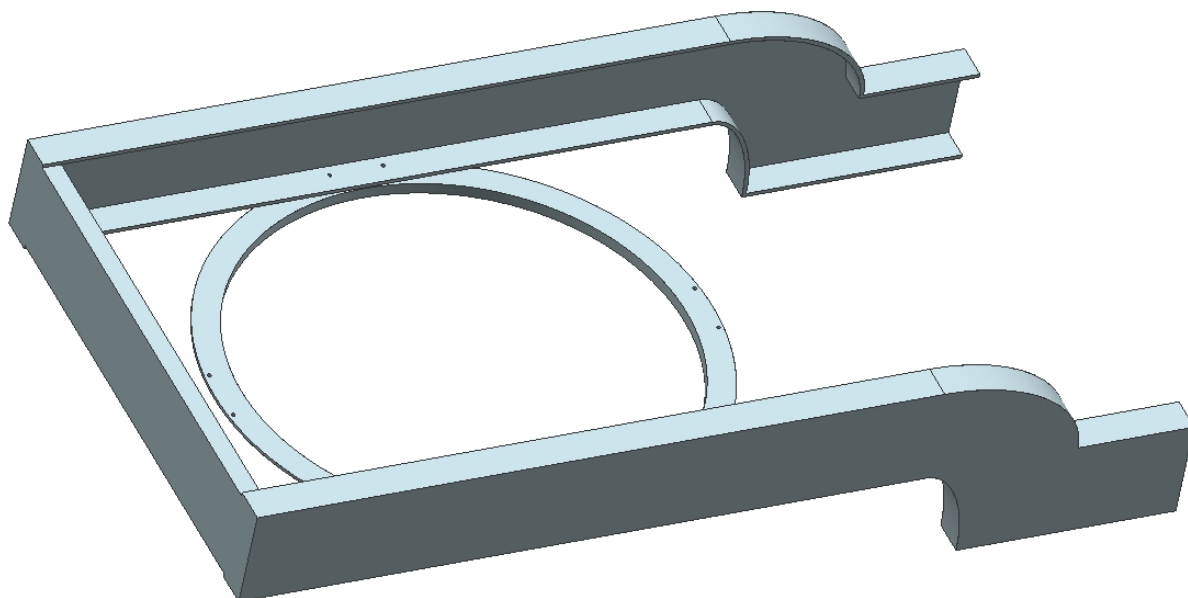
1 – ochranný plech, 2 – závěsný čep, 3 – spodní středící kroužek, 4 – vrchní středící kroužek, 5 – pojistný kroužek, 6 – uchycovací těleso, 7 – příruba, 8 - upevňovací kroužek



Obrázek 16 - související členy soustavy s tažnou ojí

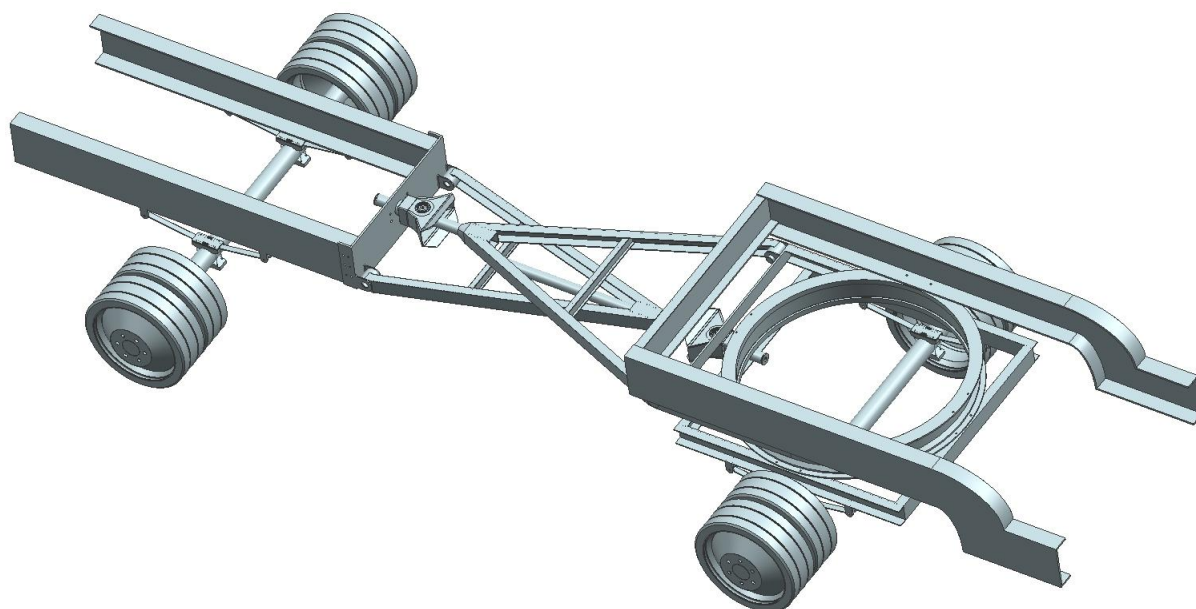
Celý na sebe navazující řetězec s tažnou ojí je zobrazen na předchozím obrázku. Poslední částí celé soustavy spojení je třetí část točnice připevněná k rámu přívěsu. Ta se spolu se zbylým přívěsem natáčí přirozeným způsobem vzhledem k přední nápravě a tažné ojí

a není v předešlém popsány pohyby žádným způsobem ovlivněna. Tuto situaci zachycuje obrázek č. 17.



**Obrázek 17 - rám přívěsu s vrchní částí točnice**

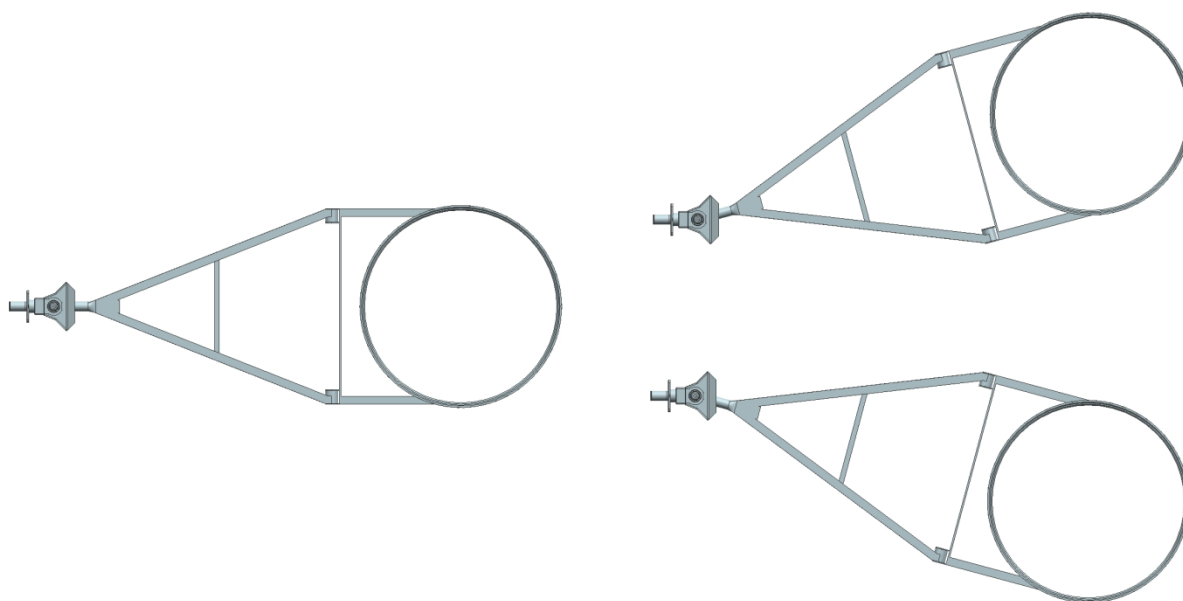
Po spojení všech popsanych součástí vznikne sestava zobrazená na obrázku č. 18.



**Obrázek 18 - soustava spojení**

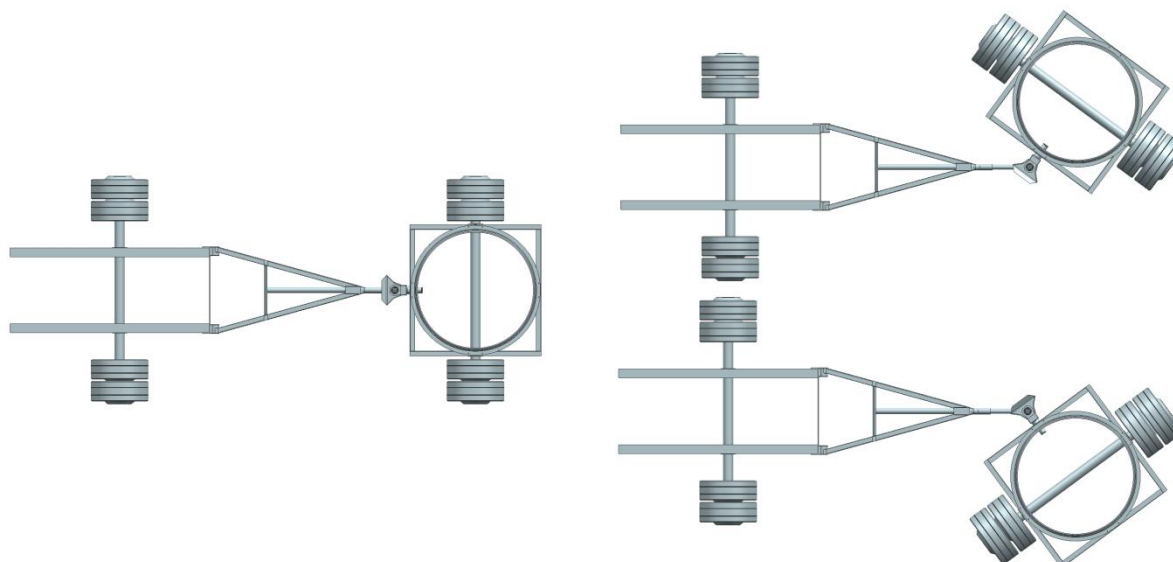
## 6.3 Vzájemný pohyb jednotlivých návazných částí spojení

Kvůli složitosti vzájemného pohybu celého spojení je v této podkapitole podrobněji popsán pohyb dvou spojených celků nezávisle na sobě. V předchozí podkapitole jsou tyto celky popsány jako řetězce navazujících členů. Nezávislé zobrazení objasní možnosti, jak se každý celek může pohybovat zvlášť. Na následujícím obrázku je zobrazena tažná soustava skládající se ze závěsu tažného vozidla, tažné oje a střední části točnice.



Obrázek 19 - pohyb tažné oje

Soustava je zobrazena třikrát. V prvním případě zpodobňuje stav soustavy během přímé jízdy. V dalších dvou případech se tažná oje spolu s točnicí vychyluje z přímého směru. K vychýlení dochází při zatáčení a další dva obrázky tedy charakterizují stav při zatáčení vlevo či vpravo. Toto vychýlení se podobá vychýlení klasickému spojení s jednoduchou točnicí. Možné vychýlení v tomto případě však není tak výrazné, jelikož je omezeno další částí soustavy celého spojení. Smyslem tohoto řetězce prvků je tedy táhnout přívěs. Kromě dalších vertikálních pohybů dále také umožňuje vychýlení celé točnice spolu s přední nápravou přívěsu z podélné osy celé soupravy.



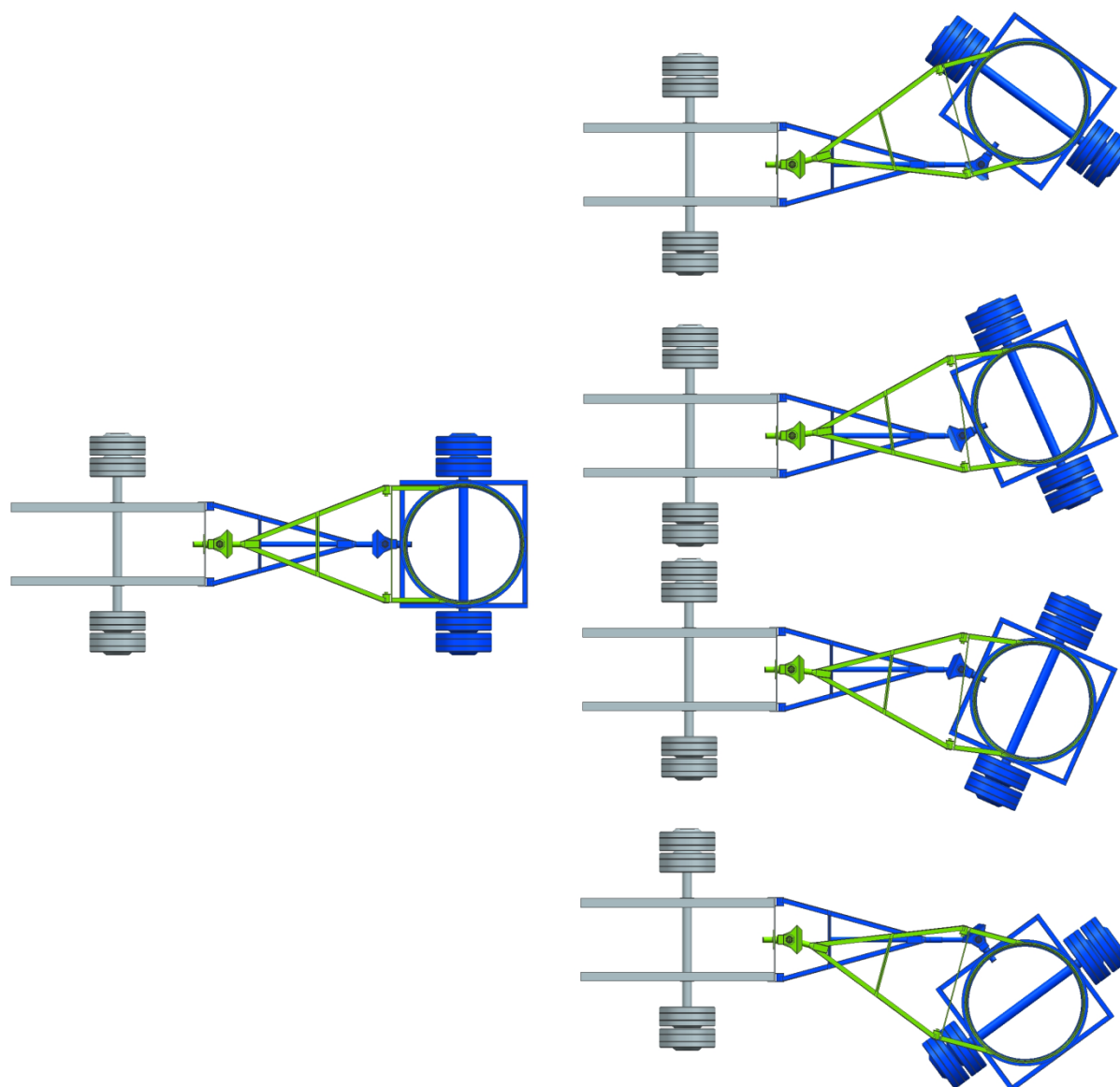
Obrázek 20 - pohyb přední nápravy přívěsu

Tento obrázek objasňuje druhou významnou část systému Transmaximal, a sice řízení přední nápravy přívěsu pomocí pevné oje s výsuvnou teleskopickou tyčí. Na obrázku se vlevo nachází spojení členů soupravy při jízdě vpřed. Na pravé straně je naopak zachycena situace při zatažení doprava či doleva.

Z obrázků je patrný pohyb nápravy přívěsu. Při zatočení se přední náprava pohybuje složeným pohybem. Jednak se náprava natáčí kolem vlastní osy rotace a také se samotná osa rotace vychyluje z podélné osy přívěsu. Pokud vezmeme v úvahu pouze tuto část celého spojení, vidíme že závěsné zařízení umožňuje ono vychýlení celé točnice s nápravou z podélné osy soupravy a třídílná točnice umožňuje rotaci kolem své vlastní osy. Tažná oj dále plní funkci udržení určité vzdálenosti přívěsové nástavby od nástavby tažného vozidla.

## 6.4 Vzájemný pohyb celého spojení

V předchozí podkapitole jsou popsány pohyby spojených celků nezávisle na sobě. Zde následuje celkový popis vzájemného pohybu obou celků, které se vzájemně doplňují, respektive omezují. Následující obrázek zachycuje celou strukturu spojení. V levé části obrázku se nachází spojení v situaci, kdy souprava jede přímým směrem. Na pravé straně zachycují vrchní dva obrázky průjezd pravotočivou a spodní dva průjezd levotočivou zatáčkou.

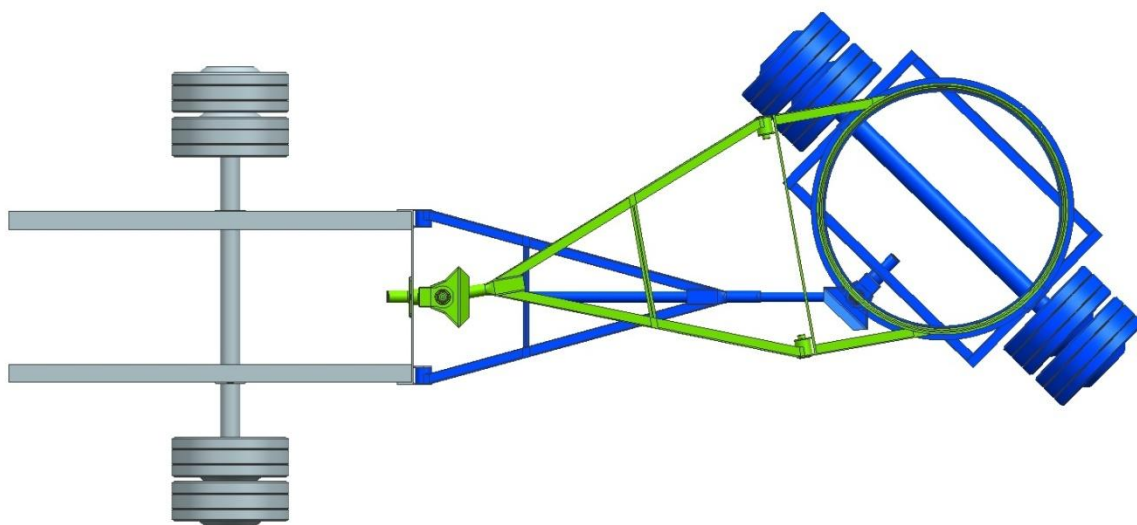


**Obrázek 21 - vzájemný pohyb soustavy spojení**

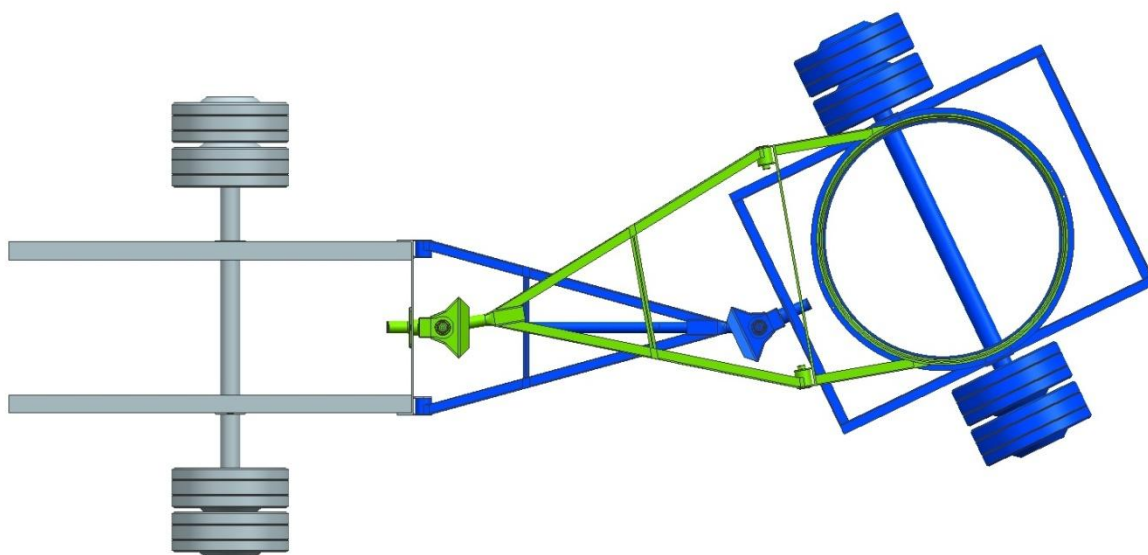
Při vjezdu do zatáčky se, jak vidno na obrázku, po natočení tažného vozidla vyhne tažná oj z podélného směru. Spojené věnce, které tvoří točnici, způsobí vyhnutí spodní části točnice spolu s přední nápravou do stejného místa. Současně je však přední náprava připevněna k pevné ojí. Pevná oj při vychýlení tažné oje způsobí natočení přední nápravy o určitý úhel. Mezi jednotlivými celky je zřetelná souvislost. Čím více se natočí tažná oj, tím více je třeba, aby se natočila také přední náprava. Se zvětšujícím se vychýlením a současně větším natočením nápravy se zároveň více vysouvá teleskopická tyč s okem. Vysunutí teleskopické tyče je omezeno. Maximální vytažení odpovídá maximálnímu natočení přední nápravy. Nemožnost většího vysunutí tyče a tím i nemožnost většího vytočení nápravy zpětně zamezuje většímu vychýlení tažné oje z podélné osy soupravy.

Přední náprava se vytáčí směrem ven ze zatáčky. To je jedním z hlavních funkcí tohoto systému. Přívěs totiž lépe následuje vlečné vozidlo a nedochází k nevhodnému vychýlení přívěsu a následnému střetu nástaveb jednotlivých vozidel, jako by tomu bylo u klasického „točnicového“ připojení v případě zkrácení tažné oje. Úhel, o který se přední náprava má natočit, není libovolný. Při průjezdu konkrétní zatáčkou dochází ke konkrétnímu úhlu natočení tažného vozidla od přívěsu a je zapotřebí, aby také náprava směřovala přesně určeným směrem, který odpovídá poloměru zatáčky, a nedochází tak ke smýkání kol přední nápravy přívěsu. Směr natočení nápravy ovlivňuje její samotná konstrukce. Konkrétně se jedná o vzdálenost připevnění nápravy k tažné oji od středu otáčení nápravy, tedy kolem osy rotace točnice.

Na následujících obrázcích jsou zobrazeny dvě opačné extrémní konstrukční řešení. V prvním případě se přední náprava přívěsu natáčí mnohem výrazněji než v případě druhém. Kratší vzdálenost mezi osou rotace nápravy s točnicí a spojením nápravy s pevnou ojí způsobí při malém odklonu tažné oje výrazné natočení nápravy. Naopak v druhém případě se náprava nenatáčí tak výrazně. Větší poloměr otáčení nápravy nenutí nápravu k takovému vychýlení. Dále je zapotřebí si uvědomit, že vzdálenost spojení nápravy s tažnou ojí od jejího středu udává také hranici maximální vzdálenosti možného vychýlení osy rotace nápravy od podélné osy. V této extrémní situaci by náprava byla natočena vzhledem ke směru jízdy o  $90^\circ$ , což prakticky neumožňuje pohyb. Konstrukce nápravy u tohoto systému výrazně ovlivní plynulost pohybu přívěsu při zatáčení soupravy a je žádoucí věnovat pozornost především této části. Přední náprava přívěsu by měla být konstruována tak, aby se při zatáčení protнула v jednom bodě osa rotace kol přední nápravy přívěsu s osami rotace ostatních kol přívěsu či tažného vozidla.



Obrázek 22 - natočení nápravy při její dané konstrukci\_1



Obrázek 23 - natočení nápravy při její dané konstrukci\_2

## 6.5 Možné problémy

Stejně tak, jako každý systém zkrácené oje má i systém transmaximal své výhody ale i nevýhody. Nevýhody jsou spojeny s komplikacemi, které mohou nastat při konstruování, montáži či během jízdy. Při konstruování tohoto spojení je zapotřebí mít na paměti výškové rozdíly jednotlivých částí. Z obrázků je patrné, že se nachází tažná oj nad ojí pevnou. Toto uspořádání se zdá být logické, jelikož tažná náprava je připojena k řízené přední nápravě



přívěsu. Mezi oběma oji však musí být dostatečná mezera, aby nedošlo, při jízdě po nerovné vozovce či při zatačení soupravy, k jejich střetu. To dále ovlivňuje samotnou konstrukci točnice na straně přívěsu a výškové řešení jednotlivých uchycení ojí na straně tažného vozidla.

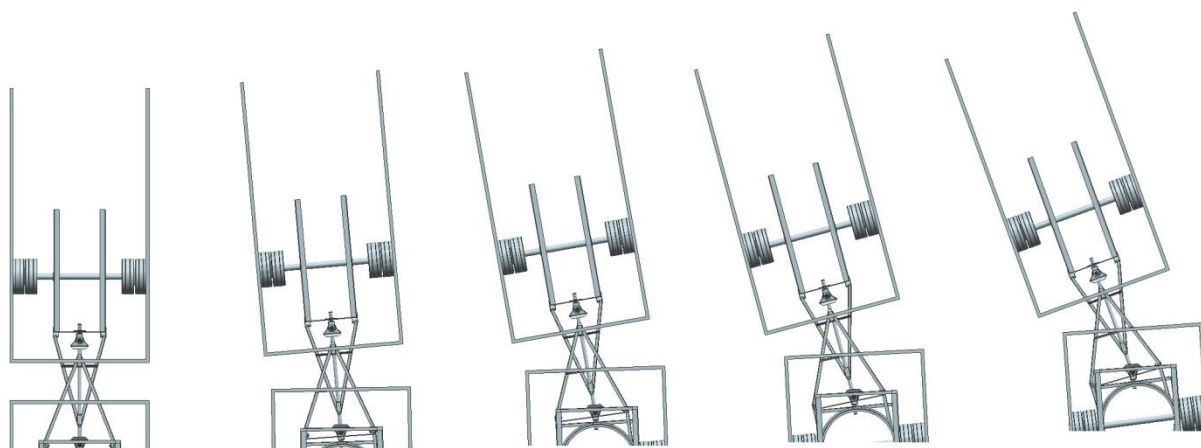
Oproti dalším zmíněným systémům ani montáž, neboli připojení či odpojení přívěsu od tažného vozidla, se nedá zařadit mezi jednodušší. Soustava dvou ojí si žádá vícero upínajících členů. To výrazně zpomaluje připojování přívěsu. Spolu s dvěma oji také souvisí možnost připojení klasického přívěsu s jednoduchou točnicí. V takovémto případě se musí tažná oj zcela demontovat. A rychloupínací závěsy pro pevnou oj zůstanou v nečinnosti.

Při couvání tento systém svými vlastnostmi rovněž nijak nevyčnává. Komplikovanější spojení s řízenou nápravou couvání značně komplikují a obtížnost lze se spojením jednokloubovým jen těžce srovnávat. U dalších zmíněných systémů lze různými prvky řízenou nápravu zablokovat, což je v tomto případě nemožné vlivem dvojice ojí. Zpětný pohyb se tedy u tohoto systému zdá být velmi obtížný, ne však nemožný. Je zapotřebí větší zručnost řidiče než u spojení klasického. Tento nedostatek však s jistotou kompenzují vlastnosti systému při pohybu vpřed. Přesné řízení nápravy má oproti oji konvenčního spojení za následek hladkého průjezdu zatáčkou i při výrazně kratší oji. Neopomenutelnou výhodou je především výrazné zvýšení nákladního prostoru a tím pádem také zvýšení efektivity převážení nákladu.

## 7. Model systému a názorný náhled na funkčnost systému

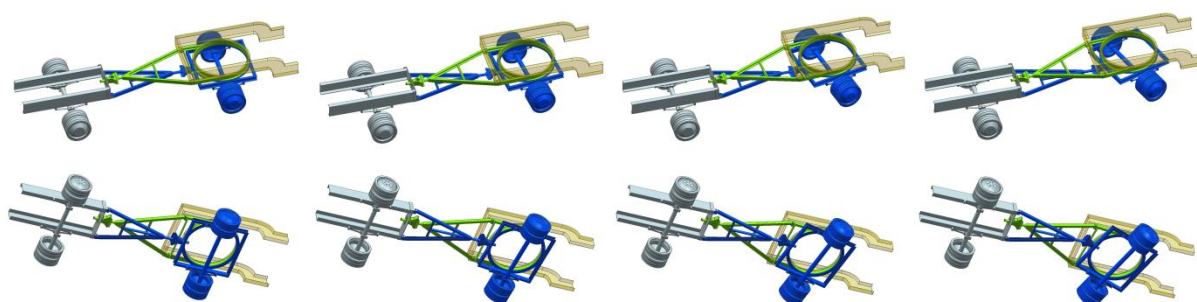
Zkrácené systémy se řadí mezi zařízení poměrně složitá na představivost. Z tohoto důvodu autor této práce vytvořil vizualizaci systému transmaximal. Ta by měla napomoci především lepšímu pochopení vzájemných pohybů jednotlivých částí systému. Jedná se o tři prezentace, které tvoří řada snímků. Na snímcích je zachycen model sestavy spojení, navržený autorem této práce a vytvořený v systému NX.

První prezentace naznačuje funkčnost spojení systému transmaximal při průjezdu zatáčkou. Výňatek z animace v podobě řady snímků je zachycen na následujícím obrázku.



Obrázek 24 - výňatek z prezentace číslo 1

Další dvě prezentace potom naznačují průběh vzájemných pohybů jednotlivých navazujících členů během zatáčení. Obrázky zachycují systém z obecného pohledu shora a zespod.



Obrázek 25 - výňatek z prezentace číslo 2 a 3

Vizualizace má podobu postupně na sebe navazující řady snímků vložených do softwaru zvaného Powerpoint. Jednotlivé snímky jsou pořízeny jeden po druhém postupně při vychýlení tažné oje o 1 stupeň, tudíž dohromady představují souvislou řadu a působí relativně

plynulým průběhem. Prezentace jsou v elektronické podobě na CD, které je přiloženo k bakalářské práci

Dále je součástí bakalářské práce výrobní výkres dvou vybraných součástí a jedné podsestavy zadané vedoucím práce. Ty jsou přiloženy k bakalářské práci v podobě nevázané přílohy.

## 8. Závěr

Bakalářská práce se zabývá připojením přívěsů k tažnému vozidlu a skládá se z několika kapitol. Po úvodním představení problematiky je čtenář seznámen základním přehledem, jenž se týká jednotlivých členů celé jízdní soupravy a možností, jimiž je možné náklad přepravovat. Základní představu o jízdní soupravě následně doplňují informace o jednotlivých částech spojení. V této úvodní části čtenář získává představu o jízdní soupravě a principu připojení přípojných vozidel k vozidlům tažným. Následující část se ve čtvrté kapitole zabývá klasickými způsoby připojení přívěsu. V základu jsou tyto možnosti dvě. Pátá kapitola rozšiřuje možnosti připojení o moderní způsoby. V úvodu páté kapitoly se rozebírá podnět, který vedl firmy vyrábějící nákladní soupravy ke snaze o vývoj specifických moderních spojení. Dále jsou v práci nekonvenční způsoby spojení rozděleny na dvě principiálně se odlišující skupiny, které jsou posléze detailněji popsány.

Náročnost všech moderních způsobů připojení vedla k vytvoření samostatné kapitoly věnované jednomu systému zvanému Transmaximal. Stěžejním úkolem šesté kapitoly je popsat a detailně rozebrat celý systém a jeho jednotlivé části. Čtenář získá pojem o celé struktuře tohoto spojení. Dále se v této kapitole pojednává o jednotlivých částech systému, o pohyblivosti jednotlivých částí systému a následně o pohyblivosti celého systému jako celku. Závěr páté kapitoly upozorňuje na možné problémy, se kterými se u tohoto systému můžeme setkat nebo případně na co si u tohoto systému dát pozor. Závěrečná sedmá kapitola odkazuje na názornou ukázkou vzájemných pohybů, která je přiložena v elektronické podobě k této práci. Názorná ukáзка je v podobě řady snímků vytvořeného modelu, které na sebe postupně navazují. Z této „animace“ jsou patrné vzájemné pohyby jednotlivých částí a výrazně napomáhají utvořit si představu o funkčnosti systému Transmaximal. Kromě vizualizace systému je k práci přiložena výkresová dokumentace vybraných částí.

Problematika dopravního systému v podobě přepravy nákladů nabývá významnosti. Je více než žádoucí co nejvíce zefektivnit dopravu nákladů, zlepšit jízdní podmínky nákladních automobilů a tím také ulevit dopravnímu systému. Zkrácené systémy jsou jedním z možných řešení a další systémový krok dopředu bude jen k prospěchu. Zkrácení oje zvětšuje ložnou plochu a zlepšuje jízdní vlastnosti. Zvýšení ložné plochy nic nemění na maximální možné přepravní hmotnosti, a proto při přepravě těžkého nákladu nenabývá zvětšení významu. Stanovení maximální hmotnosti přepravovaného nákladu je však samostatným odvětvím, které je třeba dle vývoje techniky měnit odpovídajícím způsobem. V kombinaci hmotnosti

nákladu se zvýšením ložné plochy vidím cestu ke zvýšení efektivity silniční přepravy. Věřím, že tato práce přiblíží problematiku širšímu okolí a napomůže lepší představě o principu těchto spojení.

## Použitá literatura

- [1] VLK, František. *Stavba motorových vozidel*. 1. vyd. Brno: Nakladatelství a vydavatelství VLK, 2003. 499 s. ISBN 80-238-8757-2
- [2] VLK, František. *Podvozky motorových vozidel*. 3. přeprac. a aktualit. vyd. Brno: František Vlk, [2006]. 464 s. ISBN 80-239-6464-X.
- [3] VLK, František. *Dynamika motorových vozidel*. Brno: Prof.Ing.František Vlk, DrSc., nakladatelství a vydavatelství, 2006. ISBN 80-239-0024-2.
- [4] VLK, František. *Automobilová technická příručka*. 1. vyd. Brno: Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 2003. XI, 791 s. ISBN 80-238-9681-4
- [5] Cyril Kubjatko . *Přívěsy a návěsy v nákladní automobilové dopravě*. 1. vyd. Praha: Nadas, 1964 (Olomouc: MTZ 11). 187,(1)s. ; 8°
- [6] LEINVEBER, Jan a VÁVRA, Pavel. *Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření*. 4., dopl. vyd. Úvaly: Albra, 2008. xiv, 914 s. ISBN 978-80-7361-051-7.
- [7] HUBÁLEK, Jan. *Moderní způsoby připojení přívěsu nákladního automobilu*. Plzeň, 2010. Bakalářská práce (Bc.). Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta strojní. Vedoucí práce Ladislav Němec.
- [8] <http://www.kaessbohrer.com>
- [9] <http://www.ackermann-trailers.com/index.php>
- [10] <http://www.doll-oppenau.com/en/home/>
- [11] <http://www.koegel.com/cz/>

## Seznam obrázků

Obrázek 1 – systém AVL firmy Doll.....	15
Obrázek 2 – Systém KAV - Kögel.....	16
Obrázek 3 - Systém GLZ III - Ackermann-Fruehauf.....	18
Obrázek 4 - Systém GLZ IV - Ackermann-Fruehauf.....	19
Obrázek 5 – struktura spojení - půdorys.....	20
Obrázek 6 – struktura spojení - nárys.....	20
Obrázek 7 – průřez točnice.....	21
Obrázek 8 – průřez točnice – detail.....	22
Obrázek 9 - přední náprava přívěsu .....	22
Obrázek 10 - přední náprava přívěsu s pevnou ojí .....	23
Obrázek 11 - pevná oj s teleskopickou řídicí tyčí .....	24
Obrázek 12 - související členy soustavy s pevnou ojí .....	25
Obrázek 13 - střední část točnice s úchyty pro tažnou oj .....	25
Obrázek 14 - střední část točnice s tažnou ojí.....	26
Obrázek 15 - závěsné zařízení .....	27
Obrázek 16 - související členy soustavy s tažnou ojí .....	27
Obrázek 17 - rám přívěsu s vrchní částí točnice .....	28
Obrázek 18 - soustava spojení .....	28
Obrázek 19 - pohyb tažné oje .....	29
Obrázek 20 - pohyb přední nápravy přívěsu.....	30
Obrázek 21 - vzájemný pohyb soustavy spojení.....	31
Obrázek 22 - natočení nápravy při její dané konstrukci_1 .....	33
Obrázek 23 - natočení nápravy při její dané konstrukci_2 .....	33
Obrázek 24 - výňatek z prezentace číslo 1 .....	35
Obrázek 25 - výňatek z prezentace číslo 2 a 3.....	35
Obrázek 26 - průběh redukovaného napětí.....	II

Obrázky číslo 1-4 jsou převzaty z knižní publikace [1] uvedené v Použité literatuře.

Obrázky číslo 5-26 jsou dílem autora

## Seznam příloh

### ***Vázané přílohy***

Příloha 1 – MKP Analýza tažné oje ..... **Chyba! Záložka není definována.**

### ***Nevázané přílohy***

Výrobní výkres tažné oje - A3 104

Výrobní výkres střední části točnice - A3 102

Výkres sestavy – A2 100



## **PŘÍLOHA č. 1**

### **MKP Analýza tažné oje**

## MKP Analýza tažné oje

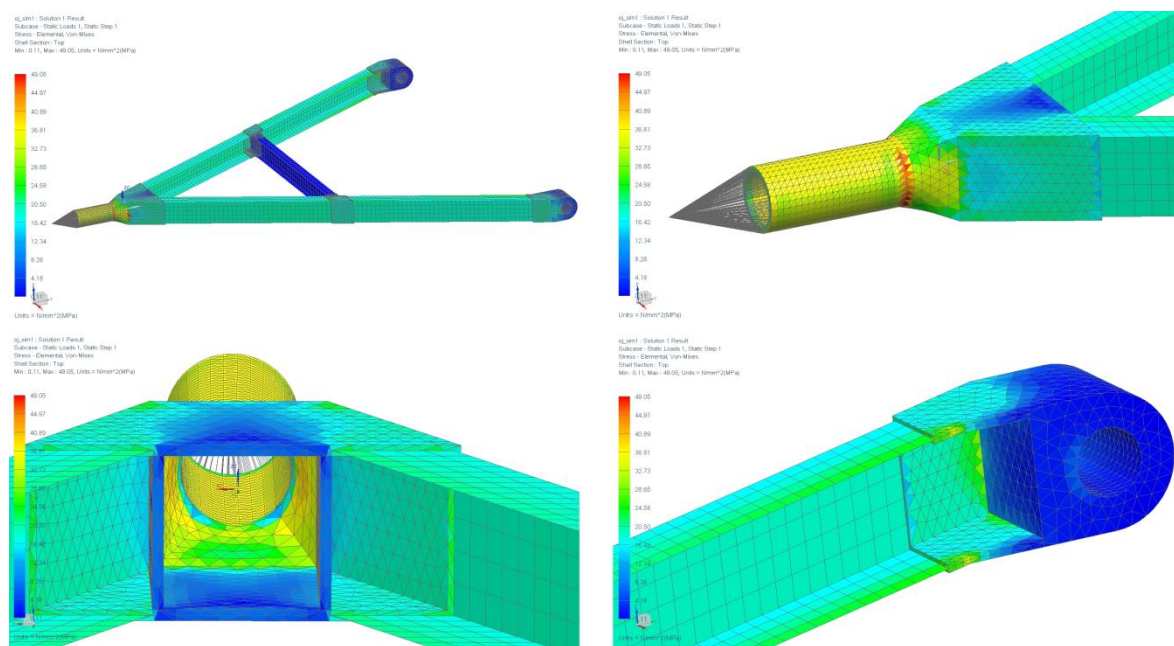
Tažná oj je nedílnou součástí každého přívěsu a umožňuje jeho připojení za tažné vozidlo. Přívěsy slouží pro přepravu velmi objemného nákladu. Ten mimo jiné namáhá oj tahovou silou.

Materiálem oje je zvolena OCEL 11 500. Mez kluzu tohoto materiálu je 275 MPa a pevnost v tahu je 470 – 610 MPa.

Váha přívěsu v naloženém stavu je uvažována nejvyšší možná, a sice 12000 kg. Při hrubém započítání odporových sil valivých (4000 N), větrných (1000 N), odporech při stoupání (při 10° 20000 N a odporu zrychlení bude tažná síla přibližně 30000 N. Touto silou je oj namáhána na tah během jízdy s plně naloženým přívěsem.

### Průběh redukovaného napětí

Výsledný průběh redukovaného napětí během jízdy, při namáhání oje na tah je vidět na následujícím obrázku.



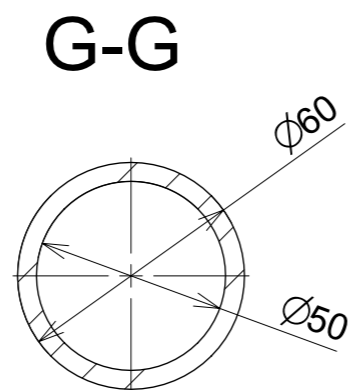
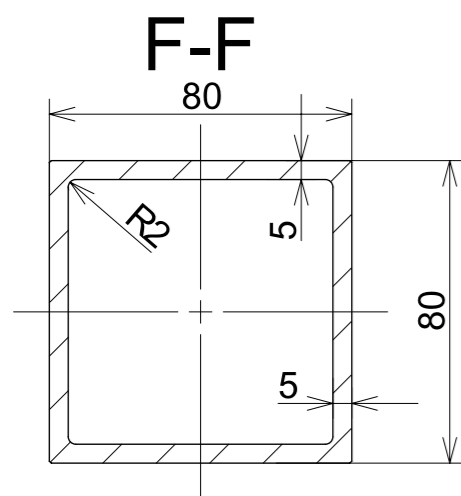
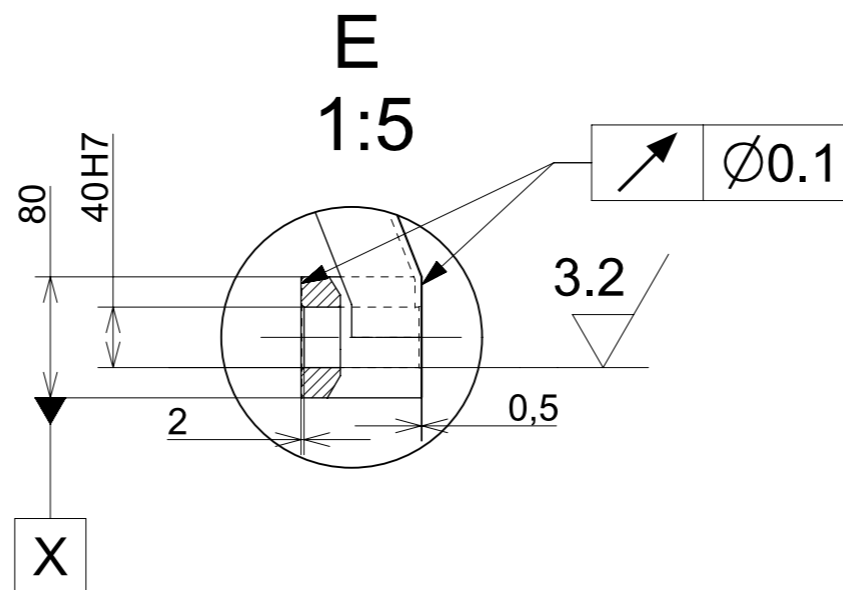
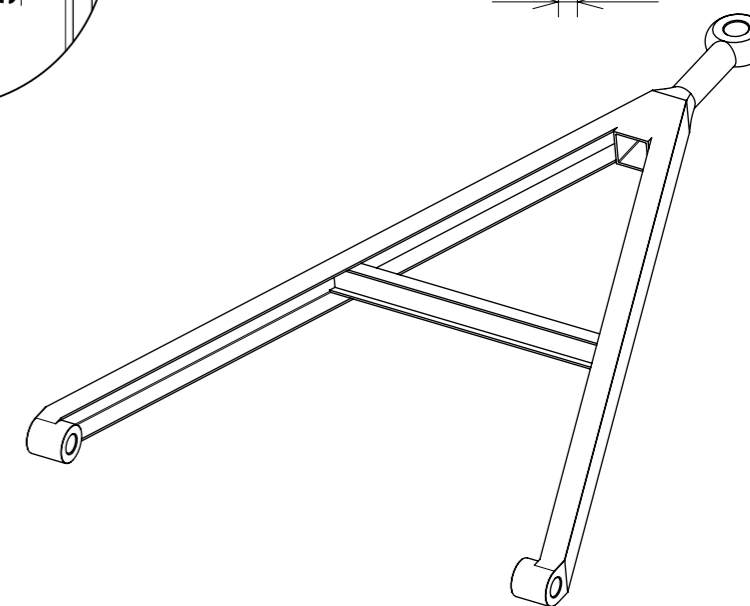
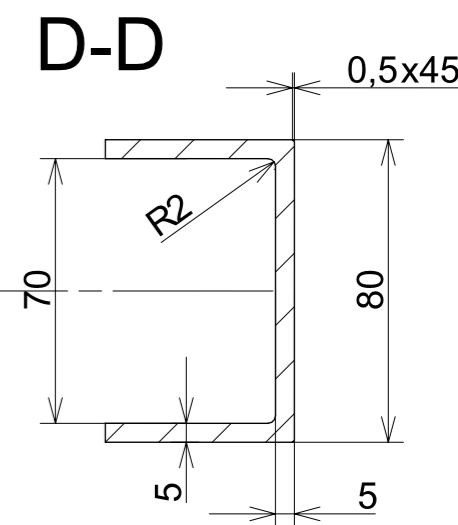
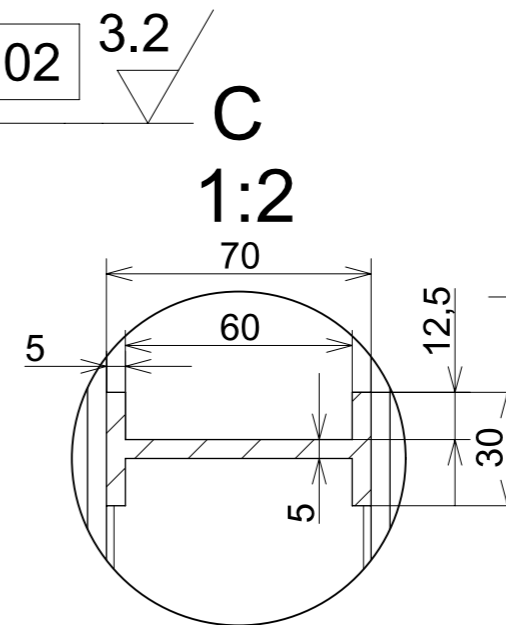
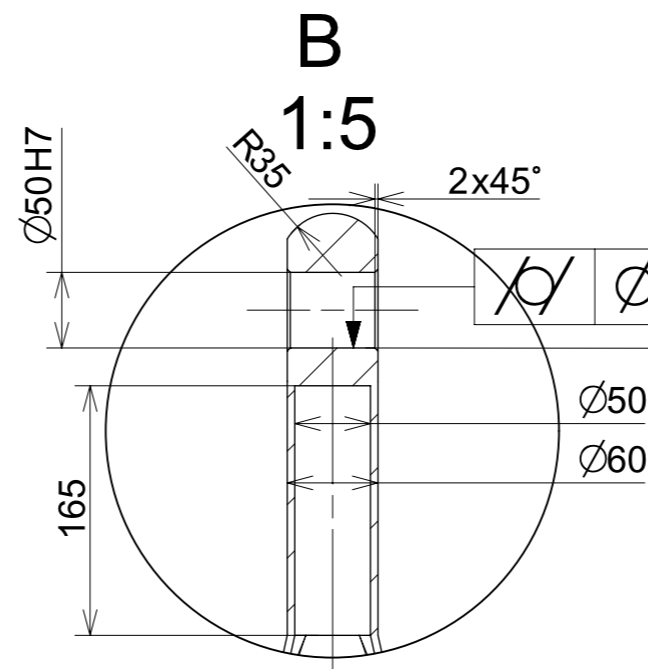
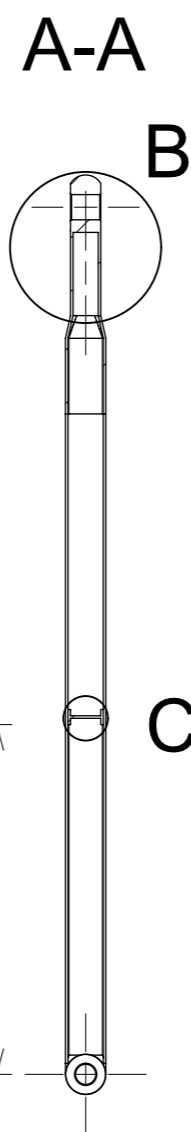
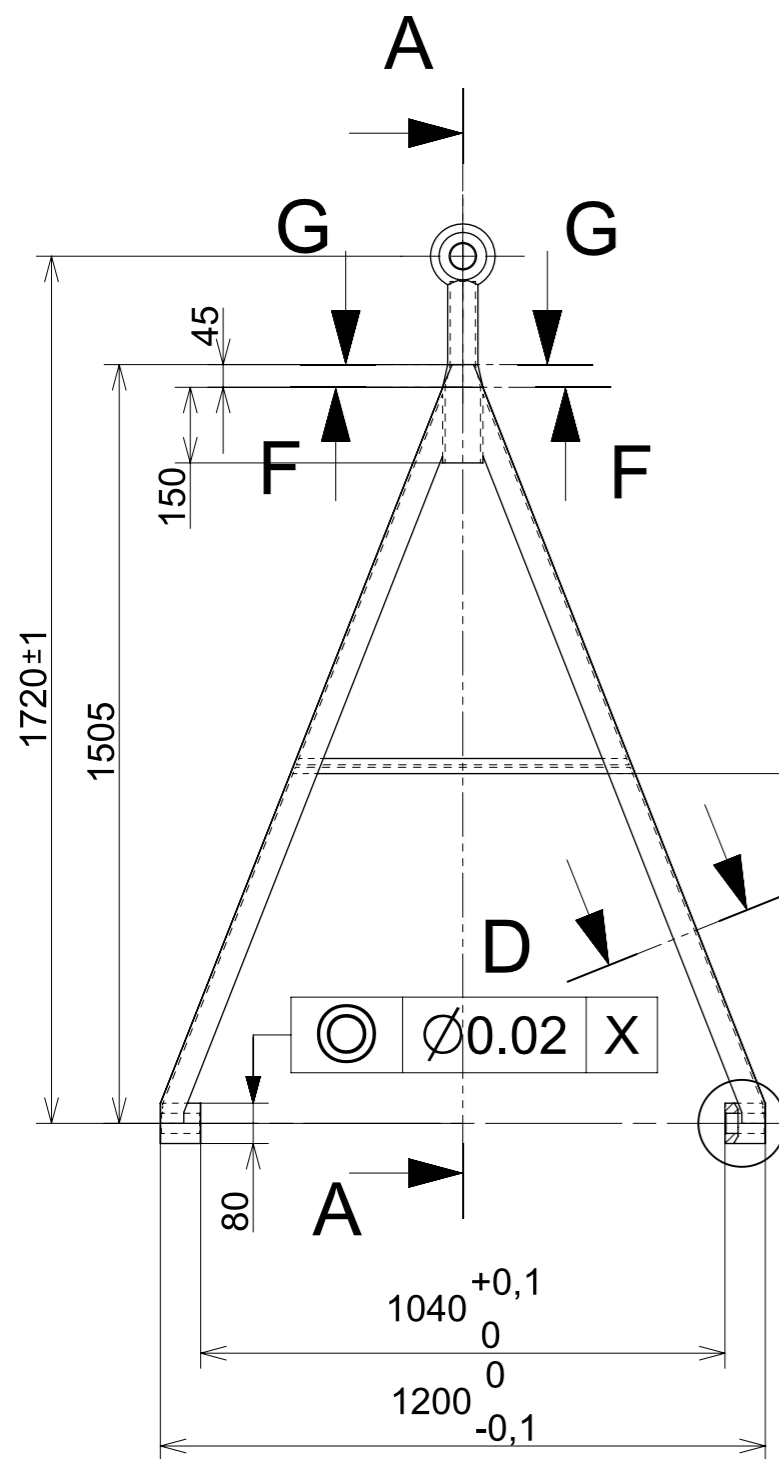
Obrázek 26 - průběh redukovaného napětí

Na obrázku jsou zřetelně viditelná nejvíce namáhaná místa celé součásti, ve kterých však při maximální velikosti redukovaného napětí o hodnotě 50 MPa není přesažena dovolená mez kluzu. Jedná se o přechod mezi čtvercovým a kruhovým profilem a navazující trubkovou částí. Vysoká rezerva mezi největším redukovaným napětím a mezí kluzu by mohla vést k oslabení a snížení hmotnosti tažné oje. Je však důležité si uvědomit, že zde není počítáno

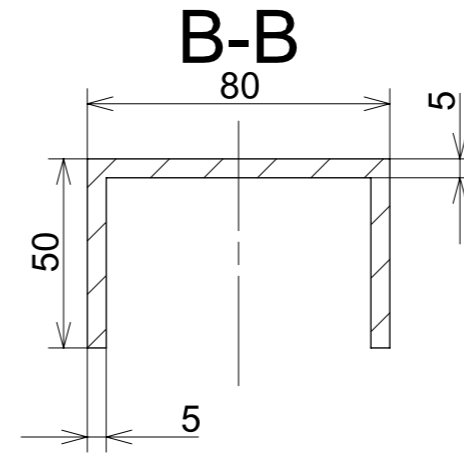
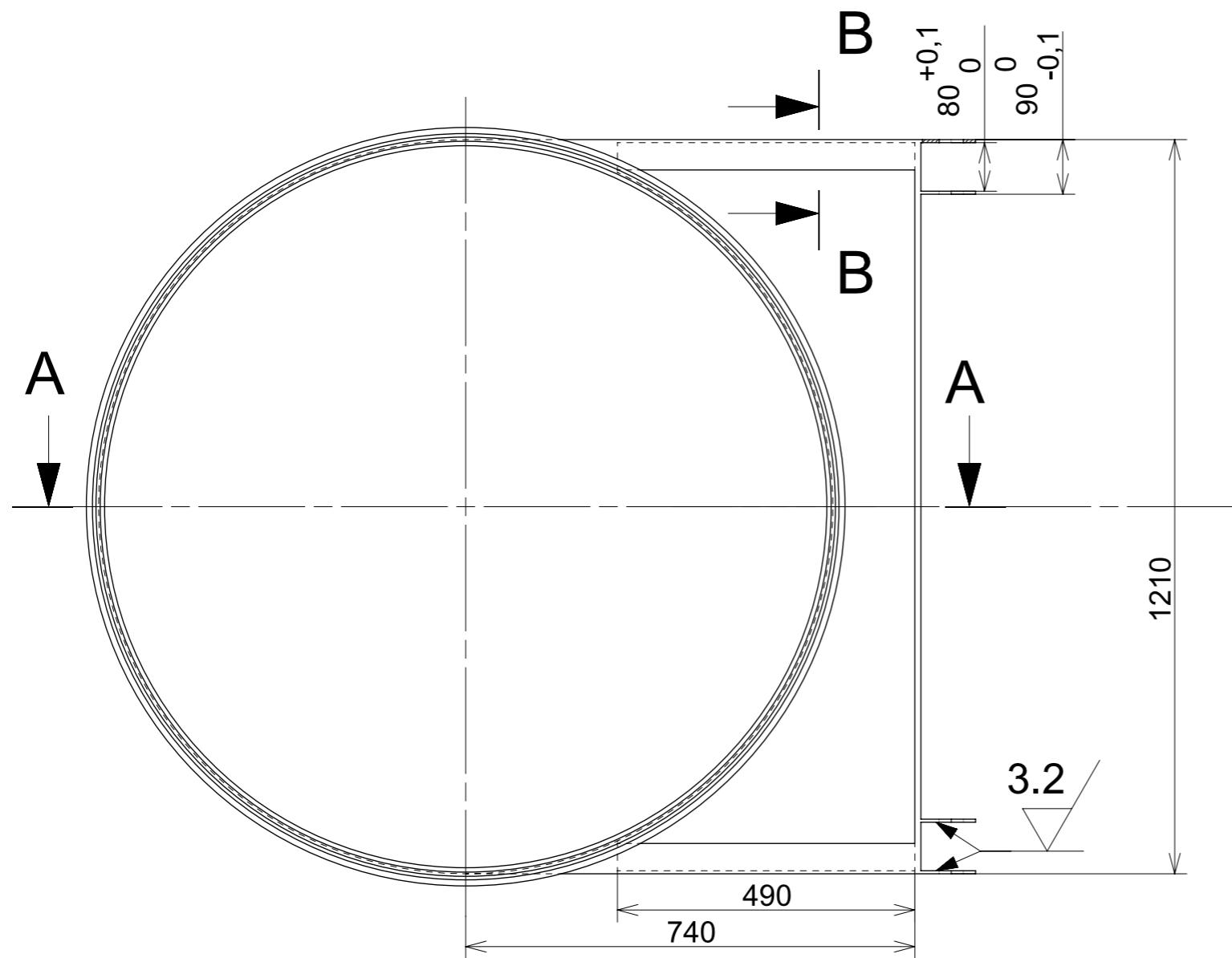
s dynamickým namáháním oje, které celkové redukované napětí ještě výrazně zvýší a příčná vzpěra následně nabude významu.

Tento výsledek slouží pouze pro ilustraci a zmapování nejvíce namáhaných míst. Pro skutečnou oj by bylo zapotřebí přesně vypočítat tažnou sílu pro daný přívěs a započítat další síly, které tažnou oj také namáhají. Uvedené hodnoty jsou hrubě vypočteny pomocí základních vzorců.

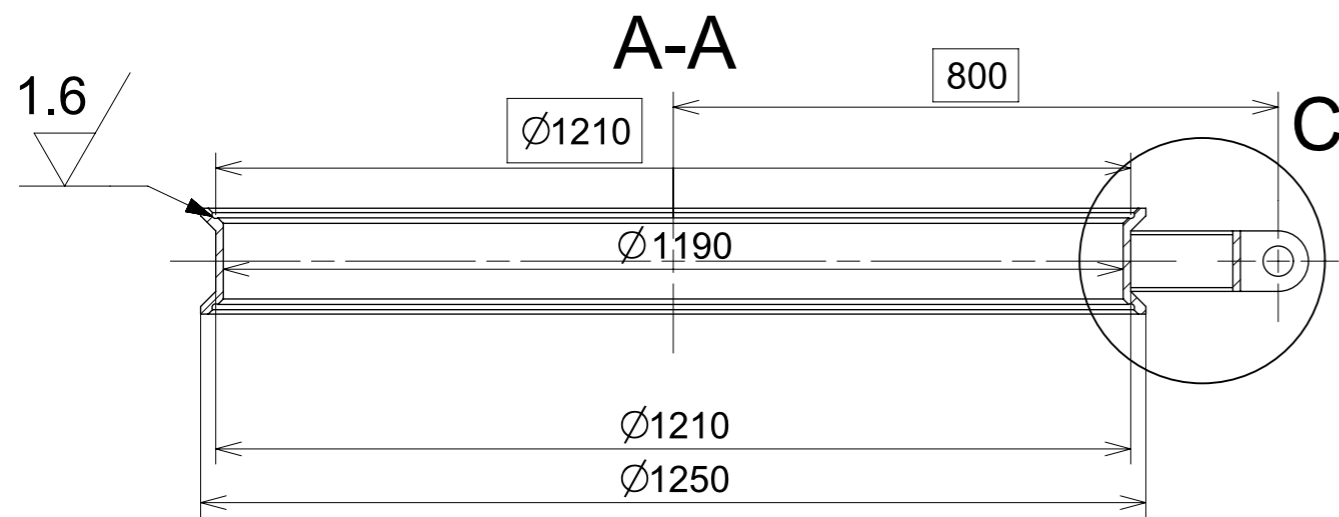
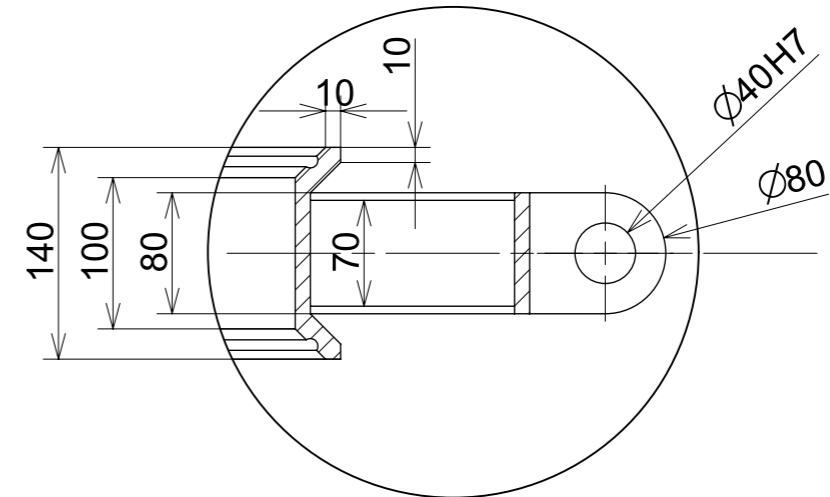
6.4 / ( 3.2 / )





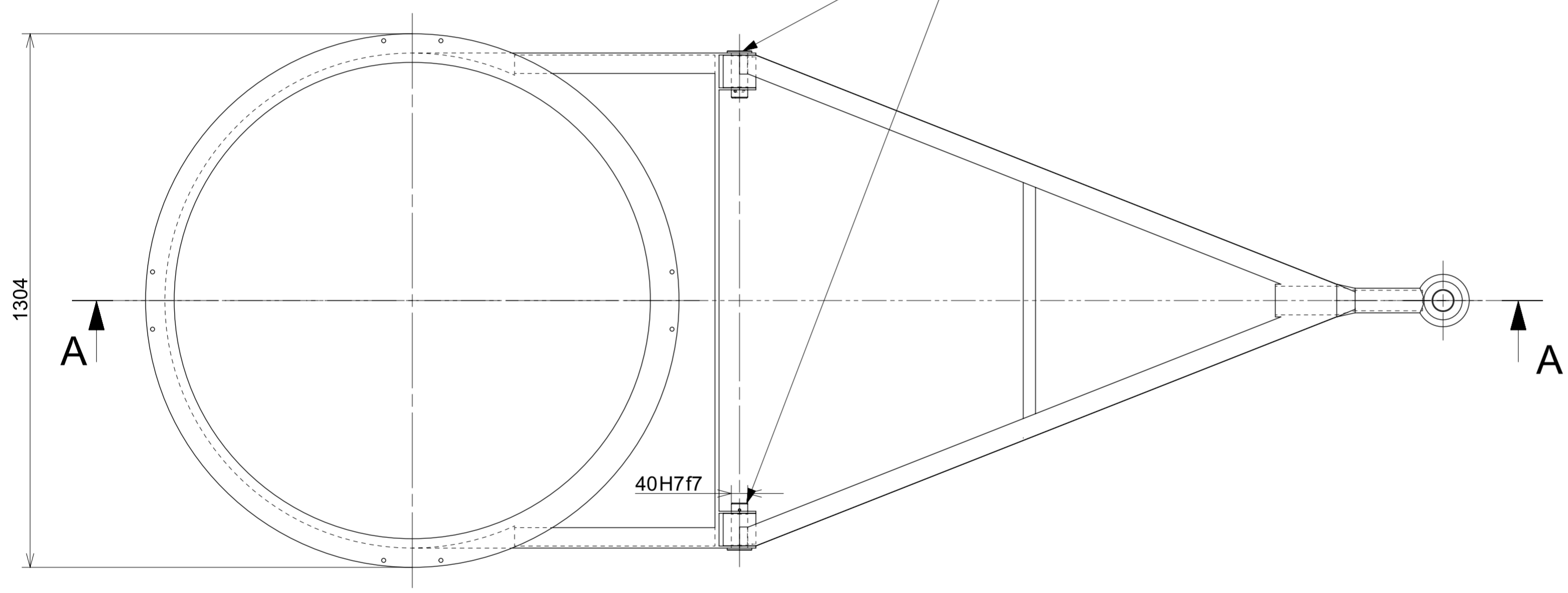
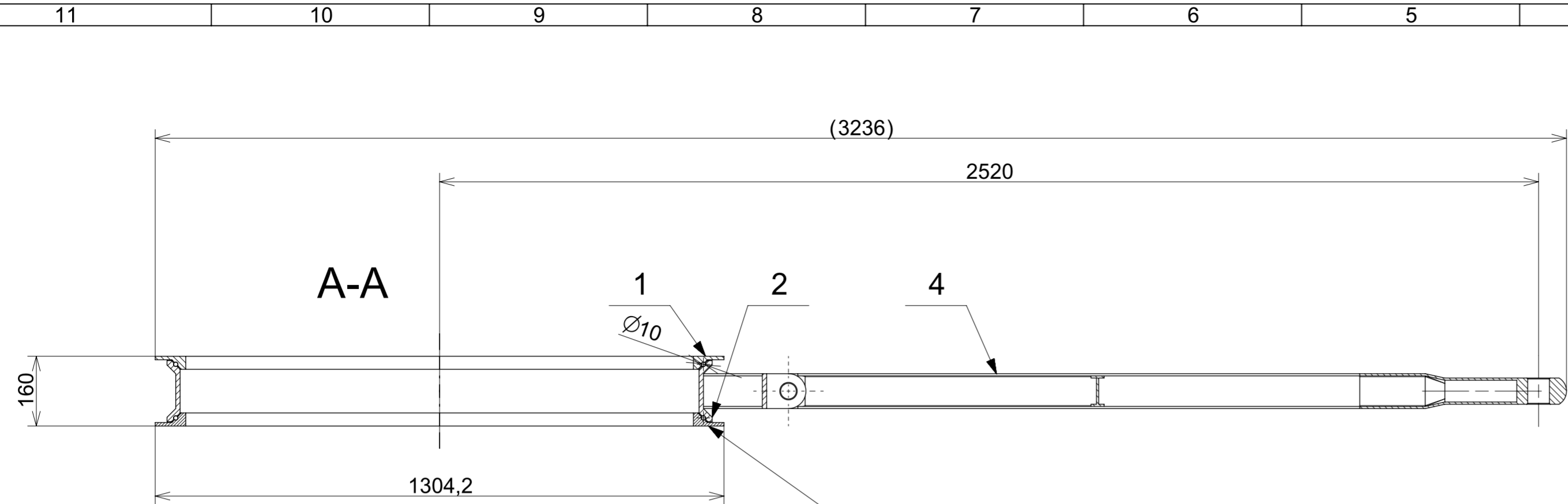
4	Tazna oj	425520	---/---	35,325	A2 100	1		
Poz.	Nazev - rozmer	Polotovar	Material konecny/vychozi	T.O.	C.hmot.	H.hmot.	Cislo vykresu sestavy	Pocet ks.
Pos.	Title - size	Blank	End material/Start material	C.W.	Weight	R.weig.	Assembly drawing no.	Quant.
CAD 1	Datum / Date	Jmeno / Name		 FAKULTA STROJNI ZAPADOCESKE UNIVERZITY V PLZNI <small>Vsechna prava vyhrazena / All rights reserved</small>				
Kreslil / Drawn by	1.6.2015	Kocourek Martin						
Prezkoušel / Checked by								
Schválil / Approved by								
Index zmeny	Popis zmeny / change description	Schval. / APP	Datum / Date	Podpis / Signature	Poznamka / Note:			
ISO 128	Tolerance / Tolerovani ISO 8015 ISO 2768mK	Soubor-model / ASM-file vykres_oj_tazna		Projekt / Project:		Meritko / Scale		
		Soubor-vykres / DRW-file vykres_oj_tazna		C.sestavy / Assembly No. A2 100		1:15		
Nazev / Title Tazna oj				Rev. 0	Cislo vykresu / Drawing No. A3 104			Format A3
				List / sheet no.	1	Pocet listu / sheets	2	



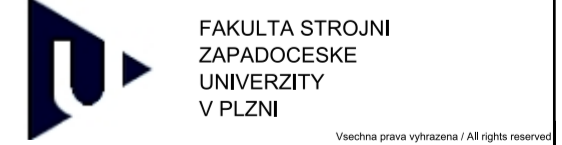
C  
1:5



2	Stredni cast tocnice	KR 1255 - 145	---/---		72,500		A2 100	1
Poz.	Nazev - rozmer	Polotovar	Material konecny/vychozi	T.O.	C.hmot.	H.hmot.	Cislo vykresu sestavy	Pocet ks.
Pos.	Title - size	Blank	End material/Start material	C.W.	Weight	R.weig.	Assembly drawing no.	Quant.
CAD 1	Datum / Date	Jmeno / Name		 FAKULTA STROJNI ZAPADOCESKE UNIVERZITY V PLZNI <small>Vsechna prava vyhrazena / All rights reserved</small>				
Kresil / Drawn by	7.6.2015	Martin Kocourek						
Prezkoušel / Checked by								
Schválil / Approved by								
Index zmeny	Popis zmeny / change description	Schval. / APP	Datum / Date	Podpis / Signature	Poznamka / Note:			
 Tolerance / Tolerovani ISO 128 ISO 8015 ISO 2768mK	Soubor-model / ASM-file		vykres_tocnice		Projekt / Project:		Meritko / Scale	
	Soubor-vykres / DRW-file		vykres_tocnice		C.sestavy / Assembly No.		A2 100	
Nazev / Title				Rev.	Cislo vykresu / Drawing No.			Format
Stredni cast tocnice				0	A3 102			A3
				List / sheet no.	1	Pocet listu / sheets		2



5	cep	425551	10060		1,185				2
4	tazna oj	425520	11523		35,325		A3 104		1
3	spodni otcny venece	KR 1310 - 35	12020		29,657				1
2	stredni cast tocnice	KR 1255 - 145	12020		72,500		A3 102		1
1	vrchni otcny venec	KR 1310 - 35	12020		29,657				1
Poz.	Nazev - rozmer	Polotovar	Material konecny/vychozi	T.O.	C.hmot	Hr.hmot	Cislo vykresu		Pocet ks.
Pos.	Title - size	Blank	End material/Start material	C.W.	Weight	R.weight	Drawing No.		Quant.

Kreslil / Drawn by		7.6.2015		Jmeno / Name		Martin Kocourek		 FAKULTA STROJNI ZAPADOCESKE UNIVERZITY V PLZNI <small>Vsichni prava vyhrazena / All rights reserved</small>			
Prezkoušel / Checked by				Schválil / Approved by							
Index zmeny		Popis zmeny / change description		Schval. / APP		Datum / Date				Podpis / Signature	
Poznamka / Note:											
Tolerance / Tolerovani		Soubor-model / ASM-file		vykres_sestav		Projekt / Project:		Meriko / Scale			
ISO 128		ISO 8015 ISO 2768mK		Soubor-vykres / DRW-file		vykres_sestav		C.sestavy / Assembly No. A2 100			
						C.hmot.sestav		168,32			
Nazev / Title		Tazna oj s tocnici		Rev.		Cislo vykresu / Drawing No.		Format			
				0		A2 100		1:10			
						List / sheet no. 1		Pocet listu / sheets 1			