

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Katedra: Zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Zemědělská a dopravní technika

Vedoucí katedry: doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Analýza a komparace namáhání podvozku taženého postřikovače
s odpruženou nápravou, neodpruženou nápravou a neodpruženou nápravou
s odpruženou ojí

Vedoucí diplomové práce: doc. RNDr. Petr Bartoš Ph.D.

Autor diplomové práce: Bc. Vojtěch Veselý

České Budějovice, 2018

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Fakulta zemědělská
Akademický rok: 2016/2017

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Vojtěch VESELÝ**
Osobní číslo: **Z15519**
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Zemědělská a dopravní technika**
Název tématu: **Analýza a komparace namáhání podvozku taženého
postřikovače s odpruženou nápravou, neodpruženou nápravou
a neodpruženou nápravou s odpruženou ojí**
Zadávací katedra: **Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky**

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


Struktura práce může být následující:

1. Rešerše literatury
2. Vymezení základních pojmů z oblasti, názvosloví, konstrukční, technologické, funkční požadavky
3. Porovnání namáhání podvozku taženého postřikovače pro různá konstrukční řešení
4. Analýza výhod a nevýhod vybraných konstrukčních řešení z ohledem na provozní funkčnost, technologickou a ekonomickou náročnost
5. Závěr

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **40 - 50 stran**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:

1. **BEZDĚKOVSKÝ, Miroslav a NEVORAL, Jaroslav. Stroje a zařízení v rostlinné výrobě: učebnice pro střední odborná učiliště. Praha: SZN, 1990. Mechanizace, výstavba a meliorace. ISBN 80-209-0132-9.**
2. **TRUNEČKA, Karel. Technika a metody v ochraně rostlin. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003. ISBN 80-7157-722-7.**
3. **NEUBAUER, K. a kol.: Stroje pro rostlinnou výrobu. 1. vyd. Praha: SZN, 1989, 716 s. ISBN 80-209-0075-6.**
4. **Internetové stránky**
5. **Interní materiály**

Vedoucí diplomové práce: **doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.**
Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky
Konzultant diplomové práce: **PaedDr. Bedřich Veselý, Ph.D.**
Katedra aplikované fyziky a techniky
Datum zadání diplomové práce: **6. února 2017**
Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2018**


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA ©
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 1896, 370 05 České Budějovice


doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 16. března 2017

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů z literatury uvedených v seznamu citové literatury

Prohlašuji, že v souladu s § 47 b zákona č. 111//1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejňováním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Části, které jsou know-how firmy Agrio, nebudou v plném znění v práci, ale budou prezentovány pouze v obhajobě.

V Českých Budějovicích dne:

.....

Bc. Vojtěch Veselý

Poděkování:

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce panu docentu Bartošovi a panu doktoru Veselému za cenné a odborné rady, připomínky. Dále bych chtěl poděkovat vedoucímu konstruktérovi Havlovi a panu Šrámkovi, za jejich čas a poskytnutí veškerých materiálů a konzultací.

Abstrakt

Práce se zabývá analýzou konstrukce podvozku a oje taženého postřikovače.

Úvodní část je teoretická a popisuje způsoby ochrany rostlin a s ní spojenou mechanizaci. Dále se tato část věnuje postřikovačům, jejich funkci a konstrukčním řešením jednotlivých strojů. U postřikovačů jsou popsána zejména konstrukční řešení odpružených a neodpružených náprav a odpružených a neodpružených ojí jiných výrobců.

Praktická část je zaměřena na kombinace těchto náprav a ojí a na analýzu jejich konstrukčních řešení z celé řady hledisek.

Závěr práce tvoří doporučené kombinace uvedených konstrukčních prvků.

Klíčová slova: Tažený postřikovač, podvozek postřikovačů, mechanizace rostlin, namáhání podvozku, odpružená oj, neodpružená oj

Abstract

The thesis deals with the analysis of the structure of the chassis and the drawbar of the trailed sprayer.

The introductory part is theoretical and describes the methods of plant protection and mechanization associated with it. In addition, this part is dedicated to sprinklers, their function and the design of individual machines. Sprayers mainly describe the design of sprung and unscrewed axles and sprung and unsprung drawbar of other manufacturers.

The practical part is focused on the combination of these axles and axles and on the analysis of their design solutions and a whole range of aspects.

Conclusions of the thesis are recommended combinations of the mentioned structural elements.

Key words: Trailed sprayer, sprayer chassis, plant mechanization, chassis strain, suspension drawbar, unsprung drawbar

Obsah

Úvod.....	8
Cíle práce	8
Cíle pro teoretickou část.....	8
Cíle pro praktickou část.....	8
Teoretická část	9
1 Ochrana rostlin	9
1.1 Charakteristika způsobů ochrany rostlin.....	9
1.2 Postupy v ochraně rostlin	10
1.2.1 Metody nepřímé ochrany rostlin	10
1.2.2 Metody přímé ochrany rostlin	10
2 Mechanizace ochrany rostlin.....	11
2.1 Stroje na ochranu rostlin	11
2.1.1 Stacionární stroje a zařízení	11
2.1.2 Mobilní stroje a zařízení.....	11
2.2 Hlavní aplikační metody	12
2.2.1 Postřikování.....	12
2.2.2 Rosení.....	12
2.2.3 Zmlžování.....	13
2.3 Postřikovače	13
2.3.1 Nesené postřikovače.....	13
2.3.2 Tažené (návěsné) postřikovače	14
2.3.3 Samojízdné postřikovače.....	18
2.4 Hlavní části postřikovače	19

2.4.1	Zásobní nádrž	19
2.4.2	Ekomixér	20
2.4.3	Čerpadla.....	21
2.4.4	Filtry	22
2.4.5	Ramena.....	23
3	Popis podvozku taženého postřikovače NAPA	23
3.1	Odpružená náprava.....	23
3.1.1	Hlavní části vzduchem odpružené nápravy:.....	24
3.1.2	Hlavní části vzduchem řízené odpružené nápravy:.....	24
3.2	Neodpružená náprava.....	25
3.2.1	Hlavní částí neodpružené roztažitelné nápravy:.....	26
3.2.2	Hlavní částí neodpružené řízené nápravy:.....	26
3.3	Odpružená oj	27
3.4	Neodpružená oj	27
4	Porovnání odpružené nápravy s jinými výrobci.....	27
4.1	Vzduchové odpružení SAF Holland	27
4.2	Vzduchové odpružení TATRA	29
4.3	Vzduchové odpružení Porsche Panamera	29
4.4	Vzduchové odpružení Mercedes-Benz	30
4.5	Vzduchové odpružená tandemová náprava DAF.....	31
4.6	Samořízená odpružená náprava BPW	32
4.7	Odpružené nápravy ZF.....	33
4.7.1	Údaje a rozměry A132 Hypoidní jednoúčelová náprava	34
4.7.2	Údaje a rozměry AV 133 / 80° řízená portálová náprava	36
4.7.3	Údaje a rozměry AV 133 / 87° řízená portálová náprava	36

4.7.4	Údaje a rozměry AV 133 / 90° řízená portálová náprav	37
5	Porovnání neodpružené nápravy s jinými výrobci	39
5.1	Neodpružená náprava autobusů DAF	39
5.2	Neodpružené nápravy autobusů Mercedes-Benz	40
5.3	Neodpružená náprava MAN	43
5.3.1	Zadní náprava s planetovými reduktory MAN pro autobusy.....	43
5.3.2	Hypoidní zadní nápravy MAN pro autobusy	44
5.3.3	Zadní náprava s planetovými reduktory MAN pro speciální vozidla	46
5.3.4	Hypoidní zadní nápravy MAN pro speciální vozidla.....	47
5.4	Zadní hypoidní náprava VOLVO truck	48
6	Neobvyklé konstrukce zadních náprav	50
6.1	Kliková náprava – torzní tyče a jehlová ložiska	50
6.2	Kliková náprava – vinuté pružiny a jehlová ložiska	51
6.3	Kyvadlová úhlová náprava.....	52
6.4	Náprava De Dion.....	53
6.5	Chapmanova náprava	54
	Metodika	55
	Praktická část	56
7	Práce s programem ANSYS v Inventoru.....	56
8	Hmotnosti nejtěžších variant stroje NAPA 3900 odpružené a neodpružené nápravy	56
9	Konstrukce neodpružené nápravy	57
	Simulace namáhání odpružené nápravy	58
10	Konstrukce odpružené nápravy	61

	Funkce odpružení	62
11	Konstrukce neodpružené oje.....	64
	Simulace neodpružené nápravy	65
12	Konstrukce odpružené oje	68
	Simulace odpružené nápravy.....	69
13	Souhrn zjištění a doporučení.....	73
	Závěr	74
14	Použité zdroje	76
15	Seznam obrázků.....	80
16	Seznam tabulek	83

Úvod

Téma diplomové práce jsem si vybral proto, že jsem měl možnost navázat spoluprací s firmou Agrio.

V průběhu závěrečných ročníků studia oboru Dopravní a manipulační technika jsem měl možnost se seznámit s provozem výroby tažených postřikovačů ve firmě AGRIO MZS s.r.o. Mříč. Výrobní zaměření firmy a její provoz i technická řešení užitá v konstrukci postřikovačů mne natolik zaujala, že jsem při hledání tématu své diplomové práce zaměřil pozornost právě tímto směrem.

Tato firma byla založena již v roce 1993 a je největším výrobcem polní postřikovací techniky v České republice. V současné době jsou její výrobky v této oblasti srovnatelné se světovou špičkou. Postupně přinesla firma na trh nejrůznější provedení postřikovačů, jako jsou návěsné, nesené, nástavbové samojízdné stroje, a to vše ve špičkových parametrech. Společnost nyní disponuje postřikovači s pracovním záběrem od 15 až do 36 m a s objemem nádrže od 2500 l do 14 000 l. V současné době se poptávka po těchto postřikovačích stále zvyšuje a současně rostou i požadavky na neustálé inovace těchto strojů. Uvedená firma z těchto důvodů vytýčila do budoucna hned několik konstrukčních úprav, na které se chce u vyráběných zařízení zaměřit. Po návštěvě výrobního provozu a po konzultaci s hlavním konstruktérem panem Havlem, jsem zvolil jednu z plánovaných konstrukčních úprav jako téma mé budoucí diplomové práce. Jednalo se o analýzu kombinací různých podvozků a ojí taženého postřikovače, se zaměřením na návěsný postřikovač NAPA Agrio. Jde o postřikovač s nádrží 3200 a 3800 litrů a lepší manévrovatelnosti na souvrati. Právě z uvedených vlastností a z dosud indikovaných nejasností v použití kombinací odpruženého, či neodpruženého podvozku s odpruženou, či neodpruženou ojí, tvoří téma mé diplomové práce.

V teoretické části se zaměříme na rešerši všech dostupných konstrukčních řešení podvozků i ojí od nejrůznějších výrobců, a to nejen u zemědělských strojů. Současně se stanoví podmínky, které musí postřikovače splňovat z hlediska optimalizace jejich ošetřovatelské funkce. Při dalším postupu budou popsány principy funkce odpružených ojí i odpružených podvozků. Stejný postup bude použit i při popisu nejčastěji užívaných odpružených a neodpružených náprav.

Praktická část přejde od popisu k analýze vlastností náprav i ojí a k jejich vzájemným kombinacím. V této části práce se pokusíme o vytipování příčin vzniku některých závad (vzniku trhlin). Také bychom rádi provedli v programu Invertor s integrovanou nadstavbou ANSYS analýzu míst s koncentracemi napětí. Licence softwarového programu mi byla poskytnuta ve firmě AGRIO MZS s.r.o. Mříč. Na základě této analýzy můžeme zmírnit případné koncentrace napětí posílením těchto míst. V závěru práce se pokusíme navrhnout vhodnou kombinaci oje a nápravy pro mnou zvolený postřikovač NAPA Agrio a tuto volbu zdůvodnit z několika hledisek.

Cíle práce

Cíle pro teoretickou část

- Rešerše informací z dostupných zdrojů o konstrukčním řešení ojí a náprav.
- Porovnání konstrukčních řešení odpružené a neodpružené nápravy od různých výrobců motorových vozidel.
- Porovnání konstrukčních řešení ojí od různých výrobců motorových vozidel.

Cíle pro praktickou část

- Analyzovat konstrukční řešení ojí a náprav užitých u postřikovače NAPA Agrio.
- Analyzovat výhody a nevýhody kombinací mezi odpruženou a neodpruženou nápravou a odpruženou a neodpruženou ojí.
- Pokusit se o zjištění míst koncentrací napětí na uvedených částech postřikovače.
- Vypracovat v závěru práce doporučení pro konstrukční řešení.
- Vytvořit prezentaci práce a dosažených výsledků v programu PowerPoint, která bude použita při obhajobě práce.

Teoretická část

1 Ochrana rostlin

1.1 Charakteristika způsobů ochrany rostlin

V dnešní době jsou již používány různé prostředky a postupy, a to především proti škůdcům a plevelům. (NEUBAUER, 1989)

Metody na ochranu rostlin dělíme na přímé a nepřímé. Nepřímé metody se odvíjejí od preventivních opatření, především biologických a agrotechnických disciplín. Metody přímé jsou žádanější a rozšířenější. Tyto metody přímo ničí škodlivé činitele rostlin. Do přímých metod patří metoda biologická, mechanická a z fyzikálního hlediska jsou dnes využívány i postupy termické ochrany.

Proti škůdcům živočišného původu se uplatňují především biologické metody. Mluvíme o umělém rozšiřování nemocí, které napadají právě škůdce rostlin a snižují nebo absolutně zamezují jejich rozmnožování. Tyto metody jsou převážně účinné, ale nedotažené do konce. V budoucnu lze očekávat rapidní nárůst těchto metod.

Mechanické metody se zaměřují především na plevele a jejich mechanické ničení. Po většinu případů jsou málo účinné a zřídka používané.

Chemické metody jsou proti mechanickým daleko více používané a také neúčinnější ze všech. Speciálně připravené přípravky se dají použít na velkých polohách, přičemž mají vysokou účinnost. Životní prostředí je u této metody více ovlivňováno, a proto se pracuje na zdokonalování této techniky a omezování nežádoucích vlivů.

Metody termické ochrany se používají proti houbovým a virovým chorobám a slouží také jako desinfekce půdy při ničení plevelů teplem. (TRUNEČKA, 1996)

1.2 Postupy v ochraně rostlin

Postupy můžeme rozdělit na biotechnické a biotechnologické. Oba názvy jsou nezbytnou součástí dělení metod v ochraně rostlin.

Biotechnické a biotechnologické postupy vycházejí především z rozdělení metod ochrany rostlin podle jejich vlivu na škodlivé činitele (PROCHÁZKA A KOLEKTIV 1986).

1.2.1 Metody nepřímé ochrany rostlin

Metody nepřímé jsou všechny nechemické a v první řadě mají preventivní charakter. Týká se to hlavně správné agrotechniky, jelikož ve správné a vyhnojené půdě porostou zdravé rostliny a případný plevel bude potlačen. „Kvalitní, vyšlechtěné a čisté osivo i zdravá sadba jsou dalším předpokladem pro rozvoj zdravých rostlin. Dále lze pěstovat i určité odrůdy odolné proti chorobám a škůdcům.“ (KUMHÁLA, 2007)

1) Karanténní opatření:

Skládá se z vnější a vnitřní karantény. Vnější karanténa má zabránit zanesení zhoubných činitelů při koupi, či přepravě ze zahraničí a vnitřní karanténa znemožňuje včasné rozmnožení karanténních činitelů.

2) Agrotechnologické zásahy:

Patří sem především respektování stanoviště, osevnické postupy, volba odrůd, využívání směsných kultur a obdělávání půdy.

1.2.2 Metody přímé ochrany rostlin

Metody přímé ochrany rostlin jsou biologické, fyzikální a chemické. Těmito způsoby se ničí škodliví činitelé, anebo je omezen jejich výskyt.

„Biologické způsoby ochrany rostlin se týkají záměrného rozšiřování nákaz nebo parazitů, kteří napadají škůdce a zejména hmyz. Přestože tento způsob ochrany respektuje a nenarušuje životní prostředí, není tak rozšířen, protože jeho technologie použití není zpracována v dostatečné míře.

Fyzikální způsoby ochrany rostlin jsou: mechanické: ruční hubení plevelu nebo hloubení ochranných rýh okolo některých plodin, např. zelí. Mezi termické patří ochrana proti mrazům, sterilizace půdy (propařování), plamenové plečky, moření osiva, chytání hmyzu světelným zdrojem apod.

Chemické způsoby ochrany rostlin jsou nejrozšířenější, využívají velkého sortimentu ochranných chemických látek, zvaných pesticidy.“ (KUMHÁLA, 2007)

2 Mechanizace ochrany rostlin

V dnešní době účinná ochrana zemědělských kultur, proti škodlivým činitelům, patří k nejdůležitějším metodám zvyšování zemědělské produkce. Uvádí se, že ztráty způsobené těmito ničiteli tvoří 15 až 30 % biologického výnosu.

Náklady na pesticidy se tím pádem každým rokem zvedají. Ušetřit můžeme správným dávkováním přípravků a aplikováním přípravků „ ve správný čas“ a snížit i nevíтанé znečištění přírody a potravin. (TRUNEČKA, 2005)

2.1 Stroje na ochranu rostlin

Stroje pro ochranu rostlin mohou být stacionární a mobilní stroje a zařízení. (KUMHÁLA A KOLEKTIV, 2003)

2.1.1 Stacionární stroje a zařízení

Obvykle mluvíme o strojních linkách a kombinovaných strojích, které jsou zabudovány do objektů, kupříkladu se závislostí na zdroji elektrické energie. Některé ze stacionárních strojů lze přesunout, ale při práci mají své místo na předem daném stanovišti, jako například plnicí a míchací stanice, mořící zařízení, půdní sterilizátory atd.

2.1.2 Mobilní stroje a zařízení

Do této skupiny patří motorové přenosné, ruční, potažní, převozná, traktorová, automobilová, samojízdná, adaptéry a letecké stroje a zařízení.

Motorové přenosné stroje jsou především přístroje, používané ručně, a to s pracovními orgány, které jsou poháněny vestavěným motorem. Ruční přenosné, kam patří přístroje nesené v ruce nebo na zádech, poháněné lidskou silou nebo stlačeným vzduchem (plynem). Potažní stroje mají motor nebo pohon pomocí zvířete. Převozné na trakaři, vozíku, vozidlovém podvozku za pomoci lidské síly nebo motoru. Traktorové můžeme dělit na nesené, návěsné a přívěsné – poháněné traktorem a doplněné spalovacím motorem. U automobilových strojů existují především nástavby na podvozcích automobilů a jiných nosičů. Samojízdné stroje mají vlastní spalovací motor. Adaptery jsou řazeny pouze jako doplňková zařízení k jiným strojům.

2.2 Hlavní aplikační metody

2.2.1 Postřikování

Při ošetřování polních plodin je tento způsob používán historicky nejdéle. Tento postup můžeme přibližně popsat pomocí hektarového dávkování od 200 do 600 l. ha⁻¹, a pak především hydraulickým rozptylem postřikových kapalin a také rozpětím velikosti kapiček od 100 do 700 μm. (TRUNEČKA, 2005)

2.2.2 Rosení

Touto technologií se rozumí snížení spotřeby vody, menší kapičky okolo 25 do 125 μm, a použití proudu vzduchu jako nosného nebo disperzního média.

Rosení má dvě funkce. První je disperzní funkce, která tvoří docela nepatrné kapičky. Druhá funkce, jenž se nazývá transportní, kompenzuje snížený objem postřikové kapaliny. Pokud se zabýváme plošným rosením, tak je možno využívat dva rozdílné postupy rosení. V jednom se pracuje bez plošného aplikačního rámu a ohraničení záběru, tedy s centrální tryskovou hubicí a rovněž s rizikem nežádoucích úletů. V tom druhém se používá aplikačního rámu pro rozvod kapaliny i vzduch pro trysky a tím je dán také pracovní záběr stroje. (TRUNEČKA, 2005)

2.2.3 Zmlžování

Zmlžování je oproti předešlým aplikačním způsobům následnou fází, jak docílit většího rozptylu postřikované kapaliny a omezení transponovaných rozsahů. Rozměry většinového počtu kapiček, by se měly přibližovat velikostí do 50 μm a hektarové dávky okolo několika desetin litru na 1 ha do desítek litrů na 1 ha. Rozptyl kapaliny se udává povětšinou pneumaticky, mechanicky a termomechanicky. V zemědělství se zmlžování aplikuje jen zřídka, a to pouze tehdy, když je potřeba ošetřit vegetaci a území, která jsou uzavřena. (TRUNEČKA, 1996)

2.3 Postřikovače

Jsou to přístroje, které jsou určeny k rozptylu účinné látky v kapalné formě. Práce, kterou vykonávají, se nazývá postřikování, a to je dodnes nejpoužívanější způsob, jak používat chemické kapalné postřiky. Důvodem, proč se tato operace vykonává, je ochrana rostlin, stromů, či polních plodin. (NEUBAER A KOL., 1989)

Nejčastěji se u nás používají postřikovače nesené, návěsné a samojízdné.

2.3.1 Nesené postřikovače

Traktor splňuje všechny funkční nároky na podvozek, pokud je postřikovač nesený na třibodovém závěsu traktoru. Když je u strojů zásobní nádrž, která nepřesahuje 1000 l s pracovním záběrem pod 15 m, jedná se o nesenou modifikaci. Díky tomu se snižuje cena návěsného stroje z důvodu, že odpadá vlastní podvozek. Další plus je vysoká manévrovací schopnost. Měnitelný rozchod kol, nejméně na 1500 mm nebo 1800 mm, umožňuje traktoru pracovat v řádkových kulturách.

U traktorů vyšších výkonových tříd se můžeme setkat s vyšší kapacitou zásobníku neseného postřikovače, a to z důvodu zachování říditelnosti soupravy. S vyšší hmotností soupravy, stoupá i měrná spotřeba pohonných hmot (KOVÁŘÍČEK, 1997).

2.3.2 Tažené (návěsné) postřikovače

U tažených neboli návěsných postřikovačů vlastní náprava zvyšuje jejich hmotnost, a to znamená, že je potřeba větší objem nádrže až 4 000 l, je tedy nutné dát na stroj přídatné zařízení (zařízení pro postřik s podporou vzduchu, nádrž na oplachovanou vodu). Aby nedošlo k přetížení pneumatik pro práci v kolejších mezířádcích obilnin a v okopaninách, lze použitím u traktoru kultivačního kola, neboť rozložení hmotnosti soupravy na další nápravu omezuje hloubku stopy a utužení půdy. Kola se používají větších průměrů (44" či 48"), jenž mají nevelké měrné tlaky na půdu a menší valivý odpor. Společně navyšují světlost podvozku.

Nastavitelný rozchod kol mají modernější modely. Kola postřikovače při otáčení soupravy na souvrati, které ničí porosty, je možno eliminovat tím, že se kloub na přípojovacím závěsu stroje umístí doprostřed rozvoru mezi zadní nápravou traktoru a nápravou postřikovače (viz obrázek č. 1) nebo použitím mechanicky, eventuálně hydraulicky, řízené nápravy postřikovače (KOVAŘÍČEK, 1997).

2.3.2.1 Návěsný postřikovač ALKA (Agrio)

Nejmenší postřikovač obchodní společnosti-ALKA má nádrž 2700 l. Podvozek je zde zhotovený s pevnou ojí a neodpruženou roztažitelnou nápravou. Je přizpůsoben pro ty nejmenší farmáře, kteří doposavad používali postřikovače nesené. Pyšní se vysokou kvalitou, protože se vyrábí ze stejných součástí jako typy ostatní. Díky tomu má návěsný postřikovač ALKA vysokou životnost [Návěsný postřikovač Alka – Agrio. © 2005 [cit. 2017-11-24].

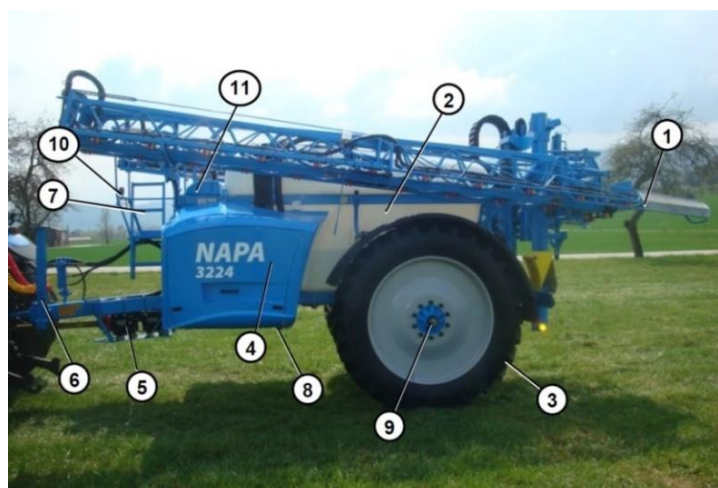


Obrázek 1: Návěsný postřikovač ALKA 2721, zdroj: Agrio.cz

2.3.2.2 Návěsný postřikovač NAPA (Agrio)

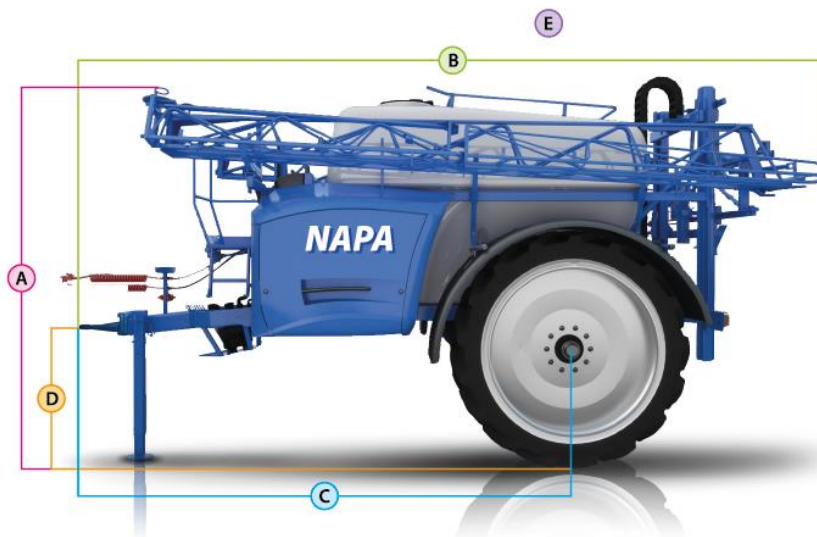
Tažený postřikovač NAPA s laminátovou a polyetylenovou nádrží 3200 a 3800 l, byl vybrán k tématu této diplomové práce, a právě podvozek toho postřikovače bude analyzován a porovnán. Jedná se o nejčastěji používaný postřikovač na středně velkých farmách, ale i v menších zemědělských podnicích.

Ramena mají záběr 15–30 m. Podvozek tvoří pevná oj s neodpruženou nápravou. Brzda je vzduchová a parkovací. Protože je zde menší objem nádrže, je nutno navážet v cisterně vodu na pole po celý rok. Využití nadmíru velkého pracovního záběru není běžně možné tehdy, pokud jsou pozemky hodně členité. Proto jsou pro zákazníky praktičtější užívat pneumatiky z důvodu škod přejezdem po poli [Návěsný postřikovač Napa – Agrio. [online]. © 2005 [cit. 2017-12-02].



Obrázek 2: Návěsný postřikovač NAPA 3224 - přehled jednotlivých prvků stroje, zdroj: Agrio.cz

- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| 1 Ramena | 8 Filtry tlakové |
| 2 Nádrž hlavní | 9 Náprava |
| 3 Pláště / kola | 10 Manometry postřiku a čerpadla |
| 4 Nádrž na chemikálie (ekomixér) | 11 Nádrž na čistou vodu |
| 5 Čerpadlo | |
| 6 Odstavná noha | |
| 7 Schůdky | |



Obrázek 3: Rozměry návěsného postřikovače NAPA, zdroj: Agrio.cz

Tabulka 1: Rozměry návěsného postřikovače NAPA, zdroj: Agrio.cz

Typ	A	B	C	D	E
NAPA 18	3000	6000	4150	1000	2600
NAPA 21	3100	6000	4150	1000	2600
NAPA 24	3500	6800	4150	1000	2800
NAPA 28	3500	6800	4150	1000	2800
NAPA 30	3500	6800	4150	1000	2800

E – značí šířku postřikovače

Tabulka 2: Hmotnost návěsného postřikovače NAPA, zdroj: Agrio.cz

Typ	Prázdny (kg)	Plný (kg)
NAPA 3300 18-21	2500	6900
NAPA 3300 28-30	2950	7350
NAPA 3900 18-21	3100	7500
NAPA 3900 28-30	3550	7950

2.3.2.3 Návěsný postřikovač MAMUT (Agrio)

V obchodní společnosti je tento návěsný postřikovač s nádrží 4000-6000 l jeden z nejprodávanějších postřikovačů vůbec. Podvozek je zde vytvořen s pevnou ojí a pevnou nápravou. Záběr ramen činí 21-36 m. Denně je schopen dosáhnout velkého výkonu na rozlehlější farmě, ale také v zemědělském závodě. Výhodou je, že díky velkému objemu nádrže není nutno mimo hlavní postřikovou sezónu navážet vodu na pole, díky tomu dochází k úspoře finančních nákladů na plat zaměstnance. [Návěsný postřikovač Mamut – Agrio. [online]. © 2005 [cit. 2017-12-08].



Obrázek 4: Návěsný postřikovač MAMUT, zdroj: Agrio.cz

2.3.2.4 Návěsný postřikovač MAMUT XL (Agrio)

Tento postřikovač je konstruován se spodním závěsem, kde podvozek tvoří pevná oj a vzduchem odpružená náprava. Jeho nádrž má objem 7000–8000 l a je největším jednonápravovým návěsným postřikovačem. Ramena dosahují záběru 24–36 m. Protože postřikovač MAMUT XL má velký objem nádrže, omezuje se čas potřebný k plnění nádrže, a proto jsou nízké ztrátové časy. Díky zadnímu zatížení nápravy je minimalizován prokluz traktoru při jízdě do kopce. [Návěsný postřikovač Mamut XL – Agrio. [online]. © 2005 [cit. 2017-12-08].



Obrázek 5: Návěsný postřikovač MAMUT XL 8000, zdroj: Agrio.cz

2.3.2.5 Návěsný postřikovač GIGANT (Agrio)

GIGANT, který má nádrž o objemu 10 000 - 14 000 l, se řadí na první místo s největším návěsným postřikovačem na trhu. Pevná oj s odpruženou, vzduchem tandemovou nápravou tvoří podvozek. Mezi jeho silné stránky patří velký záběr ramen, který činí 24–36 m. Náklady můžeme snížit eliminací přivázení vody na pole k postřikovači za pomoci tanku. [Návěsný postřikovač Gigant – Agrio. [online]. Copyright © 2005 [cit. 2017-12-08].



Obrázek 6: Návěsný postřikovač GIGANT 12530, zdroj: Agrio.cz

2.3.3 Samojízdné postřikovače

Tento druh postřikovače je vyroben tak, že sumarizuje výhody postřikovačů tažených a nesených. Jsou to stroje s vlastním pohonem, a proto nevyžadují žádný další tažný stroj. Obsahují nádrže s několika tisíci litry. Kvůli specifickému sestavení náprav a rámu je

dovolena značná světlost stroje. Pozitivum je také to, že je možná výměna kol při nevyhovujícím stavu půdy. Mohou se montovat např. nízkotlaké, či flotační pneumatiky, jindy zase kola kultivační. Velkým záporem je vysoká pořizovací cena (KOVARÍČEK, 1997).

2.4 Hlavní části postřikovače

2.4.1 Zásobní nádrž

Materiál použitý na dnešních zásobních nádržích je plast a laminát. V postřikovači NAPA, o kterém je mimo jiné i tato práce, je nádrž vyrobena z polyetylenu. U návěsného postřikovače NAPA je nádrž bez vlnolamů. Na žádost je možné i tento postřikovač vybavit vlnolamy.

Zásobní nádrže jsou konstruovány tak, aby zabránily vzniku úsad. Pro vyprázdnění nádrží i na kopci, je z prohlubně ve spádovém dnu nádrže vyvedeno sací potrubí. Technologické zbytky je potřeba 10x naředit, proto je nutné, aby pro proplach byla nádrž na čistou vodu plná. Pro odsání maximálního množství postřikové jichy je nutné, aby postřikovač stál na svahu maximálně 5° směrem dolů.

Nádrž je opatřena elektrickým stavoznakem TANK-control s ukazatelem na postřikovači, což jistě ocení obsluha stroje. [Nádrže k postřikovačům – Agrio. [online]. © 2005 [cit. 2017-12-14].



Obrázek 7: Polyetylenová nádrž, zdroj: Agrio.cz

2.4.2 Ekomixér

Ekomixér se definuje jako míchací zařízení. Slouží k perfektnímu a bezpečnému rozmíchání postřikových směsí. U postřikovačů Agrio se používá ekomixér Comfort Fill. Ručně sklopná PE 60 l přimíchavací nádrž obsahuje ovladač se čtyřmi funkcemi, dále disponuje vnitřním oplachováním, vodoznak a v neposlední řadě také oplachovou trysku na kanystry a míchací trysku.

„Kulatý tvar ekomixéru zaručí lepší oplach stěn. Umožňuje připojení adaptéru easyFlow pro bezodkapové nalévání koncentrovaných přípravků do postřikovače a umožní vypláchnout kanystry čistou vodou, aniž by se při tom obsluha dostala do kontaktu s chemií. Plnění s bezodkapovou rychlospojkou easyFlow je jednoduché, rychlé a hlavně bezpečné. Pokud adaptér easyFlow nelze použít, je možné víko ekomixéru odklopit a nalít přípravky klasickým způsobem.“ [easyflow – System plnění bez kontaminace – Agrio. [online]. © 2005 [cit. 2017-12.14].



Obrázek 8: Ekomixér Comfort Fill, zdroj: Agrio.cz



Obrázek 9: Ekomixer Comfort Fill v řezu s bezodkapovou rychlospojkou easyFlow, zdroj: Agrio.cz

2.4.3 Čerpadla

Čerpadlo má za úkol dopravit jíchu pod tlakem do trysek. Hydrostatická čerpadla dělíme na plunžrová, pístová, zubová a membránová. (KUMHÁLA A KOLEKTIV, 2003)

NAPA používá čerpadla AR 250 BP (Annovi Reverberi) (viz Obrázek 12). Jsou to největší výrobci čerpadel v Evropě. Jedná se o typ pístomembránového čerpadla. Postřik závisí na velikosti nádrže, pracovním záběru ramen a zvolení vysokých postřikových dávek. Čerpadlo je poháněno homokinetickým náhonem.

„Všechny díly, které jsou v kontaktu s kapalinou, mají plastový povlak nebo jsou z hliníku a nerezové oceli, pohyblivé mechanické části jsou uloženy v olejové lázni, šrouby a matice mají galvanické ochranné ošetření.“ [Rozvod postřikové kapaliny – Agrio. [online]. © 2005 [cit. 2017-12-16].



Obrázek 10: Čerpadlo AR 250 BP, zdroj: Agrio.cz

Tabulka 3 Technické parametry pístomembránového čerpadla AR 250 BP, zdroj: Agrio.cz

Typ	Pístomembránové čerpadlo
	AR 250 BP
Max. výkon [l/min]	250
Max. pracovní tlak [bar]	20
Max. otáčky [l/min]	550
Max. příkon [kW]	9

2.4.4 Filtry

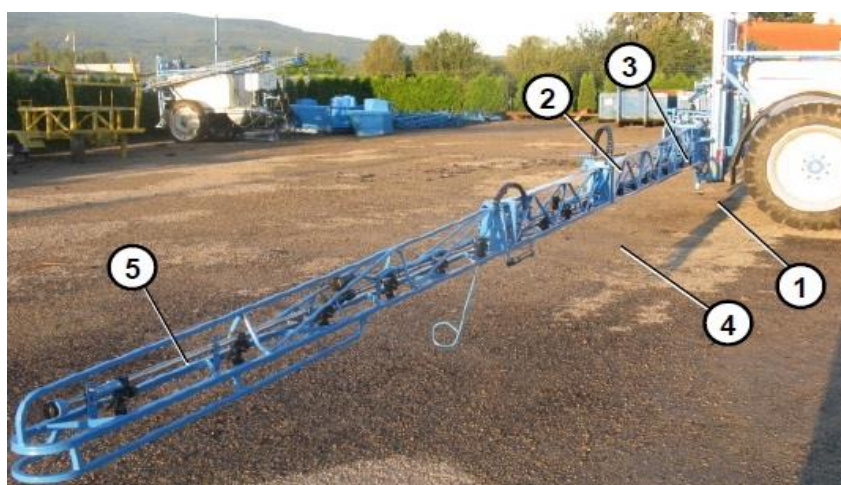
Je třeba se soustředit na čistotu postřiku, a proto je čistotě věnována zvýšená pozornost. Když je nečistá jácha, špatně se míchá prášková směs a dochází k ucpání trysky. Čím větší bude kladen důraz na čistotu přípravků, tím lepší bude kvalita postřiku. (KUMHÁLA A KOLEKTIV, 2003).

„Centrální sací filtr a volitelné 1 až 2 centrální tlakové filtry jsou bez tryskových sítok. Výhoda je, že manometr ukazuje skutečný tlak v trysce, nikoliv na sítku před tryskou.“ [Rozvod postřikové kapaliny – Agrio. [online]. © 2005 [cit. 2017-12-18].

2.4.5 Ramena

Ramena jsou odolná a mají lehkou konstrukci, zároveň jsou odpružená tlačnou pružinou o záběru 15 až 30 m a stabilizovaná v obou rovinách teleskopickými tlumiči. Díky odpružení a naklápění jsou ramena spolehlivě vedena ve správné vzdálenosti nad aplikovanou plochou.

Jsou rozkládaná a skládaná přes řetězová táhla a kliky v jednom pracovním běhu. [Ramena k postřikovačům - Agrio. [online]. © 2005 [cit. 2017-12-18].



- 1 Rameno vnitřní.
- 2 Točenice.
- 3 Řetězové táhlo.
- 4 Rameno střední.
- 5 Rameno vnější.

Obrázek 11: Rozložená ramena, zdroj: Agrio.cz

3 Popis podvozku taženého postřikovače NAPA

3.1 Odpružená náprava

Odpružení jako takové snižuje přenos kmitavých pohybů náprav vozidla na podvozek a karoserii. Tudiž má za úkol vytvořit pohodlí pro uživatele a také prodloužení životnosti dílů na stroji. Dokonce malý podíl na odpružení mají také pneumatiky.

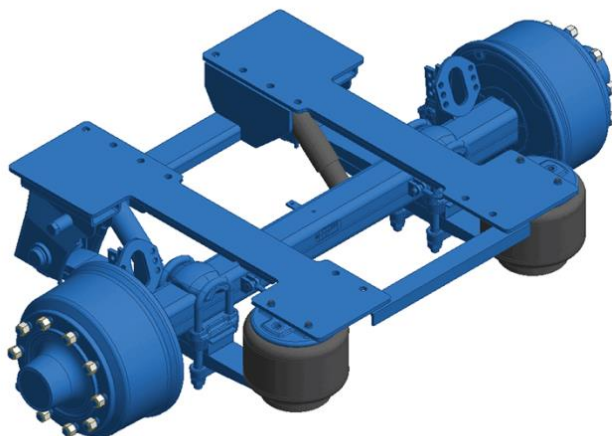
Výše uvedená obchodní společnost dodává do větších tažných postřikovačů odpružené nápravy např. GIGANT a MAMUT XL.

Jelikož mají tyto postřikovače větší hmotnost, jsou vybaveny odpruženou nápravou. Montování neodpružených náprav není ideální, neboť podvozek by otřesy vzniklé nerovnostmi nevydržel. Také pohodlí obsluhy a kvalita postřikování je mnohem větší s odpruženou nápravou než při nápravě tuhé.

3.1.1 Hlavní části vzduchem odpružené nápravy:

Vzduchem odpružená náprava se skládá z těchto částí:

- nosná konstrukce nápravy,
- vzduchové odpružení,
- náprava,
- brzdová jednotka.



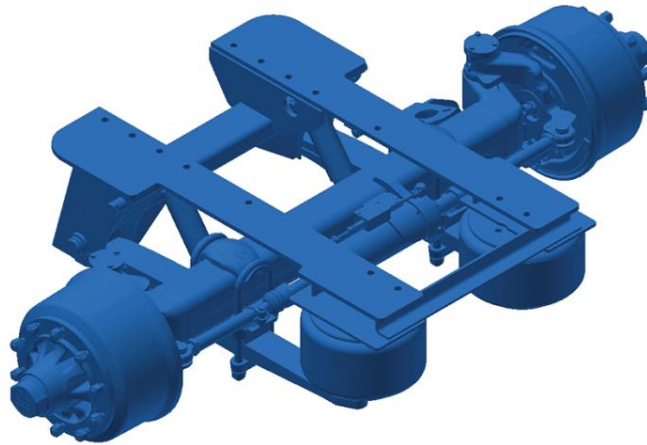
Obrázek 12: Vzduchem odpružená náprava firmy AGRIO, zdroj: Agrio.cz

3.1.2 Hlavní části vzduchem řízené odpružené nápravy:

Vzduchem řízená odpružená náprava se skládá z těchto částí:

- nosná konstrukce nápravy,
- vzduchové odpružení,

- náprava,
- brzdová jednotka,
- hydraulický válec řízení.



Obrázek 13: Vzduchem řízená odpružená náprava firmy AGRIO, zdroj: Agrio.cz

3.2 Neodpružená náprava

Neodpružená roztažitelná náprava je určena do středně těžkých a lehčích strojů (NAPA 3824). Z důvodu menší hmotnosti se podvozek dobře vyrovná s rázem horšího terénu, což je pro postřikovač zásadní.

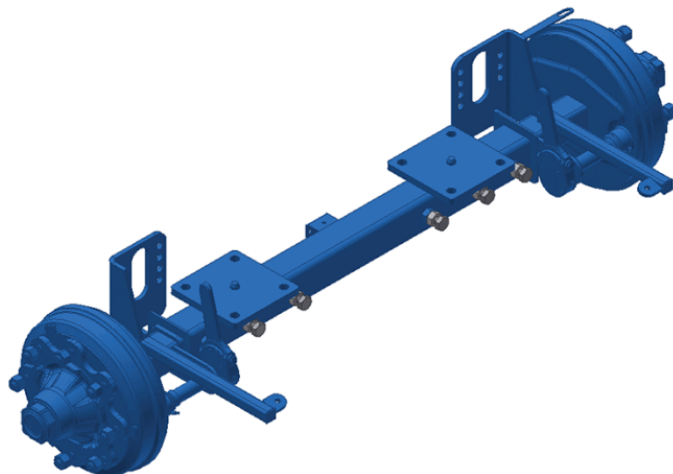
Tato náprava je vyhrazena pro podvozek přípojných vozidel, u kterých zatížení jednotlivé nápravy nepřekročí 10 t při maximální rychlosti $40 \text{ km} \times \text{hod}^{-1}$. Všechna provedení náprav jsou konstruované s brzdou jednotkou ovládanou vzduchem. Výška ovládacího tlaku musí být vyznačena v návodu finálního výrobku, a to na základě protokolu, kterým byla ověřena způsobilost finálního výrobku k provozu (běžně 0,6 Mpa).

Dle sdělení vedoucího konstruktéra obchodní společnosti, tažený postřikovač NAPA, byl ještě donedávna konstruován s pneumatickou odpruženou a řídicí nápravou.

3.2.1 Hlavní částí neodpružené roztažitelné nápravy:

Neodpružená roztažitelná náprava se skládá z těchto částí:

- střední nosník nápravy,
- náboj s bubnem,
- brzdová jednotka.

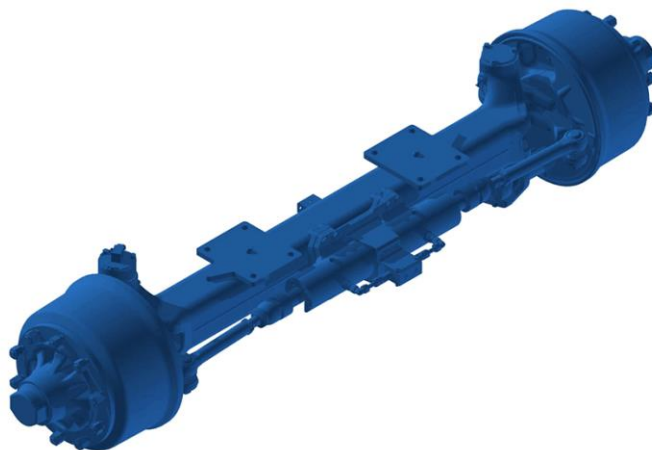


Obrázek 14: Neodpružená náprava roztažitelná firmy AGRIO, zdroj: Agrio.cz

3.2.2 Hlavní částí neodpružené řízené nápravy:

Neodpružená řízená náprava se skládá z těchto částí:

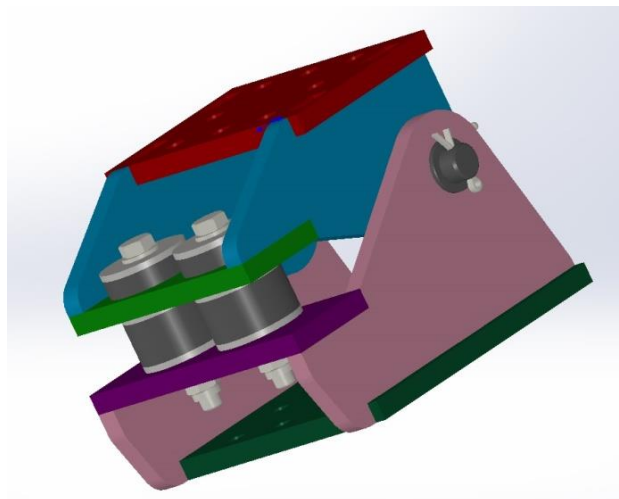
- náprava,
- brzdová jednotka,
- hydraulický válec řízení.



Obrázek 15: Neodpružená náprava řízená firmy AGRIO, zdroj: Agrio.cz

3.3 Odpružená oj

Odpružená oj byla alternativou ke středně těžkým a těžkým postřikovačům, jako zlepšení odpružení při jízdě a postřikování na poli.



Obrázek 16: Odpružená oj firmy AGRIO, zdroj: Agrio.cz

3.4 Neodpružená oj

Neodpružená oj se bere spíše jako návěsné oko, připevněné na rám pomocí šroubů.

Tažený postřikovač NAPA disponuje právě tímto systémem připevnění, a to s horním závěsem. Jediný spodní závěs má návěsný postřikovač MAMUT XL.

4 Porovnání odpružené nápravy s jinými výrobci

4.1 Vzduchové odpružení SAF Holland

Systém této společnosti SAF Holland disponuje bubnovými a kotoučovými brzdami. Mezi nejdůležitější funkce patří udržení či vylepšení jízdních standardů a bezpečnosti vozidel (hladší jízda, větší stabilita). Výrobci užitkových vozidel a dopravní společnosti ví, že podvozky se vzduchovým pérováním zahrnují mnoho výhod. Nápravy SAF se u komerčních

výrobci vozidel montují již na montážní lince, a to v průběhu výroby. Jedná se tedy o osvědčenou konstrukci.

Pokud vezmeme přehled technických výhod, neexistuje žádný jiný z principů pérování, který by mohl tomuto konkurovat. Kompletní systém se vzduchovým odpružením a nápravou se dodává jako jeden celek s připojenými komponenty a pneumatickými díly.

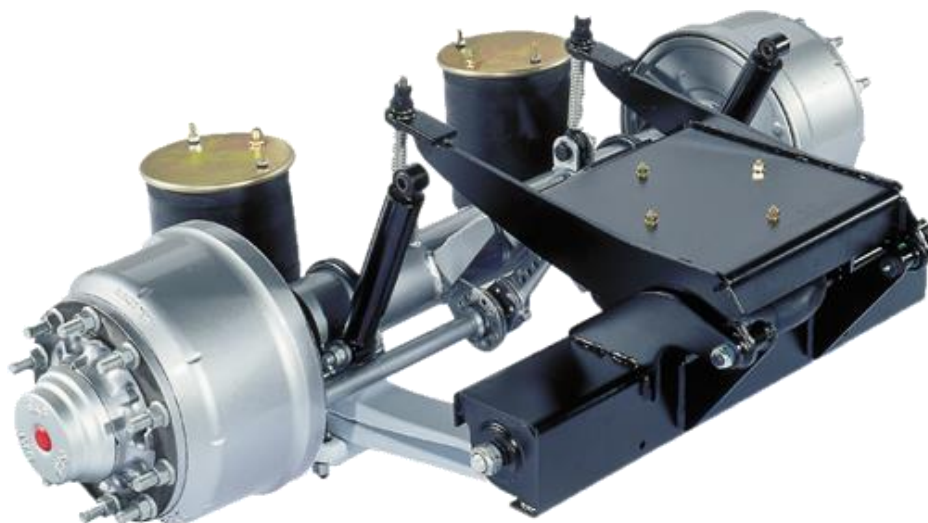
Organizace SAF-Holland, která je výrobcem v oboru pérování už přes 30 let, má bohaté zkušenosti se systémem vzduchového pérování v Evropě pro užitková vozidla. SAF nápravy s tažným okem jsou v souladu se směrnicemi EEC.

Během nakládky prostoru nebo během posunování, jde šetřit pneumatiky pomocí zvedací nápravy nebo samoříditelné vlečené nápravy.

Při vlečené nápravě SAF se zvýší užitečné zatížení až na 12 tun. Pokud je na kluzkém povrchu např. zamrzlá vozovka, sníh na vozovce, bláto, pomůže zdvihnutí vlečené nápravy k lepší trakci na hnací nápravě [Zadní nápravy SAF se vzduchovým pérováním. [online]. © SAF [cit. 2018-01-20].



Obrázek 17: Trakce zadní nápravy SAF-Holland, zdroj: Safholland.de



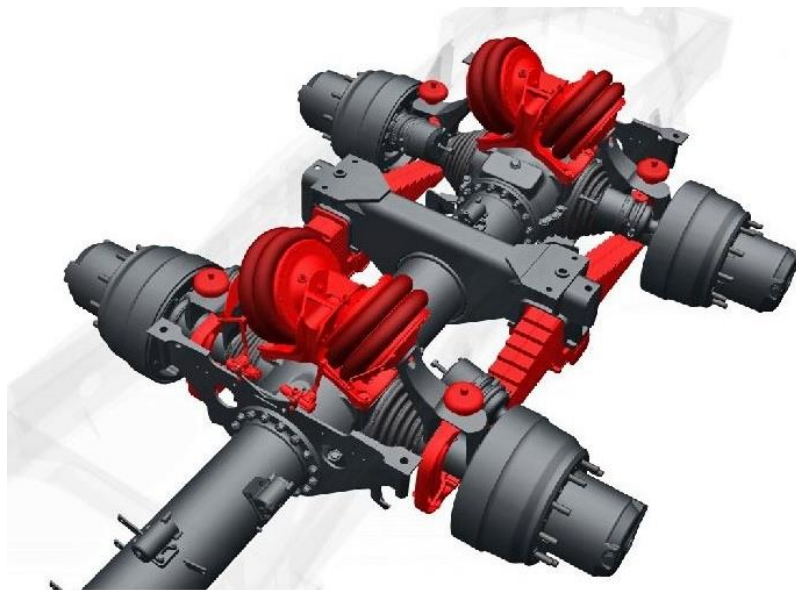
Obrázek 18: Vzduchové odpružení SAF-Holland, zdroj: Safholland.de

4.2 Vzduchové odpružení TATRA

Pro odpružení náprav u vozidel Tatra jsou použity vlnovkové pneumatické pružiny podle potřeby s tvarovanými víky a vnitřními dorazy. Jejich konstrukce je konstruována tak, aby umožnila vysoký přetlak stlačeného vzduchu (maximální hodnoty větší než 1,6 MPa) [Odpružení náprav vozidel tatra Vlnovce Špís s.r.o. [online]. © [cit. 2018-01-20].

Zadní vzduchové nápravy využívají odpružení s nosností až 10 t na nápravu a udávají možnost regulace světlé výšky.

Originalitou je kombinovaný systém odpružení KING FRAME, který byl představen už v roce 1996 na vozidle S13. Principiálně je to řešeno s použitím mechanických listových nebo šroubových pružin a vysokotlakých vzduchových vlnovců jako spolupůsobících element. [Tatra-Tatrovácka koncepce. Automobil Revue [online]. © [cit. 2018-01-20].



Obrázek 19: Odpružení KING FRAME, zdroj: Automobilrevue.cz

4.3 Vzduchové odpružení Porsche Panamera

Porsche Panamera 971 disponuje odpružením standardem verze Turbo, ale pro ostatní je odpružení možné pouze za příplatek. Důvod výběru značky systému Porsche Panamera, je, že chceme ukázat to nejlepší, co je v dnešní době k dispozici.

Celkový název odpružení u Porsche je vzduchové odpružení s aktivními tlumiči PASM (Porsche Active Suspension Management). Vzhledem k nově tříkomorovým vzduchovým vzpěrám, je větší rozpětí mezi komfortním a sportovním nastavením (nejměkčí nastavení: $14 \text{ N} \times \text{mm}^{-1}$, nejtvrďší $36 \text{ N} \times \text{mm}^{-1}$). Zhruba o 60 % se zvýšil objem vzduchu. Mimo běžného nastavení lze zvýšit světlou výšku o 20 mm, či naopak ve vysokých rychlostech nastane k přiblížení přední části k silnici o 28 mm a zadní o 20 mm. Každá verze má svou specifickou charakteristiku vzduchového podvozku [PORSCHÉ PANAMERA (971) [online]. © [cit. 2018-01-21].

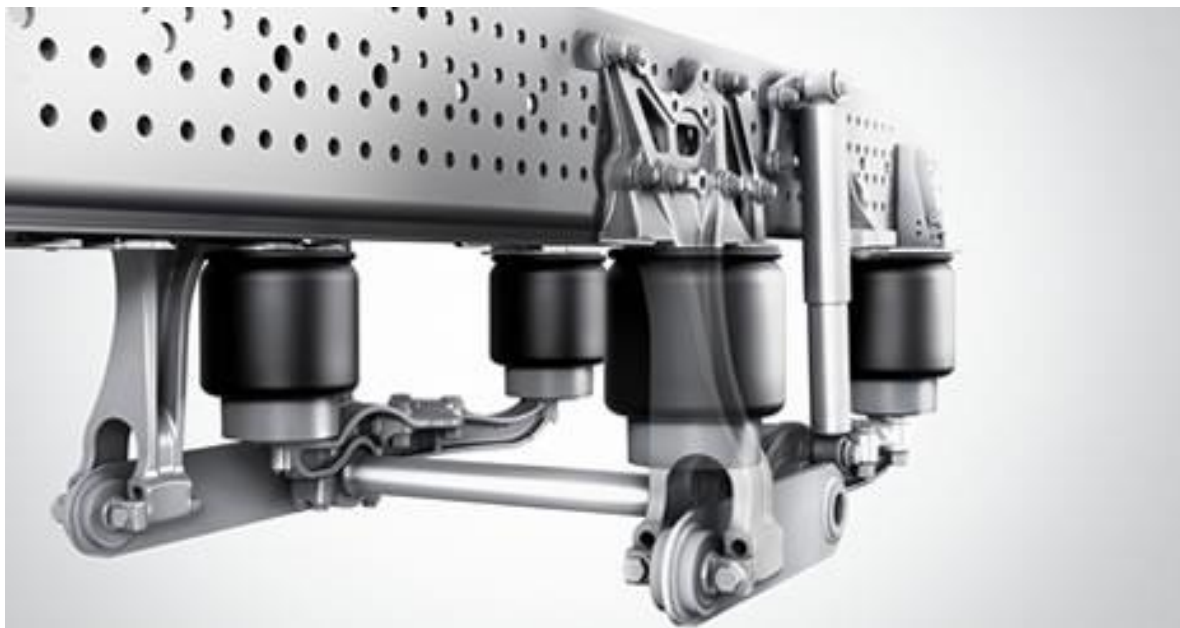


Obrázek 20: Vzduchové odpružení Porsche Panamera 971, zdroj: Automobilrevue.cz

4.4 Vzduchové odpružení Mercedes-Benz

Jedná se o tahač Actros do 250 tun. Jde o robustní planetové nápravy, které jsou vyrobeny z litiny, a tak se vyznačují propracovanou čistotou a přístupným zatížením do 16 tun. Jelikož je účinný plný točivý moment pouze na nábojích kol, jsou převodové prvky těchto náprav mnohem méně namáhány i za extrémních podmínek. V případě tří a čtyřnápravových vozidel s dvojitou zadní nápravou se používá prověřená náprava s průběžným pohonem v tandemové montáži, která je rovněž zkonstruována pro zatížení 16 t.

„Vaky vzduchového odpružení nového standardně montovaného vzduchového odpružení se čtyřmi vaky jsou připevněny zcela zvenčí a v kombinaci s inovativním vedením zadní nápravy zaručují mnohem lepší odvalování kol při přejíždění hrbolů na silnici a znatelně menší náklony v zatáčkách. Actros se vzduchovým odpružením, v konfiguraci kol 6×4 s rozvorem 3400 nebo 4000 mm a v konfiguraci kol 8×4 s rozvorem 4000 mm.“
[Mercedes-benz – Axles suspension [online]. © [cit. 2018-01-21].



Obrázek 21: Vzduchové odpružení Mercedes-Benz tahače Actros, zdroj: Mercedes-benz.cz

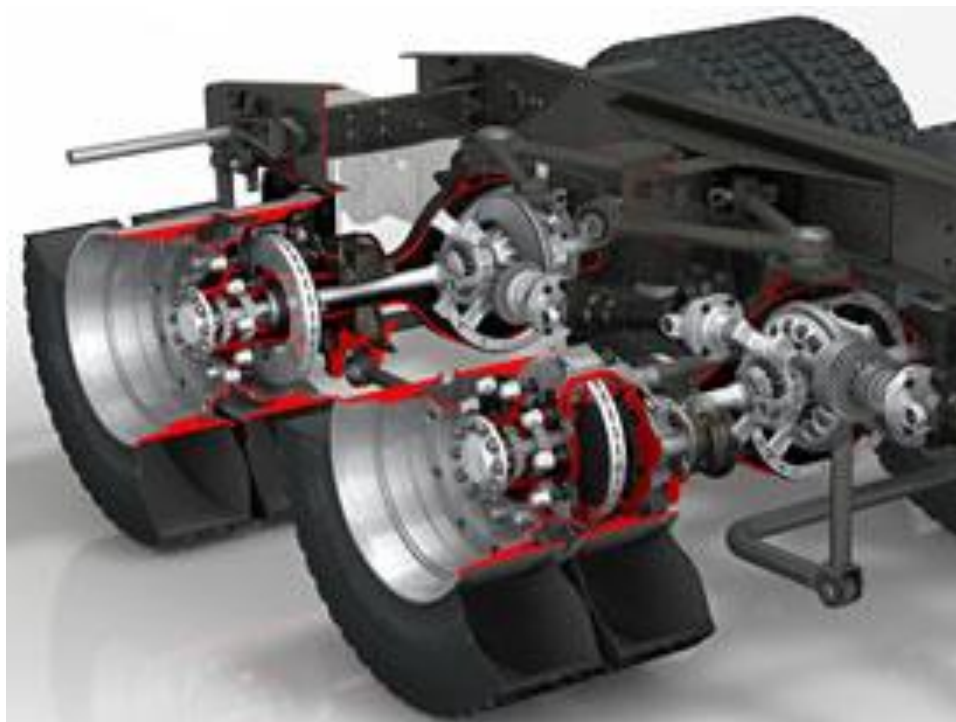
4.5 Vzduchové odpružená tandemová náprava DAF

Vzduchově odpružená náprava SR1360T společnosti DAF byla vytvořena speciálně pro těžké aplikace, kde je potřeba přídavné trakce, a také pro limitovanou jízdu v terénu. Jelikož má tento typ o 375 kg nižší hmotnost než doposud vyráběné tandemové nápravy s redukcí náboje pro jízdu v terénu, tak také umožňuje nižší spotřebu paliva a to o 5 %.

Dostupnost nápravy SR1360T je pro všechny modely 6×4 a 8×4 vozidel řady DAF CF85 a XF105. Mohou být dvě variace, a to s technickým zatížením 21 tun nebo 26 tun pro

celkovou tažnou hmotnost 70 tun. Nejvyšší akceptovatelnou celkovou hmotnost lze pro speciální aplikace navýšit až n 120 tun.

Výměna oleje zadní nápravy se provádí jednou za tři roky nebo po dosažení 450 000 km a tím se sníží náklady na údržbu. [Nová lehká tandemová náprava - Auto.cz [online] © [cit. 2018-01-21].



Obrázek 22: Vzduchová odpružená tandemová náprava DAF SR1360T, zdroj: Auto.cz

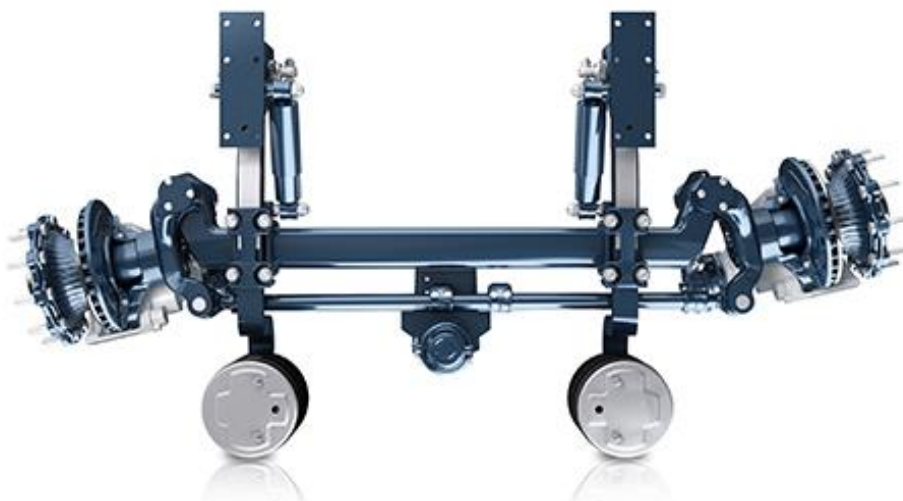
4.6 Samořízená odpružená náprava BPW

LL, samořízená náprava je ekonomický zázrak všech náprav BPW. Vyjadřuje své silné stránky, zvláště pokud je vyžadován těsný manévr v dodávce a rozvozu nákladní dopravy. Díky větší manévrovatelnosti v zákrutách a při zatačení můžete využít výhodnější manipulaci s vozidly.

Dochází k menšímu opotřebení pneumatik a nižší spotřebě paliva. Přes kilometrový počet 100 000 kilometrů, které přispívají k působivému množství cca 1000 litrů paliva a více než 4 pneumatiky na vozidlo.

LL (load-dependant steering stabilisation) znamená "závislé zatížení stabilizace řízení" a popisuje jedinečný funkční princip samořízené nápravy BPW. Konstrukce konvenčních řídicích náprav vyžadují řízení stabilizátorů napájených z externího zdroje – tomu tak není u samonavíjecí nápravy BPW.

Osový nosník a nápravový nástavec jsou spojeny s vlnitými tahovými podložkami prostřednictvím otočných čepů řízení. Při jízdě rovně vpřed (nulová poloha), zvlnění v axiálních ostřích udržují kola na trati. Hmotnost vozidla tlačí vlnité obrysy horních a dolních axiálních podložek dohromady. Kola zůstávají stabilní ve správné poloze dopředu. Když návěs sleduje traktorovou jednotku skrz ohyb, kolo kolečka zajišťuje otočení kol v závislosti na poloměru křivky (axiální podložky se sklopí). [Self steering axles – BPW.de [online] © [cit. 2018-01-21].



Obrázek 23: Samořízená odpružená náprava BPW SR1360T, zdroj: Bpw.de

4.7 Odpružené nápravy ZF

Jako výběr nápravy ZF k analýze jsem vybral zadní nápravy A 132 a AV 133.

Největšími výhodami systému zadních náprav A 132 je snížení hmotnosti, nízké emise hluku a vysoká účinnost. Aniž by došlo k narušení stability, byla hmotnost systému náprav, včetně všech tlumicích a závěsných prvků, snížena na méně než 1 000 kilogramů.

Snížení nespálených hmot má za následek lepší jízdní komfort. Bezproblémový chod čelních ozubených kol redukuje hladinu hluku ve vozidle.

Malé instalační rozměry pohonné jednotky náprav usnadňují delší hloubkové hřídele se sníženými úhly vychylování, čímž se dále snižuje hluk. Kompaktní ložiska v hlavách kol vedou k výraznému snížení nároků na údržbu.

Mezi výhody náprav A 132 patří tichý provoz, menší montážní rozměry, delší podpěrné hřídele, snížené úhly vychylování kloubu, servisní kompaktní ložiskové jednotky a hmotnostně optimalizovaný design delší podpěrné hřídele, snížené úhly vychylování kloubu, servisní kompaktní ložiskové jednotky a hmotnostně optimalizovaný design. [Buses | Rear Axle System A 132 - ZF Friedrichshafen AG. [online]. © [cit. 2018-01-26].

4.7.1 Údaje a rozměry A132 Hypoidní jednoúčelová náprava

Tabulka 4: Údaje a rozměry A132 Hypoidní jednoúčelová náprava

Šířka vozidla:	2500–2600 mm
Zatížení nápravy max.:	13 000 kg
Max. výkonový moment:	50.000 Nm
Výkon motoru max.:	400 KW
Poměr	* 2,93 / 3,23 / 3,54 / 5,22
Velikost pneumatiky (standardní)	295 / 80R22,5
Velikost kola (standardní)	22,5 " × 8,25"
Brzda	kotoučová
Hmotnost nápravy (naplněná olejem)	od 689 kg
Hmotnost systému nápravy	998 kg



Obrázek 24: Zadní vzduchová náprava ZF A132, zdroj: ZF.com

ZF nabízí poháněnou nápravu až po kompletní systém zahrnující vzduchové pružiny, tlumiče a radiální tyče. Hlavy koleček AV 133, vybavené nábojovými jednotkami s nízkou údržbou (kompaktní ložiska), také zkracují dobu výměny brzdových kotoučů. Celková hmotnost systému náprav je nižší než 1000 kilogramů. Speciálně ukotvené kuželové převodovky zajišťují tichý chod a minimální hluk. Široká škála poměrů pokrývá také koncepce elektrického pohonu, jako jsou vozíky a hybridní pohony. Snížená hmotnostně optimalizovaná skříň nápravy a postranní diferenciál vytvářejí prostor pro bez krokovou středovou uličku.

Kompatibilita součástek se součástmi AV představuje významnou výhodu pro výrobce OEM a jejich operátory především pokud jde o servis a hospodárnost. AV 133 může být dodáván v různých verzích pro všechny současné vozy a pohonné koncepty.

AV 133, stejně jako neřízený AVN 132 má k dispozici kotoučovou brzdu. Maximální dostupný rozsah napájení pro obě nápravy jako kompletní systémy (viz obrázek 25) ukazuje: závěsná ramena, vzduchové pružiny, tlumiče nárazů stejně jako podélné tyče a V-tyče včetně montážních bodů.

Mezi výhody náprav AV 133 patří rychlý, bezstupňový vstup a výstup, komfort pro cestující, tichý chod. Výška podlahy je pouhých 405 mm a k dispozici je také jako nezavedená portálová náprava AVN 132. [Buses | Rear Axle System AV 133 - ZF Friedrichshafen AG. [online]. © [cit. 2018-01-26].

4.7.2 Údaje a rozměry AV 133 / 80° řízená portálová náprava

Tabulka 5: Údaje a rozměry AV 133 / 80° řízená portálová náprava

Šířka vozidla	2,300 - 2,600 mm
Maximální zatížení nápravy	11,500 - 13,000 kg
Maximální výstupní moment	50,000 Nm
Maximální výkon motoru	300 kW
Úhel bočního sběru	6°
Poměr	5.12 / 5.73 / 6.19 / 9.81
Velikost pneu (standardní)	22.5" × 8.25"
Brzda	kotoučová
Hmotnost nápravy (naplněná olejem)	od 689 kg
Hmotnost systému nápravy	973 kg

4.7.3 Údaje a rozměry AV 133 / 87° řízená portálová náprava

Tabulka 6: Údaje a rozměry AV 133 / 87° řízená portálová náprava

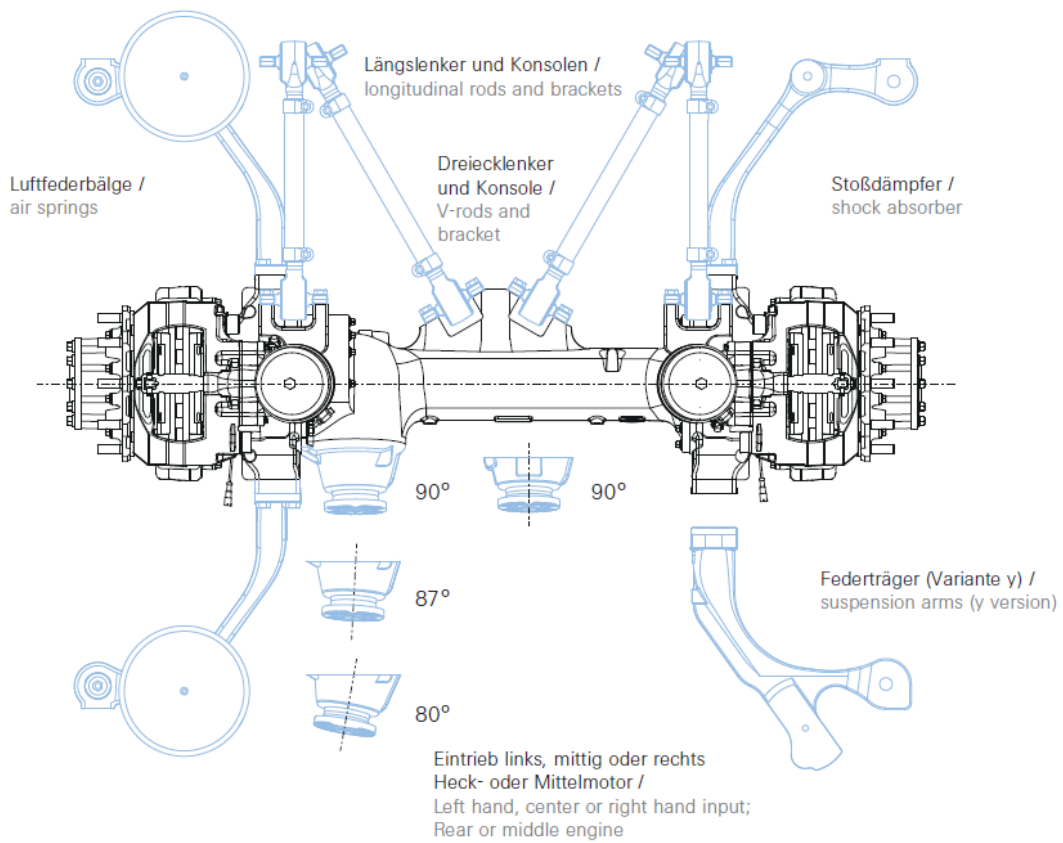
Šířka vozidla	2,300 - 2,600 mm
Maximální zatížení nápravy	11,500 - 13,000 kg

Maximální výstupní moment	50,000 Nm
Maximální výkon motoru	300 kW
Úhel bočního sběru	6,5°
Poměr	5.30 / 5.76 / 6.20
Velikost pneu (standardní)	22.5" × 8.25"
Brzda	kotoučová
Hmotnost nápravy (naplněná olejem)	od 689 kg
Hmotnost systému nápravy	973 kg

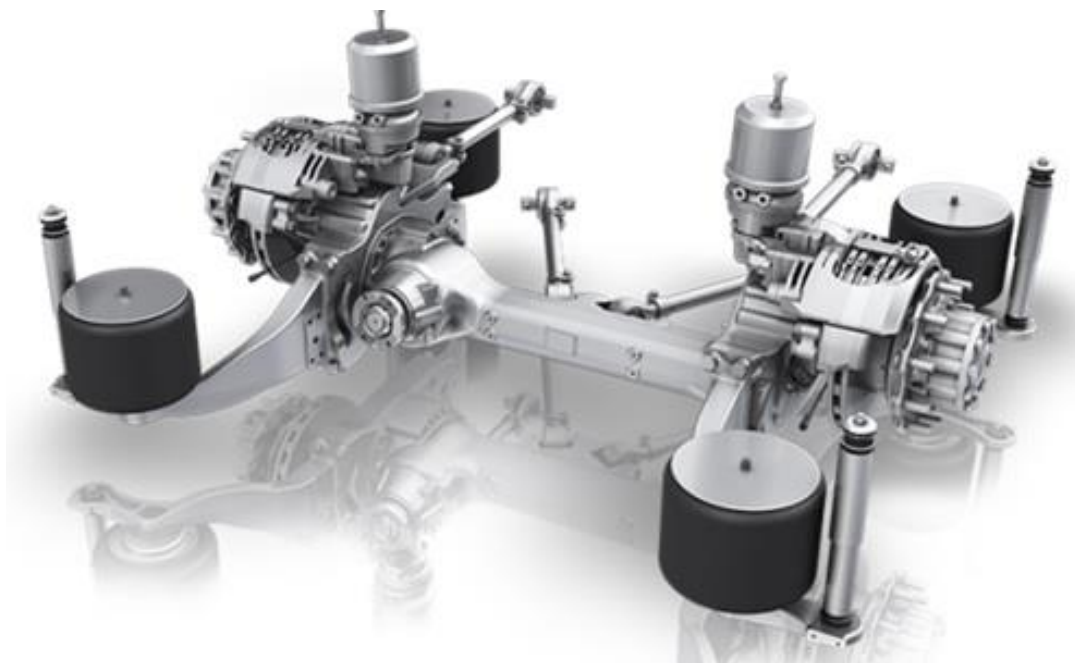
4.7.4 Údaje a rozměry AV 133 / 90° řízená portálová náprav

Tabulka 7: Údaje a rozměry AV 133 / 90° řízená portálová náprava

Šířka vozidla	2,300 - 2,600 mm
Maximální zatížení nápravy	11,500 - 13,000 kg
Maximální výstupní moment	50,000 Nm
Maximální výkon motoru	300 kW
Úhel bočního sběru	6,5°
Poměr	5.12 / 5.73 / 6.19
Velikost pneu (standardní)	22.5" × 8.25"
Brzda	kotoučová
Hmotnost nápravy (naplněná olejem)	od 689 kg
Hmotnost systému nápravy	973 kg



Obrázek 25: Maximální dostupný rozsah napájení pro obě nápravy, zdroj: ZF.com



Obrázek 26: Zadní vzduchová náprava ZF AV 133, zdroj: ZF.com

5 Porovnání neodpružené nápravy s jinými výrobci

5.1 Neodpružená náprava autobusů DAF

Podvozek LF nabízí mimořádně komfortní zážitek z jízdy. Najdeme zde plně optimalizované zavěšení. Přední odpružení je plně optimalizováno tak, aby nabízelo dokonalou rovnováhu mezi tlumením, boční stabilitou a tuhostí. Jeho nepřekonatelná manévrovatelnost je způsobena skutečností, že v tomto segmentu má nejmenší otočný cyklus [Chasis module – Dafcomponents [online]. © [cit. 2018-01-27].



Obrázek 27: Podvozek autobusů DAF, zdroj: Dafcomponents.com

Nová generace diferenciálů zadní nápravy je vybavena zcela novou konstrukcí korunového kola a pastorku, která je určena pro nejvyšší trvanlivost a účinnost, stejně jako extrémně nízkou hladinu hluku.

Použití olejů s nízkou viskozitou a koncových ložisek kola s nízkým třením také zvyšuje účinnost paliva. Nižší hladiny oleje v zadní nápravě dále snižují hmotnost nejvyšší třídy náprav pouze na 645 kg [Axles–Dafcomponents [online]. © [cit. 2018-01-27].



Obrázek 28: Zadní náprava autobusů DAF, zdroj: Dafcomponents.com

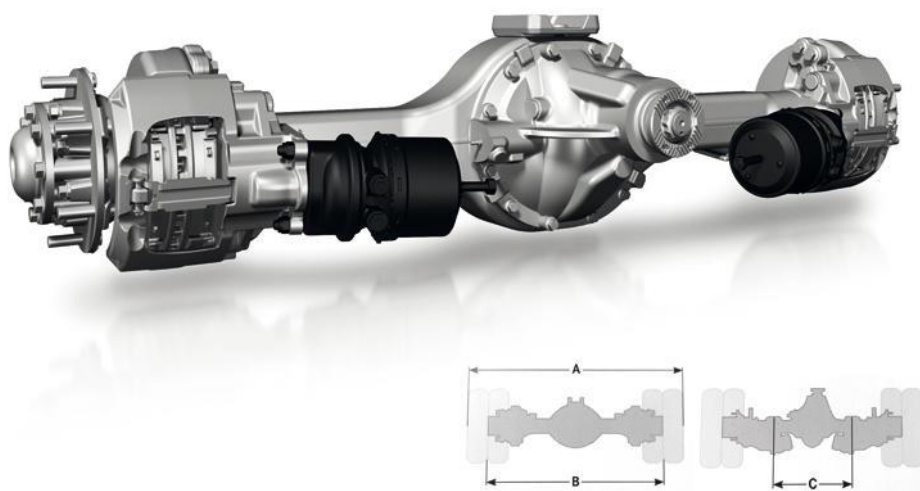
5.2 Neodpružené nápravy autobusů Mercedes-Benz

Zadní nápravy mercedesů zahrnují různé systémy. Tento sortiment je velmi vhodný pro všechny kategorie autobusů, od minibusů až po autobusy a pro autobusy ve městech, a i dokonce pro autobusy dálkové.

V Mercedes-Benz využívají zkušeností zákazníků, jejich požadavků jako základních předpokladů pro vývoj a technologii nových konceptů náprav. Inovativní špičkové inženýrství a kvalitní závody v Německu dávají nápravám Mercedes-Benz vynikající výkon v trvanlivosti, účinnosti paliva a tichém provozu. [Mercedes-Benz Bus rear axle systems. [online]. © [cit. 2018-01-27].

Druhy zadních náprav:

- 1) Náprava RO 325 – minibusy

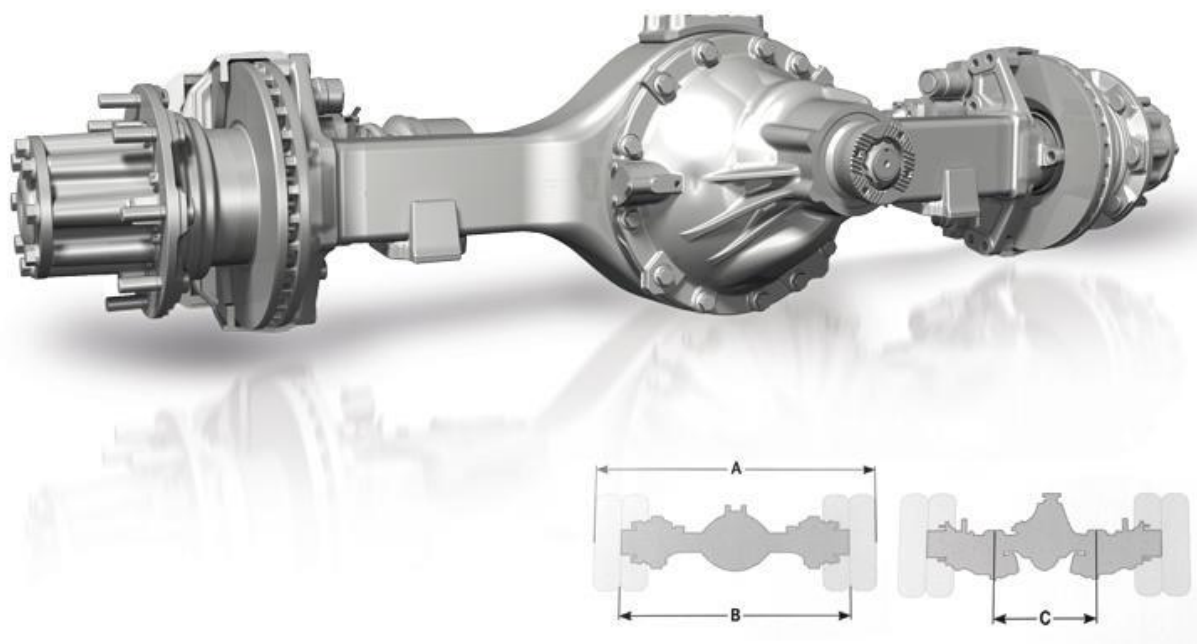


Obrázek 29: Zadní náprava Mercedes-Benz RO 325, zdroj: Mercedes-benz.com

Tabulka 8: Údaje a rozměry zadní nápravy Mercedes-Benz RO 325

Zatížení nápravy	6-8,3 t
Velikost pneumatiky	17,5 palců
Brzda	kotoučová brzda
Odpružení	vzduchové pružiny / ocelové pružiny
Typ pohonu	jednostupňový / hypoidní
Hmotnost nápravy	350 kg (závisí na konfiguraci)
A = celková šířka	2232-2330 mm
B = šířka dráhy	1760-1775 mm
C = pružinová dráha	1022 mm
Průměr ozubeného kola	325 mm

2) Náprava R 390 - midibusy

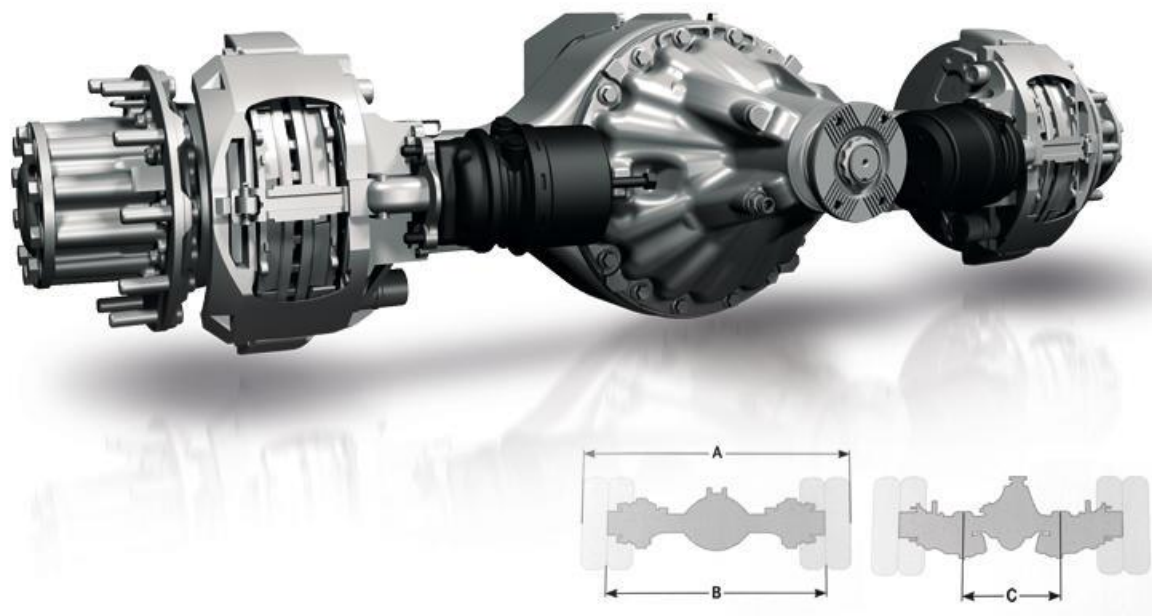


Obrázek 30: Zadní náprava Mercedes-Benz RO 390, zdroj: Mercedes-benz.com

Tabulka 9: Údaje a rozměry zadní nápravy Mercedes-Benz RO 390

Zatížení nápravy	10 t
Velikost pneumatiky	19,5 palců
Brzda	kotoučová brzda
Odpružení	vzduchové pružiny
Typ pohonu	jednostupňový / hypoidní
Hmotnost nápravy	541 kg (závisí na konfiguraci)
A = celková šířka	2439-2489 mm
B = šířka dráhy	1838-1840 mm
C = pružinová dráha	1022 mm
Průměr ozubeného kola	390 mm

3) Náprava RO 440 - městské a dálkové autobusy



Obrázek 31: Zadní náprava Mercedes-Benz RO 440, zdroj: Mercedes-benz.com

Tabulka 10: Údaje a rozměry zadní nápravy Mercede-Benz RO 440

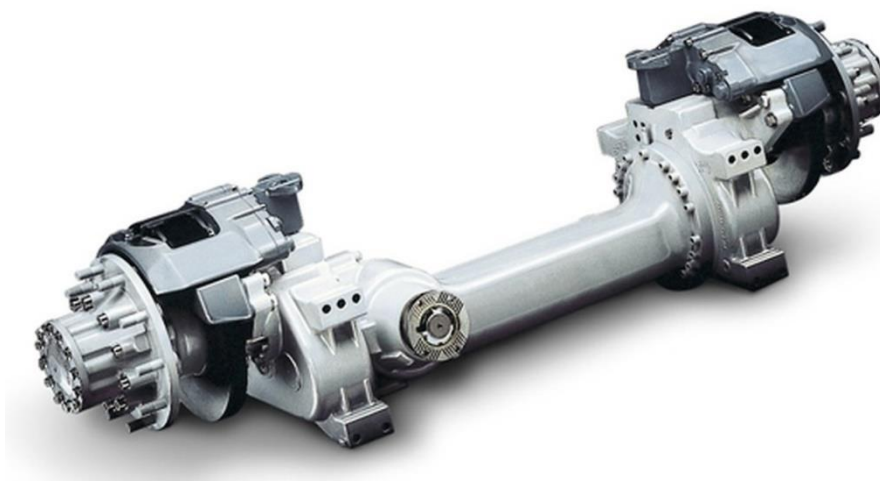
Zatížení nápravy	11,5-13 t
Velikost pneumatiky	22,5 palců
Brzda	kotoučová brzda
Odpružení	vzduchové pružiny
Typ pohonu	jednostupňový / hypoidní
Hmotnost nápravy	683 kg (závisí na konfiguraci)
A = celková šířka	2419-2482 mm
B = šířka dráhy	1802-1804 mm
C = pružinová dráha	940 mm
Průměr ozubeného kola	440 mm

5.3 Neodpružená náprava MAN

5.3.1 Zadní náprava s planetovými reduktory MAN pro autobusy

Pro autobusy s nízkým přístupem přichází MAN zadní náprava HONP s planetovými reduktory. Bezúdržbová ložiska kol kapky MAN centrum zadní nápravy HONP a HU jsou důkazem, že efektivita nákladů nevyklučuje pohodlí.

Nápravy jsou vybavené kotoučovými a bubnovými brzdami, funkcí automatického brzdového obložení a nastavením brzdových čelistí a také indikátorem elektrického opotřebení. [MAN axles and transfer case | MAN Engines. [online]. © MAN 2018 [cit. 2018-01-29].



Obrázek 32: MAN zadní náprava s planetovými reduktory pro autobusy HU-1330-B, zdroj: Engines.man.eu

Tabulka 11: Údaje a rozměry zadních náprav s planetovými reduktory MAN pro autobusy

Charakteristika	Planetová, neřiditelná	Planetová, řiditelná
Typové označení	HO-1100-B/HONP-1300	HU-1330-B/HONP 13100
Maximální zatížení náprav [t]	11,5	13
Zavěšení	A	A
Velikost kol [palce]	22,5	22,5
Počet šroubů kol	10	10
Typ brzdy	kotoučová	kotoučová
Hmotnost bez koleček [kg]	564	681-707
Připojovací rozměr diskové kola [mm]	1800	1796
Celková šířka bez pneumatik [mm]	2069	2052
Přenosové poměry	-	4,53/ 5,73 / 6,19 / 7,36

5.3.2 Hypoidní zadní nápravy MAN pro autobusy

Hypoidní zadní nápravy jsou dostupné jako jediný pohon pro tandemové nápravy. Hypoidní zadní nápravy MAN stanovují standardy, zejména v dálkové dopravě.

Hypoidní nápravy MAN nabízejí vysokou nosnost a široký rozsah výkonu, disponují i nízkou vlastní hmotností. Mají minimální ztrátu výkonu, nižší opotřebení a vysoký hnací moment díky větší ploše ozubených kol a také disponují tichým chodem. [MAN axles and transfer case | MAN Engines. [online]. © MAN 2018 [cit. 2018-01-29].



Obrázek 33: Hypoidní zadní náprava MAN pro autobusy HY-1350-B, zdroj: Engines.man.eu

Tabulka 12: Údaje a rozměry hypoidních zadních náprava pro autobusy

Charakteristika	Hypoidní zadní náprava pro autobusy		
Typové označení	HY-1130-B	HU-1350-B	HY-0925-F
Maximální zatížení náprav [t]	11/24	13	8,7/25
Zavěšení	A	A	L/A
Velikost kol [palce]	19,5	22,5	17,5
Počet šroubů kol	8	10	6
Typ brzdy	kotoučová	kotoučová/bubnová	kotoučová
Hmotnost bez koleček [kg]	564	681-707	403
Připojovací rozměr diskové kola [mm]	1800	1796	1717
Celková šířka bez pneumatik [mm]	2069	2052	1938
Přenosové poměry	3,42/3,73/ 4,10/4,56/ 5,00/5,63	2,73/ 3,15 / 3,42 /	3,42/3,73/ 4,10

5.3.3 Zadní náprava s planetovými reduktory MAN pro speciální vozidla

Zadní náprava s planetovými reduktory Man je vyrobena pro vysoký trakční výkon a extrémně těžké pracovní podmínky např. v zemědělství a stavebnictví.

MAN zadní náprava s planetovými reduktory patří mezi víceúčelové nápravy, které se používají v užitkových vozidlech všech druhů.

Zadní nápravy s planetovými reduktory mohou sloužit jako jediná hnaná náprava a jako pohonná náprava pro tandemové nápravy. Konfigurace z 8 x 8 všech kol jsou možné s pohonem přední nápravy s planetovými reduktory MAN. [MAN axles and transfer case | MAN Engines. [online]. © MAN 2018 [cit. 2018-01-29].



Obrázek 34: Zadní náprava s planetovými reduktory MAN pro speciální vozidla HP-1352, zdroj: Engines.man.eu

Tabulka 13: Údaje a rozměry zadních náprav s planetovými reduktory MAN pro speciální vozidla

Charakteristika	Zadní náprava s planetovými reduktory pro SV			
Typové označení	HP-0928	HP-1333	HP-1352	HP-1652
Maximální zatížení	9.5 (20/28)	13 (28(33))	13 (44/52)	16(52)

náprav [t]				
Zavěšení	A	A /L	A /L	L
Velikost kol [palce]	22,5	20/22,5	20/22,5	20/22,5
Počet šroubů kol	8	10	10	10
Typ brzdy	kotoučová	bubnová	bubnová	bubnová
Hmotnost bez koleček [kg]	500	754	805	847
Připojovací rozměr diskové kola [mm]	1773	1776	1776	1776
Celková šířka bez pneumatik [mm]	2195	2285	2285	2357
Přenosové poměry	4,12/4,59 5,70/6,48/	3,63/4,00/ 33 t:4.33/4,83 5,33/6,00/6,82	3,63/4,00/ 33 t:4.33/4,83 5,33/6,00/6,82	4,83/5,33 6,00/6,82

5.3.4 Hypoidní zadní nápravy MAN pro speciální vozidla

Stejně tak jako pro autobusy, má tato hypoidní náprava pro speciální vozidla malé hmotnosti vysokou nosnost. Jejich nosnost dosahuje od 5 tun do 13 tun. Lze zde využít pouze kotoučové brzdy, které obsahují systém ABS a ukazatel opotřebení brzdových destiček. [MAN axles and transfer case | MAN Engines. [online]. © MAN 2018 [cit. 2018-01-29].



Obrázek 35: Hypoidní zadní nápravy MAN pro speciální vozidla HYD-1370, zdroj: Engines.man.eu

Tabulka 14: Údaje a rozměry hypoidních zadních náprava s planetovými reduktory pro SV

Charakteristika	Hypoidní zadní náprava s planetovými reduktory pro SV			
Typové označení	HY-1133	HYD-1160	HY-1350	HP-1370
Maximální zatížení náprav [t]	11,5 (20/28)	2×11,5(50/60)	13 (44/50)	2×13(36/70)
Zavěšení	A/L	A/L	A/L	A/L
Velikost kol [palce]	22,5	22,5	22,5	22,5
Počet šroubů kol	10	10	10	10
Typ brzdy	kotoučová	kotoučová	kotoučová	kotoučová
Hmotnost bez koleček [kg]	590/586	695	692	798
Připojovací rozměr diskové kola [mm]	1773	1776	1776	1776
Celková šířka bez pneumatik [mm]	2032	2032	2032	2032
Přenosové poměry	2,85/3,08/3,36	60 t:2,85/3,08	3,63/4,00/	70 t:3,08/3,36

5.4 Zadní hypoidní náprava VOLVO truck

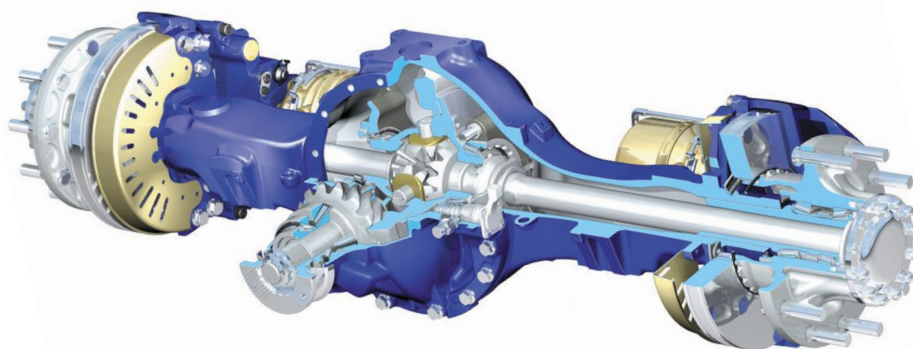
RSS1344C je náprava s hypoidní redukcí navrženou pro točivý moment motoru 2600 Nm. Maximální hmotnost nápravy a kombinovaná hmotnost vozidla je 13 a 44 tun.

Zadní náprava je určena pro vysokorychlostní přepravu na dobrých silnicích. Má silný a kompaktní design, nízkou hmotnost, nízké třecí ztráty a dobře přizpůsobené převodové poměry, které přispívají k optimální spotřebě paliva. Skříň zadní nápravy je vyrobena z tvárné litiny a náprava má dostatečnou světlou výšku.

V jediné redukční zadní nápravě se rotační rychlost snižuje v jednom kroku v závěrečné jízdě, a tak jsou kladeny vysoké nároky na jeho součásti. Proto má RSS1344C hypoidní konečný pohon, to znamená, že střed pastorku je odsazen vzhledem ke středu korunového kola. Tento design umožňuje, aby více zubů bylo současně spojeno, což vede k silné, tiché a velmi spolehlivé jízdě. Korunní kolečko je vyráběno v různých velikostech v závislosti na poměru, s průměry v rozmezí od 424 do 458 mm.

RSS1344C je vybaven uzávěrem diferenciálu pro zlepšení manévrovatelnosti kdy je povrch vozovky klzký. Uzávěr diferenciálu může být provozován pohodlně a spolehlivě s přepínačem na přístrojové desce, který vylepšuje komfort a účinnost řidiče.

Při použití schváleného syntetického oleje je maximální interval výměny oleje po 450 000 km nebo každý třetí rok. [Volvo RSS1344C [online]. © Volvo 2018 [cit. 2018-02-03].



Obrázek 36: Zadní hypoidní náprava Volvo RSS1344C, zdroj: Engines.man.eu

Tabulka 15: Údaje a rozměry zadní hypoidní nápravy Volvo RSS1344C

Charakteristika	Hypoidní zadní náprava Volvo truck
Typové označení	RSS1344C
Hmotnost, vč. hnací hřídele, náboje a bubnové brzdy	730 kg
Hmotnost, vč. hnací hřídele, náboje a kotoučové brzdy	665 kg
Hmotnost, vč. hnací hřídele, náboje a oleje	555 kg
Korunové kolo, průměr	424–458 mm
Hnací hřídele, průměr	55,5 mm

Max. točivý moment motoru	2600 Nm
Max. zatížení náprav	44 000 kg
Převodové poměry	FE FM FH 4,11:1 2,64:1 2,64:1 4,63:1 2,85:1 2,85:1 5,29:1 3:08:1 3,08.1 6,17:1 3,36:1 3,36:1 3,70:1 3,70:1
Objem výměny oleje	12,5 l

6 Neobvyklé konstrukce zadních náprav

Již z názvu vyplívá, že se jedná o zvláštní konstrukci zadních náprav, které díru do světa zrovna neudělaly, a také se moc nevyvedly. V dnešní době jsou automobily a jejich systémy velice podobné.

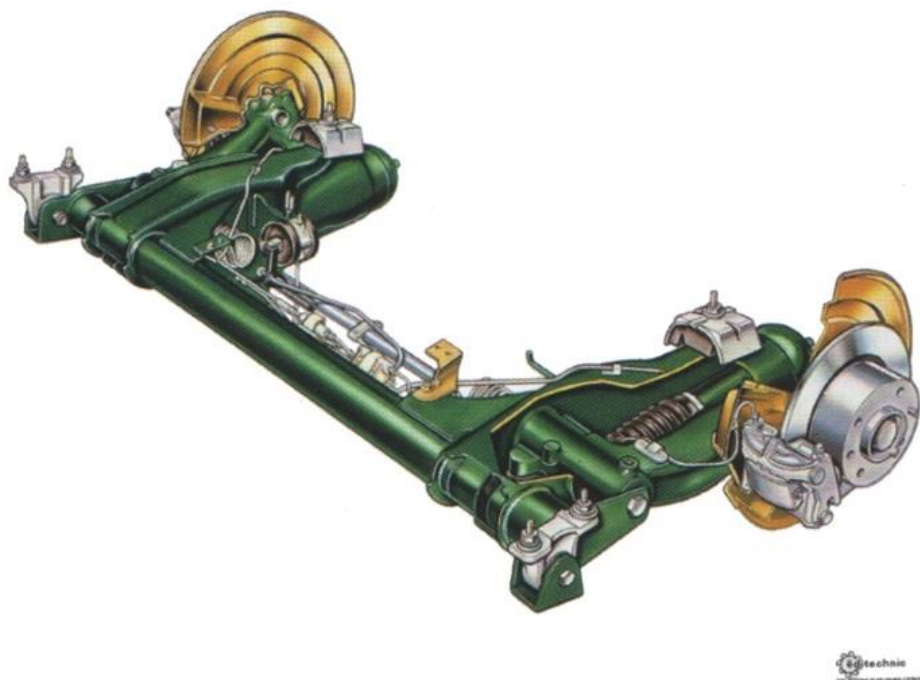
Dřív tomu tak nebylo a každý výrobce, chtěl vymyslet něco nového, aby předčil svou konkurenci. Mnohdy to dopadlo tak, že vznikaly velice kuriózní konstrukce na podvozku [Netradiční konstrukce zadní nápravy [online]. © Auto.cz [cit. 2018-02-09].

6.1 Kliková náprava – torzní tyče a jehlová ložiska

Jedná se o francouzské řešení na docela nezávisle zavěšená kola na podélných ramenech, jež jsou nápravnice ve tvaru H (na speciálně navržených silentblocích, které dovolují působení bočních nebo svislých sil na konkrétní natočení celé nápravy ve smyslu natočení předních kol) uchycena za pomoci jehlových ložisek. Typickým znakem jsou nestandardně skloněné tlumiče a příčné torzní tyče nahrazující vinuté pružiny.

Existovaly verze, které v sobě měly zapracovaný elastokinematický efekt, jenž umožňuje pasivní „řízení“ zadními koly. Mezi automobily, které tento efekt používaly, patří Citroën ZX, Peugeot 306 a i pozdější Citroën Xsara. Stejný elastokinematický efekt byl u Peugeotu 405 a Citroënu BX, ale oproti Peugeotu 306 se jejich náprava lehce liší.

Tato náprava byla v modifikaci pro hydropneumatické odpružení, které používaly i velké Citroëny, jako jsou CX, XM či první C5. Tento typ zavěšení byl používán u skupiny PSA v Evropě až do roku 2012. [Netradiční konstrukce zadní nápravy [online]. Copyright © Auto.cz [cit. 2018-02-09]. Dostupné z: (<http://www.auto.cz/netradicni-konstrukce-zadni-napravy-tyhle-se-nechytly-101938>).

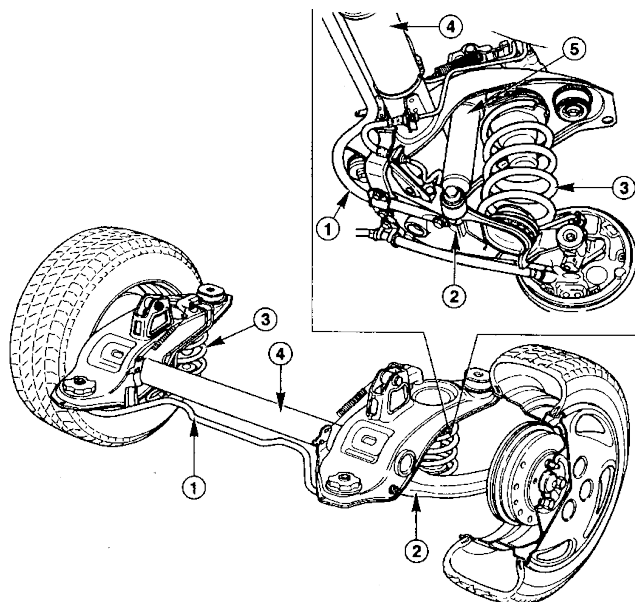


Obrázek 37: Náprava Citroën BX, zdroj: Citroenet.org.uk

6.2 Kliková náprava – vinuté pružiny a jehlová ložiska

Tyto italské nápravy, které vyvinula skupina Fiat Auto, umožňují nezávislé zavěšení zadních kol, obdobně jako u skupiny PSA. Poprvé tomu bylo u modelu Tipo. Zadní kola jsou v tomto případě zcela nezávisle zavěšena na podélných ramenech, a i zde jsou uložena v jehlových ložiskách. Hlavní rozdíl, s porovnáním s PSA řešením, je použití vinutých pružin. Výhodou těchto náprav byla obstojná izolace hluku od podvozku, a to hlavně kvůli použití nápravnic.

Produkce byla ukončena roku 2005 vozem Fiat Barchetta na technickém základě prvního Fiatu Punto řady 176. Další vozy, které obsahovaly tento systém, byly např. Alfa Romeo 145, 146, 155, Fiat Tempra, Lancia Y Mk1 a Dedra. [Netradiční konstrukce zadní nápravy [online]. © Auto.cz [cit. 2018-02-09].



- 1 – Stabilizátor
- 2 – Příčné rameno
- 3 – Vinutá pružina
- 4 – Nosník zadní nápravy
- 5 – Teleskopický tlumič

Obrázek 38: Náprava Fiat Punto 176, zdroj: Punto.mysteria.cz

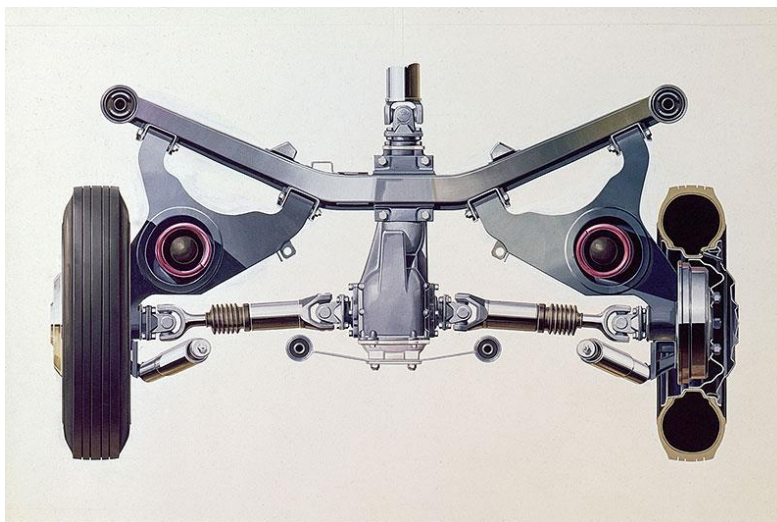
6.3 Kyvadlová úhlová náprava

Tento systém vyvinuli v Německu a je znám také pod názvem zavěšení s trojúhelníkovými rameny a to proto, že každé kolo je vedeno ramenem ve tvaru trojúhelníku a je tedy uchyceno v nápravnici vozidla ve dvou uloženích. Jde o inovaci známých vozů, jako byly například Škoda 1000MB/100/105/120 nebo Tatra 603 či původní VW „Brouk“.

Kyvadlová náprava z hlediska kinematiky není vhodná, protože při pérování dochází k markantní změně rozchodu zadních kol a také ke zvětšování negativního odklonu kol.

Oproti kyvadlové nápravě má kyvadlová úhlová náprava přesnější kinematiku a její pozdější modifikace obsahovala elastokinematický efekt. Měl za úkol, zamezit náhlému stlačení vozidla do zatáčky v případě, že řidič rázně ubral plyn nebo přibrzdil. Také došlo k eliminaci pohybu karoserie při prudké akceleraci nebo brzdění. Úhlová se jí říká proto, že úhel je jejím hlavním parametrem, který svírá osa, která protíná obě uložení s osou procházejícím středem kola při pohledu shora.

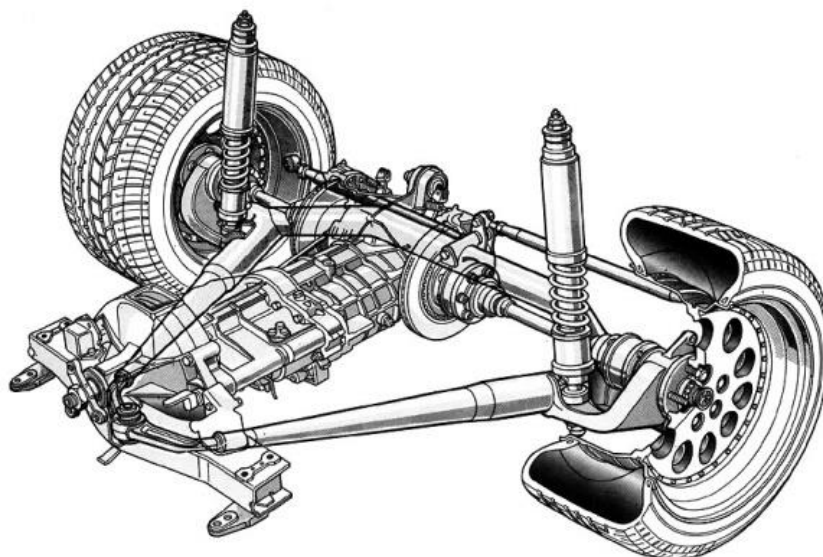
Vozidla, u kterých se tato náprava používala, byla BMW řady 3 (E23, E30), řady 5 (E12, E28 a E34), řady 7 (E23, E32), řady 6 (E24), Mercedes-Benz W116, W126, W123, W108, Porsche 924, 944, 968 (vše s torzními tyčemi). [Netradiční konstrukce zadní nápravy [online]. © Auto.cz [cit. 2018-02-09].



Obrázek 39: Kyvadlová úhlová zadní náprava německých automobilů, zdroj: Auto.cz

6.4 Náprava De Dion

V dřívějších dobách tuto nápravu využívaly Alfa Romeo a Aston Martin. Jednalo se o kombinaci vlastností tuhé nápravy s nezávislým zavěšením kol. De Dion je tuhá náprava s nižší vlastní hmotností. Oproti úhlové nápravě je upevněna vzájemná poloha kol nápravy, pomocí spojení tuhého nosníku. Naopak od tuhé zadní nápravy je u nápravy De Dion rozvodovka spojena s rámem nebo karoserií, a proto je součástí odpružených hmot. Vozidla, která měla tento systém byla např. Alfa Romeo Giulietta, Aston Martin Virage, Vantage. [Náprava de dion [online]. © Auto.cz [cit. 2018-02-10].



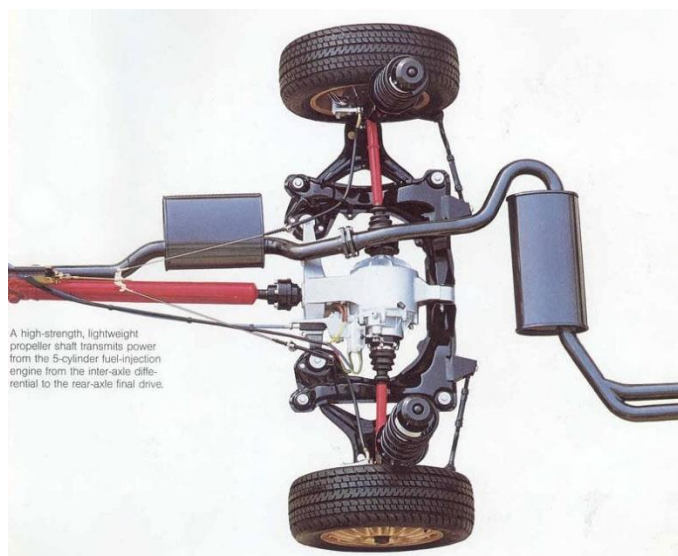
Obrázek 40: Náprava De Dion, zdroj: Autolexicon.net

6.5 Chapmanova náprava

Název je podle zakladatele firmy Lotus Colina Chapmana. Velmi podobné řešení používá McPherson pro přední nápravu.

Trojúhelníkové rameno je vedeno příčně, svisle ustanoveno vzpěrou s tlumičem a vinutou pružinou. Rozdíl těchto dvou systémů je takový, že v Chapmanově nápravě se tlumič s pružinou neotáčí.

Uplatnění našli u vozidel Lotus Elite, Elan (Mk1, Mk2), Audi „Ur“ Quattro. [Netradiční konstrukce zadní nápravy [online]. Copyright © Auto.cz [cit. 2018-02-10]. Dostupné z: (<http://www.auto.cz/netradicni-konstrukce-zadni-napravy-tyhle-se-nechytly-101938>)]



Obrázek 41: Chapmanova náprava Audi „Ur“ Quattro zdroj: Auto.cz

Metodika

Metodika postupu při realizace práce vychází z teoretických a praktických cílů diplomové práce.

Souhrn a analýza dostupných informací

V první řadě se vyhledá dostupná literatura a internetové články. Z prostudovaných internetových zdrojů a literatury se sepiše teoretická rešerše na dané téma. Tato část zahrnuje poznatky v oblasti mechanizace ochrany rostlin, postřikovačů a jejich částí, především o taženém postřikovači NAPA a v neposlední řadě porovnání odpružených a neodpružených náprav jiných výrobců.

Praktická část a její metodika

V této části se vytvoří pevnostní analýza v programu ANSYS, integrovaném v Invertoru. Nejprve se v programu SolidWorks vytvoří sestavy odpružené a neodpružené oje. Poté se provede pevnostní analýza v programu ANSYS neodpružené nápravy a poté se vytvoří analýza odpružené a neodpružené oje.

Metodika souhrnu zjištění a výsledků

Celá zpráva, která zobrazuje všechna důležitá data je ve formátu .html a lze vytvořit příkazem protokol. Zpráva zahrnuje všechna podstatná data, jako jsou síť, geometrie, zatížení a vazby. Zjištěné údaje budou konfrontovány s poznatky z praxe. Závěrem práce bude provedena interpretace zjištěných informací.

Praktická část

7 Práce s programem ANSYS v Inventoru

Pokud jsem chtěl některé konstrukční prvky postřikovače podrobit i zátěžové analýze, bylo nutné se již v úvodu praktické části seznámit s potřebným softwarem. Protože tato oblast tvoří jen doplňkovou část mé práce, vybral jsem si 3D modelář Inventor s integrovanou nadstavbou ANSYS, která se mi zdála uživatelsky nejintuitivnější. Jde o 3D modelový program, který umožňuje navrhovat, vizualizovat a především simulovat namáhání různých konstrukcí, což je pro nás klíčové.

Tento program je vytyčený hlavně konstruktérům, designerům nebo vývojovým inženýrům. Po všech letech vývoje Invertoru se dostal na takovou úroveň, že dokáže modelovat základní části nebo sestavy, ale také zpracování plastových dílů, navrhování plechových součástí, mechatroniku a také simulace sestav (www.konstrukter.cz „staženo dne: 28. 2. 2018“).

8 Hmotnosti nejtěžších variant stroje NAPA 3900 odpružené a neodpružené nápravy

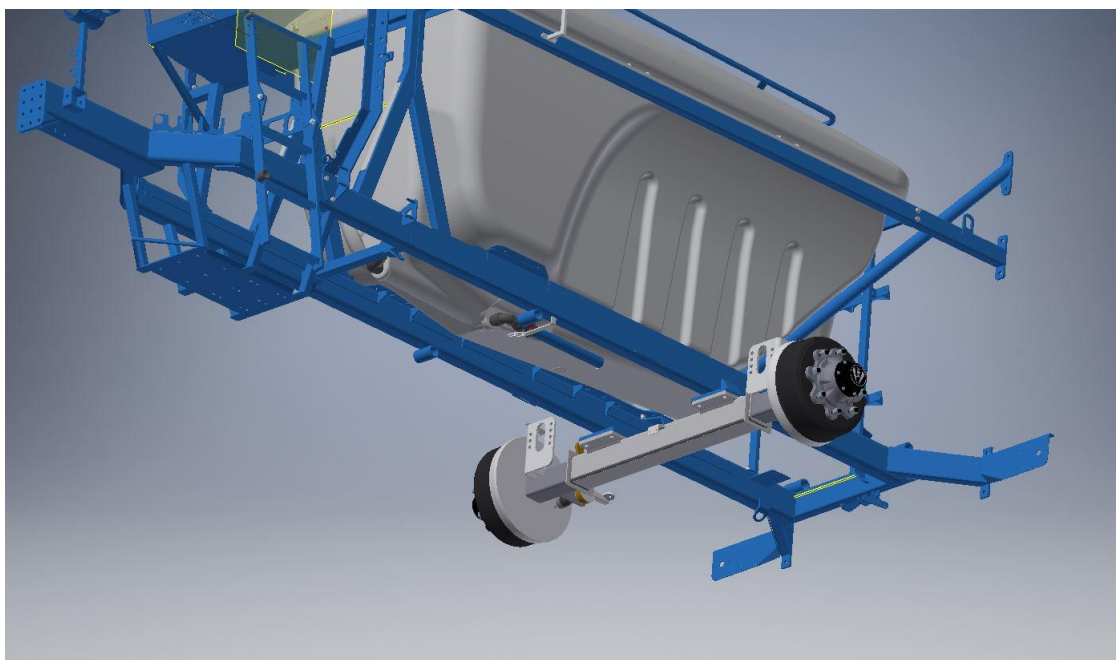
Tabulka 16: Hmotnosti odpružené nápravy

Pohotovostní hmotnost (dle výbavy [kg])				Nejvyšší povolená hmotnost [kg]					Rozměry postřikovače [mm]		
Cel. min	Cel. max	Oj min	Oj max	Nápr. min	Nápr. max	Cel. max	Oj max	Nápr. max	Délka	Výška	Šířka
2930	4210	370	530	2560	3680	8470	1110	7460	6000- 7000	2900- 3900	2800

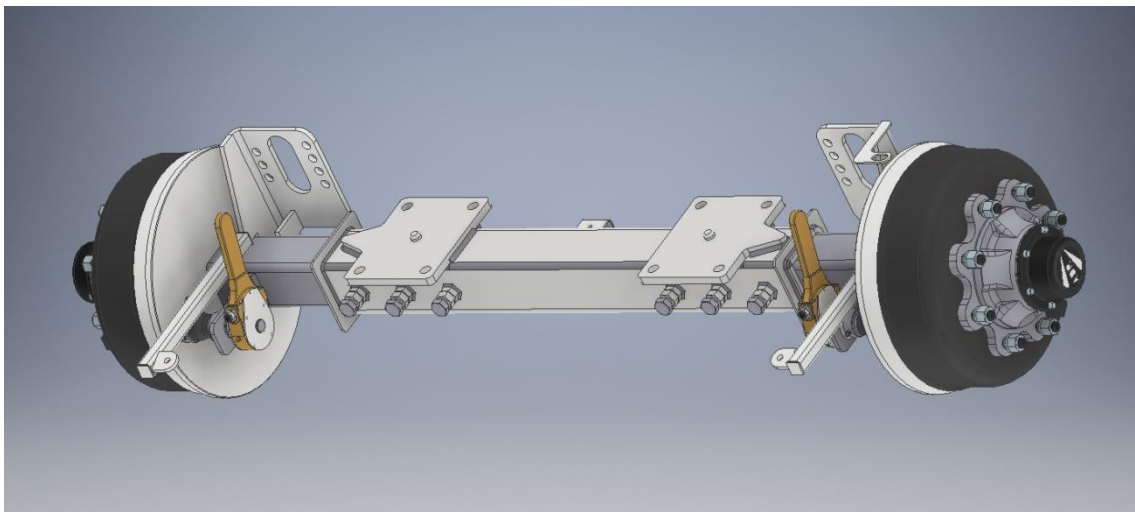
Tabulka 17: Neodpružená náprava

Pohotovostní hmotnost (dle výbavy [kg])				Nejvyšší povolená hmotnost [kg]					Rozměry postřikovače [mm]		
Celk. min	Celk. max	Oj min	Oj max	Nápr. min	Nápr. max	Celk. max	Oj max	Nápr. max	Délka	Výška	Šířka
2470	3750	310	470	2160	3280	8010	1050	7050	6000-7000	2900 - 3900	2800

9 Konstrukce neodpružené nápravy



Obrázek 42: Neodpružená náprava v sestavě s nádrží a podvozkem



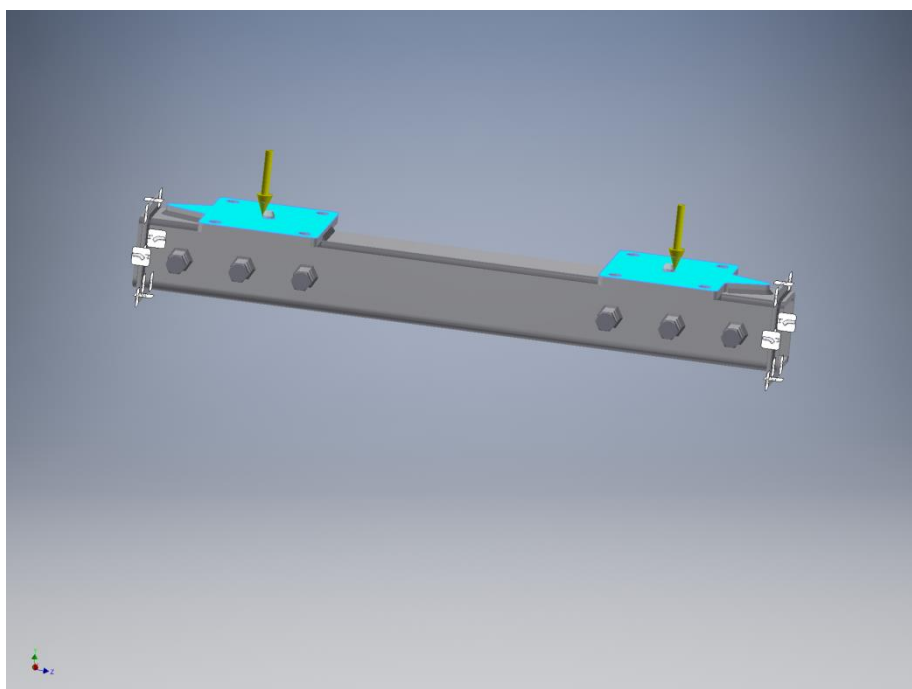
Obrázek 43: Detail odpružené nápravy

Simulace namáhání odpružené nápravy

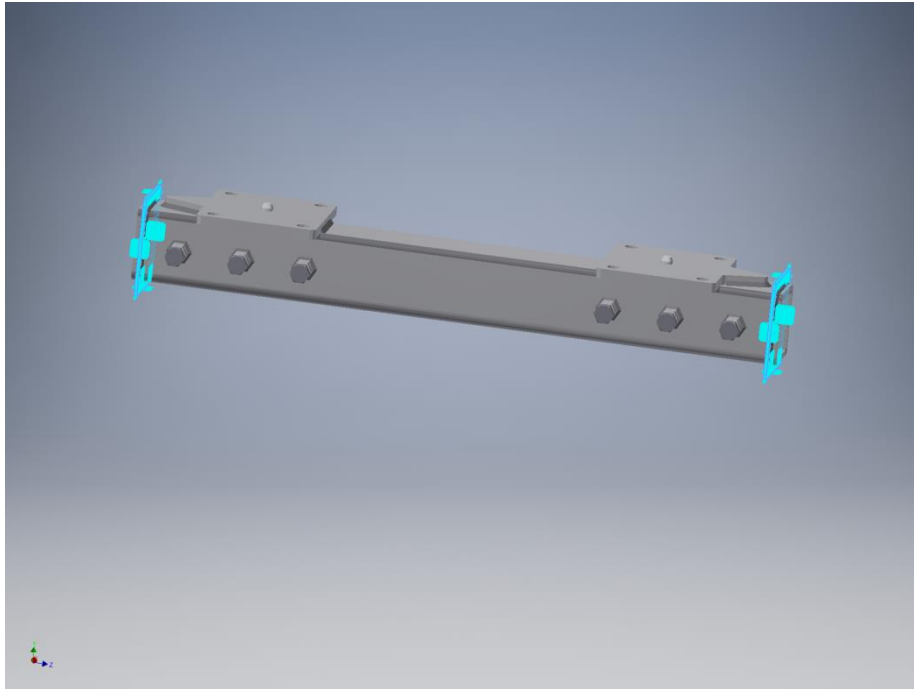
V programu Invertor byla provedena simulace namáhání odpružené nápravy.

Tabulka 18: Provozní podmínky

Typ zatížení	Síla
Velikost	70 500 N
Síla 1	32 250 N
Síla 2	32 250 N

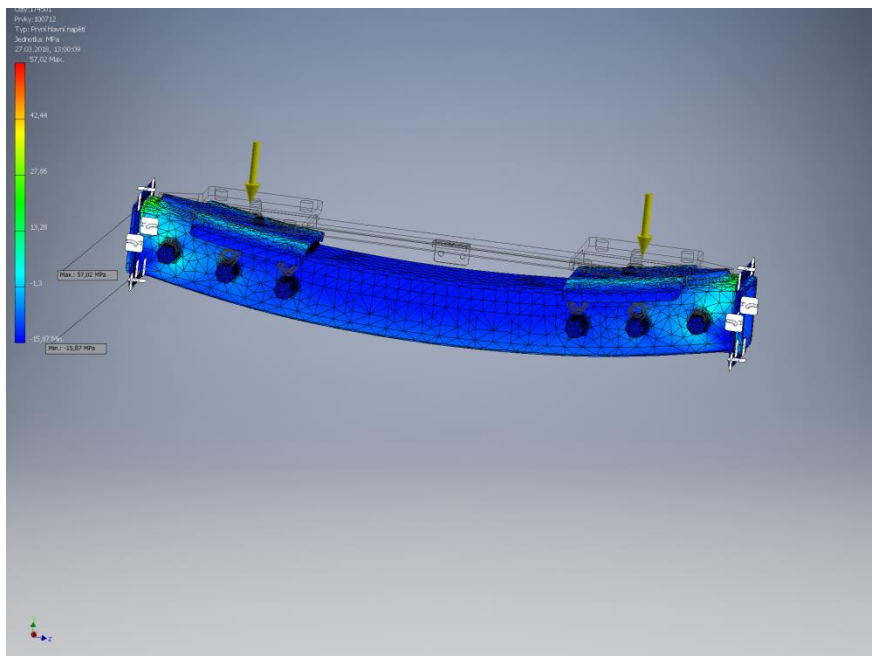


Obrázek 44: Zatížené plochy síly 1 a síly 2

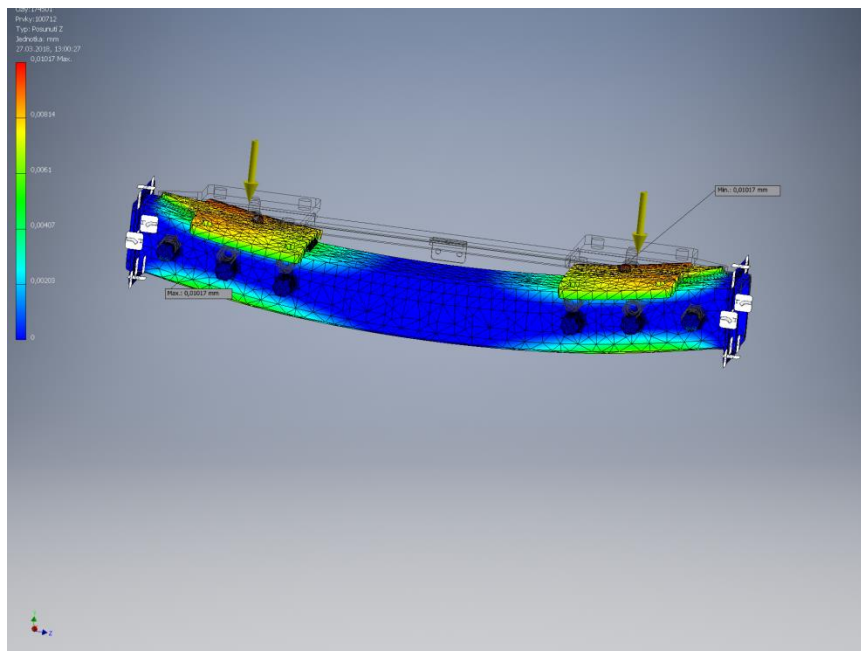


Obrázek 45: Vybrané pevné vazby

Tlaky v bodech zatížení (viz obr. 46) jsou největší pružné deformace detekovány na krajích zatěžovaných ploch nápravy, ale jedná se pouze o pružné deformace, které jsou charakterizovány modrou barvou.

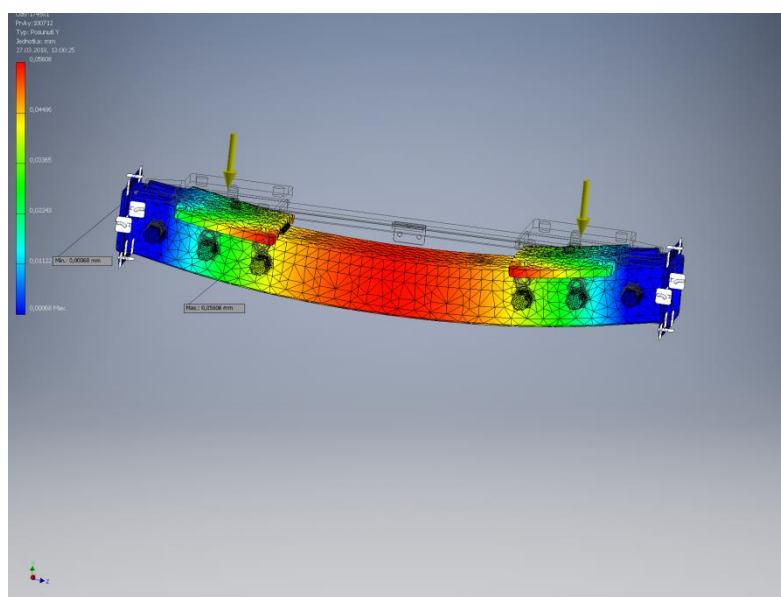


Obrázek 46: Hlavní napětí na úchytných bodech



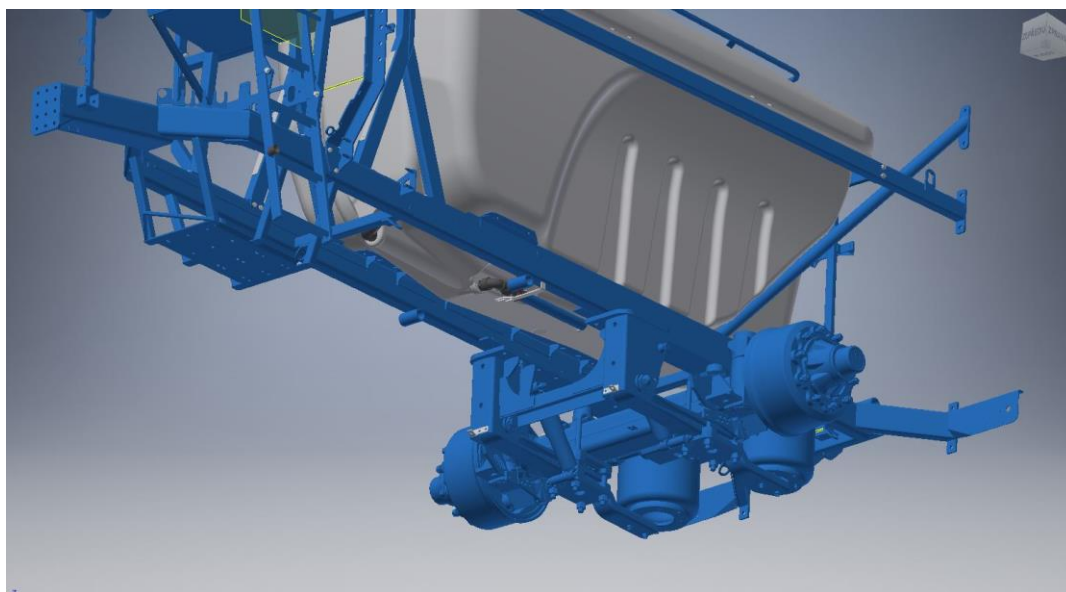
Obrázek 47: Zatížení na styčných plochách

Největší tlaky vznikají v místech, která jsou v obrázku znázorněna červenou barvou, uprostřed nápravy (viz obr. 48). Jsou to deformace pod mezí kluzu tzn., že nevznikají trvalé deformace, které by bránily funkci nápravy. Modrá barva na obrázku vyznačuje z pevnostního hlediska dobře dimenzovanou nápravu.

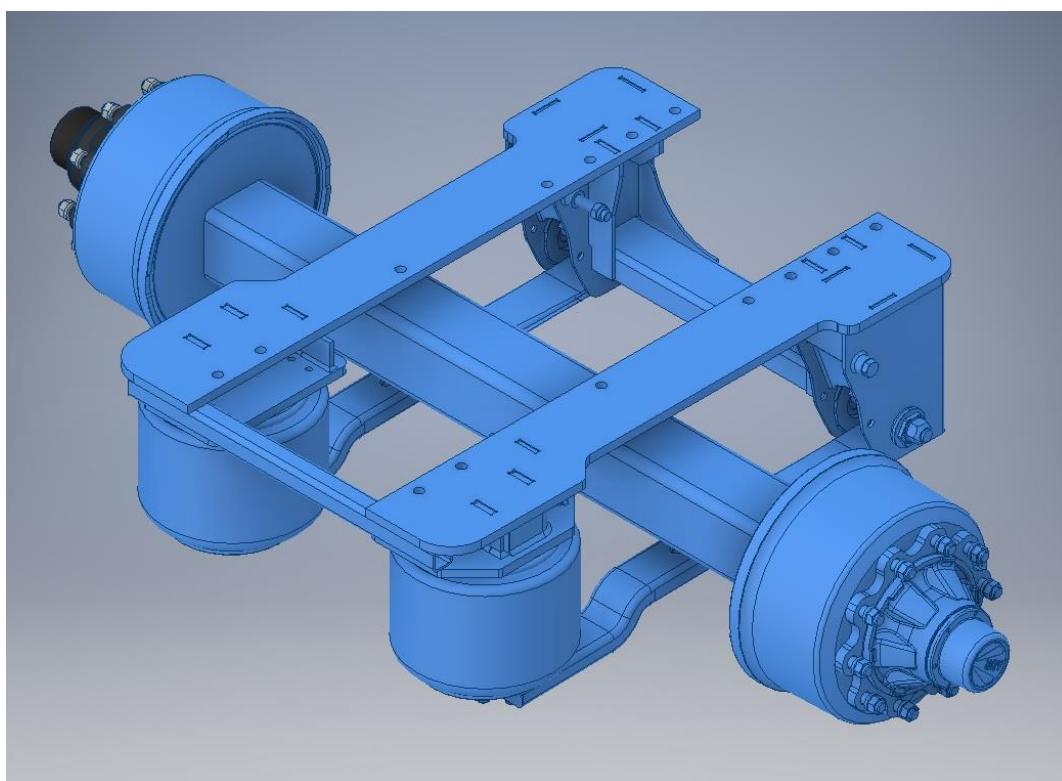


Obrázek 48: Celkové napětí nápravy

10 Konstrukce odpružené nápravy



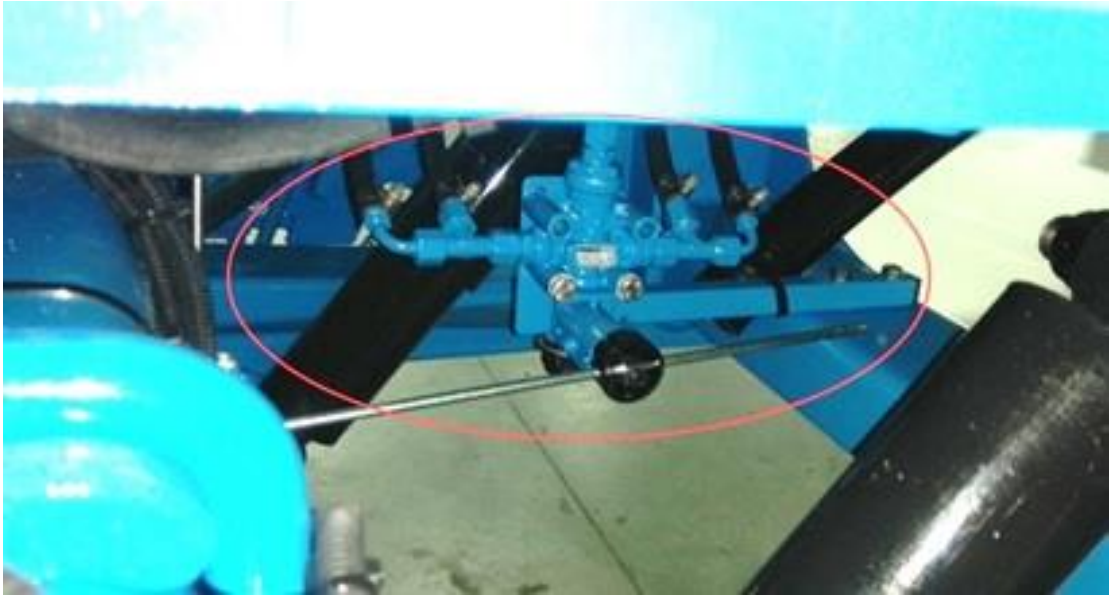
Obrázek 49: Odpružená náprava v sestavě s nádrží a podvozkiem



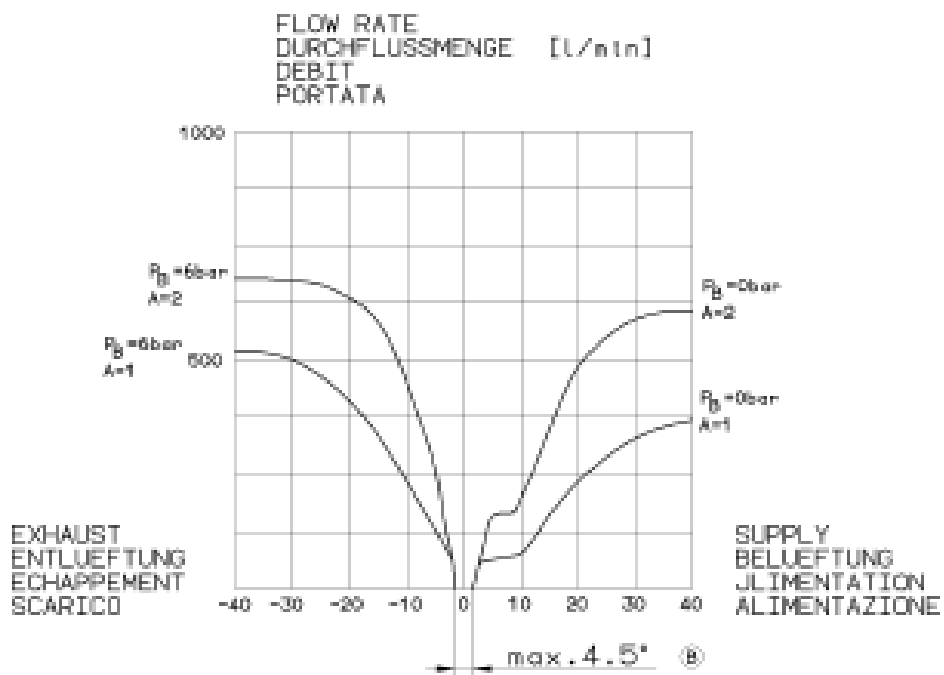
Obrázek 50: Detail odpružené nápravy

Funkce odpružení

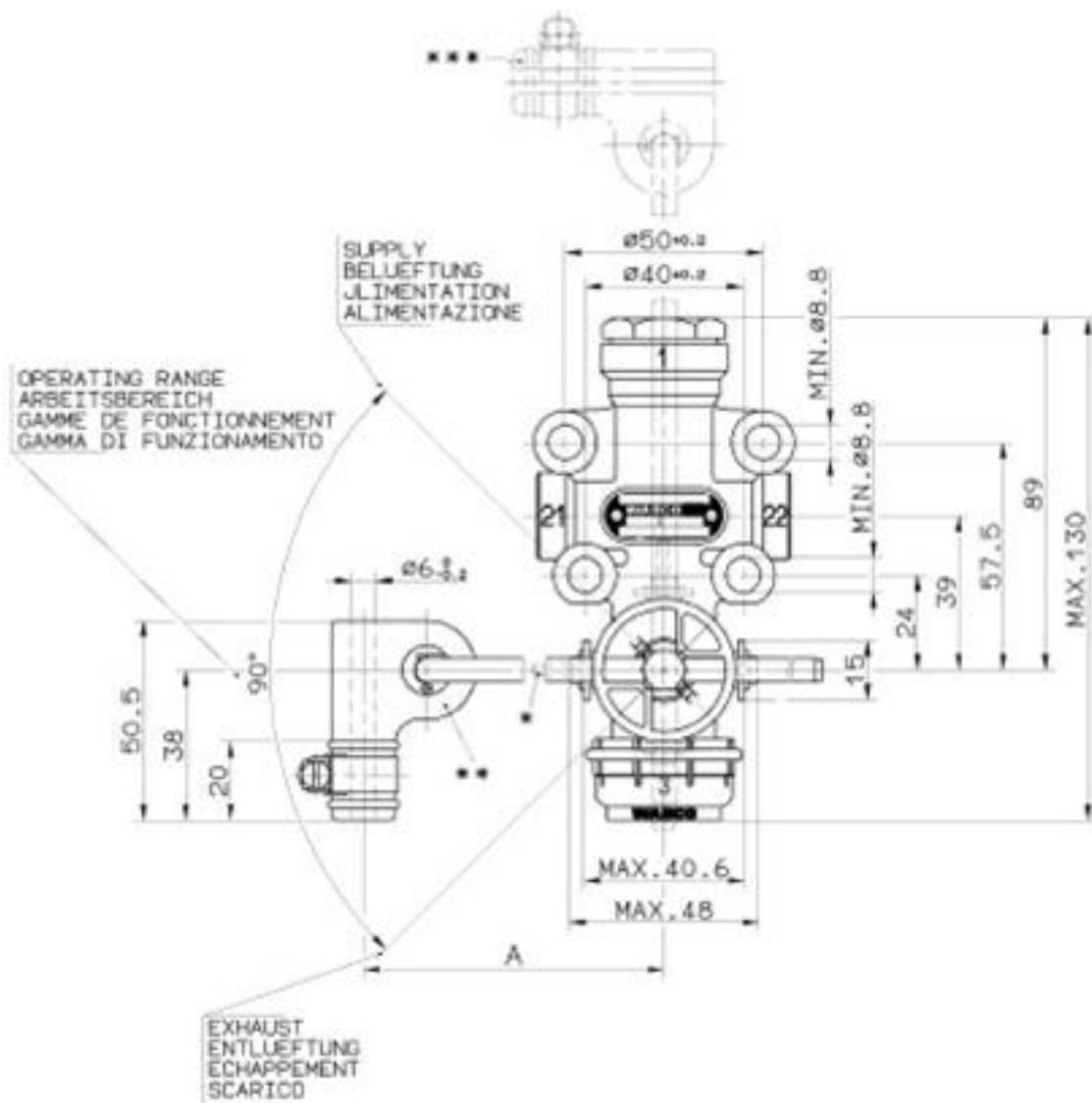
Vzduchové nápravy jsou dávkovány vzduchem ventilem pérování. Jedná se o ventil pérování, který kontroluje stav zmáčknutí měchů a udržuje stroj v ideální rovině. Jinými slovy, zvyšuje nebo snižuje tlak v měchách podle zatížení nápravy, tak aby byl stroj stále v rovině.



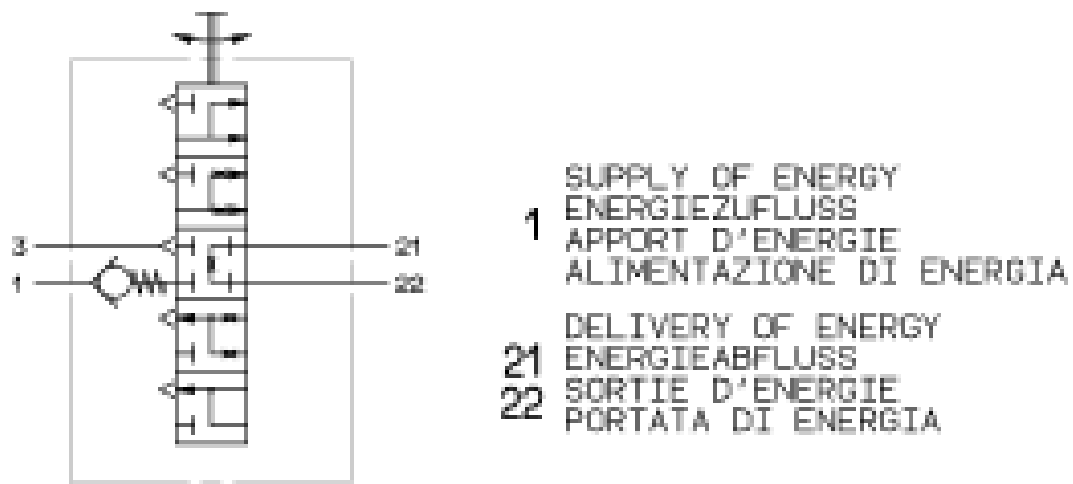
Obrázek 51: Ventil pérování odpružené nápravy



Obrázek 52: Graf průtoku ventilu pérování

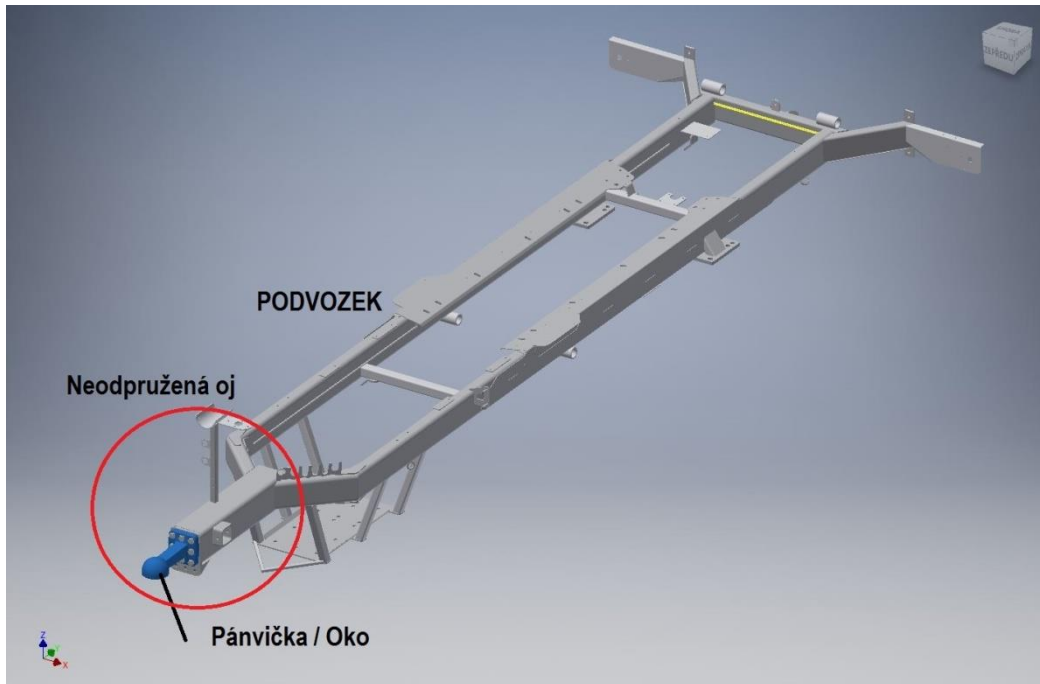


Obrázek 53: Výkres ventilu pérování odpružené nápravy

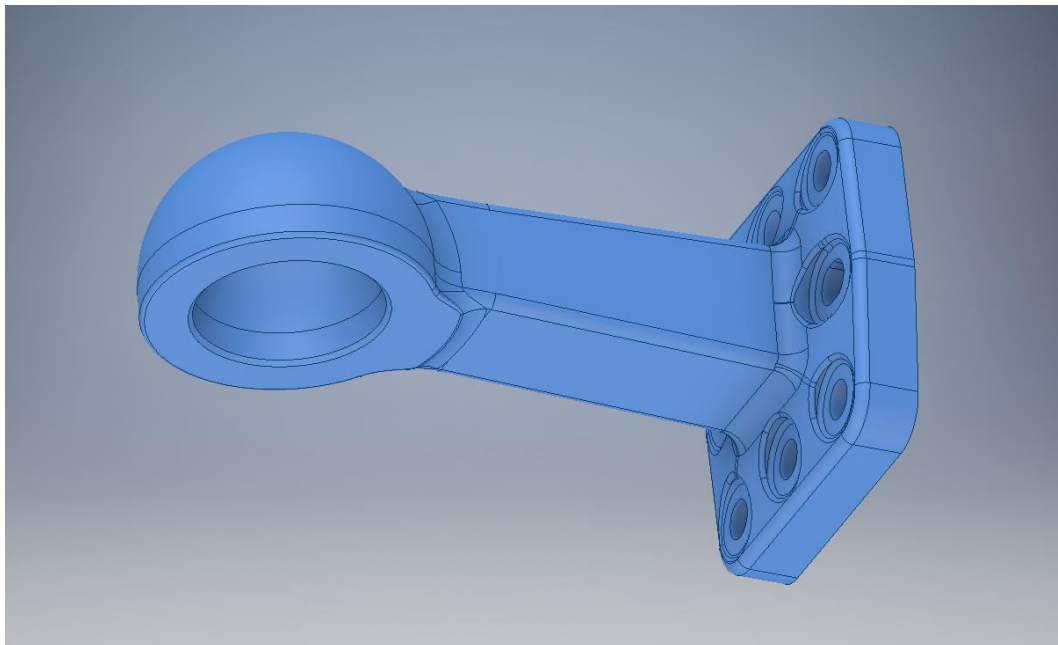


Obrázek 54: Dávkování energie

11 Konstrukce neodpružené oje

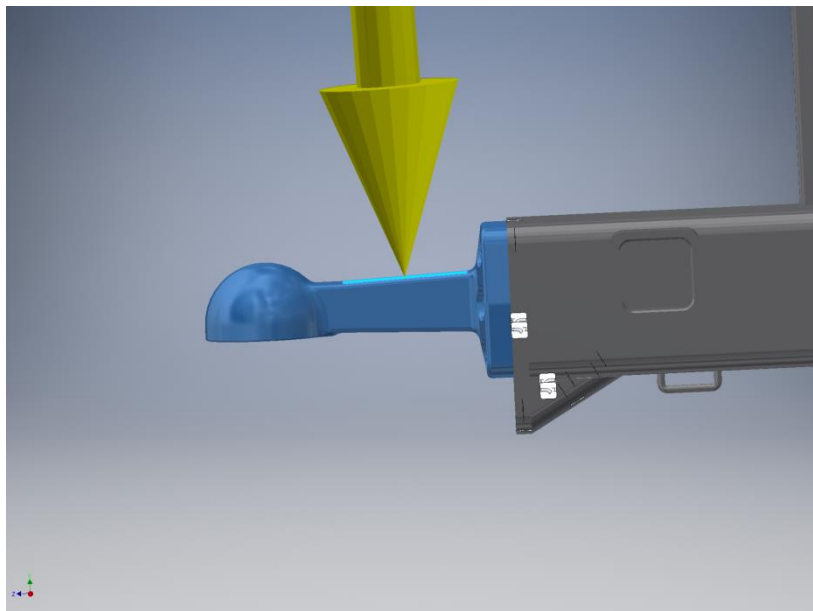


Obrázek 55: Sestava návěsu neodpružené oje vytvořena v 3D modeláři SolidWorks

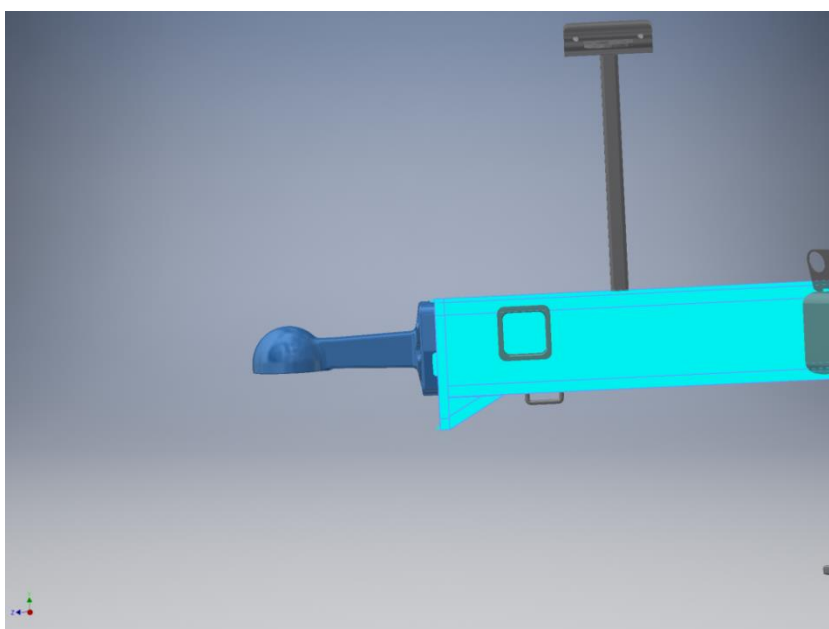


Obrázek 56: Detail pánvičky/oka

Simulace neodpružené nápravy

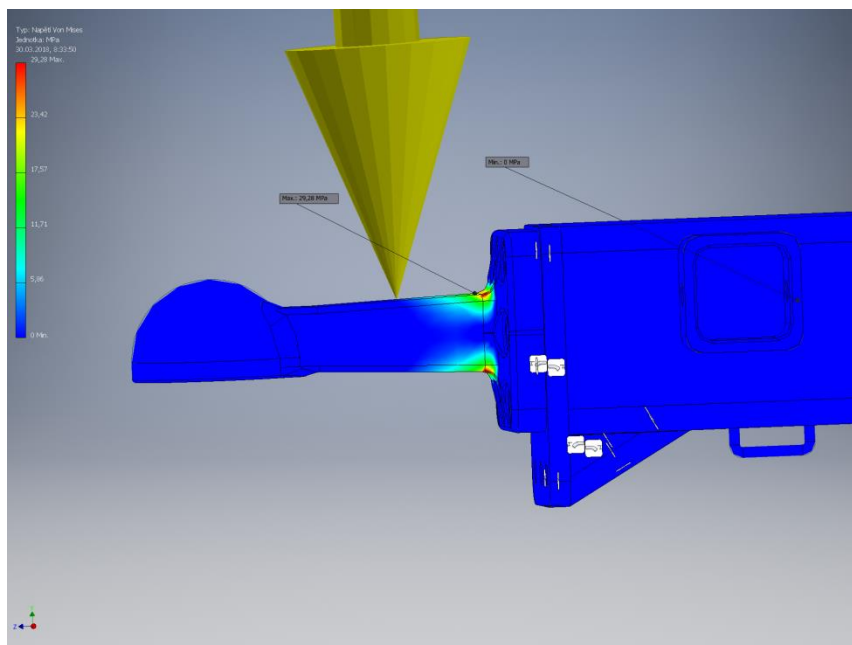


Obrázek 57: Zatížení ploch silou 10 500 N



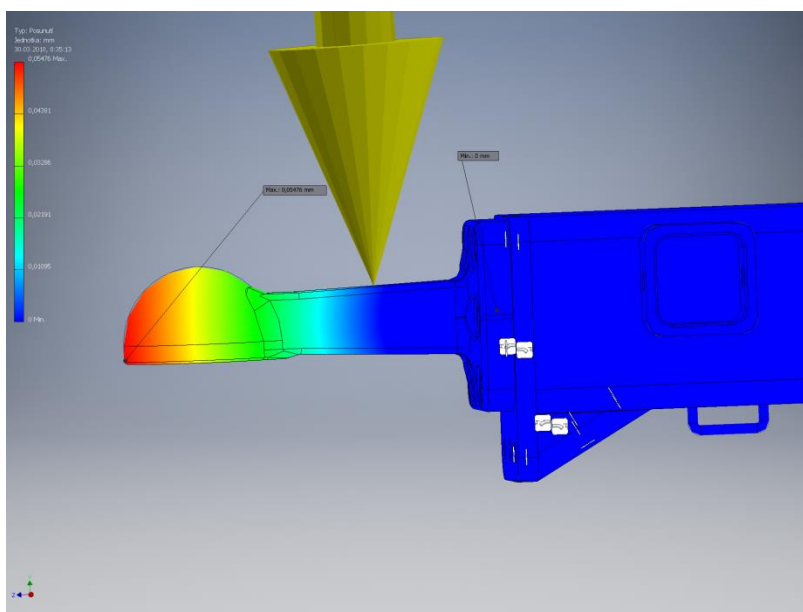
Obrázek 58: Výběr pevné vazby

Tlaky na konci pánvičky způsobují největší deformace (viz obr. 59). Je vidět malé místo červené barvy na spoji oka s rámem, a to jsou deformace pod mezí kluzu, které se označují jako pružné deformace. To nemění nic na tom, že pánvička je správně nadimenzována, protože převažuje světle modrá barva.

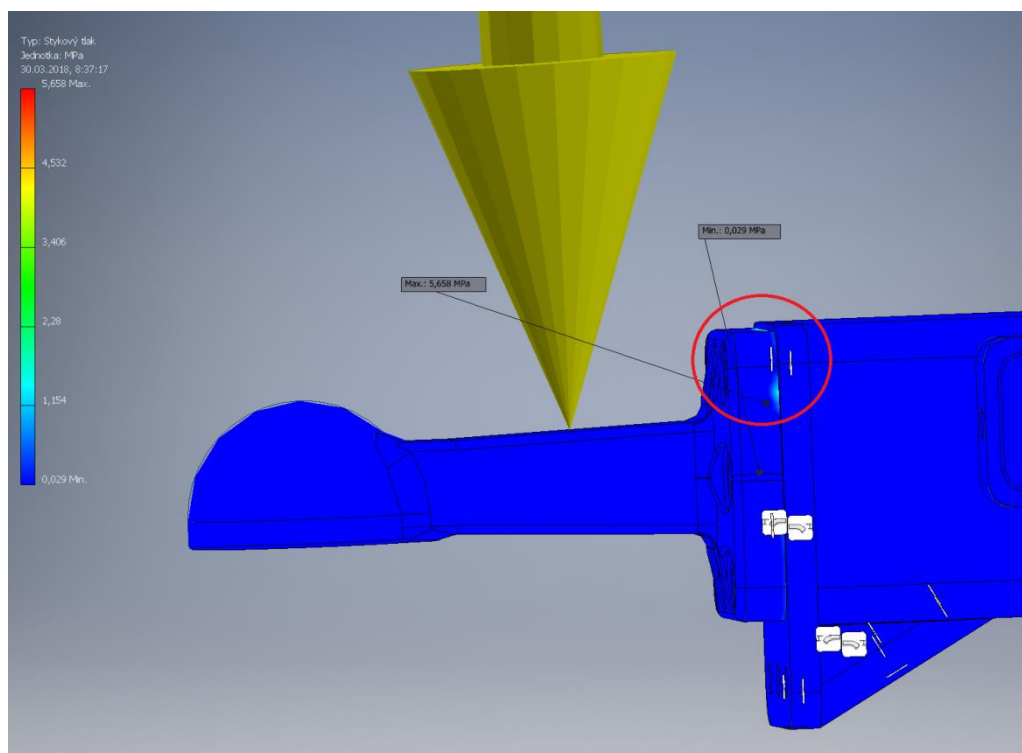


Obrázek 59: Napětí ve spoji pánvičky a rámu podvozku

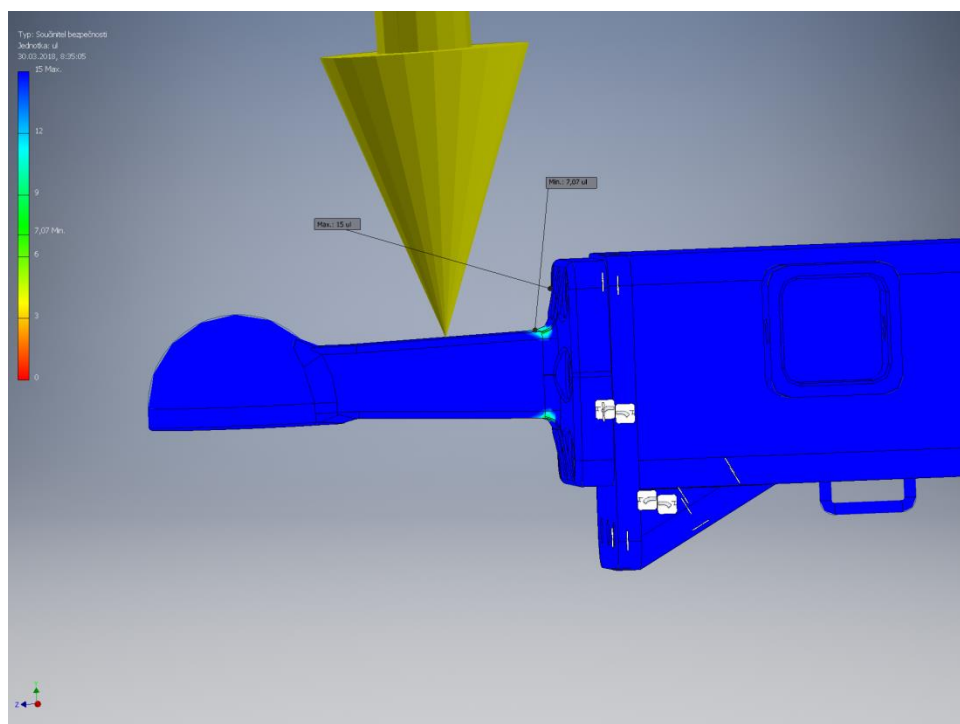
Na začátku oka je vidět největší tlak, který působí s tažným zařízením traktoru (viz obr. 60). Jedná se o pevnostní zatížení, které ale stále vyhovuje a nejedná se o trvalou deformaci. Součinitel bezpečnosti činí 7 - 15 ul (viz obr. 62).



Obrázek 60: Zatížení napětí v oku

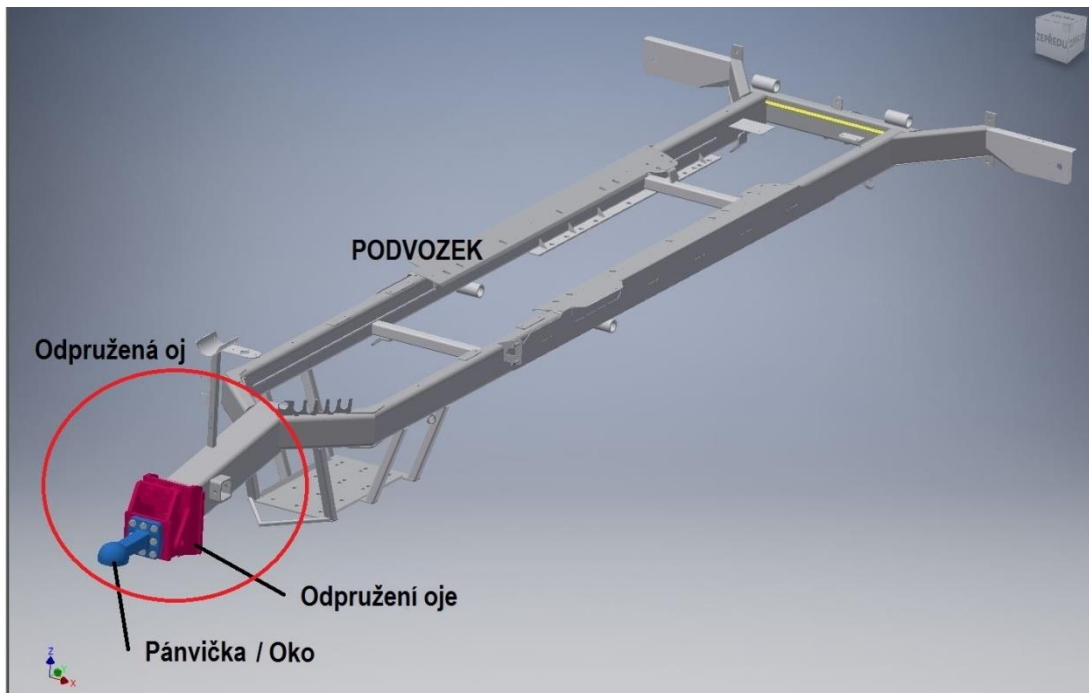


Obrázek 61: Stýkový tlak ve spoji pánvičky a rámu

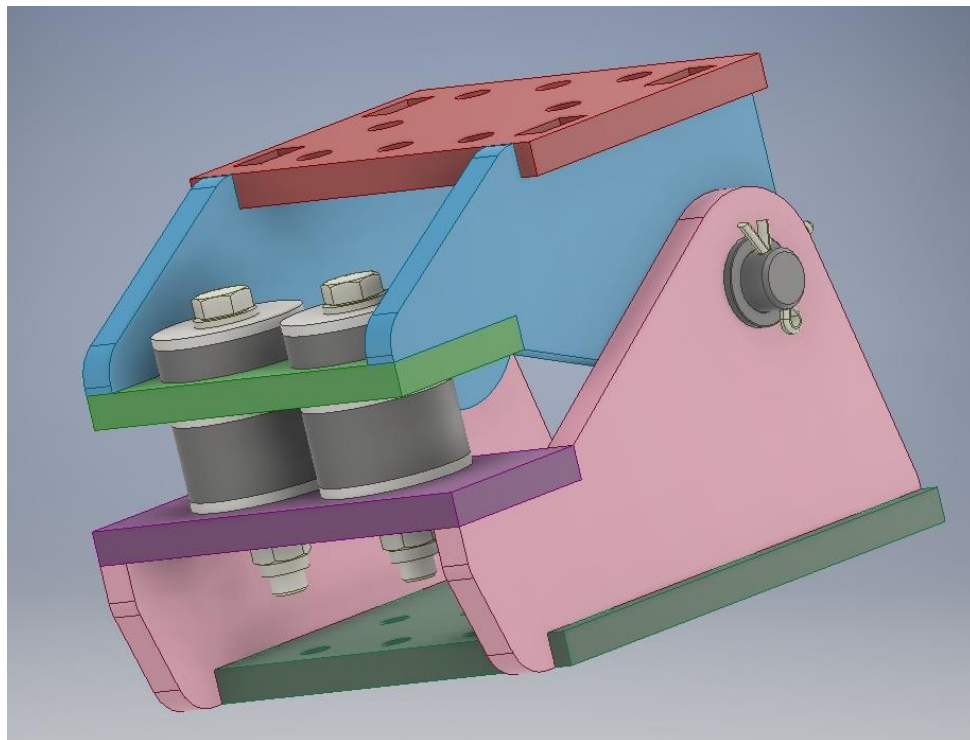


Obrázek 62: Součinitel bezpečnosti odpružené oje

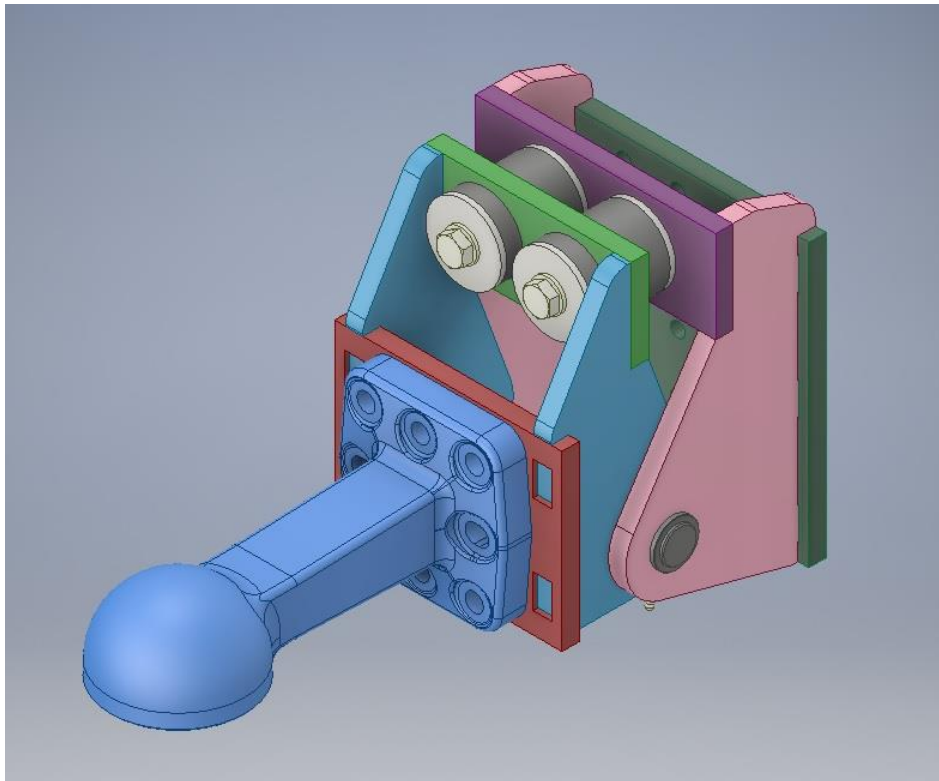
12 Konstrukce odpružené oje



Obrázek 63: Sestava návěsu odpružené oje vytvořena v 3D modeláři SolidWorks

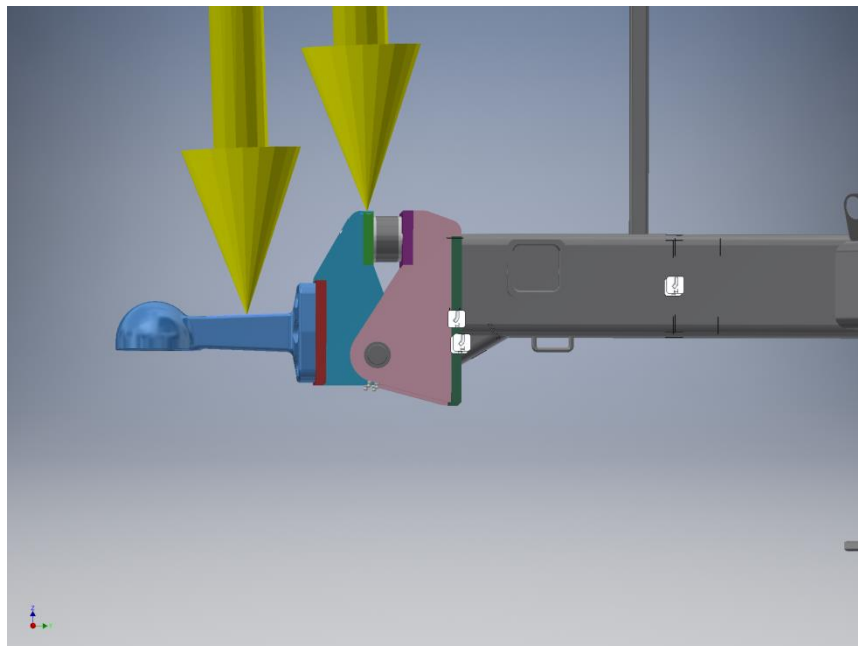


Obrázek 64: Detail odpružené oje

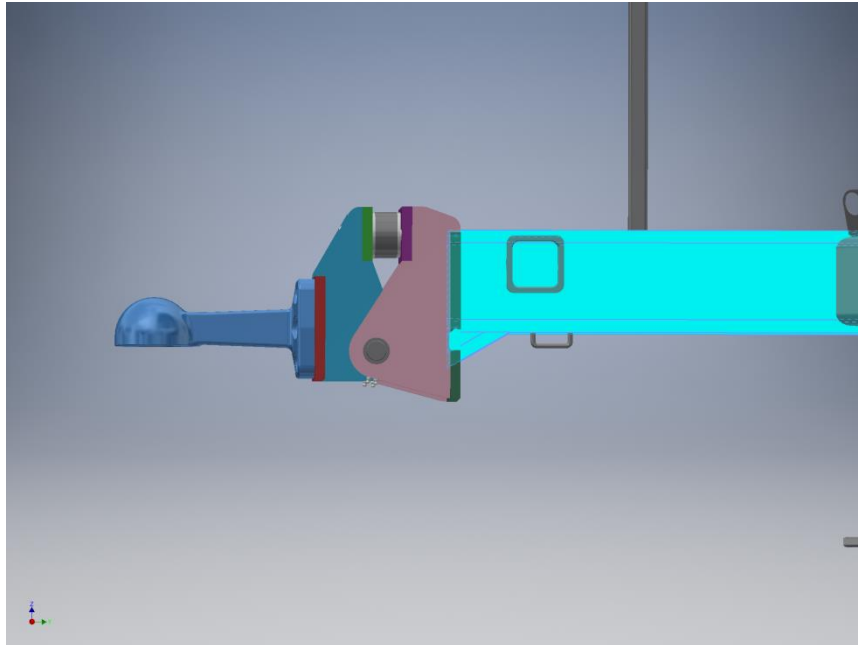


Obrázek 65: Detail odpružené oje s okem

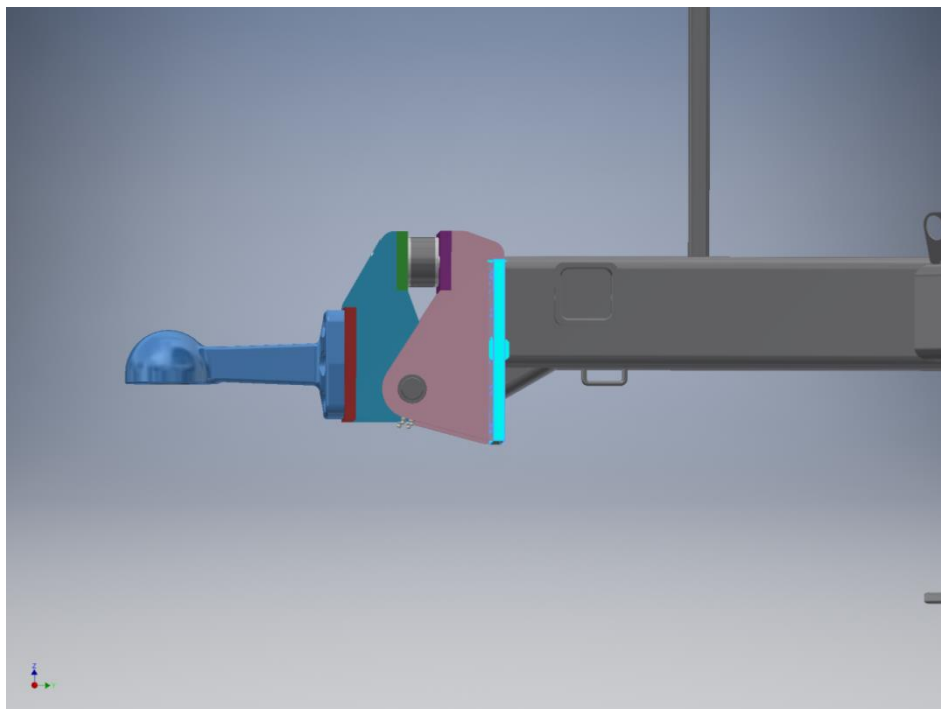
Simulace odpružené nápravy



Obrázek 66: Zatížení ploch silou 10 500 N

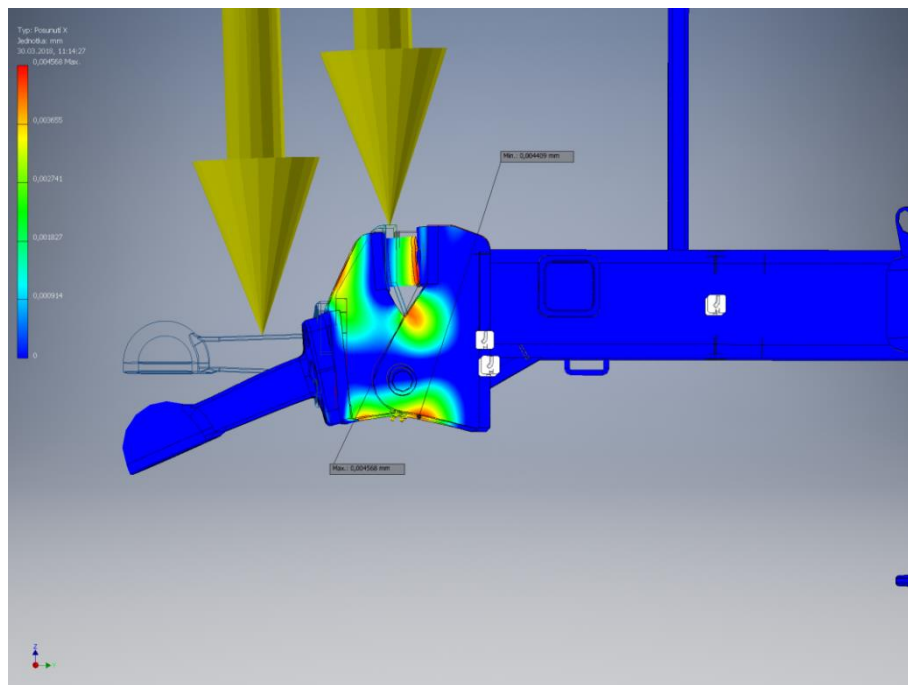


Obrázek 67: Výběr pevné 1. vazby

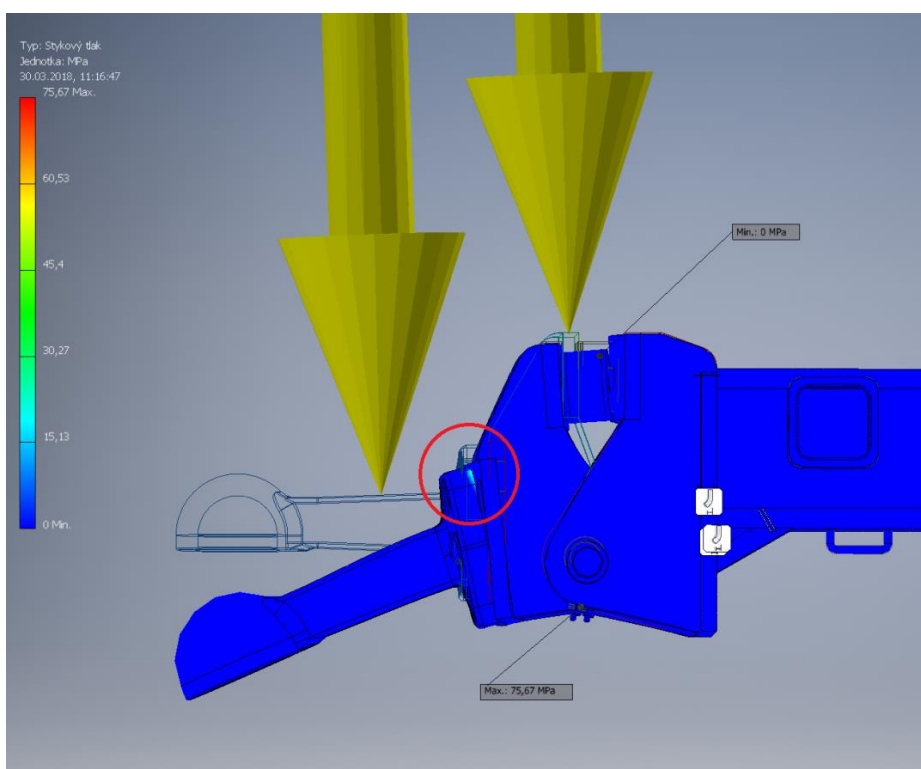


Obrázek 68: Výběr pevné 2. vazby

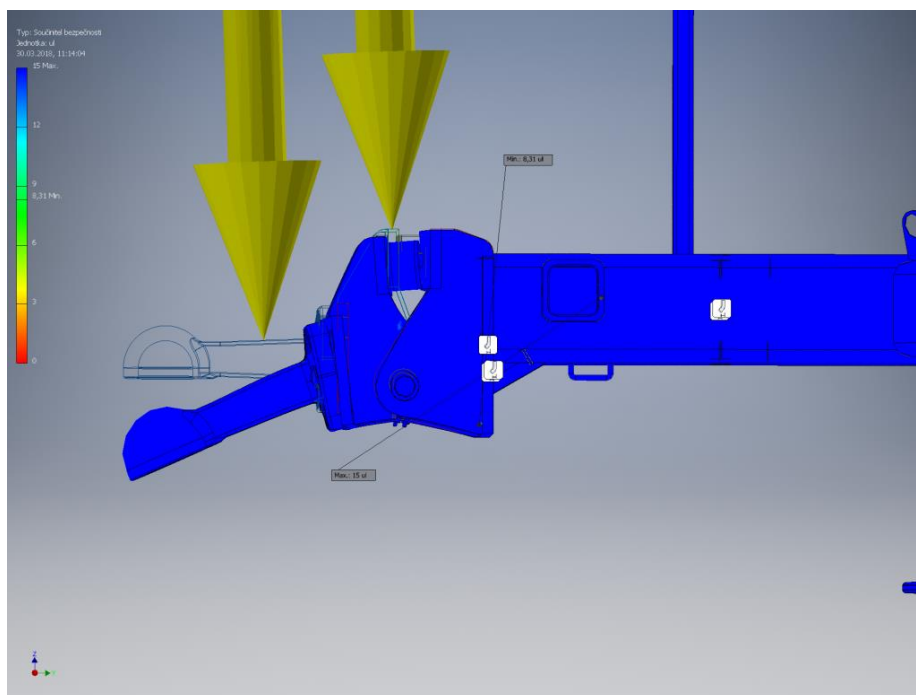
Největší tlakové zatížení je v dotykových plochách pružných elementů (viz obr. 69). Součinitel bezpečnosti odpružené oje (viz obr. 71) činí 8,31 až 15 ul.



Obrázek 69: Zatížení v odpružené oji



Obrázek 70: Stykový tlak spoje pánvičky a odpružené oje



Obrázek 71: Součinitel bezpečnosti odpružené oje

13 Souhrn zjištění a doporučení

Z uvedených skutečností tedy vyplývá, že tažná zařízení, jejichž provoz není podmíněn stavem bez vibrací a kývání, mohou užít kombinaci pevné nápravy s odpruženou ojí. To zaručuje jistý komfort tahače. Naopak zařízení, jejichž správná funkce je podmíněna stavem bez vibrací a kývání, mohou s výhodou užít odpruženou nápravu s neodpruženou ojí. Ovšem pokud jsou ochotni tolerovat mírné zhoršení komfortu tahače.

Rozdíl mezi odpruženou a neodpruženou nápravou je především v ceně. Pro lepší přenos sil díky vzduchovým měchům u těžších postřikovačů se používá náprava odpružená. V praxi se používají obě nápravy, ale lepší výsledky má náprava odpružená, čímž se potvrdily původní předpoklady.

U levnějších a menších postřikovačů se především z finančních důvodů používá neodpružená náprava. Odpružené zařízení zvyšuje cenu až o 5 000,- €.

Překvapivě se ukázalo, že použití odpružené oje nemá z provozních zkoušek praktický význam, spíše naopak, jak jsem již v předchozí části popsal. Týká se to všech tažených postřikovačů, tedy jak s odpruženou nápravou, tak s nápravou neodpruženou.

Závěrem mé práce je doporučení vyřadit montáž odpružených ojí ke všem vyráběným taženým postřikovačům, protože jejich užití nepřináší očekávaný efekt a zbytečně prodražuje finální výrobek. Podle druhu podvozku se jedná o zdražení od 1500,- až po 5000,- €.

Závěr

V práci jsem se zaměřil na kombinace odpružená a neodpružená náprava s odpruženou a neodpruženou ojí.

V teoretické části práce jsou popsány způsoby ochrany rostlin obecně a především postřikem. U postřiků jsem se snažil popsat postupy užívané pro ochrany rostlin postřikem a to jak stacionárními, tak mobilními postřikovači. Dále jsem se zaměřil na způsob ošetření postřikováním, rosením a zmlžováním. Navazující část se soustředí na mobilní postřikovače, na jejich konstrukční řešení a na popis jejich hlavních částí i jejich funkce. Pozornost je soustředěna především na konstrukční řešení postřikovače NAPA. Další část práce je zaměřena na porovnání řešené nápravy s nápravami od jiných výrobců. V následující části jsem snažil o výčet všech dostupných konstrukčních řešení jak odpružených, tak neodpružených náprav. Stejný postup jsem provedl u odpružených a neodpružených ojí. Pokusil jsem se současně o analýzu a popis uvedených konstrukčních řešení.

Na začátku praktické části je seznámení s programem ANSYS integrovaném v 3D Modeláři Inventor a to pouze v nezbytně nutném rozsahu, na tuto část navazuje deklarace všech vstupních hodnot z parametrů postřikovače NAPA 3900. Poté je provedená simulace namáhání neodpružené nápravy. V programu SolidWorks jsem z hotových dílů vytvořil sestavy odpružené a neodpružené oje. Následně jsem provedl simulaci namáhání obou ojí. U zatížení neodpružené oje se koncentruje tlakové napětí na konci závěsné pánvičky a ohybové napětí v místě napojení na přírubu. Při zatížení odpružené oje dochází ke koncentraci tlakového napětí v místech, kde pružné elementy dosedají na pevné části oje.

Závěr praktické části je zaměřen především na kombinace ojí a náprav. Podle vyhodnocení poruch z praxe vyplívá, že u neodpružené nápravy a neodpružené oje dochází častěji ke vzniku trhlin na nápravě. Při těchto kombinacích je vždy nutné si stanovit priority z hlediska sledovaných parametrů a funkcí, které mají jednotlivé konstrukční skupiny plnit. Pokud se jedná o tažený postřikovač NAPA, je důležité pro jeho správnou funkci zajistit pokud možno bezotřesový a nekolíbový provozní stav při pojezdu.

Při užití odpružené nápravy a odpružené oje se musí celý přívěs s plnou nádrží vypořádat s otřesy, vibracemi i naklápěním a vše musí tedy zachytit odpružená náprava. Tažený postřikovač pak další dobu setrvává v tlumených kmitech a déle se kolébá. Celková hmotnost postřiku i celé nástavby postřikovače je tedy závislá jen na vlastnostech podvozku. Na tahač se přenáší spíše nevýznamná část těchto jevů, což zaručuje pro obsluhu jistý komfort.

Užijeme-li odpruženou nápravu a neodpruženou oj, přenáší se část otřesů a náklonů i na tahač. To způsobuje na tahače jistý diskomfort, který je ovšem v porovnání se zlepšením funkčním podmínek postřikovače celkem dobře tolerovatelný. Přes neodpruženou oj pohltí část výkyvů a vibrací i hmotnost tahače a tlumené kmity mají pak kratší časový průběh.

14 Použité zdroje

KAREL NEUBAUER ... [AJ.]. *Stroje pro rostlinnou výrobu*. Praha: SZN, 1989. 720 s. ISBN 8020900756.

TRUNEČKA, Karel. *Technika a metody v ochraně rostlin I*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1996. 120 s. ISBN 80-7157-196-2.

PROCHÁZKA A KOL., Bohumil. *Mechanizácia rastlinej výroby*. Bratislava: Príroda, 1986. 520 s.

KUMHÁLA, František. *Zemědělská technika: stroje a technologie pro rostlinnou výrobu*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2007. 438 s. ISBN 978-80-213-1701-7.

TRUNEČKA, Karel. *Mechanizace ochrany rostlin: návody do cvičení*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2005. 81 s. ISBN 80-7157-904-1.

ROH, Jiří, František KUMHÁLA a Petr HERMÁNEK. *Stroje používané v rostlinné výrobě*. Vyd. 2. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Technická fakulta, 2003. 270 s. ISBN 80-213-0614-9.

KOVAŘÍČEK, Pavel. *Plošné postřikovače pro ochranu rostlin a hnojení kapalnými hnojivy*. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 1997. *Mechanizace (modrá ř.)*. 36 s. ISBN 80-7105-159-4.

Návěsný postřikovač Alka - Agrio. Agrio - tažené postřikovače i samochodné postřikovače [online]. © 2005 [cit. 2017-11-24]. Dostupné z: <http://www.agrio.cz/postrikovac/alka>.

Návěsný postřikovač Napa - Agrio. Agrio - tažené postřikovače i samochodné postřikovače [online]. © 2005 [cit. 2017-12-02]. Dostupné z: <http://www.agrio.cz/postrikovac/napa>

Návěsný postřikovač Mamut - Agrio. Agrio - tažené postřikovače i samochodné postřikovače [online]. © 2005 [cit. 2017-12-08]. Dostupné z: <http://www.agrio.cz/postrikovac/mamut>.

Návěsný postřikovač Mamut XL - Agrio. Agrio - tažené postřikovače i samochodné postřikovače [online]. © 2005 [cit. 2017-12-08]. Dostupné z: <http://www.agrio.cz/postrikovac/mamut-xl>.

Návěsný postřikovač Gigant - Agrio. Agrio - tažené postřikovače i samochodné postřikovače [online]. © 2005 [cit. 2017-12-08]. Dostupné z: <http://www.agrio.cz/postrikovac/gigant>.

Nádrže k postřikovačům - Agrio. Agrio - tažené postřikovače i samochodné postřikovače [online]. © 2005 [cit. 2017-12-14]. Dostupné z: <http://www.agrio.cz/nadrze>.

easyflow - System plnění bez kontaminace - Agrio. Agrio - tažené postřikovače i samochodné postřikovače [online]. © 2005 [cit. 2017-12-14]. Dostupné z: <http://www.agrio.cz/easyflow>.

Rozvod postřikové kapaliny - Agrio. Agrio - tažené postřikovače i samochodné postřikovače [online]. © 2005 [cit. 2017-12-18]. Dostupné z: <http://www.agrio.cz/rozvod-postrikove-kapaliny>.

Ramena k postřikovačům - Agrio. Agrio - tažené postřikovače i samochodné postřikovače [online]. © 2005 [cit. 2017-12-18]. Dostupné z: <http://www.agrio.cz/ramena>.

Zadní nápravy SAF se vzduchovým pérováním> SAF-HOLLAND. [online]. © SAF [cit. 2018-01-20]. Dostupné z: <http://www.safholland.de/cz/cs/products/truck-and-bus-suspensions/all/saf-air-suspended-tag-axles>

Odpružení náprav vozidel tatra Vlnovce Špís s.r.o. [online]. © [cit. 2018-01-20]. Dostupné z: <http://www.vlnovce-spis.cz/cz/aplikace-vyroby/odpruzeni-naprav>

vozidel-tatra (maximální hodnoty větší než 1,6 MPa) (<http://www.vlnovce-spis.cz/cz/aplikace-vyroby/odpruzeni-naprav-vozidel-tatra/>)

Tatra - Tatrovácka koncepce | Automobil Revue. Nejrozsáhlejší motoristický portál | Automobil Revue [online]. © [cit. 2018-01-20]. Dostupné z: https://www.automobilrevue.cz/rubriky/truck-bus/tatra-tatrovacka-koncepce_39505.html

PORSCHE PANAMERA (971) – Zcela nová konstrukce | Automobil Revue. Nejrozsáhlejší motoristický portál | Automobil Revue [online]. © [cit. 2018-01-21]. Dostupné z: https://www.automobilrevue.cz/rubriky/automobily/technika/porsche-panamera-971-zcela-nova-konstrukce_45311.html

Mercedes-benz – Axles suspension [online]. © [cit. 2018-01-21]. Dostupné z: https://www.mercedes-benz.cz/content/czechia/mpc/mpc_czechia_website/czng/home_mpc/trucks_/home/long_distance/new_actros_slt/flexibility/axles_suspension.fb0003.html

Nová lehká tandemová náprava - Auto.cz [online] © [cit. 2018-01-21]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/daf-nova-lehka-tandemova-naprava-65027>

Self steering axles – BPW.de [online]. © [cit. 2018-01-21]. Dostupné z: <https://www.bpw.de/en/solutions/commercial-vehicles/axles/self-steering-axles-ll.html>

Buses | Rear Axle System A 132 - ZF Friedrichshafen AG. [online]. © [cit. 2018-01-26]. ZF Friedrichshafen AG Dostupné z: https://www.zf.com/corporate/en_de/products/product_range/buses/buses_axles_a132.shtml#tabs1-0

Buses | Rear Axle System AV 133 - ZF Friedrichshafen AG. [online]. © [cit. 2017-01-26]. ZF Friedrichshafen AG Dostupné z: https://www.zf.com/corporate/en_de/products/product_range/buses/buses_axles_av133.shtml#tabs1-1

Chassis module – Dafcomponents [online]. © [cit. 2018-01-27] Dostupné z: http://www.dafcomponents.com/en/products/coach-operations#chassis_module

Axles – Dafcomponents [online]. © [cit. 2018-01-27] Dostupné z: <http://www.dafcomponents.com/en/products/coach-operations#axles>

Mercedes-Benz Bus rear axle systems. [online]. © [cit. 2018-01-27] Dostupné z: <https://www.mercedes-benz.com/en/mercedes-benz/vehicles/aggregates/powertrain-bus-rear-axle-systems>

Product range | MAN axles and transfer case | MAN Engines. [online]. © MAN 2018 [cit. 2018-01-29]. Dostupné z: <https://www.engines.man.eu/global/en/components/axles-and-transfer-cases/product-range/Product-Range.html>

Volvo RSS1344C [online]. © Volvo 2018 [cit. 2018-02-03]. Dostupné z: http://productinfo.vtc.volvo.se/STPIFiles/Volvo/FactSheet/RSS1344C_Eng_04_1858207.pdf

Netradiční konstrukce zadní nápravy [online]. © Auto.cz [cit. 2018-02-09]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/netradicni-konstrukce-zadni-napravy-tyhle-se-nechytly-101938>

Náprava de dion [online]. © Auto.cz [cit. 2018-02-10]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/naprava-de-dion>

15 Seznam obrázků

Obrázek 1: Návěsný postřikovač ALKA 2721, zdroj: Agrio.cz	14
Obrázek 2: Návěsný postřikovač NAPA 3224 - přehled jednotlivých prvků stroje, zdroj: Agrio.cz	15
Obrázek 3: Rozměry návěsného postřikovače NAPA, zdroj: Agrio.cz	16
Obrázek 4: Návěsný postřikovač MAMUT, zdroj: Agrio.cz	17
Obrázek 5: Návěsný postřikovač MAMUT XL 8000, zdroj: Agrio.cz	18
Obrázek 6: Návěsný postřikovač GIGANT 12530, zdroj: Agrio.cz	18
Obrázek 7: Polyetylenová nádrž, zdroj: Agrio.cz	19
Obrázek 8: Ekomixér Comfort Fill, zdroj: Agrio.cz	20
Obrázek 9: Ekomixér Comfort Fill v řezu s bezodkapovou rychlospojkou easyFlow, zdroj: Agrio.cz	21
Obrázek 10: Čerpadlo AR 250 BP, zdroj: Agrio.cz	22
Obrázek 11: Rozložená ramena, zdroj: Agrio.cz	23
Obrázek 12: Vzduchem odpružená náprava firmy AGRIO, zdroj: Agrio.cz	24
Obrázek 13: Vzduchem řízená odpružená náprava firmy AGRIO, zdroj: Agrio.cz	25
Obrázek 14: Neodpružená náprava roztažitelná firmy AGRIO, zdroj: Agrio.cz	26
Obrázek 15: Neodpružená náprava řízená firmy AGRIO, zdroj: Agrio.cz	26
Obrázek 16: Odpružená oj firmy AGRIO, zdroj: Agrio.cz	27
Obrázek 17: Trakce zadní nápravy SAF-Holland, zdroj: Safholland.de	28
Obrázek 18: Vzduchové odpružení SAF-Holland, zdroj: Safholland.de	28
Obrázek 19: Odpružení KING FRAME, zdroj: Automobilrevue.cz	29
Obrázek 20: Vzduchové odpružení Porsche Panamera 971, zdroj: Automobilrevue.cz	30
Obrázek 21: Vzduchové odpružení Mercedes-Benz tahače Actros, zdroj: Mercedes-benz.cz	31
Obrázek 22: Vzduchová odpružená tandemová náprava DAF SR1360T, zdroj: Auto.cz	32
Obrázek 23: Samořízená odpružená náprava BPW SR1360T, zdroj: Bpw.de	33
Obrázek 24: Zadní vzduchová náprava ZF A132, zdroj: ZF.com	35

Obrázek 25: Maximální dostupný rozsah napájení pro obě nápravy, zdroj: ZF.com ..	38
Obrázek 26: Zadní vzduchová náprava ZF AV 133, zdroj: ZF.com.....	38
Obrázek 27: Podvozek autobusů DAF, zdroj: Dafcomponents.com.....	39
Obrázek 28: Zadní náprava autobusů DAF, zdroj: Dafcomponents.com	40
Obrázek 29: Zadní náprava Mercedes-Benz RO 325, zdroj: Mercedes-benz.com	40
Obrázek 30: Zadní náprava Mercedes-Benz RO 390, zdroj: Mercedes-benz.com	41
Obrázek 31: Zadní náprava Mercedes-Benz RO 440, zdroj: Mercedes-benz.com	42
Obrázek 32: MAN zadní náprava s planetovými reduktory pro autobusy HU-1330-B, zdroj: Engines.man.eu	44
Obrázek 33: Hypoidní zadní náprava MAN pro autobusy HY-1350-B, zdroj: Engines.man.eu.....	45
Obrázek 34: Zadní náprava s planetovými reduktory MAN pro speciální vozidla HP-1352, zdroj: Engines.man.eu	46
Obrázek 35: Hypoidní zadní nápravy MAN pro speciální vozidla HYD-1370, zdroj: Engines.man.eu.....	47
Obrázek 36: Zadní hypoidní náprava Volvo RSS1344C, zdroj: Engines.man.eu.....	49
Obrázek 37: Náprava Citroën BX, zdroj: Citroenet.org.uk.....	51
Obrázek 38: Náprava Fiat Punto 176, zdroj: Punto.mysteria.cz	52
Obrázek 39: Kyvadlová úhlová zadní náprava německých automobilů, zdroj: Auto.cz	53
Obrázek 40: Náprava De Dion, zdroj: Autolexicon.net	54
Obrázek 41: Chapmanova náprava Audi „Ur“ Quattro zdroj: Auto.cz.....	54
Obrázek 42: Neodpružená náprava v sestavě s nádrží a podvozkem.....	57
Obrázek 43: Detail odpružené nápravy	57
Obrázek 44: Zatížené plochy síly 1 a síly 2	58
Obrázek 45: Vybrané pevné vazby.....	59
Obrázek 46: Hlavní napětí na úchytných bodech.....	59
Obrázek 47: Zatížení na styčných plochách.....	60
Obrázek 48: Celkové napětí nápravy	60
Obrázek 49: Odpružená náprava v sestavě s nádrží a podvozkem.....	61
Obrázek 50: Detail odpružené nápravy	61

Obrázek 51: Ventil pérování odpružené nápravy	62
Obrázek 52: Graf průtoku ventilu pérování.....	62
Obrázek 53: Výkres ventilu pérování odpružené nápravy	63
Obrázek 54: Dávkování energie	63
Obrázek 55: Sestava návěsu neodpružené oje vytvořena v 3D modeláři SolidWorks	64
Obrázek 56: Detail pánvičky/oka	64
Obrázek 57: Zatížení ploch silou 10 500 N.....	65
Obrázek 58: Výběr pevné vazby	65
Obrázek 59: Napětí ve spoji pánvičky a rámu podvozku.....	66
Obrázek 60: Zatížení napětí v oku.....	66
Obrázek 61: Stykový tlak ve spoji pánvičky a rámu.....	67
Obrázek 62: Součinitel bezpečnosti odpružené oje.....	67
Obrázek 63: Sestava návěsu odpružené oje vytvořena v 3D modeláři SolidWorks	68
Obrázek 64: Detail odpružené oje	68
Obrázek 65: Detail odpružené oje s okem.....	69
Obrázek 66: Zatížení ploch silou 10 500 N.....	69
Obrázek 67: Výběr pevné 1. vazby	70
Obrázek 68: Výběr pevné 2. vazby	70
Obrázek 69: Zatížení v odpružené oji	71
Obrázek 70: Stykový tlak spoje pánvičky a odpružené oje.....	71
Obrázek 71: Součinitel bezpečnosti odpružené oje.....	72

16 Seznam tabulek

Tabulka 1: Rozměry návěsného postřikovače NAPA, zdroj: Agrio.cz.....	16
Tabulka 2: Hmotnost návěsného postřikovače NAPA, zdroj: Agrio.cz.....	16
Tabulka 3 Technické parametry pístomembránového čerpadla AR 250 BP, zdroj: Agrio.cz	22
Tabulka 4: Údaje a rozměry A132 Hypoidní jednoúčelová náprava	34
Tabulka 5: Údaje a rozměry AV 133 / 80° řízená portálová náprava	36
Tabulka 6: Údaje a rozměry AV 133 / 87° řízená portálová náprava	36
Tabulka 7: Údaje a rozměry AV 133 / 90° řízená portálová náprava	37
Tabulka 8: Údaje a rozměry zadní nápravy Mercedes-Benz RO 325	41
Tabulka 9: Údaje a rozměry zadní nápravy Mercedes-Benz RO 390	42
Tabulka 10: Údaje a rozměry zadní nápravy Mercede-Benz RO 440.....	43
Tabulka 11: Údaje a rozměry zadních náprav s planetovými reduktory MAN pro autobusy.....	44
Tabulka 12: Údaje a rozměry hypoidních zadních náprava pro autobusy	45
Tabulka 13: Údaje a rozměry zadních náprav s planetovými reduktory MAN pro speciální vozidla	46
Tabulka 14: Údaje a rozměry hypoidních zadních náprava s planetovými reduktory pro SV.....	48
Tabulka 15: Údaje a rozměry zadní hypoidní nápravy Volvo RSS1344C.....	49
Tabulka 16: Hmotnosti odpružené nápravy	56
Tabulka 17: Neodpružená náprava	57
Tabulka 18: Provozní podmínky	58