

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH  
BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

**Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství  
Studijní obor: Agroekologie-Ekologické zemědělství  
Katedra: Agroekosystémů  
Vedoucí katedry: doc. Ing. Petr Konvalina, Ph.D.**

Diplomová práce

**Sledování pohybu strojů po pozemku a vliv na  
utužení**

Vedoucí diplomové práce: Ing. Milan Fríd, CSc.  
Autor diplomové práce: Bc. Lubomír Nekula

České Budějovice, 2017

**ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Lubomír NEKULA**  
Osobní číslo: **Z15386**  
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**  
Studijní obor: **Agroekologie - Ekologické zemědělství**  
Název tématu: **Sledování pohybu strojů po pozemku a vliv na utužení půdy**  
Zadávající 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 :**

V současné době se odhaduje, že zhruba polovina polí v České republice se potýká s půdním utužením. Velký vliv na utužení má také nevhodné a nadměrné používání některých hnojiv v dřívějších dobách. Jedním z problémů je také zvýšení přejezdů po polích a zvýšená hmotnost zemědělských strojů. Při dlouhodobém neřešení mohou pak vznikat místa na polích, kde se nemohou infiltrovat srážky a vznikají močály, které nelze obdělávat.

Hlavním cílem práce je sledování pohybu strojů po pozemku u vybraných plodin v průběhu hospodářského roku a vliv přejezdů na utužení půdy. Dílčími cíly je posouzení technického řešení pojezdového ústrojí a ostatních parametrů majících vliv na utužení půdy.

*V práci se zaměřte a uveďte:*

1. Faktory mající vliv na utužení půdy.
2. Nevýhody a úskalí při obhospodařování utužených půd, možnosti k jejich odstranění.
3. Sledování pohybu strojů u vybraných plodin v průběhu hospodářského roku v provozních podmínkách zemědělského podniku a vliv přejezdů na utužení půdy.
4. Základní charakteristiku zemědělského provozu a sledovaných pozemků.
5. Technická data a technické řešení vybraných typů strojů.


Rozsah grafických prací: **dle potřeby**  
Rozsah pracovní zprávy: **40 - 60 stran**  
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:


**Latsch, R. a kol.: Häckler oder Ladewagen. Neue Landwirtschaft , 11, 2003: 54-57;**  
**Neubauer a kol.: Stroje pro rostlinnou výrobu. SZN Praha, 1989;**  
**Břečka a kol.: Stroje pro sklizeň pícnin a obilovin. ČZU Praha, 2001;**  
**Mechanizace zemědělství - odborný časopis;**  
**Agricultural Engineering - vědecký časopis;**  
**Firemní literatura;**  
**Výzkumné zprávy VÚZT Praha a Státní zkušebny zem. a lesnických strojů.**

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

Datum zadání diplomové práce: **16. února 2016**  
Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2017**

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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studentská 1608, 370 05 České Budějovice

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

V Českých Budějovicích dne 29. března 2016

## **Prohlášení autora, souhlas s uveřejněním práce**

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

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

V Českých Budějovicích dne 20.4.2017

.....

vlastnoruční podpis autora

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Milanu Frídovi CSc. za odborné vedení, trpělivost a ochotu, které mi při vypracování bakalářské práce věnoval. Velký dík patří rodičům, kteří mi umožnili dostudovat. Dále bych poděkoval podniku Rolnická společnost Lesonice a.s a především jejím zaměstnancům za ochotu a poskytnutou podporu a informace při psaní této práce.

## **Anotace**

Tato diplomová práce se zabývá sledováním pohybu strojů po pozemku a jejich vlivem na utužení.

Praktickou částí bylo měření a pozorování v podniku Rolnická společnost Lesonice a.s. při pěstování kukuřice seté. Během dvou let byly pozorovány a měřeny hodnoty jednotlivých souprav pohybujících se po vybraném pozemku a hodnoty mezi sebou porovnány. V každém roce byla provedena jiná technologie zpracování půdy. V druhém roce měření byl veškerý pohyb po pozemku řízen. Byla navržena trajektorie pohybu po pozemku v aplikaci OptiTrail.

1. rok minimalizační technologie zpracování půdy

2. rok technologie zpracování půdy metodou Strip-Till řízený pohyb po pozemku

## **Klíčová slova**

pohyb strojů, sledování strojů, zpracování půdy, Strip-Till, OptiTrail

## **Abstract:**

This diploma thesis deals with the monitoring of the movement of machines on the land and their influence on soil compaction. In the practical part, measurements and observation were carried out in the company Rolnická společnost Lesonice a.s. Within two years, the values of individual sets were measured on the selected land and the values were compared between each other. Every year, other soil technology was implemented.

1st year minimalization technology for soil cultivation  
2nd year StripTill's Soil Technology, controlled motion across the land with designed Opti Trail plot lines.

## **Keywords:**

movement machine, monitoring machine, soil cultivation, CTF, Opti trail, Strip-till

# Obsah

|  |    |
|--|----|
| 1 Úvod.....                                    | 10 |
| 2 Literární přehled.....                       | 12 |
| 2.1 Zemědělství.....                           | 12 |
| 2.1.1 Trendy v zemědělství.....                | 13 |
| 2.1.2 Rostlinná a živočišná výroba.....        | 13 |
| 2.2 Půda.....                                  | 14 |
| 2.2.1 Zrnitostní složení půd.....              | 15 |
| 2.3 Kvalita půdy.....                          | 17 |
| 2.2.1 Indikátory kvality.....                  | 17 |
| 2.4 Prostorové uspořádání půdní hmoty.....     | 18 |
| 2.5 Znehodnocení půdy.....                     | 20 |
| 2.5.1 Stav půdy na pozemku.....                | 22 |
| 2.5 Utužení půdy.....                          | 23 |
| 2.5.1 Omezení utužení půdy.....                | 24 |
| 2.5.2 Ochrana před utužením.....               | 25 |
| 2.6 Zpracování půdy.....                       | 27 |
| 2.6.1 Konvenční zpracování půdy.....           | 27 |
| 2.6.2 Minimalizační technologie.....           | 28 |
| 2.6.3 Strip – Tillage.....                     | 28 |
| 2.6.4 No -Tillage.....                         | 29 |
| 2.7 Pohyb techniky po pozemku.....             | 30 |
| 2.7.1 Řízený pohyb po pozemku CTF.....         | 32 |
| 3 Cíl práce.....                               | 33 |
| 4 Metodika práce.....                          | 34 |
| 4.1 Sběr informací a dat.....                  | 34 |
| 4.2 Charakteristika.....                       | 35 |
| 4.3 Hodnocení měrného tlaku.....               | 35 |
| 4.4 Hodnocení řízeného pojezdu po pozemku..... | 36 |
| 4.5 Hodnocení jednotlivých operací.....        | 37 |
| 4.6 Pozorované hodnoty při sklizni.....        | 37 |
| 5 Vlastní vypracování.....                     | 38 |
| 5.1 Charakteristika podniku.....               | 38 |
| 5.2 Specifikace pozemku.....                   | 41 |
| 5.3 Hospodářský rok 2015.....                  | 43 |
| 5.3.1 Podmítka.....                            | 43 |
| 5.3.2 Kypření.....                             | 45 |
| 5.3.3 Aplikace digestátu.....                  | 46 |



|   |    |
|---|----|
| 5.3.4 Zapravení digestátu, příprava pozemku před setím .....      | 47 |
| 5.3.5 Setí kukuřice .....   | 49 |
| 5.3.6 Chemická ochrana .....                                      | 50 |
| 5.3.7 Sklizeň kukuřice na siláž.....                              | 51 |
| 5.3.8 Odvoz nařezané hmoty.....                                   | 53 |
| 5.4 Návrh pohybu po pozemku systém Opti Trail .....               | 54 |
| 5.5 Hospodářský rok 2016 .....                                    | 54 |
| 5.5.1 Zpracování Strip s aplikací digestátu .....                 | 55 |
| 5.5.2 Setí kukuřice .....   | 57 |
| 5.5.3 Chemická ochrana .....                                      | 58 |
| 5.5.4 Sklizeň kukuřice.....                                       | 58 |
| 5.5.5 Odvoz nařezané hmoty.....                                   | 59 |
| 5.6 Porovnání hodnot při jednotlivých operacích v roce 2015 ..... | 60 |
| 5.6.1 Hmotnosti jednotlivých souprav na pozemku.....              | 60 |
| 5.6.2 Kontaktní tlaky jednotlivých souprav .....                  | 61 |
| 5.6.3 Ujetá vzdálenost souprav po pozemku.....                    | 62 |
| 5.6.4 Přejetá plocha pozemku při jednotlivých operacích .....     | 62 |
| 5.7 Porovnání hodnot při jednotlivých operacích v roce 2016 ..... | 63 |
| 5.7.1 Hmotnosti jednotlivých souprav na pozemku.....              | 64 |
| 5.7.2 Kontaktní tlak jednotlivých souprav .....                   | 64 |
| 5.7.3 Ujetá vzdálenost souprav po pozemku.....                    | 65 |
| 5.7.4 Přejetá plocha při jednotlivých operacích .....             | 66 |
| 6 Závěr a diskuze .....   | 67 |
| 7 Seznam použité literatury.....                                  | 71 |
| 8 Seznam obrázků a grafů.....                                     | 75 |
| 9 Seznam tabulek .....  | 76 |

# 1 Úvod

V posledních 70 letech došlo k významným změnám v zemědělství především v souvislosti s kolektivizací. [1]

Jednotliví malí zemědělci byli násilně nuceni vstupovat do jednotných zemědělských družstev. Ti, kteří neuposlechli, byli nuceni odejít bez jakéhokoliv majetku jen s několika osobními drobnostmi. [1]

Důsledkem kolektivizace do velkých celků bylo vytvoření velkých půdních celků, rozorání mezí, rušení remízků, větrolamů, odvodňování podmáčených pozemků. Lidé nehosподаřili na svém, ztratili tím vztah k půdě. Na zemědělství se začalo pohlížet jako na průmysl. Honba za maximálními zisky – výnosy, soutěže mezi jednotlivými podniky o nejvyšší výnosy měly za následek neúměrné hnojení průmyslovými hnojivy, která se vyplavují do podzemních vod a mají také negativní vliv na půdní strukturu. [1,2]

S vývojem techniky souvisí používané stroje v zemědělství, které se postupně vyvíjí od jednoduchého ručního náradí přes větší náradí za koně až po složité strojní celky používané v dnešní době. Jako energetický prostředek sloužil od nepaměti sám rolník. Postupem času si svoji práci na polích ulehčoval pomocí zvířat - volů, krav a koní. Po spojení do velkých celků bylo potřeba změnit i stroje pracující na poli. Od malých zemědělských traktorů až po velké těžké zemědělské tahače. [1,2]

Používání velkých zemědělských strojů s nevhodnými pneumatikami a při nevhodné vlhkosti půdy má za následek utužení půdy. Toto utužení narůstá po dobu několika desítek let. V dnešní době se uvádí, že přibližně 45% zemědělské půdy je utuženo. Utužení je způsobeno i nadměrným pojezdem strojů po pozemku. U některých plodin je zcela běžné, že od sklizně předplodiny po další sklizeň se na pozemek vjede až 15x. Množství přejezdů a způsob přejezdu je závislé na druhu kulturní plodiny, způsobu zpracování půdy a použitém stroji. [1,2,3]

V dnešním zemědělství se začínají objevovat začátky precizního zemědělství. Dost výrobců techniky se snaží dělat pásové jednoty, které rozkládají hmotnost stroje na velkou plochu, a tím se snižuje tlak na půdu. Používání GPS navigací dost usnadňuje kontrolovaný pohyb po pozemku bez zbytečného překrytí záběru strojů a zbytečných přejezdů. Další významná novinka v oblasti pojezdu po pozemku je plánování trvalých kolejových řádků CTF. Lze ho plánovat v programu OptiTrail. Tento program umožňuje vybrat neoptimálnější linie po pozemku pro jeho přejezd. Jako další významný počín při redukci přejezdů a utužení je změna zpracování půdy. Při redukováném či žádném zpracování půdy se utužení a přejezdy minimalizují. [4]

S postoupnou změnou klimatických podmínek v České republice budou nuceni zemědělci změnit svoje zažitě postupy a metody, aby dokázali udržet svoje výnosy. V poslední době dochází ke střídání suchých a mokrých let. Srážky přicházejí v přívalech. Na tyto a mnoho dalších situací musí rolník reagovat. [3]

## 2 Literární přehled

### 2.1 Zemědělství

Zemědělství je název pro výrobu potravin a krmiv, nebo dalších produktů prostřednictvím pěstování rostlin a chovu hospodářských zvířat. Specifikem je sepětí s půdou. Zemědělství lze rozdělit na rostlinnou a živočišnou výrobu. Má nenahraditelnou funkci při tvorbě krajiny.[4]

Zemědělci hospodaří v České republice na 4 264 000 ha zemědělské půdy, jenž představuje 54 % celkové rozlohy státu. Na jednoho obyvatele republiky připadá 0,42 ha zemědělské půdy, z toho 0,30 ha půdy orné, což je přibližně evropský průměr. Přibližná třetina půdního fondu ČR připadá na lesní pozemky. Výměra orné půdy trvale klesá oproti pozemkům vedeným jako trvalé travní porosty, jejichž výměra naopak roste. Drtivá většina půdy je ve vlastnictví fyzických a právnických osob. V českém zemědělství mají 92 % zastoupení podniky nad 50 ha, které hospodaří na půdě mnoha pronajímatelů. Počet zaměstnanců pracujících v zemědělství neustále klesá. V dnešní době se pohybuje na hodnotě 2,9 % z celkového množství zaměstnaností v českém národním hospodářství. Velikost podniku určuje druh a velikost strojního vybavení.

Průměrná výměra na jednoho zemědělce činí 180 ha. Rostlinná výroba hospodaří na 3 626 794 ha. Komodity rostlinné výroby jsou uvedeny v tabulce 1. [5]

**Tabulka 1-Komodity rostlinné výroby [5]**

| <b>Komodity rostlinné výroby</b> | <b>Výměra [ha]</b> |
|----------------------------------|--------------------|
| Obilniny                         | 1 454 435          |
| Olejniny                         | 470 819            |
| Cukrovka                         | 61 161             |
| Brambory                         | 23 652             |
| Ovoce                            | 22 776             |
| Vinné hrozny                     | 15 667             |
| Chmel                            | 4 366              |
| Trvalé travní porosty            | 959 131            |

V tabulce 2 jsou uvedeny druhy chovaného dobytka s jejich počty v České republice.

**Tabulka 2-Počet kusů dobytka v ŽV [5]**

| <b>Druh dobytka</b> | <b>Počet kusů</b> |
|---------------------|-------------------|
| Skot                | 1 357 500         |
| Prasata             | 2 135 000         |
| Drůbež              | 24 285 000        |

### **2.1.1 Trendy v zemědělství**

V dnešní době se v zemědělství mluví o některých směrech, ze kterých lze vysledovat hlavní trendy vývoje techniky pro zemědělskou výrobu. Jsou to tyto trendy:

- precizní zemědělství,
- kvalita produkce,
- bezpečnost a pohodlí pracovníků,
- nové technické prostředky,
- nové technologie.

Důraz se klade na nové zákony, zejména na ty, které se týkají bezpečnosti a zdraví, kvality produktů a omezování intenzity znečišťování životního prostředí. To jsou hlavní kritéria, která povedou k budoucnosti zemědělské výroby, zemědělských strojů a povedou k účinným metodám respektujícím životní prostředí.[6,7]

### **2.1.2 Rostlinná a živočišná výroba**

Základní úloha rostlinné výroby spočívá v obhospodařování půdy k získávání rostlinných produktů. Hlavní předmět v rostlinné výrobě je půda. Ta není jen místem výroby, ale i výrobním prostředkem s vlastním biologickým potenciálem pro růst zemědělských plodin. Výměra zemědělského podniku zahrnuje půdu, na níž podnik sám hospodáří.

Hlavním předmětem živočišné výroby je výroba plnohodnotných živočišných produktů, výroba masa, mléka, vajec. Vedlejšími produkty jsou kůže, vlna, peří a sekrety, které se upotřebí v rostlinné výrobě. Intenzita chovu hospodářských zvířat

se měří objemem produkce na 1 ha zemědělské půdy. Důležitými měřítkem v živočišné výrobě je užítkovost hospodářských zvířat u dojnic například průměrná roční dojivost u 1 krávy. [4, 5]

## 2.2 Půda

Půda je neobnovitelným přírodním bohatstvím, charakteristickou složkou naší krajiny. Pro zemědělství je půda především stanovištěm pěstovaných rostlin, prostředkem k výrobě potravin rostlinného původu, krmiv pro hospodářská zvířata a surovinou pro nepotravinářské využití. Při hospodaření na půdě musí být v popředí zájem uchování úrodnosti půdy a jejich ekologických funkcí. [8]

Půda je samostatný přírodní útvar, který vzniká a vyvíjí se z povrchových zvětralin zemské kůry působením půdotvorných faktorů a je schopen zajišťovat životní podmínky pro organismy, které v něm žijí. Půdu je třeba chápat jako část ekosystému, funkční celek, který zahrnuje živé organismy v jejich prostředí. Půda vzniká a vyvíjí se na styku vzájemným působením litosféry, biosféry, hydrosféry a činnosti člověka. [9]

Každý z nás ji může chápat rozdílně. Pro zemědělce je to základní výrobní prostředek, uplatňuje zde i ekonomické hledisko. Z pohledu geologa se jedná o zvětralou vrchní část zemské kůry, která je promíchána s organickými zbytky. Ekolog nahlíží na půdu jako na prostředí půdního edafonu s požadavky na energii a živiny, které se účastní základních koloběhů v přírodě. [8]

Půda není ostře oddělena od horniny, z které vznikla, ale liší se od ní. Je samostatnou částí přírody a její specifickou vlastností a charakteristickým znakem je úrodnost. Půda tvoří pedosféru, úzce souvisí s litosférou, biosférou a atmosférou. Je základním výrobním prostředkem, významnou součástí životního prostředí a nenahraditelným přírodním bohatstvím. Půda je třífázová, skládá se z pevné, kapalné a plynné fáze. Vzájemný poměr vody a vzduchu je dán zejména velikostí pórů, ve kterých je obsažen převážně vzduch a které umožňují rychlý průchod srážkové vody půdním profilem, a jemných kapilárních pórů, ve kterých je obsažena převážně voda pod vlivem kapilárních sil. [8,9]

Půda je živá, vyjadřuje to fakt, že jedna kávová lžička půdy může obsahovat 1,5 x více organismů, než kolik je lidské populace na světě. Půda se vytváří velmi pomalu. K tomuto procesu je nutná součinnost půdotvorného materiálu, zeměpisné polohy, klimatu a samozřejmě i organismů. Půda je označována za neobnovitelnou v dimenzích lidského života. Při každém zásahu si musíme uvědomovat vazby mezi půdou, půdními organismy a rostlinami i dopad lidské činnosti na stabilitu a kvalitu půdního prostředí.

V České republice bylo v roce 1995 4 280 900 hektarů zemědělské půdy. Z této výměry činí podíl orné půdy 73 %, to představuje vysoké zornění půdy. Česká republika se řadí ve stupni zornění na přední místa v Evropě: průměrný podíl orné půdy na zemědělské půdě je v zemích Evropské unie 52 %. S tím souvisí i nároky na zpracování půdy v našich podmínkách. Zpracování půdy představuje mechanické zásahy do půdy spojené s vysokou energetickou náročností, proto jsou technologie zpracování půdy předmětem snahy o snižování spotřeby pohonných hmot a snižování pracnosti, s čímž souvisejí příznivější náklady na jednotku produkce. [10]

V České republice připadá na jednoho obyvatele 0,40 ha zemědělské půdy, podíl orné půdy činí přibližně 0,3 ha na obyvatele. Tyto ukazatele nás řadí k průměru Evropy. Na území naší republiky dochází k neustálému úbytku zemědělské půdy přibližně 14 ha denně.

### **2.2.1 Zrnitostní složení půd**

Je dána zastoupením velikostních kategorií minerální složky půdy. Z hlediska vlastností je zvláště důležitá kategorie zrn menší než 0,01mm (jílnaté částice). Podle hmotnostního obsahu těchto částic se určují půdní druhy. Uvedené v následující tabulce. [8]

Důležitou klasifikační jednotkou je půdní typ. Typ půdy je dán vznikem půdy pod vlivem půdotvorných procesů v průběhu vývoje půdy. Půdní typ představuje půdy, které se vyvíjely za obdobných podmínek a mají srovnatelnou přirozenou úrodnost (černozem, hnědozem, illimerizovaná půda, rendzina, hnědá půda, nivní půda, lužní půda a další typy). [8,9]

**Tabulka 3-Druhy půd [8]**

| <b>Název druhu půdy</b> | <b>Obsah zrn menších než 0,01mm v %</b> | <b>Praktické označení</b> | <b>Základní vlastnosti půdy</b>   |
|-------------------------|---|---------------------------|---|
| Jíl                     | Nad 75%                                 | Velmi těžké půdy          | Půdy jsou za vlhka velmi vazké, po vyschnutí stmelené a tvrdé. V období sucha pukají a objevují se trhliny. Pro vzduch a vodu jsou nesnadno propustné, jsou studené, biologicky méně činné. |
| Jílovitá půda           | 60 -75                                  | Velmi těžké půdy          | Zpracovatelnost půdy je značně obtížná, za vlhka se mažou a nesnadno se zpracovává, za sucha se lámou pevné a tvrdé hroudy. Po promrznutí v hrubé brázdě jsou na jaře lépe zpracovatelné.   |
| Jílovito-hlinitá půdy   | 45 - 60                                 | Těžké půdy                | Půdy tuhé, lepkavé a uléhavé, za vlhka se mažou, za sucha tvrdnou. Biologicky jsou aktivnější než velmi těžké půdy. Zpracovatelnost je poměrně obtížná.. Za sucha se hroudy dají rozdrobit. |
| Písčito-jílnatá půda    | 30-45                                   | Středně těžké půdy        | Půdy se znatelnou převahou písčitých a jílnatých půdních částic s nízkým obsahem prachu. Mají zhoršené technologické vlastnosti, zejména zvýšenou lepkavost jako půdy těžké.                |
| Hlinitá půda            | 30 - 45                                 | Středně těžké půdy        | Půdy s převážným zastoupením jemných půdních částic a zanedbatelným podílem písčitých zrn. Přiměřená vododržnost a propustnost pro vodu prodlužuje období optimálního stavu vlhkosti.       |
| Písčito-hlinitá půda    | 20 - 30                                 |                           | Půdy s menším zastoupením jemných částic s hmatatelným obsahem písčitých zrn. Vyrovnaný podíl jílu a prachu, podstatná. Půdy dobře zpracovatelné  |
| Hlinito-písčitá půda    | 10 - 20                                 | Lehké až velmi lehké půdy | Půdy s převážně hrubých písčitých zrn, zanedbatelný podíl prachových částic. Vodě velmi snadno propustné. Velmi snadno zpracovatelné  |
| Písek                   | 0 - 10                                  | Lehké až velmi lehké půdy | Vyznačují se vysokým podílem hrubých písčitých zrn a malou soudržností. Velmi snadno zpracovatelné.   |



## 2.3 Kvalita půdy

Půda, voda a vzduch tvoří tři základní přírodní zdroje, na kterých závisí život. Půda zajišťuje živiny nutné pro růst rostlin, ty jsou základem ve výživě živočichů včetně člověka. Je ale také prostředím pro recyklaci a detoxikaci organických materiálů a koloběhy mnoha prvků. Zdravá půda je základním předpokladem pro růst a vývoj zdravých rostlin, živočichů i člověka. Historie nám, ale ukazuje mnoho špatných příkladů využívání půdy vedoucích k chudobě, podvýživě a živelným pohromám. [11]

Půda je nedílnou součástí ekosystémů, lesních i travinných ekosystémů. Je základem produktivity jak přirozených tak umělých ekosystémů, ovlivňuje ale i vodní a urbánní ekosystém. V ekosystémovém přístupu si musíme neustále uvědomovat interakci mezi živými a neživými složkami našeho prostředí, dynamickou a životně důležitou pro fungování terestrických ekosystémů a představuje jedinečnou vyrovnanost mezi životem a smrtí. Půda se však tvoří velice pomalu, asi 100 – 400 let je třeba na vytvoření jednoho centimetru. K půdotvornému procesu je nutná interakce půdotvorného materiálu, zeměpisné polohy, klimatu a samozřejmě i organismů. Půda je označována jako neobnovitelná v době jednoho lidského života. Při každém zásahu si musíme uvědomovat jednotlivé vazby mezi půdou, půdními organismy a rostlinami i dopad člověka na stabilitu a kvalitu půdního prostředí. [8,11]

### 2.2.1 Indikátory kvality

V praxi stojíme před otázkou, jak měřit a hodnotit kvalitu. Existují uznávané metody pro hodnocení kvality vody a ovzduší. Určení kritérií pro hodnocení půdy je velmi složité z důvodů její značné variability, heterogenity a probíhajících procesů. Vědci se snaží o navržení indexu kvality půdy, který by v sobě zahrnoval pochody půdního prostředí v čase. Nejprve je nutné zvolit vhodné indikátory kvality a zdraví, které musí:

- korelovat s procesy v ekosystému,
- integrovat fyzikální, chemické a biologické vlastnosti půd a procesy v nich probíhající a sloužit jako základní vstup potřebný k odhadu půdních vlastností nebo funkcí, které je těžké měřit přímo,

-být lehce použitelné v polních podmínkách a zvládnutelné jak specialisty, tak uživateli,

-být citlivé ke změnám v hospodaření a klimatu. [9]

Mezi indikátory kvality můžeme zařadit například charakteristiky:

-fyzikální – textura, hloubka půdy, vodivost, retenční a maximální vodní kapacita, objemová hmotnost, pórovitost, struktura

-chemické nebo fyzikálně chemické- obsah a kvalita humusu, obsah celkového dusíku, kationtová výměnná kapacita, pH, vodivost, obsah živin, nasycenost sorpčního komplexu a hygienické parametry s ohledem na rizikové prvky a organické kontaminanty.

- biologické – C, N biomasy mikroorganismů, potenciálně mineralizovaný N, kvalita půdních enzymů

Ne každý měřený parametr má vztah ke všem funkcím půdy.

Hodnocení kvality musí být holistické a musí zahrnovat všechny části půdního systému a ne se omezovat na fungování pouze určité části. Již to je značně náročné, pokud k tomu přidáme požadavek, aby tyto metody byly zvládnutelné co nejširším spektrem pracovníků, zejména těmi, kteří obhospodařují pozemky, jedná se o velmi složitý úkol. [10]

## 2.4 Prostorové uspořádání půdní hmoty

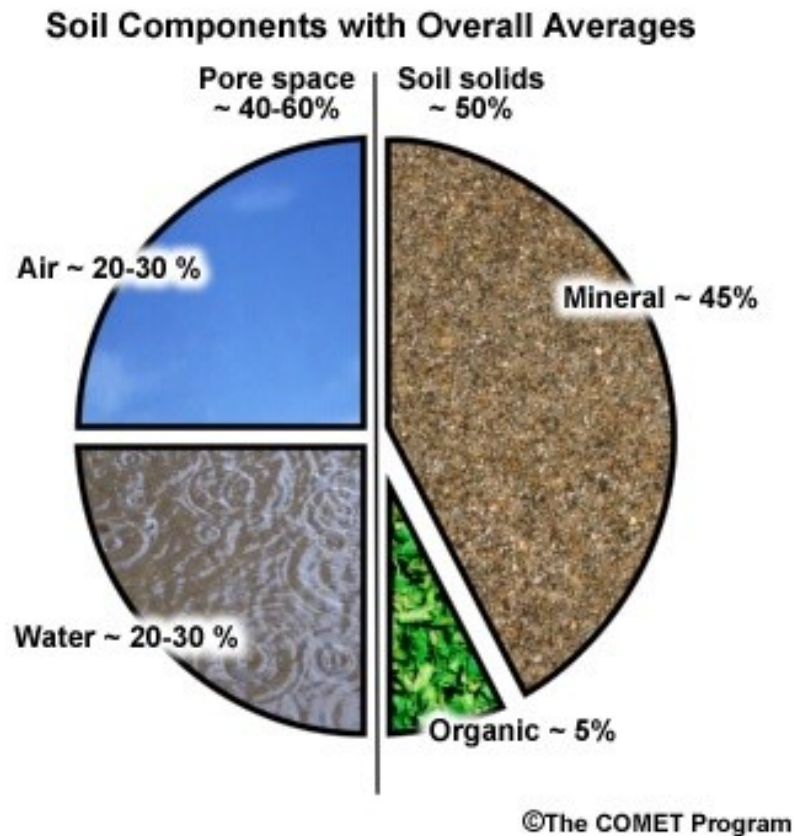
Mezi pevnými částicemi půdy a jejich shluky jsou póry různé velikosti.

Půdní póry umožňují zakořeňování rostlin a existenci půdních mikroorganismů.

**Kapilární póry** umožňují pohyb vody vzlínáním proti směru působením gravitace, na druhé straně zpomalují pohyb srážkové vody směrem do hloubky. V kapilárních pórech probíhá většina vnitropůdních reakcí.

**Nekapilární póry** propouští snadno srážkovou vodu do spodních vrstev půdy. Nekapilární póry jsou důležité pro výměnu vzduchu v půdě. Půda se tím obohacuje o kyslík a zbavuje se přebytečného oxidu uhličitého. [8]

Složení půdy je znázorněno na následujícím obrázku 1.



Obrázek 1-Složení půd [15]

Celkový objem půdních pórů se nazývá pórovitost půdy, udává se v procentech objemu. Je to procentuální vyjádření objemu pórů z celého objemu půdního vzorku, odebraného do speciálních válečků bez prostorového porušení půdní hmoty nakypřením nebo stlačením. Mechanické operace při zpracování půdy pórovitost mění. Kypřením se pórovitost zvětšuje, především se zvyšuje podíl nekapilárních pórů, utužováním půdy (použití válců, půdních pěchů) se pórovitost zmenšuje. Při ideálním zastoupení kapilárních i nekapilárních pórů v půdě jsou příznivé podmínky pro vodní a vzdušný režim půdy a pro pěstování rostlin. Pórovitost v ornici se pohybuje v rozmezí 40 – 60 %, v podorničí je nižší. [8]

Pro vyjádření úrovně nakypření nebo utužení půdy se používají i další ukazatele, k nejvýznamnějším patří objemová hmotnost půdy. U neporušených vzorků je zjišťuje hmotnost půdy po vysušení na konstantní hmotnost. Označována jako objemová hmotnost redukováná. Jsou známy kritické hodnoty pórovitosti a objemové hmotnosti z hlediska zhutnění půdy uvedené v následující tabulce 4.

**Tabulka 4-Hodnoty pórovitosti a objemové hmotnosti [8]**

| <b>Kritická vlastnost</b>                             | <b>Půdní druh (obsah částic menších než 0,01 mm v %)</b> |   |                      |                                |                                |                  |
|---|--|---|----------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|
|   | Jíl<br>>75 %   | Jílovitá až jílovito-hlinitá<br>75 – 45 % | Hlinitá<br>45 – 30 % | Písčito – hlinitá<br>30 – 20 % | Hlinito – písčité<br>20 – 10 % | Písčité<br><10 % |
| <b>Pórovitost (% obj.)</b>                            | 48   | 47  | 45                   | 42                             | 40                             | 30               |
| <b>Objem. hmotnost redukována (g.cm<sup>-3</sup>)</b> | 1,35   | 1,40                                      | 1,45                 | 1,44                           | 1,60                           | 1,70             |

Významnou půdní vlastností je struktura půdy. Je dána schopností půdy spojovat půdní částice a vytvářet strukturální agregáty. Nejlepší je struktura drobtovitá s velikostí drobtů do 10 mm. Půdní struktura významně ovlivňuje úrodnost půdy a určuje kvalitu vztahů mezi vodou, rostlinami, vzduchem v půdě a živinami. Druh zpracování půdy a hnojení významně ovlivňují strukturní stav půdy. Je třeba se vyhnout zpracování půdy při nepříznivých vlhkostech půdy. Zpracování za vlhka je spojeno s poškozováním struktury stejně jako při nadměrných přejezdech po půdě při vyšší vlhkosti. Avšak i při zpracování vyschlých půd dochází k poškozování půdní struktury. Při opakovaných zásazích předseťové přípravy dochází k rozprášení strukturních agregátů. [9]

## **2.5 Znehodnocení půdy**

V dávné minulosti začal člověk kácet lesy ve snaze obhospodařovat půdu pro získání potravy. Jak roste počet obyvatel, tak se setkáváme i s výraznějším vlivem znehodnocení půdy (zasolení, eroze). K nejvýraznějším problémům dochází především od 20. století v důsledku populační exploze. [8,9]

Pro tak velký rozvoj lidské populace musel člověk zasáhnout do přirozených lesů a travinných ekosystémů a zvýšil intenzitu pěstování plodin. Oba tyto zásahy se projeví i v kvalitě půdy.

Na znehodnocení půdy se nepodílí pouze zemědělství, je ovlivněno i jinými odvětvími (lesnictví, vodní hospodářství, průmysl, doprava, těžba, vojenská činnost).

Antropogenní vlivy člověka na půdu mohou být přímé - technogenní a nepřímé – netechnogenní.

Netechnogenní vliv člověka na půdu se projevuje přímou antropizací půdy a jejím znehodnocováním nevhodným mechanickým obděláváním, nadměrným hnojením, monokulturním pěstováním plodin, neadekvátním zavlažováním, hloubkovým rigolováním, nevhodným odvodněním, přejezdy těžkých mechanismů, melioračním vápněním, odstraněním půdy nebo jejím překrytím šterkem, betonem a asfaltem. [10]

Netechnogenní vliv znamená vliv deštěm, ovzduším, ledem, sněhem, podzemní vodou a jiným prostředím zprostředkovaným účinkem škodlivin vyprodukovaných činností člověka. Z nejvýznamnějších to jsou průmyslové emise, exhaláty, a polutanty, které jako imise intoxikují půdu. Kyselý déšť je antropogenní činitel. [10]

Znehodnocení půdy se projevuje zhoršením jejích znaků a vlastností, které jsou shrnuty v následující tabulce 5.

**Tabulka 5-Znaky a vlastností znehodnocené půdy[10]**

| <b>Skupiny</b> | <b>Individuální znaky</b>   |
|----------------|---|
| Fyzikální      | Zhutněná, erozně destruovaná, vysušená, zamokřená, narušená sesuvy        |
| Chemické       | Okyselená, alkalizovaná, zasolená, vyluhovaná,                            |
| Biologické     | Infikovaná, sterilizovaná, ochuzená o humus, se značným obsahem dusičnanů |

Znak znehodnocení vyjadřuje změnu konkrétní fyzikální, chemické nebo biologické hodnoty půdy. Zhutnění je zvýšení objemové hmotnosti půdy, okyselování je snížení hodnoty pH půdy. Kyselost půdy jako půdní vlastnost není znakem znehodnocení půdy, pokud se jedná o původní, přirozenou kyselost půdy.

### 2.5.1 Stav půdy na pozemku

Při posuzování stavu půdy jsou známy jednoduché polní metody a pozorování, ke kterým není nutné využívat pracné laboratorní rozборы půdy. Přítomnost zhutněných vrstev lze zjistit pozorováním v časném jaru podle postupného osychání povrchu půdy, je-li pozemek bez porostu před začátkem jarních prací k jarním plodinám nebo je na pozemku nepřilíš hustý porost ozimé plodiny. Je doporučeno zmapovat místa na pozemku s opožděným vysycháním, případně se stojící povrchovou vodou, a v dalším období určit příčiny těchto anomálií, například pomocí tyčového penetrometru. [11]

Včetně snížení výnosů na zamokřených místech způsobuje další ztráty oddalování setí na pozemku, popřípadě komplikace s dělením pozemku pro přípravu a setí. [12]

Pro orientační posouzení půdního profilu do hloubky 1m využíváme sondovací tyč.

K dobrému posouzení strukturálního stavu půdy lze použít rýčovou zkoušku. Vyzvedneme z ornice rýčem kvádr zeminy, po jeho uložení na povrch půdy posoudíme vlhkost, prokypření a intenzitu činnosti půdních živočichů. Větší počet otvorů po žížalách je příznivý ukazatel úrodnosti půdy. Na závěr zdvihneme rýčem kvádr zeminy a pustíme jej z výšky 1 m na podložku. Touto zkouškou zjistíme momentální zpracovatelnost půdy. Při příznivé vlhkosti pro zpracování je půda drobivá, snadno se rozpadá na hrudky různé velikosti. Dále můžeme posoudit charakter strukturálních agregátů v půdě. [11,15]

Na následujícím obrázku 2 je jasně vidět utužené místo, kde dochází k akumulaci vody.



**Obrázek 2-Stagnující voda na utuženém pozemku**

## 2.5 Utužení půdy

Je vážným poškozením půdy, při kterém se snižuje její objem a pórovitost, prostor pro vzduch a vodu. Odhaduje se, že v Evropě je utuženo 33 milionů hektarů. V České republice je zhutněním ohroženo 45 % zemědělských půd, z toho 15 % je genetické zhutnění dané přirozenými parametry těžkých půd. Největší problémy přitom vznikají v řepařské výrobní oblasti.[10]

Antropogenní utužení vzniká v důsledku působení těžkých mechanizačních prostředků na půdu. Tlak větší než 80 kPa je škodlivý, tlaky do 150 kPa poškozují slabě podorničí. Tlaky nad 150 kPa poškozují jak ornici, tak podorničí. Standardně používané mechanické prostředky, pohybující se po pozemcích, mají tlaky v rozmezí 200 kPa až 500 kPa, působí do hloubky 0,5 m. Významné jsou opakované přejezdy, působící významné problémy zejména při pěstování cukrové řepy. Při těchto přejezdech se zhutnění soustředí a působí do hloubky.[9]

Nejméně odolné utužení jsou těžké půdy, které představují v ČR 8,2 % zemědělského půdního fondu. Nejvíce se nachází v severních Čechách a na jižní Moravě.

Příčinou významného utužení je intenzivní pěstování plodin, hnojení vysokými dávkami minerálních hnojiv, pohybem těžké mechanizace a zpracováním půdy při nevhodných vláhových poměrech.

Negativní důsledky půdního utužení:

- Na utužených půdách klesá infiltrace vody. To znamená, že půda dokáže pojmout menší množství srážek. Tím se zvětšuje povrchový odtok vody, který má za následek vodní erozi.

- Půdy ohrožené utužením mají menší objem pórů, to znamená méně vody, vzduchu a živin pro rostlinu. Rostliny mají problém s prokořeněním, které je jasně vidět na pozemcích, kde je výrazně utuženo plužní dno.

- Utužené půdy mají nižší výnosy, uvádí se pokles o 25 – 75 % produkce. Obdělávání těchto půd je finančně náročnější. Vyšší náklady jsou spojené s opotřebením dílů, zvýšenou spotřebou pohonných hmot.

- V důsledku zmenšení obsahu vzduchu v půdě je významně omezen život v půdě, což se projevuje sníženou biologickou aktivitou a menším uvolňováním živin pro rostlinu. Důsledkem nedostatku vzduchu v půdě dochází k denitrifikaci, tím ke ztrátám dusíku.[16]

Pro vyhodnocení míry utužení se často používá hodnoty redukované hmotnosti půdy nebo její pórovitosti. Rostlinnou výrobu lze provozovat na půdách do hodnoty  $1,8 \text{ t}\cdot\text{m}^{-3}$ . Zhutnění lze měřit penetrem. Penetrometrický odpor je odpor vznikající proti vnikání kovového kužele o předepsaných hodnotách do půdy při rovnoměrném pohybu. Problém utužení vyžaduje celkový pohled na tuto problematiku a jeho řešení. Každý pohyb techniky, každá operace vyvolá v zemi určitou reakci. Z obrázku 3 je patrný rozsah degradace půdy při nadměrném pohybu techniky při nevhodných vláhových podmínkách. [16]



Obrázek 3-Zdevastovaná půda zemědělskou technikou

### 2.5.1 Omezení utužení půdy

Častým důsledkem předchozího utužení je nutnost opakování operací předseťové přípravy půdy k ozimům, zvláště na těžších půdách. V utužené půdě se objevuje při orbě zvýšená tvorba hrud.[15,17]

Charakteristickým znakem zhutnění je omezené vsakování srážkové vody do půdy. To mimo jiné způsobuje, že se nelze vyhnout přejezdům po pozemcích i při nadměrné půdní vlhkosti, čímž se utužení dále stupňuje. Nejzávažnější příčinou utužení jsou technologické postupy v rostlinné výrobě spojené s častými přejezdy mechanizačních prostředků po pozemcích, především když se přejíždí půda při vyšší půdní vlhkosti. Technologická doprava patří také mezi významné příčiny utužení. Avšak půda je zhutňována nejen působením pojezdových ústrojí traktorů, dopravních



prostředků a dalších strojů. Při orbě za vlhka se zhutňuje vrstva půdy bezprostředně pod dnem brázdy. Na utužení se podílí i další vlivy:

- nedostatečné hnojení organickými hnojivy,
- nízké zastoupení strukturotvorných víceletých píceň,
- aplikace kejdy a digestátu s nízkým obsahem sušiny.

Existují i další vlivy, které poškozují půdní strukturu. Negativně se projevuje také nadměrné zvětšování pozemků a tím zvýšené nároky na technologickou dopravu po pozemku.[16,17]

S rostoucí půdní vlhkostí klesá odolnost půdy vůči tlakům vyvozených mechanizačními prostředky na půdu. Velmi nízkou odolnost vůči utužení má kyprá a vlhká půda při jarním předseťovém zpracování půdy a setí, kdy přejezdy způsobují zhutňování ornice a podorničí, což nepříznivě ovlivňuje pěstovanou plodinu po celou vegetační dobu.

Plošný rozsah utužení často uniká pozornosti, neboť při předseťové přípravě půdy jsou vzniklé koleje zahrnuty zeminou, vzniklé utužení však přetrvává. [16,17,18]

### **2.5.2 Ochrana před utužením**

Jsou známy obecné zásady, které mohou významně přispět k ochraně půdy před utužením:

- Přejezdy před orbou nebo jiným hlubším zpracováním půdy jsou méně škodlivé než přejezdy po těchto operacích, zvláště při vyšší půdní vlhkosti.
- Přejezdy na jaře je třeba omezit na nezbytné minimum. Z tohoto důvodu je důležité spojování operací předseťové přípravy nebo přesunutí některých operací z jara na podzim předchozího roku. [15,16]
- Vyžívat sklízecí stroje se zásobníkem a nízkotlakými pneumatikami, které zhutňují ornici a podorničí podstatně méně než odvozní prostředky určené pro dopravu po pevných komunikacích.
- Při přejezdech volit opakovanou stopu, než při každém přejezdu volit jinou stopu. Nárůst zhutnění při opakovaném přejezdu se snižuje. Největší utužení způsobuje první přejezd po půdě, činí až 80%.

-Při vyšší půdní vlhkosti je nutné odpovědně zvážit nezbytnost pojezdu po pozemku. Utužení je možno omezit řadou opatření, která by se měla vzájemně doplňovat. Přínosem pro ochranu půdy před zhutněním jsou půdoochranné technologie zpracování půdy. Tyto postupy významně přispívají ke zvýšení odolnosti proti utužování především tím, že se redukuje hloubka zpracování a intenzita kypření půdy.[12,15]

Ke zvýšení odolnosti proti utužení přispívají opatření, kterými se zlepšuje půdní struktura. Patří sem dostatečné organické hnojení, zásobování půdy strukturotvornými látkami. Vhodné je používat meziplodiny pro zelené hnojení. Pro půdní strukturu je důležitá přítomnost sloučenin vápníku v půdě, proto se vápnění kyselých půd kladně projevuje na struktuře půdy.

K prevenci utužení se využívá řady technických a konstrukčních řešení mobilních prostředků pohybujících se po pozemku. Je to především používání širokoprofilových pneumatik, umožňujících rozložit hmotnost stroje na větší plochu, a tím snížit měrný tlak na půdu. Nízkotlaké pneumatiky lze použít při zpracování půdy před setím, kdy se ujíždí nakypřená půda. Další možností je použití zdvojených či ztrojených kol, tato varianta je nejlevnějším řešením této oblasti. U výkonných mobilních dopravních prostředků se používají pásové pojezdové jednotky.

Zhutňování půdy zemědělskou technikou se nelze úplně vyhnout. Kromě měrného tlaku na půdu rozhoduje o stupni stlačení půdy zatížení jednotlivých náprav. V odborných publikacích se dočteme o mezní hodnotě 6 tun připadající na jednu nápravu. Prvořadné při omezování nežádoucího utužení jsou preventivní metody. Nápravy utužení mechanickými zásahy jsou energeticky i finančně velmi náročné, efekt nakypření může rychle pominout, pokud se dostatečně nevěnujeme ochraně před utužením [8,11].

Významné nápravné opatření při utužení má hlubší zpracování půdy. Orbou a kypřením jsou sice odstraněny hlavní příznaky utužení ornice, musí však být prováděny při vhodných vláhových poměrech půdy. Závažnější utužení je však pozorováno v podorničí. Při běžném zpracování do této hloubky pracovní orgány strojů nedosáhnou. Většinou se setkáváme s utužením dna brázdy při provádění klasické orby. Při orbě lze namontovat podrývací tělesa, která utužený horizont nakypří. Podmínkou rozrušení utuženého podbrázdí je příznivá vlhkost půdy, musí být ve zpracovávané vrstvě drobivá. Při vyšší vlhkosti půdy dochází k plastickým deformacím půdy, které mohou stav ještě zhoršit. Zhutněné podorničí v některých

případech dosahuje do hloubky 40 cm. K jeho provzdušnění se používají dlátové kypřiče, které půdu neobrací, nevynáší zeminu z podorničí na povrch. Hloubkové meliorační kypření, které se provádí do hloubky větší než 60 cm, je energeticky velice náročné. Hloubkové kypření zlepšuje fyzikální vlastnosti půd. Zlepšuje odvádění srážkové vody do půdního profilu.[10]

## **2.6 Zpracování půdy**

Je důležité zvolit nejvhodnější zpracování po založení porostu jednotlivých polních plodin s ohledem na půdní podmínky, stav půdy, počasí a další určující faktory, mezi nimiž jsou náklady na zpracování půdy. Současné známé metody a nabídka strojů umožňuje přizpůsobit zvolené technologie zpracování půdy přírodním a ekonomickým podmínkám zemědělce. Jsou známy následující druhy zpracování půdy. [11]

### **2.6.1 Konvenční zpracování půdy**

Konvenční zpracování v našich podmínkách znamená každoroční obracení ornice radličným pluhem. Jde o tradiční postupy založené na využívání časového odstupu mezi jednotlivými operacemi zpracování půdy k plnění agrotechnickým požadavků na zpracování (potlačení plevelů, dostatečně přirozené slehávání půdy v době mezi orbou a setím).

Konvenční zpracování s orbou jako stěžejní operací je dlouhodobě ověřeno. Orba zajišťuje „čistý stůl“, představuje generální úklid, zapravení rostlinných zbytků předplodiny i vyrostlé hmoty meziplodiny. Zaklopením vzešlých plevelů, vzešlého výdrolu, se připraví podmínky pro bezproblémové setí. Orba za nepříznivých podmínek je spojena s vysokou spotřebou nafty a ztrátou času, což představuje růst nákladů. Při orbě za vlhka se zhutňuje dno brázdy, a to přispívá k tvorbě hrud utužené vrstvy. Zaklopení rostlinných zbytků do půdy zvyšuje riziko eroze. Konvenční zpracování není pouze orba. Ihned po sklizni předplodiny následuje podmítka. Ta rozrušením povrchu zamezuje nadměrnému výparu půdní vláhy. Navíc zapravuje výdrol plodin do země a umožňuje mu tím lepší vzcházení.

Po orbě následuje smykování většinou spojené s vláčením. Tento zásah urovná pozemek, zamezí nadbytečnému výparu vody a rozruší půdní škraloup, který

může vzniknout na povrchu pozemku. Provádí se většinou brzy na jaře záhy po tom, co pole oschne a je vhodné k zásahu.[11]

Další zásah může představovat válení. Probíhá po smykování a vláčení. Válení se polními vály různé konstrukce. Válení rozdrťí hroudy. Většinou se používá po letní orbě k ozimům. Následuje příprava kompaktořů a kombinátory, které v sobě spojují při jednom přejezdu několik operací; urovnání, kypření, drcení hrud, příprava seťového lůžka. Jako poslední následuje setí plodiny. Setí má za úkol dopravit v předem definovaném počtu do předem dané hloubky osivo plodiny, kterému bylo předchozími operacemi připravené vhodné prostředí pro jeho vzcházení. Osivo je ukládáno do seťového lůžka a přiklopeno kyprou zeminou a následně utuženo.

Konvenční způsob zpracování je dlouhodobě ověřen a jeho využívání je motivováno výnosovou jistotou i při méně příznivém počasí. [11,12]

### **2.6.2 Minimalizační technologie**

Minimalizační technologie je v dnešní době považována za významnou alternativu konvenčního zpracování založeného na orbě. Zpracování bez orby je známo již několik desítek let, avšak u nás se nejvíce začala rozšiřovat až po roce 1990. Důvodem bylo snižování výrobních nákladů, výkonná technika a účinné herbicidy. Nejvíce je bezorebná technologie rozšířená v Severní Americe, kde jsou nízké státní dotace, drahá pracovní síla, silná konkurence a problémy s erozí. [11,25] Minimalizační technologie nahrazuje klasickou orbu s obracením skývy. Kypřením pomocí kypřících dlát, které půdu rozrušují, ale neobrací skývu. Po kypření následuje příprava půdy bez nutnosti smykování a vláčení. Dochází k velké redukci pojezdu a spotřeby pohonných hmot. Negativní vlastností minimalizačního zpracování je vyšší spotřeba herbicidů a nutnost použít výkonné tažné prostředky. [12,18]

### **2.6.3 Strip – Tillage**

Jedná se o metodu půdoochranného zpracování půdy. Základem jsou zpracované pásy půdy, do kterých se následně jenom seje. Tato metoda se uplatňuje zejména u širokořádkových plodin (kukuřice, slunečnice, cukrovka). Zpracovaný pruh půdy se nejdříve vyčistí od posklizňových zbytků, poté následuje prokypření do hloubky 30 cm, uložení hnojiva v podobě minerálních hnojiv. Následuje upravení

šířky pásku a jako konečná operace je drcení hrud a utužení zpracovaného pásku. [19,20,21]

Při podzimní přípravě půdy je zpracování nastaveno tak, aby stroj dělal hrůbek, který během zimy vymrzne a slehne. Při jarní přípravě se zpracovává pouze pásek bez vytváření hrůbku. Na jaře se zpracovává povětšinou půda s vymrzlou meziplodinou.[13,19] Metoda je vidět na následujícím obrázku 4.



Obrázek 4-Zpracování půdy Strip-Tillage

#### 2.6.4 No -Tillage

Jak již název této technologie napovídá „bez zpracování“. Tato metoda je založena pouze na zasetí bez jakéhokoliv předchozího zpracování půdy. Pro tuto technologii musí mít půda dobrou strukturu. Netužená dostatečně provzdušněná s dobrými vláhovými poměry. [11,21]

Sejí se většinou plodiny jako kukuřice, řepka, slunečnice. Setí probíhá do strniště předchozí plodiny, do mulče předplodiny nebo přímo do meziplodiny. Setí se provádí speciálními diskovými secími stroji určenými pro tuto metodu.[20,21]

Kukuřice zasetá touto metodou je vidět na následujícím obrázku 5.



Obrázek 5-Kukuřice zasetá metodou No-Tillage

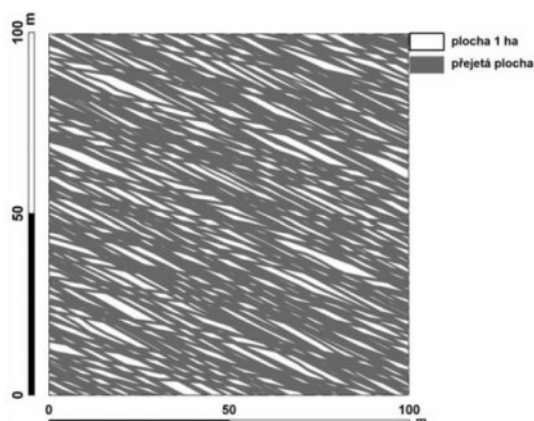
## 2.7 Pohyb techniky po pozemku

Při pěstování plodin na pozemku musíme provádět nutné operace pro úspěšný vývoj rostliny a požadovaný výnos plodiny. Všechny operace, které provádíme, umožňují rostlině správný růst, chráníme rostlinu před škůdci a houbami, dodáváme jí živiny a minerály. Avšak každá operace má za následek další utužení půdy. [28,32]

Operace na sebe navzájem navazují, jinak by rostlina nemohla růst. Jednotlivé operace na sebe navazují technologicky, ne však svým pracovním záběrem. Pluh má malý záběr, počet přejezdů je značný, naopak postřikovač má velký záběr, počet přejezdů je minimální, avšak opakovaně se pohybuje v kolejových řádcích, kde je zase značné utužení. Toto se děje při veškerých operacích na poli. Veškeré operace zanechávají na pozemku stopy. Navíc při absenci používání GPS navigace dochází k překrývání záběru strojů. Čím větší záběr stroje tím větší překrytí. [22,23,31]

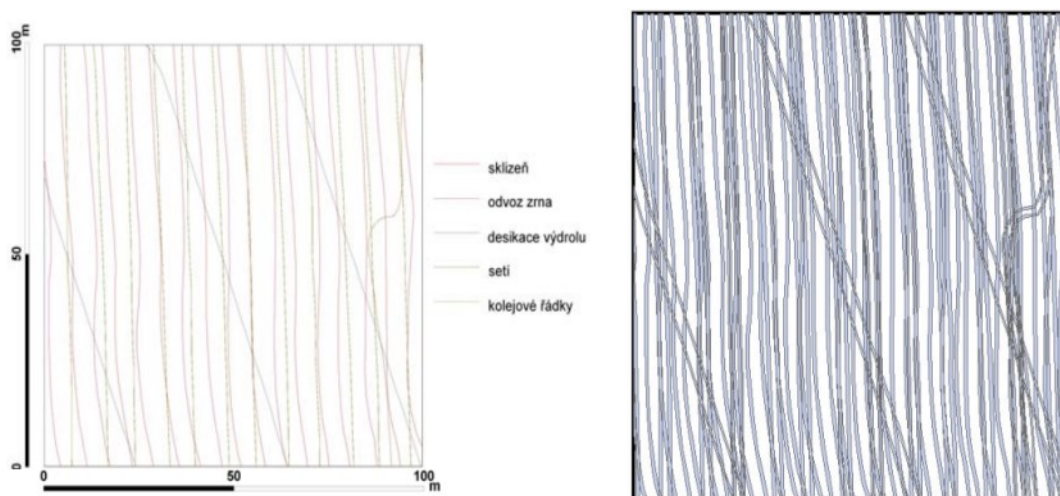
ČZU v Praze prováděla pokus, při němž pracovníci sledovali v průběhu celé sezóny pohyb strojů na vybraném pozemku. Byla sledována trajektorie pohybu, rozchod kol techniky a jednotlivé rozměry pneumatik. Na základě těchto údajů byla vypočítána ujetá plocha.

Pro názornost a přehlednost byl vybrán čtverec o ploše 1 ha. [27,32] Znázorněny na následujícím obrázku 6



**Obrázek 6-Přejetá plocha při klasickém zpracování [27]**

Při minimalizačním zpracování půdy, intenzita přejezdu představuje 64 % oproti konvenčnímu zpracování je zde pokles o 22%. Významnou roli v měření hraje plodina, která byla na pozemku. Ve vyobrazeném případě se jedná o pšenici ozimou. Následující obrázek 7 představuje metodu „No-Tillage“ přímé setí.



**Obrázek 7-Metoda No-Tillage trajektorie pohybu a přejetá plocha [30]**

Při tomto druhu zpracování bylo docíleno snížení intenzity přejezdu na 30%. Tato metoda zpracování však nelze volit všude, jsou zde kladeny vysoké nároky na stav půdy.[27,28]

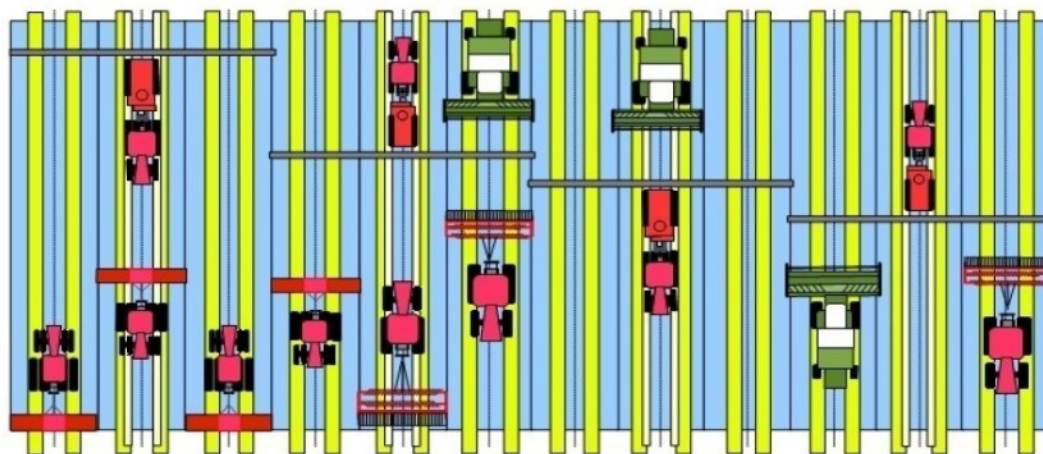
### 2.7.1 Řízený pohyb po pozemku CTF

Přejezdy jsou v dnešním zemědělství nevyhnutelné. Opakované a nejvíce intenzivní jsou přejezdy na souvracích pozemků, kde se jízdí soupravy otáčejí. Dochází zde k překládání osiva, hnojiva a komodit.[24,26,33]

Způsob jak omezit přejezdy po poli a tím omezit způsobené utužení je „Controlled traffic farming“. Tato technologie představuje řízený pohyb po pozemku, kdy jsou vyhrazené řádky pro kolejové stopy techniky na pozemku, a zbytek produkční plochy je bez vlivů pojezdových ústrojí. Při zavádění této technologie je nutné sjednotit rozchody kol (pásů) strojů pohybujících se po pozemku. Nutností je vybavení veškeré techniky GPS navigací s automatickým řízením a korekčním signálem RTK.[28,29]

Pro zavedení CTF je nutno si zvolit modul záběru jednotlivých strojů dle podmínek, kde má být technologie zavedena. Při zavádění je nutná technologická kázeň a kvalita pracovních operací. Je nezbytné, aby plevy a sláma byly rozmetány v celém záběru sklízecí mlátičky, protože při následném zpracování není možná jízda na šikmo na směr sklízecích mlátiček. V provozních podmínkách České republiky je reálný modul záběru pracovních strojů 6, 8, 9, 12m. Tento systém u nás využívá 5 podniků s modulem záběru strojů 9 a 12m.[29,32]

Celý princip jednotlivých operací a jízd je možno vidět na následujícím obrázku 8.



Obrázek 8-Záběry strojů při jednotlivých operacích model CTF [27]



### **3 Cíl práce**

Cílem práce „Sledování pohybu strojů a vliv na utužení“ je pozorování strojů pohybujících se po vybraném pozemku, při různých způsobech zpracování půdy a různých pohybech po pozemku. Dalším cílem jsou všeobecné informace o podniku, ve kterém jsou soupravy provozovány. Jedná se především o přehled rostlinné a živočišné výroby a další specifické informace pro daný podnik. Dále pak popis jednotlivých pracovních operací a strojů.

## 4 Metodika práce

Celé měření bude probíhat v průběhu dvou let na vybraném pozemku v podniku Rolnická společnost Lesonice a.s., člen skupiny ADW. Na tomto pozemku bude po oba roky pěstována kukuřice setá na siláž. Během dvou sledovaných let bude prováděno odlišné zpracování půdy a plánovaný pohyb po pozemku.

Rok 2015 - minimalizační technologie zpracování půdy

Rok 2016 - zpracování půdy metodou Strip-Till, plánovaným pohybem po pozemku

### **Hlavními kritérii pro hodnocení budou následující hodnoty:**

- hmotnost stroje,
- kontaktní plocha,
- kontaktní tlak,
- ujetá dráha po pozemku,
- přejetá plocha.

Jako další kritéria při hodnocení budou sloužit:

- přehled jednotlivých operací,
- výnos kukuřičné siláže.

Pro rok 2016 bude vytvořena trajektorie pohybu po pozemku v programu opti-trail.cz. Veškerý pohyb po pozemku bude probíhat v jedné linii, stroje budou mít sjednoceny záběry.

### **4.1 Sběr informací a dat**

Data a informace budou sbírány přímo v podniku zemědělské prvovýroby. Je nutný přístup k interním dokumentům. Poskytnutí informací je nezbytné pro sledování pohybu po pozemku.

Další informace získám přímo na pozemku a měřením v terénu. Jedná se především o přehled operací na pozemku, kontaktní plochu jednotlivých strojů a celkový pohled na dané technologie zpracování půdy.

## 4.2 Charakteristika

**Podnik bude charakterizován dle následující kritérii:**

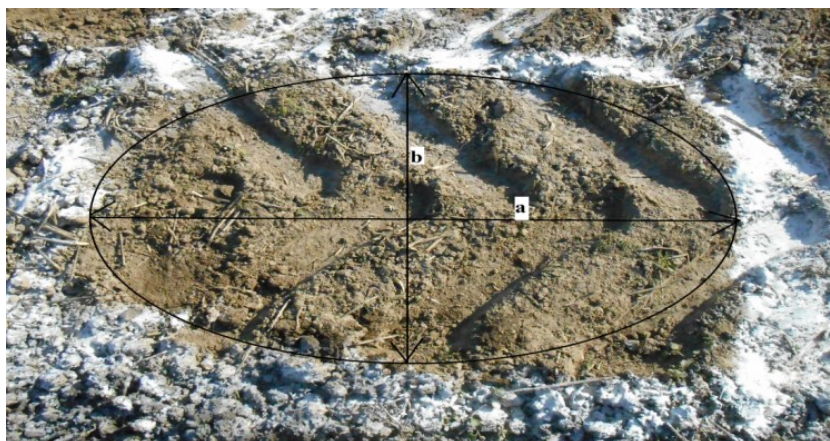
- rok vzniku,
- právní forma,
- struktura podniku,
- místo hospodaření,
- zaměření výroby,
- strojový park,
- živočišná výroba,
- rostlinná výroba.

**Jednotlivé operace budou charakterizovány dle:**

- použité techniky,
- druhu práce,
- celkové hmotnosti,
- kontaktní plochy,
- kontaktního tlaku,
- ujeté dráhy,
- přejeté plochy.

## 4.3 Hodnocení měrného tlaku

Měrný tlak na půdu bude vypočítán z plochy styku pneumatiky  $S_p$ , který vypočteme pomocí vztahu, za využití rozměrů získaných provedením obtisku pneumatiky. Je názorně vidět na obrázku 9 i s rozměry a, b.



**Obrázek 9-Obtisk pneumatiky s vyznačením os**

Tohoto obtisku dosáhneme zastavením stroje na pozemku. Obvod styku s podložkou obsypeme signalizačním práškem. Po odjetí stroje změříme rozměry obtisku, čímž získáme rozměry  $a$  a  $b$ . Z nich bude vypočítána plocha styku  $S_p$  pomocí vztahu 1.

$$S_p = a * b * \pi \quad (1)$$

$S_p$  – plochy styku [m<sup>2</sup>],

$a$  - délka poloosy obtisku [m<sup>2</sup>],

$b$  - délka poloosy obtisku [m<sup>2</sup>].

Kontaktní tlak bude vypočítán ze síly připadající na jednu pneumatiku a styčné plochy pomocí vztahu 2.

$$p_k = \frac{F_n}{S_p} * 10^4 \quad (2)$$

$p_k$  – kontaktní tlak na podložku [kPa],

$F_n$  - síla připadající na pneumatiku [N],

$S_p$ - styčná plocha [m<sup>2</sup>].

Přejetá plocha bude vypočítána z ujeté dráhy a šířky pneumatiky vztahem 3.

$$S_{př} = l * b \quad (3)$$

$S_{př}$  – přejetá plocha [m<sup>2</sup>],

$l$ -dráha přejezdu po pozemku [m]

#### 4.4 Hodnocení řízeného pojezdu po pozemku

Pro hodnocení vhodnosti přejezdu po pozemku bude v systému Optitrail.cz navržena trajektorie pohybu. Tato linie bude nahrána do autopilotu jednotlivých strojů pohybujících se po pozemku a důsledně vyžadována po obsluhách strojů.

Veškerý pohyb strojů po pozemku bude řízen pomocí autopilotů a zaznamenáván pomocí GPS lokátoru v programu vidímte.cz. Následně tak bude možno porovnat rok 2015, kdy veškerý pohyb po pozemku bude nahodilý, závislý jen na usouzení

obsluhy, s rokem 2016, ve kterém bude veškerý pohyb dopředu naplánován. Hodnoty z jednotlivých let budou mezi sebou přehledně porovnány.

#### **4.5 Hodnocení jednotlivých operací**

V roce 2015 budou probíhat veškeré operace jako doposud, veškeré měřené hodnoty budou zaznamenány pro další porovnání s následujícím rokem. V roce 2016 dojde ke změně technologie zpracování půdy. Bude použita metoda Strip-Till, tím by mělo dojít k vynechání několika operací a sjednocení záběru jednotlivých strojů. Počet a druhy operací budou názorně seřazeny pro porovnání.

#### **4.6 Pozorované hodnoty při sklizni**

Ujetou vzdálenost odečtu z palubního počítače po každé směně a porovnáme se systémem vidimte.cz.

Sušina sklizené hmoty a výnosy budou získány z vážních deníků jednotlivých sklizní.

## 5 Vlastní vypracování

### 5.1 Charakteristika podniku

Vznik Rolnické společnosti Lesonice a.s. se datuje do roku 1996, kdy došlo k transformaci z JZD Lesonice, které bylo založeno již v roce 1950. Již od prvnopočátku se převážně soustředilo na zemědělskou prvovýrobu.

V roce 2007 se stala Rolnická společnost Lesonice a.s. součástí holdingu ADW. Ve skupině ADW se zemědělské prvovýrobě věnují kromě Rolnické společnosti Lesonice a.s. ještě Rolnická společnost Rokytnice a.s. a společnost ADW Farm. Veškeré strojní vybavení je soustředěno ve středisku v Lesonicích, všechny práce jsou řízeny z dispečinku v Lesonicích.

V současné době je Rolnická společnost Lesonice a.s. stabilní prosperující společnost. Společnost má široké spektrum činností od prvovýroby přes výrobu elektřiny až po služby zemědělcům spočívající ve zpracování půdy, setí a aplikace přípravků na ochranu a výživu rostlin. Ve společnosti pracuje 60 zaměstnanců na nejrůznějších pozicích. Skupina ADW obhospodařuje zemědělskou půdu o ploše přibližně 4000 ha.

Vizí společnosti je pohled do budoucnosti v zemědělství a péči o krajinu, ve které lidé hospodaří efektivně a šetrně s přírodou a jejími zdroji, aby byla zachována udržitelnost i pro další generace.

Rostlinná výroba se orientuje především na produkci obilnin a olejnin. Mezi hlavní plodiny v osevním postupu patří pšenice ozimá, řepka ozimá, kukuřice na siláž. Okrajově jsou pěstovány tyto plodiny: kukuřice na zrno, triticales jarní, žito ozimé, ječmen jarní, sója luštinatá, mák setý. Pro detekci a vývoj chorob rostlin jsou k dispozici dvě meteostanice v Lesonicích a Ivančicích. Pro hnojení jsou využívána hnojiva minerální, povětšinou dusíkatá a fosforečná, ale i organická, hnůj a digestát. Zpracování půdy je řešeno minimalizační technologií bez orby.

Jednotlivý výnosy za pozorované roky 2015 a 2016 jsou v následující tabulce 6.

**Tabulka 6-Výnosy komodit Rolnická společnost Lesonice**

| Plodina           | Výnos [t] |          |
|-------------------|-----------|----------|
|                   | Rok 2015  | Rok 2016 |
| Řepka ozimá       | 4,3       | 4,1      |
| Pšenice ozimá     | 8,2       | 7,9      |
| Hrách setý        | 4,3       | 4,2      |
| Žito siláž        | 35        | 30       |
| Kukuřice na siláž | 35        | 33       |

Živočišná výroba v Rolnické společnosti Lesonice a.s. je rozdělena na dva typy chovu.

**Konvenční chov** je zaměřen především na produkci mléka a hovězího masa. Mléčný skot je soustředěn ve středisku Lesonice. Je zde chováno přibližně 500 dojnic. Jedná se o české strakaté plemeno a holštýnský skot. Dochází k postupnému navyšování stavu. Výkrm býků je umístěn v obci Domamil, jsou zde ustájeni býci od 3 měsíců věku. Býci jsou poráženi ve věku 19 - 20 měsíců o váze 750 kg.

**Ekologický chov** je zaměřen na krávy bez tržní produkce mléka. Dobytek je umístěn v Chlístově, jenž je součástí Rolnické Společnosti Rokytnice a.s. na ploše 300 ha trvalých travních porostů v méně úrodné oblasti Vysočiny. Základní stádo čítá přibližně 100 ks skotu Aberdeen Angus. Zvířata jsou od jara do podzimu volně chována na pastvinách. Přes zimní období jsou ustájena na zimovišti, kde jsou krmena bio senem a senáží.

Rolnická společnost Lesonice a.s. vyrábí také elektřinu a teplo ve dvou bioplynových stanicích. První je umístěna ve středisku Lesonice, v provozu je od roku 2009, její výkon je 998 kW. Elektřina je dodávána do elektrické sítě. Vyprodukované odpadní teplo je dopravováno teplovodem do dojírny, administrativní budovy, objektu dílen a skladů. Druhá bioplynová stanice Krahulov je umístěna v areálu společnosti ADW Agro a.s. Stanice je v provozu od roku 2012, má celkový výkon 999 kW. Vyprodukovaný elektrický proud je dodáván do sítě. Odpadní teplo je ve formě páry využíváno pro výrobu hydrotermicky upravených

komodit a krmných směsí. Bioplynové stanice jsou alternativou pro využívání zemědělských komodit. Jako vstupní surovina je používán hnůj, který doplněn o siláž či senáž. Výroba je dvoustupňová s vedlejším produktem digestátem, který je používán jako organické hnojivo. Prodej elektrické energie přispívá k finanční stabilitě podniku.

Moderní technika a novátorský přístup je nejvíce vidět na používané technice. Pro podzimní podmínky a přípravu půdy slouží diskový podmítač Horsch Joker 12 RT a radličkový podmítač Horsch Terrano 12 FM. Pro kypření do 30 cm slouží kypřič Tiger 8 AS. Pro hlubší zpracování společnost disponuje hloubkovým kypřičem Mc Connel Discator 4000. Setí probíhá za pomoci secích strojů Horsch Pronto 9 DC a Horsch Focus 7TD. Všechny zmíněné stroje jsou agregovány s pásovými traktory Challenger 685. Ochrana rostlin a hnojení se provádí samohodnými postřikovači Challenger Rogator 1286 C. Pro sklizeň siláže a senáže je podnik vybaven samojízdnou sklízecí řezačkou Krone Big X 1100. Pro přepravu zemědělských komodit slouží Tatra Traktory T158 s velkoobjemovými hliníkovými návěsy Trail King. Stroje jsou vybaveny navigačním systémem GPS. Díky tomu využívají maximální šířku záběru a je možno jim plánovat pohyb po pozemku. Veškerá technika je monitorována sledovacím systémem, díky kterému jsou veškeré hodnoty a parametry využívání stroje dostupné na dispečinku v Lesonicích. Dodavatelsky se řeší aplikace digestátu a žňové práce.

Přeprava a logistika jsou velice důležité součásti ekonomiky, neboť Rolnická společnost Lesonice a.s. vypěstuje a přepraví za rok 20 000 t komodit, 35 000 t objemných krmiv a 55 000 t digestátu. Celkový objem přepravovaného množství materiálu za rok tak činí 110 000 t.

Na zpracování půdy jsou v posledních letech kladeny vysoké nároky, díky abnormálním teplotám a minimu srážek. Jsou zkoušeny různé způsoby a techniky zpracování půdy s důrazem na zachování půdní vláhly a rentabilitu každé operace.



## 5.2 Specifikace pozemku

Pro měření byl vybrán pozemek v katastru obce Jakubov u Moravských Budějovic, okres Třebíč. Pozemek nese jméno Vícenická, nachází se jihovýchodně od vesnice Jakubov, výměra činí 61,5 ha. Vícenická je pole převážně rovinné, svažuje se mírně k vesnici, proto je to ideální místo pro zkoušku půdoochranné metody Strip-Till. Řadí se k nadprůměrným pozemkům s jistým výnosem.

Specifika pozemku:

- mírně teplý mírně vlhký region
- průměrný roční úhrn srážek 550 – 650 mm
- průměrná roční teplota
- hloubka půdy < 60 cm
- střední náchylnost na utužení
- pH 5,6-6,5

Sled plodin, které byly v posledních letech pěstovány na pozemku:

- 2012 žito seté (senáž)
- 2013 řepka olejná
- 2014 pšenice ozimá
- 2015 kukuřice setá (siláž)
- 2016 kukuřice setá (siláž)
- 2017 pšenice ozimá

Místo bylo vybráno i pro svoji rozlohu a specifický tvar vyznačený na obrázku 10. Tento tvar je obtížný pro obsluhu, která musí řešit, jak je obdělávat, od které strany začít.

Jak je patrné z obrázku 10, část pozemku k vesnici byla z důvodu ochrany před vodní erozí a možnosti škod ve vesnici osévána jako erozní ohrožená plocha. V roce 2015 byla na pozemku zaseta kukuřice na siláž ve sponu 37,5 cm vzdálenost v řádku. Ani to nepomohlo k mírnému splachu půdy. V roce 2016 tedy byla použita metoda Strip-Till, která má půdoochrannou schopnost. Veškeré posklizňové zbytky zůstávají na povrchu pozemku.

Z následujícího obrázku je patrný poměrně složitý tvar pozemku, jenž dosti komplikuje směr obdělávání.



**Obrázek 10-Mapa pozemku Vicenická**

Po sklizni pšenice ozimé 20. srpna 2014 byla na pozemku vyhloubena půdní sonda, která byla v pomyslném středu pozemku na těchto souřadnicích  $49^{\circ}5'10$  severní zeměpisné šířky a  $15^{\circ}46'37$  východní zeměpisné délky. Sonda slouží ke zjištění půdní struktury a mocnosti utužení v podorničí. Tyto informace byly dále použity pro nastavení strojů, které budou pozemek dále zpracovávat.

Při průzkumu vyhloubené sondy byly zjištěny následující profily:

-1 kyprá ornice zasahující do hloubky 23 cm od původního terénu. Mocnost této vrstvy je dána způsobem nynějšího zpracování půdy, kdy jsou hloubkové kypřiče nastaveny na pracovní hloubku 25 cm.

-2 utužené podorničí, tato vrstva uzavírá ornici. V jarních měsících byla pozorována na pozemku stagnující voda, která nemůže díky této vrstvě odtéct do spodních horizontů. Tuto vrstvu můžeme také nazvat „plužním dnem“ mající mocnost 7 cm. Pozemek byl dlouhá léta konvenčně zpracováván. Základem byla středně hluboká orba, díky které vznikla tato nepropustná vrstva.

-3 podorničí, které je pro vodu propustné a bylo značně vysušené, o čemuž svědčí utužená vrstva nad tímto profilem. Půdní sonda s vyznačenými horizonty je vidět na následujícím obrázku 11.



Obrázek 11-Půdní sonda

### 5.3 Hospodářský rok 2015

Tento rok byl velmi teplý, roční průměrná teplota v oblasti pozemku Vícenická, kde probíhalo měření, bylo 9,9° C. Roční úhrn srážek byl 550 mm.

#### 5.3.1 Podmítka

Přes špatné vláhové podmínky a vysoké teploty, které byly v srpnu 2014, byla zahájena podmítka pozemku Vícenická 27. 8. 2014 v 8:00. Hloubka zpracování byla omezena na 7 cm, aby nedocházelo k dalšímu nadměrnému vysušování hlubších vrstev. Byla prováděna pásovým traktorem Challenger 865C, který byl agregován s diskovým podmítačem Horsch Joker 12 Rt. Operace a souprava jsou vidět na obrázku 12. Půda byla sypká, nadměrně vysušená. Zpracováním bylo rozrušeno

pšeničné strniště a zapraven výdrol pšenice, urovnány koleje po odvozní technice na souvratích pozemku.



Obrázek 12-Podmítka v roce 2014

Všechny neměřené a vypočítané hodnoty z této operace nalezneme v tabulce 7 níže.

Tabulka 7-Hodnoty operace podmítka

|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| Datum                                    | 27. 8. 2014                     |
| Název stroje                             | Pásový traktor Challenger 865 C |
| Název nářadí                             | Diskový podmítač Joker 12RT     |
| Vykonávaná operace                       | Podmítka do 7cm                 |
| Hmotnost stroje [kg]                     | 24200                           |
| Plocha obtisku [cm <sup>2</sup> ]        | 55300                           |
| Kontaktní tlak [kPa]                     | 44                              |
| Ujetá dráha po pozemku [m]               | 61378                           |
| Přejetá plocha pozemku [m <sup>2</sup> ] | 96977                           |

Směr pohybu soupravy byl volen obsluhou na koso přes směr předchozích operací. Aby došlo k lepšímu rozrušení strniště, zapravení rozdrčené slámy a srovnávání kolejí na souvratích a po postřikovači. Směr je vidět na obrázku 13.



Obrázek 13-Směr pohybu stroje při podmítce rok 2014

### 5.3.2 Kypření

Bylo oddáleno až na začátek listopadu kvůli vytrvalým dešťům, které postihly Vysočinu koncem září a začátkem října 2014.

Kypření začalo 5. 11. 2014 v 9:30, hloubka zpracování byla dle poznatků z půdní sondy nastavena na 30 cm, aby došlo k narušení vzniklého plužního dna. Kypření prováděl pásový traktor Challenger 865 C v soupravě s kypřičem Horsch Tiger 7 AS. Půda byla ve spodních vrstvách značně vysušená, v horním horizontu docházelo k rozrušování půdy na větší hroudy. Pracovní soupravu, vykonávanou operaci a část měření můžete vidět na následujícím obrázku 14.



Obrázek 14-Kypření pozemku Vicenická

Hodnoty z operace kypření jsou uvedeny v následující tabulce 8.

Tabulka 8-Hodnoty operace kypření

|  |                                    |
|--|------------------------------------|
| Datum                                    | 5. 11. 2016                        |
| Název stroje                             | Pásový traktor Challenger 865 C    |
| Název nářadí                             | Hloubkový kypřič Horsch Tiger 7 AS |
| Vykonávaná operace                       | Kypření do 30 cm                   |
| Hmotnost stroje [kg]                     | 24 200                             |
| Plocha obtisku [cm <sup>2</sup> ]        | 55 300                             |
| Kontaktní tlak [kPa]                     | 44                                 |
| Ujetá dráha po pozemku [m]               | 91 568                             |
| Přejetá plocha pozemku [m <sup>2</sup> ] | 144 677                            |

Směr byl zvolen na koso přes podmínku kvůli menšímu tahovému odporu v utužených kolejích po technice. Došlo k zamíchání zbylých posklizňových zbytků,

zapravení vzešlého výdrolu. Prokypření při rýčové zkoušce bylo zjištěno do 30 cm. Směr pohybu je zřejmý z následujícího obrázku 15.



**Obrázek 15-Směr pohybu po pozemku při kypření**

### **5.3.3 Aplikace digestátu**

Probíhala od 17. 3. 2015 od 7:00, byl aplikován digestát z bioplynové stanice Rolnické společnosti Lesonice. Dávka na hektar byla nastavena na 40 000 l. Aplikální souprava se pohybovala po pozemku, který byl na podzim předchozího roku nakypřen. Digestát byl aplikován hadicovým aplikátorem na povrch půdy, následně další operací zpraven. Vykonávaná operace a strojní linka je vidět na obrázku 16.



**Obrázek 16-Aplikace digestátu**

Hodnoty při aplikaci digestátu jsou v tabulce 9 níže.

**Tabulka 9-Hodnoty operace aplikace digestátu**

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| Datum                                    | 17. 3. 2015                       |
| Název stroje                             | Kolový tahač Claas Xerion 4000    |
| Název nářadí                             | Aplikační cisterna Kaweco 21 000l |
| Vykonávaná operace                       | Aplikace digestátu                |
| Hmotnost stroje [kg]                     | 58 120                            |
| Plocha obtisku [cm <sup>2</sup> ]        | 38 766                            |
| Kontaktní tlak [kPa]                     | 150                               |
| Ujetá dráha po pozemku [m]               | 73 170                            |
| Přejetá plocha pozemku [m <sup>2</sup> ] | 276 583                           |

Návoz digestátu obstarávaly 3 Tatra traktory s návozními cisternami, z důvodu velkého kontaktního tlaku na podložku byl pohyb po pozemku vyloučen. Návozy stály podél pole na polní cestě v případě potřeby mírně nacouvány do pozemku.

Směr pohybu aplikační cisterny byl totožný s předchozím kypřením z důvodu komfortu při jízdě.

#### **5.3.4 Zapravení digestátu, příprava pozemku před setím**

Ihned po aplikaci následovaly zapravení digestátu a příprava pozemku shrnuté v jednom přejezdu. Práce začala 17. 3. 2015 v 13:00. Operace byla prováděna pasovým traktorem Challenger 865 C a diskovým podmítačem Hosch Joker 12 RT. Pracovní hloubka byla nastavena na 10 cm.

Práci stroje a strojní linku můžete vidět na obrázku 17.



**Obrázek 17-Zapravení digestátu, příprava půdy**

Hodnoty pro tuto operaci je možno vidět v následující tabulce 10.

**Tabulka 10-Hodnoty operace příprava**

|  |                                    |
|--|------------------------------------|
| Datum                                    | 17. 3. 2015                        |
| Název stroje                             | Pasový traktor Challenger 865 C    |
| Název nářadí                             | Diskový podmítač Horsch Joker 12RT |
| Vykonávaná operace                       | Zapravení digestátu, příprava      |
| Hmotnost stroje [kg]                     | 24 200                             |
| Plocha obtisku [cm <sup>2</sup> ]        | 55 300                             |
| Kontaktní tlak [kPa]                     | 44                                 |
| Ujetá dráha po pozemku [m]               | 61 052                             |
| Přejetá plocha pozemku [m <sup>2</sup> ] | 96 462                             |

Jeden přejezd stačil k zapravení digestátu, rozdrčená hrud, a celkové urovnění pozemku.



Směr pohybu byl volen podle směru následujícího setí směr pohybu je vidět na následujícím obrázku 18.



**Obrázek 18-Směr jízda při přípravě půdy**

### **5.3.5 Setí kukuřice**

S ohledem na předpověď počasí byl zvolen časnější termín setí, který byl 15. 4. 2015. Hloubka setí byla nastavena na 4 cm, bylo vyséváno osivo SY Kardona ve sponu řádku 37,5 cm hektarový výsevek činil 110 000 klíčivých jedinců. Pod patu byl aplikován Amofos v dávce 150kg na 1 ha. Operace je zachycena na snímku 19. Operace byla prováděna službou, setí prováděl kolový traktor Deutz- Fahr 7250 s přesným secím strojem Kinze 3600 s pracovním záběrem 9m.



**Obrázek 19-Setí kukuřice 2015**

Naměřené a vypočítané hodnoty při setí naleznete v tabulce 11.

**Tabulka 11-Hodnoty operace setí kukuřice**

|                                   |                                |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| Datum                             | 15. 4. 2015                    |
| Název stroje                      | Kolový traktor Deutz-Fahr 7250 |
| Název nářadí                      | Přesný secí stroj Kinze 3600   |
| Vykonávaná operace                | Setí kukuřice                  |
| Hmotnost stroje [kg]              | 12 350                         |
| Plocha obtisku [cm <sup>2</sup> ] | 7 264                          |
| Kontaktní tlak [kPa]              | 170                            |
| Ujetá dráha po pozemku [m]        | 74 832                         |
| Přejetá plocha [m <sup>2</sup> ]  | 104 878                        |

Secí stroj byl vybaven utužovacími kotouči, proto nebylo nutné další válení pozemku. Směr pohybu soupravy byl stejný se směrem přípravy, který je na předchozím obrázku. Nakládání osiva a hnojiva probíhalo na mostu na pozemek nebo na louce, která je v těsném sousedství pozemku.

### **5.3.6 Chemická ochrana**

Dne 2. 5. 2015 byly na pozemku Vicenická aplikovány následující látky na ochranu a výživu kukuřice:

- Zinetic 0,8 l
- Terra – Sorb 1,2 l
- Integro 0,5 l

Hektarová dávka vody byla 200 l. Jako prevence před zavíječem kukuřičným byl aplikován připraven Integro. Chemický zásah byl prováděn samochodným postřikovačem Challenger Rogatr 1286 o pracovním záběru 36m.

Práce postřikovače je vidět na následujícím obrázku 20.



**Obrázek 20-Chemické ošetření porostu**

Hodnoty z chemické ochrany jsou vyobrazeny v následující tabulce 12.

**Tabulka 12-Hodnoty operace chemická ochrana 2015**

|                                   |                           |
|-----------------------------------|---------------------------|
| Datum                             | 2. 5. 2015                |
| Název stroje                      | Challenger Rogator 1286 C |
| Název nářadí                      |                           |
| Vykonávaná operace                | Chemická ochrana          |
| Hmotnost stroje [kg]              | 13 120                    |
| Plocha obtisku [cm <sup>2</sup> ] | 7 497                     |
| Kontaktní tlak [kPa]              | 175                       |
| Ujetá dráha [m]                   | 21 252                    |
| Přejetá plocha [m <sup>2</sup> ]  | 27 628                    |

Na postřikovač byla pro aplikaci do kukuřice namontovány širší pneumatiky o šířce 650 mm, které nemají tak negativní vliv na utužení jako klasicky dodávané pneu. Směr pohybu po pozemku měl stejný charakter jako příprava půdy.

### **5.3.7 Sklizeň kukuřice na siláž**

Z důvodů vysokých teplot v průběhu vegetačního období a hrozby nedodržení požadované sušiny byla sklizeň přesunuta na začátek září. Sklizeň začala 7. 9. 2015. S ohledem na sušinu a určení siláže pro živočišnou výrobu byla délka řezané hmoty nastavena na 12 mm. Sklizeň prováděla samojízdná sklízecí řezačka Claas Jaguar

980 s kukuřičným adaptérem se záběrem 9 m. Sklizňové práce a odvoz nařezané hmoty jsou vidět na následujícím obrázku 21.



**Obrázek 21-Sklizeň a odvoz kukuřice rok 2015**

Data vypočítána a vypořizovaná při této operaci nalezneme v následující tabulce 13.

**Tabulka 13-Hodnoty operace sklizeň kukuřice 2015**

|                                   |                           |
|-----------------------------------|---------------------------|
| Datum                             | 7. 9. 2015                |
| Název stroje                      | Claas Jaguar 980          |
| Vykonávaná operace                | Sklizeň kukuřice na siláž |
| Hmotnost stroje [kg]              | 15 350                    |
| Plocha obtisku [cm <sup>2</sup> ] | 9 593                     |
| Kontaktní tlak [kPa]              | 160                       |
| Ujetá dráha [m]                   | 76 965                    |
| Přejetá plocha [m <sup>2</sup> ]  | 129 301                   |

Vysoká hodnota ujetí dráhy po pozemku je způsobena způsobem pohybu sklízecí rezačky po pozemku a plněním konzervantu, kdy bylo nutno několikrát dojet až na okraj pozemku.

Pohyb po pozemku je vidět na následujícím obrázku 22.



Obrázek 22-Pohyb po pozemku při sklizni kukuřice 2015

### 5.3.8 Odvoz nařezané hmoty

Pro odvoz sloužily tři soupravy Tatra traktoru v agregaci a návěsy Trail King. Hmoty byla dopravována do silážních žlabů vzdálených od pozemku Vicenická 5 km. Odvozní souprava je vidět na předchozím obrázku 21. Zjištěné hodnoty všech tří souprav jsou znázorněny v následující tabulce 14.

Tabulka 14-Hodnoty operace odvozu kukuřice 2015

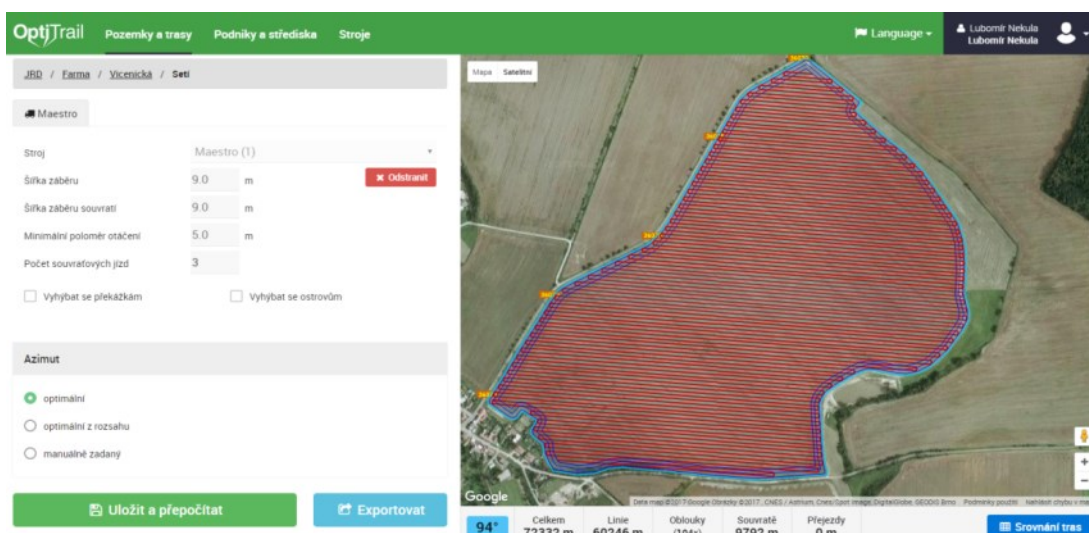
|                                   |                       |
|-----------------------------------|-----------------------|
| Datum                             | 7. 9. 2015            |
| Název stroje                      | Tatra traktor Phoenix |
| Název nářadí                      | Návěs Trail King      |
| Vykonávaná operace                | Odvoz siláže          |
| Hmotnost stroje [kg]              | 48 000                |
| Plocha obtisku [cm <sup>2</sup> ] | 27 902                |
| Kontaktní tlak [kPa]              | 180                   |
| Ujetá dráha [m]                   | 1 101 568             |
| Přejetá plocha [m <sup>2</sup> ]  | 1 321 882             |

Pohyb odvozních prostředků po pozemku byl značný. I přes vyžadování souběžné jízdy po řádku na konec pole docházelo ke zkracování jízdy napříč přes pole.

## 5.4 Návrh pohybu po pozemku systém Opti Trail

Pro hospodářský rok 2016 byl pohyb po pozemku navržen tak, aby ujetí pozemku bylo co nejmenší. Pro názornost byl vytvořen jednoduchý popis postupu tvorby linie.

Po vytvoření uživatele a získání přístupových informací od společnosti Leading Farmers se lze přihlásit do webové aplikace na adrese: <http://optitrail.cz>. Po otevření aplikace je nutné vytvořit podnik, středisko a strojový park, ke kterému budou následně vytvářeny trajektorie pohybu. Po vytvoření strojového parku je nutné založit pozemky a nahrát hranice pozemku ve formátu shp. z Lpis. Všechny kroky na sebe logicky navazují a jsou velice jednoduché a srozumitelné. Jako poslední zbývá přímo vytvoření trasy po pozemku, které můžeme vidět na následujícím obrázku 23.



Obrázek 23-Vypočet trasy v systému Opti Trail

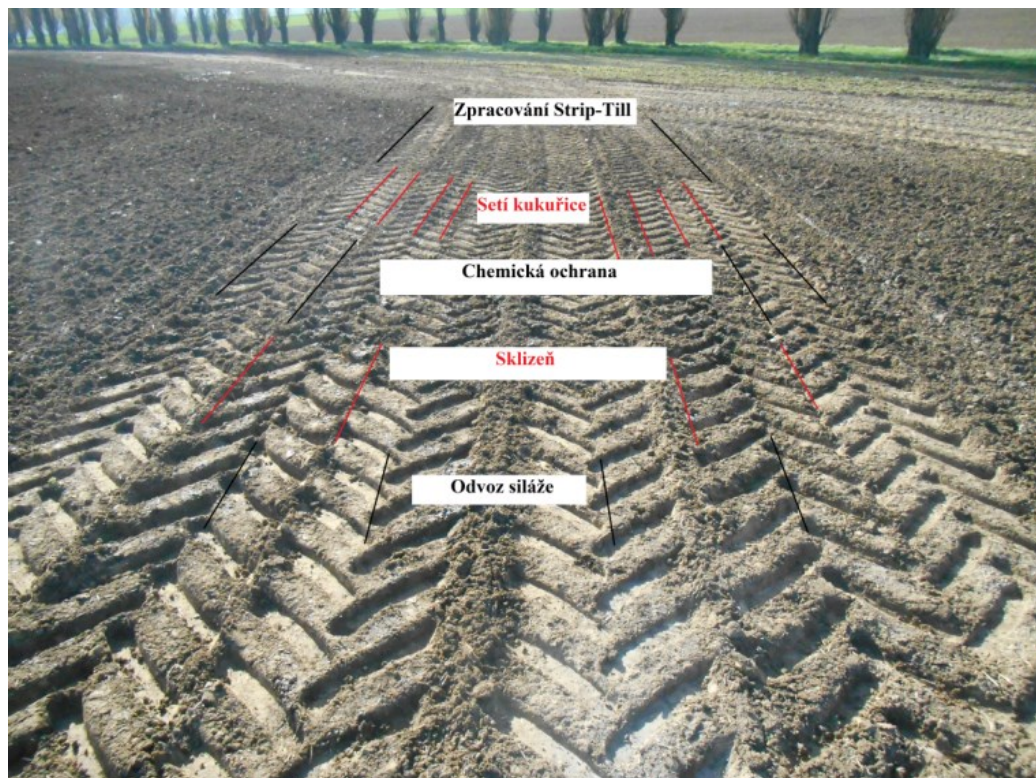
Po vytvoření linie pohybu po pozemku můžeme dále linii upravovat, dle vstupu na pozemek, svažitosti pozemku a jiných specifik.

Tento model byl aplikován na vybraný pozemek Vicenská, kde byla vybrána ideální linie pohybu, která je znázorněna na předchozím obrázku 23. S délkou 72 322 m tato linie, byla exportována do navigací strojů pohybujících se po pozemku. A aplikována při pěstování kukuřice seté následující rok 2016.

## 5.5 Hospodářský rok 2016

Rok 2016 byl teplý s ještě menším množstvím srážek než rok předchozí. Na středisku Lesonice byla naměřena průměrná teplota 8,5° C, roční úhrn srážek

520 mm. Pro rok 2016 byla z důvodů měření pro tuto diplomovou práci navržena trajektorie pohybu po pozemku, která je vidět na předchozím obrázku 23. Záběry jednotlivých strojů byly sjednoceny. Došlo k vymezení ploch, které jsou nezbytně nutné utužit přejezdem. Veškerý pohyb po pozemku byl soustředěn do pruhů širokých 4 m, ve kterých probíhal veškerý pohyb techniky. Rozchody jednotlivých strojů s popisem operací jsou zobrazeny na následujícím obrázku 24. Jako výchozí rozměr byl zvolen rozchod aplikátoru digestátu při zpracování půdy.



Obrázek 24-Rozchody jednotlivých strojů v roce 2016

### 5.5.1 Zpracování Strip s aplikací digestátu

Pozemek zůstal od sklizně siláže bez jakéhokoliv zásahu. Prvním vstupem na pozemek bylo až zpracování půdy. To bylo opožděno z důvodu nedodání techniky na Strip-Till strojem stripcat. Zpracování začalo 25. 3. 2016 od 8:00, šířka zpracovaného pásu byla nastavena na 12 cm, hloubka na 25 cm, rozteč řádků 75 cm, do depa byl aplikován digestát v hektarové dávce 20 m<sup>3</sup>. Tahač byl vybaven GPS navigací s korekčním signálem s přesností 1,5 cm. Protože souprava byla dlouhá a pozemek svažitéjší, byla stripcat vybavena korekční anténou, která zaznamenávala posun soupravy po svahu pro ideální vedení následného setí. Plnění digestátu probíhalo na mostcích na pole nebo na louce vedle pole.

Metoda zpracování je vidět na následujícím obrázku 25.



Obrázek 25-Zpracování metodou Strip-Till

Hodnoty ze zpracování půdy jsou v následující tabulce 15.

Tabulka 15-Hodnoty při operaci Strip-Till

|  |                         |
|--|-------------------------|
| Datum                                    | 25. 3. 2016             |
| Název stroje                             | Claas Xerion 4500       |
| Název nářadí                             | Kaweco 21000 + Stripcat |
| Vykonávaná operace                       | Zpracování půdy         |
| Hmotnost stroje [kg]                     | 62 450                  |
| Plocha obtisku [cm <sup>2</sup> ]        | 40 200                  |
| Kontaktní tlak [kPa]                     | 155                     |
| Ujetá dráha po pozemku [m]               | 74 100                  |
| Přejetá plocha pozemku [m <sup>2</sup> ] | 296 400                 |

Souprava při zpracování půdy se pohybovala po předem určených liniích zvýšený počet ujeté vzdálenosti po pozemku, byl způsoben přejezdy soupravy k návozním cisternám pro digestát. Směr pohybu je vidět na obrázku 26.



Obrázek 26-Trajektorie pohybu Strip-Till



### 5.5.2 Setí kukuřice

Setí probíhalo od 18. 4. 2016. Vysévalo se osivo Atletico S280, osivo bylo ukládáno do hloubky 4 cm, výsevek činil 85 000 klíčivých zrn. Pod patu do depa byl aplikován Amofos v hektarové dávce 100 kg. Setí prováděla souprava Masey Ferguson s přesným secím strojem Horsch Maestro 12.75. Souprava byla řízena GPS navigací, na secím stroji byla umístěna korekční anténa pro přesné navádění na zpracovaný pásek půdy. Operace včetně strojů je vidět na obrázku 27.



Obrázek 27-Setí kukuřice rok 2016

Hodnoty zjištěné při této operaci jsou v následující tabulce 16.

Tabulka 16-Tabulka operace setí kukuřice rok 2016

|                                   |                                    |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| Datum                             | 18. 4. 2016                        |
| Název stroje                      | Kolový traktor Masey Ferguson 7620 |
| Název nářadí                      | Secí stroj Horsch Maestro 12.75    |
| Vykonávaná operace                | Setí kukuřice                      |
| Hmotnost stroje [kg]              | 12 500                             |
| Plocha obtisku [cm <sup>2</sup> ] | 6 945                              |
| Kontaktní tlak [kPa]              | 180                                |
| Ujetá dráha [m <sup>2</sup> ]     | 73 050                             |

Setí probíhalo podle linií získaných při zpracování půdy. Souprava jezdila po stejných stopách. Odchylka byla pouze v ujeté dráze, která se liší z důvodu méně častého plnění secího stroje vůči aplikační cisterně. Setí probíhalo nonstop i při zachování přesnosti setí do zpracovaných pásků.

### 5.5.3 Chemická ochrana

Z důvodu zaplevelení pozemku a nedostatku zinku, při vzcházení kukuřice byly 3. 5. 2016 aplikovány tyto přípravky:

- Zinetic 0,9 l
- Maister Power 1,5 l

V hektarové dávce s přidáním 300 l vody. Ošetření prováděl samochodný postřikovač Challenger Rogator 1286 C. Při vypnutých krajních sekcích, při záběru 27 m, aby bylo možno dodržet linii pohybu po pozemku.

Hodnoty při ošetření porostu jsou znázorněny v následující tabulce 17.

**Tabulka 17-Hodnoty při chemickém ošetření v roce 2016**

|                                   |                           |
|-----------------------------------|---------------------------|
| Datum                             | 3. 5. 2016                |
| Název stroje                      | Challenger Rogator 1286 C |
| Vykonávaná operace                | Chemická ochrana          |
| Hmotnost stroje [kg]              | 13 120                    |
| Plocha obtisku [cm <sup>2</sup> ] | 7 497                     |
| Kontaktní tlak [kPa]              | 175                       |
| Ujetá dráha [m]                   | 23 510                    |

### 5.5.4 Sklizeň kukuřice

Byla přes vysoké teploty a stoupající sušinu rostlin zahájena 10. 9. 2015. Stav porostu nedovoloval další oddalování, proto sklizeň probíhala nonstop. Kukuřičná siláž byla určena pro bioplynovou stanici, proto byla délka pořezané hmoty nastavena na 6 mm. Sklizeň prováděla samojízdná sklízecí řezačka Krone Big X 1100 s kukuřičným adapterem. Protože odvozní prostředky musely jezdit v předem určených stopách, byl na sklízecí řezačce prodloužen výložník, aby nařezaná hmota byla dopravena až do odvozních prostředků. Celou sklizeň je možno vidět na obrázku 28.

Hodnoty sklizně jsou v následující tabulce 18.

**Tabulka 18-Hodnoty sklizně kukuřice v roce 2016**

|                                   |                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Datum                             | 10. 9. 2015                       |
| Název stroje                      | Sklízecí řezačka Krone Big X 1100 |
| Vykonávání operace                | Sklizeň kukuřice                  |
| Hmotnost stroje [kg]              | 17 100                            |
| Plocha obtisku [cm <sup>2</sup> ] | 9 243                             |
| Kontaktní tlak [kPa]              | 185                               |
| Ujetá dráha [m]                   | 73 450                            |

V ujeté vzdálenosti je započítána trasa pro konzervant na kraj pozemku a několik přejezdu mezi záhony.

### **5.5.5 Odvoz nařezané hmoty**

O odvoz se staraly 3 Tatra Traktory s velkoobjemovými návěsy Trail King. Hmota byla dopravována do střediska Lesonice vzdálené 5 km. Obsluhy jednotlivých odvozních prostředků musely striktně dodržovat zvolenou trasu pohybu ve stopách po předchozí jízdě sklízecí řezačky.

Celou operaci včetně trasy jízdy po sklízecí řezačce je možno vidět na následujícím obrázku 28.



**Obrázek 28-Sklizeň a odvoz kukuřice rok 2016**

Hodnoty získané při této operaci jsou k nalezení níže v tabulce 19.

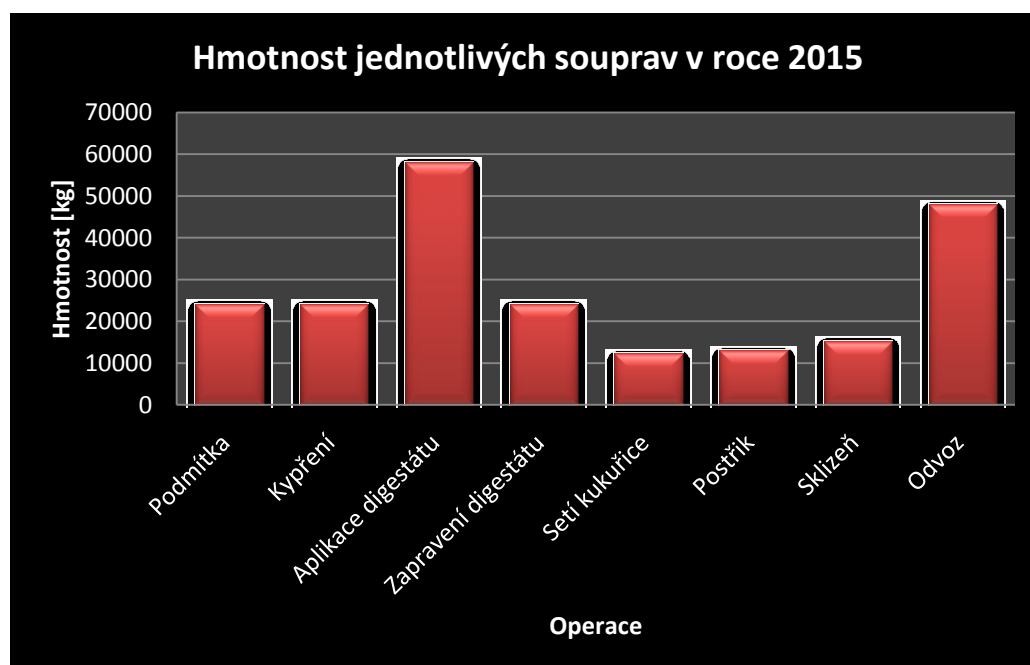
**Tabulka 19-Hodnoty operace odvozu siláže v roce 2016**

|                                   |                       |
|-----------------------------------|-----------------------|
| Datum                             | 10. 9. 2016           |
| Název stroje                      | Tatra traktor Phoenix |
| Název nářadí                      | Návěs Trail KIng      |
| Vykonávaná operace                | Odvoz nařezané hmoty  |
| Hmotnost stroje [kg]              | 48 000                |
| Plocha obtisku [cm <sup>2</sup> ] | 27 902                |
| Ujetá dráha [m]                   | 101 235               |

## 5.6 Porovnání hodnot při jednotlivých operacích v roce 2015

### 5.6.1 Hmotnosti jednotlivých souprav na pozemku

Pro přehlednost hmotností souprav pohybujících se při jednotlivých operacích po pozemku byly hodnoty vyneseny do grafu na obrázku 29.

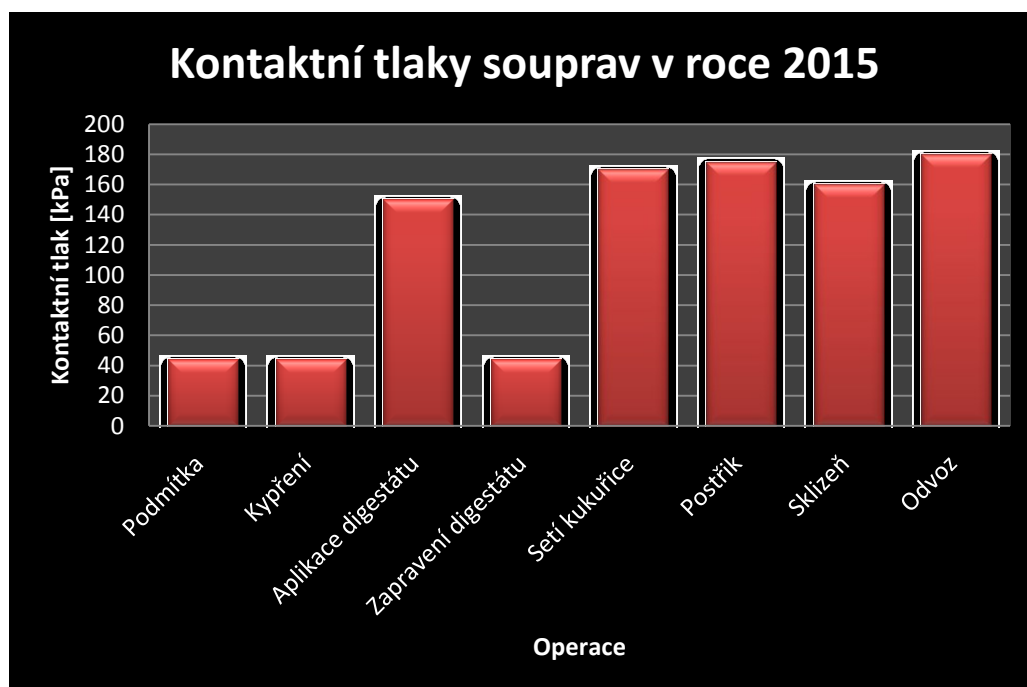


Obrázek 29-Graf hmotností souprav v roce 2015

V grafu jsou vidět rozdílné hmotnosti jednotlivých souprav pohybujících se po pozemku. Nejvyšší hmotnosti dosahovala souprava při aplikaci digestátu, která činila 58 150 kg. Naopak nejlehčí souprava pohybující po pozemku byla při seti kukuřice, kde je počítáno pouze s hmotností traktoru 12 350 kg. Secí stroj rozkládá svoji hmotnost na secí disky jako potřebný přítlak pro setí.

### 5.6.2 Kontaktní tlaky jednotlivých souprav

Pro názornost rozdílných hodnot kontaktních tlaků v závislosti na použitých pneumatikách či pásech jsou hodnoty vyneseny v následujícím grafu zobrazeném na obrázku 30.

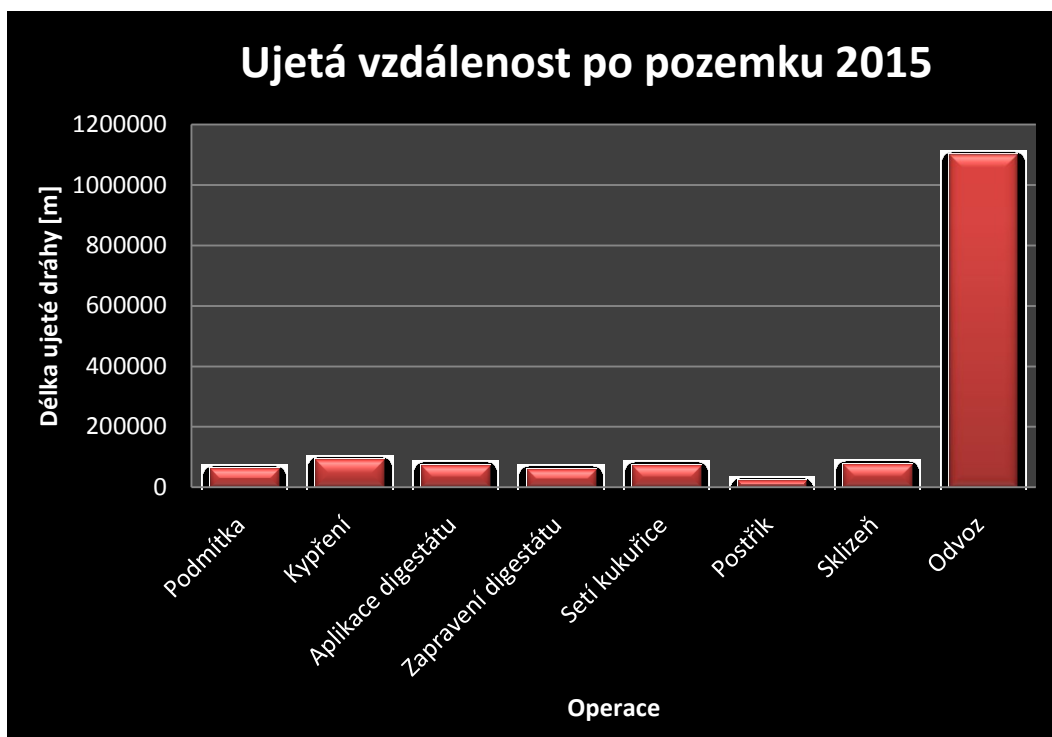


Obrázek 30-Graf kontaktních tlaků v roce 2015

Z grafu jsou jasně vidět soupravy pohybující se na pásech, operace podmítka, kypření a zapravení digestátu, jejich kontaktní tlak činí 44 kPa. Zbytek operací byl prováděn pomocí kolové techniky, kdy kontaktní tlaky přesahují hodnotu 150 kPa. Největší kontaktní tlak měly soupravy při odvozu kukuřice 180 kPa. V grafu můžeme vysledovat pozoruhodné zjištění, že největší hmotnost soupravy nemusí způsobit nejvyšší kontaktní tlak, je to u soupravy při aplikaci digestátu.

### 5.6.3 Ujetá vzdálenost souprav po pozemku

Pro přehlednost a určení množství přejezdů jsou hodnoty ujeté vzdálenosti seřazeny do přehledného grafu na obrázku 31.



Obrázek 31-Graf ujeté vzdálenosti 2015

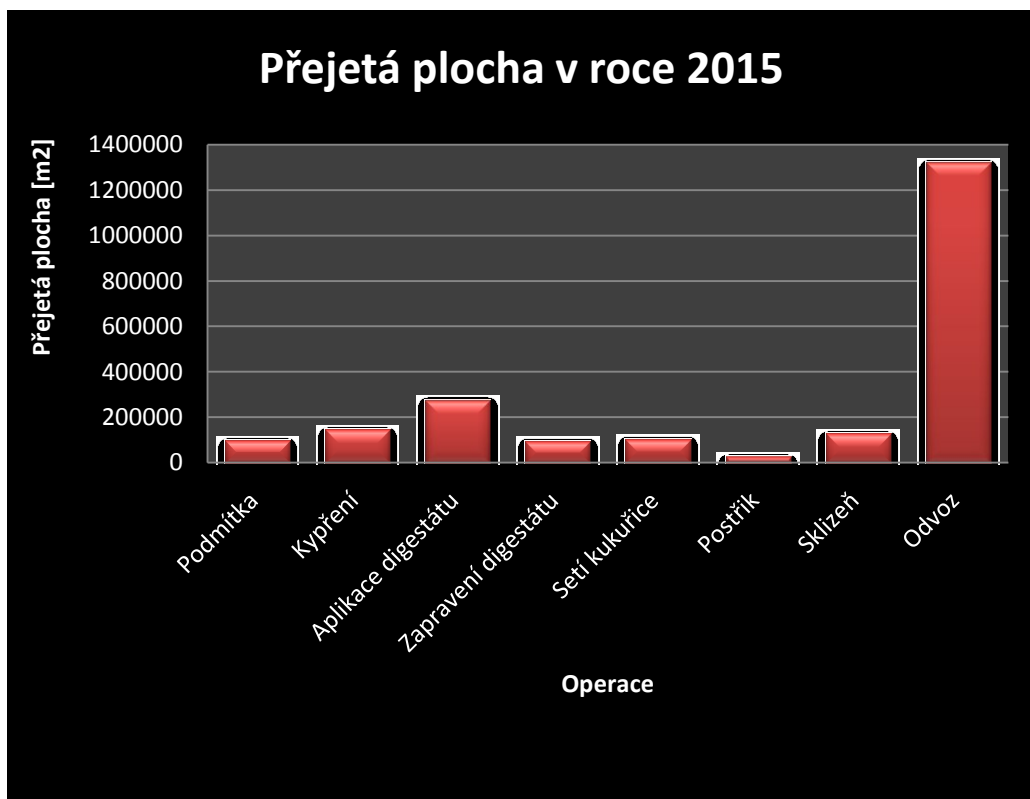
Po vynesení hodnot do grafu jsou vidět rozdíly v ujeté vzdálenosti. Nejvyšší vzdálenost ujely odvozní soupravy při odvozu pořezané siláže a to 1 101 568 m. Naopak nejnižší hodnotu zaznamenal postřik 21 252 m. Roli hrálo několik faktorů velký záběr postřikovače a jediný přejezd techniky během celé sezony.

Vysokou hodnotu odvozních souprav lze také přisuzovat absenci vhodných míst pro najetí na pozemek z východní strany. Odjez z pole tedy probíhal jenom ze dvou stran pozemku, čímž došlo ke zvýšenému nájezdu po pozemku.

### 5.6.4 Přejetá plocha pozemku při jednotlivých operacích

Pro rozdílnost obou metod zpracování půdy a techniky pohybu po pozemku byly do grafu vyneseny hodnoty přejeté plochy pozemku.

Ty jsou vidět na následujícím obrázku 32.



Obrázek 32-Graf přejeté plochy v roce 2015

Z grafu možno rozdílné hodnoty při jednotlivých operacích. Při odvozu pořezané kukuřice dosáhla hodnota přejeté plochy pozemku všech 3 odvozních souprav extrémně vysoké hodnoty a to 1 321 882 m<sup>2</sup> což při výměře pozemku 61,5 ha představuje přejetí 214 % výměry. Tato hodnota byla způsobena dosti vysokým výnosem. A neusměrněným pohybem odvozních prostředku po pozemku.

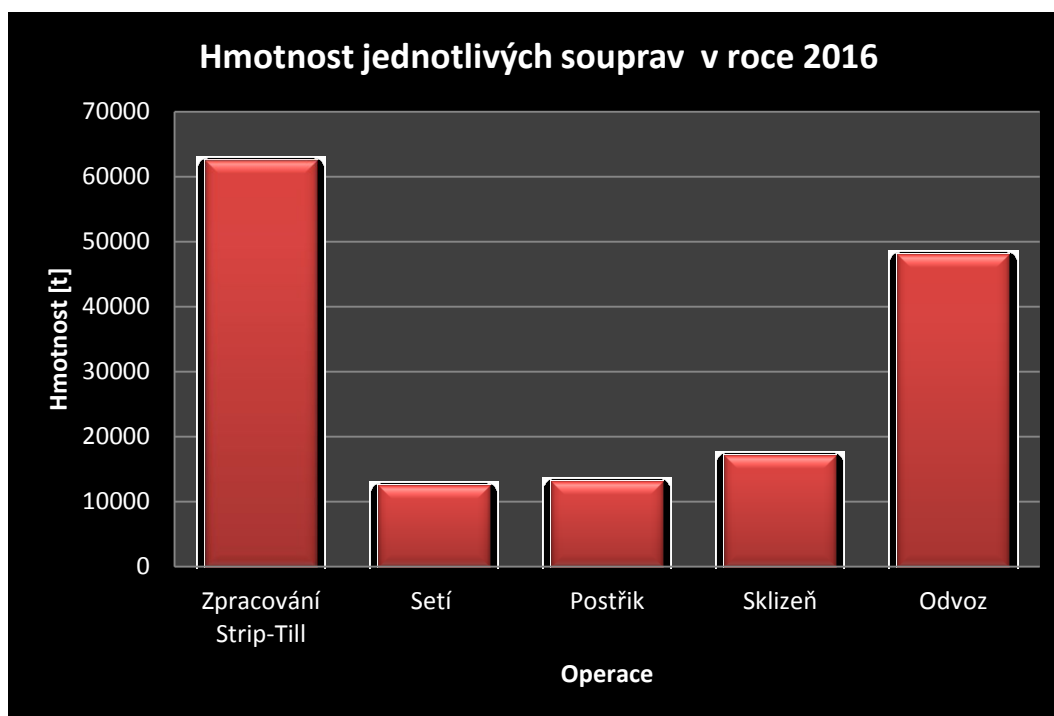
## 5.7 Porovnání hodnot při jednotlivých operacích v roce 2016

Pro porovnání byly vybrány tyto hodnoty:

- hmotnost jednotlivých souprav pohybujících se po pozemku,
- kontaktní tlak na půdu jednotlivých souprav,
- ujetá vzdálenost,
- přejetá plocha.

### 5.7.1 Hmotnosti jednotlivých souprav na pozemku

Na obrázku 33 jsou v grafu vyneseny hmotnosti souprav při jednotlivých operacích během roku 2016



Obrázek 33-Graf hmotností souprav v roce 2016

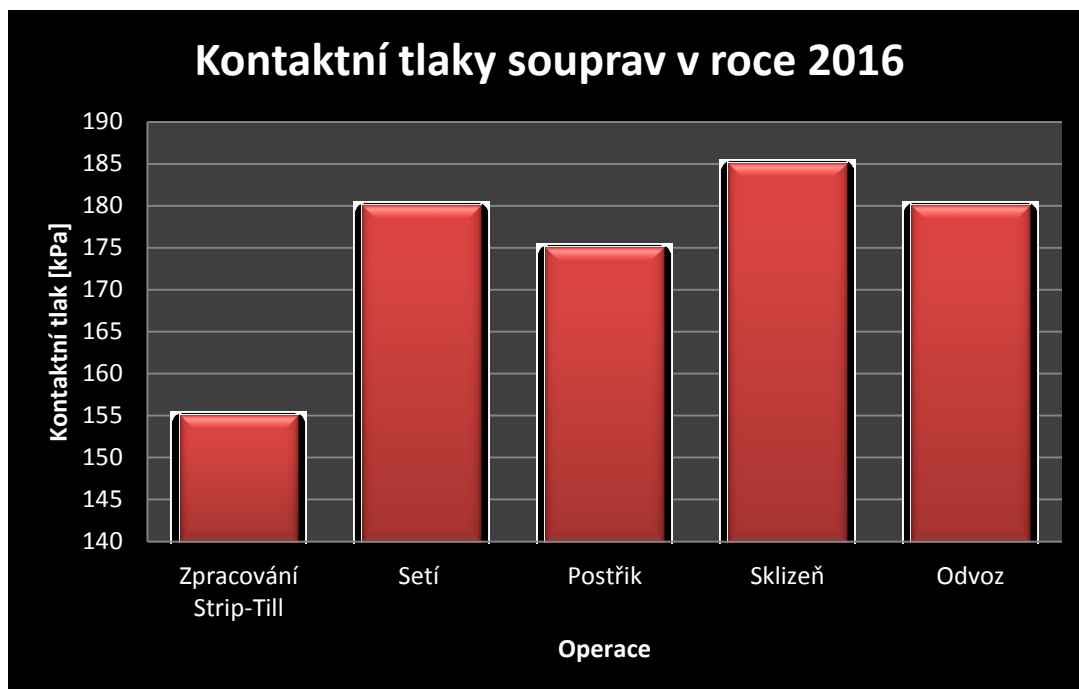
Z grafu je možno vypočítat nejvyšší hmotnost soupravy při zpracování půdy její hmotnost činí 62 450 kg. Jednalo se o stejnou soupravu jako v roce 2015, která byla v tomto roce doplněna o stroj na zpracování půdy čímž, došlo k navýšení hmotnosti. Naopak nejnižší hmotnost dosahuje souprav při setí kukuřice a to 12 500 kg. Celkový počet operací se snížil o 3 operace, podmínku, kypření zapravení digestátu.

### 5.7.2 Kontaktní tlak jednotlivých souprav

V následujícím grafu na obrázku 34 je jasně porovnatelné hodnoty kontaktních tlaků. Nejnižšího tlaku dosahuje soupravy při zpracování půdy, to 155 kPa. I přestože má největší hmotnost, dosažení nízkého kontaktního tlaku způsobuje rozložení hmotnosti na velkou plochu pneumatik. Nejvyšší kontaktní tlak má sklízecí řezačka 185 kPa. Tento vysoký tlak je způsoben vyšší hmotností samotné sklízecí řezačky k čemuž musíme dále připočítat sklizňový adapter na kukuřici,



úpravu výložníku a zásobu vody s konzervantem pro aplikaci přímo do pořezané hmoty.



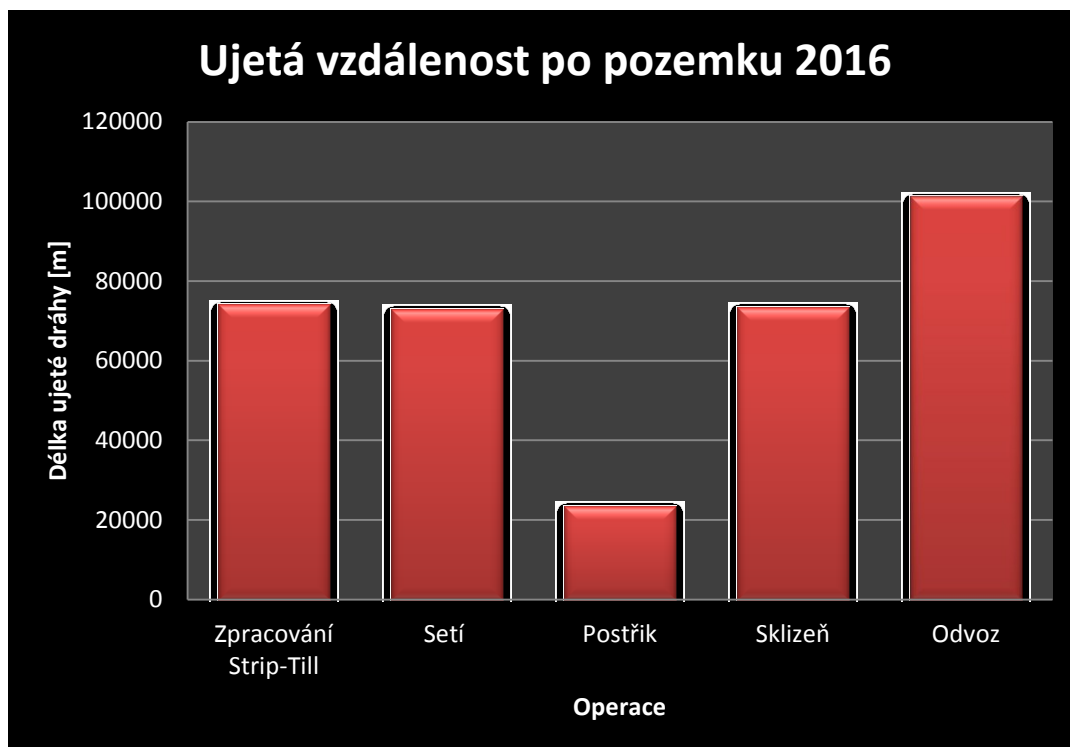
Obrázek 34-Graf kontaktních tlaků 2016

### 5.7.3 Ujetá vzdálenost souprav po pozemku

I přesto, že byla trasa předem definovaná a předurčená, v provozu se ukázalo, že se od vytvořené hodnoty liší. Při vytvoření trajektorie v systému Opti-Trail byla hodnota délky linie 72 332 m. Ani jedna souprava pohybující se po pozemku požadované hodnoty nedosáhla i přesto, že se pohybovala dle GPS navigace.

V případě zpracování půdy, setí a sklizně byla odchylka způsobena nutností plnit stroj. Toto plnění vždy probíhalo na okraji pozemku. V případě chemické ochrany je hodnota 23 510 m, to je způsobeno záběrem aplikace 27 m, tedy jízdou v každé třetí linii. Naopak nejvyšší hodnotu a to 101 325 m mají soupravy při odvozu pořezané kukuřice. Soupravy se pohybovaly ve stopách po sklízecí rezačce, avšak ne vždy se podařilo naplnit odvoz až na konci pole. To mělo za následek větší množství ujeté vzdálenosti.

Všechny hodnoty ujeté vzdálenosti jsou vidět v následujícím grafu na obrázku 35.



Obrázek 35-Graf ujetá vzdálenost 2016

#### 5.7.4 Přejetá plocha při jednotlivých operacích

Jelikož se veškerý pohyb konal po vyznačené trase, kterou na začátku sezony udala souprava při zpracování půdy. Byla největší část přejeté plochy soustředěna to stop po zpracování a to 296 400 m<sup>2</sup>. Přesto při některých dalších operacích, musela být tato vyjetá oblast porušená, Odvoz kukuřice, plnění digestátu, plnění osiva. Tímto se dále ujelo 41 236 m<sup>2</sup>. Celková ujetá plocha pozemku tedy čítá 337 636 m<sup>2</sup>. To představuje při celkové výměře 61,5 ha celkové přejeté 54 % pozemku.

## 6 Závěr a diskuze

Utuzení půdy je v Rolnické společnosti Lesonice a.s. velice diskutovaným problémem. Utuzení je podpořeno změnami počasí v posledních létech, kdy se střídají dlouhá období sucha a dešťů. Proto bylo přistoupeno na testování nových způsobů zpracování půdy.

Minimalizačním zpracování půdy nebo zpracování půdy metodou Strip-Till s sebou nese velký důraz na kontaktní tlaky techniky a plánovaný pohyb po pozemku.

Při pozorování pěstování kukuřice na siláž bylo zjištěno, že i při použití minimalizačního zpracování půdy je od sklizně předplodin po sklizeň kukuřice nutno 8 různých přejezdů. Přičemž každý přejezd způsobuje další utuzení. V roce 2016, kdy proběhlo zpracování půdy metodou Strip-Till, tímto zpracováním došlo k redukci operací na 5. Byly vynechány tyto operace: podmítka, podzimní kypření a jarní zapravení digestátu. Jedním přejezdem došlo k hlubokému prokypření, aplikaci digestátu s jeho následným zapravením a konečné úpravě zpracovaného pásku.

Naplánováním linie pohybu došlo k odlišnému směru zpracování půdy, čím se snížila délka pojezdu po pozemku. Při setí kukuřice byla snížena délka přejezdu po pozemku o 1732 m. V roce 2016 byly všechny záběry techniky sjednoceny na pracovní záběr 9 m. Díky tomu mohl být veškerý pohyb po pozemku soustředěn do jednotlivých jízdnic stop.

Při vyhodnocení jednotlivých hospodářských roků bylo zjištěno významné snížení přejeté plochy při používání metody zpracování Strip-Till a plánovaný pohyb po pozemku se soustředěním jednotlivých jízd do zvolené stopy. Při využití výše zmíněných zásahů klesla přejetá plocha pozemku na 54 %. Mašek [22] ve své metodice uvádí, že při poloprovozním pokusu při pěstování pšenice se soustředěním jízd a záběrů jednotlivých strojů klesla přejetá plocha na 38 %. Vyšší hodnota byla způsobena několika faktory: plodinou, nesjednocením rozchodů veškeré techniky a měřením na pozemku o výměře 62,5 ha. Při sklizni kukuřice na siláž je třeba souběžná jízda odvozního prostředku se sklízecí rezačkou, která přispívá k většímu přejetí pozemku. Při mém měření nebyl rozchod techniky sjednocen, byla pouze vymezena oblast pro stopy techniky. Kumhála [25] prováděl svůj pokus na

pokusných parcelách o výměře 1 ha. Čímž také mohlo dojít ke snížení hodnot oproti mému měření, které probíhalo na celém pozemku o výměře 62,5 ha.

Zpracování půdy Strip-Till je v České republice v prvopočátcích, do běžných provozů se stroje na toto zpracování dostaly až v roce 2016, a to ve většině případů pouze ve formě pokusů. Tato metoda by mohla být v budoucnosti vhodnou alternativou při rozhodování o způsobu zpracování. Toto zpracování má největší význam při pěstování širokořádkových plodin, zejména kukuřice, jejichž výměra se v posledních letech významně navýšila. Vhodnost technologie a její další používání se dá do budoucnosti předpokládat díky klimatickým změnám, které lze na našem území v posledních letech pozorovat.

Celkové výsledky měření z obou hospodářských let je možno pozorovat v následující tabulce 20.

**Tabulka 20-Celkové výsledky z obou měřených roků**

| <b>Rok</b> | <b>Operace</b>        | <b>Hmotnost [kg]</b> | <b>Kontaktní tlak [kPa]</b> | <b>Ujetá vzdálenost [m]</b> | <b>Přejetá plocha [m<sup>2</sup>]</b> |
|------------|-----------------------|----------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| 2015       | Podmítka              | 24 200               | 44                          | 61 378                      | 96 977                                |
| 2015       | Kypření               | 24 200               | 44                          | 91 568                      | 144 677                               |
| 2015       | Aplikace digestátu    | 58150                | 150                         | 73 170                      | 276 583                               |
| 2015       | Zapravení digestátu   | 24 200               | 44                          | 61 052                      | 96 462                                |
| 2015       | Setí kukuřice         | 12 350               | 170                         | 74 832                      | 107 758                               |
| 2015       | Postřik               | 13 120               | 175                         | 21 252                      | 27 628                                |
| 2015       | Skližeň               | 15 350               | 160                         | 76 965                      | 129 301                               |
| 2015       | Odvoz                 | 48 000               | 180                         | 1 101 568                   | 1 321 882                             |
| 2016       | Zpracování Strip-Till | 62 450               | 155                         | 74 100                      | 337 636                               |
| 2016       | Setí                  | 12 500               | 180                         | 73 050                      | 337 636                               |
| 2016       | Postřik               | 13 120               | 175                         | 23 510                      | 337 636                               |
| 2016       | Skližeň               | 17 100               | 185                         | 73 450                      | 337 636                               |
| 2016       | Odvoz                 | 48 000               | 180                         | 101 235                     | 337 636                               |

Tabulka ukazuje několik faktů zjištěných při měření. Hmotnost strojů se pohybuje v širokém spektru od hmotnosti soupravy 12 350 kg až po 62 450 kg při zpracování Strip-Till. Při spojení údajů hmotnosti a kontaktního tlaku jsem došel k závěru, že nejtěžší souprava nutně neznamená největší kontaktní tlak, největší utužení. Souprava na zpracování půdy má nejvyšší hmotnost, mohlo by se zdát, že

má nejvíce devastující účinek na půdu. Avšak celková vysoká hmotnost soupravy je rozložena na ploše 40 200 cm<sup>2</sup>, čímž vzniká kontaktní tlak 155 kPa. Největší kontaktní tlak dosáhla sklízecí řezačka při sklizni kukuřice v roce 2016, kontaktní tlak činil 185 kPa. Naopak nejnižšího kontaktního tlaku dosáhly soupravy, v nichž byl jako tažný prostředek agregován pásový traktor, hodnota kontaktního tlaku dosahovala hodnoty 44 kPa. (Hůla 1997) uvádí, že kontaktní tlaky do 80 kPa nejsou nebezpečné pro podorničí a půda je dokáže napravit. Dále uvádí, že většina techniky pohybující se po pozemku má kontaktní tlaky v rozmezí od 150 do 500 kPa k čemuž jsem došel i já při svém měření.

Největší ujetou dráhu v obou pozorovaných letech dosahovaly odvozy kukuřice. I přes velký objem ložného prostoru byl pohyb po pozemku značný. Přejetá plocha byla v roce 2016 54 % celkové výměry. V roce 2015 byla celková ujetá plocha od setí až po sklizeň 257 % celkové plochy. Tato hodnota je enormně vysoká díky nekontrolovanému a nesoustředěnému pohybu jednotlivých souprav po pozemku.

Soustředění jízd do jednotných stop označované jako CTF má největší potenciál na obrovských výměrách v Austrálii či v Americe, u nás se tímto problémem zabývá cca 10 podniků v celé republice. Jako výraznou pomoc při zavádění trvalých stop považuji webovou aplikaci Opti-trail, která umožňuje dle tvaru pozemku, překážek na něm a zvolenému nářadí předem jednoduše definovat trajektorii pohybu po pozemku bez nutnosti složitějšího zkoušení a měření.

Pro řízený pohyb strojů po pozemku je nutné vybavení strojů pohybujících se po pozemku navigačním systémem umožňující import souboru s vytvořenou linií pohybu a automatickým řízením stroje. Mezi další vyzorované souvislosti patří absolutní kázeň jednotlivých strojů a jejich spolupráce při vytváření linií pohybu po pozemku.

Po sklizni kukuřice v roce 2016 bylo značně ztížené zpracování půdy. Tento problém lze přisuzovat několika faktorům. Před zavedením páskového zpracování půdy byt pozemek prohlouben, aby byla odstraněna podorniční utužená vrstva. Dále by na pozemku měla být uplatňována metoda řízeného pohybu po pozemku ve vymezených stopách, aby nedocházelo k utužování větší plochy, než je nezbytně nutné. Jako poslední faktor uvádím sucho panující v době podzimního zpracování půdy.

Mezi další úskalí použití této technologie patří boj s plevely, který lze vyřešit vhodným herbicidem nebo použitím vhodné meziplodiny.

Masivnímu rozvoji technologie brání i nutnost velmi přesného navigačního systému a jeho kompatibilita mezi jednotlivými výrobci. Setí musí probíhat s přesností do 1,5 cm, aby bylo dosaženo optimálního seťového lůžka vytvořeného ve zpracovaném pásku půdy. Setí probíhalo v rozmezí 1 – 6 měsíců od zpracování půdy, kdy i po takové době musela být uchována nahraná linie pohybu při zpracování půdy pro přesné vedení secího stroje. Za zmínku stojí také nutnost další korekční antény na stroji Strip Cat při vytváření pásků a na secím stroji při setí kukuřice. Při pohybu souprav po svažitéjších pozemcích docházelo k posunu soupravy po spádnicí, a tím k nepřesnosti snímané linie.

Celé měření a vyhodnocování bylo jednou z činností tvořících moji pracovní náplň. Výsledky z průběhu měření byly dále předkládány vedení společnosti. Celé měření probíhá i v letošním roce. A bude i nadále vyhodnocováno a zkoumáno.

## 7 Seznam použité literatury

- [1]-JANČÁK, V., GÖTZ, A., *Územní diferenciacie českého zemědělství a její vývoj*. Praha: Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, 1997..
- [2]-BIČÍK, I., JANČÁK, V., *Transformační procesy v českém zemědělství po roce 1990*. Praha: Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy, 2005. ISBN 80-865-6119-4.
- [3]-*Česká geografická společnost, z. s.: Transformace* [online]. [cit. 2016-09-30]. Dostupné z: <http://geography.cz/transformace.htm>
- [4]-KUDRNA, K., et.al. *Naučný slovník zemědělský*. Praha: Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství ve Státním zemědělském nakladatelství, 1987.
- [5]-*Ministerstvo zemědělství: eAGRI* [online]. [cit. 2016-09-20]. Dostupné z: [http://eagri.cz/public/web/mze/vyhledavani/index\\$41111.html?query=v%C3%BDhledov%C3%A1+spr%C3%A1va&segments=eagri.mze.ministersto\\_zemedelstvi](http://eagri.cz/public/web/mze/vyhledavani/index$41111.html?query=v%C3%BDhledov%C3%A1+spr%C3%A1va&segments=eagri.mze.ministersto_zemedelstvi)
- [6]-HRADIL, R., *Půda: zdravá, živá, úrodná*. Olomouc: Bioinstitut, 2015. ISBN 978-80-87635-31-5
- [7]-ŠŤASTNÝ, M., *Trendy v zemědělské technice - RV*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací Praha, 2007. ISBN 978-80-7271-183-3.
- [8]-ŠARAPATKA, B., BEDRNA, Z., *Kvalita a degradace půdy*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2002. ISBN 80-244-0584-9.
- [9]-LHOTSKÝ, J., *Zhutňování půd a opatření proti němu: (studijní zpráva)*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2000. Studijní informace. ISBN 80-727-1067-2.

- [10]-ŠARAPATKA, B., HEJÁTKOVÁ K., *Degradace půdy a desatero zásad pro ochranu její kvality*. Náměšť nad Oslavou: ZERA - Zemědělská a ekologická regionální agentura, o.s., 2014. ISBN 978-80-87226-33-9.
- [11]-HŮLA, J., ABRHAM Z., BAUER, F., *Zpracování půdy*. Praha: Brázda, 1997. ISBN 80-209-0265-1.
- [12]-KÖLLER, K., LINKE, CH., *Úspěch bez pluhu*. Praha: Zemědělský týdeník, 2006. ISBN 80-870-0200-8.
- [13]-BRANT, V., BEČKA D., et al. *Pásové zpracování půdy (strip tillage): klasické, intenzivní a modifikované*. Praha: Profi Press, 2016. ISBN 978-80-86726-76-2.
- [14]-HŮLA, J., PROCHÁZKOVÁ B., *Minimalizace zpracování půdy*. Praha: Profi Press, 2008. ISBN 978-80-86726-28-1.
- [15]-MÜLLE, G., HEEGE, H. J., *Kornverteilung über die Fläche und Ertrag bei Getreide*. 1981 Z. Acker - und Pflanzenbau
- [16]-BADALÍKOVÁ, B., *Vhodné zpracování půdy pro minimalizaci degradačních změn v půdě: uplatněná certifikovaná metodika*. Troubsko: Zemědělský výzkum, 2012. ISBN 978-80-905080-1-9.
- [17]-LHOTSKÝ, J., *Zhutňování půd a opatření proti němu: (studijní zpráva)*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2000. Studijní informace. ISBN 80-727-1067-2.
- [18]- LAL, R., *Encyclopedia of soil science*. New York: Marcel Dekker, c2002. ISBN 08-247-0634-X
- [19]-PROCHÁZKOVÁ, B., *Minimalizační technologie zpracování půdy a možnosti jejich využití při ochraně půdy a krajiny: uplatněná certifikovaná metodika*. V Brně: Mendelova univerzita, 2011. ISBN 978-80-7375-524-9.



- [20]-BAUMHARDT, R.L., JONES, O.R., *Residue management and paratillage effects on some soil properties and rain infiltration* Soil & tillage research 2002 v.65 no.1 pp. 19-27 ISSN 0167-1987
- [21]-ABID, M., LAL., R., Tillage and drainage impact on soil quality: II. Tensile strength of aggregates, moisture retention and water infiltration. Soil Till.2009 Res. 103, 364-372.
- [22]- MAŠEK, J., KROULÍK, M., KUMHÁLA, F., Controlled traffic farming. In *9th International Scientific Conference Engineering for Rural Development 27.5.2010, Jelgava*. Jelgava: LUA Latvia, 2010. s. 37 - 41.
- [23]-HŮLA J., et.al. *Odolnost půdy vůči zhutňování při řízených přejezdech strojů* [online]. 2011 [cit. 2017-01-20]. Dostupné z: <http://docplayer.cz/20479468-Agritech-s-c-i-e-n-c-e-1-1-odolnost-pudy-vuci-zhutnovani-pri-rizenych-prejezdech-stroju.html>
- [24]-*GPS autopiloty v zemědělství: sborník z konference: v Praze, 22. 10. 2009*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Technická fakulta, Katedra zemědělských strojů, 2009. ISBN 978-80-213-1993-6.
- [25]-HŮLA, J., *Dopad netradičních technologií zpracování půdy na půdní prostředí: uplatněná certifikovaná metodika*. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2010. ISBN 978-80-86884-53-0.
- [26]-VERMEULEN, G. D., J. N. TULLBERG a W. C. T. CHAMEN. *Controlled Traffic Farming*. , 101. DOI: 10.1007/978-3-642-03681-1\_8. Dostupné také z: [http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-03681-1\\_8](http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-03681-1_8)
- [27]-GUTU, D., *Technologie řízených přejezdů po pozemcích: uplatněná certifikovaná metodika*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Technická fakulta, 2013. ISBN 978-80-213-2425-1.

[28]-GUTU, D., et.al, Výzkum technologie řízených přejezdů po pozemcích. *Mechanizace zemědělství*, 2011, roč. 61, č. 8, s. 46-50. ISSN: 0373-6776.

[29]- KROULÍK, M., HŮLA, J., KUMHÁLA, F., Omezení četnosti přejezdů mechanizačních prostředků po pozemcích . *Mechanizace zemědělství*, 2010, roč. 60, č. 5, s. 54 - 57. ISSN: 0373-6776

[30]- HŮLA, J., KROULÍK, M., KOVAŘÍČEK, P. Vliv opakovaných přejezdů po půdě na stupeň zhutnění půdy. [Effect of repeated passages along the soil on degree of soil compaction. In *GPS autopiloty v zemědělství*. Praha : CZU v Praze, 2009, s. 39-44. ISBN 978-80-213-1993-6

[31]-ŠPELINA, M., KOVÁŘOVÁ M., a ABRHAM Z., *Zemědělská technika formou služeb*. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 1996. Mechanizace (modrá ř.). ISBN 80-710-5122-5.

[32]-JAVOREK F., *Mechanizace zemědělství: Odborný časopis pro zemědělskou a lesnickou techniku*. Praha: roč. 64, č. 6/2014 Profi Press s.r.o. ISSN 0373-6776.

[33]-PETERKA, A., SVATOŠ J., a VÁVRA V., et.al. *Zemědělská technika a energetika na prahu nového tisíciletí: mezinárodní vědecká konference: České Budějovice 28. 6. - 29. 6. 2001: sborník příspěvků*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2001. ISBN 80-704-0495-7.

## 8 Seznam obrázků a grafů

|  |    |
|--|----|
| Obrázek 1-Složení půd [15] .....   | 19 |
| Obrázek 2-Stagnující voda na utuženém pozemku .....                        | 22 |
| Obrázek 3-Zdevastovaná půda zemědělskou technikou .....                    | 24 |
| Obrázek 4-Zpracování půdy Strip-Tillage .....                              | 29 |
| Obrázek 5-Kukuřice zasetá metodou No-Tillage .....                         | 30 |
| Obrázek 6-Přejetá plocha při klasickém zpracování [27] .....               | 31 |
| Obrázek 7-Metoda No-Tillage trajektorie pohybu a přejetá plocha [30] ..... | 31 |
| Obrázek 8-Záběry strojů při jednotlivých operacích model CTF [27] .....    | 32 |
| Obrázek 9-Obtisk pneumatiky s vyznačením os .....                          | 35 |
| Obrázek 10-Mapa pozemku Vicenická .....                                    | 42 |
| Obrázek 11-Půdní sonda .....   | 43 |
| Obrázek 12-Podmítka v roce 2014 .....                                      | 44 |
| Obrázek 13-Směr pohybu stroje při podmítce rok 2014 .....                  | 44 |
| Obrázek 14-Kypření pozemku Vicenická .....                                 | 45 |
| Obrázek 15-Směr pohybu po pozemku při kypření .....                        | 46 |
| Obrázek 16-Aplikace digestátu .....  | 46 |
| Obrázek 17-Zapravení digestátu, příprava půdy .....                        | 48 |
| Obrázek 18-Směr jízda při přípravě půdy .....                              | 49 |
| Obrázek 19-Setí kukuřice 2015 .....  | 49 |
| Obrázek 20-Chemické ošetření porostu .....                                 | 51 |
| Obrázek 21-Sklizeň a odvoz kukuřice rok 2015 .....                         | 52 |
| Obrázek 22-Pohyb po pozemku při sklizni kukuřice 2015 .....                | 53 |
| Obrázek 23-Vypočet trasy v systému Opti Trail .....                        | 54 |
| Obrázek 24-Rozchody jednotlivých strojů v roce 2016 .....                  | 55 |
| Obrázek 25-Zpracování metodou Strip-Till .....                             | 56 |
| Obrázek 26-Trajektorie pohybu Strip-Till .....                             | 56 |
| Obrázek 27-Setí kukuřice rok 2016 .....                                    | 57 |
| Obrázek 28-Sklizeň a odvoz kukuřice rok 2016 .....                         | 59 |
| Obrázek 29-Graf hmotností souprav v roce 2015 .....                        | 60 |
| Obrázek 30-Graf kontaktních tlaků v roce 2015 .....                        | 61 |
| Obrázek 31-Graf ujeté vzdálenosti 2015 .....                               | 62 |
| Obrázek 32-Graf přejeté plochy v roce 2015 .....                           | 63 |
| Obrázek 33-Graf hmotností souprav v roce 2016 .....                        | 64 |
| Obrázek 34-Graf kontaktních tlaků 2016 .....                               | 65 |
| Obrázek 35-Graf ujetá vzdálenost 2016 .....                                | 66 |

## 9 Seznam tabulek

|  |    |
|--|----|
| Tabulka 1-Komodity rostlinné výroby [5] .....                | 12 |
| Tabulka 2-Počet kusů dobytka v ŽV [5] .....                  | 13 |
| Tabulka 3-Druhy půd [8] .....                                | 16 |
| Tabulka 4-Hodnoty pórovitosti a objemové hmotnosti [8] ..... | 20 |
| Tabulka 5-Znaky a vlastnosti znehodnocené půdy[10] .....     | 21 |
| Tabulka 6-Výnosy komodit Rolnická společnost Lesonice .....  | 39 |
| Tabulka 7-Hodnoty operace podmítka .....                     | 44 |
| Tabulka 8-Hodnoty operace kypření .....                      | 45 |
| Tabulka 9-Hodnoty operace aplikace degestátu .....           | 47 |
| Tabulka 10-Hodnoty operace příprava .....                    | 48 |
| Tabulka 11-Hodnoty operace setí kukuřice .....               | 50 |
| Tabulka 12-Hodnoty operace chemická ochrana 2015 .....       | 51 |
| Tabulka 13-Hodnoty operace sklizeň kukuřice 2015 .....       | 52 |
| Tabulka 14-Hodnoty operace odvozu kukuřice 2015 .....        | 53 |
| Tabulka 15-Hodnoty při operaci Strip-Till .....              | 56 |
| Tabulka 16-Tabulka operace setí kukuřice rok 2016 .....      | 57 |
| Tabulka 17-Hodnoty při chemickém ošetření v roce 2016 .....  | 58 |
| Tabulka 18-Hodnoty sklizně kukuřice v roce 2016 .....        | 59 |
| Tabulka 19-Hodnoty operace odvozu siláže v roce 2016 .....   | 60 |
| Tabulka 20-Celkové výsledky z obou měřených roků .....       | 68 |