

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ  
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**BRNO 2015**

**ONDŘEJ BRYCHTA**



## **DOPRAVNÍ SYSTÉMY S VÝMĚNNÝMI NÁSTAVBAMI V ROSTLINNÉ VÝROBĚ**

Bakalářská práce

*Vedoucí práce:*  
doc. Ing. Jan Červinka, CSc.

*Vypracoval:*  
Ondřej Brychta

## **ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Dopravní systémy s výměnnými nástavbami v rostlinné výrobě vypracoval samostatně a použil jen pramenů a informací, které cituji a uvádím v seznamu literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

Dne .....

Podpis.....

## **PODĚKOVÁNÍ**

Chtěl bych poděkovat panu doc. Ing. Janu Červinkovi, CSc. za odborné vedení a cenné rady k mé bakalářské práci. Samozřejmě děkuji své rodině a přátelům za veškerou podporu po celou dobu studia.

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce se zabývá dopravními systémy s výměnnými nástavbami v rostlinné výrobě. Je zde uveden průřez historií automobilových a traktorových výměnných podvozků a jejich nástaveb. Práce obsahuje stručný popis traktorových výměnných systémů, který je doplněn o nové výměnné nástavby a podvozky. Práce se také zabývá technickým srovnáním vybraných dopravních souprav a provozních nákladů vybraných návěsů.

### **Klíčová slova**

Doprava, univerzální podvozek, výměnná nástavba, dopravní souprava

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis deals with transport systems with exchangeable extensions in crop production. There is history cross section of automobile and tractor chassis exchange systems and of their extensions. Thesis contains brief description of tractor exchange systems, which is accompanied by new exchange extensions and chassis. Thesis deals with technical comparison of selected transport sets and running costs of selected trailers too.

### **Key words**

Transport, universal chassis, exchange system, transport set

## OBSAH

1	ÚVOD.....	8
2	CÍL PRÁCE.....	9
3	DOPRAVA V ZEMĚDĚLSTVÍ.....	10
3.1	Rozdělení dopravy v zemědělství.....	10
3.1.1	Materiálové toky.....	10
3.2	Manipulace s materiálem v zemědělství.....	11
3.3	Vlastností zemědělských materiálů.....	12
3.4	Časové rozložení zemědělské dopravy v roce.....	13
3.4.1	Dopravní a přepravní vzdálenosti.....	13
3.5	Dopravní prostředky a manipulační zařízení.....	13
4	LEGISLATIVA.....	14
4.1	Nejvyšší dovolené zatížení vozidel.....	14
4.2	Nejvyšší dovolené rozměry vozidel.....	15
5	HISTORIE NOSIČŮ VÝMĚNNÝCH NÁSTAVEB.....	16
5.1	Automobilová doprava.....	16
5.1.1	Nákladní automobily Tatra.....	16
5.1.1.1	Tatra 815 agro.....	18
5.1.2	Nákladní automobily Škoda Liaz.....	18
5.2	Traktorová doprava.....	19
6	TATRA AGROTRUCK.....	20
6.1	Legislativa.....	20
6.2	Technické parametry.....	21
6.2.1	Pneumatiky.....	21
6.3	Nástavby.....	22
6.3.1	Velkoobjemová nástavba.....	22
6.3.2	Cisterna.....	23
7	TRAKTOROVÉ DOPRAVNÍ VÝMĚNNÉ SYSTÉMY.....	23
7.1	Technické parametry.....	24
7.1.1	Podvozek.....	24
7.1.2	Odpružení.....	24
7.1.3	Brzdy.....	25

7.1.4	Spojení s tažným prostředkem.....	26
7.2	ZDT Giga 45.....	27
7.2.1	Všeobecné parametry.....	28
7.3	Annaburger Teleliner.....	28
7.3.1	Přestavba rozmetadla na senážní vůz.....	29
7.4	Krone TX 560.....	29
7.5	Joskin Cargo.....	30
7.6	Bergmann GTW 430.....	31
8	HODNOCENÍ VYBRANÝCH TYPŮ DOPRAVNÍCH SOUPRAV.....	32
8.1	Technické parametry.....	33
8.1.1	Technické parametry tahačů.....	33
8.1.2	Technické parametry návěsů.....	33
8.1.3	Technické zhodnocení vybraných dopravních souprav.....	34
8.2	Ekonomické zhodnocení.....	35
8.2.1	Provozní náklady vybraných návěsů.....	35
8.2.1.1	Bergmann Umikov NP 2.....	36
8.2.1.2	Bergmann HTW 65.....	37
8.3	Porovnání vybraných souprav pomocí modelového příkladu.....	39
8.3.1	Výpočet.....	39
8.3.1.1	Souprava č. 1.....	40
8.3.1.2	Souprava č. 2.....	41
8.3.2	Zhodnocení.....	42
9	ZÁVĚR.....	43
10	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	44
11	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	47
12	SEZNAM TABULEK.....	48

# 1 ÚVOD

Nákladní doprava v České republice je nedílnou součástí národního hospodářství státu, protože se díky ní uskutečňuje velká část pracovních operací a ona sama je velice významnou nositelkou pracovních příležitostí. V České republice existuje několik forem nákladní dopravy, je to např. železniční doprava, letecká doprava, vodní doprava nebo zemědělská doprava, kde nezastupitelnou roli představuje doprava a přeprava materiálů v zemědělské výrobě. Zemědělská výroba je celek s velkým počtem pracovních a dopravních operací ve výrobním procesu se značně složitým časovým a prostorovým uspořádáním. Doprava v zemědělství se od ostatních druhů dopravy odlišuje hned několika parametry, díky kterým se stává specifickým druhem logistiky. Mezi specifika zemědělské dopravy patří například velká různorodost přepravovaných materiálů, sezónnost, různá měrná hmotnost nebo přepravní podmínky, kdy je třeba provádět dopravu jak na poli, tak na silnici během jedné pracovní operace. Pro tyto zvláštní podmínky je třeba vyhledat komplexní způsob jejich řešení. V tomto směru jsou univerzální podvozky a jim příslušné výměnné nástavby adekvátním řešením.

Výměnné nástavby lze rozdělit na dva základní celky, je to nosič a jemu příslušná nástavba. Nosičem nástavby můžeme rozumět traktorový univerzální podvozek, automobilový podvozek anebo samojízdný podvozek. Výměnných nástaveb existuje velké množství, můžeme sem zařadit velkoobjemovou vanovou korbu, rozmetadlo hnoje, rozmetadlo minerálních hnojiv, velkoobjemovou korbu pro řezanku nebo cisternu pro aplikaci kejdy. Celý systém výměny nástaveb funguje na jednoduchém principu výměny jedné nástavby za druhou a tím pokrytí více operací pomocí jednoho kompaktního systému, což je oproti klasickým jednoúčelovým návěsům a přívěsům velkou výhodou. Dobu výměny nástavby udává výrobce, zpravidla nepřekračuje 30 minut. Další výhodou je jistě využití systému výměnných nástaveb po celý rok a samozřejmě také menší finanční náročnost provozu.

V dnešní době, při stále větším výskytu bioplynových linek a s tím spojené i vzrůstající spotřebě krmných komodit, se neustále klade důraz na zvětšování objemů a množství přepravovaných komodit a přepravních rychlostí. Zde je kladen velký tlak na výrobce, kteří musí uspokojit požadavek zákazníka, ale samozřejmě přitom dodržet potřebnou legislativu.



## **2 CÍL PRÁCE**

Cílem bakalářské práce je doprava v zemědělství. Je řešena jak pomocí klasického traktorového přípojného vozidla, tak i novinkou v zemědělské dopravě, kterou je autotraktorový zemědělský tahač. V práci jsou popsány nové typy nástaveb světových výrobců a je zde zpracováno hodnocení klasické traktorové soupravy a autotraktorové soupravy.

### **3 DOPRAVA V ZEMĚDĚLSTVÍ**

Výrobní procesy v zemědělství se liší od výrobních procesů u většiny ostatních odvětví národního hospodářství především biologickou podstatou, závislostí na přírodních podmínkách, přetržitostí pracovního procesu a nepřetržitostí technologického procesu, dlouhými výrobními cykly a plošným charakterem. Pro zemědělství jsou charakteristické jednosměrné materiálové toky, které nedovolují využít zpětných jízd dopravních prostředků. Průměrné rychlosti dosahované dopravními prostředky v zemědělství jsou nižší, než je tomu u většiny ostatních odvětví národního hospodářství. Je to dáno tím, že většinu dopravy v zemědělství zajišťují traktorové dopravní soupravy. [11]

#### **3.1 Rozdělení dopravy v zemědělství**

Doprava v zemědělství se dělí na vnější (mimopodnikovou) a vnitřní (vnitropodnikovou) dopravu.

Vnější, mimopodniková doprava zajišťuje pohyb materiálu mezi podnikem a vnějšími činiteli reprodukčního procesu. Jde o dopravu spojenou se zásobováním, odbytem výrobků a dopravu uskutečněnou v rámci kooperačních, popř. integračních vazeb mezi zemědělskými nebo jinými podniky.

Vnitřní, vnitropodniková doprava zabezpečuje toky materiálů v rámci podniku. Zahnuje dopravu meziproductů uvnitř výrobních jednotek. Je těžištěm veškeré dopravy v zemědělství. Z hlediska volby technického zabezpečení je vhodné její členění na dopravu meziobjektovou a vnitroobjektovou. Meziobjektová doprava spojuje jednotlivá místa, ve kterých probíhají výrobní operace a pracovní procesy, mezi sebou nebo s místy uskladnění materiálu. Vnitroobjektová manipulace zajišťuje vedle veškeré dopravy materiálu uvnitř jednoho objektu i mezioperační skladování. [11]

##### **3.1.1 Materiálové toky**

Materiálové toky představují materiálové toky v dopravě vnitřní a vnější. Mezi hlavní materiálové toky vnitřní dopravy patří materiálové toky směřující z pole a na pole. K materiálovým tokům směřujícím z pole lze zařadit toky vznikající při sklizni, zpracování a uskladnění rostlinných produktů. V materiálových tocích směřujících na pole převažuje doprava a aplikace statkových a minerálních hnojiv a doprava vody k postřikovačům. K materiálovým tokům ve vnější dopravě patří zejména doprava produktů

roslinné a živočišné výroby ze zemědělského podniku k odběratelům a od dodavatelů do zemědělského podniku. [11]

*Tabulka 1 - Materiálové toky ve vnitřní dopravě přepočítané na hektar zem. půdy [11]*

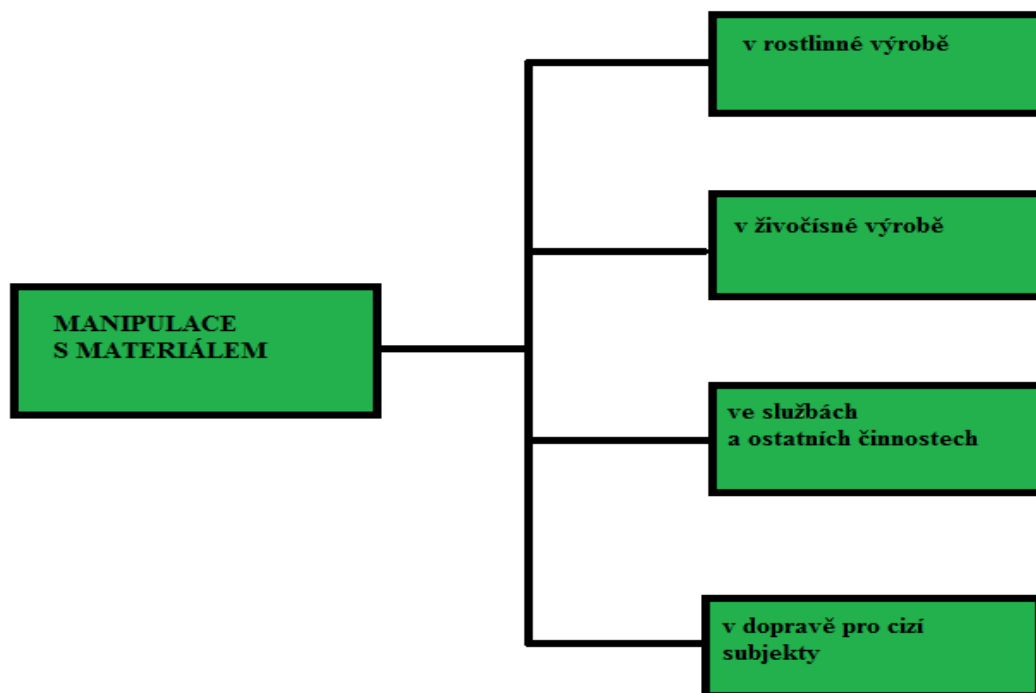
Materiálový tok	Množství dopravovaného materiálu (t.ha <sup>-1</sup> )	Spotřeba motorové nafty (l.ha <sup>-1</sup> )	Přímé náklady (Kč.ha <sup>-1</sup> )
Směřující z pole	6,1	5,5	518,3
Směřující na pole	8,4	5	396,2
Ostatní (výdej krmiv)	4,7	5,7	543,2

*Tabulka 2 - Materiálové toky ve vnější dopravě přepočítané na hektar zem. půdy [11]*

Materiálový tok	Množství dopravovaného materiálu (t.ha <sup>-1</sup> )	Spotřeba motorové nafty (l.ha <sup>-1</sup> )	Přímé náklady (Kč.ha <sup>-1</sup> )
Směřující ze zem. podniku	2,7	8,1	698,7
Směřující do zem. podniku	1,3	3,5	315

### **3.2 Manipulace s materiálem v zemědělství**

Manipulace s materiálem zabezpečuje pohyb a skladování materiálu ve všech výrobních odvětvích, službách a dalších činnostech zemědělského podniku. Každá oblast má své specifické požadavky jak na technické prostředky, tak i způsob organizace dopravních a manipulačních prací. Oblasti manipulace s materiálem v zemědělství podle výrobních odvětví a ostatních činností uvádí obrázek 1.



Obrázek 1 - Manipulace s materiálem v zemědělství [11]

### 3.3 Vlastností zemědělských materiálů

Počet dopravovaných materiálů v zemědělství se pohybuje v rozmezí mezi 200 až 300 druhy. Dělí se podle fyzikálně-mechanických a chemicko-morfologických vlastností. K těmto vlastnostem je třeba přihlížet při konstruování vozidel, podvozků, nástaveb, volbě termínů k dopravě a organizaci celých linek. Přepravovaný materiál je ze značné části tvořen živými organismy, kterým může vadit rozdílná teplota, otřesy apod. Základní hlediska pro třídění uvádí tabulka 3. [10]

Tabulka 3 - Vlastnosti zemědělských materiálů [10]

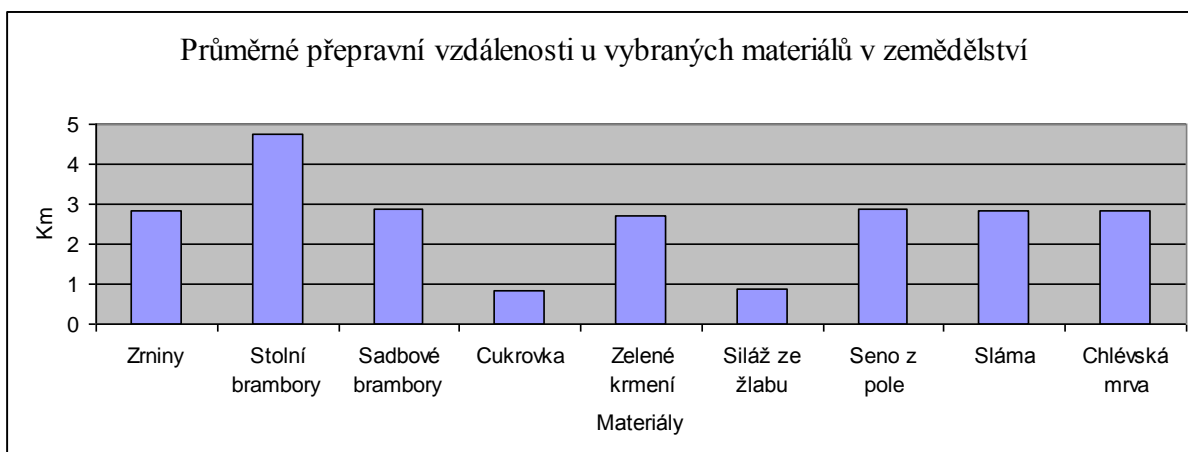
Druh vlastnosti	Název	Významný znak
Fyzikální vlastnosti	objemová hmotnost, skupenství vnitřní tření vnější tření	$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , $\text{t}\cdot\text{m}^{-3}$ plynné, kapalně, pevné tvořící klenby, soudružné kluzké, drsné
Chemické vlastnosti	reakce nebezpečné pro zdraví	kyselá, neutrální žiravý, jedovatý, vznětlivý
Morfologické vlastnosti	tvar	kulatý, zrnitý, kusový
Citlivost k vnějším vlivům	necitlivost citlivost	bez označení lomivý, podléhající zkáze, nárazu, nevzdorný

### 3.4 Časové rozložení zemědělské dopravy v roce

Nejvyšší objem dopravy se ve většině zemědělských podniků uskutečňuje v období od srpna do října. Toto období platí zejména pro podniky s rostlinnou výrobou. U podniků s živočišnou výrobou je celoroční doprava značně stabilnější a uskutečňuje se po celý rok. V podnicích s rostlinnou výrobou se vyskytují v podstatě dvě dopravní špičky, z nichž jedna je od začátku srpna do konce října a druhá je od poloviny května do začátku července. V ostatním období roku, kdy doprava není tak markantní, je třeba hledat náhradní využití dopravní techniky a uskutečňovat dopravu různých komodit, které nejsou přímo spojeny s přepravou v zemědělství (např. doprava stavebních hmot, paliv, apod.) [8]

#### 3.4.1 Dopravní a přepravní vzdálenosti

Dopravní vzdálenosti udávají oddělení místa nakládání materiálu na vozidla, jeho vykládání a jeho uskladnění nebo předání do výrobního procesu. Přepravní vzdálenosti vyznačují dráhu vozidla od místa nakládky k místu vykládky, vedle objemu dopravy tvoří základní faktor pro určení skutečné potřeby lidí a strojů v dopravě. Dopravní vzdálenost určuje dopravní proces, tj. rychlost jízdy, dopravní výkonnost, čas dopravy, spotřebu práce. [8]



Obrázek 2 - Průměrné přepravní vzdálenosti u vybraných materiálů v zemědělství [3]

### 3.5 Dopravní prostředky a manipulační zařízení

Vzhledem k rozsáhlému sortimentu materiálu, který se v zemědělství přepravuje a vzhledem ke specifickým nárokům zemědělské výroby existuje rozsáhlý soubor stro-

jů, které tyto manipulační operace zajišťují. Optimální využití těchto strojů, vedoucí k minimalizaci nákladů na manipulaci s materiálem, potřeby pracovních sil, spotřeby pohonných hmot a materiálu, je podmíněno vysokou úrovní plánování a řízení. [8]

## **4 LEGISLATIVA**

V České republice pojednává o provozu vozidel několik zákonů. Mezi hlavní patří zákon č. 56/2011 Sb., o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích (zákon o silničním provozu), zákon č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě a další. Pomocí těchto zákonů se vozidla rozdělují na jednotlivé druhy a kategorie. Ze silničních vozidel je v zemědělství nejčastěji využíváno přípojné vozidlo, které je definováno jako silniční nemotorové vozidlo určené k tažení jiným vozidlem, s nímž je spojeno do soupravy, dále pak také nákladní vozidlo. Ze zvláštních vozidel, které jsou definovány jako vozidla vyrobené k jiným účelům než k provozu na pozemních komunikacích, které mohou být při splnění podmínek stanovených zákonem, k provozu na pozemních komunikacích schváleny, se v zemědělství nejčastěji využívají zemědělské nebo lesnické traktory a jejich přípojná vozidla, pracovní stroje samojízdné a pracovní stroje přípojné. Zákony dále stanovují i nejvyšší dovolené zatížení vozidel dle počtu náprav a nejvyšší možné rozměry. [3]

### **4.1 Nejvyšší dovolené zatížení vozidel**

Okamžitá hmotnost přípojného vozidla nebo přípojných vozidel smí být u souprav s nejvyšší rychlostí do  $40 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  nejvýše 2,5 násobku okamžité hmotnosti tažného vozidla. U souprav traktoru a traktorového návěsu se okamžitou hmotností každého z vozidel soupravy rozumí součet hmotnosti připadající na nápravy traktoru, respektive návěsu. Okamžitá hmotnost přípojného vozidla nebo přípojných vozidel smí být u souprav s rychlostí vyšší než  $40 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  nejvýše 1,5 násobku okamžité hmotnosti tažného vozidla. Vzdálenost mezi poslední nápravou motorového vozidla, jehož největší povolená hmotnost převyšuje 3,5 t, a první nápravou přívěsu, jehož největší povolená hmotnost převyšuje 3,5 t, musí být nejméně 3 m. U traktorových návěsů může být nejvyšší připadající hmotnost na závěsné zařízení (oko oje) maximálně 3 t, u traktorových přívěsů s nápravami uprostřed maximálně do 1 t. Maximální dovolené zatížení jednotlivých přípojných vozidel je uvedeno v tabulce 4. [3]

Tabulka 4 - Nejvyšší dovolené zatížení vozidel [3]

Počet náprav	Rozdělení vozidla	Rozvor (m)	Povolené zatížení (t)
jednotlivá			10
jednotlivá hnací			11,5
dvojnápravy	motorová vozidla	0–1	11,5
		1,0–1,3	16
		1,3–1,8	18
	přípojná vozidla	0–1	11
		1,0–1,3	16
		1,3–1,8	18
	přívěsy		18
trojnápravy	motorová vozidla		25
	přípojná vozidla	0–1,3	21
		1,3–1,4	24
	přívěsy		24
čtyři a více náprav	motorová vozidla		32
	přívěsy		32
jízdní souprava			48

## 4.2 Nejvyšší dovolené rozměry vozidel

Pro používání vozidel, která včetně nákladu přesahují stanovené rozměry, na pozemních komunikacích platí zvláštní právní předpisy. Nejvyšší povolené rozměry vozidel a jízdních souprav jsou uvedeny v tabulce 5. [3]

Tabulka 5 - Nejvyšší dovolené rozměry vozidel [3]

Druh vozidla	Šířka (m)
osobní automobil	2,5
traktor, nákladní automobil, autobus, návěsy a přívěsy	2,55
samojízdné a výměnné tažené stroje	2,6
nesené pracovní stroje v soupravě s nosičem	2,6
Druh vozidla	Výška (m)
tahač s návěsem	4
Druh vozidla	Délka (m)
jednotlivé vozidlo mimo autobusu a návěsů	12
souprava tahače s návěsem	16,5
souprava motorového vozidla s jedním přívěsem	18,75
souprava traktoru s jedním přívěsem nebo návěsem	18
souprava traktoru s přípojným pracovním strojem	18
souprava se dvěma přívěsy nebo s návěsem a jedním přívěsem	22

## 5 HISTORIE NOSIČŮ VÝMĚNNÝCH NÁSTAVEB

### 5.1 Automobilová doprava

Automobily používané v zemědělství byly různé varianty automobilu silničních, terénních nebo vojenských. Tyto zemědělské automobily tzv. agrovarianty, se vyznačovali pohonem všech kol nebo více náprav s ohledem na nasazení v zemědělství, odpovídajícími pneumatikami, řešením nástaveb odpovídajícím potřebám zemědělského provozu. U vozidel pro kombinované nasazení pole-silnice se používali obvykle širokopřílové nízkotlaké pneumatiky s vhodným dezénem. V 80. letech 20. století došlo k rozšíření zemědělských nástaveb na tzv. agropodvozcích. Tyto nástavby byly řešeny speciálně podle požadavků a potřeb zemědělství. Nástavby byly různého provedení, jako např. korby pro objemné hmoty, korby určené k aplikaci průmyslových i statkových hnojiv, krmné nástavby, speciální nástavby pro obilí, brambory apod. Všechny nástavby byly snímatelné s výjimkou případů, kdy bylo zajištěno dlouhodobé využití jedné nástavby na podvozku, jako např. fekální cisterny pro specializované závody živočišné výroby, nebo přepravníky jaderných krmiv. Vzájemná výměna nástaveb se prováděla s použitím dílenského zvedacího zařízení nebo pomoci vzduchového pérování (Tatra 815 agro). [10]

Tabulka 6 - Průměrná dopravní vzdálenost v zemědělství [1]

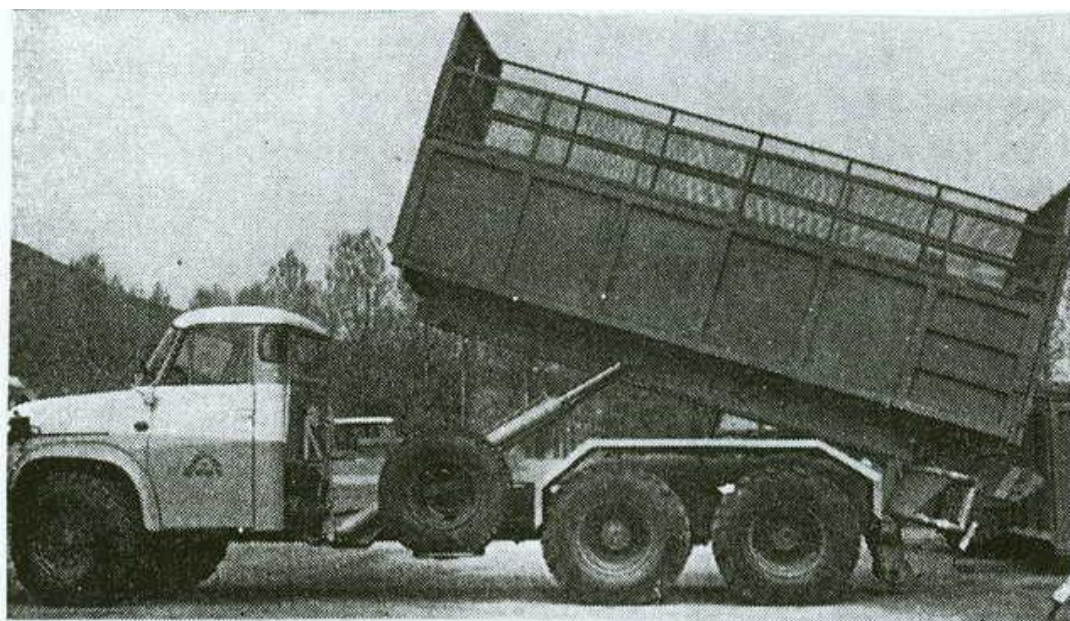
Rok	Průměrná dopravní vzdálenost (km)
1975	5
1980	6,5
1990	10,5
2000	11,5

#### 5.1.1 Nákladní automobily Tatra

Jednou z nejdůležitějších předností koncepce Tatra byla vysoká torzní tuhost podvozku. Tato velmi torzně tuhá a stabilní základna dovolovala na podvozky tatra umístit vysoké nástavby. Páteřový nosník kruhového průřezu, který tvoří centrální troubu, poskytoval možnost velmi výhodné konstrukce nezávislého zavěšení polonáprav a stavebnicové uspořádání se dvěma nápravami vpředu nebo vzadu. Progresivní odpružení spolu s nezávislým zavěšením a s vysokou tuhostí páteřového rámu umožňovalo dobrou



průchodnost, snadnou ovladatelnost, vysokou pлавnost a dobrou kontrolu jízdy při vysokých rychlostech v členitém terénu. V roce 1942 se začal vyrábět model Tatra 111, který se stal důležitým mezníkem ve výrobě nákladních aut v Kopřivnici. Tatra 111 se vyráběla do roku 1962, kdy na ni navázali modely Tatra 138, Tatra 148 a Tatra 813 v nejrůznějších provedeních. [8,10]



*Obrázek 3 - Tatra 138 s velkoobjemovou nástavbou [25]*

Zmodernizováním modelu Tatra 138 vznikl v roce 1971 nový model Tatra 148. Pro zemědělství byl označován jako model Tatra 148 agro.



*Obrázek 4 - Tatra 148 agro s nástavbou na rozmetání statkových hnojiv [15]*

### **5.1.1.1 Tatra 815 agro**

Tatra 815 se začala vyrábět v letech 1983-1984 jako nástupce Tetry 148 a Tetry 813 v několika variantách. Pro zemědělství byla vyvinuta speciální koncepce Tatra 815 agro s možností vyměnitelných nástaveb, mezi které patřila dvoustranná sklápěcí nástavba, rozmetadlo chlěvské mrvy, rozmetadlo tuhých průmyslových hnojiv, fekální cisterna a přepravní a aplikační cisterna na vápno. Jednotný podvozek jako nosič pro uvedené nástavby byl řešen pro kombinované nasazení pole-silnice. Podvozek je třínápravový s vypínatelným pohonem přední nápravy. [8,9,10]



*Obrázek 5 - Nosič nástaveb Tatra 815 agro [9]*

### **5.1.2 Nákladní automobily Škoda Liaz**

Pro tyto automobily byla charakteristická dlouhá životnost a hospodárnost provozu. Při konstrukci se přihlíželo ke všem požadavkům a potřebám tehdejších výrobců. Pro zemědělství byl určen nákladní automobil Škoda Liaz MTSP 27, který spolu s výměnnými nástavbami, které tvořily např. velkoobjemová sklápěcí nástavba, nebo rozmetadlo hnoje, byl ve své době významným milníkem při dopravě a přepravě v zemědělství.[10]



*Obrázek 6 - Škoda Liaz MTSP 27 s velkoobjemovou silážní nástavbou [17]*

## **5.2 Traktorová doprava**

Traktorová doprava měla svůj význam zejména ve vnitropodnikové dopravě, tedy v obvodu zemědělského podniku. Traktorová doprava byla při stejných užitečných hmotnostech dopravních prostředku rovnocenná dopravě automobilové, avšak pouze na velmi krátké vzdálenosti (do 4 km). V traktorových dopravních soupravách se používali nejprve přívěsy. S přechodem na relativně lehké konstrukce traktorů, které pro využití výkonů svých motorů byly dotěžovány přídatným závažím, se začali rozšiřovat i traktorové návěsy. Stále stoupající výkony traktorů si žádaly traktorové návěsy s větší užitečnou hmotností, které se pohybovaly mezi 15 ž 20 t. Tyto těžké traktorové soupravy byly využívány zejména v tzv. dopravních špičkách, kdy bylo třeba přepravovat velké množství komodit.[10]



*Obrázek 7 - Tandemový návěs T-088 s objemovou nástavbou[8]*

## **6 TATRA AGROTRUCK**

Díky stále stoupajícím nárokům na přepravu materiálu v zemědělství, jako je stále se zvyšující přepravní vzdálenost a vyšší množství přepravovaného materiálu, byl v Kopřivnici vyvinut nový tahač Tatra Phoenix agrotruck, který spolu s různými návěsnými nástavbami, vyšší přepravní rychlostí, vysokou nosností a dobrou průchodností terénem dokáže přepravit více materiálu za kratší dobu, než srovnatelné traktorové soupravy o stejném výkonu. Tatra Phoenix je výborným řešením pro typy zemědělských podniků, které hospodaří na velkých rozlohách a jejichž objem přeprav převyšuje objem mechanizačních prací.

### **6.1 Legislativa**

Tatra Phoenix Agrotruck díky specifickým, mezi které patří, nejvyšší povolená rychlost 65 km.h<sup>-1</sup>, ochranný rám za kabinou, zadní natáčecí náprava, etážový závěs a závěs piton fix K-80, splňuje podmínky, díky kterým je na základě individuálního řízení pro provoz na pozemních komunikacích schválena jako traktor. Výhody vyplývající z tohoto individuálního řízení jsou zejména v neplacení silniční daně, nepotřebě tachografu a s tím spojených bezpečnostních přestávek. Další velkou výhodou je fakt, že pro řízení Agrotrucku postačuje řidičské oprávnění skupiny T, na které se nevztahují zkoušky profesní způsobilosti.

## 6.2 Technické parametry

Agrotruck Tatra Phoenix je osazena silným šestiválcovým motorem o objemu téměř 13 litrů. Převodovka je automatická, automatizovaná nebo manuální s počty rychlostních stupňů 6 nebo 16. Agrotruck je postaven na páteřovém podvozku, který je typický pro vozy Tatra. Podvozek je třinápravový. Všechny tři nápravy jsou poháněné, s výkvnými polonápravami. Poslední náprava je říditelná pomocí elektrohydraulického systému do rychlosti 40 km.h<sup>-1</sup>, díky čemu spolu s flotačními pneumatikami přispívá ke zmenšení měrného tlaku na půdu. Celková hmotnost vozidla je 25 000 kg, maximální technická přípustná hmotnost vozidla je 27 000 kg. Celková hmotnost soupravy udávána výrobcem je 48 000 kg, celková maximální technická přípustná hmotnost soupravy je pak 75 000 kg. Maximální zatížení točnice je dáno hmotnosti 16 500 kg. [5]



Obrázek 8 - Zemědělský tahač Tatra Phoenix Agroturck [23]

### 6.2.1 Pneumatiky

Je-li třeba zachovat kvalitu základního zdroje pro výrobu zemědělských plodin, je důležité dosáhnout co nejnižšího měrného tlaku na půdu. Tohoto lze velmi dobře dosáhnout pomocí tzv. flotačních pneumatik, jejichž hlavní předností je šetrný vliv na podloží a ochrana půdy. Díky svému tvaru a koncepci se používají u těžkotonážních automobilů a návěsů. Tatra Agrotruck v soupravě s návěsem dosahuje hmotnosti okolo

65 000 kg. Při opakovaných přejezdech na poli je volba vhodných pneumatik u takto těžkých souprav zcela zásadní pro růst a výnos plodin.



Obrázek 9- Typy flotačních pneumatik [22]

## 6.3 Nástavby

### 6.3.1 Velkoobjemová nástavba

Velkoobjemová nástavba Bergmann je usazena na tandemovém podvozku UMI-KOV NP 2. Podvozek je osazen dvěma nezávisle říditelnými nápravami se zesílenými nápravnicemi o nosnosti 12 tun se vzduchovým pérováním. Objem nástavby činí 65 m<sup>3</sup>. Při průjezdu zatáčkou je možno návěs řídit závisle nebo nezávisle na pohybu tahače. [5]



Obrázek 10 - Tatra Phoenix s velkoobjemovou nástavbou Bergmann [13]

### 6.3.2 Cisterna

Velkoobjemová přepravní cisterna je určena primárně k přepravě digestátu a kejdy ze stáječihó místa bioplynové stanice na pole k aplikační lince. Cisterna je uložena na tridemovém podvozku, kapacita cisterny činí 30 m<sup>3</sup>. Velkoobjemová cisterna je speciálně agregována jako přípojné vozidlo pro Tatra Agrotruck.



Obrázek 11 - Tatra Phoenix s velkoobjemovou přepravní cisternou [24]

## 7 TRAKTOROVÉ DOPRAVNÍ VÝMĚNNÉ SYSTÉMY

Výměnné systémy jako takové jsou řešeny jako soubor jednoúčelových nástaveb, které společně s vhodným podvozkem tvoří celek využívaný zemědělským podnikem aktivně po celý rok, a to zejména v dopravě a přepravě různých komodit jak v rostlinné, tak živočišné výrobě. Výměna jedné nástavby za druhou probíhá za pomoci odstavného systému umístěného na univerzálním podvozku. Výměnu provádí řidič tažného prostředku. Doba záměny jedné nástavby za druhou nepřesahuje 30 minut. Výměnnými nástavbami rozumíme např. vanovou korbu, rozmetadlo statkových hnojiv, rozmetadlo minerálních hnojiv, cisternu pro převoz a aplikaci kejdy nebo velkoobjemovou nástavbu.

## 7.1 Technické parametry

### 7.1.1 Podvozek

Podvozek, jakožto základní jednotka přípojných a návěsných vozidel, se skládá hned z několika částí, které svým účelem více či méně přispívají k celkové bezpečnosti jízdy celé soupravy. Základem podvozku je tažná oj, rám s odpružením, nápravy s koly, elektroinstalace a brzdy. Mezi další vybavení podvozku patří např. odstavný systém nebo zadní ochranný rám. Velice významné jsou u každého podvozku také konstrukční požadavky, mezi které patří např. nejvyšší dovolená rychlost, nejvyšší dovolené zatížení náprav, nebo svahová dostupnost, či průchodnost terénem.



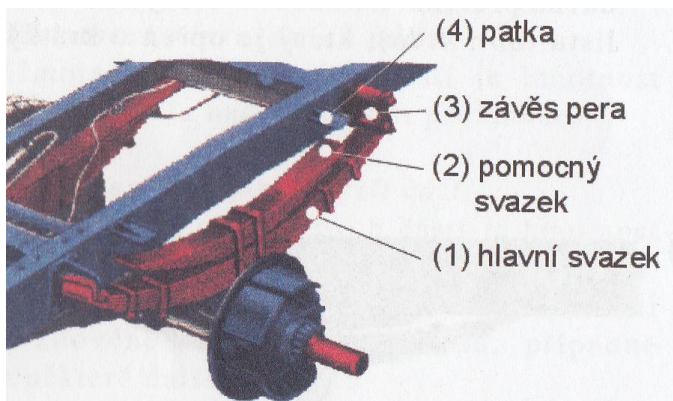
Obrázek 12- Podvozek Mega 20 [foto autor]

### 7.1.2 Odpružení

Odpružení zmenšuje přenos kmitavých pohybů náprav vozidla na jeho podvozkové části, zvyšuje životnost některých dílů podvozku a zajišťuje stálý styk pneumatiky s vozovkou. Tím je u přípojných vozidel zajištěn přenos zejména obvodových brzdných sil. Mezi nejčastěji používané odpružení přípojných vozidel dnes patří odpružení pomocí listových per nebo pomocí hydropneumatického odpružení.

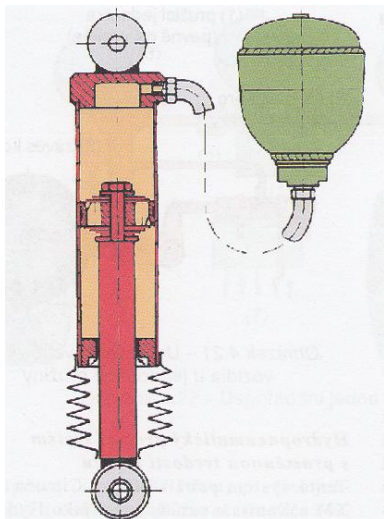
Listové pero je tvořeno hlavním listem s oky, dalšími listy, třmeny, sponami a středovým šroubem. Jednotlivé listy jsou vzájemně spojeny pomocí třmenů a spon tak, aby bylo možné při propružení změnit délku pera. Z tohoto důvodu je také jeden konec pera uchycen na rám, aby byl umožněn jeho pohyb. Spony brání vybočování z přímého směru, podélnému posuvu listů brání středový čep. Listové pero znázorňuje obrázek 13. [7]





Obrázek 13 - Podélně umístěné listové pero [7]

Hydropneumatické odpružení je dnes stále více využíváno a vyžadováno. Skládá se ze dvou částí, z válce pružiny, který zajišťuje přenos síly z nápravy na stlačený plyn a zásobníku stlačeného plynu, obvykle dusíku, který je stlačen na požadovaný tlak. Plyn je od oleje oddělen membránou. Membrána zabraňuje pění oleje plynem, a tím zajišťuje správnou funkci pružiny. Hydropneumatické odpružení umožňuje, aby vozidlo s rostoucí hmotností nákladu neklesalo a vzdálenost mezi pneumatikami a ložnou plochou zůstala stejná. Hydropneumatické pérování také umožňuje samostatné zavěšení kol, což zvyšuje celkovou stabilitu vozidla. [7,11]

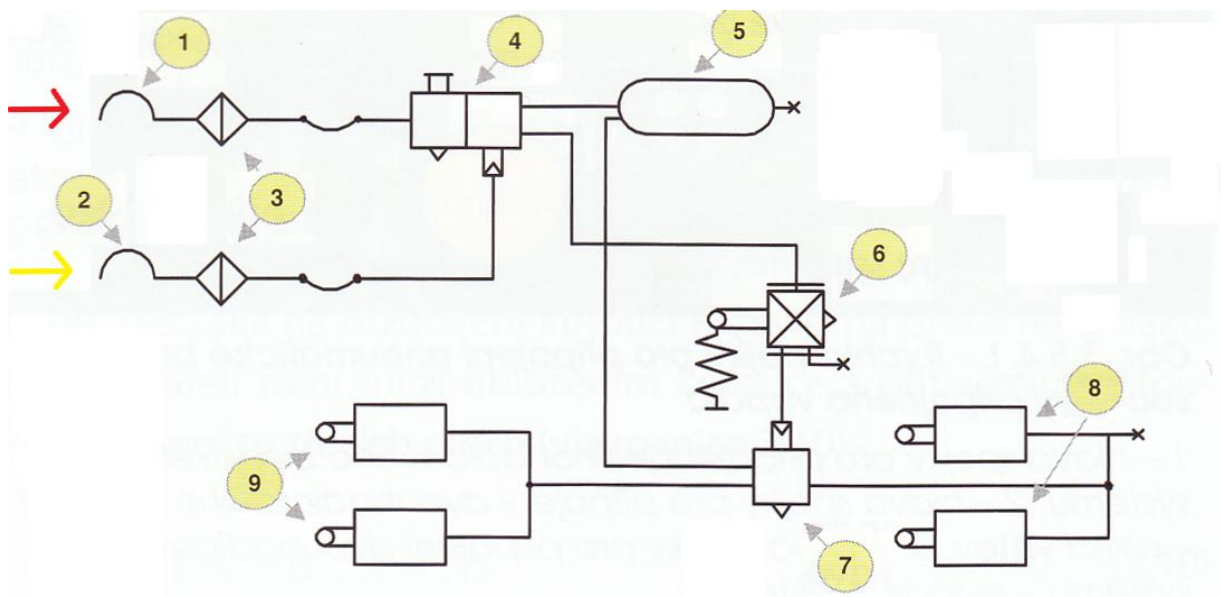


Obrázek 14 - Hydropneumatické odpružení [7]

### 7.1.3 Brzdy

Pro ovládání a dopravu energie pro zajištění provozu brzd přípojného vozidla slouží tažné vozidlo. Brzdy se používají nejčastěji pneumatické ale také hydraulické. Pro brzdění přípojného vozidla se používá jednohadicový nebo dvouhadicový jednookruhový

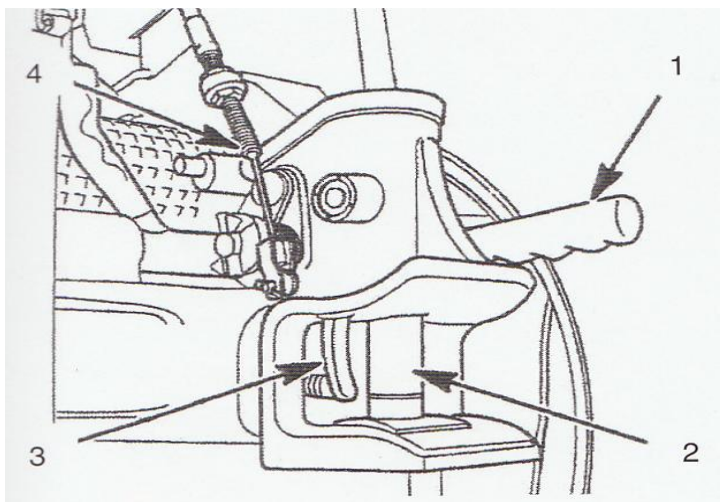
brzdový systém anebo tříhadicový dvouokruhový brzdový systém. Přípojně vozidlo je s tažným vozidlem spojeno příslušným počtem spojovacích hadic. U jednohadicových brzd je spojovací potrubí využito jak pro dodávání energie tlakového vzduchu, tak pro ovládání samotných brzd. U vícehadicových brzd je vždy jedno potrubí určeno k neustálému doplňování vzduchojemu přípojně vozidla a další potrubí je určeno k ovládání samotných brzd. [1]



Obrázek 15 - Schéma dvouhadicových brzd návěsu, 1 – spojková hlavice plnicího potrubí návěsu, 2 – spojková hlavice ovládacího potrubí návěsu, 3 – vzduchové filtry chránící komponenty tlakovzdušných brzd, 4 – rozvaděč přípojně vozidla sloužící k ovládání brzd, 5 – vzduchojem návěsu, 6 – automatický zátěžový regulátor, 7 – ventilo-  
lové relé pro rychlé odvzdušnění soustavy, 8,9 – membránové brzdové válce [2]

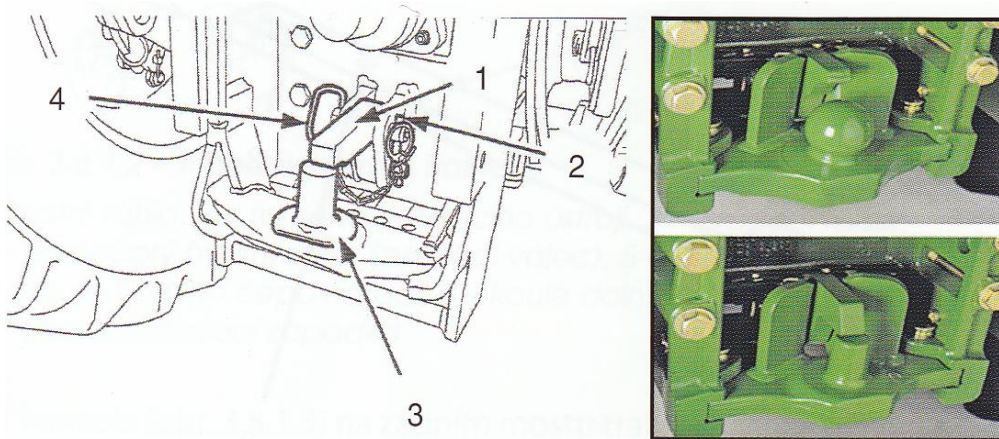
#### 7.1.4 Spojení s tažným prostředkem

Spojení s tažným prostředkem může být zajištěno pomocí buď etážového závěsu, agrozávěsu nebo kulového etážového závěsu (Piton Fix). Etážový závěs je využíván zejména k tažení přívěsů. Maximální tahová síla etážového závěsů je uvedena v technickém průkazu nebo na zadním štítku daného zemědělského tahače.



Obrázek 16 - Etážový závěs s automatickou hubicí, 1 – ovládací páka, 2 – závěsný čep, 3 – vypínací páčka, 4 – lanko od vypínací páčky ovládané z kabiny [2]

U moderních zemědělských tahačů je dnes nejrozšířenější pevný závěsný čep Piton Fix. Jedná se o jednoduché a velice bezpečné spojení přípojného vozidla s tahačem pomocí buď závěsného kolíku, nebo závěsného oka a zajišťovacího čepu na straně tahače a závěsné hlavice nebo závěsného oka na straně přípojného vozidla.



Obrázek 17 - Pevný závěsný čep Piton Fix, 1 – pojistná západka, 2 – základník, 3 – pevný čep nebo koule, 4 – zajišťovací čep [2]

## 7.2 ZDT Giga 45

Velkoobjemová nástavba Giga 45 je postavena jako vyměnitelná nástavba na tridemovém podvozku Mega 33. Užitečný objem velkoobjemové nástavby je 45 m<sup>3</sup>. Giga 45 je určena výhradně k převozu travní senáže a silážní kukuřice, slouží ale také pro převoz

např. štěpky a dalších lehkých komodit. Mezi výhody patří zejména rychlé a bezpečné vyprazdňování, které zajišťují dva řetězové dopravníky, díky kterým tento proces netrvá déle než 2 minuty. Další výhodou je pak automatické napínání dopravníku, nebo přední hydraulická klapka k jízdě při prosekávání za řezačkou. Giga 45 může být také vybavena automatickým centrálním mazáním, nebo monitorem s kamerou pro sledování prostoru za vozem. [6]

### 7.2.1 Všeobecné parametry

Velkoobjemová nástavba Giga 45 je schválena pro rychlost  $40 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . S tažným prostředkem může být spojena buď závěsným okem nebo kulovým etážovým závěsem K 80. Giga 45 je vybavena dvouhadicovým brzdovým systémem, minimální tlak v systému musí být 650 kPa. Minimální tlak v hydraulickém systému je pak stanoven hodnotou 18 MPa. Pohotovostní hmotnost vozu je 3800 kg, minimální požadované napětí pro elektroinstalaci je 12 V. [6]



Obrázek 18 - Velkoobjemová nástavba GIGA 45 [6]

### 7.3 Annaburger Teleliner

Annaburger Teleliner je řešen jako koncepce rozmetadla a senážního vozu v jednom. Je vyráběn v několika velikostech s nosností od 20 do 33 tun. Nástavba je usazena na kloubové nápravě nebo na nápravě s hydropneumatickým odpružením. Teleliner má odpruženou přední oj a také zvedatelnou přední nápravu, kterou lze jednak

využít pro dotížení traktoru a jednak při jízdě na silnici, kde se používá při jízdě s prázdným vozem pouze jeden pár pneumatik. Podlaha Telelineru se skládá ze tří řetězových dopravníků, jejichž posuv je řízen elektrohydraulicky, což zajišťuje přesnou aplikační dávku. Rozmetadlo je osazeno třemi frézovacími válci, které jsou uloženy vodorovně a dvěma rozmetacími kotouči. Záběr rozmetadla pak činí 24 metrů. [14]

### 7.3.1 Přestavba rozmetadla na senážní vůz

Teleliner je vybaven teleskopicky výsuvnými postranicemi, což je základní krok k přestavbě rozmetadla na senážní vůz. Vysunutím postranic dojde na zvýšení objemu až na 33 m<sup>3</sup>. Po vysunutí postranic následuje odpojení rozmetacího ústrojí, které je zavěšené na háčích, tudíž se nemusí šroubovat. Odpojí se hydraulické hadice a na místo rozmetacího ústrojí se nasadí senážní vrata. Celá přestavba trvá asi 30 minut. [15]



Obrázek 19 - Annaburger Teleliner [14]

## 7.4 Krone TX 560

Krone TX 560 je nová koncepce tridemového podvozku a velkoobjemové nástavby. Podvozek je vybaven hydraulickým vyrovnáváním a hydropneumatickým odpružením. Díky tomu je zajištěna jízda bez vybočování. Podvozek může být vybaven radiálními nebo diagonálními pneumatikami. Krone TX 560 má řízenou přední a zadní nápravu, prostřední náprava je pevná, přední náprava lze navíc hydraulicky zvednout. Velkou předností Krone TX 560 je hydraulicky sklopná oj. Sklopná oj snižuje vůz v přední části a usnadní plnění vozu při prosekávání za řezačkou. Podvozek je dimenzován na dovolené zatížení 30 tun a rychlost až 60 km.h<sup>-1</sup>.

Velkoobjemová nástavba má ložný objem 56 m<sup>3</sup>. Velkou inovací u nástavby Krone je snížený příčkový dopravník směrem dopředu tzv. nakládací kapsa, která zvyšuje pře-

pravní objem a při začínající nakládce přepravované komodity v přední části vozu zlepšuje i trakční vlastnosti tahače. Vyprázdnění celého vozu pomocí dvojitého příčkového dopravníku s rychlosti posuvu až  $34 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$  netrvá déle než jednu minutu. Nástavba je také vybavená přední děrovanou stěnou, díky které je z pozice řidiče dobře vidět do vozu. Nízko položené těžiště celého vozu přispívá k dobré stabilitě v terénu. Krone TX 560 může navíc vybaven například krytem ložného prostoru, díky kterému nedojde při přepravě ke ztrátám. [4]



*Obrázek 20 - Krone TX 560 při prosekávání za řezačkou [4]*

## **7.5 Joskin Cargo**

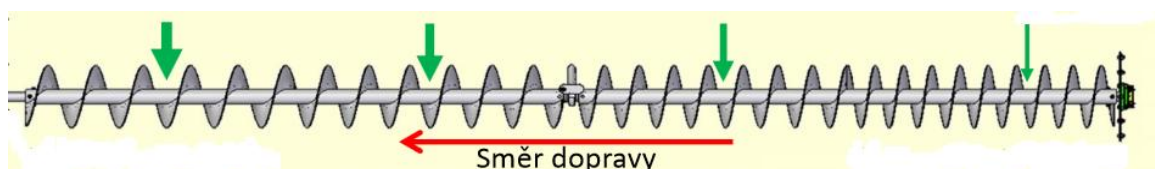
Model Joskin Cargo je zmodernizovaný systém výměny nástaveb pro 5 druhů zařízení. Jsou to nádrže pro aplikaci kejdy, sací ramena aplikátory, silážní boxy, sklápěcí návěsy a rozmetadla hnoje. Zmodernizování se dočkala zejména cisterna pro aplikaci hnojiv. Nyní je aplikátor zapojen nejenom k šasi ale i k samotné cisterně, čím se krátí doba přestavby a není třeba nejprve deaktivovat aplikátor a poté samotnou cisternu. K nádrži je navíc připojeno i čerpadlo, což ještě více usnadňuje případnou výměnu nástavby. [19]



Obrázek 21 - Cisterna systému Joskin Cargo [19]

## 7.6 Bergmann GTW 430

Bergmann GTW je nová koncepce tridemového podvozku a překládací nástavby s kapacitou 43 m<sup>3</sup>. Rychlost vyprazdňování je až 1 100 t. h<sup>-1</sup>, doba vyprázdnění celého návěsu je pak asi pouhých 100 s. Vyprazdňování je zajištěno pomocí výkonného šnekového dopravníku s dosahem přes 3 metry. Pohon šnekového dopravníku je zajištěn pomocí šesti vzájemně spojených klínových řemenů tzv. „Power-řemen“, díky kterým lze individuálně připojovat i odpojovat podávací šnek a není zde třeba zubového spojení. Komory podávacího šneku se ze zkracující se vzdálenosti k překládacímu šneku neustále zvětšují, narůstající objem vytváří prostor pro dotékající obilí, díky čemuž dochází k rovnoměrnému vyprazdňování celého zásobníku a ne vyprazdňování zásobníku od zadu.



Obrázek 22 - Komory podávacího šneku [21]

Tridemový podvozek je kromě hydraulického odpružení, dvouhadicových brzd a nuceného řízení vybaven také funkcí vyrovnávání náprav. Tato funkce spočívá ve vyrovnávání nerovnosti díky přečerpávání oleje z hydraulických válců odpružení nápravy, která

překonává nerovnost do zbylých dvou hydraulických válců odpružení náprav, které jedou po rovině. Válec, který překonává nerovnosti se zatlačí do sebe, tím vytlačí olej do ostatních válců a ty díky tlakové síle nadzvednou celý podvozek. Výška vyrovnávání je až 300 mm. Bergmann GTW 430 může být vybaven elektrohydraulickým nuceným řízením náprav, vážicím zařízením nebo hydraulicky ovládanou krycí plachtou.



*Obrázek 23 - Bergmann GTW 430 [21]*

## **8 HODNOCENÍ VYBRANÝCH TYPŮ DOPRAVNÍCH SOUPRAV**

Pro hodnocení technických, ekonomických a agrotechnických parametrů a požadavků byly vybrány dvě dopravní soupravy. Obě soupravy byly vybaveny návěsem od stejného výrobce pro lepší vzájemné porovnání. První souprava je složena z tahače Tatra Phoenix Agrottruck a tandemového návěsu Bergmann Umikov NP 2 a druhá souprava je složena z traktoru Fendt 936 Vario a tridemového návěsu Bergmann HTW 65. Tyto soupravy budou mezi sebou porovnány nejenom jako celky, ale také bude zaměřena pozornost na porovnání samotných tahačů a samotných návěsů mezi sebou.



## 8.1 Technické parametry

### 8.1.1 Technické parametry tahačů

Tabulka 7 - Technické parametry tahačů [16,18]

Parametry	Jednotky	Tatra Phoenix Agrottruck	Fendt 936 Vario
Motor	–	Paccar Mx	Deutz
Počet válců	–	6	6
Max. výkon	kW	340	286
Emisní norma	–	EURO 5	3 b
Obsah motoru	cm <sup>3</sup>	12 900	7 800
Převodovka	–	Alisson/ZF AS Tronic	Vario
Max. rychlost	km.h <sup>-1</sup>	65	40
Provozní hmotnost	kg	11 150	10 830
Palivová nádrž	l	2x220	600
AdBlue nádrž	l	45	60
Šířka	mm	2 600	2 750
Délka	mm	6 965	5 655
Výška	mm	3 250	3 322
Světlá výška	mm	325	480
Napětí	V	24	12
Baterie	Ah	2x80	170

### 8.1.2 Technické parametry návěsů

Tabulka 8 - Technické parametry návěsů

Parametry	Jednotky	Bergmann Umikov NP 2	Bergmann HTW 65	
Podvozek	–	Tandem	Tridem	
Odpružení	–	Vzduchové	Hydraulické	
Rozměry podvozku	Délka	mm	13 600	11 510
	Šířka	mm	2 550	2 550
	Výška	mm	4 000	3 850

Rozměry nástavby	Délka	mm	10 650	9 860
	Šířka	mm	2 450	2 400
	Výška	mm	2 250	2 200
Kapacita		m <sup>3</sup>	65	50 (dle DIN)
Max. příp. hmotnost		kg	33 500	34 000
Max. povolená rychlost		km. h <sup>-1</sup>	65	40
Řízené nápravy		–	2	2
Vyprazdňování		–	Podlahový dopravník	Podlahový dopravník

### 8.1.3 Technické zhodnocení vybraných dopravních souprav

Tabulka 9 - Technické zhodnocení vybraných souprav

Parametry	Jednotky	Tatra Phoenix agrotruck + Bergmann Umikov NP 2	Fendt 936 Vario + Bergmann HTW 65
Max. přípustná hmotnost soupravy	kg	75 000	52 000
Max. povolená rychlost soupravy	km.h <sup>-1</sup>	65	40
Potřebné řidičské oprávnění	–	T	T
Průměrná rychlost přepravy	km.h <sup>-1</sup>	55	35
Celková délka soupravy	mm	20 565	17 165



Obrázek 24 - Fendt 936 + Bergmann HTW 65 [12]

## 8.2 Ekonomické zhodnocení

Pro posouzení vhodnosti způsobu řešení zemědělské dopravy z ekonomického hlediska se používají především jednotkové náklady a to ve vazbě na jednotku dopravovaného množství ( $\text{Kč.t}^{-1}$ ), jednotku ujeté vzdálenosti ( $\text{Kč.km}^{-1}$ ) a jednotku přepravní práce ( $\text{Kč.tkm}^{-1}$ ). V zemědělských podnicích, kde přepravní podmínky, především pak přepravní vzdálenosti jsou obvykle stejné, jsou nejvhodnějšími ukazateli jednotkové náklady na dopravenou tunu materiálu.

Pro stanovení ekonomické náročnosti dopravy se využívají náklady na hodinu práce energetického a dopravního prostředku. Tyto náklady představují soubor nákladů, které jsou při provozu těchto strojů prokazatelně vynaložené. Dělí se na náklady fixní, kam lze zahrnout odpisy, pojištění, daně, náklady na uskladnění, popřípadě náklady spojené s půjčkou nebo leasingem na pořízení stroje, a na náklady variabilní, kam patří péče o techniku, náklady na pracovní sílu a spotřebovanou energii. [28]

Tabulka 10 - Pořizovací ceny vybraných dopravních souprav bez DPH

Tahač (Kč)	Tatra Phoenix Agrottruck	Fendt 936 Vario
	4 511 000	4 225 000
Návěs (Kč)	Bergmann Umikov NP 2	Bergmann HTW 65
	2 764 000	2 320 000
Celá souprava (Kč)	Tatra Phoenix agrottruck + Bergmann Umikov NP 2	Fendt 936 Vario + Bergmann HTW 65
	7 275 000	6 545 000

### 8.2.1 Provozní náklady vybraných návěsů

Výpočet provozních nákladů byl zaměřen na návěsy Bergmann Umikov NP 2 a Bergmann HTW 65 z vybraných dopravních souprav. Provozní náklady byly vypočítány pomocí internetové databáze na stránkách VUZT.

### 8.2.1.1 Bergmann Umikov NP 2

Požizovací cena návěsu je stanovena jako cena podvozku a nástavby dohromady. Sazba za uskladnění byla vybrána na volné skladovací ploše. Variabilní náklady neobsahují náklady na pracovní sílu.

Tabulka 11 - Vstupní data Bergmann Umikov NP 2 [27]

Vstupní data			
Třída stroje	Návěs nad 10 t	Požizovací cena (Kč)	2 764 000
Způsob pořízení stroje	Hotově	Zúročení (%)	2
Sazba za uskladnění (Kč.r <sup>-1</sup> .m <sup>2</sup> )	80	Náklady na opravy a údržbu (Kč.h <sup>-1</sup> )	60

Tabulka 12 - Fixní náklady Bergmann Umikov NP 2 [27]

Fixní náklady (Kč.r <sup>-1</sup> )				
Doba odpisování	Odpisy	Zúročení	Ostatní	Fixní náklady celkem
5 r	552800	27640	4160	584600
10 r	276400	27640	4160	308200
15 r	184267	27640	4160	216067

Tabulka 13 - Variabilní náklady Bergmann Umikov NP 2 [27]

Variabilní náklady (Kč.h <sup>-1</sup> )					
	Roční nasazení				
	1000 h	500 h	750 h	1250 h	1500 h
Opravy a udržování	60	56	58	62	65
Variabilní náklady celkem	60	56	58	62	65

Tabulka 14 - Provozní náklady Bergmann Umikov NP 2[27]

Provozní náklady (Kč.h <sup>-1</sup> )					
	Roční nasazení				
Doba odpisování	500 h	750 h	1000 h	1250 h	1500 h
5 r	1225	837	645	530	455
10 r	672	469	368	309	270
15 r	488	346	276	235	209

### 8.2.1.2 Bergmann HTW 65

Pořizovací cena návěsů je stanovena jako cena podvozku a nástavby dohromady. Sazba za uskladnění byla vybrána na volné skladovací ploše. Variabilní náklady neobsahují náklady na pracovní sílu.

Tabulka 15 - Vstupní data Bergmann HTW 65 [27]

Vstupní data			
Třída stroje	Návěs nad 10 t	Pořizovací cena (Kč)	2 320 000
Způsob pořízení stroje	Hotově	Zúročení (%)	2
Sazba za uskladnění (Kč.r <sup>-1</sup> .m <sup>2</sup> )	80	Náklady na opravy a údržbu (Kč h <sup>-1</sup> )	60

Tabulka 16 - Fixní náklady Bergmann HTW 65 [27]

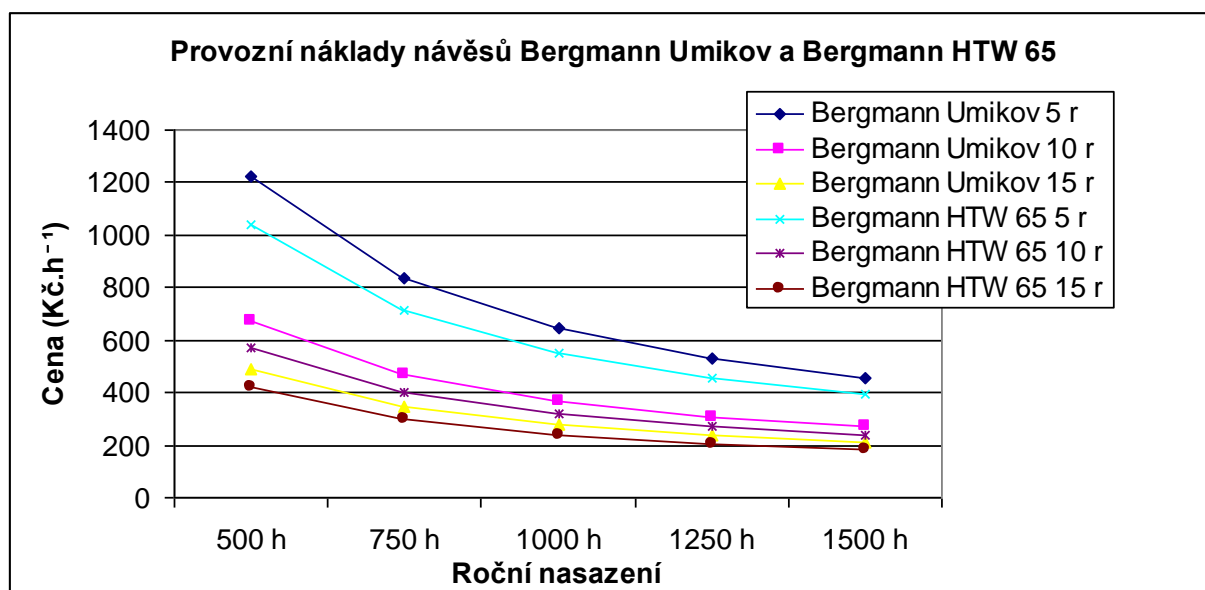
Fixní náklady (Kč.r <sup>-1</sup> )				
Doba odpisování	Odpisy	Zúročení	Ostatní	Fixní náklady celkem
5 r	464000	23200	3520	490720
10 r	232000	23200	3520	258720
15 r	154667	23200	3520	181387

Tabulka 17 - Variabilní náklady Bergmann HTW 65 [27]

Variabilní náklady (Kč.h <sup>-1</sup> )					
	Roční nasazení				
	500 h	750 h	1000 h	1250 h	1500 h
Opravy a udržování	56	58	60	62	65
Variabilní náklady celkem	56	58	60	62	65

Tabulka 18 - Provozní náklady Bergmann HTW 65 [27]

Provozní náklady (Kč.h <sup>-1</sup> )					
Doba odpisování	Roční nasazení				
	500 h	750 h	1000 h	1250 h	1500 h
5 r	1037	712	551	455	392
10 r	573	403	319	269	237
15 r	419	300	241	207	186

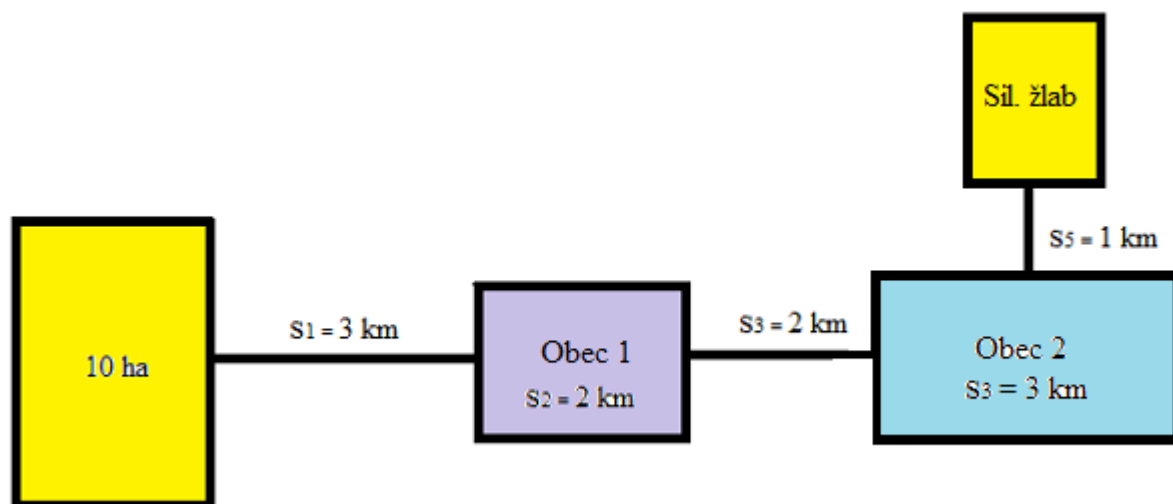


Obrázek 25- Provozní náklady vybraných návěsů

Z grafu provozních nákladů je patrné, že dosažení nižších provozních nákladů obou návěsů je možné s delší dobou odpisování a vyšším ročním nasazením. Výše odpisů je závislá na pořizovací ceně. Při ročním nasazení 1250 h a době odpisování 5 let činí náklady návěsu Bergmann Umikov 530 Kč.h<sup>-1</sup> a návěsu Bergmann HTW 455 Kč.h<sup>-1</sup>. Při stejném ročním nasazení a při době odpisování 15 let pak činí náklady návěsu Bergmann Umikov 235 Kč.h<sup>-1</sup> a návěsu Bergmann HTW 207 Kč.h<sup>-1</sup>.

### 8.3 Porovnání vybraných souprav pomocí modelového příkladu

Pro porovnání vybraných souprav byl navržen modelový příklad odvozu kukuřice na siláž z pole do silážního žlabu. Celková délka trasy je 11 km. Celá trasa je uvažována jako téměř rovinná bez větších kopcovitých úseků.



Obrázek 26 - Modelový příklad odvozu kukuřice na siláž

Pro sklizeň kukuřice na siláž byla vybrána sklízecí řezačka o výkonu 800 koní s adaptérem na sklizeň kukuřice o záběru 10 řádků. Z jednoho hektaru bude sklizeno 38 tun kukuřice na siláž o vlhkosti 33% a měrné hmotnosti 270 kg.m<sup>-3</sup>. Jsou vypočteny časy odvozu jednotlivých souprav pro jednu jízdu a celkové časy odvozu hmoty jednotlivými soupravami z celého pozemku.

#### 8.3.1 Výpočet

Celkový čas jedné jízdy je složen ze čtyř časů. První čas je naplnění návěsu sklízecí řezačkou na poli ( $t_1$ ), další čas zachycuje dráhu ujetou z pole k silážnímu žlabu s plným návěsem ( $t_2$ ), dále sem patří doba na vyprázdnění návěsu ( $t_3$ ) a v neposlední řadě čas

jízdy ze silážního žlabu zpět na pole s prázdným návěsem ( $t_4$ ). U soupravy Tatra Phoenix Agrotruck s návěsem Bergmann Umikov NP 2 (dále jen souprava č.1) byla snížena maximální rychlost s plně naloženým návěsem na  $55 \text{ km.h}^{-1}$ , u soupravy Fendt 936 Vario s návěsem Bergmann HTW 65 (dále jen souprava č.2) byla snížena maximální rychlost s plně naloženým návěsem na  $35 \text{ km.h}^{-1}$ . Při výpočtech je zanedbaná dráha ujetá soupravou po poli a ztráty kukuřice při sklizni.

### 8.3.1.1 Souprava č. 1

Vzhledem k maximální povolené rychlosti celé soupravy, která je  $65 \text{ km.h}^{-1}$ , je nutné rozdělit celkovou dráhu na dráhu mimo obec a v obci. Z tohoto důvodu je nutné rozdělit tedy i čas  $t_2$  na dobu jízdy mimo obec ( $t_{2a}$ ) a na dobu jízdy v obci ( $t_{2b}$ ), čas  $t_4$  na dobu jízdy mimo obec ( $t_{4a}$ ) a dobu jízdy v obci ( $t_{4b}$ ) a také dráhu  $s$  na dráhu mimo obec ( $s_a$ ) a dráhu v obci ( $s_b$ )

Dráha ujetá soupravou č. 1 v jednom směru

$$s_a = s_1 + s_3 + s_5 = 6 \text{ km}$$

$$s_b = s_2 + s_4 = 5 \text{ km}$$

Celkový čas  $t_{c1} = t_1 + t_{2a} + t_{2b} + t_3 + t_{4a} + t_{4b}$

Tabulka 19 - Zjištěné a vypočtené časy soupravy č. 1

$t_1$	$t_{2a}$	$t_{2b}$	$t_3$	$t_{4a}$	$t_{4b}$	Celkový čas ( $t_{c1}$ )
12 min	6,5 min	6 min	4 min	5,5 min	6 min	40 min

Souprava č. 1 ujede jednu jízdu za 40 minut, v návěsu o kapacitě  $65 \text{ m}^3$  bude při měrné hmotnosti kukuřice na siláž  $270 \text{ kg.m}^{-3}$   $17,5$  tun kukuřice. Z jednoho hektaru je sklizeno 38 tun kukuřice, z 10 hektarů bude tedy sklizeno 380 tun kukuřice. Soupravě č. 1 by odvoz 380 tun kukuřice trval přibližně 16 h. Pro splnění úkolu v pracovní době (8h) by byly nutné 2 soupravy č. 1



### 8.3.1.2 Souprava č. 2

Vzhledem k maximální povolené rychlosti celé soupravy, která je  $40 \text{ km.h}^{-1}$ , není nutné dělit celkovou dráhu na dráhu ujetou mimo vesnici a ve vesnici.

Dráha ujetá soupravou č. 2 v jednom směru

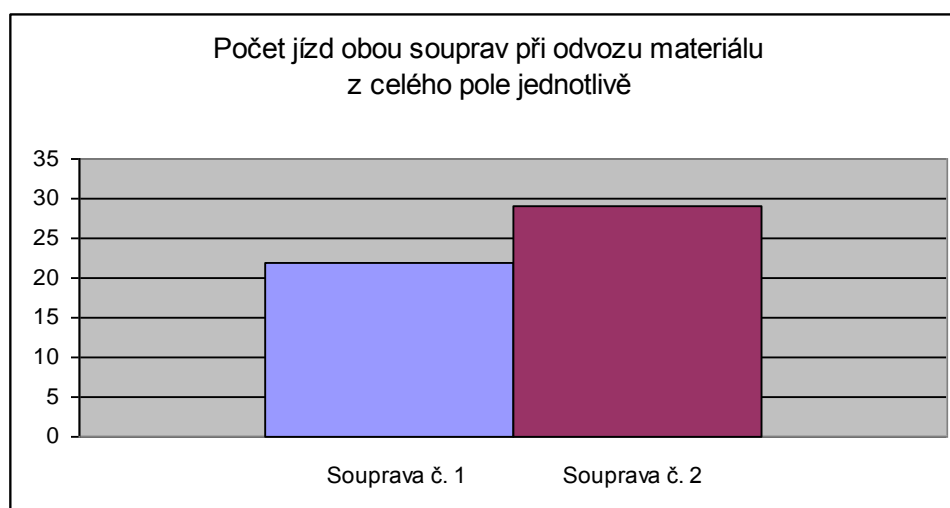
$$s = s_1 + s_2 + s_3 + s_4 + s_5 = 11 \text{ km}$$

Celkový čas  $t_{c2} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$

Tabulka 20 - Zjištěné a vypočítané časy soupravy č. 2

$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$	Celkový čas ( $t_{c2}$ )
8 min	19 min	3 min	16,5 min	46,5 min

Souprava č. 2 ujede jednu jízdu za 46,5 minuty, v návěsu o kapacitě  $50 \text{ m}^3$  bude při měrné hmotnosti kukuřice na siláž  $270 \text{ kg.m}^{-3}$   $13,5$  tun kukuřice. Z jednoho hektaru je sklizeno 38 tun kukuřice, z 10 hektarů bude tedy sklizeno 380 tun kukuřice. Soupravě č. 2 by odvoz 380 tun kukuřice trval přibližně 24 h. Pro splnění úkolu v pracovní době (8h) by byly nutné 3 soupravy č. 2.



Obrázek 27 - Počet jízd obou souprav při odvozu materiálu z celého pole jednotlivě

Graf znázorňuje počet jízd jednotlivých souprav při odvozu materiálu z celého pole o rozloze 10 ha a výnosu 380 tun. Souprava č. 1 pro odvoz tohoto množství kukuřice

provede 22 jízd, souprava č. 2 provede 29 jízd. Z tohoto je patrné, že vedle přepravní rychlosti je pro celkovou volbu dopravní soupravy důležitá i přepravní kapacita jednotlivých návěsů.

### **8.3.2 Zhodnocení**

Z výše uvedených teoretických výpočtu je zřejmé, že souprava č. 1 je při srovnání jedné jízdy rychlejší o téměř 7 minut a uveze o 4 tuny více materiálu než souprava č. 2. Čím bude celková trasa dopravy kratší, tím bude i menší rozdíl v rychlosti, pokud by se jednalo o dopravu na vzdálenost např. 3 km, byl by rozdíl mezi soupravou č. 1 a soupravou č. 2 téměř zanedbatelný, navíc při možném celoročním využití tahače ze soupravy č. 2 by tato souprava dosáhla lepšího hodnocení než souprava č. 1. Naopak při dopravě materiálu na delší vzdálenost (nad 15 km) by souprava č. 1 dosáhla mnohem lepšího výsledku než souprava č. 2 zejména díky své vyšší přepravní rychlosti a větší kapacitě návěsů.

## 9 ZÁVĚR

Přeprava v zemědělství má v současné době neustále vzrůstající tendenci. V České republice se v současnosti přepravuje asi 25 tun zemědělské komodity na 1 hektar zemědělské půdy, což ve výsledku přesahuje 100 mil tun přepravy materiálu v zemědělství za rok. Toto číslo se ze stále vzrůstajícím počtem bioplynových linek a tím i spotřebě krmných komodit bude jistě zvyšovat. Stále se také prodlužuje přepravní vzdálenost, díky čemu se neustále zvětšují přepravní objemy a rychlosti přepravních souprav.

Srovnání vybraných dopravních souprav Tatra Phoenix agrot truck s návěsem Bergmann Umikov NP2 a traktoru Fendt 936 Vario s návěsem Bergmann HTW 65 se zabývalo srovnáním jak technických, tak ekonomických parametrů. Obě soupravy představují v přepravě určité výhody i nevýhody. Mezi výhody soupravy Tatra Phoenix agrot truck s návěsem Bergmann Umikov NP 2 patří jistě vyšší povolená přepravní rychlost oproti traktorové soupravě, dále pak větší kapacita návěsu a jistě i osvobození od tachografu. Nevýhodou Tatra Phoenix je možné shledat v její prozatímní jednoúčelovosti, kdy prozatím slouží pro přepravu zemědělských komodit ale nikoliv pro ostatní pracovní operace prováděné v zemědělství jako je např. úprava pozemku, což se ale s doplňkovou výbavou agrotahače dá v budoucnu očekávat. Při uvažování o pořízení Tatra Phoenix agrot truck je třeba také přemýšlet, zda má podnik dostatek hektarů zemědělské půdy na to, aby zde tento agrotahač mohl být plně využit a návratnost do jeho pořízení byla tak pro podnik v reálné době. Hlavní výhoda soupravy Fendt 936 Vario s návěsem Bergmann HTW 65 spočívá v lepší prostupnosti terénem a samozřejmě jeho víceúčelovosti, kdy samotný traktor může být využit podnikem pro ostatní práce po celý rok. Nevýhoda této soupravy je v nižší přepravní rychlosti oproti agrotahači, jelikož souprava nepodléhá zvláštnímu schválení pro provoz na pozemních komunikacích a také menší přepravní kapacitě návěsu.

Výpočet provozních nákladů vybraných návěsů Bergmann poukázal na to, že pro dosažení menších nákladů je nutno zvýšit roční nasazení daného stroje. Rozhodujícím položkou nákladů je pořizovací cena.

Pro přepravu v zemědělství je dnes stále více rozhodující uspořádání jednotlivých pozemků a rozmístění jednotlivých podniků a tím i zvyšování přepravní vzdálenosti. Dle tohoto faktoru je nutné se rozhodovat při koupi buď klasické traktorové soupravy, nebo již zmíněného agrotahače.

## 10 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BAREŠ, Milan. *Nákladní automobily v zemědělství: studijní zpráva*. Praha: Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, 1978, 64 s.
- [2] BAUER, František. *Traktory a jejich využití*. 2. vyd. Praha: Profi Press, 2013, 224 s. ISBN 978-80-86726-52-6.
- [3] BŘEZINA, Jiří. *Přehled předpisů v silniční nákladní dopravě: příručka ke školení*. Vyd. 10., přeprac. Ostrava: REPRONIS, 2014, 290 s. ISBN 978-80-7329-385-7.
- [4] Firemní literatura KRONE
- [5] Firemní literatura TATRA
- [6] Firemní literatura ZDT Nové Veselí
- [7] JAN, Zdeněk, Bronislav ŽDÁNSKÝ a Jiří ČUPERA. *Automobily*. 2., aktualiz. vyd. Brno: Avid, 2009, 245 s. ISBN 978-80-87143-11-7.
- [8] MÜHREL, Kunibert. *Doprava a manipulace s materiálem v zemědělství*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1978, 328 s.
- [9] ROSENKRANZ, Karel. *Nákladní automobily Tatra*. Vyd. 1. Kopřivnice: Tatra, 2007, 661 s. ISBN 978-80-239-9877-1.
- [10] SYROVÝ, Otakar. *Racionalizace manipulace s materiálem v zemědělství*. 1. vyd. Praha: SZN, 1983, 427 s.
- [11] Syrový, O. a kol. *Doprava v zemědělství*. Profi Press s.r.o., Praha 2008, 248 s. ISBN 978-80-86726-30-4

## INTERNETOVÉ ZDROJE

- [12] Agrartechnik: Maisernte. *Maishäckeln mit dem LU Saal: Fendt 936 Vario mit dem Bergmann HTW 65* [online]. [cit. 2015-01-29]. Dostupné z: [http://www.agrartechnik-im-einsatz.de/de/index.php?page=view\\_picture&id=663534#comments](http://www.agrartechnik-im-einsatz.de/de/index.php?page=view_picture&id=663534#comments)
- [13] Agrozone: P&L/Tatra Phoenix 6x6 + Umikov. [online]. 7. 7. 2014. [cit. 2015-01-29]. Dostupné z: [http://agrozone.cz/gallery.php?modul=gallery&akce=obrazek\\_ukaz&obrazek\\_id=21203](http://agrozone.cz/gallery.php?modul=gallery&akce=obrazek_ukaz&obrazek_id=21203)

- [14] CRS Marketing s.r.o: Zemědělská technika. *Annaburger: Teleliner- kombinované rozmetadlo/senážní vůz* [online]. [cit. 2015-01-28]. Dostupné z: <http://www.crs-marketing.cz/produkty/teleliner-kombinovane-rozmetadlo-senazni-vuz>
- [15] Farmweb. *Výměna nástavby u AGRO Tatry 148* [online]. 26. 10. 2011. [cit. 2015-01-29]. Dostupné z: [http://farmweb.cz/index.php?page=view\\_image&id=Mzc4N1gzNDk2NVg0MDc1NDI=#](http://farmweb.cz/index.php?page=view_image&id=Mzc4N1gzNDk2NVg0MDc1NDI=#)
- [16] Fendt: Produkty. *Fendt 936 Vario: Prospekt* [online]. [cit. 2015-01-29]. Dostupné z: <http://fendt.wz.cz/fendt-900-vario-scr.html>
- [17] Fotografie Bruder: Archiv. *Únor 2011: Trambus* [online]. 9. 2. 2011. [cit. 2015-01-29]. Dostupné z: <http://bruderagromodely.blog.cz/1102/trambus>
- [18] GTB a.s.: TATRA. *Tatra traktor: tahač polnohospodářských návěsov* [online]. [cit. 2015-01-29]. Dostupné z: <http://www.gtb.sk/index.php?str=tatra>
- [19] MOREAU AGRI, spol. s.r.o.: Produkty. *Cisterny: Joskin Vacu-Cargo* [online]. [cit. 2015-01-28]. Dostupné z: <http://www.moreauagri.cz/produkty/cisterny/joskin/vacu-cargo-16-000-24-000>
- [20] Pal: Zemědělská technika. *Dopravní tehcnika: AGROTAHAC 6X6* [online]. [cit. 2015-01-29]. Dostupné z: <http://www.pal.cz/Zemedelska-technika/Tatra/AGROTAHAC-6%C3%976/AGROTAHAC-6%C3%976>
- [21] Pal: Zemědělské technika. *Bergmann: Překládací vozy GTW* [online]. [cit. 2015-01-29]. Dostupné z: <http://www.pal.cz/Zemedelska-technika/Bergmann/Prekladaci-vozy/GTW>
- [22] Pneurve: Archiv 2015-11. *Třetí generace flotační pneumatiky* [online]. 21. 11. 2011. [cit. 2015-01-29]. Dostupné z: <http://www.pneurevue.cz/archiv-2005-11/treti-generace-flotacni-pneumatiky.html>
- [23] Tatra-lkw: Tatra prospekte bau. *Tatra phoenix* [online]. [cit. 2015-01-29]. Dostupné z: <http://tatra-lkw.de/bau/>

- [24] Triol: Fotogalerie. *Traktor Tatra - Agrotahač* [online]. [cit. 2015-01-29]. Dostupné z: <http://www.triol.cz/index.php?id=4&action=detail&nid=4155&lid=cs&oid=3721241>
- [25] Truck-forum: Tatra. . *Dobové foto* [online]. 20. 1. 2011. [cit. 2015-01-29]. Dostupné z: <http://www.liaz.cz/forum/viewtopic.php?p=287974&sid=4dac0226e8aaab8a6ddca8520529dfcd>
- [26] VOLF, Petr. Dopravní prostředky: Tahač zemědělských návěsů TATRA PHOENIX 6x6. *Stavební technika* [online]. 27.9.2013. [cit. 2015-01-27]. Dostupné z: <http://stavebni-technika.cz/clanky/tahac-zemedelskych-navesu-tatra-phoenix-6x6/>
- [27] VUZT: Databáze a programy. *Expertní systémy ON LINE: Výpočet provozních nákladů strojů* [online]. [cit. 2015-01-29]. Dostupné z: <http://www.vuzt.cz/svt/vuzt/stroje.htm>
- [28] VUZT: Energetika. *Doprava: Jak uspořit na dopravě* [online]. [cit. 2015-01-29]. Dostupné z: <http://svt.pi.gin.cz/vuztweb/doc/energetika/doprava.pdf?menuid=185>

## **11 SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1 - Manipulace s materiálem v zemědělství

Obrázek 2 - Průměrné přepravní vzdálenosti u vybraných materiálů v zemědělství

Obrázek 3 - Tatra 138 s velkoobjemovou nástavbou

Obrázek 4 - Tatra 148 agro s nástavbou na rozmetání statkových hnojiv

Obrázek 5 - Nosič nástaveb Tatra 815 agro

Obrázek 6 - Škoda Liaz MTSP 27 s velkoobjemovou silážní nástavbou

Obrázek 7 - Tandemový návěs T-088 s objemovou nástavbou

Obrázek 8 - Zemědělský tahač Tatra Phoenix Agroturck

Obrázek 9- Typy flotačních pneumatik

Obrázek 10 - Tatra Phoenix s velkoobjemovou nástavbou Bergmann

Obrázek 11 - Tatra Phoenix s velkoobjemovou přepravní cisternou

Obrázek 12- Podvozek Mega 20

Obrázek 13 - Podélně umístěné listové pero

Obrázek 14 - Hydropneumatické odpružení

Obrázek 15 - Schéma dvouhadicových brzd návěsu

Obrázek 16 - Etážový závěs s automatickou hubicí

Obrázek 17 - Pevný závěsný čep Piton Fix

Obrázek 18 - Velkoobjemová nástavba GIGA 45

Obrázek 19 - Annaburger Teleliner

Obrázek 20 - Krone TX 560 při prosekávání za řezačkou

Obrázek 21 - Cisterna systému Joskin Cargo

Obrázek 22 - Komory podávacího šneku

Obrázek 23 - Bergmann GTW 430

Obrázek 24 - Fendt 936 + Bergmann HTW 65

Obrázek 25- Provozní náklady vybraných návěsů

Obrázek 26 - Modelový příklad odvozu kukuřice na siláž

Obrázek 27 - Počet jízd obou souprav při odvoz materiálu z celého pole jednotlivě

## **12 SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 - Materiálové toky ve vnitřní dopravě přepočítané na hektar zem. půdy

Tabulka 2 - Materiálové toky ve vnější dopravě přepočítané na hektar zem. půdy

Tabulka 3 - Vlastnosti zemědělských materiálů

Tabulka 4 - Nejvyšší dovolené zatížení vozidel

Tabulka 5 - Nejvyšší dovolené rozměry vozidel

Tabulka 6 - Průměrná dopravní vzdálenost v zemědělství

Tabulka 7 - Technické parametry tahačů

Tabulka 8 - Technické parametry návěsů

Tabulka 9 - Technické zhodnocení vybraných souprav

Tabulka 10 - Pořizovací ceny vybraných dopravních souprav bez DPH

Tabulka 11 - Vstupní data Bergmann Umikov NP 2

Tabulka 12 - Fixní náklady Bergmann Umikov NP 2

Tabulka 13 - Variabilní náklady Bergmann Umikov NP 2

Tabulka 14 - Provozní náklady Bergmann Umikov NP 2

Tabulka 15 - Vstupní data Bergmann HTW 65



Tabulka 16 - Fixní náklady Bergmann HTW 65

Tabulka 17 - Variabilní náklady Bergmann HTW 65

Tabulka 18 - Provozní náklady Bergmann HTW 65

Tabulka 19 - Zjištěné a vypočtené časy soupravy č. 1

Tabulka 20 - Zjištěné a vypočítané časy soupravy č. 2