

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4106 Zemědělská specializace  
Studijní obor: Dopravní a manipulační prostředky  
Katedra: Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky  
Vedoucí katedry: doc. Ing. Antonín Jelínek, CSc.

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Optimalizace rozvozu hlízové šťávy v množství do 100 000 m<sup>3</sup>.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Josef Frolík, CSc.

Autor bakalářské práce: Vít Henžel

Rok vydání: 2013

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Fakulta zemědělská

Akademický rok: 2011/2012

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Vít HENŽEL**  
Osobní číslo: **Z10031**  
Studijní program: **B4106 Zemědělská specializace**  
Studijní obor: **Dopravní a manipulační prostředky**  
Název tématu: **Optimalizace rozvozu hlízové šťávy v množství do 100 000 m<sup>3</sup>.**  
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 :

Cílem práce je navrhnout optimalizaci rozvozu a aplikace hlízové šťávy vznikající sezónně při výrobě škrobu z brambor.

1. Vlastnosti hlízové šťávy, její chemické složení a vliv základní suroviny na její produkci a případné úpravy před její aplikací.
2. Harmonogram produkce a kapacita skladovacího prostoru.
3. Rozvozní vzdálenosti a doba dopravního a aplikačního cyklu.
4. Rozbor stávajícího rozvozného systému a jeho základní problémy.
5. Návrh skladby technologické linky dopravy a aplikace na pozemek.
6. Vyhodnocení a rozbor navržených racionalizačních opatření.

Rozsah grafických prací: **obrázky, fotografie dle potřeby**

Rozsah pracovní zprávy: **40 - 50 stran**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

**SYROVÝ, O., BARTOLOMĚJEV, A., BAUER, F., GERNDTOVÁ, I., HOLUBOVÁ, V., KOVAŘÍČEK, P., KUBÍN, K., MAYER, V., NOVÁK, M., PASTOREK, Z., PODPĚRA, V., PRAŽAN, R., SAIDL, M., SEDLÁK, P., SKALICKÝ, J., ŠMERDA, T.:** Doprava v zemědělství. [Transport in agriculture]. 1. Vyd. Praha : Profi Press, 2008. 248 s. ISBN 978-80-86726-30-4;  
**BARTOLOMĚJEV, A., SOUČEK, J.:** Doprava jako součást logistiky energetických surovin zemědělství. Transport as part of energy raw materials logistic in agriculture. In Zemědělská technika a biomasa 2007 : sborník anotací z mezinárodní odborné konference 21.11.2007 v Praze. Praha : VÚZT, 2007, s. 14. ISBN 978-80-86884-25-7;  
**SOUČEK, J., BARTOLOMĚJEV, A.** Doprava rostlinných hmot v komunální sféře. [Transport of crop mass in municipal transport]. Komunální technika, 2007, roč. 1, č. 10, s. 28-31.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Josef Frolík, CSc.**  
Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

Datum zadání bakalářské práce: **14. ledna 2012**

Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2013**

  
Ing. Karel Suchý, Ph.D.

proděkan pověřený vedením ZF

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

  
doc. Ing. Antonín Jelínek, CSc.

vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 26. března 2012

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích, dne .....

.....

Podpis

## **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu své bakalářské práce panu Ing. Josefu Frolíkovi, CSc., za cenné rady a připomínky, které mi pomohly k vytvoření této bakalářské práce.

Dále děkuji firmě Bednarik, konkrétně Petrovi Bednarikovi za možnost provedení měření, poskytnuté informace, vstřícnost a pomoc při tvorbě bakalářské práce. Také děkuji firmě Lyckeby Amylex a.s., konkrétně Ing. Františkovi Ladmanovi a Ing. Evě Slavíkové za poskytnuté informace, vstřícnost a pomoc při tvorbě bakalářské práce.

## **Abstrakt**

Při výrobě škrobu z brambor vzniká velké množství hlízové vody, která je dále využívána jako dusíkato-draselné hnojivo na pozemky v okolí škrobárny. Cílem práce je navrhnout efektivní řešení rozvozu hlízové vody. Pro zjištění efektivního řešení se porovnávají dva základní dopravní prostředky používané v zemědělství - nákladní automobil a traktorová dopravní souprava. Porovnály se měřené hodnoty dopravního cyklu obou mechanizačních prostředků a jejich vlastnosti při aplikaci, plnění, jízdě po poli a dopravě po pozemní komunikaci. Po vyhodnocení naměřených údajů, vlastností obou dopravních prostředků a informací o stávajícím způsobu rozvozu, byl navržen způsob zefektivňující dopravu především na delší vzdálenosti.

## **Klíčová slova:**

dopravní cyklus, traktor, dopravní prostředek, nákladní automobil, hlízová voda, aplikace

## **Abstract**

A significant amount of potato fruit juice is produced during starch manufactory which is further used as a fertilizer on fields in surroundings of starch factory. The objective of this study is to design an effective solution for the transport of potato fruit juice. The two fundamental transport systems which are used in agriculture were compared to find out the effective solution, namely transport by trucks and by tractors. The transport cycle was observed for both transport systems. The properties during application, feeding, transport around fields and transport on roads were also monitored. The more effective transport system was designed primarily for transfer for longer distances and it is based on evaluation of measured data, properties of both vehicles and information about existing transfer systems.

## **Keywords:**

transport cycle, tractor, the mean of transport, truck, potato fruit juice, application

# Obsah

<b>1. ÚVOD .....</b>	<b>9</b>
1.1 POČÁTKY MECHANIZOVANÉ ZEMĚDĚLSKÉ DOPRAVY.....	9
1.2 DEFINICE POJMŮ DOPRAVY .....	10
<b>2. ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ ZEMĚDĚLSKÉ DOPRAVY.....</b>	<b>11</b>
2.1. ÚZEMNÍ ČLENĚNÍ DOPRAVY .....	11
2.1.1 <i>Vnější, mimopodniková doprava</i> .....	12
2.1.2 <i>Vnitřní, vnitropodniková doprava</i> .....	12
2.2 ROZDĚLENÍ DOPRAVNÍCH PROSTŘEDKŮ PRO ZEMĚDĚLSTVÍ .....	13
2.3. ROZDĚLENÍ DOPRAVOVANÝCH MATERIÁLŮ .....	13
<b>3. TECHNIKA ZEMĚDĚLSKÉ DOPRAVY .....</b>	<b>15</b>
3.1 NÁKLADNÍ AUTOMOBILY.....	15
3.1.1 <i>Silniční nákladní automobily</i> .....	16
3.1.2 <i>Terénní nákladní automobily</i> .....	16
3.1.3. <i>Zemědělské nákladní automobily</i> .....	16
3.1.4 <i>Tahače sedlových návěsů</i> .....	17
3.2 TRAKTOROVÉ DOPRAVNÍ SOUPRAVY.....	18
3.2.1. <i>Traktory</i> .....	18
3.2.2 <i>Traktorová přípojná vozidla</i> .....	20
3.3 DOPRAVNÍ SYSTÉMY S VÝMĚNNÝMI NÁSTAVBAMI .....	29
3.4 KONTEJNEROVÉ DOPRAVNÍ SYSTÉMY.....	30
<b>4. VÝKONNOST DOPRAVY .....</b>	<b>32</b>
4.1 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ VÝKONNOST DOPRAVY .....	32
4.2 VÝPOČET VÝKONNOSTI DOPRAVY.....	33
4.2.1 <i>Výkonnost nakládání</i> .....	33
4.2.2 <i>Dopravní výkonnost</i> .....	35
4.2.3 <i>Výkonnost vykládání</i> .....	35
<b>5. HLÍZOVÁ ŠŤÁVA.....</b>	<b>36</b>
5.1 PROCES PRODUKCE HLÍZOVÉ ŠŤÁVY.....	36



5.2 CHEMICKÝ ROZBOR HLÍZOVÉ ŠŤÁVY .....	37
<b>6. METODIKA .....</b>	<b>38</b>
6.1 VÝKONNOSTI .....	39
6.2 EXPLOATAČNÍ SOUČINITELE .....	40
6.3 SPOTŘEBA POHONNÝCH HMOT .....	41
6.4 ODHAD DENNÍ VÝKONNOSTI .....	41
<b>7. VLASTNÍ PRÁCE A VÝSLEDKY .....</b>	<b>42</b>
7.1 CHARAKTERISTIKA MĚŘENÍ .....	42
7.2 CHARAKTERISTIKA ODVOZU HLÍZOVÝCH ŠŤÁV .....	44
7.3 HLAVNÍ VÝKONNOST .....	45
7.4 OPERATIVNÍ VÝKONNOST .....	45
7.5 ODHAD VÝKONU ZA SMĚNU .....	46
7.6 VÝKONNOST PLNĚNÍ .....	47
7.7 VÝKONNOST APLIKACE .....	48
7.8 EXPLOATAČNÍ SOUČINITELE .....	48
7.9 SPOTŘEBA POHONNÝCH HMOT .....	49
7.10 NÁVRH ŘEŠENÍ DOPRAVY .....	50
<b>8. ZÁVĚR A DISKUSE .....</b>	<b>52</b>
<b>9. POUŽITÉ ZDROJE .....</b>	<b>54</b>
SEZNAM LITERATURY .....	54
INTERNETOVÉ ZDROJE .....	54

## 1. Úvod

Cílem této práce je navrhnout efektivní řešení rozvozu hlízových šťáv, vznikající ve velkém množství, jako odpadní produkt při výrobě škrobu z hlíz brambor. Pro zjištění použití efektivního dopravního prostředku se porovnávají vlastnosti dvou nejběžněji používaných možností dopravních prostředků v zemědělství: nákladní automobil a traktorová návěšová souprava. Po vyhodnocení naměřených hodnot a zhodnocení vlastností obou dopravních prostředků je cílem v závěru navrhnout vhodné řešení skladby dopravních prostředků.

### 1.1 Počátky mechanizované zemědělské dopravy

Vývoj lidské společnosti je provázaný projevem výrobní činnosti. Spolu s výrobou se vyvíjela i doprava, která je důležitou součástí všech hospodářských aktivit člověka. S určitou nadsázkou se dá říct, že doprava je stejně stará jako lidstvo. Mezníky ve vývoji dopravy byly vynález kola, parního stroje a spalovacího motoru. [3]

Rozhodující roli v zemědělství hraje pozemní doprava. Často jsou přepravovány zemědělské produkty lodní, leteckou nebo kolejovou dopravou. Ovšem pro zemědělskou prvovýrobu je nejdůležitější silniční doprava.

Rozvoj suchozemské dopravy urychlil především vynález kola. Užívání vozů s koly vedlo k sestrojení postrojů k záprahu zvířat. Primitivní postroje umožňovaly využití tažné síly zvířat velmi nedokonale. Lze říci, že využití tažné síly zvířat bylo přelomem v dějinách techniky, který základním způsobem ovlivňoval pozemní dopravu až do 19. století. [2]

Francouzský fyzik Denis Papin nahradil v roce 1687 výbuch střelného prachu kondenzací páry. Pístový parní stroj zkonstruoval anglický mechanik James Watt v roce 1782. Parní stroj pracoval s účinností 0,1 % a zatím byl pro pohon kol dopravního prostředku nevyužitelný. V době, kdy se James Watt snažil zdokonalit svůj parní stroj, pracovalo v Anglii několik vynálezců na vyřešení problémů, jak využít parního stroje k pohonu kol. [2]

V roce 1876 se podařilo uvést do činnosti spalovací motor Augustu Ottovi. Byl to čtyřdobý motor s četnými poruchami, jejímiž příčinami bylo nedokonalé mazání pístů, netěsnost pístů a zadírání šoupátek. Také tvar spalovacího prostoru byl

nedokonalý a motor se neustále zastavoval. O Silvestru v roce 1879 se rozběhl dvoudobý motor Karla Benze. Motor zůstal v nepřetržitém chodu celou hodinu. V roce 1885 se poprvé dala do pohybu Benzova tříkolka. S touto tříkolkou se objevil 3.7.1886 poprvé na veřejnosti. Tříkolka nesla prvky bicyklu. Vzadu měla drátěná kola s pryžovými obručkami a vepředu kolo menšího průměru, jímž byla řízena. [2]

Postupem času díky technice zprostředkovávající dopravu vzrostly možnosti hospodaření člověka. Postupný vývoj se nevyhnul ani zemědělství, kde doprava hraje rozhodující roli.

## **1.2 Definice pojmů dopravy**

Dopravní proces zahrnuje řadu pojmů, ve kterých je třeba se orientovat při rozboru dopravního cyklu.

-Doprava – Souhrn činností, kterými se uskutečňuje pohyb (jízda, plavba, let apod.) dopravních prostředků po dopravních cestách a přemístování osob a věcí dopravními prostředky a zařízení; dopravu tvoří ložné operace (nakládka, vykládka) a přeprava. [3]

-Dopravní prostředky jsou mobilní technické prostředky, jejichž pohybem se uskutečňuje přeprava materiálu, popř. osob. [3]

-Dopravní systém – Účelně uspořádaná soustava dopravních prostředků a manipulačních zařízení, které pracují určitým způsobem a záměrně stanoveným postupem tak, aby byly vytvořeny vhodné podmínky pro dopravu materiálu bez kvalitativních a kvantitativních ztrát v daných přepravních výrobních podmínkách. [3]

-Dávkování – Rovnoměrné dodávání materiálu podle určitých objemových nebo hmotnostních množství. [3]

-Nakládka – Ukládání materiálu, výrobků, produktů apod. na dopravní prostředek nebo dopravní zařízení. [3]

-Přeprava – Část dopravy, kterou se přímo uskutečňuje přemístění osob a materiálu dopravními prostředky nebo dopravním zařízením. [3]

-Dopravní cyklus – Souhrn operací spojených s přemístováním osob, materiálu a věcí, který se obvykle opakuje. [3]

-Přepravní práce – Přeprava určitého počtu osob nebo hmotnosti materiálu na určitou vzdálenost. [3]

-Přepravní výkon – Přepravní práce za určitý čas. [3]

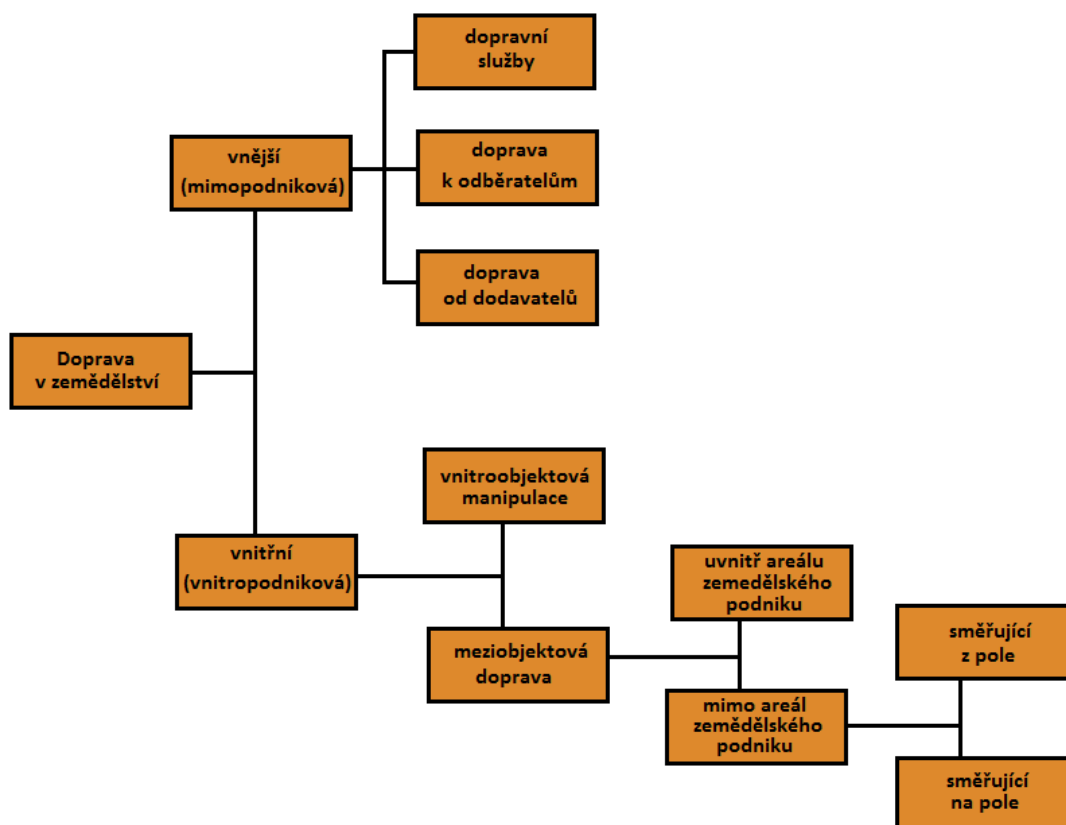
-Přepravní vzdálenost – Délka dopravní cesty z místa nástupu do místa výstupu cestujících nebo z místa nakládky do místa vykládky materiálu. [3]

-Skladování – Způsob uložení zásob, včetně ukládání, vykládání a dalších potřebných činností zajišťující funkci skladu. [3]

## 2. Základní rozdělení zemědělské dopravy

### 2.1. Územní členění dopravy

Zemědělskou dopravu lze rozdělovat z mnoha různých hledisek. Poměrně zajímavým rozdělením je podle území, kde se doprava vykonává. Tím je myšleno mezi jakými subjekty se doprava uskutečňuje. Rozdělení je znázorněno na obrázku 1.



Obrázek 2.1 Územní členění dopravy v zemědělství [3]

### **2.1.1 Vnější, mimopodniková doprava**

Vnější, mimopodniková doprava zajišťuje pohyb materiálu mezi podnikem a vnějšími činiteli reprodukčního procesu. Jde o dopravu spojenou se zásobováním, odbytem výrobků a dopravu uskutečněnou v rámci kooperačních, popř. integračních vazeb mezi zemědělskými nebo jinými podniky. Tato doprava se svým charakterem nejvíce přibližuje dopravě v ostatních odvětvích národního hospodářství. [3]

### **2.1.2 Vnitřní, vnitropodniková doprava**

Vnitřní, vnitropodniková doprava zabezpečuje toky materiálů v rámci podniku. Zahrnuje dopravu meziproductů uvnitř výrobních jednotek. Je těžištěm veškeré dopravy v zemědělství a je nutné jí věnovat největší pozornost. Z hlediska volby technického zabezpečení je vhodné její členění na meziobjektovou a vnitroobjektovou. [3]

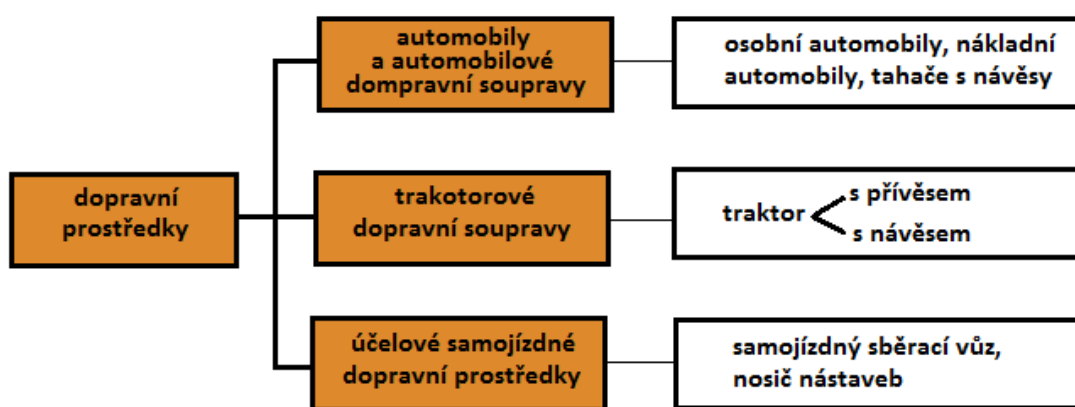
Meziobjektová doprava spojuje jednotlivá místa (objekty), ve kterých probíhají výrobní operace a pracovní procesy mezi sebou nebo s místy uskladnění materiálu. Objekty nejsou v tomto případě pouze stavby, ale i pole a ostatní místa, kde probíhá výrobní proces nebo kde je materiál uskladněn. Uskutečňuje se uvnitř areálu podniku nebo mimo něj na území (katastru) zemědělského podniku. Uvnitř areálu zemědělského podniku (výrobního střediska) probíhá doprava mezi jednotlivými provozními stavbami nebo v jejich blízkosti. Propojuje především stavby pro ustájení zvířat, sklady krmiv, exkrementů a produktů živočišné výroby. V této dopravě se vedle traktorových dopravních prostředků uplatňují i stacionární manipulační prostředky a systémy. Meziobjektová doprava mimo areál zemědělského podniku nebo farmy (výrobního střediska) je spojena především s rostlinnou výrobou a se zabezpečením živočišné výroby objemnými krmivy. Je realizována traktorovými dopravními soupravami, popř. nákladními automobily. [3]

Vnitropodniková manipulace zajišťuje vedle veškeré dopravy materiálu uvnitř jednoho objektu i mezioperační skladování, popřípadě vážení materiálu. Využívají se zde různá manipulační zařízení. Podle organizace výroby a použitých pracovních postupů navazuje tato manipulace přímo nebo nepřímo na dopravu meziobjektovou. [3]

Odvoz hlízových šťáv bychom mohli zařadit jako vnější dopravní službu. Ovšem svými vlastnostmi spíš odpovídá vnitřní mezipodnikové dopravě, která se uskutečňuje mimo areál zemědělského podniku a směřuje na pole.

## 2.2 Rozdělení dopravních prostředků pro zemědělství

V zemědělství probíhá doprava třemi základními typy dopravních prostředků, nákladními automobily, traktory s příslušným přívěsem a samojízdnými dopravními prostředky určenými pro konkrétní materiál. Vhodný dopravní prostředek volíme podle charakteru dopravy. Jestliže je nutné při dopravě překonávat méně únosný terén, musí se tento fakt zohlednit při výběru dopravního prostředku.



Obrázek 2.2 Základní členění dopravních prostředků v zemědělství [3]

## 2.3. Rozdělení dopravovaných materiálů

Velice důležitým kritériem v dopravě je druh přepravovaného materiálu. Velká rozmanitost přepravovaných materiálů přináší různé chemicko-fyzikální vlastnosti těchto materiálů. Podle vhodnosti přepravy určitým druhem nákladového prostoru lze rozdělit materiály na kusové, sypké a kapalné. Podle těchto vlastností jsou vybírány nejvhodnější dopravní prostředky s daným nákladovým prostorem.

Kusové materiály se vyznačují seskupením jednotlivých malých částí v jednu (např. vaky, pytle, bedny) nebo jsou tvořeny jednotlivými částmi (např. balíky sena, slámy, senáže). Dopravní a manipulační prostředky vybíráme v závislosti na tvaru, velikosti a hmotnosti.

Sypké materiály můžeme definovat jako materiály, které můžeme přemísťovat sypáním (např. zrniny nebo tuhá minerální hnojiva). U těchto materiálů je důležitý sypný úhel, který určuje jejich tekutost. Sypný úhel je důležitý pro manipulaci se

sypkými materiály. Výhodou sypkých materiálů je možnost využití překládacích nástaveb, které sypké materiály jednoduše vyloží za pomoci šnekového dopravníku.

Kapalné materiály jsou přepravovány buď v obalech ve volném ložném prostoru (např. hnojiva, chemické přípravky pro ochranu rostlin v kanystrech, sudech) nebo v cisternách (např. voda, kejda, hlízová šťáva).

### **3. Technika zemědělské dopravy**

Řízení dopravy, nebo obecněji manipulace s materiálem, v sobě zahrnuje nejen řešení otázek technických, tj. vybavením podniku vhodnými dopravními prostředky a manipulačními zařízeními, ale i problémů spojených s jejich účelným využitím a řešení aspektů energetických, ekonomických popř. ekologických. [3]

Pro meziobjektovou dopravu mimo areál podniku můžeme volit mezi různými dopravními prostředky. Druh dopravního prostředku volíme podle potřeb konkrétní dopravy. Pokud doprava nemá vhodné parametry pro použití účelového samojízdného dopravního prostředku, pak je řešena buď nákladními automobily (popř. nákladními automobilovými soupravami) nebo traktorovými dopravními soupravami. Nákladní automobil a traktorovou soupravu lze přizpůsobit (vhodnou nástavbou, vhodným přívěsem) pro většinu dopravních a manipulačních prací. Traktorové soupravy a nákladní automobilové soupravy jsou nejčastějším řešením z důvodu univerzálnosti oproti účelovému samojízdnému dopravnímu prostředku. Výměnou nástavby nebo připojením vhodného přívěsu získáme dopravní prostředek vhodný pro konkrétní dopravu, např. velkoobjemovou nástavbu pro dopravu kukuřice od řezačky snadno nahradíme nástavbou pro rozmetání chlévské mrvy.

#### **3.1 Nákladní automobily**

Jednou ze dvou základních přizpůsobitelných variant dopravních prostředků používaných v zemědělství jsou nákladní automobily, které se používají ve většině průmyslových odvětví. Jejich výhodou v zemědělství je vyšší dopravní rychlost na větší vzdálenost. Za nevýhodu můžeme považovat povinnost platit silniční daň, která nutí zemědělce nákladní automobil efektivně využít. Proto zemědělské podniky nákladní automobily mimo sezonu odstavují (po odevzdání SPZ nákladního automobilu na městském úřadě s rozšířenou působností není potřeba hradit silniční daň). Jednorázové dopravní práce nákladního automobilu mimo pracovní sezónu musí být řešeny nahrazením traktorovými soupravami nebo službou. Vyšší kontaktní tlaky při pohybu po zemědělské půdě jsou také nezanedbatelná nevýhoda. Nákladní automobily, určené pro zemědělství, jsou konstruovány tak, aby nedosahovaly vysokých kontaktních tlaků.



### **3.1.1 Silniční nákladní automobily**

Využití silničních nákladních automobilů v zemědělství je spojeno především se zásobováním a s odbytem výrobků zemědělských podniků nebo farem. Pokud není pro tyto automobily zajištěno využití v průběhu celého roku např. dopravou pro cizí, je lépe řešit tuto dopravu službami. Vzhledem k používaným pneumatikám, které mají velký kontaktní tlak na podložku a přispívají k devastaci půdy, neměly by být silniční nákladní automobily používány pro dopravu, při které vjíždějí na zemědělské pozemky. Jejich uplatnění lze v zemědělství vymezením, kromě dopravy vnější, na dopravu v „diferencovaném dopravním systému“, kdy je překládkou na okraji pole rozdělen materiálový tok na části probíhající na poli a část uskutečňovanou na polní cestě a silnici. [3]

### **3.1.2 Terénní nákladní automobily**

Při potřebě překonání obtížných terénních podmínek, které se v zemědělství často vyskytují, se nejen v zemědělství používají terénní nákladní automobily. Jsou přizpůsobené tak, aby projely i méně únosným terénem. Přizpůsobení ovšem může částečně zmenšit ložný prostor.

Tato kategorie nákladních automobilů se vyznačuje pohonem všech kol a vyrábí se v širokém spektru pohonů (4 x 4, 6 x 4, 6 x 6, 8 x 4, 8 x 8), dokonce i s pásovým podvozkem. Uplatňují se u nich motory s vyšším jmenovitým výkonem (250 až 450 kW) a vysokým točivým momentem dosahovaným již při nízkých otáčkách motoru. U terénních nákladních automobilů se používají jak mechanické převodovky s posilovačem řazení, tak i částečně a plně automatické převodovky. Koncové převody u hnacích náprav jsou zabudovány uvnitř kol. Toto řešení zvyšuje světlou výšku vozidla a zlepšuje průjezd terénem. [3]

### **3.1.3. Zemědělské nákladní automobily**

Na zemědělský nákladní automobil, který lze zařadit do kategorie nákladních automobilů, jsou kladeny specifické požadavky vyplývající z charakteru dopravy v zemědělství. Mezi nejdůležitější patří: nízký tlak na zemědělskou půdu, velká pružnost motoru, vysoká průchodnost terénem, konstrukce podvozku vhodná pro využití výměnných účelových nástaveb, rychlost a snadnost jejich výměny a vhodná

kabina umožňující dobrý výhled především při ložných operacích uskutečňovaných za jízdy a vytvářející příjemné pracovní prostředí pro řidiče. [3]

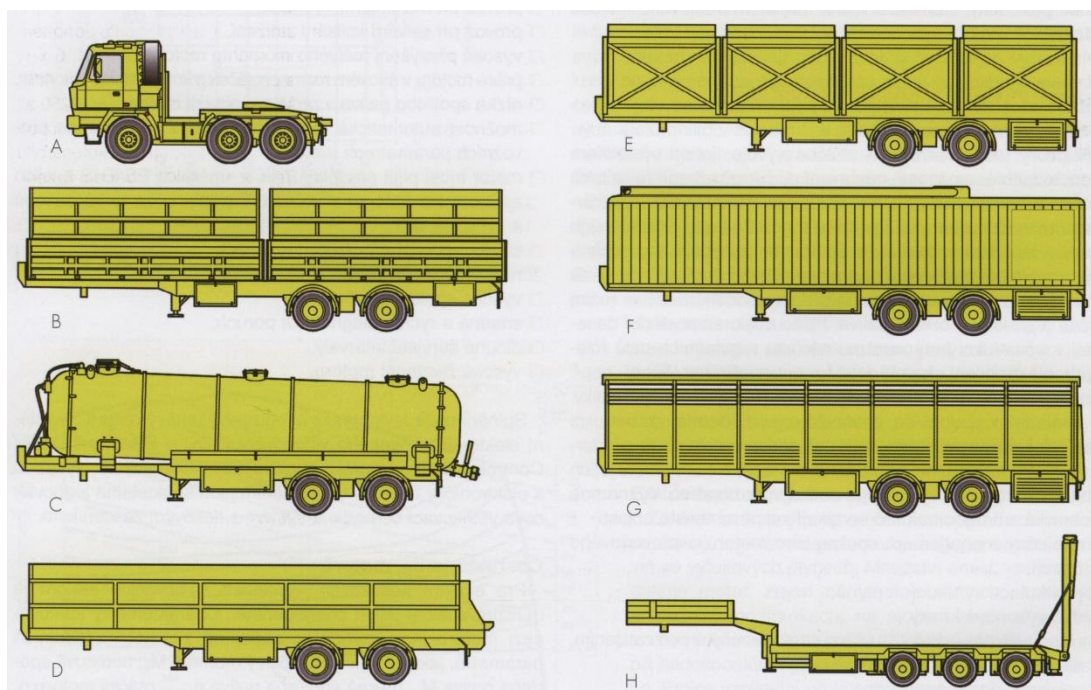
Kontaktní tlaky jsou v zemědělství hodně důležité. Zemědělské nákladní automobily jsou částečně tomuto faktu přizpůsobené (širší pneumatiky, větší počet náprav), ovšem traktorové dopravní soupravy s flotačními pneumatikami dosahují příznivějších hodnot.



**Obrázek 3.1 Mercedes-Benz 4144 s pohonem všech kol [12]**

#### **3.1.4 Tahače sedlových návěsů**

Tahače sedlových návěsů jsou určeny především pro dálkovou dopravu. V zemědělství se mohou uplatnit v mezipodnikové dopravě zajišťované službami ve spojení se sedlovými návěsy různého provedení. Oproti soupravě nákladního automobilu s přívěsem má souprava tahače se sedlovým návěsem tyto výhody: velkou užitečnou hmotnost s ložným objemem, lepší manévrovatelnost (zejména při couvání), zvýšení adhezního zatížení hnacích kol energetického prostředku, a tím snížení jejich prokluzu, možnost vyčlenění ložné operace z dopravního cyklu odstavením návěsu na místě nakládky nebo vykládky (doba ložných operací se pak redukuje na čas potřebný na připojení nebo odpojení sedlového návěsu), možnost využít sedlový návěs jako vyrovnávací sklad na místě překládky, snadné a rychlé připojení sedlového návěsu k tahači. [3]



**Obrázek 3.2 Zemědělské návěsové automobilové soupravy [3]**

A – zemědělský tahač návěsů, B – sklápěč včetně velkoobjemové nástavby, C – fekální cisterna, D – návěs s potahovým dopravníkem, E – vysokozdvížný přepravník tuhých průmyslových hnojiv, F – přepravník jadrných krmných směsí, G – přepravník hospodářských zvířat, H – přepravník traktorů, zemědělských a melioračních strojů

## 3.2 Traktorové dopravní soupravy

Traktory jsou v zemědělství nejčastěji používané stroje. Jsou konstruovány tak, aby zvládaly jízdu v méně únosném terénu a dokázaly poskytovat i v těchto podmínkách tahovou sílu. Také působí menšími kontaktními tlaky na půdu. Můžeme říci, že jsou konstruovány přesně pro zemědělské práce. Při tak masivním použití traktorů v zemědělství je logické jejich využití pro dopravu i proto, že dopravní práce v zemědělství jsou v rámci menších vzdáleností. Za pomoci vhodných přívěsů se stává z traktoru velice vhodný nástroj pro dopravu v zemědělství.

### 3.2.1. Traktory

Traktory jsou předmětem stálého vývoje, jehož výsledkem jsou rozsáhlé možnosti nastavení a přizpůsobení funkčních skupin pro konkrétní pracovní nasazení, což má vést k efektivnějšímu využívání energie paliva a zvýšení kvality prováděných prací. Vzhledem k tomu, že se traktor pohybuje v rozmanitých pracovních podmínkách, jejichž účinky se přenáší hnacím ústrojím na spalovací motor, mění se režim práce a

s ním i spotřeba paliva. Proto došlo za poslední desetiletí v konstrukci k výraznému nárůstu regulačních uzlů řízených elektronikou, která dokáže automatizovat řízení např. spalovacího motoru, převodových ústrojí, regulační hydrauliky. V poslední době se setkáváme u moderních konstrukcí traktorů také s nárůstem jejich pojezdové rychlosti. To předurčuje využití traktorů nejen pro tahové práce, ale umožňují jejich širší a ekonomicky výhodnější nasazení v dopravě. Významné technické změny u traktorů se týkají zejména těchto oblastí:

- společný management spalovacího motoru a převodového ústrojí,
- recirkulace výfukových plynů,
- dvě výkonové křivky,
- stupňovité převodovky se všemi stupni řazenými pod zatížením,
- diferenciální hydrostatické převodovky,
- souvrat'ový management,
- CC-LS systém,
- odpružená přední náprava,
- systémy navádění směru jízdy,
- zvyšování pojezdové rychlosti na 50 km/h,
- snižování hlučnosti a zvyšování komfortu kabiny,
- digitální přenos informací mezi řídicími jednotkami (CANBUS),
- komunikace mezi traktorem a připojenými stroji (ISOBUS),
- záznam a přenos provozních informací traktoru a traktorových souprav. [3]



Obrázek 3.3 Fendt 936 Vario [8]

Pro traktorové dopravní systémy jsou používány většinou kolové traktory. Pásové traktory nejsou pro dopravu výhodné, protože při přejezdu po komunikacích dochází k velkému opotřebení pásů, což se výrazně projevuje na nákladech na opotřebení traktoru. Doprava v zemědělství se jen v málo případech odehrává pouze na poli. V případě, že by se jednalo o dopravu pouze po poli (např. přeprava zrnin návěsem s překládací nástavbou ke kraji pole), mohla by být doprava pásovými traktory výhodná. Tento druh dopravy je málo častý, proto se pásové traktory využívají pro dopravu výjimečně.

### **3.2.2 Traktorová přípojná vozidla**

Zemědělská přípojná vozidla musí vyhovovat širokému sortimentu materiálů, které se v zemědělství přepravují. Zemědělské materiály mají nejrůznější fyzikálně-mechanické, chemické i biologické vlastnosti. Specifické požadavky na přípojná vozidla pro zemědělství vychází z jejich začlenění do technologických systémů výroby zemědělských produktů. Při přímé překládce, ke které dochází mezi sklizňovými nebo aplikačními stroji a dopravními prostředky, musí konstrukční řešení technických prvků používaných k překládce vzájemně vyhovovat. [3]

V zemědělství je používána celá řada přípojných vozidel. Podle rozložení hmotnosti jsou děleny na přívěsy a návěsy. Přívěs můžeme charakterizovat jako přípojně vozidlo, které se připojuje k energetickému prostředku tak, že na něj nepřenáší část své hmotnosti. Návěs je přípojně vozidlo, které se připojuje k energetickému prostředku tak, že na něj přenáší část své hmotnosti. Hlavním rozdílem mezi návěsem a přívěsem je působení části hmotnosti na tažný prostředek. To přináší velkou výhodu v zatížení zadních hnacích kol traktoru, díky čemuž docílíme lepšího přenesení hnací síly na podložku. Další z výhod návěsů je, že hmotnost konstrukce návěsu bývá zpravidla menší. To přináší lepší poměr provozní hmotnosti k užitečné. Jízdní vlastnosti návěsů jsou lepší a to zejména při couvání. Za nevýhodu považují fakt, že po odpojení musí být návěs v přední části podepírán. Přívěs stačí zajistit proti pohybu (zabrzdnění, založení klíny), tudíž je připojování a odstavení jednodušší.

#### **3.2.2.1 Traktorové sklápěcí přívěsy a návěsy**

Sklápěcí nástavby na přívěsném nebo návěsném podvozku jsou určeny pro přepravu volně ložených, popř. i kusových materiálů po veřejných komunikacích, polních cestách a v zemědělském terénu, a to zejména v dopravě vnitřní tj. v rámci

zemědělského podniku. Využívá se jak v samostatných dopravních operacích, tak v těch, které součástí pracovních postupů výroby zemědělských produktů. Proto musí být konstrukční řešení nástaveb a pracovních strojů uzpůsobeno pro vzájemnou překládku materiálu. [3]

Traktorové sklápěcí přívěsy se vyrábějí nejčastěji v rozsahu užitečné hmotnosti 4000 až 14 000 kg s ložným objemem 7 až 23 m<sup>3</sup>. Jejich prodejní cena se pohybuje mezi 150 až 600 tis. Kč. [3]



**Obrázek 3.4 1BIG 10 - 13000 - třístranný sklápěcí traktorový návěs [9]**

Z důvodu vyprazdňování sklápěním se sklápěcí přívěsy a návěsy hodí hlavně pro sypké materiály (zrniny, krmné směsi, písky apod.) nebo pro stébelniny v libovolném stavu. Kusový materiál je také možné na sklápěcích přívěsech přepravovat, ovšem materiály, které nemůžeme sklopit nejčastěji, musíme vykládat jiným způsobem.

Nástavby se nejčastěji vyrábí z profilovaného plechu. Velice důležitým požadavkem pro přepravu sypkých materiálů je těsnost. Proto jsou v místě otevírání bočnice utěsněny přízpusobivým materiálem. Sklápěcí přívěsy se konstruují pro zadní sklápění, boční sklápění nebo kombinaci těchto dvou možností. Při kombinaci těchto dvou možností nazýváme systém sklápění jako třístranný a sklápění na obě boční strany nazýváme systém dvoustranný. Sklápění bývá nejčastěji prováděno jedním nebo dvěma lineárními hydromotory poháněnými od hydrogenerátoru traktoru. U

starších menších přívěsů je sklápění řešeno mechanicky klikou, ovšem toto řešení je zastaralé a hodí se spíše pro hobby podmínky. Otevírání bočnic zajišťuje pákový systém, který reaguje na sklápění nástavby otevřením bočnic. Otevírání bočnic může být i nezávislé pomocí lineárních hydromotorů. Pro dávkování například tuhých minerálních hnojiv může být na zadní sklápěné straně otvor pro dávkování, kterým nezávisle seřizujeme rychlost dávkování materiálu soustředěné na menší místo. Zajímavým konstrukčním řešením je traktorový sklápěcí návěs s vysokozdvihným zařízením. Toto zařízení umožňuje sklápět materiál z větší výšky, což můžeme využít u celé řady polních činností. Například je možné tento systém využít při plnění rozmetadla minerálních hnojiv.

### 3.2.2.1 Traktorové velkoobjemové návěsy

S rozšířením traktorů s velkými výkony (150 a více kW) se rozšířily i velkoobjemové návěsy. Výkonný traktor je především určen pro polní práce, ovšem využít takto výkonný stroj pro dopravu je dost lákavé. Klasické sklápěcí návěsy a přívěsy ovšem nedokážou plně využít potenciál výkonu těchto traktorů. Velkoobjemové návěsy (viz. obr. 3.5) lépe využijí tento potenciál.



Obrázek 3.5 Návěs na siláž JOSKIN Silo-SPACE [10]

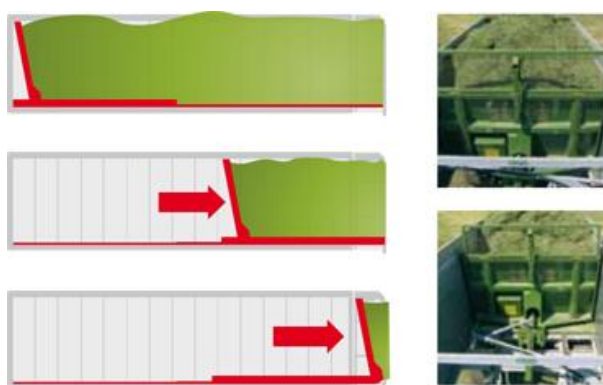
Velkoobjemové nástavby na jednonápravových až třínápravových návěsových podvozcích jsou určeny pro přepravu objemných a středně objemných materiálů, zejména zavadlých, popř. čerstvých pícnin a slámy. Jsou zařazovány do sklizňových linek k výkonným sklízecím a sběracím samojízdným řezačkám a do linek výdeje objemných krmiv. Nakládají se převážně za jízdy. Dopravovaný materiál vykládají v žlabových sílech, do plniců velkoobjemových vaků, na dávkovací dopravník, popř. na místě překládky. [3]

Traktorové velkoobjemové návěsy se vyrábějí o užitečné hmotnosti 5000 až 22 000 kg a ložném objemu 20 až 60 m<sup>3</sup>. Jejich prodejní cena se pohybuje od 420 do 1600tis. Kč.

Velkoobjemový návěs je určen hlavně pro materiály s menší objemovou hmotností. Materiálem s velkou objemovou hmotností může být návěs přetížen, proto je třeba na tuto skutečnost brát zřetel.

Největší výhodou velkoobjemových návěsů je velký užitečný objem a hmotnost. Traktory sice nedisponují velkou rychlostí jako nákladní automobily, za to dokážou vykompenzovat dopravní rychlost množstvím přepraveným za jeden dopravní cyklus. Vyprazdňování velkoobjemových návěsů je řešeno sklápěním na zadní stranu nebo podlahovým dopravníkem, avšak velice zajímavou konstrukční výhodou, kterou využívají velkoobjemové návěsy je vyprazdňování za pomoci vyhrnovacího štítu (obr. 3.6). Funguje to tak, že přední čelo je tlačeno k zadní otevřené části, čímž

je materiál vytlačován z nákladového prostoru. Tento štít můžeme využít i k zmačknutí stébelnatých materiálů. Stačí pouze neotevřít zadní čelo a přední čelo posouvat dozadu jako při vyprazdňování. Toto zmačknutí může zvětšit objemovou hmotnost materiálu až o 50%. Výhodou tohoto řešení je také odstranění méně stabilního stavu, který nastává při sklápění.



**Obrázek 3.6** Vyhrnovací štítem firmy Fliegl [5]



### 3.2.2.3 Překládací návěsy

Překládací nástavby na jednonápravovém až třínápravovém podvozku jsou určeny pro přepravu zrnin, olejnin, tuhých průmyslových hnojiv, popř. jiných neabrazivních materiálů a jejich překládku do dopravních prostředků nebo strojů se zásobníky, které materiály obvykle aplikují nebo zpracovávají. [3]

Traktorové překládací návěsy mají obvykle užitečnou hmotnost 5000 až 20 000 kg, provozní hmotnost 4000 až 5 040 kg a ložný objemem 11 až 23 m<sup>3</sup>. [3]



**Obrázek 3.7 Překládací návěs Bergmann GTW [6]**

Doprava překládacími návěsy spočívá v převezení sypkého materiálu (nejčastěji obilovin nebo olejnin jako je např. řepka, hořčice) přes pole a méně únosný terén a přeložení do přistaveného dopravního prostředku. Pro tento účel mohou být konstruovány s překládacím dopravníkem. Jsou obvykle tvarovány tak, aby se sypký materiál sesypával ke šnekovému nebo pásovému dopravníku, který jej dopraví k překládacímu dopravníku. Překládací dopravník je konstruován podobně jako u sklízecí mlátičky. Jde o šnekový dopravník umožňující složení (pro jízdu po komunikacích), rozložení (pro pracovní náplň) a nastavení dopravníku do potřebné polohy. Tím je myšleno zejména výškové nastavení konce dopravníku. Pohyb do

stran je možný pouze u překládacích vozů, s překládacím dopravníkem umístěným zezadu za nákladovým prostorem. Dopravníky jsou v naprosté většině případů poháněny vývodovým hřídelem traktoru, protože toto řešení je nejúčinnější. Překládání může být také zajištěno skrze vysokozdvížné zařízení zajišťující sklopení materiálu z určité výšky.

Úspora času při sklizni obilovin je dost žádaná. Trendem posledních let je využití překládacích návěsů. Použití těchto návěsů má řadu výhod, například překládací návěsy mají často nízkotlaké pneumatiky, které zaručují nízký tlak působící na podložku. Další výhodou je snazší vysypání násypky sklízecí mlátičky. Z traktoru je lépe vidět do všech stran než z nákladního automobilu, což zaručuje lepší kontrolu nad polohou návěsu pod vypravovacím šnekovým dopravníkem sklízecí mlátičky. Překládací návěs snáze dopraví materiál po méně únosném terénu, proto pro další dopravu mohou být použity silniční nákladní automobily nebo tahače sedlových návěsů, které dokážou dosáhnout lepší efektivity při jízdě po komunikacích než zemědělské nebo terénní nákladní automobily (zejména při delších trasách). Překládání však není vždy jednoduché, protože nalézt vhodné místo pro překládku, které neleží na poli, se pokaždé nepodaří. Pak musí příslušný dopravní prostředek stejně vjet na pole. Pozitivem je alespoň to, že stačí přistavit dopravní prostředek, určený pro dopravu po pozemních komunikacích, pouze na začátek pole.

#### **3.2.2.4 Sběrací návěsy**

Poměrně široké uplatnění v zemědělské firmě zabývající se živočišnou výrobou nalezne sběrací vůz. Je-li technologie skladování senáže a sena řešena skrze velkokapacitní sklady s volným uložením, nikoli přes uskladnění v lisovaných balících, je vyžadována přeprava těchto komodit ve sběracích vozech. Úkolem sběracího vozu je nejen pícniny sebrat a po převozu vyložit, ale také stlačit, pořezat nebo rozprostřít (dávkovat). Sběr píce probíhá z připravených řádků sběracím ústrojím. Důležitá pro výkonnost dopravy je rychlost sběru píce. Za sběracím ústrojím je řezací ústrojí, které upraví délku sbírané píce. Pořezání je prováděno z důvodu přípravy pícnin pro senážování nebo zlepšení vlastností slámy určené pro krmení i nastýlání. Vyložení je řešeno podlahovým dopravníkem. Rozprostření je vyžadováno hlavně při vykládání píce v horizontálním senážním žlabu, aby mohla být připravovaná senáž rovnoměrně rozvrstvena.

Objemové hmotnosti u čerstvých pořezaných pícnin ve sběracím návěsu se pohybují od 12 až do 400 kg.m<sup>-3</sup> (podle délky řezanky) při sušině 15 až 25%, u zavadlých pořezaných pícnin od 60 do 250 kg.m<sup>-3</sup> při sušině 35 až 45%, u sena od 50 do 90 kg.m<sup>-3</sup> při sušině 75 až 85% a u slámy 30 až 80 kg.m<sup>-3</sup> při sušině 80 až 85%. [3]

Podle Syrového (Syrový 2008) sběrací návěsy nakládají materiál uložený na řádku o hmotnosti: čerstvé pícniny 4 až 10 kg.m<sup>-1</sup>, zavadlé pícniny 5 až 14 kg.m<sup>-1</sup>, suché materiály (seno, sláma) 2 až 6 kg.m<sup>-1</sup>.



**Obrázek 3.8 Sběrací návěs CLAAS CARGOS [11]**

### **3.2.2.5. Fekální cisterny**

Fekální cisterny jsou určeny pro nakládku, přepravu a vykládku kapalin, zejména vody, kejdy, močůvky apod.

Objemové hmotnosti přepravovaných kapalin se pohybují od 900 do 1200 kg.m<sup>-3</sup>. Předpokládá se alespoň 80% obsah vody. [3]

Traktorové fekální cisterny se vyrábějí s jednonápravový až třínápravovým podvozkem. U jednonápravového podvozku se setkáme s užitečnou hmotností v rozmezí 3 až 9 t, dvounápravové nalezneme v rozpětí provozní hmotnosti od 4,5 do 18 t a největší třínápravové mají rozpětí užitečné hmotnosti od 12 do 25 t.



**Obrázek 3.9 Vakutec 14800 [7]**

Fekální cisterny musí být vybaveny tak, aby se dokázaly sami naložit i vyložit. To vyžaduje pneumatické zařízení, které dokáže vytvářet podtlak i přetlak. Nejčastěji jsou vybaveny rotačním lopatkovým vakuokompresorem poháněným od vývodového hřídele traktoru. Nakládání probíhá vytvořením podtlaku v prostoru cisterny. Podtlak nasaje kapalinu z hloubky podle objemové hmotnosti nasávaného materiálu. Požadujeme nasátí alespoň z hloubky 4 m a výkonností 1 až 1,5 m<sup>3</sup>.min<sup>-1</sup>. Vykládání může probíhat rozstříkem díky samovolnému výtoku, rozstříkem díky přetlaku a přetlakem skrze zařízení pro aplikaci kejdy. Při vyprazdňování samovolným výtokem pouze stačí uvolnit příslušný otvor v nízko položené části fekální cisterny a nechat skrze horní část cisterny přivádět vzduch. Při rozstříku vakuokompresor vytváří v cisterně přetlak vzduchu, který vytlačuje kapalinu. Kapalina je rozstříknuta do šířky přes speciálně natvarovaný vývod. Při jarní aplikaci do založeného jednoletého porostu a luk není dovolené nitrátovou směrnici rozprostírat kejdu rozstříkem. V tomto případě je využíván druhý způsob, kterým je rozprostírání za pomoci aplikačního zařízení. Aplikační zařízení rozprostře kejdu pomocí hadic, které jsou zavěšeny na skládacích ramenech. Tento způsob může být vybaven zapravovacím zařízením. Jeho úkolem je zapravit kejdu, ale nerozrývat povrch jinde než v řádku, kde byla kejda aplikována.

### 3.2.2.6 Rozmetadlo hnoje

Nástavby rozmetadel hnoje jsou určeny pro přepravu a aplikaci tuhých statkových hnojiv, kašovitých hnojiv a kompostu. Lze je použít i k rozmetání průmyslových kalů. Podvozky rozmetadel musí vyhovovat jízdě po veřejných 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. [3]



**Obrázek 3.10 Rozmetadlo hnoje Bergmann [6]**

Rozmetání probíhá posouváním materiálu k rozmetacímu ústrojí, které ho rozmetá. Rozmetacích ústrojí je více druhů. Často používané je diskové rozmetací ústrojí s rozdružovacími válci. Rozdružovací válce jsou horizontálně nebo vertikálně uloženy a jsou na nich po obvodu umístěny rozmetací nože. Rotací válců se materiál rozdruží. Rozmetání provádí rozmetací disky, na které když dopadne materiál, tak je rozhozen odstředivou silou získanou rotací rozmetacích disků. Aby se mohly rozdružovací válce roztočit bez zatížení materiálu, bývá před nimi hydraulicky ovládané hradítko. Hradítko zabraňuje natlačení materiálu k rozdružovacím válcům. Doprava materiálu bývá uskutečňována dvěma způsoby, buď podlahovým dopravníkem nebo vyhrnovacím čelem.

Traktorová rozmetadla se vyrábějí v současné době jako návěsy nebo výměnné nástavby pro univerzální traktorové nebo automobilové podvozky o užitečné hmotnosti 3750 až 22 000 kg a provozní hmotnosti 1250 až 11 000 kg. Jejich ložný objem se pohybuje mezi 4 až 23 m<sup>3</sup>. [3]

### **3.3 Dopravní systémy s výměnnými nástavbami**

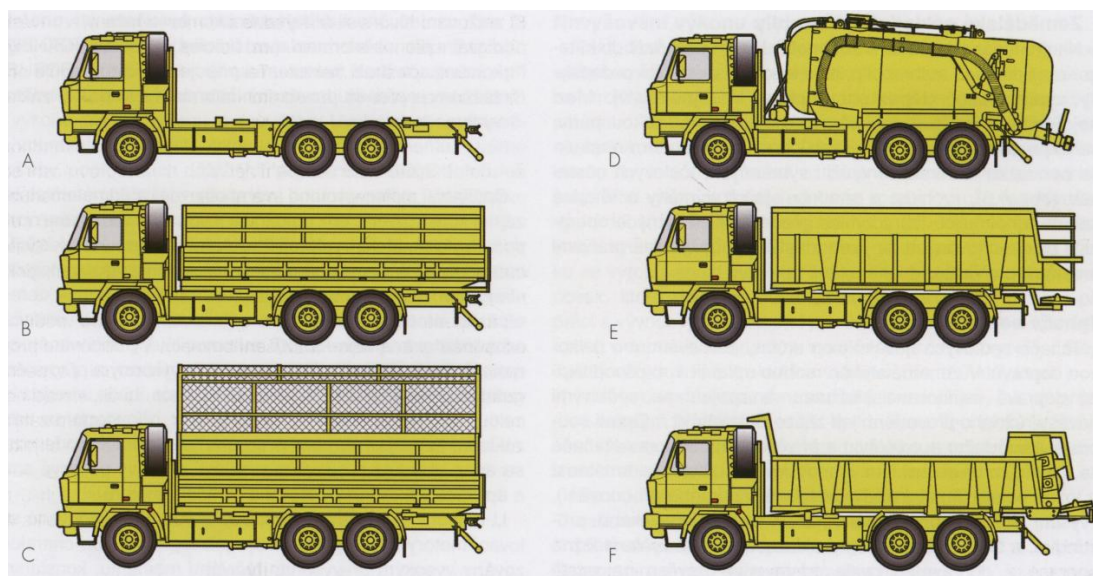
Rozmanitost zemědělské přepravy vyžaduje nástavby traktorových přípojných vozidel a nástavby nákladních automobilů speciálně určené pro jednotlivé materiály a činnosti spojené s jejich dopravou a manipulací. Tato skutečnost nutí hledat nejlevnější řešení při výběru techniky pro dopravu. Výhodným řešením je využít jeden podvozek pro víc nástaveb. Cena podvozku s různým počtem výměnných nástaveb je znatelně menší než cena přípojných vozidel s totožnými nástavbami. Cenu snižuje fakt, že kupujeme pouze jeden podvozek, který je společný pro všechny nástavby. Podvozek je pak maximálně využitý a nestojí, když konkrétní nástavbu nepotřebujeme.

V dopravním systému s výměnnými nástavbami se jako nosiče nástaveb používají automobilové nebo traktorové podvozky. K výměně nástaveb se využívá vzduchové nebo hydraulické pérování, přímočaré hydromotory nebo různé varianty mechanických řešení. Nástavba po odpojení podvozku se pomocí těchto zařízení zvedne, popř. se výška podvozku sníží, nástavba se opatří podpěrami a podvozek po uvolnění prostoru pod nástavbou odjíždí. Připojení nástavby probíhá opačně. U účelových nástaveb s poháněnými pracovními ústrojími se připojuje ještě kloubový hřídel nástavby na vývodový hřídel traktoru. [3]

V zemědělské praxi se uplatňují především traktorové systémy. Použití těchto systémů je ekonomicky efektivní, je-li podvozek využíván alespoň 1500 hodin ročně. [3]

Při volbě systému s výměnnými nástavbami musíme zvážit, pro jaké nástavby se rozhodnout. Je potřeba zhodnotit stávající vozový park, ke kterému pak systém s výměnnými nástavbami vhodně nakonfigurujeme. Při výběru jednotlivých nástaveb musíme brát zřetel na období, ve kterém je daná nástavba využívána. Nežádoucí je překrývání období využívání. Například velkoobjemová nástavba pro sklizeň kukuřice na siláž je běžně využívána v září a říjnu, ovšem aplikace kejdy před podzimní orbou by byla také vhodná v těchto měsících. Proto je třeba vybírat

vhodnou kombinaci nástaveb pro podvozek tak, aby se doba užívání nepřekrývala. Dopravní práce, které se uskutečňují ve shodném období, musí být rozloženy mezi dopravní techniku tak, aby bylo možné zajistit potřebnou výkonnost u jednotlivých dopravních operací. Je možné použít systém s výměnnými nástavbami i pro práce, které se časově překrývají. Potom musíme dopravu rozvrhnout tak, abychom za nesnížené kvality dopravovaných (znehodnocení dopravovaných materiálů vlivem pozdní dopravy) materiálů obě dopravní operace stihli.



**Obrázek 3.11** Výměnné účelové nástavby pro zemědělský nákladní automobil [3]

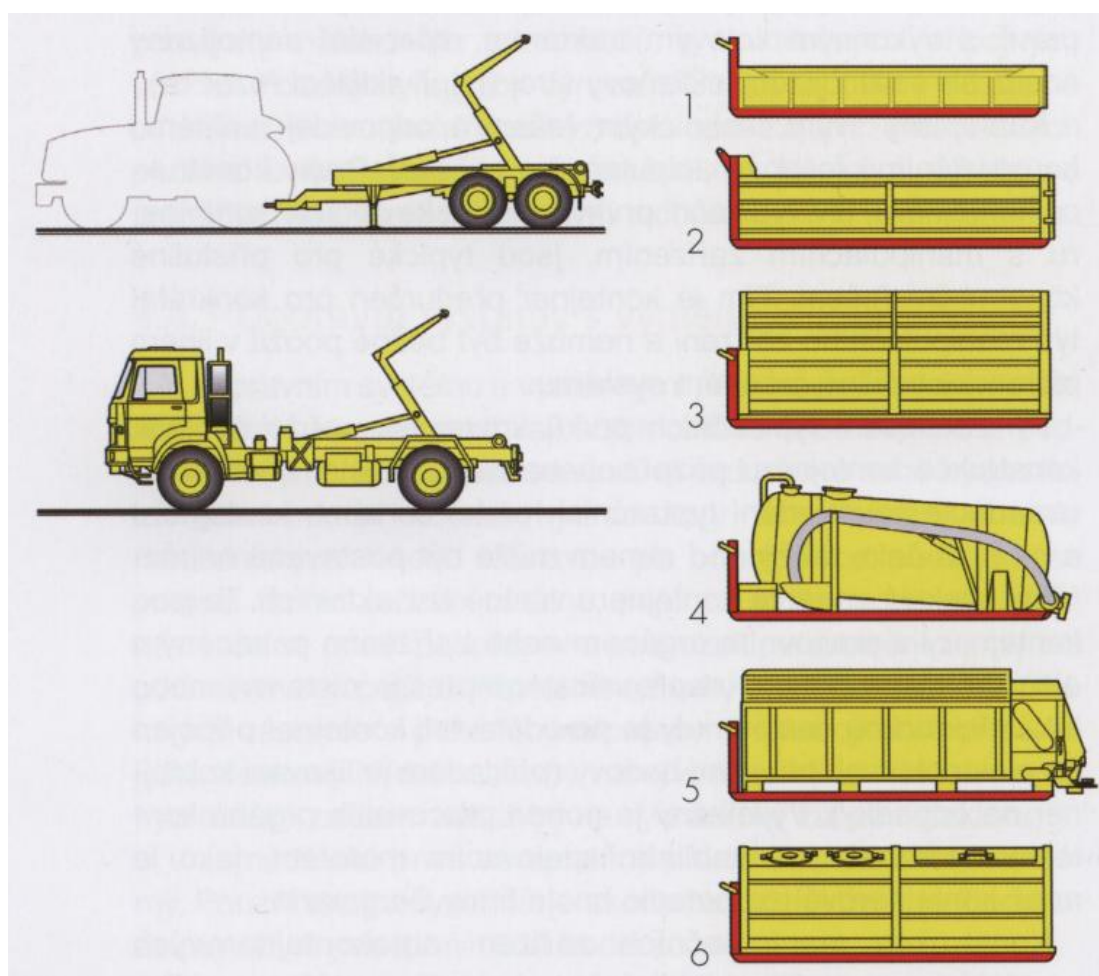
A – podvozek, B – sklápěcí nástavba, C – velkoobjemová nástavba, D – fekální cisterna, E – rozmetadlo tuhých průmyslových hnojiv, F – rozmetadlo chlévské mrvy.

### 3.4 Kontejnerové dopravní systémy

Manipulační kontejnerové zařízení namontované na tomto podvozku zabezpečuje přemístění speciálního kontejneru ze země na nosič (prázdného či plného), jeho upevnění na nosič během přepravy a jeho vyprázdnění na místě vykládky zadním sklápěním (převážně) nebo opětovným sundáním na zem. Pohon manipulačního zařízení obstarává motor nosiče převážně hydraulickou cestou. Nosičem kontejnerů může být i návěs v soupravě s výkonným kolovým traktorem, speciální samojízdný nosič, ale i samojízdný sklizňový stroj (např. sklízecí řezačka). [3]

Největší výhodou kontejnerových dopravních systémů (obrázek 3.12) je rychlá manipulace s kontejnerem. Z důvodu potřeby kontejneru na daném místě nemusí podvozek kontejneru čekat na případné naložení. Například při sběru kamene z polí,

může být kontejner přistaven na danou dobu. Po svezení kamene z pole do kontejneru je odvezen. Mezi tím může vykonávat další dopravní operace s dalšími kontejnery. Druhou výhodou, kterou zajišťují kontejnerové systémy, je naložení materiálu na kontejner, který je položený na zemi. Díky této poloze je nakládání kontejneru snazší. Také pro převoz strojů a zařízení je výhodné nakládat na kontejner položený na zemi. Aby si při nasazování a vysazování kontejneru na kontejnerový nosič, přepravovaný stroj zachoval svou polohu, musí být zajištěn. Za výhodu také můžeme považovat, že pokud máme větší počet kontejnerových nosičů a větší počet kontejnerů se shodným systémem uchycení kontejneru, můžeme je libovolně kombinovat.



**Obrázek 3.12 Schéma auto-tractorového kontejnerového systému [3]**

1 – základní kontejner, 2 – dozadu sklápějící kontejner, 3 – velkoobjemový kontejner, 4 – fekální kontejner, 5 – rozmetadlo hnoje, 6 – kontejner na komunální odpad



## **4. Výkonnost dopravy**

V zemědělství doprava představuje největší podíl pracovních činností. Specifickým faktorem zemědělské dopravy je omezený čas pro vykonání jednotlivých dopravních prací. Dopravu bychom proto měli zajistit v co nejkratším čase. Při dlouhém trvání dopravy může dojít k nevyužití nebo znehodnocení zemědělských výrobních faktorů, což znamená ztrátu. Zkrácení časů dopravy docílíme díky dostatečné výkonnosti dopravního systému.

### **4.1 Faktory ovlivňující výkonnost dopravy**

Faktorů ovlivňující výkonnost dopravy je celá řada. Ať už stav dopravní cesty nebo dopravní vzdálenost, dopravní situace, dopravní omezení a podobně. Tyto faktory jsou hodně rozmanité a je nutné v konkrétních případech počítat. Ovšem při výběru vhodného řešení dopravy je velice důležité rozhodnout se, jestli potřebné výkonnosti dosáhneme počtem dopravních prostředků nebo výkonností zvolených dopravních prostředků.

Počet dopravních prostředků ovlivňuje výkonnost dopravního systému. Velkému počtu dopravních prostředků musí být přizpůsoben celý dopravní systém. Zejména nakládání a vykládání musí být dostatečně výkonné, aby nedocházelo ke ztrátám čekáním na tyto operace. S velkým počtem dopravních prostředků také vzrůstají nároky na počet pracovníků, zázemí a parkovací prostory. Z těchto důvodů je účelné posoudit, do jaké míry je vhodné výkonnost dopravního systému zvyšovat počtem dopravních prostředků.

Výkonnost dopravních systémů lze ovlivňovat skrze výkonnost dopravních prostředků. Zvolením dopravního prostředku s dostatečnou výkonností můžeme snížit náklady. Ovšem je třeba brát na zřetel fakt, že pokud dojde k poruše jednoho výkonného dopravního prostředku, úbytek dopravního výkonu se projeví ve velké míře. Při rozložení dopravy mezi více dopravních prostředků, nedojde k tak výraznému úbytku dopravního výkonu. Toto je obzvláště důležité brát v potaz u sezónních prací, u kterých je nutné dobré načasování.

Zvyšování technické a exploatační úrovně zemědělských strojů a zařízení musí být doprovázeno i změnami ve struktuře a úrovni dopravní a manipulační techniky. Jinak

by se doprava mohla stát negativním faktorem výrobního procesu, zvyšujícím přímé náklady na výrobu zemědělských produktů. [3]

Optimálně řešit dopravu znamená také dopravní práce správně plánovat a celý dopravní proces dobře organizovat a řídit. [3]

## 4.2 Výpočet výkonnosti dopravy

Počítat výkonnost dopravy můžeme více způsoby. Nejjednodušším a univerzálním způsobem počítání výkonnosti je za pomoci množství (hmotnost, objem) a času. Stanovení objemu v některých případech může být dosti obtížné, proto se spíše zaměřujeme na hmotnost. Výsledek v hmotnosti za čas ( $t \cdot h^{-1}$ ,  $kg \cdot s^{-1}$ ) je dostatečná hodnota pro kontinuálně pracující dopravní stroje a zařízení (čerpadla, pásové dopravníky, korečkové dopravníky, apod.) a pro cyklicky pracující zařízení, která většinou pracují v obdobných podmínkách (nakladače, apod.). U dopravních prostředků pracujících cyklicky na určitou vzdálenost měnící se s konkrétními podmínkami je nutné výsledek v hmotnosti za čas vztahovat k dopravní vzdálenosti (m, km apod.). Bez vzdálenosti je pro tyto dopravní prostředky tato hodnota výkonnosti nic neříkající.

$$W = \frac{m}{t} \quad [kg \cdot s^{-1}] \quad (4.1)$$

W ... výkonnost [kg.s<sup>-1</sup>]

m ... hmotnost přepravovaného materiálu [kg]

t ... čas dopravy [s]

### 4.2.1 Výkonnost nakládání

Výkonnost při nakládání dopravního prostředku v rámci dopravního cyklu (efektivní, skutečná výkonnost) je určena výkonností technického prostředku určeného k nakládce a době prostojů dopravního prostředku na místě nakládky.[3]

Pro hmotnostní výkonnost při nakládání platí tento vztah:

$$W_{tdn} = W_n \times k_n \quad [t \cdot h^{-1}] \quad (4.2)$$

$W_{tdn}$  ... skutečná (efektivní) výkonnost nakládání dopravního prostředku  $[t \cdot h^{-1}]$

$W_n$  ... výkonnost nakladače (technického prostředku použitého k nakládání)  $[t \cdot h^{-1}]$

$K_n$  ... součinitel prostojů dopravního prostředku na místě nakládky [3]

Efektivní výkonnost nakládání se nejlépe spočítá výše uvedeným vztahem (hmotnost za čas). Z důvodu nutných pracovních úkonů musíme i čas strávený doplňkovými operacemi zohlednit. Těmito úkony je myšlena příprava na nakládku a činnosti spojené s ukončením nakládání (připojení a odpojení hadic, přistavení dopravního prostředku do správné polohy).

#### **4.2.1.1 Nakládání**

Nakládání v zemědělství můžeme rozdělit podle principu na kontinuální a cyklické. Kontinuálně nakládají různé dopravníky nebo čerpadla. Za kontinuální nakládání považujeme i naložení díky gravitační síle (nakládání samospádem ze sil apod.). Dopravníky mohou být součástí výbavy jiných dopravních prostředků (sklízecí mlátičky, sklízeče brambor apod.). Cyklicky nakládají různé nakladače. Základní rozdíl je v průběhu nakládání. U kontinuálního způsobu dochází k postupnému plynulému a nepřerušovanému toku materiálu, zatímco cyklický způsob je vyznačen dávkami materiálového objemu.

Čerpadla jsou hydraulická zařízení určená k dopravě kapalných látek, kašovitých materiálů a k dopravě materiálů (hornin) rozptýlených ve vodě. Doprava je realizovaná zpravidla prostřednictvím speciálních uzavřených dopravních tras. Trasy mohou být pevné nebo pružné (ohebné). Trasování je provedeno pomocí trubek (ocelových litinových, plastových), hadic (pryžových, plastových, textilních apod.) nebo polouzavřených profilů (žlaby). Průběh trasy může být variabilní, protože čerpadla mohou nasávat (čerpat) kapalinu z místa pod úrovní, na které jsou instalována, resp. mohou kapalinu vytlačovat do určité výšky z úrovně, na které jsou instalována. [2]

Dopravníky jsou dopravní zařízení pro dopravu kusových břemen nebo materiálu. Přeprava pomocí dopravníků je vedena po variabilních přepravních dopravníkových trasách předem zvolenou (stanovenou) konstantní rychlostí. Rychlost není závislá na prostředí, ve kterém přeprava probíhá, ale je závislá na technických a konstrukčních parametrech dopravníku a na charakteru přepravovaného materiálu. Břemeno nebo materiál jsou vždy ve vazbě s určitou částí dopravníku, resp. s dopravním médiem, které tuto vazbu zprostředkovává. [2]

Nakladač je samohybný stroj pásový nebo kolový s integrovanou vpředu namontovanou nosnou konstrukcí lopaty a pákovou soustavou, který nabírá, těží

nebo rýpe materiál prostřednictvím pohybu stroje dopředu a který zdvihá, přepravuje a vysypá materiál. [2]

#### **4.2.2 Dopravní výkonnost**

Vzdálenost výrazně zpřesní představu o výkonnosti cyklicky vykonávané dopravy, ovšem jde o relativní hodnotu. Relativita vzdálenosti spočívá v charakteru dopravní trasy z pohledu překonávání stoupání a klesání, možné dosahované rychlosti, terénu, který je nutné překonávat, roční období a podobně. Je spousta faktorů, které dopravní čas ovlivňují. Proto je velice nepřesné porovnávat výkonnost na různých dopravních trasách, i když je vzdálenost shodná. Pro porovnání výkonnosti je potřeba zajistit stejné podmínky. Ideální je použít stejné trasy a rozlišovat cestu po silnici, polní cestě a po poli.

Dopravní výkonnost může také vycházet z uvedeného vztahu (hmotnost za čas), ovšem musíme tuto hodnotu přiřadit příslušné trase a vzdálenosti. Druhým způsobem jak se dostat ke shodnému výsledku je za pomoci dráhy, rychlosti a hmotnosti. Tímto způsobem řeší dopravní výkonnost Ing. O. Syrový, CSc. v knize Doprava v zemědělství (2008). Použitím dráhy a rychlosti ovšem získáme opět čas, to znamená, že výsledek je totožný. Z těchto důvodů se kloním k jednodušší variantě výpočtu za pomoci hmotnosti a času.

#### **4.2.3 Výkonnost vykládání**

Výkonnost vykládání je sledována spíše u dopravních prostředků rozprostírající dopravovaný materiál po poli. Při vykládání na stabilním místě nezabírá tak velkou část dopravního cyklu. Při rozprostírání můžeme počítat také výkonnost jako vyloženou hmotnost za čas, jde pouze o opačný proces nakládání. Doplnující informací při vykládání je plocha, na které je materiál rozprostřen a dávka materiálu na plochu. Dávka materiálu, většinou hnojiva rozprostřeného po poli, je velice důležitý údaj. Je nutné ho sledovat z důvodu dodržení dávky dusíku.

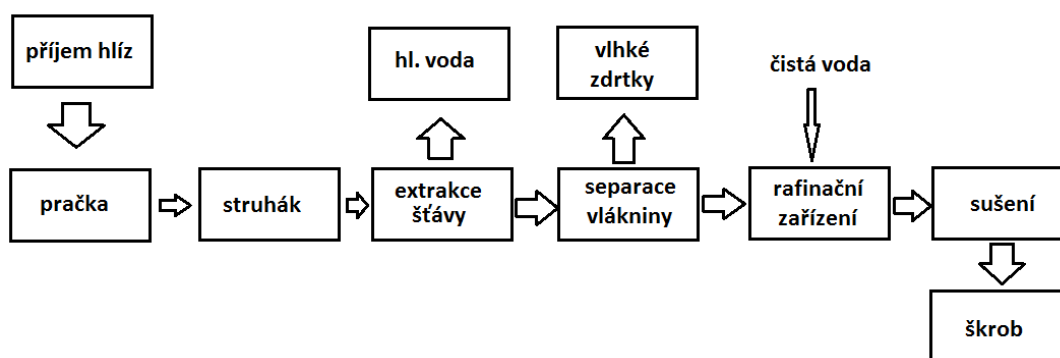
## 5. Hlízová šťáva

Hlízová šťáva nebo také nazývána jako hlízová voda (angl. Potato fruit juice) je produkt vznikající při výrobě škrobu z brambor. Jde o hnědou kapalinu, která při manipulaci pění. Je známo, že brambor obsahuje cca 70% vody. Produkce hlízové šťávy tuto část zhruba odráží, množství získané hlízové šťávy se pohybuje od 65 do 75%. Tato část představuje velké množství „odpadu“, které je třeba dále využít. V cizině z této suroviny izolují bílkoviny, které jsou dále využívány. Na našem území se hlízová šťáva používá především jako dusíkato-draselné organické hnojivo.

Výroba škrobu z brambor probíhá v závislosti na sklizni brambor, což znamená, že hlízová šťáva je také v tomto období produkována. Jde o období zhruba od začátku září do půlky listopadu. V tuto část roku proto lze hnojit před orbou pro ozimé pšenice, ozimý ječmen, ozimé tritikale apod. nebo před podzimní orbou pro jarní ječmen, oves setý atd. Ke konci tohoto období, kdy už jsou zasety ozimé obiloviny, lze hlízovou šťávou také hnojit louky.

### 5.1 Proces produkce hlízové šťávy

Izolace škrobu z brambor je v podstatě založena na rozstrouhání brambor, vypírání a odloučení škrobu, jeho zahuštění a sušení. Z uvedeného schématu (obr. 5.1) je patrný výrobní krok, ve kterém vzniká hlízová voda jako vedlejší produkt výroby bramborového škrobu. [1]



**Obrázek 6.1** Diagram znázorňující produkci bramborového škrobu a hlízové vody [1]

Hlízová šťáva je skladována v nádržích, které slouží jako rezerva objemu pro výrobu. Z nádrží je přečerpávána do fekálních cisteren a rozvážena po polích v okolí. Je možné říci, že způsob dopravy je totožný jako u kejdy.

Specifickou vlastností hlízové šťávy je, že snadno při manipulaci vytváří pěnu, to je způsobeno dvouprocentním obsahem bílkoviny. Pěna je nežádoucí hlavně při přečerpávání z nádrže do fekální cisterny. Kdyby indikátorem plnosti cisterny byl plovákový ventil, nedošlo by k plnému využití prostoru cisterny. Tento problém lze vyřešit plněním čerpadlem, přičemž vytlačovaný vzduch je vypouštěn přepadovým ventilem v nejvyšší části cisterny. Poté co pěna dosáhne výšky přepadu, je také přepadem odvedena. Čerpadlo je vypnuto, až když přepadem proudí kapalina nikoli pěna. Bez tohoto systému by nákladový prostor cisterny nemusel být využit zcela, ale pouze ze tří čtvrtin.

## 5.2 Chemický rozbor hlízové šťávy

**Tabulka 5.1 Průměrné složení hlízové vody brambor [1]**

Komponenta	Koncentrace [g.l <sup>-1</sup> ] (min – max)	% sušiny
Bílkoviny (N x 6,25)	13,4 (8,5 – 22,2)	26,8
Peptidy	2,2 (1,5 – 3,1)	4,4
Aminokyseliny + amidy (N x 5,13)	4,8 (3,3 – 7,8)	9,6
Ostatní N – obsahující složky	0,9	1,8
Cukry	7,9 (3,0 – 24,9)	15,8
Lipidy	1,1	2,2
Kyselina citronová	5,0 (2,0 – 24,9)	10,0
Kyselina astorbová	0,3 (0,1 – 12,0)	0,6
Ostatní organické kyseliny	1,3 (0,7 – 5,4)	2,6
Kyselina chlorogenová	0,2 (0,1 – 0,5)	0,4
Kyselina kofejnová	0,07 (0,03 – 0,3)	0,1
Draslík	5,6 (3,9 – 7,3)	11,2
Fosfor	0,5(0,2 – 0,9)	1,0
Ostatní složky	5,0	10,1

Hlízová šťáva obsahuje 5 až 6% sušiny, ve které jsou obsaženy cenné látky. Z pohledu na hlízové šťávy jako na hnojivo je velice důležitý obsah dusíku. Dusíkaté látky jsou v sušině zhruba ve 40% (Bárta, Bártová 2007). Další hojně zastoupenou látkou je draslík. V sušině má 11 % zastoupení (Tabulka 1). Tyto dva prvky zajišťují použití hlízové šťávy jako hnojiva. [1]

## 6. Metodika

Měření se provádí na třech dopravních trasách o rozdílné vzdálenosti. Pro zpřesnění výsledku a odstranění náhodných časových prodlev se každá trasa s dopravním prostředkem opakuje pětkrát. Část dopravního cyklu odehrávající se po komunikaci jsou pro oba dopravní prostředky totožné. Vzdálenosti dopravních tras, které jsou vykonávané na poli, mají odchylku v řádu desítek metrů. Měření je čas dopravy stopkami a ujetá dráha pomocí tachometrů dopravních prostředků. Z důvodu shody dopravních tras po pozemních komunikacích se tato vzdálenost sjednocuje. Dopravní prostředky se zváží v plném i prázdném stavu. Spotřebované palivo se měří dotankováním do stejné míry po odjetí všech pěti pracovních cyklů pro každou dopravní trasu.

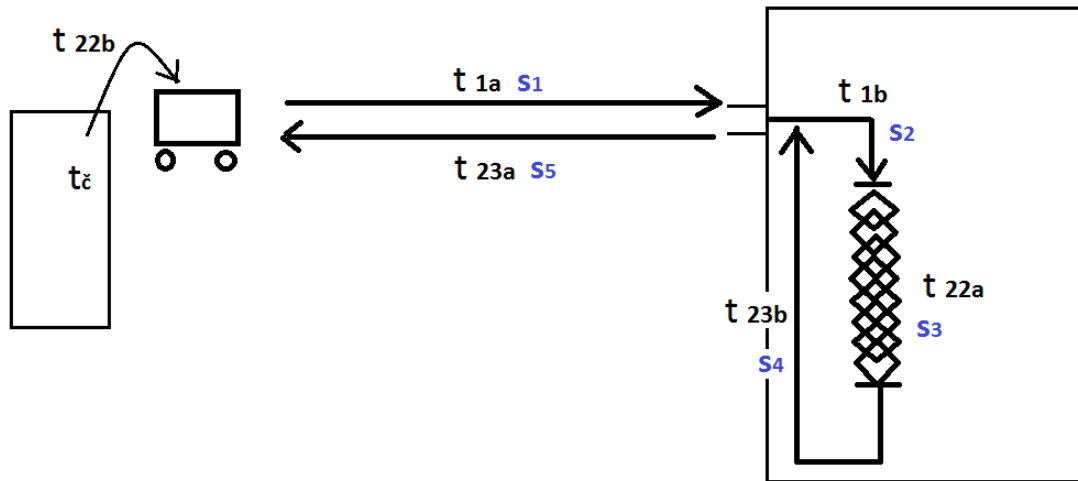
$$W = \frac{m}{t} \text{ [kg}\cdot\text{s}^{-1}, \text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}, \text{ha}\cdot\text{h}^{-1}] \quad [4] \quad (6.1)$$

W ... výkonost [ $\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$ ,  $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ ,  $\text{ha}\cdot\text{s}^{-1}$ ]

m ... hmotnost, objem, plocha [kg,  $\text{m}^3$ , ha]

t ... čas dopravy [s]

Schéma časového cyklu je znázorněno na obrázku 6.1.



**Obrázek 6.1 Schéma dopravního cyklu**

$t_{1a}$  ... čas dopravy k poli po pozemní komunikaci [s]

$t_{1b}$  ... čas dopravy k aplikaci po poli [s]

$t_{22a}$  ... čas aplikace [s]

$t_{22b}$  ... čas plnění (čerpání + obslužné operace) [s]

$t_{23a}$  ... čas dopravy od pole po pozemní komunikaci [s]

$t_{23b}$  ... čas dopravy od aplikace po poli [s]

$t_{\check{c}}$  ... čas plnění cisterny čerpadlem (pouze práce čerpadla) [s]

$s_1$  ... dráha dopravy k poli po pozemní komunikaci [m]

$s_2$  ... dráha dopravy k aplikaci po poli [m]

$s_3$  ... dráha aplikace [m]

$s_4$  ... dráha dopravy od aplikace po poli [m]

$s_5$  ... dráha dopravy z pole po pozemní komunikaci [m]

$$T_1 = t_{1a} + t_{1b} \quad [m] \quad (6.2)$$

$$T_2 = t_{22a} + t_{22b} + t_{23a} + t_{23b} \quad [m] \quad (6.3)$$

## 6.1 Výkonnosti

Preferovaným faktorem je výkonnost na dopravní vzdálenost. Výkonnost se sleduje i v jednotlivých fázích dopravního cyklu zvlášť. Rozlišuje se na výkonnost plnění čerpadla (výkonnost nakládání), výkonnost celého nakládání (i s obslužnými



operacemi), výkonnost dopravy po komunikaci směrem na pole, výkonnost jízdy po poli k aplikaci, výkonnost aplikace, výkonnost zpětné cesty po poli a výkonnost dopravy po komunikaci zpět k plnicímu místu. Výkonnost se měří skrze časy jednotlivých dopravních i manipulačních úkonů dopravního cyklu a skrze hmotnostní možnosti nákladového prostoru daného dopravního prostředku. Měří se tedy čas jednotlivých úkonů a hmotnost přepravovaného nákladu.

$$W_1 \dots \text{výkonnost hlavní} \qquad W_1 = \frac{m_n}{T_1} \qquad (6.4)$$

$$W_{02} \dots \text{výkonnost operativní} \qquad W_{02} = \frac{m_n}{T_1+T_2} \qquad (6.5)$$

$$W_p \dots \text{výkonnost plnění} \qquad W_{\check{c}} = \frac{m_n}{t_{22b}} \qquad (6.6)$$

$$W_{\check{c}} \dots \text{výkonnost plnicího čerpadla} \qquad W_{\check{c}} = \frac{m_n}{t_{\check{c}}} \qquad (6.7)$$

$$W_a \dots \text{výkonnost aplikace} \qquad W_a = \frac{m_n}{t_{22a}} \qquad (6.8)$$

$$m_n \dots \text{hmotnost nákladu} \qquad [\text{kg}]$$

## 6.2 Exploatační součinitelé

Dalšími hodnotícími kritérii jsou exploatační součinitelé využití produktivního času a využití dopravního času. Součinitel využití produktivního času ukazuje vztah času hlavního (čas dopravy materiálu) ku času vedlejšímu. Součinitel využití dopravního času ukazuje vztah mezi časem dopravy po pozemní komunikaci a poli směrem k aplikaci ku zpětné cestě k plnění. Tyto ukazatelé se také sledují v závislosti na vzdálenosti trasy.

$$K_{02} = \frac{T_1}{T_1+T_2} \qquad (6.5)$$

$$K_{23} = \frac{T_1}{T_1+t_{23a}+t_{23b}} \qquad (6.6)$$

$K_{02}$  ... součinitel využití produktivního času

$K_{23}$  ... součinitel využití dopravního času

### 6.3 Spotřeba pohonných hmot

Pro přiblížení efektivity dopravy daným dopravním prostředkem se měří spotřeba na 5 měřených dopravních cyklů jedné trasy. Spotřebované palivo se hodnotí spotřebou na tunokilometr, přičemž spotřeba se sleduje v závislosti na vzdálenosti dopravy.

$$S_{tkm} = \frac{V_p}{\Sigma tkm} \quad [l.t^{-1}.km^{-1}] \quad (6.6)$$

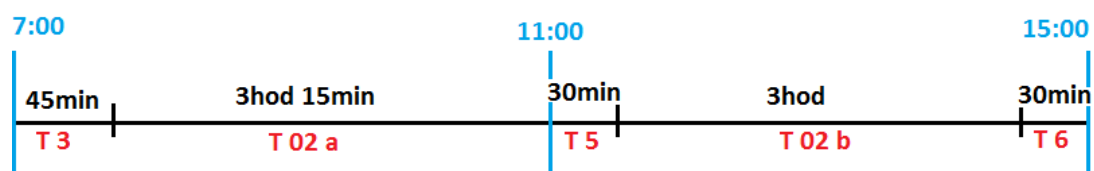
$S_{tkm}$  ... spotřeba paliva na tunokilometr  $[l.t^{-1}.km^{-1}]$

$V_p$  ... spotřebované palivo  $[l]$

$\Sigma tkm$  ... suma ujetých tunokilometrů  $[tkm]$

### 6.4 Odhad denní výkonnosti

Odhad výkonnosti za směnu se vytváří skrze operativní výkonnost a délku času na přípravu a předpokládaných přestávek. Časový snímek zahrnuje čas  $T_{1,1}$  dlouhý 45 minut na začátku pracovní směny reprezentující čas denní údržby a úkonů spojenými se zahájením práce (kontrolu a doplnění oleje mazání vakuokompresoru; čas potřebný pro nafoukání brzdové soustavy; omytí světel, SPZ a skel a dopravu k plnicímu místu). Dále následuje čas  $T_{1,2}$  - čas dopravní práce. Po čtyřech hodinách od zahájení práce následuje  $T_{1,3}$  - 30 minutová přestávka na občerstvení. Po obědě je opět vykonávána dopravní práce. Před koncem pracovní směny probíhá čas  $T_{1,5}$  - 30 minut dlouhý časový interval pro doplnění pohonných hmot a zaparkování dopravního prostředku. Časy příslušných operací se odvozují od potřebných činností a jejich časových náročností. V potaz se nebere čas na opravy ani nečekané prostoje. Jde o nastínění průběhu pracovní směny za ideálních podmínek, protože časy na odstranění poruch a jiné nečekané prostoje se obtížně nasimulují.



**Obrázek 6.2 Časový snímek pracovní směny**

$T_3$  ... doba údržby a přípravy na dopravní práci,  $T_{02a}$ ... čas dopravní práce,  $T_5$  ... doba stravování,  $T_{02b}$  ... čas dopravní práce,  $T_6$ ... čas parkování a tankování

## 7. Vlastní práce a výsledky

### 7.1 Charakteristika měření

Měření probíhalo v rámci kampaně horažďovické škrobárny Lyckeby Amylex a.s. (viz. obr. č. 7.1), přičemž samotné měření bylo provedeno na dopravních prostředcích firmy Bednarik, která zajišťuje odvoz velké části hlízových šťáv.

Měření probíhalo dle možností 8., 9. a 22. září 2012 při dopravě hlízových šťáv na tři různé pozemky (viz obrázek č. 7.1). Trasy byly voleny v závislosti na dopravní vzdálenosti (viz tabulka č. 7.1). Jak jsem se již v metodice zmiňoval, na každý pozemek byla doprava měřena pětkrát.

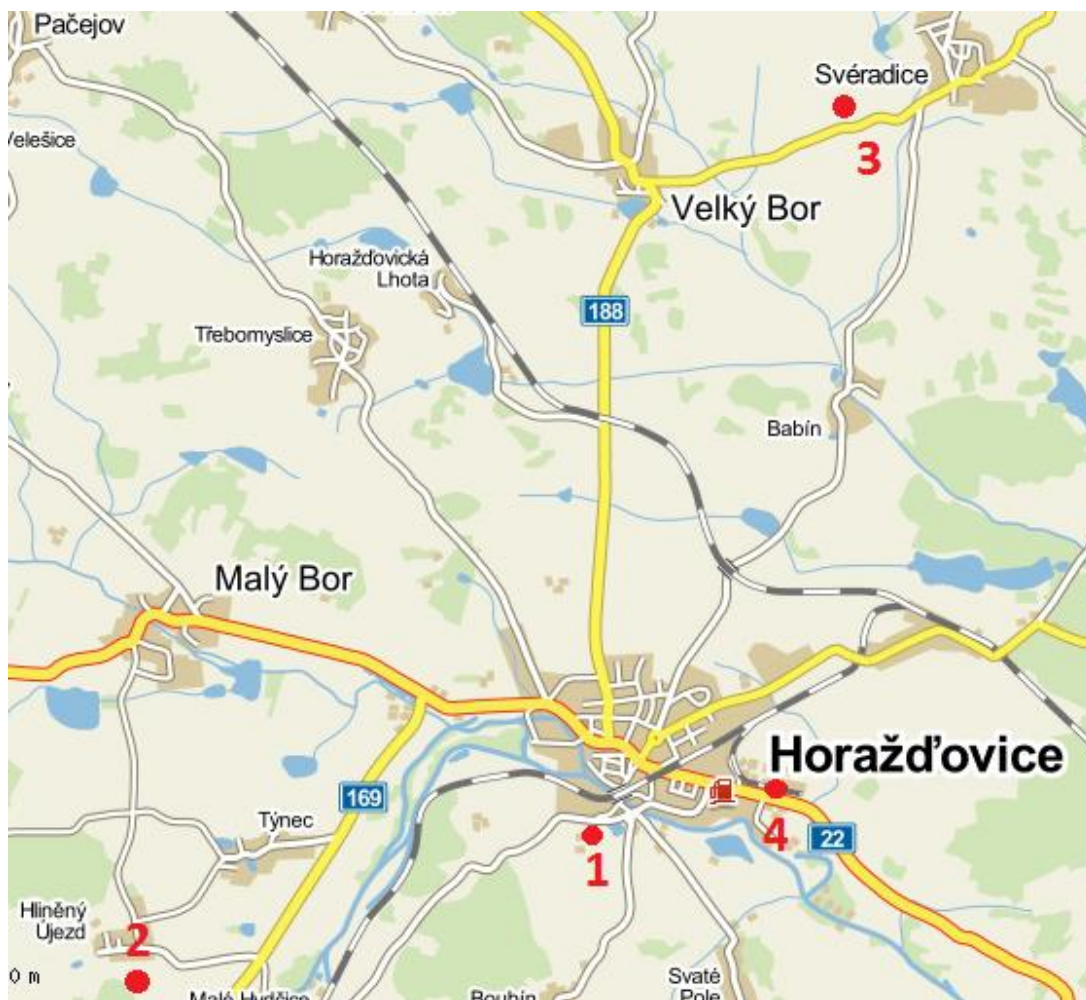
**Tabulka 7.1 Dopravní vzdálenosti**

Pozemek	Vzdálenost pozemků [km]
Žebrák	2,1
Hl. Újezd	6,5
Letiště	8,5

Zastoupenými dopravními prostředky pro porovnání jsou Fendt 936 Vario (r.v. 2008) s návěsnou cisternou Vakutec (r.v. 2006) o objemu 15 m<sup>3</sup> a Tatra T-148 (r.v. 1982) s cisternou o objemu 10 m<sup>3</sup>. Ačkoliv je rozdíl data výroby veliký, Tatra je díky údržbě a opravám stále v dobrém technickém stavu. Tatra je konstruována na rychlost 60 km.hod<sup>-1</sup>, traktor s cisternou pouze na rychlost 40 km.hod<sup>-1</sup>, což je výrazně pomaleji než dokáže Tatra.

Měření jsem prováděl s asistentkou, která z kabiny dopravních prostředků měřila za jízdy vybrané časy i dráhy a zapisovala je do připravených tabulek. Dopravní cyklus byl rozdělen na šest různých částí. První část spočívala v měření času, za který byl dopravní prostředek naplněn. Plnění bylo pro větší názornost měřeno dvěma způsoby. První způsob zahrnoval čas plnění i s příslušnými operacemi, které jsou nutné vykonat při plnění (plnění čerpadlem, připojení hadice, zajištění přepadu, odpojení, apod.), druhý byl měřen pouze jako čas běhu čerpadla (čistý čas od zapnutí čerpadla do naplnění nákladového prostoru). Druhá část zahrnovala měření doby dopravy od plnicího místa ke kraji pole. Naměřené hodnoty vzdálenosti oběma dopravními prostředky se lišily cca ve 150 metrech na nejdelší trase, proto jsem jako

výchozí vzdálenost určil vzdálenost naměřenou traktorem Fendt. Čas jízdy po polní cestě nebyl měřen, protože takový to úsek se na trase nenacházel. Třetí část reprezentovala čas a dráhu jízdy po poli od pozemní komunikace k místu začátku aplikace. Další částí byla aplikace. U aplikace nebyl čas nijak rozebírán. Jednalo se čistě o čas aplikace s úkony potřebné k jejímu zahájení a ukončení. Jsem si vědom toho, že úkony spojené se zahájením a ukončením aplikace u traktoru zabírají méně času, díky možnosti spustit přednastavené funkce bez nutnosti zastavení. Ovšem rozdíl byl v rámci 4 až 6 vteřin, proto jsem se rozhodl ho zanedbat. Po aplikaci byly měřeny čas a dráha dopravy zpět k pozemní komunikaci. Poslední čas a vzdálenost byly změřeny při zpětné cestě od pole k plnicímu místu. Tato trasa byla delší cca o 200 m. Rozdíl je způsoben faktem, že při přistavení cisterny je nádrž na hlízovou vodu objížďena, aby nebylo potřeba couvat. Na tomto místě se uzavřel měřený dopravní cyklus.



Obrázek 7.1 Mapa oblasti Horažďovic. [Zdroj: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz) accessed 7.3.2013]

1) Žebrák, 2) Hl. Újezd, 3) Letiště, 4) Lyckeby Amylex a.s.

## 7.2 Charakteristika odvozu hlízových šťáv

Ve škrobárně Lyckeby Amylex a.s. jsou hlízové vody produkovány při podzemní kampani kontinuálně 24 hodin denně zhruba o intenzitě  $36 \text{ m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$ , přičemž je prováděna cca 1 týdně servisní odstávka cca na 24 hodin. Při takovéto intenzitě produkce hlízové šťávy je potřeba každý den odvézt cca  $850 \text{ m}^3$ , což znamená cca  $5\,000 \text{ m}^3$  týdně. Z důvodu nepřetržitého provozu bývá umístěna do „meziskladu“, odkud je odčerpávána a rozvážena na pole a louky. Mezisklad tvoří dvě nádrže. Větší nádrž je používána jako provozní (používána většinou), má kapacitu  $5\,000 \text{ m}^3$  a je konstrukčně řešena jako železobetonová monolitická vana obdélníkového půdorysu ( $15 \times 83 \text{ m}$ ) s vyspárovaným dnem a výškou stěn cca 4 m. Vana je izolována proti průsakům na stěnách a dně fólií GUNDLIN o tloušťce 2mm. Menší nádrž slouží jako rezervní. Používá se především při mytí hlavní nádrže, které je nutné po delším používání pro odstranění zápachu. Rezervní jímka s kapacitou  $2\,300 \text{ m}^3$  je složena ze tří segmentů o celkovém půdorysu  $80 \times 8,5 \text{ m}$  a výšce 4m. Vlastní izolace dna nádrže je tvořena jednovrstvou fólií FATRAFOL tloušťky 1,5mm.

V současné době ve škrobárně Lyckeby Amylex a.s. odvoz zajišťují některé zemědělské podniky poskytující brambory pro výrobu škrobu. Hlízovou vodou hnojí většinou jen své pozemky. Asi největším odvozcem je firma Bednarik, která zajišťuje dopravu hlízové vody i pro ostatní menší zemědělské podniky v okolí, protože použití takto velkého množství hnojiva vyžaduje značné plochy. Firma Bednarik dopravu hlízové vody provádí pěti dopravními prostředky, přičemž konkrétně to jsou dvě traktorové dopravní soupravy s fekálními cisternami o objemu  $15 \text{ m}^3$  a tři nákladní automobily s cisternami o objemu  $10 \text{ m}^3$  (2 x Tatra 815; 1 x Tatra T148). Firma Bednarik je pěstitelem brambor, proto také potřebuje část dopravních prostředků pro jejich odvoz při sklizni. V období sklizně, které se snaží firma uskutečnit v začátku sklizňové sezony, oba nákladní automobily s výměnnou nástavbou musí zajišťovat tento odvoz. To znamená jejich cca 1 měsíc trvající absenci při odvozu hlízové vody. Tomuto faktu je snaha se přizpůsobit kratšími odvozovými vzdálenostmi. Hlízová voda je rozvážena na vzdálenosti od 2 do 20 km od firmy Lyckeby Amylex a.s., přičemž většina je rozvezena v rozmezí zhruba 5 až 14 km. Doprava je řešena nezávislými jízdami jednotlivých dopravních prostředků, které jsou rozvrženy tak, aby nákladní automobily zajišťovaly dopravu na delší trasy.

### 7.3 Hlavní výkonnost

Hlavní výkonnost na krátké vzdálenosti je podle očekávání výrazně lepší ve prospěch traktorové dopravní soupravy. U hlavní výkonnosti jde pouze o výkonnost dopravy po pozemní komunikaci a poli k aplikaci. Na nejkratší trase byl výkonnostní rozdíl celých 38%, neprojevila se zde rychlostní nevýhoda traktorové soupravy. Ta se projevila na nejdelsí trase, kde je rozdíl výkonností pouze cca 11%. Vezmeme-li v potaz fakt, že hmotnostní možnosti jsou rozdílné o 33%, je to znatelný rozdíl.

**Tabulka 7.2 Hlavní výkonnost**

trasa	dopravní prostředek	výkonnost $W_1$ [kg.s <sup>-1</sup> ]
Žebrák	traktor	46,01
	tatra	28,99
Hl. Újezd	traktor	19,44
	tatra	15,27
Letiště	traktor	13,91
	tatra	12,43

### 7.4 Operativní výkonnost

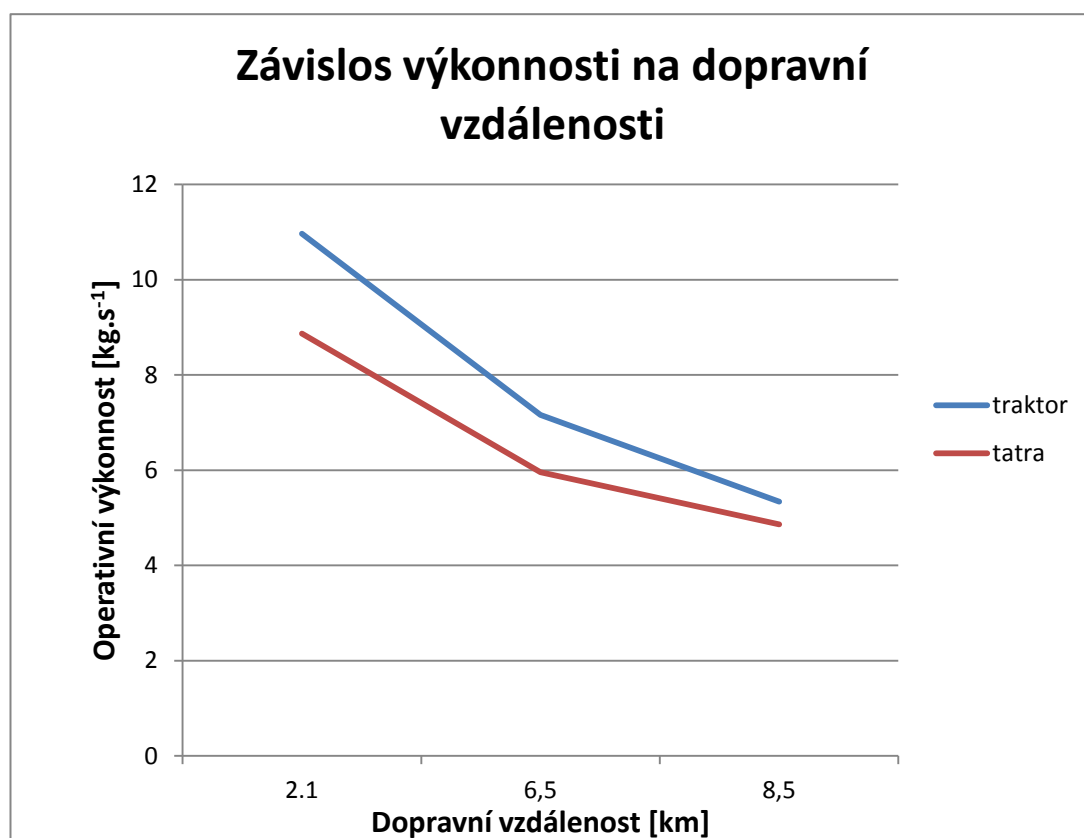
Operativní výkonnost již zahrnuje i zpětnou cestu, čas nakládání a čas strávený aplikací. U operativní výkonnosti nedošlo k výrazné změně na delších trasách (rozdíl výkonností cca 10%), oproti tomu na nejkratší trase je rozdíl pouze 20%, což je výrazný rozdíl oproti hlavní výkonnosti.

**Tabulka 7.3 Operativní výkonnost**

trasa	dopravní prostředek	výkonnost $W_{02}$ [kg.s <sup>-1</sup> ]
Žebrák	traktor	10,97
	tatra	8,87
Hl. Újezd	traktor	7,16
	tatra	5,95
Letiště	traktor	5,34
	tatra	4,86

Operativní výkonnost je hodnotou výkonnosti, ke které se celková výkonnost za ideálních podmínek bude blížit. Nemůžeme opomenout čas strávený denní údržbou, přestávkami na občerstvení nebo doplňování pohonných hmot. Tyto časy budou za ideálních podmínek vytvářet rozdíl mezi operativní a celkovou výkonností dopravního prostředku.

Při pohledu na graf výkonností traktorové dopravní soupravy a nákladního automobilu lze odhadovat, že výkonnosti obou dopravních prostředků se budou rovnat přibližně na vzdálenosti 10 až 12 kilometrů, pak už bude výkonějším dopravním prostředkem nákladní automobil, ačkoliv má o třetinu menší nákladový prostor.



Obrázek 7.2 Graf závislosti výkonnosti na dopravní vzdálenosti

### 7.5 Odhad výkonu za směnu

Celkovou výkonnost jsem nastínil odhadem, jaké výkonnosti by dosáhly oba dopravní prostředky za jednu pracovní směnu trávající 8 hodin na jednotlivé vzdálenosti. Denní činnosti nutné k vytvoření času pro začátek dopravní práce jsem vybral podle skutečných vypočítaných činností a změřených časů. Parkovací místo obou dopravních prostředků je od plnicího místa vzdáleno cca 2 km. Doba

přejezdu od parkovacího místa byla zohledněna v čase přípravy na dopravní činnost. Tento odhad utváří představu, kolik dopravních prostředků by bylo potřeba pro zajištění odvozu hlízové vody, aby nedošlo k přelití hlízové vody z nádrže, čemuž musí být zabráněno vhodným sestavením dopravní linky.

**Tabulka 7.4 Počty dopravních cyklů**

trasa	dopravní prostředek	doba dopravních cyklu [min]	počet dopravních cyklů za T 02a	počet dopravních cyklů za T 02b	počet dopravních cyklů za směnu
Žebrák	traktor	22,32	8	8	16
	tatra	18,68	10	9	19
Hl. Újezd	traktor	34,27	5	5	10
	tatra	27,76	7	6	13
Letiště	traktor	45,85	4	3	7
	tatra	33,65	5	5	10

Vynásobíme-li počet ujetých dopravních cyklů hmotností nákladu, ukáže se, že na delší vzdálenost nákladní automobil přepraví srovnatelné množství jako traktorová dopravní souprava.

**Tabulka 7.5 Předpokládaná celková výkonnost**

trasa	dopravní prostředek	přepraveno tun	předpokládaná celková výkonnost [kg.s <sup>-1</sup> ]	předpokládaná celková výkonnost [t.hod <sup>-1</sup> ]
Žebrák	traktor	235,68	8,18	29,46
	tatra	188,1	6,53	23,51
Hl. Újezd	traktor	147,3	5,11	18,41
	tatra	128,7	4,47	16,09
Letiště	traktor	103,11	3,58	12,89
	tatra	99	3,44	12,38

## 7.6 Výkonnost plnění

Plnění je zajištěno výkonným čerpadlem, které je stabilně umístěné na plnicím místě. Plnicí hadice má průměr 200 mm. Ačkoliv by se zdálo, že výkonnost plnění bude shodná, výrazně se v ní projevila vyšší náročnost obsluhy u nákladního automobilu. U nákladního automobilu zaberou obslužné operace 1 minutu 45 sekund, ovšem u traktoru o 20 s méně. Je to způsobené komplikovanější montáží plnicí a přepadové



hadice. Co se týče samotného čerpání, je na tom také traktorová souprava lépe. To si vysvětluji tak, že u přepadu nákladního automobilu je hadice o průměru 150mm a traktorová souprava má přepadovou hadici o průměru 200mm. To znamená, že při plnění vzniká v cisterně větší přetlak, což způsobuje větší odpor proti pohybu kapaliny. Tento fakt má za následek 8 % rozdíl ve výkonnosti čerpadla.

**Tabulka 7.6 Výkonnosti plnění**

dopravní prostředek	výkonnost plnění [kg.s <sup>-1</sup> ]	dopravní prostředek	výkonnost čerpadla [kg.s <sup>-1</sup> ]
traktor	60,62	traktor	92,88
tatra	42,16	tatra	85,79

### 7.7 Výkonnost aplikace

Výkonnost aplikace neboli výkonnost vyprazdňování, vyšla lépe pro nákladní automobil. Je to způsobeno větším průřezem rozprašovače. Větší průměr rozprašovače a tím pádem menší hodnota přetlaku v cisterně má za následek menší záběr (Tatra – 6,3m; Fendt s Vakutec cisternou – 12m). Proto musí být pro dosažení stejné dávky hnojiva vyvinuta vyšší rychlost při aplikaci. Aplikace při vyšší rychlosti není problémem, ovšem díky většímu záběru je zatěžována menší část plochy pole kontaktními tlaky dopravního prostředku.

**Tabulka 7.7 Aplikační výkonnost**

dopravní prostředek	aplikační výkonnost [kg.s <sup>-1</sup> ]
traktor	40,56
tatra	52,27

### 7.8 Exploatační součinitelé

Jak je známo, v zemědělství je využit dopravní prostředek z 50 % z důvodu jednosměrnosti dopravy. Při rozboru dopravy koeficientem  $K_{23}$ - součinitelem využití dopravního času není tento údaj průkazný. Očekával jsem, že koeficient  $K_{23}$  bude přes 0.5, což by znamenalo delší časy na dopravy s nákladem a kratší bez nákladu. Rozdíly ve vzdálenostech ujetých s nákladem a bez nákladu tento údaj zkreslili. Po pozemní komunikaci byl rozdíl cca 200 m pomalého úseku, po poli se tento rozdíl pohyboval zhruba 300 až 500 m, přičemž rozdíl mezi dráhami dopravních prostředků byl v řádech desítek metrů. Pouze u dopravy na pozemek Hl. Újezd se vzdálenost

ujetá po poli nelišila, zde má koeficient očekávané hodnoty. Tyto důvody mě nutí pohlížet na velikost koeficientu  $K_{23}$  orientačně a pouze porovnávat jejich vzájemný rozdíl u dopravních prostředků. Využití dopravního času je přibližně totožné, což je dáno charakterem dopravní trasy. Pouze u trasy Žebrák je znatelný rozdíl způsobený stoupáním při jízdě s nákladem a klesání při jízdě bez nákladu, což hraje ve prospěch nákladního automobilu, který využije rychlostní potenciál. Součinitel využití operativního času  $K_{02}$  je pro nákladní automobil větší, což signalizuje lepší poměr mezi hlavním a vedlejším časem. Nutno ale podotknout, že nákladní automobil sice nemá výkonnější plnění pouze vyprazdňování, ovšem časy plnění i vyprazdňování jsou kratší, z důvodu menšího nakládaného a vykládaného množství hlízové vody. Proto můžeme pouze pozorovat změny v závislosti na vzdálenosti. U traktorové dopravní soupravy hraje vzdálenost výrazně větší roli než u nákladního automobilu.

**Tabulka 7.8** exploatační součinitelé  $K_{02}$  a  $K_{23}$

trasa	dopravní prostředek	$K_{02}$	$K_{23}$
Žebrák	traktor	0,239	0,435
	tatra	0,307	0,495
Hl. Újezd	traktor	0,369	0,522
	tatra	0,390	0,519
Letiště	traktor	0,384	0,492
	tatra	0,391	0,494

## 7.9 Spotřeba pohonných hmot

Spotřeba pohonných hmot je vzhledem k jejich ceně důležitý parametr. Patří k největším položkám přímých nákladů na dopravu. Z důvodu rozdílných hmotnostních možností nákladového prostoru obou prostředků nelze porovnávat spotřebu hodinově či na dopravní vzdálenost. V podmínkách, ve kterých bylo provedeno toto měření je nejvhodnější způsob určení spotřeby na tunokilometr. Spotřeba pohonných hmot na tunokilometr umožňuje porovnat spotřebu pohonných hmot. Ovšem je potřeba říci, že spotřebu ovlivňují nejen vlastnosti dopravního prostředku, ale také charakter dopravované trasy (stoupání, klesání, omezení rychlosti, stav dopravní trasy atd.) nebo styl jízdy řidiče a podobně. Na krátké trase je

spotřeba téměř totožná, mírně větší spotřebu na tunokilometr vykazuje traktorová dopravní souprava. Shoda je hlavně díky tomu, že nákladní automobil dokáže jistým způsobem naakumulovat pohybovou energii před stoupáním začínající zatáčkou. V tomto místě traktorová dopravní souprava nebyla schopna jet dostatečnou rychlostí, proto se ve stoupání spotřeba zvýšila. Na delších trasách spotřeba na tunokilometr vychází lépe pro traktor. Traktor dosahuje menších rychlostí, domnívám se, že to hraje značnou roli. Také moderní konstrukce motoru traktoru určitě menší spotřebě dopomohla.

**Tabulka 7.9 Spotřeba pohonných hmot na tunokilometr**

trasa	dopravní prostředek	spotřeba na tunokilometr [l.tkm <sup>-1</sup> ]
Žebrák	traktor	0,0334
	tatra	0,0330
Hl. Újezd	traktor	0,0191
	tatra	0,0211
Letiště	traktor	0,0188
	tatra	0,0198

### 7.10 Návrh řešení dopravy

Po zvážení vlastností obou dopravních prostředků a shrnutí výsledků získaných měření průběhu dopravních cyklů bych navrhoval řešit dopravu následovně. Pro dopravu do 8 km bych volil traktorové dopravní soupravy. Při této vzdálenosti výkonnost dosahuje průměrných hodnot a využijeme vhodnější vlastnosti traktorové dopravní soupravy po poli. Na delší dopravní vzdálenosti bych volil dopravu po pozemní komunikaci nákladním automobilem a na kraji pole by byla hlízová šťáva přečerpána do traktorové fekální cisterny, která by zajistila aplikaci na pole. Samozřejmě bych volil nákladní automobil se shodnou velikostí cisterny. Takto přečerpávat hlízovou vodu by mohlo být komplikované z důvodu pění hlízové vody při manipulaci. Pro odstranění případných problémů s pněním bych navrhoval využít převozní meziskladovací nádrž. Podle Syrového (Syrový 2008) je tento způsob využíván v praxi pro kejdu v rozsahu 30 000 t.rok<sup>-1</sup>. Převozní meziskladovací nádrž má větší objem než zásobující dopravní prostředek (i 30 m<sup>3</sup>). Její plnění a

vyčerpávání probíhá nezávisle. Plnění zajišťuje vakuokompresor zásobovacího dopravního prostředku. Vyčerpávání obstarává čerpadlo poháněné od vývodového hřídele tažného traktoru meziskladovací nádrže. U kejdy je tato varianta volena hlavně pro přerušení vazby mezi zásobujícími dopravními prostředky a aplikačními prostředky. Tato výhoda by byla jistě vítaná, ale v našem případě by především meziskladovací nádrž odstranila problém pěnící hlízové vody. Myšleným problémem je, že po vytvoření pěny by nebylo možné všechnu pěnu přečerpat, což by znamenalo buď neúplné vyprázdnění zásobujícího dopravního prostředku nebo zatížení malého prostoru vysokou koncentrací hlízové vody (ve formě pěny) přetékající přepadem. Nákladní automobily dokážou dopravovat na větší vzdálenost za příznivé výkonnosti, ovšem aplikace nedosahuje parametrů jako traktorové dopravní soupravy. Za lepší parametry aplikace považují větší aplikační záběr, nižší kontaktní tlaky na zemědělskou půdu nebo možnost použití aplikačních systémů. Nákladní automobily nejsou běžně vybavené aplikačními systémy. Například hadicovými rámy, zaručující přesné dávkování nebo zapravovacími zařízeními, které obstarávají mělké zapravení aplikovaného materiálu. Taková dopravní linka by prodloužila dosah dopravy hlízové vody s kvalitní aplikací. Ačkoliv je hlízová šťáva cenné hnojivo, její soustavné užívání na tytéž pozemky není nejvhodnější řešení. Menší zatěžování okolních pozemků tímto hnojivem je proto vítané. Pro aplikační práci bych nepoužil účelový samojízdný dopravní prostředek, který je pro tyto účely někdy používán. Jelikož je tato práce otázkou zhruba tří měsíců v roce, po zbytek roku by se obtížně hledalo uplatnění. Tento aplikační dopravní prostředek se hodí spíše pro odvoz velkého množství kejdy, kde může být využit kromě zimy po celý rok. U traktorové dopravní soupravy toto nehrozí. Traktor se může využívat i během zbytku roku, pouze návěsné fekální cisterny budou po zbytek roku odstaveny.

## 8. Závěr a diskuse

Cílem této práce bylo navrhnout efektivní řešení pro odvoz hlízových šťáv vznikající při výrobě škrobu z brambor. Podkladem pro rozhodnutí bylo porovnání dvou základních dopravních prostředků vhodných pro tuto dopravní práci a byly vzaty v úvahu i specifické vlastnosti obou dopravních prostředků. Porovnávána byla traktorová dopravní souprava s nákladním automobilem.

Vezmeme-li v potaz vlastnosti obou dopravních prostředků při pohybu v polních podmínkách, je pro tuto část dopravního cyklu vhodnější traktorová dopravní souprava. Traktor je stroj konstruovaný pro pohyb po poli, tudíž je šetrnější k orné půdě nebo loukám. Působí menšími kontaktními tlaky na půdu nebo se také snáze vyrovnává s méně únosným terénem, ačkoliv má velkou celkovou hmotnost. Spotřeba paliva hraje ve prospěch traktorové dopravní soupravy, přičemž za menší spotřebu určitě může novější konstrukce motoru a nižší dosahovaná rychlost. Výhodou je i větší záběr rozstříku, díky němuž bude kontaktními tlaky namáhána menší plocha pozemku.

Nákladní automobil je dopravní prostředek vesměs konstruován pro dopravu po pozemních komunikacích, proto je vhodnější jej také pro tuto dopravu využívat, nikoliv pro jízdu po poli. Při dopravě na delší vzdálenosti se tento fakt zásadně projeví vyšší výkonností. V rámci vytvoření představy dosahovaných výkonů za pracovní směnu na různé vzdálenosti se ukázalo, že nákladní automobil je pro trasy nad cca 10km konkurenceschopný, i když má o třetinu menší nákladový prostor. Nákladní automobil se stejně velkým nákladovým prostorem by výrazně předčil traktorovou dopravní soupravu a to i na krátké vzdálenosti. Nákladní automobil působí většími kontaktními tlaky na půdu. To se dá řešit větším počtem náprav nebo širšími pneumatikami, ovšem na úkor většího opotřebení pneumatik smýkáním při jízdě po pozemních komunikacích.

Navrhované řešení spočívá v dopravě na delší vzdálenost pouze nákladními automobily o shodně velké cisterně jako u traktorové dopravní soupravy, do které se na okraji pole hlízová voda přečerpává. Přečerpání se provádí přes převozní meziskladovací nádrž zajišťující přerušení vazby mezi zásobujícím a aplikačním dopravním prostředkem. Druhou výhodou je zachycení pěny vytvořené při přečerpávání, tedy odstranění přehnojení malých ploch při každém přečerpávání.

Traktorová dopravní souprava může být opatřena hadicovým rámem nebo zařízením pro mělké zapravení aplikovaného materiálu, což má vliv na kvalitu aplikace.

Pravdou je, že tento mnou navrhovaný způsob dopravy by byl výrazně logisticky náročnější a dražší (více techniky = větší pořizovací náklady, více údržbářské práce, více zaměstnanců, atd.) než ve stávajícím případě. Také by přibyl další časový interval pro překládání hlízové vody na kraji pole. Za nevýhodu by mohlo být považováno i to, že tímto řešením by bylo znemožněno hnojit více pozemků najednou. Mnou navrhované řešení by vyžadovalo intenzivní hnojení jednoho pozemku, tím by bylo nutné se věnovat pozemkům postupně a nemuselo by se ideálně dařit vyhovět požadavkům na včasnou orbu pro ozimé obiloviny. I přes tyto výhrady si myslím, že toto řešení by bylo přínosné. Zmíněné nevýhody by z části kompenzovalo použití traktorových dopravních souprav pro dopravu na kratší vzdálenosti (cca 8 km). Vlivem delších dopravních vzdáleností vzrostou náklady na dopravu, nicméně se domnívám, že náklady na dopravu navrženého řešení budou s rostoucí vzdáleností vzrůstat méně než u stávajícího způsobu dopravy. Větší náročnost na počet potřebného personálu je cena za kvalitnější aplikaci.

## 9. Použité zdroje

### Seznam literatury

[1] BÁRTA, J., BÁRTOVÁ, V.: Bílkoviny hlíz bramboru [Solanum tuberosum L.] vědecká monografie. 1. Vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích 2007. 116s. ISBN 978-80-7394-036-2

[2] CELJAK, I.: Dopravní a manipulační zařízení, Interní učební text, ZF, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2011, 124 s.

[3] SYROVÝ, O., BARTOLOMĚJEV, A., BAUER, F., GERNDTOVÁ, I., HOLUBOVÁ, V., KOVAŘÍČEK, P., KUBÍN, K., MAYER, V., NOVÁK, M., PASTOREK, Z., PODPĚRA, V., PRAŽAN, R., SAIDL, M., SEDLÁK, P., SKALICKÝ, J., ŠMERDA, T.: Doprava v zemědělství. [Transport in agriculture]. 1. Vyd. Praha: Profi Press, 2008. 248 s. ISBN 978-80-86726-30-4

[4] Žák, K.: Cvičení s mechanizace rostlinné výroby II., laboratorní úlohy, Vysoká škola zemědělská v Praze, 1983, 73 s.

### Internetové zdroje

[5] *Fliegl agrartechnik* [online]. 2011, 8.1.2013 [cit. 2013-03-10]. Dostupné z: <http://www.fliegl-agrartechnik.cz/zemedelska-technika/vyhrnovaci-vozy>

[6] *P&L spol. s.r.o.* [online]. 2005 [cit. 2013-03-10]. Dostupné z: <http://www.pal.cz/article/3751.rozmetadlo-bergmann-s/>

[7] *H.U. Kohli AG* [online]. 2004 [cit. 2013-03-10]. Dostupné z: <http://www.kohliag.ch/guelletechnik/druckfass-vakutec/vakuumfass.html>

[8] *Katalog zemědělské techniky* [online]. 2010 [cit. 2013-03-10]. Dostupné z: <http://www.agromachinery.cz/product/fendt-936-vario-novy-2784/>

[9] *BIG traktorové sklápěcí návěsy* [online]. 2009 [cit. 2013-03-10]. Dostupné z: <http://www.big-navesy.cz/stranky/produkt-BIG-10-13000-tandem>

[10] *Moreau Agri* [online]. 2009 [cit. 2013-03-10]. Dostupné z: <http://www.moreauagri.cz/doc/view/123>

[11] *Agrall zemědělská technika* [online]. 2008 [cit. 2013-03-10]. Dostupné z: <http://www.agrall.cz/produkt/270/cargos>

[12] *Fliegl agrotechnik* [online]. 2012 [cit. 2013-03-10]. Dostupné z:  
<http://www.fliegl-agrartechnik.de/peklac-technika-od-spolenosti-fliegl/158/3253>