

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH
BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Zemědělská technika: obchod, servis a služby

Katedra: Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

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

Bakalářská práce

**Porovnání tridemového dopravního systému
ZDT MEGA 33 s návěsem ANNABURGER
33.79 v podniku zemědělské prvovýroby**

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Stanislav PIŠL**
Osobní číslo: **Z12857**
Studijní program: **B4131 Zemědělství**
Studijní obor: **Zemědělská technika: obchod, servis a služby**
Název tématu: **Porovnání tridemového dopravního systému ZDT MEGA 33 s návěsem ANNABURGER 33.79 v podniku zemědělské prvovýroby**
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 :

Nároky na dopravní systémy a logistiku v podnicích zemědělské prvovýroby značnou měrou ovlivňují kvalitu i cenu zemědělských komodit. Na českém trhu se stále více uplatňují dopravní systémy s výměnnými nástavbami, které je možné využít jak pro dopravu, tak pro ostatní mechanizované činnosti v zemědělské prvovýrobě.

Cílem práce je porovnání traktorových dopravních systémů a jejich využití v podniku zemědělské prvovýroby.

V práci se zaměříte na:

1. Charakteristiku zemědělského podniku, kde je systém využíván.
2. Využití vybraného traktorového dopravního systému s výměnnými nástavbami v podniku zemědělské prvovýroby:
 - přehled technických parametrů,
 - rozbor využití jednotlivých nástaveb,
 - rozbor investičních a provozních nákladů.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **30 - 50 stran**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**
Seznam odborné literatury:

Latsch, R. a kol.: Häckler oder Ladewagen. Neue Landwirtschaft , 11, 2003, s. 54-57;
Špelina, M. a kol.: Vybavení zemědělského podniku strojovou technikou. SZN Praha, 1980;
Velebil, M. a kol.: Zemědělské technologické systémy. SZN Praha, 1984;
Špelina, M. a kol.: Strojní linky v zemědělství a jejich ekonomika. SZN Praha, 1983;
Kavka, M. a kol.: Standardy zemědělských výrobních technologií. Mze ČR, Praha, 2000;
Kavka, M. a kol.: Standardy pro zemědělství České republiky. Mze ČR, Praha, 2000;
Břečka, J. a kol.: Stroje pro sklizeň píce a obilnin. ČZU Praha, 2001;
Agricultural Engineering - vědecký časopis;
Mechanizace zemědělství - odborný časopis;
Zemědělská technika - odborný časopis;
Firemní literatura;
Výzkumné zprávy VÚZT Praha a Státní zkušebny zem. a lesnických strojů;
Sborníky příspěvků z mezinárodních vědeckých konferencí.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Milan Frid, CSc.**
Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky
Datum zadání bakalářské práce: **14. ledna 2014**
Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2015**


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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13
370 05 České Budějovice


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

V Českých Budějovicích dne 25. března 2014

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s využitím informací z literatury, jejíž seznam je součástí této práce a je uveden v kapitole Seznam citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích 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.

V Českých Budějovicích dne

.....

vlastnoruční podpis autora

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu své bakalářské práce Ing. Milanu Frídovi, CSc. za ochotu, věnovaný čas a poskytování odborných a podnětných rad, které mou práci posouvaly dále.

Dále bych chtěl poděkovat Ing. Janu Mrákovi, obchodnímu řediteli firmy ZDT Nové Veselí.

Děkuji také Ing. Michaelu Málkovi a Jonáši Petrákovi, zástupcům firmy CRS Marketing, za poskytnutí cenných dat firmy Annaburger.

V neposlední řadě bych rád poděkoval všem uživatelům výměnných systémů, kteří mi poskytli údaje z provozů.

Abstrakt

Pro porovnání v této bakalářské práci jsem si zvolil výrobky od dvou nejvíce zastoupených výrobců zemědělské dopravní techniky, které jsou na prvních místech v žebříčku prodejnosti na českém trhu. Měření a porovnávání bylo prováděno s tridemovými návěsnými výměnnými systémy Annaburger 33.79 a ZDT MEGA 33, které v podnicích zemědělské prvovýroby pracují s korbou a rozmetadlem statkových hnojiv.

Data jsou převzata z podniků, které mají velice podobnou charakteristiku, aby bylo porovnání co nejpřínosnější. Práce obsahuje charakteristiky podniků a technická data porovnávaných výměnných systémů, ze kterých je patrné, že nastavby firmy Annaburger dosahují větších objemů, a tedy i vyšší výkonnosti.

Z ekonomického hlediska bylo zjištěno, že náklady na přepravení jednoho tunokilometru vychází lépe pro výměnný systém Annaburger. V případě tohoto výměnného systému bylo dosaženo hodnoty $13,14 \text{ Kč.tkm}^{-1}$. Pro výměnný systém ZDT byly stanoveny náklady na jeden tunokilometr na 61 Kč.tkm^{-1} , což je způsobeno předimenzováním strojového parku podniku Zevos s.r.o., Libčeves, které ovšem může mít i své výhody.

U nástaveb rozmetadel statkových hnojiv byla zkoumána příčná rovnoměrnost rozhozu hnoje od skotu. Z tohoto hodnocení lépe vyšla nastavba Annaburger, která zajistila rovnoměrnější rozhození hnoje v celé šířce záběru.

Pro potřeby moderních farmářů byly porovnávány i kontaktní tlaky na podložku. Z měření bylo zjištěno, že návěs Annaburger 33.79 vybavený nízkotlakými flotačními pneumatikami Michelin CargoXbib 600/55 R26,5 dosahuje až o 28,5 % větší styčné plochy než vůz ZDT MEGA 33 opatřený radiálními pneumatikami Mitas AR-02 560/60 R22,5. Při tomto rozdílu styčných ploch působí návěs ZDT až o 45 kPa vyšším tlakem na podložku.

Klíčová slova: Annaburger, ZDT, návěsný výměnný systém, provozní náklady, využití nástaveb.

Abstract

This bachelor's thesis is focused on the comparison of products that we chose from two of the most represented producers of agricultural vehicles which are on the top of the sales chart on the Czech market. Our measurement and comparison were done with tridemic semitrailer and replaceable systems called Annaburger 33.79 and ZDT MEGA 33 which work with a body and a spreader of homestead fertilizers in enterprises of the agricultural primary production.

To make our comparison as seminal as possible, the data are taken from the types of companies which are very similar in their characteristics. The work contains characteristics of these companies and technical data of compared replaceable systems, from which it is apparent that a superstructure of Annaburger enterprise achieves larger volumes and so higher productivity.

From the economic standpoint, there was discovered that the transport of one km-ton came out better for replaceable system Annaburger. In a case of this replaceable system, there was achieved a value 13, 14 Czech crowns per 1 tkm. For the replaceable ZDT system there was set an expanse of 61 Czech crowns per 1 tkm. That was caused by oversize of the machine fleet of the Zevos Ltd. enterprise in Libceves, which, however, can also have some advantages.

For the bodies and spreaders of homestead fertilizers there was investigated the transverse evenness of a distribution of cattle manure. Again, there was a victory of the body of Annaburger enterprise which provided evener distribution of the manure from the whole breadth of a range.

Contact pressures to washers were also compared for the needs of contemporary farmers. From the measurement it was found that the semitrailer of Annaburger 33.79 equipped with low-pressure flotation tires Michelin 600/55 R26,5' CargoXbib achieves up to 28.5% more contact area than car ZDT MEGA 33, which is provided with radial tires Mitas AR-02 560/60 R22,5'. In this found differences between both of the interfaces, ZDT semitrailer operates up to 6,5 psi higher pressure to a washer.

Keywords: Annaburger, ZDT, semitrailer replaceable system, operating costs, the use of superstructures.

Obsah

1 Úvod.....	9
2 Literární přehled.....	10
2.1 Doprava	10
2.2 Přípojné zemědělské dopravní prostředky	13
2.3 Přípojné zemědělské dopravní systémy s výměnnými nástavbami.....	16
3 Cíl práce	29
4 Metodika	30
4.1 Přehled technických parametrů	30
4.2 Hodnocení využití výměnných systémů	31
4.3 Rozbor investičních a provozních nákladů	31
4.4 Porovnání příčné rovnoměrnosti rozmetání	33
4.5 Hodnocení měrného tlaku	35
5 Vlastní práce.....	36
5.1. Technická data.....	38
5.2 Rozbor využití jednotlivých nástaveb	49
5.3 Rozbor provozních nákladů	52
5.4 Porovnání rovnoměrnosti rozmetání	56
5.5 Porovnání měrných kontaktních tlaků.....	57
6 Závěr a diskuze	60
7 Seznam použité literatury.....	62

1 Úvod

V podnicích zemědělské prvovýroby nacházíme neustálou potřebu přepravovat velké množství materiálů. Jedná se především o vnitropodnikovou dopravu na kratší vzdálenosti, pro kterou jsou využívány traktorové soupravy. Pro dopravu materiálu na větší vzdálenosti velké podniky používají kamionové soupravy, které bývají využívány i během sklizně jako jeden z prvků kombinované dopravy.

V posledním desetiletí zaznamenal trh s dopravní technikou v České republice nárůst způsobený dosluhující dopravní technikou, která již nesplňovala moderní agrotechnické požadavky. Další vlnu výměny strojových parků způsobilo zavedení silniční daně pro nákladní automobily, což vedlo k vyřazení nákladních automobilů Škoda MTSP 27, Tatra 815 Agro apod., které byly tou dobou v českém zemědělství velmi rozšířené.

Na českém trhu získaly velmi dobré postavení dopravní systémy s výměnnými nástavbami, které mají zvýšit roční využití stroje oproti běžnému dopravnímu prostředku se sklopnou korbou. Pořízení traktorových výměnných systémů nejen zvyšuje roční využití stroje, ale také snižuje pořizovací cenu. Nižší cena se odvíjí od pořízení pouze jednoho podvozku.

V souvislosti s klesající tendencí živočišné výroby jsou výměnné systémy pořizovány převážně do podniků provozujících bioplynové stanice.

Většina výrobců nabízí pro své výměnné systémy čtyři možnosti nástaveb. Jedná se o sklopnou korbou, velkoobjemovou nástavbu, rozmetadlo statkových hnojiv a cisternu. U některých výrobců dopravních traktorových systémů najdeme v nabídce také překládací nástavbu či korbou s výtlačným čelem.

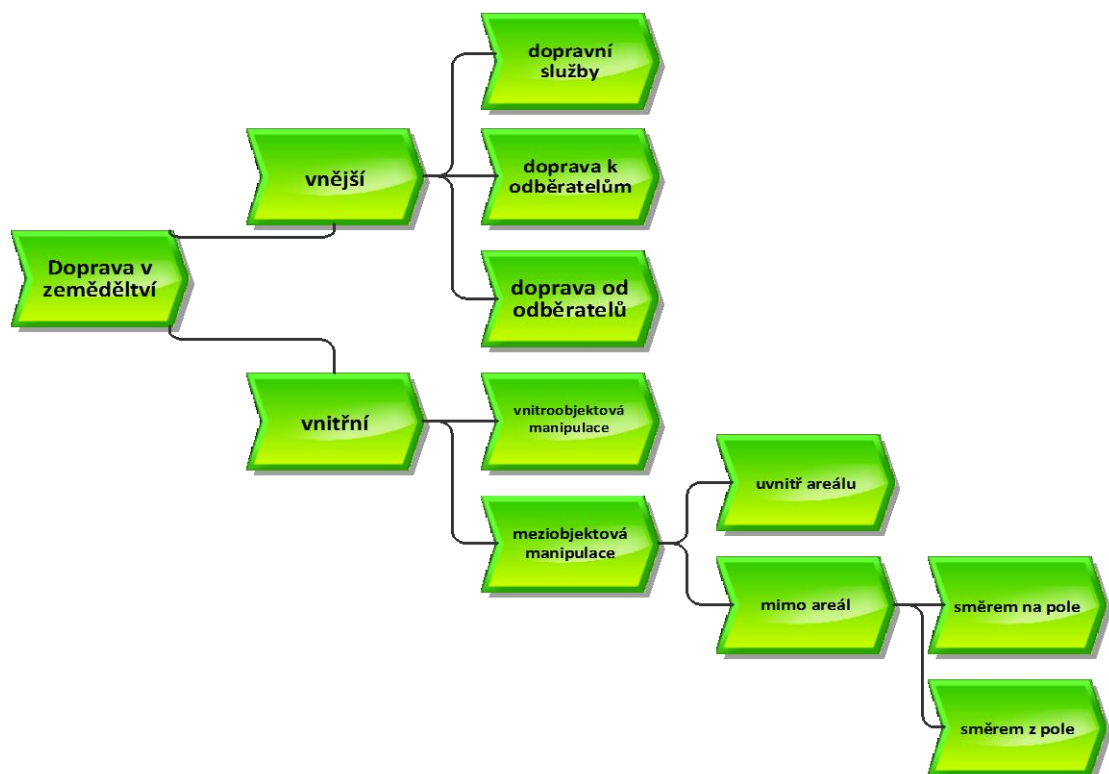
2 Literární přehled

2.1 Doprava

Doprava neodmyslitelně patří k zemědělství. Během reprodukčního procesu je potřeba přepravit nepřeberné množství materiálu o různých fyzikálních vlastnostech. Doprava je součástí procesu, který nazýváme manipulace s materiálem, jehož základním znakem je mechanický pohyb materiálu či uskladnění materiálu za účelem uchovat jeho užitnou hodnotu. [1]

Rozdělení dopravy

Dopravu v zemědělství, stejně jako v jiných odvětvích našeho hospodářství, lze rozdělit na dopravu mimopodnikovou a vnitropodnikovou. Mimopodniková neboli vnější doprava obstarává přesun materiálu mezi dvěma podniky. Jedná se převážně o zásobování, odbyt výrobků na delší dopravní vzdálenosti, na které je nejvhodnější použití nákladních automobilů. Vnitropodniková doprava zahrnuje pohyb materiálu v rámci jednoho podniku. Celkové členění dopravy v zemědělství podle území je znázorněno na obrázku č. 1. [1,7]



Obrázek 1 Dělení dopravy v zemědělství

Doprava v zemědělství

Doprava v zemědělství je silně ovlivněna specifickými podmínkami, v nichž zemědělská výroba probíhá. Dalším faktorem ovlivňujícím zemědělskou dopravu je složité časové uspořádání. Na rozdíl od kamionové či železniční dopravy musíme brát v potaz taktéž biologickou činnost přepravovaných materiálů, přírodní podmínky, nepřetržitost pracovního procesu, dlouhé výrobní cykly či plošný charakter nakládky při některých běžných operacích probíhajících v rostlinné výrobě. Dalším specifikem dopravy v zemědělství může být nízká objemová hmotnost přepravovaného materiálu, pouze jednosměrné toky materiálu, výrazná sezónnost či různé přepravní podmínky. V důsledku různorodosti dopravních podmínek v zemědělství se čím dál více rozšiřuje dělená doprava. Výrazná sezónnost má za následek nižší roční využití dopravních prostředků, proto se někteří výrobci snaží zvýšit roční využití daného podvozku možnostmi záměny nástaveb. [1]

Přepřavované materiály

Jak už bylo výše zmíněno, zemědělství a jeho doprava je spjata s velkým množstvím přepraveného materiálu o různých fyzikálních vlastnostech. V souvislosti s neustále klesajícím stavem živočišné výroby je logistika v zemědělství z velké části zastoupena přepravou materiálu při sklizni zrnin. Zrniny jsou sypkým materiálem o objemové hmotnosti $400-800 \text{ kg.m}^{-3}$, přičemž nejtěžší zrninou je pšenice. Její objemová hmotnost je zhruba 785 kg.m^{-3} při sklizňové vlhkosti, která může dosahovat až 20 %. Zrniny se přepravují jako volně ložené na přepravních vozidlech s korbou. Může se jednat o samojízdná energetická vozidla, jako jsou nákladní automobily, nebo o soupravy tvořené traktorem a příslušným přípojným vozidlem.

Dalším přepravovaným materiálem pevného skupenství jsou velkoobjemové materiály. Většinou se jedná o konzervovaná objemová krmiva, která jsou základem výživy hospodářských zvířat, nebo tvoří hlavní vstupní prvek bioplynových stanic. Tato krmiva lze přepravovat jako volně ložená na korbě s patřičnými senážními nástavkami nebo velkoobjemových nástavbách. Existuje také možnost přepravy pomocí samosběracích vozů. Mimo jiné lze přepravovat krmiva v kusových břemenech, které nazýváme balíky. Do této skupiny patří čerstvé pícniny k přímému krmení, kukuřičná siláž nebo zavadlé pícniny k senážování. Objemová hmotnost je z velké míry ovlivněna množstvím sušiny a způsobu sklizně. V tabulce 1 jsou uvedeny hodnoty objemové hmotnosti pícnin. [1]

Tabulka 1 Hodnoty objemové hmotnosti pícnin

Charakteristika pícnin podle		Objemová hmotnost [kg.m ⁻³]
obsahu sušiny	délky řezanky	
Čerstvé, volně ložené	neřezané	100 až 135
	velmi krátce řezané	180 až 320
Zavadlé, volně ložené	středně řezané	60 až 120
	velmi krátce řezané	160 až 260
Zavadlé, lisované	neřezané	220 až 360
	dlouze řezané	245 až 380
Suché, volně ložené	neřezané	40 až 65
	dlouze řezané	55 až 90
Suché, lisované	neřezané	80 až 240
	dlouze řezané	180 až 260

Tyto způsoby dopravy lze aplikovat i při odvozu slámy. Posledním materiálem, který se přepravuje v rostlinné výrobě, jsou okopaniny a zelenina. Tuto produkci je možné přepravovat pomocí vozidel s ložnou korbou nebo speciálně upravenými vozidly, která nám usnadňují následnou manipulaci s materiálem. Pro některé druhy zeleniny jsou používány i dopravní prostředky v podobě rozmanitých druhů palet, boxů či přepravek. [1]

Pakliže se zemědělský podnik zabývá také živočišnou výrobou, je jeho vnitropodniková doprava daleko rozsáhlejší, jelikož je nutné převézt a následně i aplikovat velké množství statkových hnojiv. Za statková hnojiva jsou považována chlévská mrva, hnůj, kejda, močůvka a kompost. [1]

- Chlévská mrva je směs tuhých a tekutých výkalů a steliva, jehož objemová hmotnost je 960-1 070 kg.m⁻³, přičemž vlhkost se pohybuje od 65 % do 80 %.
- Hnůj je vyžralá chlévská mrva. Zrání by mělo probíhat 3-6 měsíců. Během tohoto procesu klesne vlhkost na cca 25 %. Objemová hmotnost se pohybuje v rozmezí od 700 do 900 kg.m⁻³.
- Kejda je směs tuhých a tekutých výkalů, které jsou ředěny technickou vodou. Z tohoto důvodu je obsah sušiny v kejdě velice malý, přibližně 6-12 %.

Objemová hmotnost je 985 až 1035 kg.m⁻³. Nízký obsah sušiny je v kejďe požadován, jelikož při obsahu sušiny 12 % nastávají komplikace s čerpáním.

- Močůvka je zkvašená moč zvířat s velmi nízkým obsahem sušiny kolem 2 %. Objemová hmotnost močůvky je srovnatelná s objemovou hmotností vody, tedy cca 1 000 kg.m⁻³.
- Kompost je homogenní organické hnojivo, které vzniká při řízeném biologickém rozkladu v kompostárnách. Jeho objemová hmotnost dosahuje přibližně 600-800 kg.m⁻³.

Vzhledem k tomu, že statková hnojiva jsou dvojího skupenství, je potřeba vícero dopravních vozidel k jejich přepravě. Pro převoz chlévské mrvy ze stáje na polní hnojiště se používají vozidla vybavena sklopnou korbou. Pro samotnou aplikaci tuhých statkových hnojiv se používají rozmetadla. Stejný postup lze využít i při dopravě a aplikaci kompostu. Pro transport tekutých statkových hnojiv se musí k přepravě užít cisterna, která může být vybavena příslušenstvím pro samotnou aplikaci. Pokud cisterna není k aplikaci vybavena, jedná se o cisternu přívozní. [1,5]

Nové trendy v dopravě

Vzhledem ke stále se zvětšujícím podnikům a růstu nových bioplynových stanic se zvyšuje průměrná dopravní vzdálenost. Rostoucí cena pohonných hmot a výše provozních nákladů vede manažery zemědělských podniků k optimalizaci dopravních systémů při vnitropodnikové dopravě. K docílení co nejlepších ekonomických výsledků napomáhá nová dopravní technika. Stále častěji se můžeme setkat s využitím přípojných traktorových výměnných systémů. [7,10]

2.2 Přípojné zemědělské dopravní prostředky

Vzhledem k výše popsané problematice dopravy v zemědělství by mělo každé moderní přípojné vozidlo splňovat přísné agrotechnické požadavky. Moderní dopravní technika by měla splňovat tyto požadavky:

- dostatečný ložný objem,
- vysokou stabilitu zajištěnou nízkým těžištěm,
- rychlé vyprazdňování,
- účinný brzdový systém,
- kvalitně pracující odpružení náprav při různém zatížení.

V dnešní době u některých uživatelů lze do požadavků zařadit i maximální rozměry použitelné pneumatiky na daném dopravním prostředku za účelem snížení měrného kontaktního tlaku na podložku a zároveň zvýšení průjezdnosti, zvláště pak při zhoršených klimatických podmínkách. [1]

Členění přípojných dopravních prostředků

Dle základní konstrukce podvozku lze přípojné dopravní prostředky rozdělit na přívěsy a návěsy.

Přívěs je vozidlo bez energetického prostředku, které slouží k přepravě nákladu. Při zapojení k energetickému prostředku na něj nepřenáší část své hmotnosti.

Návěs se od přívěsu liší tím, že na přípojovací zařízení energetického prostředku přenáší část své hmotnosti, což je největší výhodou návěsů. Výhoda spočívá v tom, že část hmotnosti návěsu je přenášena na zadní nápravu traktoru, čímž se zvyšuje zatížení hnací nápravy a tedy se zlepšují trakční vlastnosti. [2]

Legislativa

Pokud chceme používat dopravní prostředek i na pozemních komunikacích, musí být splněno znění několika zákonů. Dopravní prostředky používající k přepravě a manipulaci materiálů a osob třídíme podle zákona č.56/2001 Sb., o podmínkách provozu na pozemních komunikacích, do dvou skupin: [2]

- vozidla silniční - motocykly, osobní automobily, autobusy, nákladní automobily
- zvláštní vozidla - zemědělské a lesnické traktory a jejich přípojná vozidla, samojízdné pracovní stroje atd.

Hlavním tažným a zároveň dopravním prostředkem využívaným v zemědělství je traktor spadající do kategorie traktorů. V prováděcí vyhlášce č.341/2002 Sb., o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu na pozemních komunikacích, je v příloze 18 kategorie T - traktory definována jako:

„Motorové vozidlo vybavené koly nebo pásy, jehož hlavní funkcí je tažná síla a které je zvláště konstruováno pro tažení, tlačení, nesení nebo pohon určitého

náradí, strojů nebo přípojných vozidel, určených pro užití zejména v zemědělství nebo lesnictví. Může být vybaveno pro přepravu nákladu nebo osob.” [2]

Povolené hmotnosti

Maximální povolené hmotnosti přípojných traktorových dopravních prostředků lze ovlivnit počtem použitých náprav a jejich rozvoru. V tabulce 2 naleznete povolené hmotnosti, které jsou definovány ve vyhlášce č. 341/2002 Sb. [2]

Tabulka 2 Největší povolená hmotnost návěsů dle počtu náprav

Náprava	Největší povolená hmotnost[t]
Jednonápravový	10
Dvounápravový při rozvoru	
do 1,0m	11
nad 1,0 do 1,3m	16
od 1,3 do 1,8m	18
nad 1,8m	20
Třínápravových při rozvoru	
do 1,3m	21
nad 1,3m	24

Maximální povolená šířka pro provoz na pozemních komunikacích je 2,55 m. Pokud šířka stroje přesahuje 2,55 m, je potřeba jej dovybavit reflexními prvky. [2]

Ve vyhlášce č. 341/2002 Sb. dále nalezneme okolnosti pro spojování traktorových souprav.

- Výrobce traktoru musí stanovit největší technicky přípustné přípojně hmotnosti brzděných a nebrzděných vozidel v kategorii přípojná vozidla traktor O_t a přípojně pracovní stroje traktorové. Tyto údaje musí být zaznamenány v technické dokumentaci traktoru. [2]
- Okamžitá hmotnost přípojného vozidla, jehož největší konstrukční rychlost je do $40 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, musí být nejvýše 2,5násobek hmotnosti tažného prostředku. Soupravy dosahující vyšší konstrukční rychlosti musí plnit poměr okamžitých hmotností 1,5. [2]

2.3 Přípojné zemědělské dopravní systémy s výměnnými nástavbami

Hlavní předností výměnných systémů pro zemědělství je jejich konstrukce. Tyto dopravní prostředky jsou konstruovány tak, aby byla možná rychlá montáž či demontáž jedné z možných nástaveb k podvozku přípojného vozidla. Tuto výměnu dovoluje unikátní podvozek, na který lze posadit jednu z krátkodobě využívaných nástaveb. Záměnou těchto nástaveb bychom měli dosáhnout delší doby používání v průběhu roku, čímž by mělo dojít ke snížení nákladů na hodinu provozního nasazení. Toto se projeví ve snížení nákladů na dopravu oproti speciálním dopravním prostředkům, jejichž využití je vázáno na sezónní, popř. krátkodobé operace. [3,10]

2.3.1 Podvozek

Nejdůležitější částí výměnného systému je podvozek, který je z celého výměnného systému využíván nejvíce, tudíž by na něj měly být kladeny nejvyšší kvalitativní a agrotechnické požadavky. Všechny podvozky přípojných vozidel se skládají z rámu a náprav opatřených koly a brzdovým systémem. Na většině podvozků nalezneme i pérování a mnoho dalších systémů, např. řízení náprav. Některé podvozky lze vybavit i centrální regulací tlaku v pneumatikách během jízdy. [9]

Rám

Rám je nosnou částí všech přípojných vozidel a jedná se o nejvíce namáhanou část přípojných vozidel. Většina rámu je vyráběna z lehkých tvarovaných nosníků, které zajišťují vysokou odolnost proti kroucení. [1]

Nápravy

Nápravy bývají ocelové s kruhovým nebo čtvercovým profilem a jsou zakončeny čepy pro uchycení nábojů kol. [1]

Se zvyšujícími se nároky na nosnost zemědělských traktorových návěsů roste i počet náprav na používaných návěsech. V českém zemědělství jsou nejvíce rozšířeny podvozky se dvěma nápravami, které se označují jako tandemové. V moderním zemědělství se čím dál častěji setkáváme i s návěsy se třemi nápravami. Tyto podvozky označujeme jako tridemy. Ve světě se již setkáme i s podvozky se čtyřmi nápravami, které vyrábí například litevský výrobce LMR-Ázene. Tento netradiční návěs najdeme v provozu v jižních Čechách.

Pro zlepšení jízdních vlastností a snížení provozních nákladů lze použít jednu ze dvou možností říditelných náprav. Za účelem snížení nákladů mohou být podvozky návěsů vybaveny také zvedací nápravou, kdy při jízdě s nenaloženým návěsem šetříme pneumatiky jedné nápravy. Říditelné nápravy mohou být konstruovány jako vlečené nebo jako nápravy s nuceným řízením. [1]

Vlečené nápravy pracují samočinně a musí být vybaveny jedním přímočarým hydromotorem, který zajišťuje fixaci kol během couvání. Další nevýhodou tohoto typu říditelných náprav je nutnost aretace nápravy při jízdě nad $20 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Tento systém řízení náprav najdeme pouze u tandemových podvozků. [1]

Nucené řízení náprav je nutností pro tridemové podvozky, kde je řízena první a poslední náprava. Nucené řízení zajišťuje dvojice přímočarých hydromotorů, které jsou regulovány pomocí dvou přímočarých hydromotorů připevněných na oji návěsu. [1]



Obrázek 1 Řídicí vlečná náprava

Ve fázi testování a vývoje jsou podvozky s poháněnou nápravou, která výrazně zvyšuje trakční vlastnosti dopravní soupravy. Pohon nápravy je řešen pomocí vývodového hřídele traktoru nebo pomocí hydromotorů. Dalším přínosem poháněných náprav je snížení spotřeby pohonných hmot, zvýšení průjezdnosti a snížení devastace půdy, kterou způsobuje prokluz hnacích kol traktoru. [1]

Odpružení podvozku

Použití odpružení na podvozku má mnoho důvodů. Jedním z nich je zvýšení komfortu během jízdy a umožňuje bezpečnou jízdu i při větších přepravních rychlostech. Další důvod použití odpružení na přípojných vozidlech je ten, že vozidlo je takto chráněno před škodami způsobenými otřesy na dopravní trase s nerovnostmi. „Bylo prokázáno, že namáhání neodpružených vozidel je až o 33 % vyšší než u odpružených.“ [1]

Na podvozcích zemědělských přípojných vozidel se setkáme se třemi druhy odpružení:

- mechanické,
- pneumatické,
- hydropneumatické.

Mechanické odpružení

Nejjednodušším systémem odpružení je mechanické pérování. V tomto způsobu odpružení je tlumícím prvkem pružina. V minulosti bylo velmi rozšířené použití listových pružin. Listové pružiny jsou složeny z jednotlivých pružnic o různém poloměru zakřivení, aby docházelo ke stálému doléhání. Nejdelším listem listové pružiny je tzv. hlavní list, který slouží k přenosu sil mezi odpérovanou a neodpérovanou částí. Jelikož během propérování dochází ke změně délky listové pružiny, musí být jeden z konců listové pružiny uchycen k rámu kluzně anebo pomocí výkyvného závěsu. K nápravě je listová pružina upnuta pomocí třmenů. [1]

Druhou možností mechanického odpružení je pérování pomocí parabolické pružiny. Na rozdíl od listové pružiny mají všechny pružnice stejnou tloušťku i délku. Jednotlivé pružnice na sebe doléhají pouze na konci a v místě uchycení nápravy, jinak jsou odděleny pomocí třecích vložek. Touto konstrukcí získáme asi o 30-40 % lehčí pružiny, než při použití listových pružin stejné dimenze. Další výhodou je asi o 30 % menší výška, která nám umožní snížit výšku těžiště celého přípojného vozidla. Parabolické pružiny mají také kratší dráhu při propérování, což přispívá ke zlepšení stability a omezuje výkyv vozidla. [1]

Na tandemových podvozcích v zemědělství ve velké míře najdeme využití parabolických pružin v systému odpružení, který se nazývá boogie. Jedná se o

jednoduchý systém, jenž zaručuje vysoký výkyv náprav. U tohoto systému jsou kraje pružin uchyceny k nápravám a střed pružiny je výkyvně uchycen k rámu vozidla. Tento typ odpružení nelze použít na návěsech vybavených řízenou nápravou. [1]

Posledním řešením mechanického pérování je tzv. sdružené uchycení náprav. V tomto druhu odpružení má každá náprava svou pružinu, ať listovou či parabolickou. „Jedním koncem je oko pružiny čepem uchyceno k držáku rámu, druhým koncem kluzně k vahadlu, na jehož druhém konci je uchyceno oko pružiny druhé nápravy.” [1]

Pneumatické odpružení

Pro pneumatické odpružení se jako tlumicí prvek využívá pružina. Jako tlumicí médium, jak už z názvu vyplývá, je zde použit vzduch. V dopravě v zemědělství se pro vzduchové odpružení nejvíce používají vakové pružiny, které zobrazuje obrázek 2. K propérování dochází navalováním pružiny na píst. Tyto pružiny jsou vzduchem plněny pomocí brzdového systému vozidla. [1]



Obrázek 2 - Pneumatické odpružení podvozku

Hydropneumatické odpružení

Jedná se o nejdokonalejší způsob odpružení přípojného vozidla. Vyrovnávacím médiem je v tomto druhu odpružení olej. Je zde použit i dusíkový zásobník, který slouží jako tlumicí médium. Velkou výhodou hydropneumatického pérování je dynamické vyrovnání a největší propérování. Také nám umožňuje použít

nezávislé zavěšení kol pro dosažení ještě vyšší stability vozidla. Tento způsob odpružení navíc disponuje možností nastavení světelné výšky celého návěsu. [1,3]

Brzdový systém podvozku

„Požadavky na brzdící zařízení přípojných vozidel jsou stanoveny především vyhláškou MD č. 341/2002 Sb., která podle druhu vozidla, jeho celkové hmotnosti a rychlosti určuje intenzitu zpomalení soupravy a způsob jeho činnosti.“ [1]

Hlavní funkcí brzdového systému je zpomalit dopravní soupravu, jež je tvořena energetickým prostředkem s přípojným vozidlem. Brzdové systémy mají taktéž zabránit samovolnému pohybu při stání. [1]

Během samotného brzdění by nemělo dojít k vychýlení soupravy ze směru, jímž se pohybovala před brzděním. Pro zvýšení brzdného účinku při snížené adheze mohou být moderní traktorová přípojná vozidla již vybavena protiblokovacím systémem brzd ABS. Pokud je přípojně vozidlo vybaveno systémem ABS, nelze ho připojit k energetickému prostředku s absencí ABS. Jestliže je přípojně vozidlo schváleno s vyšší přepravní rychlostí než $40 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, musí být vybaveno systémem ABS. [1]

Pro přípojná vozidla pracující v zemědělství se používají brzdy kapalinové, vzduchové a nebo kombinace obou. Brzdícím členem je brzdový buben nebo kotouč. Stlačený vzduch, nedílná součást vzduchové brzdového systému, je získán z mobilního energetického prostředku, který je vybaven kompresorem. Pro spojení energetického prostředku s přípojným vozidlem jsou použity hadice. Setkáváme se buď s jednohadicovými systémy pro použití u jednookruhových brzd, nebo s dvouhadicovými systémy, které nalezneme u brzd dvouokruhových. [1]

Jednookruhové brzdy s jednohadicovými systémy využívají hadici jak pro dodávání tlakového vzduchu, tak pro ovládání brzd. U brzd dvouhadicových systémů slouží jedna hadice k ovládání brzd a druhá je použita pro stálé doplňování vzduchojemu. [1]

Pneumatiky

Správná volba pneumatik pro dopravní vozidlo je velice důležitá. V minulých desetiletích docházelo k masivnímu utužování půdy, jelikož dopravní přípojně

prostředky byly vybaveny nevhodnými pneumatiky pro provoz v polních podmínkách.

Pneumatika pro využití v zemědělské dopravě musí být konstruována jak pro jízdu na zpevněných komunikacích, tak pro pohyb v zemědělském terénu, který bývá zpravidla méně únosný. Zvolit správnou pneumatiku, která by měla výborné jízdní vlastnosti a vysokou životnost na obou površích, je velice obtížné. Požadavky na vhodnou pneumatiku jsou totiž zcela protichůdné. Pro silniční dopravu jsou vhodné úzké pneumatiky s vyšším tlakem huštění, cca 600 kPa. Naopak pro jízdu v polních podmínkách bychom měli volit nízkotlaké, široké pneumatiky, abychom dosáhli co nejnižšího měrného tlaku na podložku. Tento problém se však dá vyřešit pomocí kombinované dopravy.[10]

Pneumatiky musí zajistit:

- přenos vertikálního zatížení (přenos hmotnosti vozidla na vozovku),
- částečné odpružení vozidla,
- přenos horizontálních sil (přenos brzdné síly, bočních sil),
- nízký valivý odpor,
- nízký přenos hluku a vibrací,
- dobrou přilnavost na různorodém povrchu,
- hospodárnost provozu.

Pro přípojná zemědělská vozidla se v dnešní době nejčastěji používá pneumatika s radiální konstrukcí a s agresivním dezénem, jež zajišťují dobré vedení pneumatiky i na svazích za mokra. Na přípojných vozidlech se objevují pneumatiky o průměrech 22,5', 26,5' a v ojedinělých případech i 30,5'. Nejpoužívanější šíře pneumatik pro přípojná vozidla, která jsou využita při přepravě pole - sklad, jsou 560, 600, 620, 710 mm. Mezi nejznámější a zároveň nejpoužívanější pneumatiky pro odvozná prostředky lze zařadit Michelin CargoXbib, Mitas AR-02, Nokian CountryKing či několik modelů od Alliance. U účelových podvozků se můžeme setkat i s pneumatikami o šíři 800, 910, 1050 až 1 250 mm.



Obrázek 3 Pneumatika Mitas AR-02 560/60 R22,5'

Pokud chceme dosáhnout velmi nízkého kontaktního tlaku na půdu, lze přípojná vozidla vybavit i pásovým podvozkem, jak je vidět na obrázku 4. Tato varianta se v největší míře využívá pro překládací vozy především v USA, v našich podmínkách však není příliš rozšířená.



Obrázek 4 Přípojně vozidlo s pásovým podvozkem

2.3.2 Nástavby

Na trhu nalezneme nepřehrné množství výrobců zabývajících se výrobou přípojných prostředků s výměnnými nástavbami. Každý z nich má trochu odlišnou nabídku nástaveb. Někteří výrobci nabízejí na svůj podvozek pouze tři druhy nástaveb, jiní až sedm druhů.[9]

Korba sklopná

Nejrozšířenější a nejvyužívanější nástavbou je sklopná korba pro sypké materiály, která je zachycena na obrázku č. 4 při odvozu zrna pšenice z pole. Ve velké většině případů lze korbu vybavit i nástavkami pro zvýšení ložného objemu při přepravě velkoobjemových látek, převážně krmiv. Sklopné korby můžeme rozdělit do tří skupin podle druhu sklápění. První skupinou jsou korby jednostranně sklopné, u kterých je pro vyprázdnění zvednuto zadní čelo návěsu a následným sklopením dozadu dochází k vyložení přepravovaného materiálu. Další možností jsou korby dvoustranně sklopné, kde je ke sklápění dozadu přidáno sklápění do boku, nejčastěji doleva ve směru jízdy. Poslední variantou je korba sklápějící do všech tří stran.[7]



Obrázek 5 Dvoustranně sklopná korba na podvozku Annaburger HTS 33.79

Korba s výtlačným čelem

Rozměry dopravních vozidel stále rostou, ale rozměry skladů a jiných nemovitostí nelze přizpůsobit velikosti vozidel. Z těchto důvodů se na trhu objevily korby, jež jsou vybaveny výtlačným čelem, které nám umožňuje vyložení nákladu i ve stísněných prostorech. Pro posun výtlačného čela je použit přímočarý hydromotor. U některých výrobců lze tuto korbu vybavit různými zadními čely. Jednou z možností je čelo s rozmetacím ústrojím statkových hnojiv. Nevýhodou je, že u výtlačného čela je volně naložený hnůj stlačen na maximum a pak znovu rozebrán frézovacími válci, což je pochopitelně energeticky velice náročné. Další negativní vlastnost tohoto typu rozmetadla se projeví při poruše či havárii, kdy potřebujeme posunout hnůj zpět, což výtlačným čelem nedokážeme, na rozdíl od klasického rozmetadla vybaveného řetězovým dopravníkem. Při použití čela se šnekovým dopravníkem jde tato nástavba využít také jako překládací vůz. [7,8]



Obrázek 6 Korba s výtlačným čelem Annaburger Schub-Max na tridemovém podvozku

Velkoobjemová nástavba

Velkoobjemová nástavba je určena k přepravě velkoobjemových materiálů přepravovaných v zemědělství, které mají malou objemovou hmotnost ρ . Převážně se jedná o krmiva typu senáže a siláže. V krajních případech se používá i při přepravě dřevní štěpky apod. Konstrukce těchto nástaveb je velmi lehká, pro výplň bočnic se používá perforovaný plech, jenž má výhodu ve své nízké hmotnosti a pořizovací ceně. Rozměry těchto nástaveb jsou větší než u koreb na sypké materiály, aby byla využita maximální přípustná nosnost celého systému. Vyprazdňování nástaveb většinou zajišťují dva řetězové dopravníky, které usnadňují následné uskladnění a dusání materiálu v silážních žlabech nebo zajišťují kontinuální plnění senážních lisů při ukládání krmiv do vaků. Pro lepší rozprostření vykládaného materiálu mohou být tyto nástavby vybaveny rozdružovacími válci. Tyto nástavby najdou své uplatnění v podnicích s rozsáhlou živočišnou výrobou anebo v podnicích provozujících bioplynové stanice. [8]



Obrázek 7 Velkoobjemová nástavba ZDT GIGA 45 na podvozku ZDT MEGA

Překládací nástavba

Překládací nástavby v dnešní době stále více získávají na oblibě. Jelikož výkonnost sklízecích mlátiček neustále roste, je nutné zajistit i správnou logistiku. Velkou výhodou překládacího vozu je jeho neustálá přítomnost na sklizeném pozemku. Překládací vůz by nám měl minimalizovat prostojové časy sklízecích mlátiček. Tyto prostoje vznikají při vyprazdňování zásobníků sklízecích mlátiček za klidu či při nestíhání odvozu. Další výhodou překládacího vozu spočívá ve vhodně zvolených pneumatikách pro pohyb v poli, které mohou pracovat i při nižším tlaku, než dopravní systémy pohybující se po zpevněných komunikacích. Jako dopravní systém po zpevněných komunikacích můžeme zvolit i nákladní automobily s vyšší přepravní rychlostí, přesto bude tento způsob, který nazýváme kombinovaný, šetrný k půdě a jejímu utužení. Překládací nástavba je konstruována tak, aby docházelo k posunu materiálu na dno korby, kde je uložen šnekový dopravník v tzv. tunelu, který zajišťuje kontinuální plnění šneku. Samotné plnění zajišťuje další šnekový dopravník, jenž se nachází v přední části nástavby. Pro pohon šnekových dopravníků zpravidla bývá používána vývodová hřídel traktoru. Pro zvýšení ročního využití překládacích nástaveb je lze nasadit i při plnění secích strojů či při plnění rozmetadel minerálními hnojivy.[4]



Obrázek 8 Překládací nástavba firmy Annaburger

Cisterna

Na podvozek přípojného systému s výměnnými nástavbami je také možné pořídit cisternu. Každý z výrobců nabízí různé provedení cisteren. Pro výrobu cisteren se používá laminát nebo ocel. Pro plnění se převážně používá vakuokompresor. Podle využití lze cisternu doplnit dovybavit potřebným příslušenstvím. Cisterna se může uplatnit během dvou agrotechnických operací. První možností je její použití jako přivozného vozidla vody pro postřikovač. Pokud by cisterna měla plnit funkci aplikátoru kejdy či digestátu z bioplynových stanic, je možno cisternovou nástavbu vybavit zadním tříbodovým závěsem, na který lze zavěsit hadicový, radličkový či diskový aplikátor. [1]



Obrázek 9 Cisterna NTF 22NV na podvozku Mega 33

Rozmetadlo statkových hnojiv

Výměnný systém může obsahovat i rozmetadlo hnoje, které najde uplatnění při aplikaci statkových hnojiv, kašovitých hnojiv, kompostu či průmyslových kalů. Korba rozmetadla je obvykle celokovová konická vana vybavená podlahovým řetězovým dopravníkem nebo výtlačným čelem. Nejdůležitější částí rozmetadla je rozmetací ústrojí, které se skládá s frézovacích válců, jež mohou být uloženy vertikálně nebo horizontálně. Následují rozmetací talíře s lopatkami. Nepostradatelným prvek je hydraulicky ovládané hradítko, tzv. gilovina, které zabraňuje vytékání řídkého hnoje během přepravy po silnici. Také zabraňuje natlačení materiálu na rozdružovací válce během nakládky, což ulehčuje rozběh rozmetadla na počátku rozmetání. Specialitou firmy Annaburger je nastavba Teleliner. Jedná se o rozmetadlo vybavené teleskopicky výsuvnými postranicemi, čímž lze během několika vteřin zvýšit objem ložné plochy. Toho se dá využít při rozmetání lehčích materiálů, ale také jde o základní krok k přestavbě rozmetadla na senážní vůz. Během několika minut je možné rozmetací čelo vyměnit za senážní zadní čelo. [5,11]



Obrázek 10 Rozmetadlo ZDT RM 33 na podvozku Mega 33

3 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je porovnání traktorových návěsných výměnných systémů Annaburger 33.79 a ZDT MEGA 33 na tridemových podvozcích v podnicích zemědělské prvovýroby s rostlinou i živočišnou výrobou. Systémy pracují s korbou na sypké materiály a rozmetadlem statkových hnojiv. Hlavním cílem práce je porovnání výměnných traktorových dopravních systémů z hlediska technických parametrů. Dalším cílem práce je využití jednotlivých nástaveb a porovnání jednotlivých systémů z hlediska investičních a provozních nákladů. Dílčím doplňkovým cílem je porovnávání kontaktních tlaků na podložku a u rozmetacích nástaveb porovnání příčné rovnoměrnosti rozmetání hnoje.

4 Metodika

Pro získání informací potřebných k mé bakalářské práci budou zvoleny dva podniky zabývající se prvovýrobou v severních Čechách. Jeden z podniků využívá návěsný výměnný systém Annaburger 33.79 a druhý pracuje s návěsným výměnným systémem ZDT MEGA 33.

Sběr dat bude probíhat ve zvolených podnicích. Tato data budou potřebná pro zjištění provozních i investičních nákladů, ročního využití a pro výpočet měrných kontaktních tlaků či pro porovnání rovnoměrnosti rozhozu rozmetadla statkových hnojiv.

Dále bude provedena charakteristika podniků z hlediska strojového parku, rostlinné a živočišné výroby. Informace budou převzaty od zástupců daných firem.

4.1 Přehled technických parametrů

Pro srovnání technických dat bude použita technická dokumentace, kterou poskytnou výrobci či dovozce zkoumané techniky. Pokud nebudou všechny parametry zjistitelné, bude výčet parametrů pozměněn takovým způsobem, aby mohlo dojít k regulérnímu porovnání zkoumaných produktů.

Hodnocení podvozku

Jako porovnávané parametry byly zvoleny následující:

- rozměry [mm],
- rozvor [mm],
- konstrukce podvozku,
- možnosti výbavy,
- pořizovací cena,
- možnost nástaveb a jejich výměny.

Hodnocení korby

Porovnávané korby výměnných systémů budou zkoumány z několika hledisek, především se jedná o údaje udávané výrobcem:

- rozměry [mm],

- objem [m³],
- možnosti sklápění,
- pořizovací cena,
- volitelná výbava.

Hodnocení rozmetací nástavby

Dalšími zkoumanými nástavbami budou rozmetadla statkových hnojiv, u kterých budou porovnávána tato data:

- rozměry [mm],
- objem [m³],
- pracovní záběr [m],
- volitelná výbava,
- pořizovací cena,
- konstrukce rozmetacího ústrojí.

4.2 Hodnocení využití výměnných systémů

Využití výměnných systémů bude zpracováno z interních dat výše uvedených podniků. Data budou zpracována především z výkazů práce jednotlivých souprav a doplňující informace budou čerpány z palubních počítačů kolových traktorů tvořících dané soupravy. Dílčí využití bude založeno na:

- době provozu [den],
- převezeném materiálu během celého roku [t.rok⁻¹],
- ujeté vzdálenosti během roku [km.rok⁻¹].

Ze zachycených informací bude sestrojena tabulka, ze které bude patrné, jaké využití ve dnech mají jednotlivé nástavby během roku.

4.3 Rozbor investičních a provozních nákladů

Hodnocení dopravních systémů podle celkových provozních nákladů bude provedeno na základě níže uvedených údajů. Informace budou zjištěny z výkazů o provozu dopravního systému.

Celkové provozní náklady N_c :

Celkové provozní náklady jsou složeny z nákladů variabilních, které jsou závislé na množství odvedené práce, a nákladů fixních, jejichž hodnota zůstává stejná s ohledem na množství vykonané práce. Pro výpočet celkových provozních nákladů bude využito vztahu 1.

$$N_c = N_v + N_f \text{ [Kč]} \quad (1)$$

N_c – celkové provozní náklady	[Kč.rok ⁻¹],
${}_rN_v$ – variabilní náklady	[Kč.rok ⁻¹],
${}_rN_f$ – fixní provozní náklady	[Kč.rok ⁻¹].

Variabilní náklady ${}_rN_v$

$${}_rN_v = {}_jN_v \cdot W \text{ [Kč.rok}^{-1}\text{]}$$

${}_rN_v$ - variabilní náklady	[Kč.rok ⁻¹],
${}_jN_v$ - jednotkové variabilní náklady	[Kč.km ⁻¹],
W - roční využití stroje	[km].

Jednotkové variabilní náklady ${}_jN_v$

Variabilní náklady se zvyšují s množstvím vykonané práce. Skládají se z nákladů na pohonné hmoty N_{PHM} , na maziva N_{maz} , na opravu a údržbu N_{udr} a na mzdu N_{mz} . Potřebné hodnoty pro výpočet jednotkových variabilních nákladů budou převzaty z vnitropodnikových dokumentů a dosazeny do vztahu 2.

$${}_jN_v = {}_jN_{PHM} + {}_jN_{maz} + {}_jN_{udr} + {}_jN_{mz} \text{ [Kč.km}^{-1}\text{]} \quad (2)$$

${}_jN_v$ - jednotkové variabilní náklady	[Kč.km ⁻¹],
${}_jN_{PHM}$ - jednotkové náklady na pohonné hmoty	[Kč.km ⁻¹],
${}_jN_{maz}$ - jednotkové náklady na maziva	[Kč.km ⁻¹],
${}_jN_{udr}$ - jednotkové náklady na opravu a údržbu	[Kč.km ⁻¹],
${}_jN_{mz}$ - jednotkové náklady na mzdu	[Kč.km ⁻¹].

Fixní náklady N_f

Fixní náklady jsou součtem nákladu na amortizaci N_a , strojní pojištění N_{sp} a zákonné pojištění N_{zp} , který udává vztah 3. Všechny údaje budou převzaty z interní dokumentace podniků.

$$N_f = N_a + N_{sp} + N_{zp} \text{ [Kč.rok}^{-1}\text{]} \quad (3)$$

N_f - náklady fixní [Kč.rok⁻¹],

N_a - náklady na amortizaci [Kč.rok⁻¹],

N_{sp} - náklady na strojní pojištění [Kč.rok⁻¹],

N_{zp} - náklady na zákonné pojištění [Kč.rok⁻¹].

Jednotkové náklady ${}_jN$

Pro porovnání jednotkových nákladů bude počítáno s náklady na jeden tunokilometr ${}_jN_{tkm}$, ke kterým dojdeme pomocí vztahu 4.

$${}_jN_{tkm} = \frac{N_c}{M_p \cdot km} \text{ [Kč.tkm}^{-1}\text{]} \quad (4)$$

N_c – celkové provozní náklady [Kč.rok⁻¹],

M_p – průměrná hmotnost nákladu [t],

km - ujetá vzdálenost s nákladem [km].

Investiční náklady N_i

Investiční náklady N_i budou počítány pro pořízení celého výměnného systému s dvoustraně sklopnou korbou a rozmetadlem statkových hnojiv. Investiční náklady budou sestaveny z nákladů na pořízení podvozku N_p , korby N_K a rozmetadla N_R . Pro výpočet bude použit vztah 5.

$$N_i = N_p + N_K + N_R \text{ [Kč]} \quad (5)$$

N_i - investiční náklady [Kč],

N_p - náklady na pořízení podvozku [Kč],

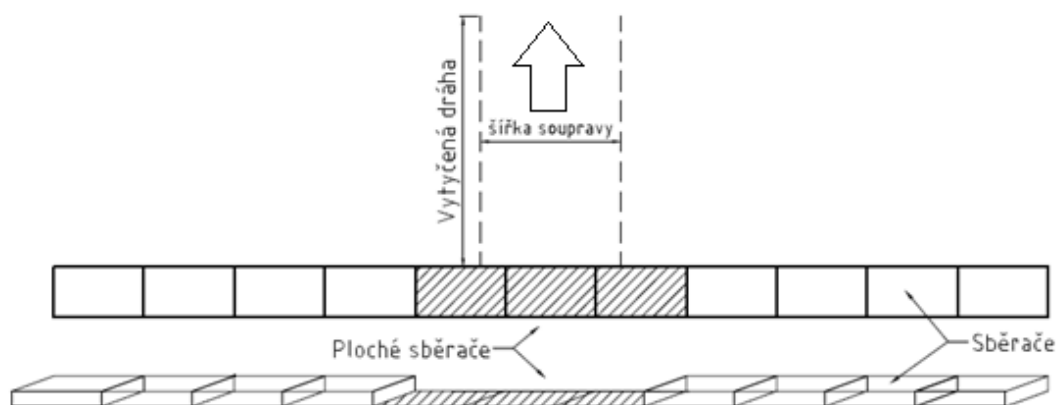
N_K - náklady na pořízení korby [Kč],

N_R - náklady na pořízení rozmetadla [Kč].

4.4 Porovnání příčné rovnoměrnosti rozmetání

Měření příčné rovnoměrnosti rozmetání bude prováděno následujícím způsobem. Nejprve bude vytyčena zkušební dráha pro měření o vzdálenosti 100 m. V polovině této dráhy budou rozprostřeny sběrné misky o rozměrech 60 x 40 cm v požadovaném měřeném záběru, který bude nastaven na 24 m. Pro pokrytí celého

záběru bude použito 40 sběrných misek, které budou systematicky od středu očíslovány. Středová sběrná miska bude označena číslem 0. Způsob měření zobrazuje obrázek 11. Po přejezdu bude každá sběrná miska zvážena, z čehož bude vypočtena skutečná hmotnost hnoje ve sběrači pomocí vztahu 7, kde budeme brát v potaz vlhkost hnoje, kterou získáme pomocí vztahu 6. Pro přesnější údaje bude přejezd třikrát opakován a pro sestrojení grafu příčné rovnoměrnosti bude použita průměrná hodnota.



Obrázek 11 Schéma rovnoměrnosti rozmetání

$$q_v = \frac{m_h - m_{hs}}{m_h} \cdot 100 [\%] \quad (6)$$

q - vlhkost hnoje [%],

m_v - hmotnost vzorku odebraného hnoje [kg],

m_{hs} - hmotnost vzorku vysušeného hnoje [kg].

$$m_{sh} = (m_c - m_{sm}) \cdot \frac{q_v}{100} [\text{kg}] \quad (7)$$

m_{sh} - skutečná hmotnost hnoje [kg],

m_c - celková hmotnost [kg],

m_{sm} - hmotnost sběrné misky [kg].

4.5 Hodnocení měrného tlaku

Měrný tlak na půdu bude vypočítán z plochy styku pneumatiky S_p , který vypočteme pomocí vztahu 8 za využití rozměrů získaných provedením obtisku pneumatiky. Tohoto obtisku dosáhneme zvednutím měřené nápravy pomocí hydraulického zvedáku. Část zvednutého kola bude nabarvena signální barvou. Pod kolo bude zasunut papír a kolo bude zpuštěno zpět na zem, čímž získáme rozměry a a b , z nichž bude vypočítána plocha styku S_p pomocí vztahu 9.

$$S_p = a \cdot b \cdot \pi \text{ [m}^2\text{]} \quad (8)$$

S_p - plocha styku [m²],

a - délka poloosy obtisku [m],

b - délka poloosy obtisku [m].

Kontaktní tlak bude vypočítán ze síly připadající na jednu pneumatiku a styčné plochy pomocí vztahu 20.

$$p_k = \frac{F_n}{S_p} \cdot 10^4 \text{ [kPa]} \quad (9)$$

p_k -kontaktní tlak na podložku [kPa],

F_n -síla připadající na pneumatiku [N],

S_p -plocha styku [m²].

Měření bude prováděno na zpevněných podložkách a s plně zatíženými návěsy.

5 Vlastní práce

Práce je založena na porovnání výměnných systémů firem Annaburger a ZDT. Oba porovnávané systémy pracují v podnicích s rostlinnou i živočišnou výrobou. Tažným prostředkem pro návěsový výměnný systém Annaburger HTS 33.79 je kolový traktor Claas Axion 940 o výkonu 276 kW, jenž je vybaven plynulou převodovkou. Český výměnný systém ZDT MEGA 33 je agregován s traktorem Massey Ferguson 8680, který disponuje výkonem 238 kW a taktéž je osazen plynulou převodovkou.

ZEVOS, s.r.o. Libčeves

Podnik ZEVOS, s.r.o. Libčeves hospodaří na cca 1 200 ha v okrese Louny v řepařské výrobní oblasti. Rostlinná výroba je rozdělena na dvě střediska, jedno se nachází v Libčevsi a druhé v Panenském Týnci. Na této ploše se pěstují obiloviny, řepka olejná a silážní kukuřice, která slouží pro výkrm stále se rozrůstajícího chovu masného skotu v Panenském Týnci.

Ve strojovém parku podniku se nachází traktory Massey Ferguson o výkonu od 70 kW do 300 kW, dále kolový traktor John Deere 8530 a pásový traktor John Deere 8360RT, které zajišťují půdní práce pomocí strojů od firem Väderstad a Köckerling. Sklizeň obilovin a řepky obstarává čtveřice sklízecích mlátiček Massey Ferguson. Doprava v podniku je vyřešena tridemovým výměnným systémem ZDT MEGA 33, tandemovým návěsem Bergmann Vario 440 a v období žní i návěsem ZDT MEGA 25, který je provozován podnikem poskytující služby v zemědělství.

Pro dodání co největšího množství organické hmoty v podobě statkových hnojiv do půdy dochází k výměnnému obchodu se sesterskou firmou ROJ - MK, s.r.o. se sídlem v Petrovicích v Krušných Horách, která se zabývá chovem skotu. Pro přepravu hnoje z Petrovic do Libčevsi a slámy v opačném směru je využívána kamionová doprava firmy ZEVOS, s.r.o. Libčeves.

INTEGRAZ, spol. s r.o.

Společnost INTEGRAZ se sídlem v Havrani nedaleko okresního města Most hospodaří na cca 1 750 ha orné půdy. V osevním postupu podniku nalezneme pšenici ozimou, ječmen ozimý, řepku ozimou, z jarních plodin pak slunečnici a hořčici.

Středisko s rostlinnou výrobou v Havrani společně s dceřinou společností Texal, a.s. slouží jako krmivová základna pro velice rozsáhlou, oddělenou živočišnou výrobu. Na prvním místě je chov drůbeže s kapacitou až 180 000 ks výkrmových brojlerů s produkcí až 2 500 t drůbežího masa ročně. Velkokapacitní prasečáky s kapacitou 14 000 ks najdeme na Záhorčí. Výkrm býků probíhá v areálech v Chodounech a Počeplicích. Chov skotu bez tržní produkce mléka probíhá i v Radenově.

Strojový park v Havrani čítá několik kolových traktorů Claas a jeden pásový traktor Challenger MT 765C, který zajišťuje zpracování půdy pomocí radličkového kypřiče Horsch Terrano 8FG. Pro zakládání porostů je používán kombinovaný secí stroj Lemken Solitair 9. Sklizeň je prováděna sklízecími mlátičkami Claas Lexion 780 TerraTrac s žacím válem V1200 o pracovní záběru 12 m a Claas Lexion 580.

Dopravu materiálu v podniku zajišťují dva výměnné systémy Annaburger. Tandemový podvozek Annaburger 20.79 je opatřen sklopnou korbou a cisternou s hadicovým aplikátorem. Velký výměnný systém Annaburger 33.79 má k dispozici sklopnou korbu a rozmetadlo statkových hnojiv. Doprava je doplněna o traktorové soupravy tvořené traktory Zetor s přívěsy BSS.

Annaburger

Firma Annaburger Nutzfahrzeuge GmbH je jedním z předních evropských výrobců dopravní techniky; byla založena roku 1991. Sídlo firmy se nachází ve městě Annaburg ve spolkovém státu Sasko-Anhaltsko v Německu. Závod firmy se nachází v bývalém areálu giganta Fortschritt, jenž zde již od roku 1950 produkoval svou dopravní techniku. Nejznámějším výrobkem na českém trhu byla fekální cisterna Fortschritt HTS 100.27.

První výměnný systém představený firmou Annaburger byl Multiland, který byl představen v roce 1997. Nechyběla zde možnost volby ze tří nástaveb - korba, rozmetadlo a cisterna. [12]

Na českém trhu je firma Annaburger Nutzfahrzeuge GmbH zastoupena od roku 1995, kdy se výhradním dovozcem stala firma CRS Marketing s.r.o. ze severočeských Čížkovic.

ZDT

Firma Zemědělská a dopravní technika spol. s r.o. Nové Veselí vznikla v roce 1993. Jedná se o největšího tuzemského výrobce dopravní zemědělské techniky. Sídlo firmy, jak z názvu vyplývá, se nachází v Novém Veselí na Vysočině. Pro zvýšení výrobní kapacity byla zřízena druhá výrobní provozovna ve zhruba 30 km vzdálené Bystřici nad Pernštejnem.

Nejvýznamnějším produktem výrobního programu firmy se staly výměnné systémy MEGA dodávané na tandemovém i tridemovém podvozku.

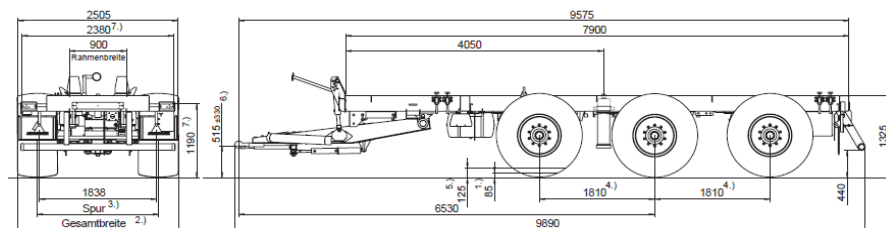
5.1. Technická data

5.1.1. Podvozky

Základním segmentem výměnného systému je podvozek, který je vybaven nápravami, vozidlovým kolem, brzdícím systémem, připojovacím zařízením, odpružením a dalším příslušenstvím.

Annaburger

Rám podvozku je velice bytelný a je tvořen duralovými nosníky. Délka podvozku dosahuje 9 890 mm. Všechny podvozky vyráběné pro výměnu nástaveb jsou vybaveny nápravami BPW s hydropneumatickým odpružením, které zajišťuje vysoký jízdní komfort. Pro dosažení co nejlepšího rozložení hmotnosti mají nápravy rozvor 1 810 mm. Výhodou hydropneumatického odpružení je možnost zvedat přední nápravu při nezatíženém návěsu. Pro zajištění bezpečnosti je podvozek opatřen účinným brzdovým systémem, který je osazen brzdovým bubnem o rozměrech 410 x 180 mm. K dosažení co nejnižších provozních nákladů přispívá i vozidlové kolo dopravního prostředku. Pro snížení kontraktního tlaku na podložku je návěs vybaven disky o průměru 26,5". Disky jsou opatřeny nízkotlakými flotačními pneumatikami Michelin CARGOXBIB 600/55R26.5", avšak nejedná se o největší rozměr kola, který může být použit. Jako přípojně zařízení je použita koule K80, jež je připevněna k hydraulicky odpružené oji, kterou lze vidět na obrázku 13. Veškerá technická data jsou uvedena v tabulce 3.



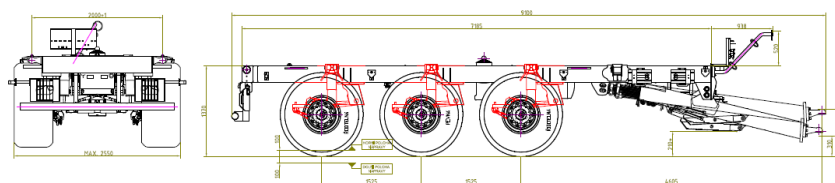
Obrázek 12 Nákres podvozku Annaburger 33.79



Obrázek 13 Podvozek Annaburger 33.79 vybavený hydraulicky odpruženou ojí

ZDT

Podvozek systému MEGA je tvořen rámem s nosníky. Podvozek dosahuje délky 9 035 mm. Podvozek porovnávaného návěsu je postaven na nápravách ADR vybavených hydropneumatickými pružícími agregáty a brzdovým bubnem o rozměrech 406 x 140 mm. Tak jako u podvozku Annaburger lze zvedat přední nápravu. Oproti Annaburgeru je u tohoto podvozku menší rozvor náprav, který činí 1 525 mm, čehož si lze všimnout na obrázku 15. Podvozek je vybaven disky o průměru 22,5' a jsou zde použity nízkotlaké radiální pneumatiky Mitas AR-02 560/60 R22.5'. Kompletní technická data podvozku jsou uvedena v tabulce 3.



Obrázek 14 Nákres podvozku ZDT MEGA 33



Obrázek 15 Dvoustranně sklopná korba na podvozku ZDT MEGA 33

Tabulka 3 Technická data - podvozky

Parametr	Annaburger 33.79	ZDT MEGA 33
Délka podvozku [mm]	9 890	9 035
Šířka podvozku [mm]	1 838	1 950
Výška podvozku [mm]	1 325	1 370
Rozvor náprav [mm]	1 810	1 525

Hodnocení podvozku

Ceníky

Uvedené ceny pro návěs Annaburger vycházejí z nabídkového listu, který byl poskytnut firmou CRS marketing s.r.o. dne 6.11.2014. Ceny pro výrobky ZDT jsou převzaty z ceníku z roku 2014.

Tabulka 4 Cenová nabídka podvozku u Annaburger 33.79

Výbava	Cena [€]	Cena [Kč]*
Hydropneumaticky odpružený podvozek	59 320	1 670 960
Náběžná náprava	v ceně	v ceně
Zvedatelná náprava	v ceně	v ceně
Hydraulicky odpružená oj	v ceně	v ceně
Nucené řízení náprav	v ceně	v ceně
Pánev K80	415	11 744
Pneumatiky Michelin 600/55 R26,5	3 210	90 843
Celkem	62 945	1 781 4343

(při kurzu 28,3 Kč/ 1 € ke dni 27.1.2015)

Tabulka 5 Cenová nabídka podvozku u MEGA 33

Výbava	Cena [€]	Cena [Kč]
Hydropneumaticky odpružený podvozek	-	959 000
Náběžná náprava	-	v ceně
Zvedatelná náprava	-	v ceně
Hydraulicky odpružená oj	-	nelze
Nucené řízení náprav	-	65 000
Pánev K80	-	v ceně
Pneumatiky Mitas AR-02 560/60 R22,5	-	108 000
Celkem	-	1 132 000

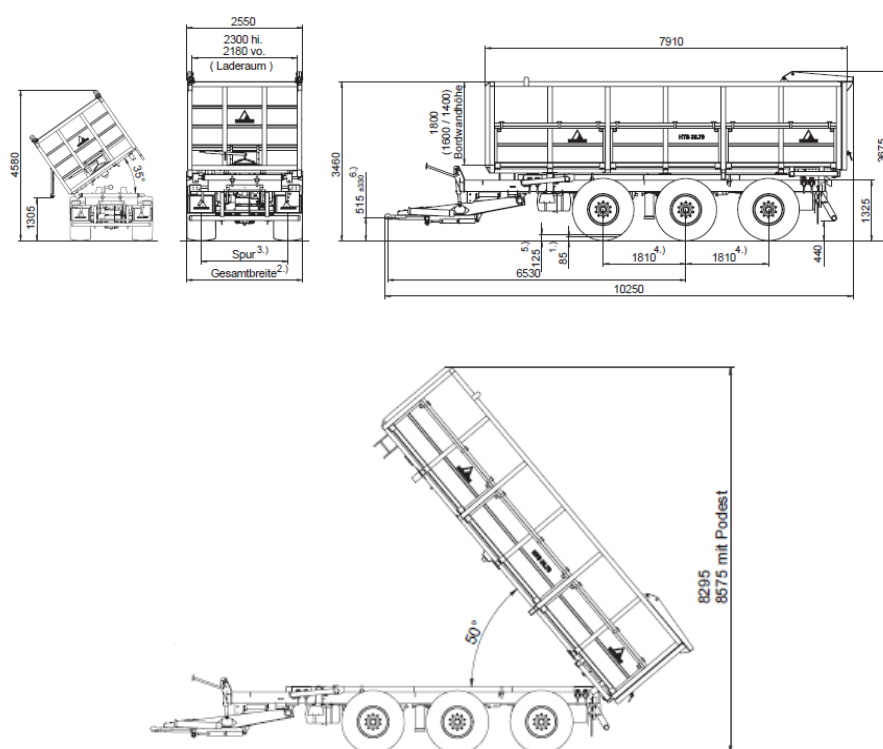
Shrnutí

Rozdíl v pořizovací ceně samotného podvozku dosahuje 648 000 Kč, což je na první pohled znatelný rozdíl. Avšak pokud se podíváme na výbavu a možnosti obou výrobců, zjistíme, že podvozek od firmy Annaburger je v základní výbavě na vyšší úrovni, nežli podvozek z produkce ZDT Nové Veselí. Velký cenový rozdíl je způsoben absencí hydraulicky odpružené oje u podvozku MEGA. Nižší cena návěsu MEGA 33 je také dána absencí vozidlových kol o průměru R26,5'.

5.1.2 Korby

Annaburger

U výměnného systému Annaburger 33.79 najdeme dvoustranně sklopnou, kónicky tvarovanou korbu. V čelní části dosahuje korba šířky 2 180 mm a před zadním čelem naměříme šířku 2 300 mm. Délka korby činí 7 910 mm a výška postranic 1 800 mm. Zadní čelo korby je postaveno kolmo k postranicím a jeho ovládání probíhá pomocí dvojčinného hydromotoru. Automatické zajištění zadního čela zajišťuje separátní dvojčinný hydromotor. Při zadním sklápění je maximální sklon korby 50°, kdy je dosaženo největší výšky, která činí 8 295 mm bez použití nástavek, za jejich použití 8 575 mm. Při stranovém vyklápění probíhá odjištění postranic pomocí stlačeného vzduchu, korbu lze naklopit až do 35° při potřebné výšce 4 580 mm, veškerá technická data jsou zobrazena na obrázku 16.

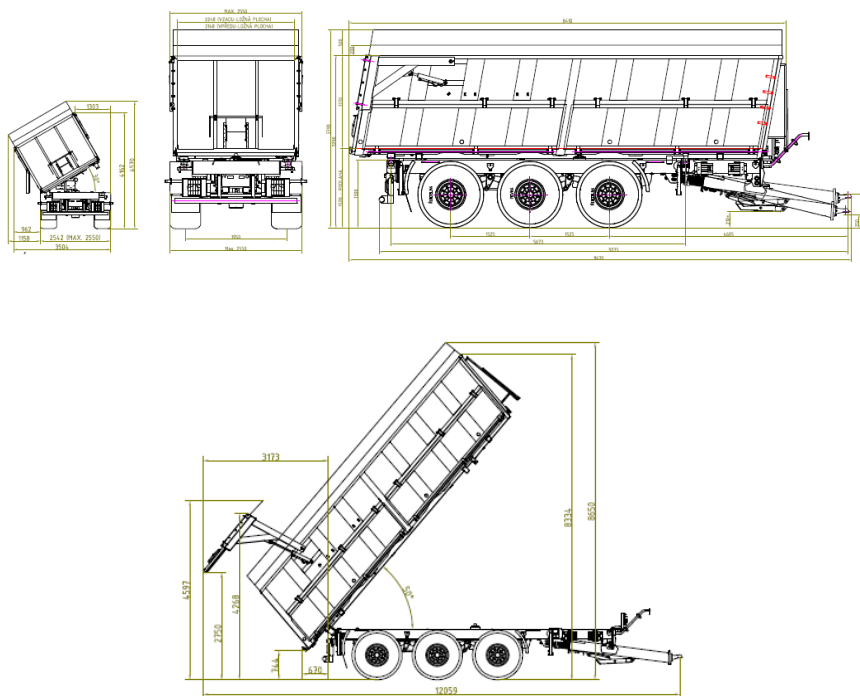


Obrázek 16 Nákres Annaburger 33.79 s korbou

ZDT

Výměnný systém ZDT MEGA 33 je taktěž vybaven kónickou vanou o délce 8 410 mm, která nese označení ZDT NS 33. Šířka korby dosahuje 2 148 mm v přední

části, směrem k zadnímu čelu se rozšiřuje až na konečných 2 248 mm. Výška postranic je 1 770 mm, při které se během sklápění dozadu o 50° dostaneme na maximální výšku 8 334 mm. Při použití senážních nástavek tato hodnota narůstá na 8 650 mm. Při sklápění do strany se korba vychýlí o 30° při potřebné výšce 4 162 mm bez senážních nástavek. Kompletní rozměry vozu ZDT MEGA 33 s korbou zachycuje obrázek 17. Doplnující data jsou uvedena v tabulce 6.



Obrázek 17 Nákres ZDT MEGA 33 s korbou

Tabulka 6 Technická data koreb

Parametr	Annaburger 33.79	ZDT MEGA 33
Délka korby [mm]	7 910,0	8 410,0
Šířka korby [mm]	2 550,0	2 550,0
Výška bočnic [mm]	1 800,0	1 770,0
Výška bočnic s nástavkami [mm]	2 350,0	2 270,0
Délka ložné plochy [mm]	7 750,0	7 850,0
Šířka ložné plochy [mm]	2 250,0	2 148,0
Objem korby [m ³]	32,0	30,5
Objem korby s nástavkami [m ³]	41,9	39,2

Ceníky

Tabulka 7 Cenová nabídka korby u Annaburger 33.79

Výbava	Cena [€]	Cena [Kč]*
Dvoustranně sklápěná korba	22 310	631 373
Senážní nástavky	1 940	54 902
Plachta s můstkem	2 270	64 241
Celkem	25 520	722 216

(při kurzu 28,3 Kč/ 1 € ke dni 27.1.2015)

Tabulka 8 Cenová nabídka korby u MEGA 33

Výbava	Cena [€]	Cena [Kč]
Dvoustranně sklápěná korba	-	298 000
Senážní nástavky	-	35 000
Plachta s můstkem	-	39 000
Celkem	-	372 000

Shrnutí

Porovnané korby dosahují velmi podobných technických dat, nicméně korba Annaburger dosahuje o 1,5 m³ většího objemu při klasické výšce bočnic. Za použití senážních nástavek dochází k nárůstu rozdílu objemu na 2,7 m³. Rozdíl mezi korbami shledáme taktéž u odjištění bočnice při sklápění do boku. Firma Annaburger pro odjištění využívá odjišťovací pneumatický systém, kdy obsluha vše ovládá z pohodlí kabiny přes terminál. Uživatelé návěsu ZDT musí při každém sklápění kabinu traktoru opustit a pomocí páky mechanicky odjistit bočnici.

5.1.3 Výměna nástaveb

Výměna nástaveb u obou systémů probíhá velice podobně, jelikož oba porovnané systémy jsou vybaveny hydropneumaticky odpruženým podvozkem, který najde uplatnění i během výměny nástaveb.

Nejprve musí dojít k odpojení elektronických, hydraulických i mechanických spojení mezi korbou a podvozkem, která slouží k pohonu či ovládání některých

funkčních částí nástaveb. Následným krokem je instalace podpěrných nohou, na kterých je nástavba odstavena. U nástaveb Annaburger jsou nohy součástí nástavby a pro jejich použití je stačí přestavit z přepravní polohy. Na nástavbách ZDT nejsou odstavné nohy součástí nástavby, tudíž s nimi musíme při každé montáži či demontáži manipulovat. Samotné sundání nástavby probíhá tak, že nejprve je nástavba pomocí hydropneumatického podvozku zvednuta na maximální výšku. Poté dochází k nastavení odstavných nohou do požadované polohy a zajištění pomocí čepu. Pokud jsou nohy zajištěny a nacházíme se na zpevněném povrchu, může dojít ke spuštění pomocí podvozku. Nástavba zůstává stát na nohou a s podvozkem se může odjet.

Při montáži nástavby platí stejný postup, ale v opačném pořadí. Dle schopnosti traktoristy a připravenosti nástaveb lze tuto výměnu provést i za 30 minut.

Výhodou výměnného systému Annaburger je široká škála nástaveb. V nabídce si lze vybrat až ze sedmi nástaveb. Jedná se o tyto nástavby: korba, vůz s výtlačným čelem, rozmetadlo statkových hnojiv, cisterna na aplikaci kejdy, senážní vůz, plošina na odvoz balíků a překládací nástavba. ZDT svým zákazníkům může nabídnout pouze čtyři nástavby: korbu, rozmetadlo statkových hnojiv, cisternu na aplikaci kejdy a senážní nástavbu.

Při jedné z mých návštěv u jednoho z uživatelů výměnného systému MEGA od firmy ZDT jsem se setkal s tím, že univerzální jamky pro upevnění korby na podvozek měly odchylku 4 cm, což museli servisní technici vyřešit na místě převařením jamek na správné místo.

U výměnných systémů firmy Annaburger nelze volit možnost odpružení podvozku. Již v základní verzi je podvozek xx.79 vždy vybaven hydropneumatickým odpružením, které je použito i během výměny nástaveb a výrazně ulehčí práci. Firma ZDT má v nabídce i levnější variantu podvozku, v níž je podvozek odpružen pomocí parabolických pružin. V tomto případě pak výměna nástaveb probíhá složitě pomocí stroje, který umožňuje manipulaci s nástavbami.

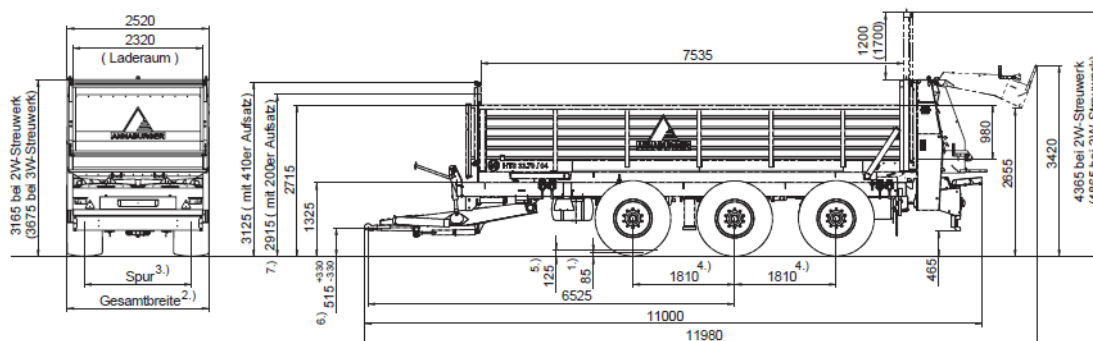
5.1.4 Rozmetadla

Annaburger

Délka ložné plochy rozmetací nástavby na podvozek 33.79 dosahuje 7 550 mm a disponuje šířkou 2 300 mm. Výška postranic je rovna 1 m. Posun materiálu zajišťují 3 kusy řetězových dopravníků. Rozmetadlo je osazeno rozmetacím ústrojím STE 12 E, které zachycuje obrázek 18. Je vybaveno třemi vodorovnými frézovacími válci a dvojicí rozmetacích kotoučů se šesti lopatkami. Takto složené ústrojí zajišťuje rozhoz až na 24 m. Rozmetadlo je již v základní konfiguraci vybaveno elektrohydraulickým ovládním z traktoru pomocí boxu. Tímto boxem lze nastavit požadovanou dávku, kterou lze během jízdy průběžně měnit. „Elektronika kontroluje také přetěžování rozmetacího ústrojí. Sníží-li se otáčky frézovacích válců pod nastavenou hodnotu, automaticky se vypne posuv řetězového dopravníku a ten se posune o 5 cm zpět. Po upravení otáček frézovacích válců se posuv opět zapne.“ [13]



Obrázek 18 Rozmetací ústrojí STE 12 E



Obrázek 19 Nákres Annaburger 33.79 s rozmetadlem

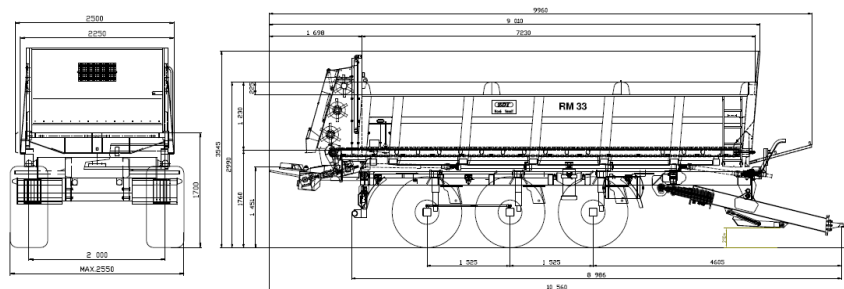
ZDT

Rozmetadlo hnoje RM 33 dosahuje objemu korby 18 m^3 při následujících rozměrech ložné plochy: délka 7 230 mm, šířka 1 990 mm. Postranice jsou o 230 mm vyšší než u firmy Annaburger, tudíž je jejich výška rovna 1 230 mm. Kompletní rozměry a technická data zachycuje obrázek 21 a tabulka 9.

Pro posun materiálu je také využíváno řetězových dopravníků, v tomto případě se jedná o dvojici řetězových dopravníků. Rozmetací ústrojí, které je vidět na obrázku 19, tvoří tři horizontálně umístěné rozdružovací válce a dva rozmetací kotouče se čtveřicí lopatek.



Obrázek 20 Rozmetací ústrojí ZDT



Obrázek 21 Nákres ZDT MEGA 33 s rozmetadlem

Tabulka 9 Technická data rozmetadel

Parametr	Annaburger 33.79	ZDT MEGA 33
Celková délka včetně podvozku [mm]	11 980	10 560
Délka korby [mm]	7 535	7 230
Šířka korby [mm]	2 520	2 500
Výška bočnic [mm]	1 000	1 230
Délka ložné plochy [mm]	7 500	7 230
Šířka ložné plochy [mm]	2 300	1 990
Objem korby [m ³]	24	18
Pracovní záběr [m]	24	24

Shrnutí

Oba výrobci nabízejí podobné konstrukční řešení svých rozmetadel. O posun materiálu se starají řetězové dopravníky a rozmetání hnoje zajišťuje dvoukotoučové rozmetací ústrojí.

Velký rozdíl zaznamenáme u ložných objemů, kdy firma Annaburger ve stejné kategorii nabízí o 6 m³ větší ložný objem, což řadí rozmetadlo na podvozku HTS 33.79 do vyšší výkonnostní třídy.

Ceníky

Ceny za rozmetací nástavby najdeme v tabulkách 10 a 11., kde je patrná vyšší cena za rozmetací nástavbu Annaburger, která již v základní výbavě nabízí elektrohydraulický posun dna.

Tabulka 10 Cenová nabídka rozmetadla u Annaburger 33.79

Výbava	Cena [€]	Cena [Kč]
Rozmetadlo hnoje	34 170	967 011
Hydraulická mezistěna	2 025	57 308
Elektrohydraulický posun dna	v ceně	v ceně
Celkem	-	1 024 000

(při kurzu 28,3 Kč/ 1 € ke dni 27.1.2015)

Tabulka 11 Cenová nabídka rozmetadel u MEGA 33

Výbava	Cena [€]	Cena [Kč]
Rozmetadlo hnoje	-	659 000
Hydraulická mezistěna	-	49 100
Elektrohydraulický posun dna	-	17 600
Celkem	-	725 700

Elektrohydraulický posun dna nalezneme i u rozmetadla ZDT RM 33, nicméně se jedná o příplatkovou výbavu za 17 600 Kč. Při stejném stupni výbavy se pořizovací cena rozmetadla ZDT RM 33 pohybuje o 298 300 Kč níže.

5.2 Rozbor využití jednotlivých nástaveb

Z tabulky 12 je patrné, jaké množství různých materiálů je v podniku přepravováno během celého roku. Korba je převážně nasazena do odvozu komodit při sklizni směrem do skladovacích hal, kdy maximální přepravní vzdálenost je 10 km. Vyšší roční ujetá vzdálenost je způsobena svozem hnoje od skotu z odloučené živočišné výroby v Radenově, který je vzdálený od střediska v Havrani 25 km.

Tabulka 12 Roční využití korby u Annaburger 33.79

Přepravovaný materiál	Přepravované množství za rok [t]	Ujetá vzdálenost za rok[km]	Počet pracovních dní [den]
Hněj od skotu	2 500	4 854	24
Hněj od drůbeže	950	512	9
Pšenice ozimá	3 272	1 718	10
Ječmen ozimý	1 085	487	4
Řepka ozimá	460	253	4
Hořčice setá	70	68	1
Slunečnice	190	290	4
Celkem	8 527	8 182	56

Roční produkce hnoje činí cca 4 000 tun. V roce 2014 bylo v podniku rozmetáno 3 950 tun hnoje. Roční využití rozmetací nástavby je uvedeno v tabulce 13.

Tabulka 13 Roční využití rozmetadla u Annaburger 33.79

Druh hnoje	Přepravované množství za rok [t]	Ujetá vzdálenost za rok[km]	Počet pracovních dní [den]
Hněj od skotu	2 500	705	9
Hněj od drůbeže	1 450	287	6
Celkem	3 950	992	15

Nejvíce využívanou částí výměnného systému je podvozek. Využití podvozku z výměnného systému Annaburger 33.79 demonstruje tabulka 14.

Tabulka 14 Roční využití podvozku u Annaburger 33.79

Nástavba	Přepravované množství za rok [t]	Ujetá vzdálenost za rok[km]	Počet pracovních dní [den]
Korba	8 527	8 182	56
Rozmetadlo	3 950	992	15
Celkem	12 477	9 174	71

Korba výměnného systému ZDT MEGA 33 používaná v podniku ZEVOS s.r.o., Libčeves slouží pro odvoz komodit z polí při sklizni. Roční využití korby je zachyceno v tabulce 15.

Tabulka 15 Roční využití korby u ZDT MEGA 33

Přepravovaný materiál	Přepravované množství za rok [t]	Ujetá vzdálenost za rok[km]	Počet pracovních dní [den]
Pšenice ozimá	2 369	680	7
Ječmen jarní	750	288	6
Řepka ozimá	414	105	4
Silážní kukuřice	456	76	2
Celkem	3 989	1 149	19

Množství rozmetaného hnoje udává tabulka 16, je závislé na množství, které je dovezeno z Petrovic, kde sídlí dceřiná firma ROJ - MK s.r.o.

Tabulka 16 Roční využití rozmetadla ZDT RM 33

Druh hnoje	Rozmetané množství hnoje za rok [t]	Ujetá vzdálenost za rok[km]	Počet pracovních dní [den]
Hnůj od skotu	1 920	142	11
Celkem	1 920	142	11

Roční využití výměnného systému v podniku zemědělské prvovýroby je uvedeno v tabulce 17.

Tabulka 17 Roční využití podvozku ZDT MEGA 33

Nástavba	Rozmetané množství hnoje za rok [t]	Ujetá vzdálenost za rok[km]	Počet pracovních dní [den]
Korba	3 989	1 149	19
Rozmetadlo	1 920	127	11
Celkem	5 909	1 276	30

5.3 Rozbor provozních nákladů

Variabilní náklady pro soupravu Claas Axion 940 se systémem Annaburger 33.79

Variabilní náklady pro provoz soupravy tvořené traktorem Claas Axion 940 a Annaburger HTS 33.79 vztažené ke korbě i rozmetadlu jsou uvedené v tabulce 18. Údaje byly získány z interních informací podniku.

Tabulka 18 Variabilní pro soupravu Claas Axion 940 se systémem Annaburger 33.79

Položka	Náklady [Kč]
Náklady na PHM N_{PHM}	212 000
Náklady na maziva N_{maz}	35 400
Náklady na opravu a údržbu N_{udr}	23 700
Náklady na mzdu N_{mz}	105 400
Variabilní náklady N_v	376 500

Variabilní náklady pro soupravu Massey Ferguson 8680 se systémem ZDT MEGA 33

Variabilní náklady potřebné pro provoz soupravy Massey Ferguson 8680 s výměnným systémem ZDT MEGA 33 v podniku Zevos s.r.o. jsou zaznamenány v tabulce 19 a taktéž byly získány z interních dat podniku.

Tabulka 19 Variabilní náklady pro soupravu Massey Ferguson 8680 se systémem ZDT MEGA 33

Položka	Náklady [Kč]
Náklady na PHM N_{PHM}	28 600
Náklady na maziva N_{maz}	29 900
Náklady na opravu a údržbu N_{udr}	47 000
Náklady na mzdu N_{mz}	44 600
Variabilní náklady N_v	150 100

Fixní náklady pro soupravu Claas Axion 940 se systémem Annaburger 33.79

Pro výpočet fixních nákladů bylo počítáno s tím, že tažný prostředek, v tomto případě kolový traktor Claas Axion 940, je během celého roku využíván i na polní práce, např. zpracování půdy či setí. Bylo vypočítáno, že traktor z 34 % ročního využití pracuje s výměnným systémem Annaburger.

Tabulka 20 Fixní náklady pro soupravu Claas Axion 940 se systémem Annaburger 33.79

Položka	Náklady [Kč]
Náklady na amortizaci N_a	1 246 951
Náklady na strojní pojištění N_{sp}	62 385
Náklady na zákonné pojištění N_{zp} - Claas	1 156
Náklady na zákonné pojištění N_{zp} - Annaburger	897
Fixní náklady N_f	1 311 389

Fixní náklady pro soupravu Massey Ferguson 8680 se systémem ZDT MEGA 33

Ani v podniku Zevos s.r.o. není traktor využíván pouze pro dopravu. Jeho další náplní práce je setí. Z tohoto důvodu dosahuje využití traktoru Massey Ferguson 8680 v dopravě 42 % z celkového ročního využití.

Tabulka 21 Fixní náklady pro soupravu Massey Ferguson 8680 se systémem ZDT MEGA 33

Položka	Náklady [Kč]
Náklady na amortizaci N_a	894 835
Strojní pojištění N_{sp}	43 298
Náklady na zákonné pojištění N_{zp} - Massey Ferguson	917
Náklady na zákonné pojištění N_{zp} - ZDT	674
Fixní náklady N_f	939 724

Provozní náklady pro soupravu Claas Axion 940 se systémem Annaburger 33.79

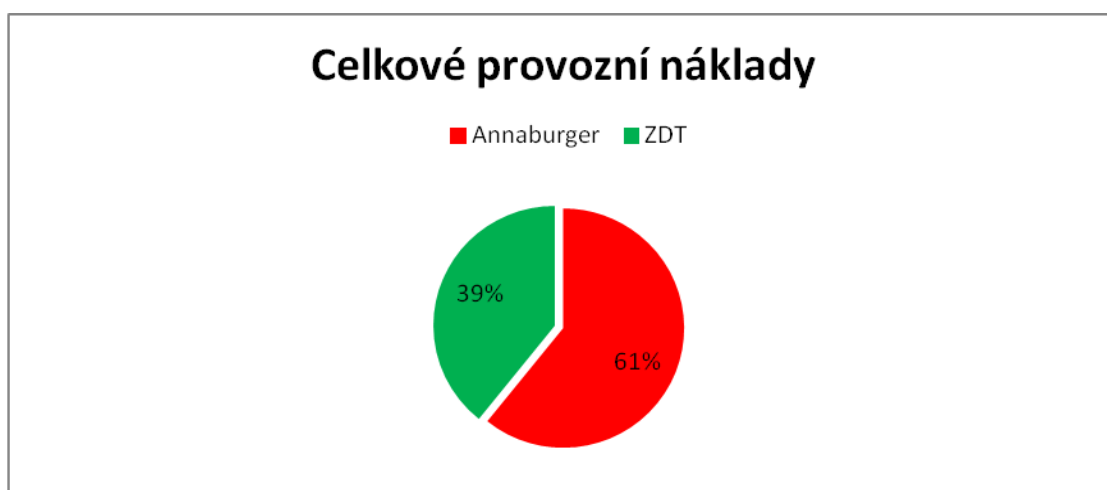
Tabulka 22 Celkové provozní náklady pro soupravu Claas Axion 940 se systémem Annaburger 33.79

Položka	Náklady [Kč.rok ⁻¹]
Variabilní náklady N_v	376 500
Fixní náklady N_f	1 311 389
Celkové provozní náklady N_c	1 687 889

Tabulka 23 Celkové provozní náklady pro soupravu Massey Ferguson 8680 se systémem ZDT MEGA 33

Položka	Náklady [Kč.rok ⁻¹]
Variabilní náklady rN_v	150 100
Fixní náklady N_f	939 724
Celkové provozní náklady N_c	1 089 824

Poměr mezi celkovými provozními náklady porovnávaných návěsu je zobrazen na obrázku 24.



Obrázek 22 Celkové roční náklady

5.3.2. Jednotkové náklady na tunokilometr jN_{tkm}

Ze získaných dat o přepraveném množství a ujetých kilometrech byly spočítány jednotkové náklady na tunokilometr jN_{tkm} .

Tabulka 24 Jednotkové náklady na tunokilometr jN_{tkm}

Souprava	Jednotkové náklady na tunokilometr jN_{tkm} [Kč.tkm ⁻¹]
Claas Axion 940 se systémem Annaburger 33.79	13,14
Massey Ferguson 8680 se systémem ZDT MEGA 33	61

5.3.3. Investiční náklady

Investiční náklady ve formě pořizovací ceny celého výměnného systému Annaburger 33.79 jsou uvedeny v tabulce 25. Je patrné, že největší část investičních nákladů je spojena s pořízením podvozku.

Tabulka 25 Investiční náklady pro Annaburger 33.79

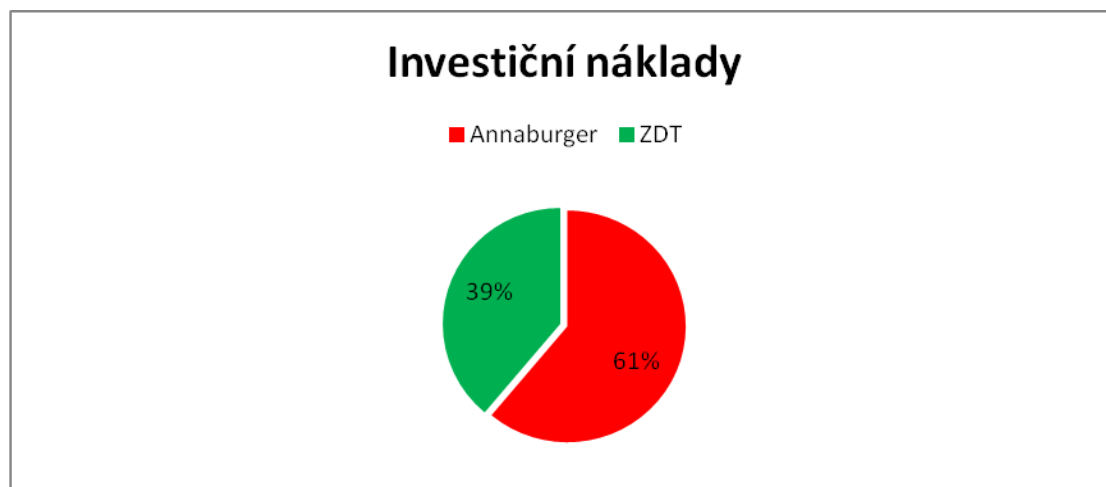
Stroj	Pořizovací cena [Kč]
Podvozek Annaburger 33.79	1 762 460
Korba Annaburger 33.79	722 000
Rozmetadlo Annaburger 33.79	1 024 000
Investiční náklady N_i	3 508 460

Investiční náklady pro výměnný systém ZDT MEGA 33 jsou uvedeny v tabulce 26.

Tabulka 26 Investiční náklady pro ZDT MEGA 33

Stroj	Pořizovací cena [Kč]
Podvozek ZDT MEGA 33	1 132 000
Korba ZDT MEGA 33	372 000
Rozmetadlo ZDT RM 33	725 700
Investiční náklady N_i	2 229 700

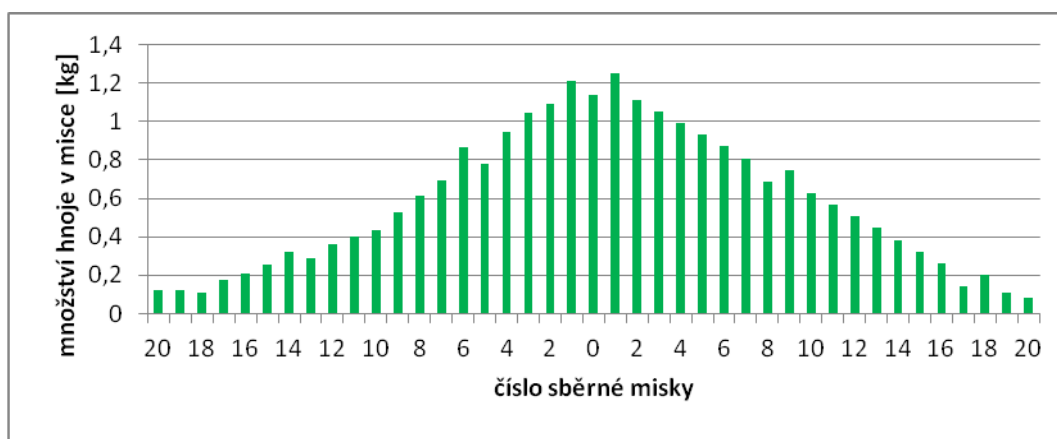
Na obrázku 25 je znázorněn poměr investičních nákladů obou porovnávaných systémů, ze kterého lze vyčíst lepší pozici pro výměnný systém ZDT MEGA 33.



Obrázek 23 Investiční náklady - poměr

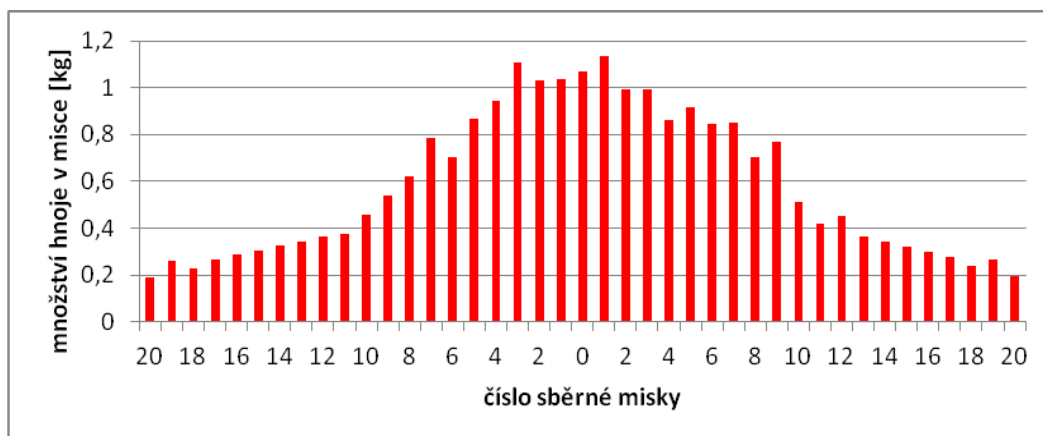
5.4 Porovnání rovnoměrnosti rozmetání

Během měření byl oběma rozmetadly aplikován statkový hnůj od dojného skotu. Hnůj rozmetaný pomocí rozmetadla ZDT RM 33 obsahoval 26,7 % sušiny. Dávka aplikovaná pomocí tohoto rozmetadla byla 24,792 t.ha⁻¹. Průměrné hodnoty ze dvou měření zachycené jednotlivými záchytnými boxy jsou znázorněny na obrázku 26. Se vzrůstající vzdáleností záchytného boxu od rozmetacího ústrojí dávka hnoje klesá. Hmotností rozdíl dosahuje až 90 %.



Obrázek 24 Rovnoměrnost rozmetání - ZDT RM 33

V podniku, kde využívají výměnný systém Annaburger HTS 33.79, byl rozmetán hnůj s obsahem sušiny 25,4 %. Dávka hnoje na hektar byla 24,252 t.ha⁻¹. Od středového záchytného boxu, jenž je označen číslem 0, se postupně dávka hnoje snižuje. Největší rozdíl vzniká mezi boxem č. 0 a boxem č. 20, kde se nachází cca 20 % hmotnosti hnoje. Rovnoměrnost rozmetacího ústrojí STE 12 E je zobrazena na obrázku 27.



Obrázek 25 Rovnoměrnost rozmetání - Annaburger HTS 33.79

Rovnoměrnost rozmetacího ústrojí je na srovnatelné úrovni, avšak u rozmetadla Annaburger jsem zaznamenal lepší schopnosti v rozdělení rozmetaného materiálu, které však může být způsobeno délkou použité slámy pro stlaní.

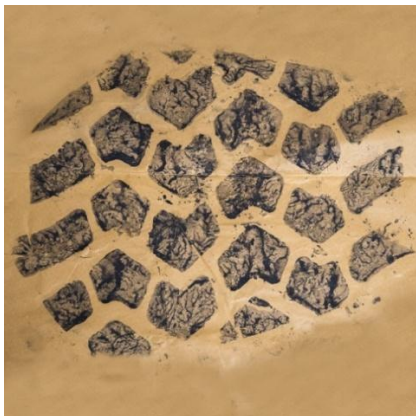
5.5 Porovnání měrných kontaktních tlaků

Další parametr, na který jsem se zaměřil při porovnání podvozku, se týkal vozidlových kol jednotlivých návěsů. Základním kamenem zemědělství je půda, proto by správný farmář měl klást důraz na její kvalitu a měl by zamezit jejímu zbytečnému devastování. Ve velké míře je utužení půdy způsobováno přejezdy těžkých strojů osazených nevhodnými pneumatikami po poli.

Utužení půdy je způsobeno nadměrným měrným tlakem, což je povrchové napětí, které vzniká ve vzájemném styku mezi dvěma tělesy. Jeho značka je p a uvádí se v jednotkách kPa.

Oba srovnávané návěsy jsou opatřeny kombinovanými pneumatikami pro použití na zpevněných i nezpevněných cestách. Pro dodržení maximální povolené šířky je návěs Annaburger osazen pneumatikami Michelin CargoXbib 600/55 R26,5'. Ovšem pro jednoúčelové vozy lze použít i vozidlové kolo o průměru R30,5'. Největší průměr použitého vozidlového kola u dopravního systému ZDT MEGA 33 je R22,5'. Tento rozměr je limitován konstrukcí rámu podvozku. Porovnávaný návěs byl obut na nejpoužívanějších pneumatikách na systémech MEGA, kterými jsou Mitas AR-02 o rozměrech 560/60 R22,5'.

Pro výpočet kontaktního tlaku jsem nejdříve musel zjistit plochu styku pomocí obtisku na pevné podložce. Obtisky byly prováděny s plně naloženým návěsem při tlacích 200 kPa a 400 kPa. Tlak 400 kPa používají oba návěsy při dopravě materiálu z pole do místa skládky, kde je na trase zpevněný povrch a rychlost dosahuje 40 km.h^{-1}



**Obrázek 26 Michelin CargoXbib 600/55
R26,5'**

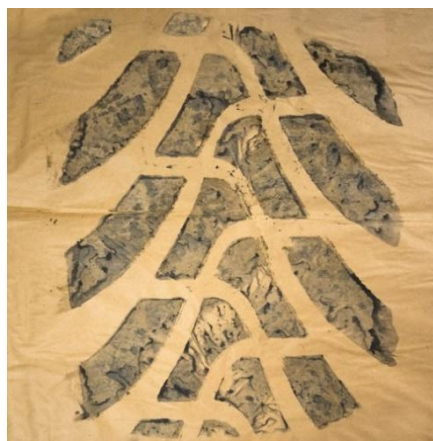


Obrázek 27 Mitas AR-02 560/60 R22,5'

Na obrázku 28 a 29 můžete vidět, jak vypadá obtisk pneumatik při nahuštění na 400 kPa. Pneumatika Michelin CargoXbib použitá na voze Annaburger 33.79 dosahovala průměrné plochy styku $2\,856 \text{ cm}^2$. Při stejném nahuštění a zatížení dosahovala pneumatika Mitas AR-02 plochy styku $2\,530 \text{ cm}^2$, což je o 11,4 % menší plocha styku na jedno vozidlové kolo. Jelikož oba návěsy dosahují stejné hmotnosti, je zcela zřejmé, že kontaktní tlaky návěsu Annaburger HTS 33.79 budou menší. Hodnota kontaktního tlaku pro návěs Annaburger je 137,29 kPa. Vzhledem k menší styčné ploše u výměnného systému MEGA 33 dosahuje kontaktní tlak hodnoty 155 kPa.



**Obrázek 28 Michelin CargoXbib při
huštění na 200 kPa**



**Obrázek 29 Mitas AR-0022 při huštění
400 kPa**

Při rozmetání hnoje je doprava zajišťována z velké míry po poli s probíhajícím rozmetáním, přičemž není dosahováno vysoké přepravní rychlosti. Za této situace jsou pneumatiky Michelin CargoXbib 600/55 R26,5' schopny pracovat při tlaku huštění 200 kPa, aniž by se výrazně zhoršily jízdní vlastnosti návěsu. Snížení tlaku huštění nám zaručí zvětšení styčné plochy na 3 539,25 cm² na jedno vozidlové kolo. Obtisk této plochy zobrazuje obrázek 30. Bohužel uživatelé výměnného systému ZDT MEGA 33 nehuští pneumatiky při rozmetání hnoje na nižší tlak, jelikož se poté zhorší jízdní vlastnosti. Ovšem při huštění pneumatik Mitas AR-02 na 400 kPa je styčná plocha jednoho kola 2 350 cm², což je v tomto případě o 28,5 % menší styčná plocha, než nabízí pneumatika Michelin CargoXbib 600/55 R26,5' nahuštěná na 200 kPa. Při plném zatížení návěsu Annaburger 33.79 s rozmetací nástavbou za použití Michelin CargoXbib 600/55 R26,5' s pracovním tlakem 200 kPa dochází k utužení tlakem 110,81 kPa. U podvozku MEGA 33 vybaveného rozmetací nástavbou RM 33, kde je na menším průměru vozidlového kola použit vyšší hustící tlak, dochází k utužení tlakem 155 kPa.

6 Závěr a diskuze

Pro porovnání byly použity podvozky s hydropneumatickým odpružením. Firma ZDT využívá italských náprav ADR. Podvozky Annaburger jsou vybaveny nápravami od renomovaného německého výrobce BPW. Při porovnání těchto aspektů vychází lépe podvozek Annaburger. Dalším plusem podvozku Annaburger je hydraulicky odpružená oj, kterou firma ZDT prozatím nemá v nabídce.

Dvoustranně sklopné korby dosahují srovnatelných ložných objemů, kdy je rozdíl cca 5 % ve prospěch korby Annaburger. U této korby bych taktéž kladně hodnotil zpracování korby, zajištění zadního čela a odjištění postranice, které je lépe provedeno než u korby ZDT.

U rozmetadel hnoje neshledáme výrazné rozdíly v konstrukci. Obě rozmetací nástavby mají zajištěn posun materiálu pomocí řetězových dopravníků a jsou vybaveny lopatkovým rozmetacím ústrojím. Jednou z velkých výhod rozmetadla Annaburger 33.79 je jeho objem, který je téměř o třetinu větší než u jeho českého konkurenta. Rozmetadlo Annaburger 33.79 disponuje objemem 24 m³, zatímco objem rozmetadla ZDT RM 33 je 18 m³. Větším objemem rozmetadla se výrazně sníží náklady na aplikaci statkových hnojiv a zároveň zvýší výkonnost stroje. Z prováděného měření zabývajícího se rovnoměrností rozmetání vyšla o něco lépe nástavba Annaburger vybavená rozmetacím ústrojím STE - 12E. Toto rozmetadlo dosahovalo taktéž lepších rozdružovacích schopností rozmetaného hnoje.

Z ekonomického hlediska je provoz výměnného systému méně náročný. Náklady na jeden tunokilometr za použití návěsu Annaburger 33.79 vychází 14,13 Kč.tkm⁻¹. Při použití výměnného systému ZDT MEGA 33 vzrostou náklady na tunokilometr o 46,87 Kč na částku 61 Kč. tkm⁻¹. Tento nárůst je způsoben předimenzovaným strojovým parkem podniku Zevos s.r.o., Libčeves. V tomto podniku nemá výměnný systém takové využití jako v podniku Integraz, jelikož jsou v podniku využívány i další traktorové návěsy a pro dopravu na delší vzdálenosti je využívána podniková kamionová doprava, kterou tvoří sedlové tahače Renault s velkoobjemovými návěsy.

Utuzení půdy a s ním spojené kontaktní tlaky na půdu jsou v dnešní době velice diskutovaným tématem. Z tohoto důvodu jsem ve své práci vyhradil prostor této problematice. Po vlastním měření jsem zjistil, že kontaktní tlaky jsou nižší u vozu Annaburger 33.79. Větší kontaktní tlaky vozu ZDT MEGA 33 jsou způsobeny především menším vozidlovým kolem o průměru R22,5'. Firma ZDT je s nejnovějšími požadavky zákazníků na velikost kol obeznámena a pracuje na úpravě podvozku pro použití vozidlového kola o průměru R26,5'. První podvozek MEGA 33 opatřený pneumatikami Mitas 600/55 R26,5' byl zákazníkovi předán v posledním týdnu měsíce února v roce 2015. Jedná se o jednoúčelový stroj, a to rozmetadlo hnoje ZDT RM 33. Jelikož podvozek v této konfiguraci přesahuje povolenou šířku 255 cm pro provoz na pozemních komunikacích, bude používán pro práci na poli, a může být tedy opatřen výše uvedenými pneumatikami o větším průměru a šířce.

Vzhledem k výše uvedeným údajům je jasné patrné, že návěs s výměnnými nástavbami na tridemovém podvozku od firmy Annaburger je z valné většiny ohodnocen lépe. Avšak velmi důležitou roli v rozhodování o koupi návěsu hraje pořizovací cena, která vychází příznivěji pro tuzemský výměnný systém. Dle získaných údajů o ceně vyjde pořízení systému obsahujícího podvozek, korbu a rozmetadlo o cca 1,3 mil Kč levněji z Nového Veselí než z německého Annaburgu.

7 Seznam použité literatury

- [1] SYROVÝ, O. et al. Doprava v zemědělství. Praha: Profi-Press, s.r.o., 2008, 248s. ISBN 978-80-867-26-30-4.
- [2] Vyhláška Ministerstva dopravy a spojů České republiky ze dne 11. července 2002 o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích. In 341/2002. 2002, s. 151.
- [3] STEHNO, L. Podzimní setkání s dopravní technikou; Mechanizace zemědělství, roč. 60, č. 2/2010, s. 16-18. ISSN 0373-6776.
- [4] JAVOREK, F. Maximálně využít výkonnost sklízecích mlátiček; Mechanizace zemědělství, roč. 60, č. 4/2010. s. 52-56. ISSN 0373-6776.
- [5] JAVOREK, F. Statková hnojiva před setím i během vegetace; Mechanizace zemědělství, roč. 60, č. 9/2010, s. 42-48. ISSN 0373-6776.
- [6] Anonym. Klasická rozmetadla hnoje. [<http://www.crs-marketing.cz/produkty/klasicka-rozmetadla-hnoje>] navštíveno 2.2.2015
- [7] MÁLEK, M.; MAŠEK, J. Moderní aspekty dopravy zrnin; Farmář - speciál, roč. 16, č.7/2010, s. 2 - 4. ISSN 1210 - 9789.
- [8] CELJAK, I. Velkoobjemové návěsy v zemědělské dopravě; Farmář - speciál, roč. 16, č.7/2010, s. 6 - 7. ISSN 1210 - 9789.
- [9] HRUŠKA, J. Výměnný systém Annaburger HTS 22.79; Farmář, roč. 16, č.3/2010, s. 34 - 36. ISSN 1210 - 9789.
- [10] HRUŠKA, M. Systém, který snižuje náklady a zvyšuje produktivitu farmářů; Mechanizace zemědělství, roč. 62, č. 6/2012, s. 48-52. ISSN 0373-6776.
- [11] HRUŠKA, J. Nový koncept rozmetadla a senážního vozu; Farmář, roč. 18, č. 11/2012, s. 69-70. ISSN 1210 - 9789.
- [12] Anonym. Unternehmensgeschichte [<http://www.annaburger.de/Unternehmensgeschichte.html>], navštíveno 18.2.2015