

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Zemědělské inženýrství – Prvovýroba

Katedra: Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

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

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Porovnání automobilového a traktorového zemědělského
dopravního systému s výměnnými nástavbami v podniku
zemědělské prvovýroby

Autor:

Bc. Milan Hrach

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Milan Fríd, CSc.

2016

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Fakulta zemědělská

Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Milan HRACH**
Osobní číslo: **Z14391**
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Zemědělské inženýrství - Prvovýroba**
Název tématu: **Porovnání automobilového a traktorového zemědělského dopravního systému s výměnnými nástavbami 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 automobilového a traktorového dopravního systému s výměnnými nástavbami a jejich využití v podniku zemědělské prvovýroby.

V práci se zaměřte na:

1. Charakteristiku zemědělského podniku, kde je systém využíván.
2. Využití dopravních systémů v podniku zemědělské prvovýroby:
 - přehled technických parametrů,
 - rozbor využití jednotlivých nástaveb,
 - rozbor investičních a provozních nákladů.
 - porovnání obou systémů na základě naměřených a zjištěných parametrů.

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

Latsch, R. a kol.: Häckler oder Ladewagen. Neue Landwirtschaft , 11, 2003: 54-57.

Šmelina, M. a kol. 1980. Vybavení zemědělského podniku strojovou technikou. SZN Praha.

Agricultural Engineering - vědecký časopis.

Velebil, M. a kol. 1984. Zemědělské technologické systémy. SZN Praha.

Šmelina, M. a kol. 1983. Strojní linky v zemědělství a jejich ekonomika. SZN Praha.

Kavka, M. a kol. 2000. Standardy zemědělských výrobních technologií. Mze ČR Praha.

Kavka, M. a kol. 2000. Standardy pro zemědělství České republiky. Mze ČR Praha.

Břečka, J. a kol. 2001. Stroje pro sklizeň píce a obilnin. ČZU Praha.

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 diplomové práce: **Ing. Milan Fríd, CSc.**
Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

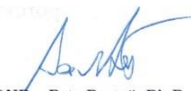
Datum zadání diplomové práce: **5. února 2015**

Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2016**

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13
372 01, České Budějovice


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

L.S.


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

V Českých Budějovicích dne 20. března 2015

Prohlášení

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

V Českých Budějovicích

.....

Bc. Milan Hrach

Poděkování

Touto cestou bych chtěl poděkovat vedoucímu diplomové práce panu Ing. Milanu Frídovi, CSc., za cenné rady a odborné vedení mé práce.

Dále bych chtěl poděkovat Zemědělskému družstvu v Čížové, v čele s Ing. Pavlem Čapkem za cenné rady a možnosti provést měření na jejich strojích.

Anotace

Tato diplomová práce se zabývá porovnáním automobilového a traktorového dopravního systému s výměnnými nástavbami a jejich využití v podniku zemědělské prvovýroby z hlediska technických parametrů, rozboru využití jednotlivých nástaveb, rozboru investičních a provozních nákladů a porovnáním obou systémů na základě zjištěných parametrů.

Porovnáván byl nákladní automobil Tatra Phoenix 158 s nástavbami pro převoz sypkých a objemných materiálů, rozmetadla chlévské mrvy a nástavby určené pro přepravu těžkých materiálů s traktorovým dopravním systémem John Deere 8320 a tandemového návěsu Fliegl s kejdocací a vyhrnovací nástavbou ASW 268 v Zemědělském družstvu Čížová.

Při výkonnostním porovnání obou systémů při odvozu senáže bylo dosaženo nejvyšší hmotnostní výkonnosti u traktorového dopravního systému a to $14,39 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$, což je v porovnání s automobilovým systémem o $5,94 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$ méně. Naopak při porovnání spotřeby pohonných hmot na ujetou vzdálenost, přepravenou hmotnost a cyklus byla zaznamenána nejnižší spotřeba u nákladního automobilu Tatra. Ekonomické porovnání ukázalo, že nákladní automobil Tatra Phoenix 158 má nižší náklady na ujetou vzdálenost, přepravené množství nákladu a na tunokilometr oproti traktorovému dopravnímu systému. Náklady na ujetou vzdálenost činí $90,24 \text{ Kč}\cdot\text{km}^{-1}$, což je v porovnání s traktorovým systémem o $100 \text{ Kč}\cdot\text{km}^{-1}$ nižší. Hodnota nákladů na přepravené množství nákladu se u nákladního automobilu pohybuje na $92,10 \text{ Kč}\cdot\text{t}^{-1}$. Ve srovnání s traktorovým systémem je tato hodnota nižší o $24,83 \text{ Kč}\cdot\text{t}^{-1}$. Nejnižší rozdíl nákladů byl zaznamenán při hodnocení nákladů na tunokilometr, kde nákladní automobil Tatra dosáhl nákladů $9,42 \text{ Kč}\cdot\text{tkm}^{-1}$, což je ve srovnání s traktorovým dopravním systémem nižší o $3,28 \text{ Kč}\cdot\text{tkm}^{-1}$.

Klíčová slova: dopravní systém, výkonnost, spotřeba pohonných hmot, výměnné nástavby, náklady

Abstrakt

This thesis deals with the collation of the automotive and wheel tractor transport system with interchangeable superstructures and their use in the business of primary agricultural production in terms of technical parameters, analysis of the use of individual bodies, analysis of investment and operating costs and by comparing the two systems on the basis of the identified parameters.

Comparasion was the truck Tatra Phoenix 158 with the superstructures for the transport of powdery and bulky materials, spreaders, manure spreaders and superstructure designed for the transport of heavy materials with tractors transport system John Deere 8320 and tandem semi-trailer Fliegl with manure and conveyor superstructure ASW 268 in the Agricultural cooperative Cizova.

In the performance collation of both systems when transporting silage and achieve the highest mass performance at the tractors transport system and it $14,39 \text{ t.h}^{-1}$ which is aganist automotive system less about $5,94 \text{ t.h}^{-1}$. On the other hand fuel consumption to distance traveled, weight and the cycle was recorded the lowest consumption of the lorry Tatra. The economic collation showed that the truck Tatra Phoenix 158 has a lower cost on the distance travelled, the transported amount of cargo and per tonne-kilometre compared to tractors transport system. The cost of the distance travelled makes $90,24 \text{ CZK.km}^{-1}$ which is beside tractor system lower of 100 CZK.km^{-1} . The value of the cost of the transported amount of cargo by lorry moves on $92,10 \text{ CZK.t}^{-1}$ but tractor system has this value lower of $24,83 \text{ CZK.t}^{-1}$. The lowest difference between the costs experienced in the evaluation of the cost per tonne-kilometre where the truck Tatra reached the cost of $9,42 \text{ CZK.tkm}^{-1}$ which is compared with tractors transport system, the lower of $3,28 \text{ CZK.tkm}^{-1}$.

Key words: transport system, performace, fuel consumption, swap bodies, costs

Obsah

1. Úvod	9
2. Doprava v zemědělství	10
2.1. Materiály dopravované v zemědělství	11
2.2. Dopravní prostředky	12
2.2.1. Zemědělské nákladní automobily	12
2.2.2. Speciální tahače návěsů.....	16
2.2.3. Kontejnerové a ostatní nosiče	19
2.2.4. Traktorová doprava	20
2.2.4.1. Traktorová dopravní technika.....	22
2.2.4.2. Speciální dopravní technika	27
2.2.4.3. Vývoj v oblasti traktorové dopravní techniky	28
2.2.5. Systémy dělené dopravy v zemědělství	30
2.2.5.1. Ostatní možnosti využití dělené dopravy.....	37
3. Cíl práce.....	41
4. Metodika.....	42
4.1. Sběr dat a informací.....	42
5. Vlastní práce	53
5.1. Charakteristika podniku vlastníci dopravní systémy	53
5.2. Technická data a popis používaných nástaveb	57
5.3. Využití nástaveb v jednotlivých měsících roku.....	58
5.4. Provozní časy a výkonnost dopravních souprav	63
5.5. Spotřeba pohonných hmot	66
5.6. Náklady na provoz dopravních systémů	68
5.7. Ekonomické zhodnocení dopravních systémů.....	72
5.8. Vlastní porovnání dopravních systémů.....	73
6. Závěr a diskuze.....	76
7. Přehled použité literatury	79

1. Úvod

V zemědělské prvovýrobě zastupuje významnou roli přemísťování materiálu, který nazýváme doprava.

Doprava v zemědělství je známa již od pravěku, kdy se člověk začal věnovat intenzivnímu pěstování plodin pro svoji obživu. Jejich sklizeň bylo nutné přemístit z místa pěstování do obydlí ke konzumaci nebo k uskladnění. Mezi první dopravní systémy můžeme uvést přírodní materiály, jako listy, svázané klestí apod., pokračující evolucí přes různé pletené a hliněné nádoby.

S domestikací zvířat a vynálezem kola se přeprava těchto materiálů situovala do potahů. Tímto krokem se práce lidí významně odlehčila. Potahy byly přepravovány větší objemy materiálů, než kolik byli schopni přepravit lidé svou silou.

Doprava zemědělských komodit za pomoci potahů hospodářských zvířat takto setrvala až do vynálezu parních a v 19. století spalovacích motorů. Od této doby se začíná využívat těchto vynálezů i v zemědělství. Větší rozmach spalovacích motorů v zemědělské dopravě se začíná uskutečňovat po II. sv. válce. Do této doby byla přeprava materiálu výhradně zastupována potahy složenými z hospodářských zvířat. Zdokonalením spalovacích motorů a jejich využití se začíná projevovat úpadek potahů v zemědělství. Posléze je doprava uskutečňována vynálezem traktorů a automobilů. Tyto stroje zvýšily jednak přepravní objem, rychlost, ale i snížily námahu lidí pracujících v zemědělství.

V dnešní době se doprava v zemědělské prvovýrobě uskutečňuje zejména za pomoci traktorů a automobilů. Cílem dnešní zemědělské dopravy je přepravit velké množství materiálu na stále delší přepravní vzdálenosti s nízkými náklady na tuto činnost. Ukazuje se, že přeprava v zemědělství odpovídá 50 % všech prací v této výrobě.

2. Doprava v zemědělství

Zemědělská výroba se vyznačuje složitým časovým a prostorovým uspořádáním pracovních a dopravních operací ve výrobním procesu. Doprava v zemědělství se odlišuje od dopravy v jiných odvětvích v mnoha ukazatelích, jako jsou např. průměrné přepravní vzdálenosti, směr materiálových toků, průměrná přepravní rychlost, vlastnosti přepravovaných materiálů apod.

Průměrné přepravní vzdálenosti v zemědělství ve vnitropodnikové dopravě se v České republice pohybují mezi 3,5 až 6,2 km. Pro zemědělství jsou charakteristické jednosměrné materiálové toky, které nedovolují využít zpětných jízd dopravních prostředků, a jejich měnící se intenzita daná sezónností rostlinné výroby. Průměrné rychlosti dosahované dopravními prostředky v zemědělství jsou nižší než u jiných výrob. Je to dáno jednak tím, že převažujícím druhem dopravních prostředků v zemědělství jsou traktorové dopravní soupravy, jednak krátkými přepravními vzdálenostmi a velkým podílem jízd po polních cestách a v terénu.

Zemědělství patří mezi největší dopravce, kde disponuje i značnou přepravní kapacitou. V České republice překonala zemědělská doprava i přepravu materiálu po železnici. Zatímco se v roce 2006 přepravilo po železnici 82 mil. tun v zemědělství 100 mil. tun, což je v přepočtu 23 t materiálu na hektar zemědělské půdy. Objem přepravy u silniční dopravy byl pouze 4,4 krát vyšší než objem přepravy v zemědělství.

Dopravu materiálu v podniku můžeme rozdělit na dopravu vnitřní a vnější. Hlavními materiálovými toky v dopravě vnitřní jsou toky směřující na pole, z pole a ostatní materiálové toky, které se vážou k areálu zemědělského podniku. U dopravy vnější, kde materiálové toky směřují k odběratelům a od dodavatelů do zemědělského podniku, odchází více materiálu ze zemědělského podniku jako produkty rostlinné a živočišné výroby, než do zemědělského podniku přichází jako vstupy.

Podle mechanicko-fyzikálních vlastností můžeme přepravované materiály v zemědělství rozdělit do deseti skupin:

- objemné hmoty,
- zrniny,
- okopaniny,

- tuhá statková hnojiva,
- kapalná statková hnojiva,
- tuhá minerální hnojiva,
- voda,
- zelenina, ovoce, vinné hrozny,
- zvířata,
- ostatní materiály.

Z vytvořených skupin zaujímá nejvyšší množství přepraveného materiálu skupina statkových hnojiv s podílem 30 % a objemných hmot také s podílem 30 % jak na dopravě vnitřní, tak na dopravě vnější. Tato skupina patří k nejnáročnějším materiálům na potřebu práce a spotřebu pohonných hmot. Je to dáno jednak objemovou hmotností těchto materiálů, jednak způsobem jejich sklizně, skladování a užití. Další významnou skupinou materiálů jsou zrniny s 16,5 % a okopaniny se 7 % (Syrový, O., et al., 2008).

2.1. Materiály dopravované v zemědělství

Pro volbu dopravního prostředku má rozhodující význam druh a vlastnosti přepravovaného materiálu. Materiál charakterizují jeho mechanicko-fyzikální, chemické, biologické apod. vlastnosti. Materiál se třídí z hlediska možností manipulace do dvou skupin, kde se materiály manipulují stejnými metodami nebo prostředky. A to:

- Kusový materiál – obsahující množství jednotlivých kusů stejného druhu (pytle, bedny apod.).
- Sypký materiál – lze přemísťovat sypáním a je přepravován v zemědělství jako volně ložený.

Vlastnosti materiálů závisí také na skupenství materiálu, které je určující pro druh přepravního obalu nebo prostředku (volný ložný prostor, cisterna apod.) (Syrový, O., et al., 2008).

2.2. Dopravní prostředky

Dopravní prostředky jsou mobilní technické prostředky, jejichž pohybem se uskutečňuje přeprava materiálu. Podle druhu použitého energetického prostředku se dopravní prostředky používané v zemědělství dělí na:

- Nákladní automobily a automobilové dopravní soupravy – určené zejména pro dopravu vnější a na větší vzdálenosti v dopravě vnitřní,
- Traktorové dopravní soupravy – zajišťující rozhodující část v dopravě vnitřní (Srový, O., et al., 2008).

2.2.1. Zemědělské nákladní automobily

Podle Filipa Javorka (2012) převládá v prostředí našeho zemědělství poměrně početná flotila nákladních automobilů určených pro zemědělskou dopravu o stáří 20 a více let. Zpravidla se jedná o modely speciálně pro tento sektor konstruované, s možností agregace různých nástaveb.

Nákladní automobily rozlišujeme z hlediska možnosti využití na provedení s konkrétním typem nástavby, dále se setkáme s nákladními automobily reprezentujícími dopravní techniku s možností výměny nástaveb a taktéž se v zemědělské výrobě využívají nosiče kontejnerových nástaveb (Javorek, F., 2015).

Nosiče výměnných nástaveb

Využití nákladních automobilů coby nosičů různých nástaveb má v našem zemědělství bohatou tradici. K velkému rozvoji tohoto systému dopravy došlo v průběhu 70. a 80. let minulého století a nutno říci, že řada nákladních automobilů upravených pro potřeby zemědělských provozů slouží dodnes jak je patrné z obrázku 1. Pro práci nákladního automobilu v zemědělství je důležitá správná volba pneumatik. Obecně lze konstatovat, že pro nákladní automobily používané v zemědělství existuje velmi široká nabídka pneumatik, včetně provedení se šípovým dezénem znázorněném na obrázku 2. Při pohybu automobilu v lehčím či těžším terénu je nutné dbát na vhodnou volbu převodového ústrojí. Na výběr je z převodovek manuálních, tak plně automatických, které volí převodový stupeň tak, aby motor pracoval v optimálním provozním režimu.



Obrázek 1 – Nosič zemědělských nástaveb dřívější konstrukce (Foto: Milan Hrach)



Obrázek 2 – Flotační pneumatika se šípovým dezénem (Zdroj: www.stavebni-technika.cz)

Z hlediska používaných nástaveb můžeme hovořit o nástavbách ryze přepravních, ať již se jedná o vanové či vícestranně sklápěná valníková provedení, nebo speciálně konstruované či z valníkových provedení vycházející nástavby velkoobjemové uvedené na obrázku 3. Poměrně hojně se setkáme také s cisternovými nástavbami, které slouží zejména pro obsluhování různých typů postřikovačů, dopravu a případnou aplikaci tekutých statkových hnojiv či dopravu vody pro skot chovaný na pastvinách bez vlastního zdroje vody. Řada farem, podniků nebo provozovatelů služeb využívá nákladní automobily jako nosiče rozmetacích nástaveb, jak je patrné z obrázku 4, a to jak nástaveb pro aplikaci pevných statkových hnojiv, tak hnojiv minerálních nebo vápenatých hmot a setkáme se také s nástavbami s překládacím šnekem určenými pro zásobování výkonných samojízdných aplikátorů minerálních hnojiv nebo zásobování secích strojů.



Obrázek 3 – Nosič výměnných nástaveb v agregaci s velkoobjemovou nástavbou (Foto: Milan Hrach)



Obrázek 4 – Nástavba pro aplikaci pevných statkových hnojiv při práci (Foto: Milan Hrach)

Výše uvedené nákladní automobily se dodávají v provedení se dvěma, třemi nebo dokonce čtyřmi nápravami. Při využívání systému výměnných nástaveb lze jednotlivé nástavby vyměňovat za pomoci manipulační techniky, například jeřábů, dále pomocí hydraulických válců nebo je-li nákladní automobil vybaven pneumatickým odpružením, lze nástavby měnit za pomoci snížení celkové výšky podvozku tohoto automobilu (Javorek, F., 2014).

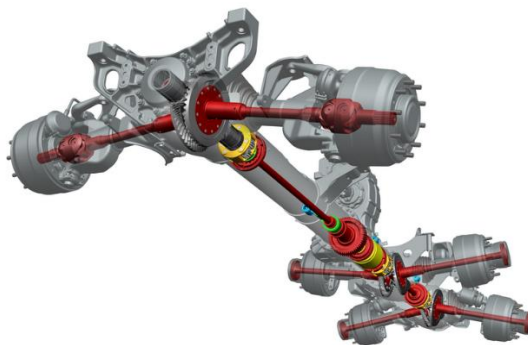
Budeme-li hovořit o různých modelech nákladních automobilů z pohledu podvozku, tak se v zemědělství setkáme nejčastěji s provedením se 2 až 3 nápravami, méně často s nápravami čtyřmi.

Některé modely nákladních automobilů jsou pro provoz v zemědělství dále upravovány. Skupiny rozsahů úprav můžeme rozdělit do dvou částí, na úpravy malého a velkého rozsahu. Do první skupiny spadá především náhrada základních silničních pneumatik za provedení pro zemědělství v případě, že počítáme s využitím v polním provozu, a rovněž nechybí možnost výměny nástaveb, pokud takovou výměnu neumožňuje nákladní automobil již z výroby. Jako úpravy většího rozsahu pak lze označit především zásadní přepracování podvozku, zejména náprav, na které připadá hmotnost nákladu a nástavby. V případě, že nákladní automobil slouží jako nosič velkokapacitního rozmetadla minerálních hnojiv nebo postřikovače využívají se pneumatiky, které umožňují pohyb vozidlu především v kolejových řádcích. S tímto řešením se však u nás zatím neseťkáme.

Dvounápravové a třinápravové automobily mohou být agregovány s dvouosým a tříosým přívěsem. Tyto automobily jsou nejčastěji agregovány s vícestrannými sklopnými nástavbami určenými pro dopravu sypkých materiálů. Jsou-li osazeny velkoobjemovými nástavbami, slouží k odvozu objemných materiálů a poměrně časté jsou takové soupravy osazené cisternovými nástavbami (Javorek, F., 2012).

U nás se do vývoje a výroby speciálních nákladních automobilů pro zemědělství vložila tuzemská společnost Tatra. Ta ve spolupráci se zemědělskými podniky vyvinula několik automobilů uzpůsobených pro provoz v zemědělství. Například ve spolupráci s Rolnickou společností Pavlovice.

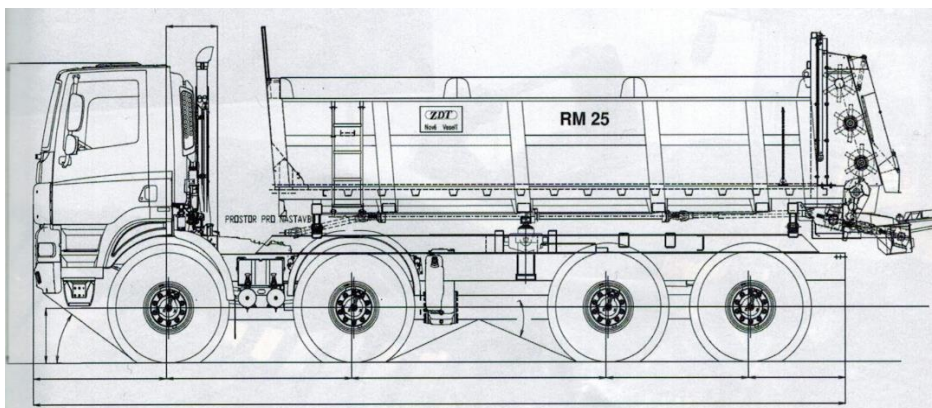
Projekt pod označením Agronomka se vyvinula koncepce nosiče výměnných zemědělských nástaveb. Pro základ koncepce byl použit čtyřnápravový podvozek Tatra T 158 Phoenix. Vozidlo je vybaveno čtyřmi hnanými a říditelnými nápravami s kolovými redukcemi. Řízení předních dvou náprav je mechanické s hydraulickým posilovačem, naopak řízení zadních náprav je elektrohydraulické v závislosti na natočení předních kol a rychlosti do 30 km.h⁻¹. U vozidla je použit motor Paccar o zdvihovém objemu 12,9 l a možnost volby převodovky mezi mechanickou od výrobce ZF, nebo automatickou od firmy Alisson. Podvozek je koncepce firmy Tatra s centrální nosnou rourou a nezávislými výkyvnými polonápravami s dvoustupňovým sestupným převodem a pneumatickým odpružením s kapalinovými tlumiči znázorněném na obrázku 5. Pneumatické odpružení umožňuje změnu světlé výšky nejen pro výměnu nástaveb. Automobil je vybaven nízkotlakými pneumatikami Michelin 16.00 R 20 XZL s možností změny tlaku v pneumatikách. Tlak huštění je přibližně 350 kPa při jízdě po silnici a 200 kPa při jízdě v terénu. Celková hmotnost vozidla byla projektována na 36 t, celková legislativní hmotnost soupravy činí 48 t, hmotnost vozidla činí 13 t a nástavby 3,5 až 4,5 t. Z uvedených čísel vyplývá dovolená konstrukční nosnost na úrovni 18,5 až 19,5 t a legislativní na úrovni 14,5 až 15,5 t.



Obrázek 5 - Podvozek s centrální nosnou rourou a výkyvnými polonápravami (Zdroj: www.tatra.cz)

Pro pohon zemědělských nástaveb je vyveden přímo z motoru nezávislý vývodový hřídel, který má svoji spojku. V sériovém provedení je dovolený přenášený výkon do 150 kW. Kromě možnosti montáže klasického automobilového závěsu je možná montáž závěsu pro návěs s K 80.

Homologace automobilu může být buď jako nákladní automobil nebo jako traktor s maximální rychlostí $65 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Automobil bude možné vybavit nejrůznějšími nástavbami, mezi kterými můžeme uvést postřikovač Agrio Křemže o objemu 10 000 l a záběru 30 m, dále pak rozmetadlem chlěvské mrvy ZDT Nové Veselí RM 25 o hmotnosti 16 t mrvy uvedeném na obrázku 6, rozmetadlem minerálních hnojiv Güstower GDK 10 000 o hmotnosti přibližně 13 t hnojiva a dalšími nástavbami určenými pro sypké a objemové materiály (Kadleček, L., 2013).



Obrázek 6 – Nástavba pro aplikaci pevných statkových hnojiv RM 25 (Zdroj: Kadleček, L., 2013)

2.2.2. Speciální tahače návěsů

S ohledem na rostoucí nároky jak na rychlost přepravy, tak i na přepravované objemy se v evropských podmínkách prosazují tahače kamionových návěsů určených pro zemědělské provozy. Konstrukce a konfigurace jejich podvozku jim umožňuje pohybovat se v různě obtížném terénu. Součástí přestaveb je centrální systém změny tlaku v pneumatikách a nechybí pohon všech náprav. Takové tahače buď vycházejí z různých sériových nákladních automobilů, nebo jsou to samostatné a speciálně vyvíjené modelové řady. Při srovnání maximální konstrukční rychlosti s klasickými automobily určenými pro zemědělství dosahují takové tahače rychlosti 60 až 65 km/h oproti 80 – 85 km/h u klasických modelů. Tahače kamionových návěsů se dodávají pro potřeby zemědělství v provedení s tříosým podvozkem. Některé třínápravové modely disponují nejen první, ale také poslední říditelnou nápravou.

O konstrukce návěsů agregovaných s tahači, můžeme říci, že se jedná jak o klasické kamionové návěsy ve standardním provedení, tak i modely, které prošly různě

zásadními úpravami. Řada návěsů vychází z koncepce velkoobjemových traktorových návěsů. Do této kategorie spadají modely s výtlačným štítem, s podlahovým řetězovým dopravníkem nebo provedení s podlahovým pásem. Modely s výtlačným štítem či podlahovým dopravníkem mívají objem 60 až 70 m³, v případě cisternových návěsů je to 25 až 30 m³, nebo i 90 m³ pokud se jedná o návěsy s tříosým podvozkem, se kterými se můžeme setkat i v silniční dopravě. Kromě těchto návěsů se používají i cisternové návěsy, vhodné jako přívozní dopravní prostředky v technologických linkách aplikace tekutých statkových hnojiv s oddělenou dopravou a aplikací jak je znázorněno na obrázku 7.

Díky možnosti vybavení třibodovým závěsem nebo vývodovým hřídelem mohou být tyto automobily případně využity jako trakční prostředky pro výkonné senážní návěsy s dvou a tříosým podvozkem a s kapacitou na úrovni 40 až 55 m³, čímž si opět v ničem nezadají s výše popisovanými speciálními návěsy určenými například pro dopravní obslužnost výkonných sklízecích řezaček (Javorek, F., 2014).



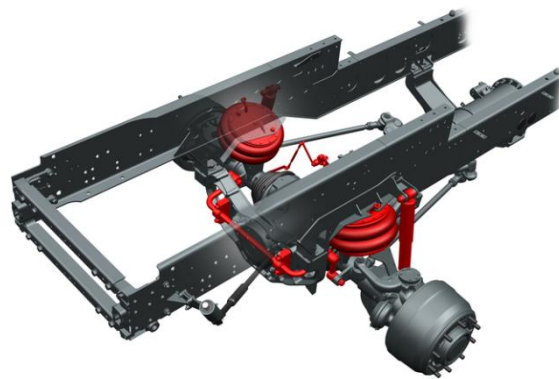
Obrázek 7 - Agrotahač Tatra v agregaci s cisternovým návěsem
(Zdroj: www.stavebni-technika.cz)



Obrázek 8 - Agrotahač Tatra v agregaci s velkoobjemovým návěsem
(Zdroj: www.triol.cz)

Společnost Tatra Truks a.s. ve spolupráci s Rolnickou společností Lesonice vyvinula nákladní automobil koncipovaný jako tahač zemědělských návěsů, jak je patrné z obrázků 7 a 8. Jedná se o upravený standardní tahač návěsů vybavený kapalinou chlazenými motory Paccar o objemu 13 l a výkonu 300 a 340 kW, dále automatickou šestirychlostní převodovkou Allison s dvourychlostním sestupným převodem. Podvozek je vybaven klasickým páteřovým rámem s výkyvnými polonápravami s pneumatikami o rozměrech 500/60R 22,5 na první a třetí nápravě a 600/50R 22,5 na nápravě prostřední. Užší pneumatiky na první a třetí nápravě jsou

použity z důvodu říditelnosti a natáčení kol do rychlosti 40 km/h a v kombinaci s říditelnými nápravami návěsu zlepšují manévrovatelnost soupravy. Automobil je dále vybaven systémem centrální dohušťování pneumatik, který podle nastavení řidiče automaticky upraví tlak vzduchu v pneumatikách. Tento systém se využívá při kombinované jízdě automobilu jak po zpevněných komunikacích, kde se pneumatiky hustí na vyšší tlak vzduchu, tak v terénu, kde se volí nižší tlak z důvodu omezení nežádoucího utužení půdy. Odpružení všech náprav je pneumatické, jak je znázorněno na obrázku 9, s možným zatížením 9 tun u první a poslední nápravy a 11,5 tuny u nápravy prostřední. Na vozidle je umístěno několik tažných systémů. Návěsová točnice, která se nachází ve výšce 1,3 m, dále pak výškově nastavitelný zadní etážový závěs s čepem o průměru 40 mm a koule o průměru 80 mm s adaptérem pro připojení řízení náprav návěsu (Kašpárek, J., 2014).



Obrázek 9 - Detail pneumatického odpružení náprav (Zdroj: www.tatra.cz)

S podobným konceptem zemědělského tahače návěsů znázorněným na obrázku 10 přišla společnost P & L. Jedná se o úplně stejný koncept nákladního automobilu jako v předcházejícím případě lišící se agregovaným návěsem se zajímavým řešením výměnného systému nosiče nástaveb. Automobil je agregován s podvozkem ze společnosti Umikov. Provedení podvozku je dvounápravové, možné i třínápravové. Obě nápravy jsou vybaveny nuceným řízením, které snímá sedlová spojka umístěná na tahači. Na přání je možné podvozek návěsu vybavit hydraulickým pohonem náprav pro překonání obtížných úseků. Návěs má pro řízení náprav vlastní hydraulický okruh a

hydraulika tahače se využívá jen pro ovládání čelní klapky a pro činnost podlahového dopravníku.

Aby se zvýšila využitelnost v průběhu roku, funguje podvozek jako výměnný systém nástaveb. Nástavbu se základním objemem 65 m³ vyrobila německá firma Bergman, která se specializuje na výrobu dopravní techniky v zemědělství. Podlahový dopravník se čtyřmi silnými řetězy umožňuje jak vyprazdňování nákladu, tak i dopravu materiálu dovnitř korby při zadním plnění. Dopravník má kromě obousměrného chodu ještě dvourychlostní pohon. Firma dále chystá tento podvozek osadit cisternovou nástavbou (Beneš, P., 2014).



Obrázek 10 - Podvozek Umikov s výměnnou nástavbou Bergman (Zdroj: www.pal.cz)

2.2.3. Kontejnerové a ostatní nosiče

Historie využití kontejnerových nosičů má v našem zemědělství spojitost především s dopravní obsluhou areálů živočišné výroby a zajištěním svozu chlévské mrvy z jednotlivých provozů na centrální hnojiště. Nabídka kontejnerů byla poměrně široká, což přispělo k rozšíření tohoto systému také do dalších odvětví zemědělské výroby a využití ve vnitropodnikové dopravě například při zajištění odvozu obilovin od skupiny sklízecích mlátiček prostřednictvím kontejnerů rozmístěných rovnoměrně po sklízeném pozemku. Nechyběly a ani nechybí velkoobjemové nástavby včetně sklápěných do strany, cisternové nástavby včetně těch s napáječkami, případně další provedení.

Nákladní automobilové nosiče kontejnerů se dodávají v provedení s dvouosým, tříosým nebo čtyřosým podvozkem, přičemž délka a potažmo objem kontejneru jsou přímo úměrné délce šasi nákladního automobilu. V současnosti se často používají hákové nosiče, které mají podvozek opatřen hydraulicky ovládaným hákovým ramenem,

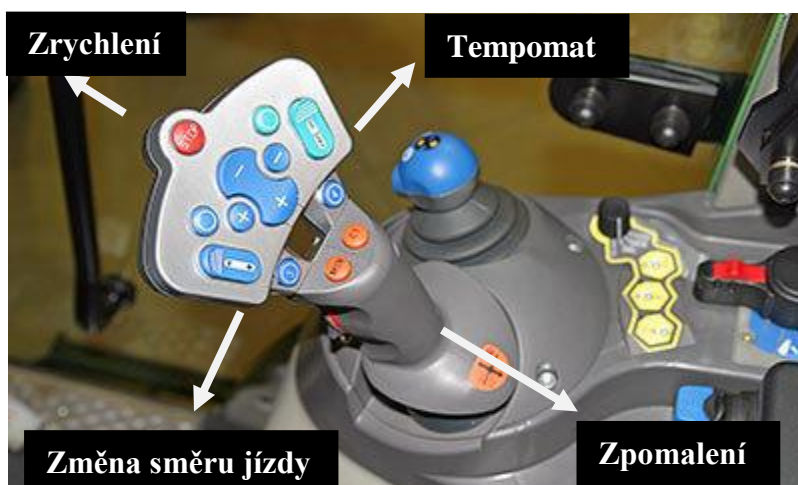
znázorněným na obrázku 11, určeným k agregaci kontejneru a jeho upevnění. Součástí mechanismu je také systém zadního vyklápění kontejneru (Javorek, F., 2014).



Obrázek 11 - Kontejnerový nosič nástaveb (Zdroj: www.molcik.eu)

2.2.4. Traktorová doprava

Traktorové soupravy mají v systému zemědělské dopravy své pevné místo. K rozšíření využití traktorových souprav přispívají především vyšší pojzdové rychlosti zemědělských kolových traktorů, kdy 40 km/h je standardem. Kromě klasických kolových traktorů se setkáme s různými systémovými nosiči, jejichž konstrukční rychlost přesahuje 60 km/h. Dalším faktorem, který zvyšuje využití traktorů v zemědělské dopravě, jsou různé modely plynulých převodovek včetně několika funkcí tempomatu, jak je znázorněno na obrázku 12, dále pak automatické režimy převodovek částečně či plně řazených pod zatížením a rovněž systémy umožňující komunikaci mezi pohonnou jednotkou a převodovým ústrojím. Taková řešení rovněž umožňují negativní vlivy obsluhy na celkové ekonomické ukazatele jízdního režimu od regulace otáček motoru až po skutečnou spotřebu pohonných hmot.



Obrázek 12 - Možnosti ovládání plynulé převodovky Vario u traktorů Fendt (Zdroj: www.landwirt.com)

Se zvyšujícími se konstrukčními rychlostmi souvisí také komfortní prvky výbavy, mezi které můžeme zařadit odpruženou přední nápravu uvedenou na obrázku 13 a kabinu s různými režimy intenzity odpružení. Pro využití zemědělských trakčních prostředků v dopravě je nutná dostatečná nabídka různých typů závěsů, kdy v případě návěsů naprosto převládá agregace do spodního závěsu, zejména s kulovým čepem o průměru 80 mm označovaným jako K 80, znázorněném na obrázku 14. Samozřejmě se využívá také horní etážový závěs, kde se můžeme setkat s kombinací s již uvedeným kulovým čepem a pro agregaci s některou dopravní technikou se rovněž využívá jednoduchý tažný čep, zvaný Piton Fix a u řady uživatelů je stále populární klasický agrohák.



**Obrázek 13 - Nezávislé odpružení přední nápravy u traktorů John Deere řady 8000
(Zdroj: www.danhel.cz)**

S agregací souvisí také brzdový systém, kdy se v našich podmínkách používají vzduchové brzdy. Trakční prostředky ve výkonové kategorii do 74 – 88 kW jsou dodávány s jedno a dvouhadicovými brzdami, výkonnější modely se dodávají zpravidla s brzdami dvouhadicovými a pro agregaci s vybranou dopravní technikou se jednohadicové brzdy dodávají jako volitelné příslušenství. Důležitým kritériem je dostatek vnějších hydraulických okruhů, protože moderní zemědělská dopravní technika využívá řadu hydraulických funkcí od sklápění nástavby přes hydraulicky otevíratelná vrata a říditelnou nápravu až po hydraulické ovládání ramen aplikátorů kejdy či šnekového dopravníku překládacích vozů. Proto se také řada přípojných vozidel vybavuje ovládacím terminálem sdružujícím pracovní funkce, čímž klesá potřeba počtu hydraulických okruhů, jak je patrné z obrázku 15.



**Obrázek 14 - Závěs s kulovým čepem
označovaným jako K 80
(Zdroj: www.agrozetshop.cz)**



**Obrázek 15 - Ovládací terminál sdružující
hydraulické funkce agregovaného prostředku
(Zdroj: www.pottinger.at)**

2.2.4.1. Traktorová dopravní technika

Traktorovou dopravní techniku můžeme rozdělit do třech velkých skupin. První skupinu reprezentují výměnné systémy, druhá skupina zahrnuje jednoúčelovou dopravní techniku a třetí skupinu tvoří dopravní technika pracovní. Všechny výše uvedené druhy dopravní techniky mají obdobné základní konstrukční prvky. Jedná se o podvozek tvořený jednou až čtyřmi nápravami, přičemž nápravy se dodávají opět v závislosti na technickém provedení jako pevné, pevné s hydraulickým vyrovnáváním, kloubové, odpružené pružinami, hydropneumaticky nebo pneumaticky, jak je uvedeno na obrázku 17. Mezi další příslušenství související s podvozkem patří řízení různého počtu náprav a možnost jejich zvednutí při požadavcích na změnu těžiště jak je znázorněno na obrázku 16. Některé modely dopravní a aplikační techniky využívají za tímto účelem posuvnou konstrukci.



**Obrázek 16 - Možnost zvednutí nápravy pro
změnu těžiště (Zdroj: www.crs-marketing.cz)**



**Obrázek 17 - Detail parabolického odpružení
(Zdroj: www.danhel.cz)**

Nástavby traktorových návěsů

Jednotlivé nástavby si můžeme přiblížit v souvislosti s charakteristikou výměnných systémů, neboť tyto systémy vycházejí z konstrukce jednoúčelové dopravní techniky. Základní nástavby představují vanové a vícestranně sklápěné korby, které jsou v základním objemu vybaveny pro dopravu sypkých zemědělských materiálů. Takové nástavby nabízejí tzv. těsnost pro přepravu obilovin nebo řepky (Javorek, F., 2012).

Sklápěcí nástavby

Sklápěcí nástavby jsou řešeny pro dvoustranné, třístranné nebo zadní sklápění. Bočnice se otevírají mechanicky pákovým systémem nebo hydraulicky. U zadních sklápěčů bývá směrem dozadu nástavba kónická pro usnadnění vyklopení materiálu. Sklopení nástavby zajišťuje jeden, popř. dva přímočaré hydromotory. Pro materiály s objemovou hmotností do 500 kg/m^3 se doporučuje použití nástavků bočnic. Nástavby jsou vyrobeny z profilovaného plechu a jsou utěsněny proti vypadávání materiálu. Proti úletu materiálu při jízdě se zakrývají plachtami. Některé dozadu sklápěné nástavby mají v zadním čele kruhový nebo obdélníkový otvor s hradítkem pro dávkování materiálu na různé dopravníky nebo zásobníky.

Velkoobjemové nástavby

Velkoobjemové nástavby na jedno až třinápravových návěsových podvozcích jsou určeny zejména pro přepravu objemných materiálů, zejména zavazných popř. čerstvých pícnin a slámy, jak je uvedeno na obrázku 18. Tyto nástavby jsou zařazovány do sklizňových linek k výkonným sklízecím samojízdňným řezačkám, kde nakládka materiálů probíhá převážně za jízdy soupravy a do linek výdeje objemných krmiv. Velkoobjemové nástavby se vyrábějí jako jednoúčelové kompaktní celky určené pro montáž na návěsové podvozky nebo jako nástavby na dozadu sklápějící návěsy. Návěsy se vyprazdňují sklápěním, podlahovým dopravníkem nebo vyhrnovacím štítem. Výhodou systémů s výtlačným štítem je eliminace nebezpečí převrácení vozidla při vyprazdňování oproti jiným sklápěčům, možnost zvýšení objemné hmotnosti stébelnatých materiálů stlačením a vyprazdňování materiálů v nízkých budovách. Nevýhodou toho systému je vyšší provozní hmotnost, vyšší počet pohyblivých součástí oproti sklápěčům, obtížnější utěsnění ložného prostoru, ale i velká potřeba oleje.

Výměnou zadního čela za rozmetací ústrojí může být velkoobjemová nástavba využita jako rozmetadlo hnoje, jak je patrné z obrázku 19.



Obrázek 18 – Jednoučelová velkoobjemová nástavba (Zdroj: www.pekass.eu)



Obrázek 19 - Vyrhovací nástavba agregovaná s rozmetadlem statkových hnojiv (Zdroj: www.fliegl-agrartechnik.de)

Překládací nástavby

Mezi nástavby, které se v současnosti rozšiřují při sklizni obilovin, patří překládací nástavby. Překládací nástavby na jednom až třinápravovém podvozku jsou určeny pro přepravu zrnin, olejnin, tuhých minerálních hnojiv, osiv apod. a jejich překládku do dopravních prostředků nebo strojů se zásobníky, které materiály obvykle aplikují nebo zpracovávají, jak je znázorněno na obrázku 20. Traktorové překládací nástavby mají obvykle užitečnou hmotnost 5 až 20 tun, což odpovídá ložnému objemu 11 až 23 m³. Nástavby jsou nejčastěji konstruovány s trojúhelníkovým průřezem ve spodní části. V této části je umístěn šnekový dopravník, na který navazuje dopravník překládací, jehož výška dosahuje 4,8 m a je možno ji u některých návěsů regulovat. Velikost průměru šneku překládacího dopravníku bývá nejčastěji 400 až 450 mm.



Obrázek 20 - Překládací návěs při překládce do odvozního prostředku (Zdroj: www.horsch2.com)

Sběrací nástavby

V podnicích, které provozují živočišnou výrobu využívají pro dopravu steliv a krmiv sběrací návěsy, jejichž nástavby umístěné na jedno až třínápravových návěsových podvozcích jsou určeny k nakládce, řezání, přepravě, popř. i k dávkování tenkostěbelnatých pícnin v čerstvém, zavadlém nebo suchém stavu a slámy. V ojedinělé míře se tyto nástavby používají pouze pro dopravu objemných hmot, kdy nakládku zajišťují čelní nebo jeřábové nakladače. Sběrací návěs je uveden na obrázku 21 (Srovnej, O., et al., 2008).



Obrázek 21 - Sběrací návěs firmy Krone (Zdroj: www.arura.pl)

Cisternové nástavby

Další hojně využívanou nástavbu představují cisternové nádrže vyrobené z různých materiálů, jako např. sklolaminátu, jak je vyobrazeno na obrázku 22, žárově zinkované oceli, oceli s dostatečnou povrchovou úpravou, které slouží pro přepravu vody, tekutých statkových hnojiv nebo roztoků hnojiv minerálních. Cisternové nástavby se dodávají s různým systémem plnění např. čerpadlem nebo vývěvou a dále nabízejí i různý počet a konfiguraci plnicích a vyprazdňovacích otvorů. Nabídka na přání často zahrnuje systémy agregace adaptérů pro aplikaci kejdy, jak je patrné z obrázku 23 (Javorek, F., 2012).



**Obrázek 22 - Sklolaminátová cisternová
nástavba s hadicovým aplikátorem
(Zdroj: www.crs-marketing.cz)**



**Obrázek 23 – Ocelová cisternová nástavba
s radličkovým aplikátorem
(Zdroj: www.unimarco.cz)**

Nástavby rozmetadel hnoje

Nástavby rozmetadel hnoje jsou určeny pro přepravu a aplikaci tuhých statkových hnojiv, kašovitých hnojiv, kompostů, ale i k rozmetání průmyslových kalů. Podvozky rozmetadel musí vyhovovat jízdě po komunikacích, polních cestách a i v zemědělském terénu. Rozmetací ústrojí provádějící aplikaci musí zajistit optimální velikost částic rozmetaného materiálu a jeho aplikaci na povrch půdy. Traktorová rozmetadla hnoje se vyrábějí v současné době jako návěsy nebo jako výměnné nástavby pro univerzální traktorové podvozky o hmotnosti 3,7 až 22 t, což odpovídá objemu přibližně 4 až 23 m³. Nástavba rozmetadel hnoje je obvykle celooceľová konická vana vybavená podlahovým dopravníkem nebo vana s vyhrnovacím čelem. Rozmetací ústrojí tvoří rozdružovací válce s vertikální nebo horizontální osou otáčení doplněné rozmetacími talíři s přestavitelnými lopatkami, jak je patrné z obrázku 24. Hydraulicky ovládané hradítko umístěné před rozmetacím ústrojím zabraňuje natlačení materiálu do rozdružovacích válců při nakládání. Tím usnadňuje rozběh rozmetacího ústrojí na počátku rozmetání a zabraňuje jeho přetížení (Srový, O., et al., 2008).

Javorek F. (2012) dále uvádí možnost vybavení rozmetadel hnoje sadou nástavku, jejichž použitím získáme nástavbu pro dopravní obsluhu sklízecích řezaček. Někteří výrobci dodávají nástavby s hydraulicky výškově nastavitelnými bočnicemi. Toho systému využívá firma Annaburger u svých návěsů Teleliner, který je vyobrazen na obrázku 25.



Obrázek 24 - Rozmetadlo hnoje s horizontálními frézovacími válci
(Zdroj: www.pekass.cz)



Obrázek 25 - Návěs Teleliner s výškově nastavitelnými bočnicemi
(Zdroj: www.crs-marketing.cz)

Výměna nástaveb je u moderních systémů zpravidla záležitostí hydraulického systému a stabilizačních podpěr pro bezpečné odstavení nástaveb na zpevněném povrchu. Agregace s trakčním prostředkem je záležitostí horního nebo spodního závěsu a s využitím pevné, mechanicky nebo hydraulicky odpružené oje (Javorek, F., 2012).

2.2.4.2. Speciální dopravní technika

Mezi speciální dopravní techniku můžeme zařadit vozy určené pro obsluhu samojízdných sklízeců cukrové řepy, jak je uvedeno na obrázku 26, nebo překládací vozy pro překládání řezanky kukuřice nebo senáže. Další kategorií speciální dopravní techniky jsou přepravníky hospodářských zvířat, nejčastěji s jednoosým a dvouosým podvozkem, včetně možnosti jeho hydraulického polohování pro snazší nástup do pracovního prostoru. Mezi významnou dopravní techniku patří přepravníky obřích hranolových balíků a balíků válcových, které se dodávají s jedno až tříosým podvozkem, přičemž do kategorie dopravní techniky spadají rovněž samonakládací modely, uvedené na obrázku 27, včetně plně automatizovaných funkcí. Do kategorie speciální techniky můžeme zahrnout hákové nosiče kontejnerů, které se zpravidla dodávají s dvouosým a tříosým podvozkem, avšak najdeme taktéž provedení s jednou nebo čtyřmi osami. Některé podniky a farmy využívají také výkonné traktory a systémové nosiče s klasickými kamionovými návěsy. Za tímto účelem jistí výrobci vyvíjí a vyrábí jedno- a dvouosé podvozky pro agregaci zemědělských trakčních prostředků s těmito návěsy. Podvozek je s trakčním prostředkem agregován prostřednictvím tažné oje a je zároveň opatřen systémem pro připojení kamionového návěsu a vznikají tak soupravy určené zejména pro provoz na pozemních komunikacích (Javorek, F., 2012).



Obrázek 26 - Návěs určený pro překládání cukrové řepy (Zdroj: www.dagros.cz)



Obrázek 27 - Návěs pro přepravu hranolových balíků (Zdroj: www.toko.cz)

2.2.4.3. Vývoj v oblasti traktorové dopravní techniky

V oblasti vývoje se výrobci dopravní techniky zaměřují na snížení hmotnosti dopravních systémů, s čímž souvisí konstrukce větších nástaveb, a tím i zvýšení hmotnosti přepraveného materiálu. Tento trend je možno sledovat nejčastěji u cisternových nástaveb, kde řada výrobců nabízí provedení cisteren z nejrůznějších materiálů, jako je ocel, polyuretan nebo sklolaminát. Vývoj se dále zabývá aplikací elektronických a automatických funkcí dopravních systémů. Například firma Pottinger zavedla u senážních návěsů Jumbo automatické plnění ložné plochy návěsu. Systém pracuje na principu snímačů, které jsou umístěny v horní části nástavby. Jakmile začne působit tlak materiálu na stropní konstrukci, dojde ke spojení snímačů a tím i k posuvu materiálu uvnitř nástavby.

I u rozmetadel pevných statkových hnojiv jde vývoj směrem k využití elektroniky. Tuto možnost představila firma Fliegl na svých rozmetadlech. Řídící jednotka rozmetadla by měla mít od senzorů informace o provozních parametrech a komunikovat s traktorem v reálném čase. S využitím systému Traktor-Implement-Management plánuje firma Fliegl i možnost regulace činnosti traktoru povely od rozmetadla, jako například otáček vývodového hřídele či aktivace vnějších hydraulických okruhů (Beneš, P., 2015).

Firma Fliegl se dále zabývá možností využití elektropohonu u svých návěsů. Další cestou jak využít vyšší účinnosti práce motoru traktoru je náhrada klasického pohonu čerpadla pomocí vývodového hřídele elektromotorem. Pohon je zabezpečen přes elektrický kabel s normovanou zásuvkou, který je schopen přenášet výkon 150 kW

ze sítě traktorů, vybavených vlastním generátorem elektrického proudu. Pohon čerpadla obstarává elektromotor o výkonu 15 kW. Takto nízký odběr výkonu umožňuje traktoru pracovat při snížených otáčkách motoru s nízkou spotřebou paliva i hlučností. Systém se uplatňuje jak při plnění cisterny, tak při aplikaci kejdy (Beneš, P., 2014).

Jako další významný krok ve vývoji je pohon náprav návěsu. Hnané nápravy nejsou u návěsů novinkou a používají se zejména u těch, které jezdí v těžkém terénu. Výrobci přitom používají dvě řešení, a to mechanický či hydrostatický pohon. Třetí řešení je možnost pohonu přední nápravy návěsu pomocí elektromotoru, jak je patrné z obrázku 28. Podmínkou, která umožňuje tento systém využívat, je traktor s dostatečně výkonným generátorem elektrického proudu, který vyrábí střídavých 400 V. Díky přesnému snímání rychlosti jízdy traktoru lze následně přesně regulovat otáčky elektromotoru a tím i poháněné nápravy návěsu. Nevýhodou toho systému je to, že traktor s takto výkonným generátorem vyrábějí pouze dvě společnosti (Stehno, L., 2012).



Obrázek 28 - Pohon nápravy elektromotorem (Zdroj: www.fliegl-agrartechnik.de)

Systém precizního dávkování kejdy podle obsahu jednotlivých složek využívá sofistikovaného použití elektroniky k následnému automatickému systému aplikace kejdy. Firma Zunhammer přišla na trh se systémem Van-Control. Optický senzor zjišťuje pomocí reflexe světla obsah živin přímo ve vedení kejdy v cisterně. Při plnění je zaznamenáváno množství dusíku, draslíku a fosforu, dále pak množství sušiny v kejdě. Systém může být dále instalován i jako samostatná jednotka pod označením Trista, z čehož vyplývá možnost zabudování do systémů dopravy kejdy mezi zásobníkem a cisternou nebo i možnost využití pro cisterny ostatních výrobců, kde umožňuje precizní hnojení pozemků přibližující se rozmetadlům minerálních hnojiv. Tento systém je vyobrazen na obrázku 29 (Beneš, P., 2016).



Obrázek 29- Systém Van-Control firmy Zunhammer (Zdroj: www.zunhammer.de)

Vážicí systémy mohou být dalšími možnostmi využití elektroniky v zemědělské dopravě. Tento způsob elektroniky pracuje na systému umístění nastavby na tenzometrických snímačích, z kterých odchází zjištěná hmotnost do terminálu v traktoru, kde je následně zobrazena. Kromě požadavků na evidenci výnosu plodin z jednotlivých pozemků vyplývá potřeba vážení v materiálových tocích zemědělských materiálů také z mnoha dalších důvodů. Jedním z důvodů je legislativa a s tím spojené dodržení hmotnosti soupravy pro jízdu na pozemních komunikacích. Vážení je také podmínkou správného seřizení a cejchování mnohých strojů a zařízení. Týká se to zejména sklízecích mlátiček a řezaček, kde je třeba nastavení konfrontovat se skutečně sklizeným množstvím na dané ploše (Syrový, O., et al., 2008).

2.2.5. Systémy dělené dopravy v zemědělství

Veškeré sklizňové práce, ale také aplikace pevných či kapalných statkových a minerálních hnojiv jsou spojeny s dopravou různých materiálů, jejichž vlastnosti vyplývají z druhu prováděných prací. Při dopravních operacích se nevyhneme pohybu dopravní techniky po povrchu pozemku. Při sestavování technologií dělené dopravy jde zejména o minimalizaci negativních vlivů pohybu této techniky, na níž se podílejí obslužné dopravní operace s ohledem na utužování půdy. Proto se také v našich podmínkách stále častěji setkáváme se systémy dělené dopravy, která se zpravidla využívá při sklizni obilnin, aplikaci pevných a tekutých statkových hnojiv i hnojiv minerálních.

Sklizeň obilnin

Příkladem systémů dělené dopravy je sklizeň obilnin, olejnin a dalších plodin výkonnými modely sklízecích mlátiček. Sklizené produkty se často dopravují do zpracoven a skladů na velké vzdálenosti. Z tohoto pohledu je patrné, že požadavky na podvozky a pneumatiky mechanismů pohybujících se na sklizených pozemcích a těch, které zajišťují dopravu na veřejných komunikacích, se značně liší. Dalším důvodem, proč se právě při sklizni obilnin a olejnin systémy dělené dopravy využívají, je minimalizace neproduktivních časů sklízecích mlátiček. Efekt využití těchto systémů stoupá s rostoucím počtem sklízecích mlátiček na daném pozemku. Kapacita ložného prostoru překládacích vozů odpovídá objemu 15 – 35 m³. Souprava s překládacím vozem se pohybuje na daném pozemku a zajišťuje stálou obsluhu sklízecích mlátiček. Pokud je celá logistika postavena na soupravě či soupravách, které zajišťují obsluhování mlátiček i dopravu do místa skladování, je riziko vzniku neproduktivních časů poměrně vysoké. Praktické zkušenosti ukazují, že špatnou organizací logistiky při sklizni zrnin dochází ke ztrátovým časům během sklizňového dne na úrovni jedné až dvou hodin, což odpovídá snížení denní výkonnosti na úrovni 8-10 ha.

Překládací vůz může mít podobu speciálně konstruovaného návěsu, zpravidla s jednou až třemi nápravami, dále se může jednat o výměnnou nástavbu, zpravidla s dvou a tříosým podvozkem jak je patrné z obrázku 30. Kromě kolového podvozku se můžeme v některých oblastech setkat s pásovým podvozkem návěsných překládacích systémů. Stavba speciální překládací nástavby počítá zpravidla se šnekovým dopravníkem, který zajišťuje posun zrna směrem k vyprazdňovacímu dopravníku pro plnění odvozních souprav. Šnek pro plnění odvozních souprav je umístěn nejčastěji v oblasti předního čela, v zorném poli obsluhy trakčního prostředku a je hydraulicky polohovatelný. Jako příslušenství se k tomuto dopravníku dodávají různé nástavce pro plnění secích strojů či rozmetadel minerálních hnojiv.

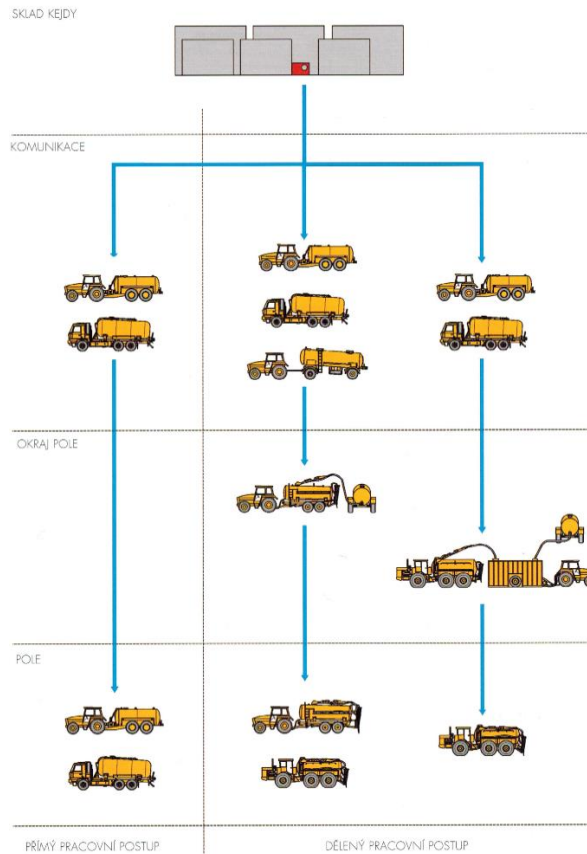


**Obrázek 30 – Vyrnovací návěs opatřený překládacím čelem pro plnění odvozních souprav
(Zdroj: www.flietl-agrartechnik.de)**

Aplikace statkových hnojiv

Z historického hlediska nejstarším typem dělené dopravy, který se využívá i v současné době je doprava a aplikace tuhých statkových hnojiv, kdy během roku nebo v určitém časovém období probíhá naskladňování různých typů polních hnojišť, s jejichž využitím se počítá pro samotnou aplikaci. Ta probíhá prostřednictvím ucelené technologie tvořené manipulační a aplikační technikou, v tomto případě rozmetáním.

Aplikace tekutých hnojiv skýtá daleko větší uplatnění systémů využívajících dělenou dopravu, jak je patrné ze schématu na obrázku 31. Lze využít kombinaci cisteren přívozních a aplikačních, nebo technologie postavené na využití cisteren pro dopravu kejdy ze zásobníků se skladovací kapacitou, kdy další součástí aplikační techniky tvoří kontejnerové mezizásobníky o objemu přibližně 60 m³ umístěné na okrajích pozemků, kde se opět využívá cisteren pro finální aplikaci.



Obrázek 31 - Schématické znázornění toku kejdy od skladu na pole (Zdroj: Syrový, O., et al., 2008)

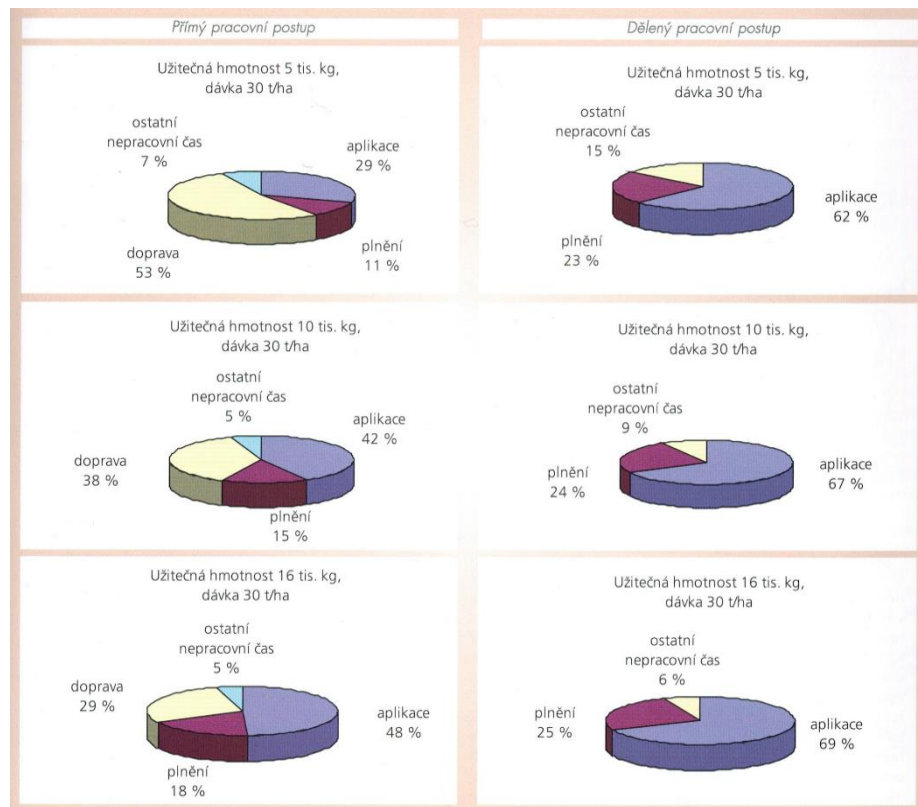
Úlohu přívozních cisteren plní speciální cisternové návěsy a přívěsy určené pro agregaci se zemědělskými kolovými traktory a systémovými nosiči a druhou používanou technologií dopravy po veřejných komunikacích představují nákladní automobily, které mohou být využity jako sólo nákladní automobily, nákladní automobily s přívěsnou cisternou a v neposlední řadě i jako automobily agregované s klasickými kamionovými návěsy, jak je znázorněno na obrázku 32.



Obrázek 32 - Přečerpávání hnojiva do aplikátoru na souvrati (Zdroj: www.mechanizaceweb.cz)

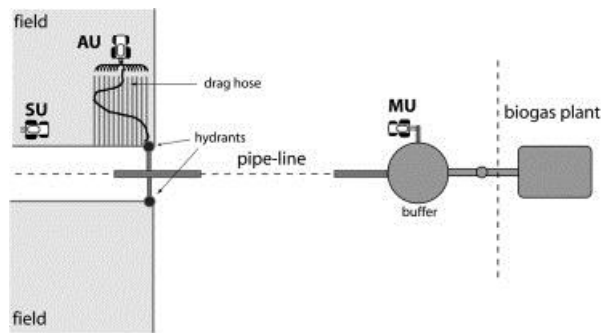
Aby byla tato technologie efektivní, platí zde určitá pravidla. Jedná se hlavně o sladění objemů jednotlivých typů cisteren, které jsou v takovéto aplikační lince zařazeny. Objem aplikační cisterny, která může mít rovněž podobu nástavby speciálního samojízdného nosiče, činí zpravidla 7,5 – 15 m³ včetně různých nástaveb, čemuž odpovídají také objemy cisteren přívozních, které dosahují zhruba 15-25 m³. Systém s kontejnery pak umožňuje využití přívozních cisteren, jejichž objem neodpovídá násobku objemu cisteren aplikačních. Kromě dvou a tříosých podvozků se můžeme setkat s čtyřosými cisternami s objemem přesahujícím 30 m³. Objemu aplikační cisterny musí odpovídat pracovní záběr aplikačního nástavce, kdy je nutné eliminovat přejezdy související s doplňováním hnojiva. Ideální stav je, kdy pracovní záběr, objem cisterny a dávka umožňují v jedné jízdě aplikaci po celé délce pozemku. Kromě šetrného přístupu k ochraně povrchu půdy má dělený systém aplikace a tedy dopravy význam pro výživu a hnojení během vegetace, kdy speciální nosič s možností řízení všech kol nebo traktorová souprava s aplikační cisternou do určitého objemu umožňují efektivní a šetrný pohyb v porostu obilnin, řepky nebo kukuřice. Jednotlivé typy kultur často vyžadují používání speciálních kol a pneumatik, které jsou určeny především pro pohyb soupravy na pozemku a v porostu (Javorek, F., 2012).

V grafech na obrázku 33 jsou znázorněny struktury pracovního času traktorového návěsného kejdovače o pracovním záběru 9m, pracovní rychlosti 6 km/h a přepravní vzdálenosti 10 km v lince při hnojení v přímém a děleném pracovním postupu.



Obrázek 33 - Porovnání struktury pracovního času u přímé a dělené dopravy kejdy (Zdroj: Syrový, O., et al., 2008)

Další systém dopravy a aplikace uvádí ve své práci Berruto a kolektiv odborníků z Itálie. Studie byla založena na porovnání dopravy a aplikace ve formě cisternového systému a aplikace hadicovým aplikátorem s taženou vlečnou hadicí, sloužící k dopravě digestátu. Základem pro porovnání dvou způsobů dopravy a aplikace v jejich práci je bioplynová stanice situovaná v regionu Piemont s produkcí 15 000 t digestátu ročně. Zatímco u systému cisternové přepravy získáváme flexibilní a přizpůsobivý systém měnícím se omezením, co se týká dopravních tras, kde hlavním nedostatkem je vysoká hmotnost tohoto systému a s tím související riziko ztuhnutí půdy. Pro srovnání systém s vlečnou hadicí je pro přepravu po poli lehký, s vysokou aplikační kapacitou a vyloučením silniční dopravy. Tento systém dopravy zahrnuje síť podzemního potrubí nesoucí kapalné organické hnojivo od bioplynové stanice do vstupního bodu pole, jak je znázorněno na obrázku 34.



**Obrázek 34 - Schéma toku hnojiva od místa skladování k místu aplikace
(Zdroj: Berruto, R., et al., 2013)**

Traktor použitý jako aplikační jednotka táhne dopravní hadici přes pole během aplikace. Tento systém je znázorněn na obrázku 35. Druhý traktor se používá jako podpěrná jednotka, jehož úkolem je odvíjení a navíjení hadice během aplikace. Tým odborníků dále uvádí jako nevýhodu tohoto systému větší vstupy práce pro instalaci potrubí a obtížnost přesunutí mobilní přítokové hadice. Srovnání dvou systémů ukázalo, cisternový systém přepravy digestátu byl nejúčinnější na krátké dopravní vzdálenosti, zatímco pro delší dopravní vzdálenosti se ukázala účinnější aplikace pomocí hadicového aplikátoru s vlečnou hadicí. V současné době převládá v Itálii cisternový systém dopravy, zatímco systém aplikace hadicovým aplikátorem s vlečnou hadicí je v provozu pouze na několika farmách (Berruto, R., et al., 2013).



Obrázek 35 - Systém hnojení pomocí vlečných hadic Vakutec Turbo (Zdroj: www.vakutec.at.)

2.2.5.1. Ostatní možnosti využití dělené dopravy

Aplikace minerálních hnojiv

Typickým příkladem dělené dopravy může být rovněž aplikace hnojiv v pevné a kapalné podobě. V souvislosti s aplikací minerálních hnojiv platí obdobná pravidla jako v případě aplikace hnojiv statkových a pro zásobování rozmetadel různé konstrukce a kapacity se rovněž využívají již zmiňované překládací vozy, které zde plní úlohu dopravní techniky pro dopravu na pozemních komunikacích. V případě dopravy hnojiva rozmetadlem do místa aplikace je možno použití návěsných rozmetadel, avšak pro zvýšení výkonnosti je lepší použití dopravy dělené. V případě aplikace tekutých minerálních hnojiv s využitím nesených, tažených a samojízdných, případně nástavbových postřikovačů se téměř vždy využívají pro dopravu vody přívozní cisterny, jak je zřejmé z obrázku 36, které vycházejí z modelů popisovaných v souvislosti s aplikací kejdy a digestátu, přičemž příprava roztoku se děje přímo na daném pozemku, a používají se tzv. přimíchávací nádrže, které jsou součástí postřikovače (Javorek, F., 2012).

Trend směřuje k míchání postřikové jichy ve stacionárních míchacích stanicích umístěných v areálech zemědělských provozů z důvodu přesné dávky chemikálií v poměru s vodou, zdravotní bezpečnosti a hlavně zvýšení plošné výkonnosti postřikovače, kterého tak neomezuje doba rozmíchání přípravku v přimíchávací nádrži.



Obrázek 36 - Rychlé plnění postřikovače ramenem cisterny pro zvýšení výkonnosti aplikace (Zdroj: www.zavesnatechnika.cz)

Sklizeň siláže a senáže

S využitím dělené dopravy se můžeme rovněž setkat při sklizni senáže či silážní kukuřice, a to zejména v souvislosti s taženými řezačkami, které jsou opatřeny závěsem, do něhož se agregují speciální dvou a tříosé přívěsy, jak je uvedeno na obrázku 37.



Obrázek 37 – Využití dělené dopravy při sklizni silážní kukuřice (Zdroj: www.manzt.cz)

Také některé modely samojízdných strojů se dodávají se speciálními dvouosými podvozky nahrazujícími klasickou zadní nápravu, přičemž tato výbava umožňuje opět agregaci návěsu. Dopravu hmoty do místa naskladňování zajišťují trakční prostředky, nejčastěji zemědělské traktory a systémové nosiče, dále pak nákladní automobily a tahače. Další možností jsou různé modely překládacích nástaveb, které jsou součástí konstrukce řezačky, respektive případného podvozku. Jedná se o překládací nástavby s bočním nebo zadním překládacím dopravníkem, případně o otočné zásobníky o objemu zhruba 40 – 60 m³.

Při sklizni pícnin se můžeme setkat také se speciálními překládacími vozy. Překládací vozy, využívané například pro překládání kukuřice sklizené na siláž, mohou mít podobu klasických návěsů s podlahovým laťovým dopravníkem, přičemž přední čelo je osazeno adaptérem s metacím kolem a metacím komínem pro překládku materiálu. Druhou možností je speciální konstrukce překládací nástavby, která principiálně vychází z některých modelů samojízdných řezaček s překládací nástavbou. Nástavba má opět podobu ložného prostoru s podlahovým dopravníkem, přičemž je opatřena hydraulickými válci, které umožňují její zvednutí přesahující výšku hrany nástavby odvozních prostředků jak je patrné z obrázků 38 a 39. Takové speciální modely se dodávají v provedení s jedno až tříosým podvozkem s objemem nástavby řádově 25-55 m³ (Javorek, F., 2012).



**Obrázek 38 – Speciálně upravená sklízecí
řezačka s překládací nástavbou
(Zdroj: www.youtube.com)**



**Obrázek 39 - Samojízdná sklízecí řezačka
doplněná speciálním podvozkem a
polohovatelnou překládací nástavbou
(Zdroj: www.trekkerweb.nl)**

Překládací stanice pro pícniny

Dalším systémem dělené dopravy při sklizni pícnin jsou překládací stanice, které slouží k překládání řezanky z pole do odvozních prostředků stojících na pozemní komunikaci jak je patrné z obrázků 40 a 41. Výroba překládacích vozů pro pícniny vznikla na základě požadavků zemědělců, a jisté je, že přímo souvisí s rozvojem bioplynových stanic a přepravou velkého množství materiálu na dlouhé vzdálenosti.

Překládací vůz je v základu jednoduchým strojem. Jeho příjmový stůl s čechrači vychází ze senážního lisu, je vybaven PVC dopravníkem a o jeho pohon se stará samostatný hydromotor. Samostatný pohon má i příčný vodorovný dopravník a třetí hydromotor pohání třikrát zalomený vynášecí dopravník, avšak s ohledem na svůj sklon doplněný laťkami. Pohon všech hydromotorů obstarávají tři hydrogenerátory poháněné od vývodového hřídele traktoru. Zapínání a řízení rychlosti posuvu dopravníku příjmového stolu se provádí z ovládací plošiny. Pro dopravu je překládací vůz vybaven dvojhadicovými brzdami. Skládání a rozkládání z transportní do pracovní polohy je rychlé a díky tomu je možné překládací vůz rychle přemísťovat a tak optimalizovat efektivitu v pohybu dopravních prostředků po poli (Stehno, L., 2015).



Obrázek 40 - Překládací stanice firmy Fliegl (Zdroj: www.fliegl-agrartechnik.de)



Obrázek 41 - Oddělení polní a silniční dopravy za pomoci překládací stanice (Zdroj: www.mechanizaceweb.cz)

3. Cíl práce

Cílem práce je porovnání nákladního automobilu Tatra Phoenix 158 s výměnnými nástavbami s traktorovým dopravním systémem John Deere 8320 agregovaného s návěsem Fliegl s výměnnými nástavbami a jejich využití v podniku zemědělské prvovýroby z hlediska výkonnosti souprav, ujeté vzdálenosti, celkového množství převezeného nákladu, spotřeby pohonných hmot a ekonomiky provozu jednotlivých souprav. Vlastní práce je dále zaměřena na:

- Charakteristiku zemědělského podniku, kde je systém využíván.
- Využití dopravních systémů v podniku zemědělské prvovýroby z hlediska:
 - Přehledu technických parametrů,
 - Rozboru využití jednotlivých nástaveb,
 - Rozboru investičních a provozních nákladů,
 - Porovnání obou systémů na základě naměřených a zjištěných parametrů.

Metodika výpočtu průměrné hmotnosti nákladu

Výpočet průměrné hmotnosti nákladu se skládá z objemu nástavby, objemové hmotnosti a koeficientu plnění. Koeficient plnění byl, zaznamenám subjektivně řešitelem při pozorování plnění jednotlivých souprav. Průměrnou hmotnost nákladu tak získáme dosazením do vzorce I.:

$$m_p = V \cdot k_p \cdot \rho \quad (\text{I.})$$

m_p ... průměrná hmotnost nákladu [t.cyklos⁻¹],

V ... objem nástavby [m³],

k_p ... koeficient plnění,

ρ ... objemová hmotnost přepravovaného materiálu [t.m⁻³].

Metodika výpočtu koeficientu využití času

Koeficient využití času se získá jako podíl produktivního času t_p a času cyklu t_{dc} , dle vzorce II.:

$$k_{\xi} = \frac{t_p}{t_{dc}} \quad (\text{II.})$$

k_{ξ} ... koeficient využití času,

t_p ... čas produktivní 1 cyklu [min],

t_{dc} ... čas provozní 1 cyklu [min].

Metodika výpočtu skutečné hmotnostní výkonnosti cyklicky pracujícího dopravního zařízení

Podle Celjaka (2011), který uvádí ve studijních materiálech vzorec pro výpočet skutečné hmotnostní výkonnosti cyklicky pracujícího zařízení, jenž je uvedený níže, ve kterém se počítá s hmotností nákladu, času cyklu a koeficientem časového využití.

Skutečná hmotnostní výkonnost se tak stanoví na základě vztahu III.:

$$W_{dp} = \frac{m_p \cdot 60 \cdot k_{\xi}}{t_{dc}} \quad (\text{III.})$$

W_{dp} ... skutečná hmotnostní výkonnost cyklicky pracujícího zařízení [$\text{t} \cdot \text{h}^{-1}$],

m_p ... průměrná hmotnost nákladu [$\text{t} \cdot \text{cyklus}^{-1}$],

k_{ξ} ... koeficient využití času,

t_{dc} ... čas provozní 1 cyklu [min].

Metodika získání celkové hmotnosti nákladu za den

$$m_{cd} = m_p \cdot c \quad (\text{IV.})$$

m_{cd} ... celková hmotnost nákladu za den [$\text{t} \cdot \text{den}^{-1}$],

m_p ... průměrná hmotnost nákladu [$\text{t} \cdot \text{cyklus}^{-1}$],

c ... počet cyklů za den [$\text{cyklus} \cdot \text{den}^{-1}$].

Metodika získání celkové hmotnosti nákladu

Celkový počet cyklů c_c se získá součtem jednotlivých cyklů c pro konkrétní typ nástavby nebo jako celkový počet cyklů konkrétního dopravního prostředku. Celkovou hmotnost nákladu získáme dle vzorce V.:

$$m_c = m_p \cdot c_c \quad (\text{V.})$$

m_c ... celková hmotnost nákladu [$\text{t} \cdot \text{rok}^{-1}$],

m_p ... průměrná hmotnost nákladu [$\text{t} \cdot \text{cyklus}^{-1}$],

c_c ... celkový počet cyklů [$\text{cyklus} \cdot \text{rok}^{-1}$].

Metodika získávání spotřeby pohonných hmot

Získávání údajů spotřeby pohonných hmot probíhalo u nákladního automobilu Tatra podle výdejních tankovacích dokladů a u soupravy John Deere 8320 prostřednictvím sledovacího systému Vidimte.cz. Tato měřená veličina je v této práci označena indexem Q_{PHM} . Celková spotřeba PHM za kalendářní rok je řešena součtem spotřeb PHM v jednotlivých dnech nasazení nástavby a následně i součtem jednotlivých spotřeb u konkrétních nástaveb s označením indexem Q_{cPHM} .

Metodika výpočtu průměrné spotřeby pohonných hmot na hmotnost nákladu

Průměrnou spotřebu pohonných hmot na jednu tunu nákladu získáme dosazením do vzorce VI.:

$$Q_t = \frac{Q_{cPHM}}{m_c} \quad (\text{VI.})$$

Q_t ... průměrná spotřeba pohonných hmot na hmotnost nákladu [l.t^{-1}],

Q_{cPHM} ... celková spotřeba pohonných hmot [l.rok^{-1}],

m_c ... celková hmotnost nákladu [t.rok^{-1}].

Metodika výpočtu průměrné spotřeby pohonných hmot na dopravní cyklus

Pro výpočet průměrné spotřeby pohonných hmot na dopravní cyklus potřebujeme znát spotřebu pohonných hmot Q a počet cyklů c . Výsledek získáme dosazením do vzorce VII.:

$$Q_c = \frac{Q_{cPHM}}{c_c} \quad (\text{VII.})$$

Q_c ... průměrná spotřeba pohonných hmot na dopravní cyklus [l.cyklos^{-1}],

Q_{cPHM} ... celková spotřeba pohonných hmot [l.rok^{-1}],

c_c ... celkový počet cyklů [cyklus.rok^{-1}].

Metodika výpočtu průměrné spotřeby pohonných hmot na ujetou vzdálenost

Pro získání průměrné spotřeby pohonných hmot potřebujeme znát spotřebu pohonných hmot Q_{cPHM} a celkovou ujetou vzdálenost s_c , která se získá součtem ujetých vzdáleností u konkrétního typu nástavby nebo u nástaveb celkově pro daný dopravní prostředek. Následně získáme průměrnou spotřebu podle vzorce VIII.:

$$Q_{km} = \frac{Q_{cPHM}}{s_c} \quad (\text{VIII.})$$

Q_{km} ... průměrná spotřeba pohonných hmot na ujetou vzdálenost [l.km^{-1}],

Q_{cPHM} ... celková spotřeba pohonných hmot [l.rok^{-1}],

s_c ... celková ujetá vzdálenost [km.rok^{-1}].

Metodika zjišťování ekonomiky provozu dopravních systémů

Náklady na provoz strojů patří mezi důležité ukazatele ekonomické bilance hodnocení strojních souprav v průběhu roku. Náklady na provoz strojů rozdělujeme do dvou skupin, na náklady fixní a náklady variabilní. Fixní náklady zahrnují výchozí položky, jako je amortizace, pojištění, skladování apod. Pro náklady variabilní je výchozím prvkem sezónní nasazení, množství převezeného nákladu, spotřeba pohonných hmot nebo mzda zaměstnance.

Celkové roční náklady

Celkové roční náklady se skládají ze dvou položek, a to nákladů fixních, jejichž součástí jsou, jak již bylo uvedeno výše, náklady na amortizaci, náklady na pojištění, bankovní úvěr a garážování, dále pak z nákladů variabilních, do kterých můžeme zahrnout náklady na pohonné hmoty, náklady na údržbu strojů a mzdy zaměstnanců. Celkové roční náklady získáme na základě vztahu IX.

$$rN_c = rN_f + rN_v \quad (\text{IX.})$$

rN_c ... celkové roční náklady [Kč.rok⁻¹],

rN_f ... celkové roční fixní náklady [Kč.rok⁻¹],

rN_v ... celkové roční náklady variabilní [Kč.rok⁻¹].

Fixní náklady

Fixní náklady, jak už bylo uvedeno výše, se skládají z nákladů na amortizaci, nákladů na bankovní úvěr, pojištění a uskladnění. Jednotlivé fixní náklady vypočítáme za pomoci vzorců XI. - XIII. Celkové roční fixní náklady pak získáme dosazením do vzorce X.

$$rN_f = rN_a + rN_{bu} + rN_p + rN_u \quad (\text{X.})$$

rN_f ... celkové roční fixní náklady [Kč.rok⁻¹],

rN_a ... roční náklady na amortizaci [Kč.rok⁻¹],

rN_{bu} ... roční náklady na bankovní úvěr [Kč.rok⁻¹],

rN_u ... roční náklady na uskladnění [Kč.rok⁻¹],

rN_p ... roční náklady na pojištění [Kč.rok⁻¹].

Náklady na amortizaci

$$rN_a = \frac{PC}{t} \quad (\text{XI.})$$

rN_a ... roční náklad na amortizaci [Kč.rok⁻¹],
 PC ... pořizovací cena stroje [Kč],
 t ... doba odepisování stroje [rok].

Náklady na bankovní úvěr

$$rN_{bú} = \frac{rS \cdot n - VC}{n} \quad (\text{XII.})$$

$rN_{bú}$... roční náklad na bankovní úvěr [Kč.rok⁻¹],
 VC ... vypůjčená částka [Kč],
 n ... doba splácení [rok],
 rS ... výše roční splátky [Kč.rok⁻¹].

Náklady na uskladnění

$$rN_u = (D + 1) \cdot (\check{S} + 1) \cdot rN_s \quad (\text{XIII.})$$

rN_u ... roční náklad na garážování [Kč.rok⁻¹],
 L ... délka stroje [m],
 \check{S} ... šířka stroje [m],
 rN_s ... roční sazba [Kč.m⁻².rok⁻¹].

Variabilní náklady

Jednotkové variabilní náklady se skládají ze složek, které mohou mít různou hodnotu v souvislosti s nasazením strojní soupravy. Tyto jednotlivé složky se skládají z nákladů na pohonné hmoty a maziva, nákladů údržby a na mzdy zaměstnanců. Jednotlivé náklady se vypočítají za pomoci vzorců XV. a XIX. Jednotkové variabilní náklady získáme na základě vztahu XIV.

$$jN_v = jN_{PHM} + jN_{\dot{u}} + jN_m \quad (\text{XIV.})$$

jN_v ... jednotkové variabilní náklady [Kč.km⁻¹],
 jN_{PHM} ... jednotkové náklady na PHM [Kč.km⁻¹],
 jN_m ... jednotkové náklady na mzdu obsluhy [Kč.km⁻¹],
 $jN_{\dot{u}}$... jednotkové náklady na údržbu [Kč.km⁻¹].

Náklady na pohonné hmoty a maziva

$$jN_{PHM} = \frac{[(1 + k_{maz}) \cdot C_p] \cdot Q_{cPHM}}{s_c} \quad (\text{XV.})$$

jN_{PHM} ... jednotkové náklady na PHM [Kč.km⁻¹],
 k_{maz} ... koeficient maziv,
 C_p ... cena paliv [Kč.l⁻¹],
 Q_{cPHM} ... celková spotřeba nafty [l.rok⁻¹],
 s_c ... celková ujetá vzdálenost [km.rok⁻¹].

Celkové náklady na pohonné hmoty a maziva

$$N_{PHM} = s \cdot jN_{PHM} \quad (\text{XVI.})$$

N_{PHM} ... celkové náklady na PHM a maziva [Kč.rok⁻¹],
 jN_{PHM} ... jednotkové náklady na PHM [Kč.km⁻¹],
 s_c ... celková ujetá vzdálenost [km.rok⁻¹].

Náklady na mzdy zaměstnanců

Při výpočtu nákladů na mzdu zaměstnanců bereme v úvahu průměrnou hrubou mzdu MZ_p v zemědělském sektoru, která činí v 3. čtvrtletí roku 2015 dle ČSÚ 21 934 Kč. Dále musíme uvést při tomto výpočtu průměrný počet pracovních dnů v měsíci r_{pd} , který činí 23 dnů. Náklady na mzdy zaměstnanců za ujetou vzdálenost dále vypočítáme na základě vztahu XVII.

$$jN_m = \frac{MZ_p \cdot n_{pd}}{r_{pd} \cdot s_c} \quad (\text{XVII.})$$

jN_m ... jednotkové náklady na mzdu obsluhy [Kč.km⁻¹],

s_c ... celková ujetá vzdálenost [km.rok⁻¹],

MZ_p ... průměrná mzda v zemědělském odvětví [Kč],

r_{pd} ... průměrný počet pracovních dnů v měsíci,

n_{pd} ... celkový počet dnů nasazení nástavby [den.rok⁻¹].

Celkové náklady na mzdy zaměstnanců

$$N_m = s \cdot jN_m \quad (\text{XVIII.})$$

N_m ... celkové náklady na mzdy zaměstnanců [Kč.rok⁻¹],

s_c ... celková ujetá vzdálenost [km.rok⁻¹],

jN_m ... jednotkové náklady na mzdu obsluhy [Kč.km⁻¹].

Náklady na opravy a údržbu

Náklady na opravy a údržbu byly získány z účetních dokumentů zemědělského podniku, ve kterém byly soupravy měřeny. Jednotkové variabilní náklady získáme dle vztahu XIX.:

$$jN_{\dot{u}} = \frac{N_{\dot{u}}}{s} \quad (\text{XIX.})$$

$jN_{\dot{u}}$... jednotkové náklady na údržbu a opravy [Kč.km⁻¹],

$N_{\dot{u}}$... náklady na údržbu a opravy [Kč.rok⁻¹],

s_c ... celková ujetá vzdálenost [km.rok⁻¹].

Bilance zisku soupravy

Bilanci zisku stanovíme na základě vztahu XX. Tuto hodnotu získáme jako rozdíl ročního výnosu soupravy V a celkových ročních nákladů rN_c . Roční výnos soupravy dostaneme na základě vztahu XXI.

$$Z = V - rN_c \quad (\text{XX.})$$

Z ... bilance zisku soupravy [Kč.rok⁻¹],
 V ... roční výnos soupravy [Kč.rok⁻¹],
 rN_c ... celkové roční náklady [Kč.rok⁻¹].

Roční výnos soupravy

$$V = C_p \cdot s \quad (\text{XXI.})$$

V ... roční výnos soupravy [Kč.rok⁻¹],
 C_p ... cena práce na trhu [Kč.km⁻¹],
 s_c ... celková ujetá vzdálenost [km.rok⁻¹].

Minimální roční využití soupravy

Minimální roční využití získáme na základě vztahu XXII.

$$rW_{min} = \frac{rN_f}{C_p - jN_v} \quad (\text{XXII.})$$

rW_{min} ... roční minimální výkonnost soupravy [km.rok⁻¹],
 C_p ... cena práce na trhu [Kč.km⁻¹],
 jN_v ... jednotkové variabilní náklady [Kč.km⁻¹].

Porovnávání jednotlivých dopravních systémů

Při porovnávání dopravních systémů hrají zásadní roli provozní náklady, které znázorňují ekonomickou bilanci souprav. Zásadním ukazatelem při porovnání je hodnocení provozních nákladů na ujetou vzdálenost, přepravené množství nákladu a na v zemědělské dopravě využívaný tunokilometr. Pro výpočet jednotlivých nákladů na tyto ekonomické ukazatele využijeme vzorce XXIII až XXVI.

Náklady dopravních systémů na ujetou vzdálenost

$$N_{km} = \frac{rN_c}{s_c} \quad (\text{XXIII.})$$

N_{km} ... náklady dopravních systémů na ujetou vzdálenost [Kč.km⁻¹],

rN_c ... celkové náklady ročního využití [Kč.rok⁻¹],

s_c ... celková ujetá vzdálenost [km.rok⁻¹].

Náklady dopravních systémů na přepravené množství nákladu

$$N_t = \frac{rN_c}{m_c} \quad (\text{XXIV.})$$

N_t ... náklady dopravních systémů na přepravené množství nákladu [Kč.t⁻¹],

rN_c ... celkové roční náklady [Kč.rok⁻¹],

m_c ... celková hmotnost nákladu [t.rok⁻¹].

Náklady dopravních systémů na tunokilometr

$$N_{tkm} = \frac{rN_c}{m_{cp} \cdot s_c} \quad (\text{XXV.})$$

N_{tkm} ... náklady dopravních systémů na tunokilometr [Kč.tkm⁻¹],

rN_c ... celkové roční náklady [Kč.rok⁻¹],

m_{cp} ... celková průměrná hmotnost nákladu [t.rok⁻¹],

s_c ... celková ujetá vzdálenost [km.rok⁻¹].

Celková průměrná hmotnost nákladu

$$m_{cp} = \frac{m_c}{c_c} \quad (\text{XXVI.})$$

m_{cp} ... celková průměrná hmotnost nákladu [t.rok⁻¹],

m_c ... celková hmotnost nákladu za rok [t.rok⁻¹]

c_c ... celkový počet cyklů [cyklus.rok⁻¹].

Metodika získávání počtu dnů nasazení nástavby

Nasazení nástavby je zaznamenáváno v průběhu jednotlivých dnů v roce, kdy je nástavba používána. Nasazení nástavby je ve vlastní práci označeno indexem n , což udává počet dnů nasazení konkrétního typu nástavby v průběhu sledovaného období. Celkové nasazení n_{pd} je získáno součtem jednotlivých dnů nasazení konkrétní nástavby a následně i součtem celkového nasazení nástaveb pro konkrétní dopravní prostředek.

Metodika získávání počtu cyklů

Počet cyklů c byl získán za pomoci monitorovací webové aplikace Vidimte.cz v sekci denní statistika, kde je uvedeno množství vykonané práce dopravního prostředku. Celkový počet cyklů c_c získáme součtem počtu cyklů c pro konkrétní typ nástavby nebo pro konkrétní sledovaný dopravní prostředek.

5. Vlastní práce

5.1. Charakteristika podniku vlastníci dopravní systémy

Vlastníkem dopravních systémů, které jsou znázorněny na obrázcích 43 a 44, jejichž technické parametry jsou zaznamenány v tabulkách 1 a 2, je Zemědělské družstvo Čížová, které sídlí v severozápadní části okresu přibližně 10 km od Písku v nadmořské výšce 400 – 500 m.n.m. Půdy zde převládají písčité až hlinitopísčité, ojediněle hlinité. Průměrná roční teplota dosahuje v těchto místech 7 – 7,5 °C s ročním úhrnem srážek 600 – 650 mm.

Podnik je zaměřený kombinovaně, a to na rostlinnou i živočišnou výrobu. Družstvo hospodáří na výměře 3 802 ha zemědělské půdy, z toho tvoří orná půda 2 938,50 ha a travní porosty 863,50 ha. Největší podíl z orné půdy zaujímají obiloviny, celkem 1 643 ha, tj. 56 % z orné půdy. Z obilnin podnik pěstuje ozimou pšenici na výměře přibližně 1 153 ha, dále pak ozimý ječmen na 300 ha jako předplodinu pro ozimou řepku, jarní ječmen na 50 ha a 140 ha žita. Další významnou tržní plodinou, kterou podnik pěstuje, je řepka ozimá na 722 ha. Tato plocha činí přibližně 24,5 % z plochy orné půdy. Na zbylé výměře 573 ha pěstují pícniny na orné půdě, z nich nejvýznamnější je kukuřice na siláž na 423 ha a dále pak jetel luční na 150 ha.

Průměrné výnosy na zdejších půdách odpovídají přibližně průměrným výnosům i na ostatních místech kraje. U ozimé pšenice je to 4,23 t/ha u ozimého ječmene 4,15 t/ha, jarní ječmen 3,81 t/ha a u ovsa 3,91 t/ha. Průměr řepky ozimé činí 2,75 t/ha. Co se týče pícnin na orné půdě, dosahují průměrné výnosy kukuřice 65 t/ha a jetele lučního 9 t/ha.

Posklizňovou úpravu obilí zajišťují dvě posklizňové linky spolu se sklady obilí. Kapacita skladů postačuje pro uskladnění veškerého vyprodukovaného obilí. Řepka se po sklizni ihned expeduje buď k odběrateli, nebo do dalších sil k uskladnění.

Živočišná výroba je koncipována na produkci mléka a hovězího masa. Podnik chová přibližně 2 700 ks dobytka plemene českého strakatého skotu s uzavřeným obratem stáda. Z toho počtu zaujímají největší podíl dojnice 770 ks s roční užitkovostí přibližně 6 400 l, dále následují jalovice 680 ks, býci 600 ks, telata na rostlinné výživě 380 ks a telata na mléčné výživě s 340 ks. Dojnice jsou chovány ve dvou produkčních stájích. Přibližně 400 ks dojnic je ustájeno na hluboké podestýlce a zbytek je ustájen na

bezstelivovém provozu, stejně jako výkrm býků. Telata a jalovice jsou ustájeny na hluboké podestýlce.

Výměra družstva pokrývá tři katastrální území obcí Čížová, Předotice a Drhově. Organizační struktura je rozdělena do dvou mechanizačních středisek umístěných v Čížové a Podolí. Počet zaměstnanců činí 90.

Sklizeň obilovin a píce podnik provádí vlastními stroji a to 4 sklízecími mlátičkami Claas Lexion, samojízdnu řezačkou Claas Jaguar s adaptérem pro sklizeň kukuřice a sběračem pro sklizeň zavadlé píce, shrnovači Pöttinger a Kuhn, žacími kombinacemi Krone a Kuhn, dále obraceči Kuhn a senážními návěsy Pöttinger Jumbo. Dále můžeme uvést manipulační techniku, z níž jmenujme kloubový nakladač JCB a manipulátor Manitou. Doprava je řešena celkem 5 nákladními automobily Š 706 a Tatra Phoenix 158 s výměnnými nástavbami, třemi návěsy Fliegl s cisternami o objemu 14 - 16 m³ a velkoobjemovými korbami. Podnik dále disponuje 9 traktory John Deere ve výkonovém rozsahu 100 až 270 koní, dále pak traktorem Fendt Vario, traktorem Claas Celtis, Claas Axion a traktory Zetor. Vybavenost stroji pro zpracování půdy je na velmi dobré úrovni s 3 oboustrannými pluhy Överum, 2 secími stroji Väderstad Rapid, 2 secími kombinacemi Hassia s rotačními bránami Maschio, přesným secím strojem Väderstad Tempo, 2 kompaktními Farnet a diskovými podmítači Väderstad. Ochrana rostlin a hnojení je prováděna samojízdnu postřikovačem John Deere a rozmetadlem Bogballe. Družstvo využívá moderního precizního zemědělství, které zahrnuje zakládání porostů, hnojení a chemickou ochranu s vlastním pokrytím RTK signálu pracujícím s přesností 2,5 cm s vlastní stacionární stanicí od firmy John Deere, která byla uvedena do provozu jako druhá v republice. Podnik dále disponuje další mechanizací, mezi kterou můžeme zahrnout různé stroje k obsluhování živočišné výroby.

Tabulka 1 – Technické parametry nákladního automobilu Tatra Phoenix 158

Technické údaje	Parametry
Motor	Paccar MX 340 EURO V, řadový šestiválec o objemu 12,9 l a výkonu 340 kW (460 k) při otáčkách 1 500 ot.min ⁻¹
Převodovka	Manuální, ZF 16S 2230 TO s 16 stupni vpřed a 2 vzad
Přídavná převodovka	Tatra 1.30 TR 1,28 sestupná, dva výstupy (vývod PTO a hydrauliky)
Náprava přední	Řízená, hnaná s výkyvnými polonápravami, nosnost 9 t, zapínatelný pohon, odpružení vzduchovými vaky
Náprava zadní	Hnaná s výkyvnými polonápravami, uzávěrka mezinápravového diferenciálu, nosnost 11,5 t, odpružení kombinované – vzduchové vaky + vlnitá pružina
Brzdy	Čtyři nezávislé brzdové systémy: provozní, nouzový, parkovací a odlehčovací, automatické seřizování čelistí, protiblokovací systém ABS a EBS
Objem nádrže	300 l + 45 l AdBlue
Pneumatiky	Přední náprava – Barum 385/65 R 22,5 Zadní náprava – Barum 315/80 R22,5
Rozměry vozidla	
Šířka [mm]	2 550
Délka [mm]	9 030
Výška (bez nástavby) [mm]	3 370
Světlá výška [mm]	280
Hmotnosti	
Provozní hmotnost vozidla [kg]	10 250
Užitečné zatížení [kg]	19 750
Nej. technic. příp. hmotnost vozidla [kg]	30 000
Výrobce	Tatra a.s. Kopřivnice



Obrázek 43 - Nosič zemědělských nástaveb Tatra Phoenix 158 (Foto: Milan Hrach)

Tabulka 2 – Technické parametry soupravy John Deere 8320 a návěsu Fliegl

Parametry	Hodnoty
Tažný prostředek traktor John Deere 8320	
Motor	JD PowerTech, řadový 6 válec o objemu 8,1 l a výkonu 186 kW (250 k)
Převodovka	Mechanická, řazená pod zatížením PowerShift 16/4
Odpružení	Nezávislé odpružení přední nápravy
Hmotnost provozní [kg]	9 085
Otáčky vývodového hřídele [ot.min ⁻¹]	540/1000
Výkon hydraulického systému [l]	160
Rok výroby	2004
Výrobce	John Deere, Waterloo, Iowa, USA
Výměnný systém Fliegl	
Výrobce	Fliegl GMBH Kastl, SRN
Kejdovací cisterna 14 000 l	
Objem [m ³]	14
Délka cisterny [mm]	6 250
Průměr cisterny [mm]	1700
Hmotnost [kg]	4 200
Aplikátor	Hadicový, se šnekovým rozdělovačem
Vyhrnovací nástavba ASW 268	
Délka korby [mm]	6 100
Šířka [mm]	2 380
Výška [mm]	2 000
Objem [m ³]	35
Hmotnost [kg]	6 200
Podvozek	
Tandemový, s pneumatickým odpružením náprav a hydraulicky odpruženou ojí	



Obrázek 44 - Souprava traktoru John Deere 8320 a návěsu Fliegl s kejdovací cisternou a hadicovým aplikátorem při aplikaci kejdy (Foto: Milan Hrach)

5.2. Technická data a popis používaných nástaveb

Pro hodnocení dopravních systémů ve vybraném podniku potřebujeme znát rozměry jednotlivých nástaveb a účel jejich použití. Jedná se o nástavby různých výrobců, jelikož každý výrobce se specializuje na určitou škálu použití těchto nástaveb. Technické rozměry a objemy nástaveb automobilu Tatra jsou uvedeny v tabulce 3, stejně jako grafické znázornění využití jednotlivých nástaveb v průběhu roku, jež je uvedeno v tabulce 4. U návěsu Fliegl jsou technické rozměry a hmotnosti nástaveb uvedeny v tabulce 2.

Charakteristiku jednotlivých nástaveb nákladního automobilu Tatra Phoenix:

- **Dvoustranná sklápěcí korba AGRO** – slouží k přepravě sypkých materiálů, sklápění je realizováno za pomoci hydraulického válce, směr sklápění určuje pár kolíků, jež fixuje nástavbu s rámem vozidla ve směru požadovaného sklápění, v zadní části nástavby je umístěn otvor pro plnění dopravníků, hmotnost nástavby činí 3 050 kg, výrobcem je firma Porgest a.s. Nový Jičín.
- **Jednostranná velkoobjemová sklápěcí korba AGRO** – nástavba umožňuje přepravu materiálů s nižší objemovou hmotností upravenou řezáním pro zvýšení využití nástavby, možná je i přeprava neřezaných materiálů, jako je doprava sena a slámy ze seníků a stohů k provozům živočišné výroby, sklápění je umožněno hydraulickým válcem na levou stranu, kde je hydraulicky otevíratelná bočnice a odkud má řidič přehled o sklápění, hmotnost nástavby činí 2 500 kg, výrobcem nástavby je firma Porgest a.s. Nový Jičín.
- **Rozmetadlo mrvy RM 16** – slouží k přepravě a rozmetání chlévské mrvy, kompostu a řezanky při podzimním úklidu luk, je vybaveno dvěma podlahovými dopravníky s hydraulickým pohonem, nástavba je vybavena horizontálním rozmetacím ústrojím, hmotnost nástavby činí 3 950 kg, výrobcem rozmetadla je firma Zemědělská a dopravní technika Nové Veselí (ZDT).
- **Jednostranná sklápěcí korba AGRO S1** – nástavba je určena pro těžkou přepravu kamene, zeminy, suti apod., její dno je tvořeno plechem z Hardox oceli, výrobcem je firma RAMAT servis s.r.o. České Budějovice.

Charakteristika nástaveb návěsu Fliegl

- **Kejdovací nástavba 14 000** – nástavba je vybavena ocelovou pozinkovanou nádrží sloužící k přepravě vody, močůvky a kejdy, nádrž je plněna a vyprazdňována za pomoci vývěvy, která je poháněna vývodovým hřídelem traktoru, podvozek je tandemový, pneumaticky odpružený s elektronickým řízením náprav, nástavba je agregována s hadicovým aplikátorem se šnekovými rozdělovači, výrobcem nástavby je firma Fliegl GMBH Kastl, SRN.
- **Vyhrnovací nástavba ASW 268** – nástavba umožňuje přepravu sypkých materiálů i materiálů s nízkou objemovou hmotností, vyprazdňování je řešeno výtlačným štítem, výrobcem nástavby je firma Fliegl GMBH Kastl, SRN.

Tabulka 3 – Rozměry jednotlivých nástaveb automobilu Tatra

Typ nástavby	Rozměry nástaveb			
	Délka [mm]	Šířka [mm]	Výška [mm]	Objem [m ³]
Dvoustranná sklápěcí korba AGRO	5 380	2 420	1 600	21
Jednostranná velkoobjemová sklápěcí korba AGRO	5 300	2 420	1 900	25
Rozmetadlo mrvy RM 16	4 970	1 900/ 2040	1 230	12
Jednostranná sklápěcí korba AGRO S1	5 000	2 400	1 000	12

5.3. Využití nástaveb v jednotlivých měsících roku

Vyhodnocování jednotlivých nástaveb bylo prováděno denně a údaje následně zaznamenány. Pro porovnání jednotlivých souprav byla zaznamenána ujetá vzdálenost během jednoho dne, počet přepravených cyklů, druh přepravovaného nákladu, celková hmotnost nákladu a spotřeba paliva. Ujetá vzdálenost mechanizačních prostředků byla zaznamenána z webového portálu Vidimte.cz v sekci denní statistika. Hmotnosti nákladů byly získány na základě vztahu I. a IV. uvedených v metodice práce. Koeficient

plnění k_p byl sledován a zaznamenán řešitelem při měření a je uveden v tabulkách 11 a 12. Objemová hmotnost přepravovaného materiálu ρ byla získána z webových stránek Normativů pro zemědělskou a potravinářskou výrobu [6]. Pro jednotlivé materiály byly stanoveny tyto hodnoty: pro hnůj 800 kg.m^{-3} , kejda $1\ 080 \text{ kg.m}^{-3}$, siláž 210 kg.m^{-3} , senáž 260 kg.m^{-3} , sláma volně ložená 70 kg.m^{-3} , minerální hnojivo 800 kg.m^{-3} , ječmen 675 kg.m^{-3} , řepka 655 kg.m^{-3} a pšenice 720 kg.m^{-3} . Spotřeba pohonných hmot byla zaznamenána pro nákladní automobil Tatra z tankovacích dokladů a u soupravy John Deere 8320 z denní statistiky webového portálu Videmte.cz. Jednotlivé údaje jsou uvedeny v tabulkách 4 až 9.

Tabulka 4 – Využití dvoustranné sklápěcí korby AGRO v jednotlivých měsících

Měsíc	Nasazení nástavby v dnech n [den]	Ujetá vzdálenost s [km]	Počet cyklů c [cyklus]	Druh nákladu	Průměrná hmotnost nákladu m_p [t.cyklus ⁻¹]	Celková hmotnost nákladu za den m_{cd} [t.den ⁻¹]	Spotřeba PHM Q_{PHM} [l]
Leden	-	-	-	-	-	-	-
Únor	3	203	4	hnojivo	12,0	48	240
Březen	17	1 117	33	hnojivo	12,0	396	445
Duben	-	-	-	-	-	-	-
Květen	-	-	-	-	-	-	-
Červen	-	-	-	-	-	-	-
Červenec	5	629	41	ječmen	12,8	525	390
	11	1 363	75	řepka	12,4	930	360
Srpen	1	102	6	řepka	12,4	74	710
	11	1 082	101	pšenice	12,1	1 222	
Září	-	-	-	-	-	-	-
Říjen	-	-	-	-	-	-	-
Listopad	-	-	-	-	-	-	-
Prosinec	-	-	-	-	-	-	-
Celkem	48	4 496	260	-	-	3 195	2 145

Tabulka 5 – Využití jednostranné velkoobjemové sklápěcí korby AGRO v jednotlivých měsících

Měsíc	Nasazení nástavby v dnech n [den]	Ujetá vzdálenost s [km]	Počet cyklů c [cyklus]	Druh nákladu	Průměrná hmotnost nákladu m_p [t.cyklus ⁻¹]	Celková hmotnost nákladu za den m_{cd} [t.den ⁻¹]	Spotřeba PHM Q_{PHM} [l]
Leden	-	-	-	-	-	-	-
Únor	-	-	-	-	-	-	-
Březen	-	-	-	-	-	-	-
Duben	-	-	-	-	-	-	-
Květen	2	125	10	sláma	2,1	21	30
	7	777	72	senáž	7,8	562	410
Červen	1	54	5	sláma	2,1	11	10
	23	3 509	277	senáž	7,8	2 161	1 765
Červenec	-	-	-	-	-	-	-
Srpen	1	145	23	siláž	5,8	133	1 830
Září	25	3 325	307	siláž	5,8	1 781	
Říjen	3	121	12	sláma	2,1	25	30
	11	1 470	92	senáž	7,8	718	665
Listopad	1	71	4	senáž	7,8	31	140
	1	37	4	sláma	2,1	8	10
Prosinec	-	-	-	-	-	-	-
Celkem	75	9 634	806	-	-	5 451	4 890

Tabulka 6 – Využití rozmetadla chlěvské mrvy RM 16 v jednotlivých měsících

Měsíc	Nasazení nástavby v dnech n [den]	Ujetá vzdálenost s [km]	Počet cyklů c [cyklus]	Druh nákladu	Průměrná hmotnost nákladu m_p [t.cyklus ⁻¹]	Celková hmotnost nákladu za den m_{cd} [t.den ⁻¹]	Spotřeba PHM Q_{PHM} [l]
Leden	-	-	-	-	-	-	-
Únor	-	-	-	-	-	-	-
Březen	-	-	-	-	-	-	-
Duben	17	1 372	306	hnůj	11,5	3 519	1 040
Květen	4	307	42	hnůj	11,5	483	460
Červen	-	-	-	-	-	-	-
Červenec	5	350	115	hnůj	11,5	1 323	335
Srpen	9	470	121	hnůj	11,5	1 392	365
Září	-	-	-	-	-	-	-
Říjen	-	-	-	-	-	-	-
Listopad	17	1 296	193	hnůj	11,5	2 220	900
Prosinec	-	-	-	-	-	-	-
Celkem	52	3 795	777	hnůj	11,5	8 937	3 100

Tabulka 7 – Využití jednostranné sklápěcí korby AGRO S1 v jednotlivých měsících

Měsíc	Nasazení nástavby v dnech n [den]	Ujetá vzdálenost s [km]	Počet cyklů c [cyklus]	Druh nákladu	Průměrná hmotnost nákladu m_p [t.cyklus ⁻¹]	Celková hmotnost nákladu za den m_{cd} [t.den ⁻¹]	Spotřeba a PHM Q_{PHM} [l]
Prosinec	6	673	61	hnůj	10,6	647	285
Celkem	6	673	61	hnůj	10,6	647	285

Jelikož byla jednostranná sklápěcí korba AGRO S1 dodána v měsíci říjnu není do využití nástavby započítán celý kalendářní rok. Její využití bylo pouze v průběhu měsíce prosince.

Tabulka 8 – Využití kejdovací nastavby Fliegl 14 000

Měsíc	Nasazení nastavby v dnech n [den]	Ujetá vzdálenost s [km]	Počet cyklů c [cyklus]	Druh nákladu	Průměrná hmotnost nákladu m_p [t.cyklus ⁻¹]	Celková hmotnost nákladu za den m_{cd} [t.den ⁻¹]	Spotřeba PHM Q_{PHM} [l]
Leden	-	-	-	-	-	-	-
Únor	9	661	82	kejda	15,1	1 238	647
Březen	2	94	19	kejda	15,1	287	117
Duben	5	212	41	kejda	15,1	619	281
Květen	11	1 626	118	kejda	15,1	1 782	1 462
Červen	24	2 614	261	kejda	15,1	3 941	2 342
Červenec	16	1 343	148	kejda	15,1	2 235	1 245
Srpen	9	722	87	kejda	15,1	1 314	693
Září	5	274	61	kejda	15,1	921	335
Říjen	11	861	96	kejda	15,1	1 450	831
Listopad	10	587	89	kejda	15,1	1 344	625
Prosinec	-	-	-	-	-	-	-
Celkem	102	8 994	1 002	kejda	15,1	15 131	8 578

Kejdovací nastavba nebyla využívána v průběhu měsíce ledna a prosince z důvodu platnosti předpisu omezující aplikaci hnojiv s rychle se uvolňující formou dusíku. Nastavba byla dále v menším množství využívána v měsíci březnu a dubnu, dále pak v srpnu, září a říjnu z důvodu využití energetického prostředku během polních prací.

Tabulka 9 – Využití vyhrnovací nastavby Fliegl ASW 268

Měsíc	Nasazení nastavby v dnech n [den]	Ujetá vzdálenost s [km]	Počet cyklů c [cyklus]	Druh nákladu	Průměrná hmotnost nákladu m_p [t.cyklus ⁻¹]	Celková hmotnost nákladu za den m_{cd} [t.den ⁻¹]	Spotřeba PHM Q_{PHM} [l]
Červenec	5	498	29	senáž	11	319	369
Celkem	5	498	29	senáž	11	319	369

Využití vyhrnovací nastavby v podniku nebylo časté. Přeprava materiálu byla řešena nejčastěji nákladními automobily Tatra Phoenix 158 nebo dalšími traktory agregovanými s dopravními systémy.

5.4. Provozní časy a výkonnost dopravních souprav

Při provozování dopravních systémů nebo jejich obměně je důležitým faktorem jejich výkonnost. V zemědělské dopravě se podniky zaměřují nejčastěji na výkonnost hmotnostní. Tento parametr určuje, jaké množství práce za daný časový úsek stroj vykoná a pro vlastníky těchto systémů je toto kritérium důležité z hlediska plánování, neboť určuje, kolik dopravních systémů bude potřeba pro převoz materiálu v odpovídajícím čase. Výkonnost je dále ovlivněna mnoha faktory, které souvisí s provozem. Tyto faktory jsou začleněny do jednotlivých časů nasazení mechanizačního prostředku. V průběhu měření byl zaznamenán měřených prostředků čas produktivní a čas provozní, který je uveden v tabulkách 11 a 12. Z těchto časů se na základě vztahu II. získá koeficient času k_{ϵ} potřebný pro výpočet skutečné hmotnostní výkonnosti. Hodnoty skutečné hmotnostní výkonnosti cyklicky pracujícího dopravního zařízení získáme na základě vztahu III., uvedeného v metodice práce, jehož výsledky jsou zaznamenány v tabulkách 13 a 14. Porovnání dopravních souprav je znázorněno v grafu 1.

Tabulka 11 – Přehled jednotlivých časů v průběhu cyklu u nákladního automobilu Tatra Phoenix

Nástavba	Druh nákladu	Čas produktivní 1 cyklu	Čas provozní 1 cyklu	Koeficient využití času
		t_p [min]	t_{dc} [min]	k_{ϵ}
Dvoustranná sklápěcí korba AGRO	hnojivo	54	221	0,24
	ječmen	36	50	0,72
	řepka	34	40	0,85
	pšenice	38	50	0,76
Velkoobjemová sklápěcí korba AGRO	senáž	43	49	0,88
	siláž	20	28	0,71
	sláma	24	28	0,86
Rozmetadlo mrvy RM 16	hnůj	28	32	0,88
Jednostranná sklápěcí korba AGRO S1	hnůj	19	23	0,83

Tabulka 12 – Přehled jednotlivých časů v průběhu cyklu u dopravního systému Fliegl

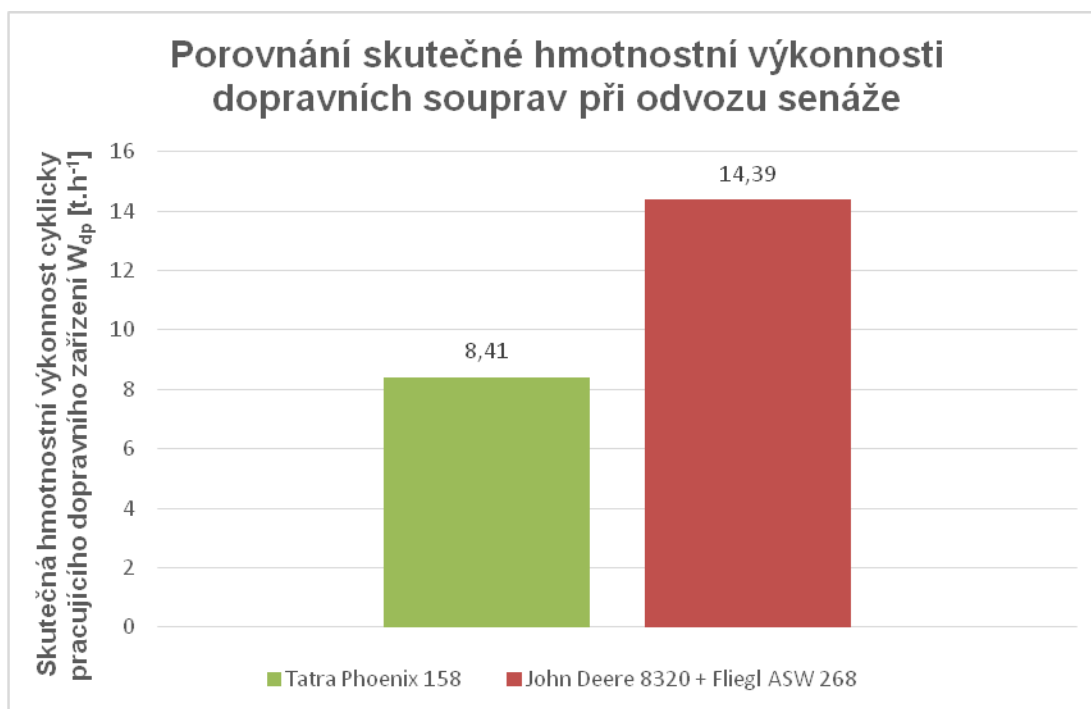
Nástavby	Druh nákladu	Čas produktivní 1 cyklu t_p [min]	Čas provozní 1 cyklu t_{dc} [min]	Koeficient času k_{ξ}
Kejdovací nástavba 14 000	kejda	33	39	0,85
Vyhrnovací nástavba ASW 268	senáž	29	35	0,83

Tabulka 13 – Přehled výkonnosti automobilového dopravního prostředku Tatra Phoenix

Nástavba	Druh nákladu	Koeficient plnění k_p	Průměrná hmotnost nákladu m_p [t.cyklus ⁻¹]	Čas provozní 1 cyklu t_{dc} [min]	Skutečná výkonnost W_{dp} [t.h ⁻¹]
Dvoustranná sklápěcí korba AGRO	hnojivo	0,7	12,0	221	0,78
	ječmen	0,9	12,8	50	11,06
	řepka	0,9	12,4	40	15,81
	pšenice	0,8	12,1	50	11,04
Velkoobjemová sklápěcí korba AGRO	senáž	1,2	7,8	49	8,45
	siláž	1,1	5,8	28	8,82
	sláma	1,2	2,1	28	3,87
Rozmetadlo mrvy RM 16	hnůj	1,2	11,5	32	18,98
Jednostranná sklápěcí korba AGRO S1	hnůj	1,1	10,6	23	22,95

Tabulka 14 – Přehled výkonnosti dopravního systému Fliegl

Nástavba	Druh nákladu	Koeficient plnění k_p	Průměrná hmotnost nákladu m_p [t.cyklos ⁻¹]	Čas provozní 1 cyklu t_{ac} [min ⁻¹]	Skutečná výkonnost W_{dp} [t.h ⁻¹]
Kejdovací nástavba 14 000	kejda	1,0	15,1	39	19,75
Vyhrnovací nástavba ASW 268	senáž	1,2	11,0	35	15,65



Graf 1 – Porovnání výkonnosti dopravních souprav při sklizni senáže

5.5. Spotřeba pohonných hmot

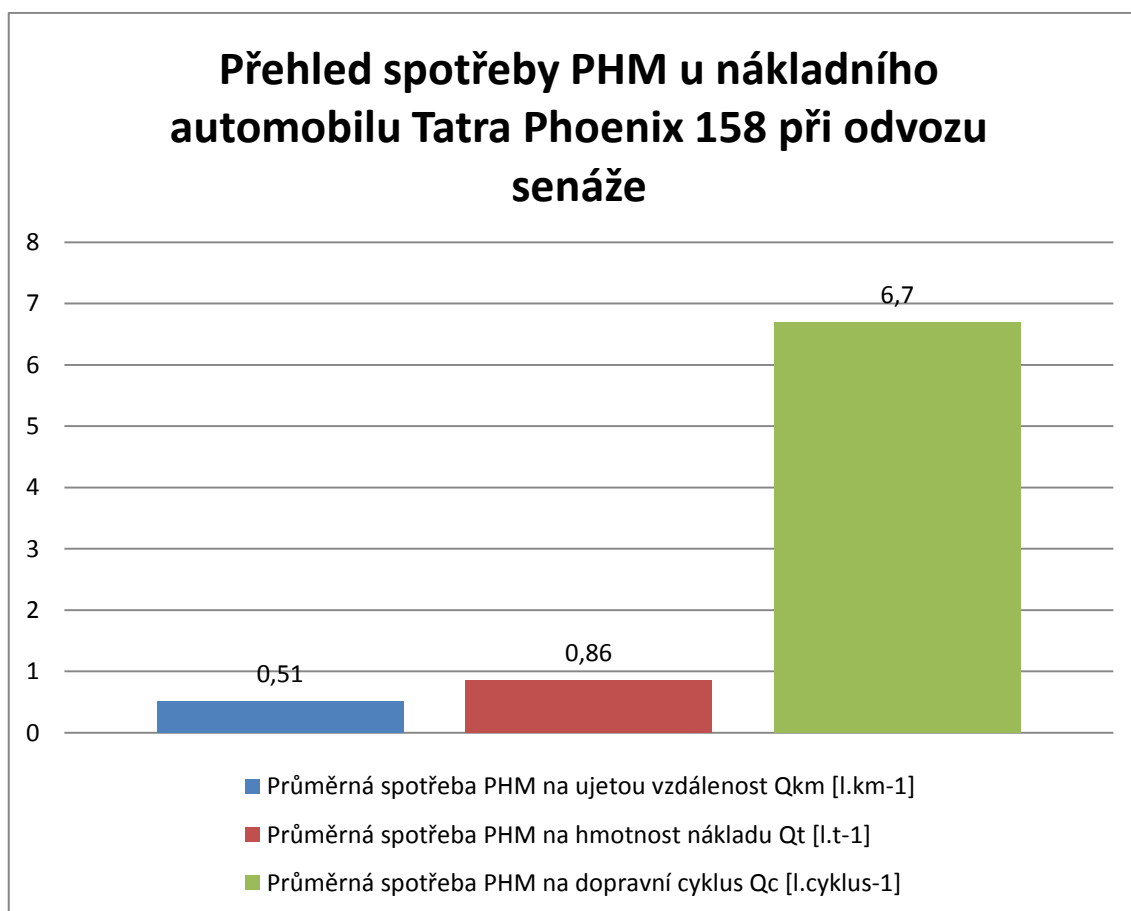
Spotřeba pohonných hmot je jeden z hlavních ukazatelů nákladů na provoz dopravních systémů. Tyto ukazatele se vztahují v zemědělské dopravě na určitou výkonnost, ať už hmotnostní, cyklickou nebo ujetou vzdáleností, kterou dopravní prostředek během dne absolvoval. Spotřeba byla zaznamenána, jak již bylo uvedeno výše dvěma způsoby. Prvním způsobem bylo zjišťování za pomoci webové aplikace Vidimte.cz v sekci denní statistika u dopravního systému John Deere 8320 a návěsu Fliegl. U automobilu Tatra, jelikož není vybavena snímáním průtoku paliva, byl využit systém odečtu spotřeby z tankovacích dokladů nákladního automobilu. Jednotlivé spotřeby jsou uvedeny v tabulkách 5 až 10. Průměrnou spotřebu pohonných hmot na hmotnost nákladu, dopravní cyklus nebo ujetou vzdálenost získáme na základě vztahů VI. – VIII., jež jsou uvedeny v metodice práce. Výsledky jsou uvedeny v tabulkách 15 a 16. Porovnání průměrných spotřeb PHM při odvozu senáže je znázorněno v grafech 2 a 3.

Tabulka 15 – Spotřeba pohonných hmot u nákladního automobilu Tatra Phoenix

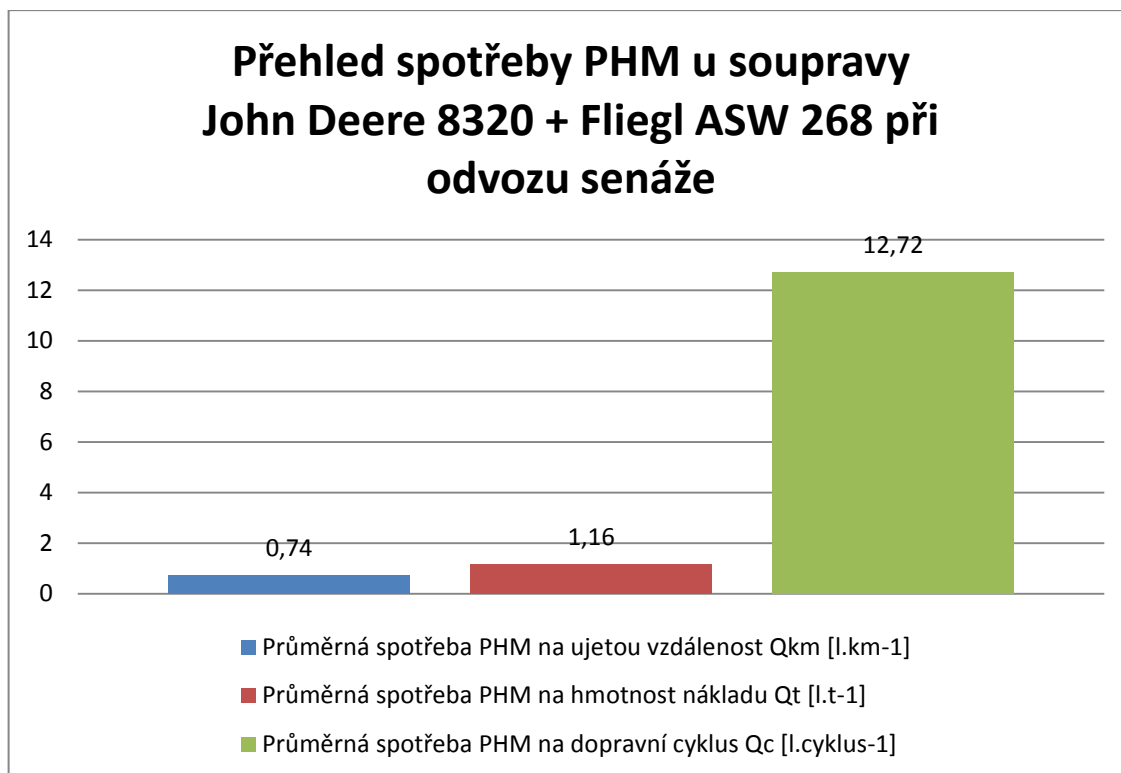
Nástavba	Druh nákladu	Celková ujetá vzdálenost s_c [km.rok ⁻¹]	Celková hmotnost nákladu m_c [t.rok ⁻¹]	Průměrná spotřeba PHM na hmotnost nákladu Q_t [l.t ⁻¹]	Průměrná spotřeba PHM na dopravní cyklus Q_c [l.cyk ⁻¹]	Průměrná spotřeba PHM na ujetou vzdálenost Q_{km} [l.km ⁻¹]
Dvoustranná sklápěcí korba AGRO	hnojivo	1 320	444	1,54	18,51	0,52
	ječmen	629	525	0,74	9,51	0,62
	řepka	1 465	1 004	0,36	4,44	0,25
	pšenice	1 082	1 222	0,58	7,03	0,66
Velkoobjemová sklápěcí korba AGRO	senáž	5 827	3 472	0,86	6,70	0,51
	siláž	3 470	1 914	0,96	5,55	0,53
	sláma	337	65	1,23	2,58	0,24
Rozmetadlo mrvy RM 16	hnůj	3 795	8 937	0,35	3,99	0,82
Jednostranná sklápěcí korba AGRO S1	hnůj	673	647	0,44	4,67	0,57

Tabulka 16 – Spotřeba pohonných hmot u výměnného systému Fliegl

Nástavba	Druh nákladu	Celková ujetá vzdálenost s_c [km.rok ⁻¹]	Celková hmotnost nákladu m_c [t.rok ⁻¹]	Průměrná spotřeba PHM na hmotnost nákladu Q_t [l.t ⁻¹]	Průměrná spotřeba PHM na dopravní cyklus Q_c [l.cyk. ⁻¹]	Průměrná spotřeba PHM na ujetou vzdálenost Q_{km} [l.km ⁻¹]
Kejdovací nástavba 14 000	kejda	8 994	15 131	0,56	8,56	0,95
Vyhrnovací nástavba ASW 268	senáž	498	319	1,16	12,72	0,74



Graf 2 – Přehled průměrných spotřeb PHM u nákladního automobilu Tatra Phoenix 158 při odvozu senáže



Graf 3 – Přehled průměrných spotřeb PHM u soupravy John Deere 8320 + Fliegl ASW 268 při odvozu senáže

5.6. Náklady na provoz dopravních systémů

Provozní náklady jsou důležitou součástí ekonomického hodnocení strojních souprav. Z tohoto pohledu dělíme náklady na provoz dopravních systémů do dvou skupin. První skupinou jsou náklady fixní a druhou skupinou náklady variabilní, z nichž následně vycházejí celkové roční náklady. Pro výpočet fixních nákladů potřebujeme znát pořizovací cenu strojů, jejichž přehled je uveden v tabulce 18, náklady na pojištění, jež jsou znázorněny v tabulce 19, uskladnění a na bankovní úvěr, pokud jsou jím stroje financovány. Údaje sloužící pro výpočet nákladů na uskladnění, které získáme dosazením do vzorce XIII. jsou zaznamenány v tabulce 20. Variabilní náklady jsou náklady s přímou úměrností, tj. s vyšším nasazením dopravních systémů roste i výše variabilních nákladů. Tato část se skládá z nákladů na pohonné hmoty a maziva, nákladů na opravy údržbu a na náklady na mzdu obsluhy, jež jsou zaznamenány v tabulce 21. Přehled využití nástaveb v průběhu roku je uveden v tabulce 17. Celkovou hmotnost nákladu za rok, která je uvedena v tabulce 17, získáme na základě vztahu V.

Postup získání dalších hodnot uvedených v tabulce 17 je zaznamenán v metodice práce.
Celkové náklady na pohonné hmoty a maziva získáme na základě vztahu XVI.

Tabulka 17 – Přehled využití nástaveb v průběhu roku

Nástavba	Celkové nasazení nástavby v dnech n_c [den.rok ⁻¹]	Celkový počet cyklů c_c [cykl.rok ⁻¹]	Celková hmotnost nákladu za rok m_c [t.rok ⁻¹]	Celková spotřeba PHM Q_{cPHM} [l.rok ⁻¹]	Celková ujetá vzdálenost s_c [km.rok ⁻¹]
Nákladní automobil Tatra Phoenix					
Dvoustranná sklápěcí korba AGRO	48	260	3 195	2 145	4 496
Velkoobjemová sklápěcí korba AGRO	75	806	5 451	4 890	9 634
Rozmetadlo mrvy RM 16	52	777	8 937	3 100	3 795
Jednostranná sklápěcí korba AGRO	6	61	647	285	673
Celkem	181	1 904	15 131	10 420	18 598
Traktor John Deere 8320 + návěs Fliegl					
Kejdovací nástavba 14 000	102	1002	15 131	8 578	8 994
Vyhrnovací nástavba ASW 268	5	29	319	369	498
Celkem	107	1 031	15 440	8 947	9 492

Tabulka 18 – Přehled nákladů na pořízení dopravních systémů

Mechanizační prostředek	Pořizovací cena PC [Kč]
Nákladní automobil Tatra Phoenix	
Nákladní automobil Tatra Phoenix	3 630 000
Dvoustranná sklápěcí korba AGRO	290 000
Velkoobjemová sklápěcí korba AGRO	290 000
Rozmetadlo mrvy RM 16	750 000
Jednostranná sklápěcí korba AGRO S1	250 000
Celkem [Kč]	5 210 000
Traktor John Deere 8320 + návěs Fliegl	
Traktor John Deere 8320	3 980 000
Fliegl ASW 268 + rozmetadlo	500 000
Podvozek + kejdovací nástavba	1 200 000
Celkem [Kč]	5 680 000

Tabulka 19 – Přehled nákladů na pojištění a silniční daň dopravních systémů

Položka	Náklady na pojištění rN_p [Kč.rok⁻¹]
Nákladní automobil Tatra Phoenix	
Silniční daň	27 300
Strojní pojištění nástavby	15 000
Pojištění zákonné + strojní	36 000
Celkem [Kč.rok⁻¹]	78 300
Traktor John Deere 8320 + návěs Fliegl	
Strojní pojištění traktoru	50 000
Strojní pojištění návěsu	20 000
Povinné ručení traktoru	1 000
Povinné ručení návěsu	500
Celkem [Kč.rok⁻¹]	71 500

Tabulka 20 – Přehled rozměrů dopravních prostředků s náklady na uskladnění

Mechanizační prostředek	Délka [m]	Šířka [m]	Roční náklady na uskladnění rN_g [Kč.rok ⁻¹]
Automobil Tatra Phoenix	9	3	4 000
Rozmetadlo RM 16	7	3	3 200
Dvoustranná sklápěcí korba AGRO	6	3	2 800
Velkoobjemová sklápěcí korba AGRO	6	3	2 800
Jednostranná sklápěcí korba AGRO S1	6	3	2 800
Celkem[Kč.rok⁻¹]			15 600
Traktor John Deere 8320	6	3	2 800
Fliegl kejdovací nástavba	10	3	4 400
Fliegl ASW 268	7	3	3 200
Celkem [Kč.rok⁻¹]			10 400

Tabulka 21 – Přehled variabilních nákladů dopravních systémů

Položka	Celkové roční náklady variabilní rN_v
Nákladní automobil Tatra Phoenix	
Celkové náklady na PHM a maziva N_{PHM}	291 239
Celkové náklady na mzdy zaměst. N_m	172 674
Náklady na údržbu a opravy N_u	67 000
Celkem [Kč.rok⁻¹]	530 313
Traktor John Deere 8320 + návěs Fliegl	
Celkové náklady na PHM a maziva N_{PHM}	250 067
Celkové náklady na mzdy zaměst. N_m	102 078
Náklady na údržbu a opravy N_u	356 000
Celkem [Kč.rok⁻¹]	708 145

5.7. Ekonomické zhodnocení dopravních systémů

Ekonomické zhodnocení bylo provedeno dle vzorců uvedených v metodice práce. Pro výpočet nákladů na amortizaci bereme v úvahu rovnoměrný systém odepisování hmotného majetku po dobu, která činí 5 let. Všechny dopravní systémy byly pořizovány prostřednictvím úvěru. Podnik využil možnosti financování části úroku z vypůjčené částky dotací PGRLF při nákupu zemědělské techniky. V této práci tak vlastník hradí povinně 1 % z celkové ceny stroje. Doba splatnosti vypůjčené částky je 5 let. Náklady na pojištění byly zjištěny z účetních dokumentů podniku vlastníci dopravní systémy. Tyto náklady se skládají ze dvou částí, a to ze zákonného pojištění a tzv. strojního pojištění, které hradí opravy na stroji. U nákladního automobilu je do části pojištění započítána i silniční daň, která je uvedena v tabulce 19. Další položkou fixních nákladů je uskladnění strojů. Vzhledem k odpisu budov, jejich oprav a dani z nemovitosti uvádím sazbu za uskladnění $100 \text{ Kč} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1}$. Mezi nejvýznamnější položku variabilních nákladů patří náklady na pohonné hmoty a maziva. Pro zjištění této položky byla brána v úvahu průměrná cena PHM s DPH $26 \text{ Kč} \cdot \text{l}^{-1}$ dle ČSÚ ke dni 5. 2. 2016 a dále doplněná ve výpočtu o koeficient maziv, který činí 0,075. Náklady na opravy a údržby dopravních systémů byly získány ze statistiky oprav, kterou si vybraný podnik vede. Poslední položkou, kterou je důležité uvést, jsou náklady na mzdu obsluhy. Pro výpočet této položky byla brána v úvahu průměrná mzda v zemědělství, která dosáhla v 3. čtvrtletí roku 2015 $21\,934 \text{ Kč}$ dle ČSÚ. Mzda byla dále rozpočítána na mzdu za jeden pracovní den podle průměrného počtu pracovních dnů v měsíci, který činí 23 dnů a dále násobena počtem dnů nasazení jednotlivých dopravních systémů. Pro výpočet výnosu dopravních systémů vycházíme z ceny práce traktorové soupravy při dopravě, která činí $50 \text{ Kč} \cdot \text{km}^{-1}$ a ceny práce nákladního automobilu, která činí $35 \text{ Kč} \cdot \text{km}^{-1}$ podle ceníku služeb firmy JAFA uvedeného na webových stránkách s odkazem v použité literatuře této práce a ceny služeb mechanizovaných prací v normativch pro zemědělskou a potravinářskou výrobu. Zisk strojů vychází v záporných hodnotách z důvodů vysoké sumy ročních nákladů na amortizaci. Jednotlivé položky ekonomického zhodnocení vypočítáme dosazením do vzorců IX. – XXII., dle metodiky uvedené v této práci práce. Hodnoty jsou zaznamenány v tabulce 22.

Tabulka 22 – Ekonomické zhodnocení dopravních systémů

Dopravní prostředek	Tatra Phoenix	JD 8320 + Fliegl
Fixní náklady		
Pořizovací cena PC [Kč]	5 210 000	5 680 000
Náklady na amortizaci rN_a [Kč.rok ⁻¹]	1 042 000	1 136 000
Náklady na pojištění rN_p [Kč.rok ⁻¹]	78 300	71 500
Náklady na bankovní úvěr rN_{bu} [Kč.rok ⁻¹]	10 420	11 360
Náklady na garážování rN_g [Kč.rok ⁻¹]	15 600	10 400
Celkové roční fixní náklady rN_f [Kč.rok⁻¹]	1 146 320	1 229 260
Variabilní náklady		
Náklady na pohonné hmoty jN_{phm} [Kč.km ⁻¹]	15,7	26,4
Náklady na opravy a údržbu jN_u [Kč.km ⁻¹]	3,6	10,8
Náklady na mzdu obsluhy jN_m [Kč.km ⁻¹]	9,3	37,5
Celkem [Kč.km⁻¹]	28,6	74,7
Celkové roční variabilní náklady rN_v [Kč.rok⁻¹]	531 903	708 145
Celkové náklady ročního využití rN_c [Kč.rok⁻¹]	1 678 223	1 937 405
Skutečná roční výkonnost rW_s [km.rok ⁻¹]	18 598	9 492
Výnos stroje V [Kč.rok ⁻¹]	650 930	474 600
Zisk stroje Z [Kč.rok ⁻¹]	- 1 027 293	- 1 462 805
Minimální roční využití rW_{min} [km.rok ⁻¹]	179 113	-

5.8. Vlastní porovnání dopravních systémů

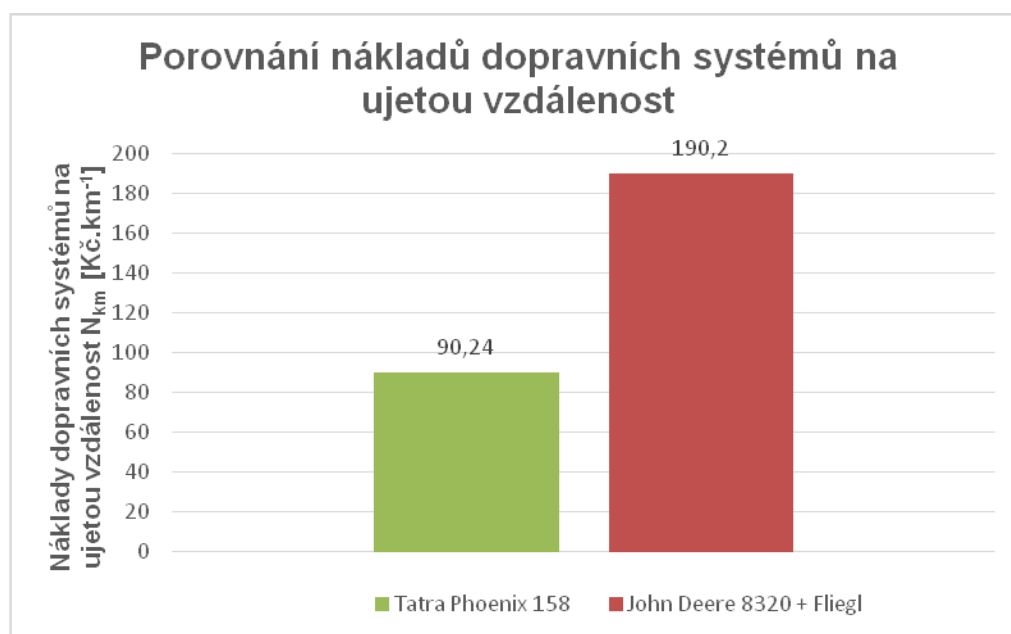
Pro vlastní porovnání systémů dopravy ve zvoleném podniku byla zpracována tabulka 23, ve které jsou uvedeny jednotlivé přepravní ukazatele v průběhu roku. Z tabulky je patrné, že souprava traktoru John Deere 8320 a výměnného dopravního systému Fliegl byla využívána pro přepravu materiálu o vyšší objemové hmotnosti na krátké vzdálenosti. Naopak nákladní automobil Tatra Phoenix byl v průběhu roku využíván k přepravě na větší vzdálenosti. Při porovnání nákladů jednotlivých přepravních ukazatelů bereme v úvahu veličiny, jako je ujetá vzdálenost, přepravené množství nákladu a v zemědělské praxi využívaný tunokilometr. Jednotlivé náklady získáme dosazením do vzorců XXIII. – XXVI., uvedených v metodice práce, jejichž výsledky jsou zaznamenány v tabulce 24 a grafech 4 až 6.

Tabulka 23 – Porovnání dopravních systémů v průběhu roku

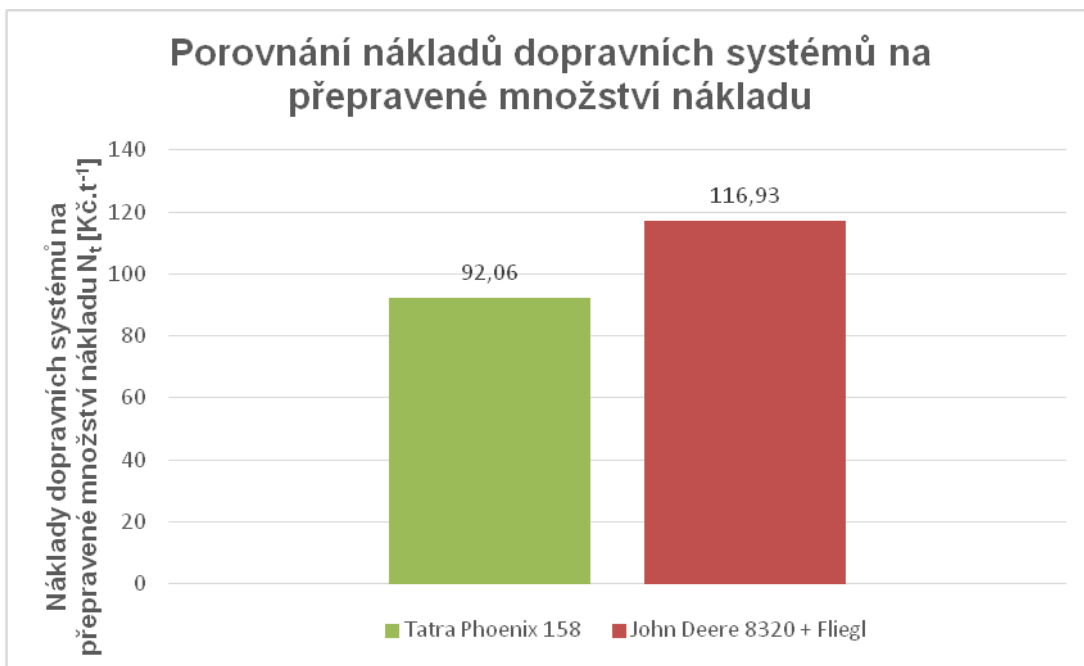
Stroj	Celková ujetá vzdálenost s_c [km.rok ⁻¹]	Celková hmotnost nákladu m_c [t.rok ⁻¹]	Celkový počet cyklů c_c [cyklus.rok ⁻¹]	Celková průměrná hmotnost nákladu m_{pc} [t.rok ⁻¹]
Tatra Phoenix	18 598	18 230	1 904	9,58
JD + Fliegl	9 492	15 440	1 031	14,98

Tabulka 24 – Porovnání nákladů jednotlivých přepravních ukazatelů

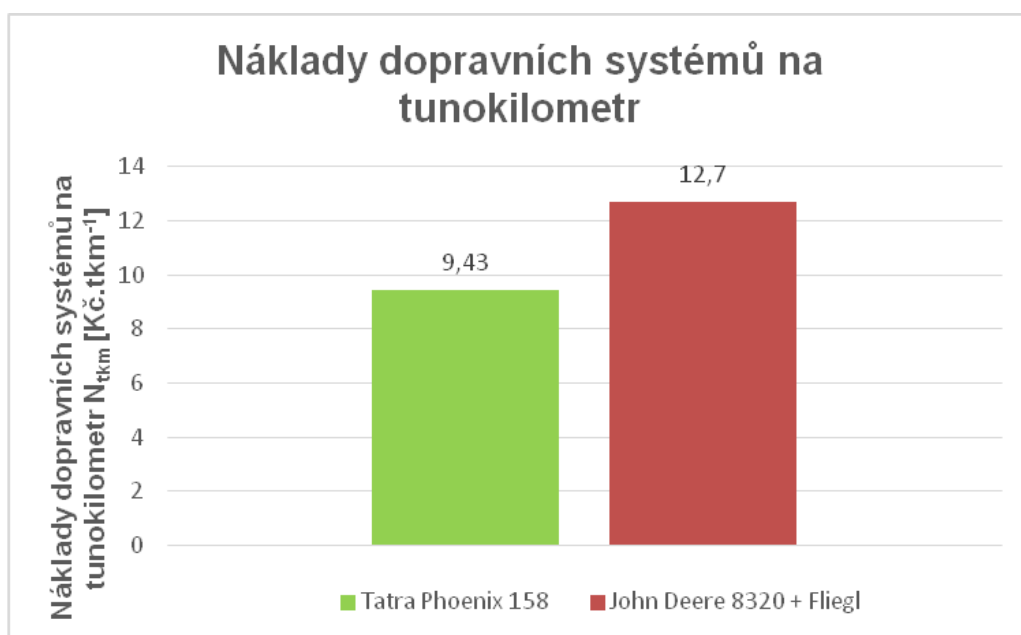
Stroj	Náklady na ujetou vzdálenost jN_{km} [Kč.km ⁻¹]	Náklady na přepravenou hmotnost jN_t [Kč.t ⁻¹]	Náklady na tunokilometr jN_{tkm} [Kč.tkm ⁻¹]
Tatra Phoenix	90,24	92,10	9,42
JD + Fliegl	190,20	116,93	12,70



Graf 4 – Porovnání nákladů dopravních souprav na ujetou vzdálenost



Graf 5 – Porovnání nákladů dopravních systémů na přepravené množství nákladu



Graf 6 – Náklady dopravních systémů na tunokilometr

6. Závěr a diskuze

Problematika zemědělské dopravy je zásadní otázkou materiálového toku v zemědělských provozech. Řada podniků stojí při obměně dopravních prostředků před rozhodnutím, jaký typ dopravy zvolit, jestli traktorovou nebo automobilovou dopravu. Každý systém má své zastánce i odpůrce, stejně jako výhody a nevýhody.

Výhodou automobilového dopravního systému je vyšší přepravní rychlost oproti klasické traktorové dopravě. Mezi nevýhodu automobilového systému, která byla při měření pozorována, je zhoršená trakce v nepříznivých podmínkách. Významným faktorem, který dále omezuje využití automobilové dopravy v zemědělství je legislativa. V omezení spočívá dodržení možného zatížení jednotlivých náprav, které lze u vnitropodnikové dopravy těžko dosáhnout. Argumentem proti rozšíření automobilové dopravy může být i dodržování povinných přestávek řidičem nákladního automobilu, každoroční prohlídka STK nebo platba silniční daně. Tyto faktory jsou zásadním nedostatkem v porovnání s traktorovou dopravou, která zmíněné argumenty nemusí řešit. Eliminaci těchto nedostatků řeší v současné době homologace nákladního automobilu jako zemědělského traktoru s dílčími úpravami.

Výhodou traktorové dopravy je zvýšená trakce v polních podmínkách při nepříznivém počasí. Traktor jakožto energetický prostředek můžeme v případě poruchy nahradit jiným trakčním prostředkem nebo ho následně využít i k jiným zemědělským činnostem oproti nákladnímu automobilu. Nevýhodou tohoto systému je dodržení příslušného zatížení náprav přípojného návěsu a nízká přepravní rychlost.

Využití nástaveb u sledovaných souprav bylo různé. Nákladní automobil Tatra Phoenix disponoval více typy nástaveb oproti návěsu Fliegl. U nákladního automobilu byla v průběhu roku nejvíce využívána velkoobjemová sklápěčová korba AGRO s celkovým počtem nasazení 75 dnů. Naopak nejméně využitelnou nástavbou byla jednostranná sklápěčová korba AGRO S1 s využitím 6 dnů v roce. Nízké využití této nástavby bylo zapříčiněno dodáním této nástavby zákazníkovi v průběhu měsíce října. V traktorové dopravě byla nejvíce využívána kejdovací nástavba s celkovým nasazením 105 dnů v průběhu roku. Toto nasazení je zdůvodněno absencí cisternových nástaveb u nákladních automobilů Tatra. Naopak nejnižší nasazení prokázala nástavba ASW 268,

kteřá byla využita 5 dnů. Nízké využití je způsobeno častým nasazením nákladních automobilů a jiných traktorových systémů do vnitropodnikové dopravy.

S výkonností dopravních prostředků souvisela při měření řada faktorů, jako je přepravní vzdálenost, terén, hmotnost nákladu, čas cyklu apod. Při porovnání obou systémů dopravy, které podnik používá ve vnitropodnikové dopravě, bylo dosaženo nejvyšší výkonnosti u traktorové soupravy John Deere 8320 a návěsu Fliegl. Hodnota výkonnosti změřená při dopravě senáže činila 15,65 t.h⁻¹, což je o 7,2 t.h⁻¹ více v porovnání s nákladním automobilem.

Spotřeba pohonných hmot byla porovnáována ve třech režimech, a to spotřebou na přepravu 1 t nákladu, spotřebou na cyklus a spotřebou na ujetou vzdálenost. Při srovnání dopravy senáže, kterou dopravoval jak nákladní automobil, tak traktorová souprava bylo dosaženo nejnižší spotřeby u nákladního automobilu Tatra, a to 0,86 l.t⁻¹, což je o 0,3 l.t⁻¹ méně než u traktorové soupravy. Při hodnocení spotřeby na ujetou vzdálenost bylo prokázáno podobného výsledku jako při spotřebě na 1 t nákladu. Nákladní automobil prokázal spotřebu 0,51 l.km⁻¹. Tato spotřeba je ve srovnání s traktorovou soupravou nižší o 0,23 l.km⁻¹.

Ekonomické zhodnocení dopravních systémů prokázalo, že oba systémy nedosáhly zisku. Důvodem je vysoká pořizovací cena a následné náklady na amortizaci. Nejnižší náklady byly zjištěny u nákladního automobilu Tatra. Naopak nejvyšší náklady byly zaznamenány u traktorové soupravy. Tato rozdílná hodnota je způsobena tím, že traktor je v průběhu roku využíván jako trakční prostředek v polních pracích a tudíž náklady na údržbu a opravy, které jsou v tomto případě nejvyšší lze mezi dopravou a prací na poli těžko rozdělit.

Co se týká nákladů jednotlivých přepravních ukazatelů při porovnávání obou systémů, nejnižších nákladů 90,24 Kč.km⁻¹ přepočtených na ujetou vzdálenost dosáhl automobil Tatra, které v porovnání s traktorovým systémem o 100 Kč.km⁻¹ nižší. Nejnižších nákladů na přepravené množství prokázalo porovnání opět u nákladního automobilu Tatra. Ve srovnání s traktorovou dopravou je tato hodnota nižší o 24,83 Kč.t⁻¹. V zemědělském provozu často používaným termínem jsou náklady na tunokilometr. Při sledování a porovnávání souprav při provozu dosáhl nejnižších

nákladů 9,42 Kč.tkm⁻¹ opět nákladní automobil Tatra. V porovnání s traktorovým systémem činí rozdíl těchto nákladů 3,28 Kč.tkm⁻¹.

Z výsledného porovnání doporučuji automobilový výměnný systém pro větší zemědělské podniky, podniky s roztráštěnou půdní držbou, podniky, které vyžadují přepravu materiálu na větší vzdálenosti a podniky služeb. Naopak traktorový výměnný systém pro menší zemědělské podniky, podniky s přepravou velkého objemu nákladu na krátké vzdálenosti. Pro podnik, ve kterém byly sledovány tyto systémy, doporučuji zakoupit cisternovou nástavbu pro nákladní automobil a využívat ji k dopravě na větší vzdálenosti. Pro traktorovou dopravu bych zvolil větší návěs vybavený třemi nápravami, který takto umožní snížit jednotlivé náklady a plně využije výkon traktoru. Vzhledem k velikosti půdního bloku je tato varianta návěsu problematická z hlediska manévrovatelnosti při vjíždění a vyjíždění z pozemku na pozemní komunikaci. Z výsledků měření této práce se podnik rozhodl zakoupit další nákladní automobil Tatra homologovaný jako zemědělský traktor agregovaný s výměnou cisternovou nástavbou s možností záměny i mezi již zakoupenými automobily této značky.

7. Přehled použité literatury

1. BAUER, František. *Traktory a jejich využití*. 2. vyd. Praha: Profi Press, 2013. ISBN 978-80-86726-52-6.
2. BENEŠ, Petr. Aplikace a logistika s novými možnostmi. *Mechanizace zemědělství: Odborný časopis pro zemědělskou a lesní techniku*. Praha: Profi Press s.r.o., 2015, 65(7), 12 - 13. ISSN 0373-6776.
3. BENEŠ, Petr. S novým elánem razantněji vpřed. *Mechanizace zemědělství: Odborný časopis pro zemědělskou a lesní techniku*. Praha: Profi Press s.r.o., 2014, 64(1), 22 - 24. ISSN 0373-6776.
4. BENEŠ, Petr. Systém analýzy kejdy doznal rozšíření. *Mechanizace zemědělství: Odborný časopis pro zemědělskou a lesní techniku*. Praha: Profi Press s.r.o., 2016, 66(4), 30. ISSN 0373-6776.
5. BENEŠ, Petr. Zajímavá prezentace techniky II. *Mechanizace zemědělství: Odborný časopis pro zemědělskou a lesní techniku*. Praha: Profi Press s.r.o., 2014, 64(8), 12 - 13. ISSN 0373-6776.
6. BERRUTO, Remigio. Comparison of distribution systems for biogas plant residual. *Biomass and Bioenergy* [online]. 2013, 52: 139-150 [cit. 2015-11-12]. DOI: 10.1016/j.biombioe.2013.02.030. ISSN 09619534. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0961953413001116>
7. CELJAK, Ivo. *Dopravní a manipulační zařízení*. České Budějovice, 2011.
8. JAVOREK, Filip. Automobilová a traktorová dopravní technika se doplňují. *Mechanizace zemědělství: Odborný časopis pro zemědělskou a lesní techniku*. Praha: Profi Press s.r.o., 2012, 62(6), 52 - 56. ISSN 0373-6776.
9. JAVOREK, Filip. Nákladní automobily v zemědělství. *Mechanizace zemědělství: Odborný časopis pro zemědělskou a lesní techniku*. Praha: Profi Press s.r.o., 2014, 64(6), 58 - 60. ISSN 0373-6776.
10. JAVOREK, Filip. Systémy dělené dopravy pro ochranu půdy. *Mechanizace zemědělství: Odborný časopis pro zemědělskou a lesní techniku*. Praha: Profi Press s.r.o., 2012, 62(6), 34 - 38. ISSN 0373-6776.

11. KADLEČEK, Ladislav. Agronomka - koncepce nosiče výměnných zemědělských nástaveb. *Mechanizace zemědělství: Odborný časopis pro zemědělskou a lesní techniku*. Praha: Profi Press s.r.o., 2013, 63(10), 8 - 9. ISSN 0373-6776.
12. KADLEČEK, Ladislav. Zemědělské využití jedinečné koncepce podvozku Tatra. *Mechanizace zemědělství: Odborný časopis pro zemědělskou a lesní techniku*. Praha: Profi Press s.r.o., 2013, 63(2), 11 - 16. ISSN 0373-6776.
13. KAŠPÁREK, Jiří. Tatra Agrotahač na výstavě Techagro & Silva Regina 2014. *Mechanizace zemědělství: Odborný časopis pro zemědělskou a lesní techniku*. Praha: Profi Press s.r.o., 2014, 64(3), 24. ISSN 0373-6776.
14. *Mechanizace zemědělství: Technika pro aplikaci hnojiv 2016*. Praha: Profi Press s.r.o., 2016. ISSN 0373-6776.
15. STEHNO, Luboš. Překládací vůz pro kukuřici. *Mechanizace zemědělství: Odborný časopis pro zemědělskou a lesní techniku*. Praha: Profi Press s.r.o., 2015, 65(2), 14-15. ISSN 0373-6776.
16. STEHNO, Luboš. Návěs s elektropohonem. *Mechanizace zemědělství: Odborný časopis pro zemědělskou a lesní techniku*. Praha: Profi Press s.r.o., 2012, 62(3), 17 - 18. ISSN 0373-6776.
17. SYROVÝ, Otakar. *Doprava v zemědělství*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2008, 248 s. ISBN 978-80-86726-30-4.

Internetové zdroje

18. Ceník. *Agroslužby - zemědělská výroba František Janovský* [online]. 2012 [cit. 2016-02-14]. Dostupné z: <http://www.janovskyagro.cz/index.php?c=2>
19. Firemní literatura
20. Průměrné mzdy - 3. čtvrtletí 2015. *Český statistický úřad* [online]. 2015 [cit. 2016-02-06]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/cri/prumerne-mzdy-3-ctvrtleti-2015>
21. Šetření průměrných cen vybraných výrobků - pohonné hmoty a topné oleje - 5. kalendářní týden 2016: Pohonné hmoty a topné oleje. *Český statistický úřad* [online]. 2016 [cit. 2016-02-06]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/cri/setreni-prumernych-cen-vybranych-vyrobku-pohonne-hmoty-a-topne-oleje-5-kalendarni-tyden-2016>

22. Výukové materiály. *Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky: Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích* [online]. [cit. 2016-02-01]. Dostupné z: <http://kzt.zf.jcu.cz/studentum/vyukove-materialy/>
23. Webová aplikace Vidimte.cz
24. Zemědělská technika. *Normativy pro zemědělskou a potravinářskou výrobu* [online]. [cit. 2016-02-06]. Dostupné z: <http://www.agronormativy.cz/fslovasolv;jsessionid=3CEC19BF892D2F9E33D0D669ADC447FA?fsntype=2&fsnid=115>