

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Technická fakulta**

**Katedra zemědělských strojů**



## **Diplomová práce**

**Porovnání nákladů na provoz robotických žacíh strojů  
a strojů s obsluhou**

**Bc. Lukáš Vetengl**

© 2022 ČZU v Praze

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Lukáš Vetengl

Obchod a podnikání s technikou

Název práce

**Porovnání nákladů na provoz robotických žacích strojů a strojů s obsluhou.**

Název anglicky

**Comparison of operating costs of robotic mowers and mowers with operator**

---

### Cíle práce

Na základě teoretických výpočtů a provozních údajů porovnat náklady na provoz žacích strojů s lidskou obsluhou a žacích strojů robotických při údržbě travnatých ploch.

### Metodika

Studium dostupné literatury zaměřené na žací stroje, robotiku a náklady na provoz. Vytvoření metodiky hodnocení nákladů vhodné pro porovnání práce robotických žacích strojů a strojů s obsluhou. Shromáždění potřebných údajů. Výpočet a porovnání nákladů. Zhodnocení získaných výsledků. Práce by se měla držet následující osnovy:

1. Úvod.
2. Literární rešerše
3. Návrh metodiky porovnání robotických žacích strojů a strojů s obsluhou.
4. Provozní údaje robotických žacích strojů a strojů s obsluhou.
5. Výpočet nákladů.
6. Porovnání nákladů a diskuse.
7. Závěr.

## **Doporučený rozsah práce**

40 až 50 stran

## **Klíčová slova**

trávníky, údržba trávníků, žací stroje, robotika, provozní náklady

---

## **Doporučené zdroje informací**

Kavka, M., Mimra, M. Řízení a organizace výrobních procesů. Interní učební text. ČZU v Praze, Technická fakulta, Praha, 2019, 367 s.

Kumhála, F., Heřmánek, P., Mašek, J., Kvíz, Z., Honzík, I.: Zemědělská technika-stroje a technologie pro rostlinnou výrobu. Praha: ČZU Praha v nakladatelství powerprint s.r.o., 2007, 426 s. ISBN 978-80-213-1701-7

Webové stránky a firemní literatura firem Seco Group a.s., Spider, Ittec, Husqvarna a dalších.

---

## **Předběžný termín obhajoby**

2021/2022 LS – TF

## **Vedoucí práce**

prof. Dr. Ing. František Kumhála

## **Garantující pracoviště**

Katedra zemědělských strojů

Elektronicky schváleno dne 1. 2. 2021

**prof. Dr. Ing. František Kumhála**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 10. 2. 2021

**doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 20. 03. 2022

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Porovnání nákladů na provoz robotických žacích strojů a strojů s obsluhou" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 31.3.2022

---

### **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval mému vedoucímu diplomové práce prof. Dr. Ing. Františku Kumhálovi, za jeho čas, cenné rady a připomínky, které mi věnoval a všem dalším, kteří mi poskytli materiály a cenné informace pro zpracování této práce.

# Porovnání nákladů na provoz robotických žacích strojů a strojů s obsluhou

## Abstrakt

Cílem této diplomové práce, bylo porovnání nákladů na provoz žacího malotraktoru s provozem robotických žacích strojů. V rámci kapitoly teoretických východisek práce popisuje způsoby výpočtu nákladů na provoz strojů. Následně se zabývá krátkým pohledem do historie a postupným vývojem robotiky v oboru. Současně budou také popsány technické parametry jednotlivých strojů, což je důležité pro další vyhodnocování učiněných závěrů. Dále práce pokračuje popisem navigačního systému v rámci provozu autonomních strojů. Na závěr teoretických východisek budou uvedeny koncepty výrobců traktorů. V následné praktické části, se již bude diplomová práce zabývat konkrétními výpočty nákladů na provoz strojů, aby posléze mohlo dojít k řádnému a objektivnímu porovnání dvou použitých technologií, tedy malotraktoru a robotického žacího stroje. V závěru práce se výsledky vyhodnotí a učiní se závěr současně s krátkou diskusí o příčinách zjištěných výsledků.

**Klíčová slova:** trávničky, údržba trávníků, žací stroje, robotika, provozní náklady

# **Comparison of operating costs of robotic mowers and mowers with operator**

## **Abstract**

Target of this thesis is comparison of operating costs of robotic mowers and mowers with operator. First chapter describes way how to calculate operating cost of machines. Another part describes brief history of lawn mowers with historical development of robots. Technical information of used machines for cost calculation will be described as well and will be important for discussion about result at the end of thesis. Thesis continues with description of navigation system which is used in automatic guidance machines. At the end of theoretical part is information about concept of main tractor producers. In second part of thesis is calculation of operating cost of several configuration of machine use. Calculation is used for objective comparison of operating cost and evaluation which technology is saving costs. At the end of thesis is discussion about the result.

**Keywords:** Law, law maintenance, cutting machines, robotics, operation cost

# Obsah

<b>1. Úvod.....</b>	<b>5</b>
<b>2. Cíl práce a metodika.....</b>	<b>6</b>
2.1 Cíl práce .....	6
2.2 Metodika .....	6
2.3 Použité metody.....	7
2.3.1 Fixní náklady .....	7
2.3.1.1 Náklady na odpisy .....	7
2.3.2 Variabilní náklady .....	8
2.3.2.1 Náklady na pohonné hmoty .....	9
2.3.2.2 Náklady na údržbu .....	9
2.3.2.3 Náklady osobní .....	10
2.3.2.4 Náklady na pomocný materiál .....	10
2.3.3 Celkové náklady .....	10
<b>3. Teoretická východiska.....</b>	<b>12</b>
3.1 Postup při obnově strojové techniky .....	12
3.2 Odpisy .....	13
3.2.1 Účetní odpisy.....	13
3.2.2 Daňové odpisy .....	13
3.2.2.1 Rovnoměrné odepisování .....	14
3.2.2.2 Zrychlené odepisování.....	15
3.3 Historie žacích strojů.....	16
3.4 První robotické žací stroje.....	16
3.5 Stroje pro sklízení travnatých ploch.....	18
3.5.1 Husqvarna Automower 550.....	18
3.5.2 Iseki SGX 216 .....	19
3.5 Současný vývoj autonomních strojů v zemědělství .....	20
3.5.1 Navigace .....	21
3.5.1.1 Relativní pozice stroje .....	21
3.5.1.2 Absolutní pozice stroje .....	21
3.5.2 Koncept firmy Case .....	22
3.5.3 Koncept firmy John Deere.....	22
<b>4. Vlastní práce.....</b>	<b>24</b>
4.1 Náklady na provoz žacího malotraktoru .....	24
4.1.1 Fixní náklady .....	24
4.1.2 Variabilní náklady .....	25



4.1.2.1 Náklady na pohonné hmoty .....	25
4.1.2.2 Náklady na údržbu .....	25
4.1.2.3 Osobní náklady .....	26
4.1.2.4 Náklady na údržbu .....	26
4.1.2.5 Osobní náklady .....	26
4.1.2.6 Jednotkové variabilní náklady .....	26
4.1.2.7 Roční variabilní náklady .....	27
4.1.3 Celkové náklady .....	27
4.1.3.1 Roční celkové náklady .....	28
4.1.3.2 Jednotkové celkové náklady .....	28
4.2 Náklady na provoz tří žacích robotických strojů .....	29
4.2.1 Fixní náklady .....	29
4.2.2 Variabilní náklady .....	30
4.2.2.1 Náklady na energii .....	30
4.2.2.2 Náklady na údržbu .....	30
4.2.2.3 Náklady na pomocný materiál .....	31
4.2.2.4 Jednotkové variabilní náklady .....	31
4.2.2.5 Roční variabilní náklady .....	31
4.2.3 Celkové náklady .....	32
4.2.3.1 Roční celkové náklady .....	32
4.2.3.2 Jednotkové celkové náklady .....	32
4.3 Náklady na provoz malotraktoru spolu s robotickými žacími stroji .....	32
4.3.1 Fixní náklady .....	32
4.3.2 Variabilní náklady .....	33
4.1.2.1 Roční variabilní náklady .....	33
4.3.3 Celkové náklady .....	34
4.3.3.1 Roční celkové náklady .....	34
4.3.3.2 Jednotkové celkové náklady .....	34
4.4 Náklady na provoz dvou robotických žacích strojů .....	35
4.4.1 Fixní náklady .....	35
4.4.2 Variabilní náklady .....	35
4.4.2.1 Náklady na energii .....	36
4.4.2.2 Náklady na údržbu .....	36
4.4.2.3 Náklady na pomocný materiál .....	36
4.4.2.4 Jednotkové variabilní náklady .....	36
4.4.2.5 Jednotkové variabilní náklady .....	37

4.4.3 Celkové náklady .....	37
4.4.3.1 Roční celkové náklady .....	37
4.4.3.2 Jednotkové celkové náklady .....	37
<b>5. Vyhodnocení výsledků .....</b>	<b>38</b>
<b>6. Závěr .....</b>	<b>40</b>
<b>7. Seznam použitých zdrojů .....</b>	<b>41</b>

## Seznam obrázků

Obrázek 1 Graf závislost jednotkových nákladů stroje na ročním využití .....	11
Obrázek 3 Husqvarna Automower 550 .....	18
Obrázek 4 Malotraktor Iseki SGX 216 .....	19
Obrázek 5 Koncept Case IH 2016 .....	22
Obrázek 6 Koncept autonomního traktoru firmy John Deere.....	23

## Seznam tabulek

Tabulka 1 Odpisové skupiny .....	14
Tabulka 2 roční odpisové sazby v % .....	15
Tabulka 3 Koeficienty pro zrychlené odpisování .....	16
Tabulka 4 Přehled základních údajů o žacích strojích.....	19
Tabulka 5 Tabulka odpisů žací malotraktor .....	24
Tabulka 6 Účetní odpisy žací malotraktor .....	25
Tabulka 7 Tabulka odpisů tři robotické žací stroje.....	29
Tabulka 8 Účetní odpisy tři robotické žací stroje .....	29
Tabulka 9 Daňové odpisy dva robotické žací stroje .....	35
Tabulka 10 Účetní odpisy dva robotické žací stroje.....	35

## Seznam grafů

Graf 1 Obecná míra nezaměstnanosti (%) .....	20
Graf 2 Podíl jednotkový variabilních nákladů u malotraktoru .....	27
Graf 3 Podíl jednotkový variabilních nákladů u tří robotických žacích strojů.....	31
Graf 4 Podíl jednotkových variabilních nákladů u tří robotických žacích strojů a malotraktoru .....	34
Graf 5 Podíl jednotkových variabilních nákladů dva robotické žací stroje .....	36
Graf 6 Přehled ročních celkových náklady pro jednotlivé varianty provozu strojů .....	38
Graf 7 Přehled nákladů na provoz strojů v průběhu pěti let .....	39

# 1. Úvod

Současná společnost klade velké nároky na vysokou kvalitu, co nejnižší náklady a například v současné době velmi populární udržitelnost. Tyto skutečnosti vedou podniky k implementaci automatizace a robotizace činností. Každý zemědělský podnik se proto bude muset jednou postavit před nelehké rozhodnutí, jakým způsobem se bude ubírat modernizace zemědělské techniky nebo obecně technologie. Současná situace, jak už na trhu s komoditami nebo na trhu s pracovní silou a pomyslným katalyzátorem, k těmto rozhodnutím spěje a zvyšuje tím nátlak na podniky. Robotizace je proto velkým tématem nejenom v zemědělství společně s průmyslem 4.0. Nahrazení lidské práce robotickou má nesporně mnoho výhod a již v praxi používaná řešení jsou důkazem. Při investici do robotizace si podnik musí určit cíle této velmi nákladné investice a udělat řádnou rozvahu, kolik by daná technologie měla například ušetřit nákladů. Bohužel se občas vyskytuje představa, že pokud podnik bude zvyšovat robotizaci, vyřeší tím problémy v oblasti lidské práce. Cílem automatizace procesu je samozřejmě snížit počty nízko kvalifikovaných pracovníků určených k základním manuálním pracím, ale současně tím prudce vzrůstá potřeba zajistit naopak vysoce kvalifikovanou obsluhu těchto robotických zařízení.

Cílem této diplomové práce je zjistit, zda by použití robotizace v praxi na sklizení travnaté plochy zajistilo skutečně snížení nákladů na provoz strojů. Bude se hodnotit provoz robotických žací strojů, které nahradily žací malotraktor při sklizení travnaté plochy fotbalového hřiště. Bude posuzováno několik variant provozu strojů s porovnáním na různých plochách.

## **2. Cíl práce a metodika**

Kapitoly Cíl práce a Metodika, společně s metodickým postupem, popisují, jaký si dává diplomová práce cíl a jaké způsoby budou použity k dosažení vytyčeného cíle.

### **2.1 Cíl práce**

Primárním cílem této práce je objektivní vyhodnocení nákladů na provoz žacího malotraktoru v porovnání s žacím robotickým strojem. V praktické části práce bude vypočítáno několik kombinací provozu strojů, které vycházejí z reálných zkušeností při sklizení travnatých ploch. Následně budou výsledky jednotlivých variant porovnány s vyhodnocením příčin, které stály za danými provozními náklady. Sekundární cíl je obecný popis problematiky výpočtu nákladů na provoz strojů. Ve výsledku je též důležité seznámení s použitou technikou a její porovnání se stroji jiných výrobců. Dále pak bude následovat popsání tématu robotiky a její dopady a přínosy na současnou situaci v zemědělství (ale i jiných oborů), současně vyhodnocení a diskuse o budoucnosti robotiky a její další využití.

### **2.2 Metodika**

Tato diplomová práce je řešena ve spolupráci s vedoucím práce a současně s provozovateli fotbalových klubů, kteří poskytli vstupní data pro následné výpočty nákladů. Před vlastními výpočty, vyhodnocováním a vypracováním literární rešerše bylo nutné nastudovat odbornou literaturu, zabývající se tématem výpočtu nákladů a problematikou robotiky v zemědělství. Obsah literární rešerše se zabývá v první řadě seznámením se se stroji, používanými vlastníky fotbalových hřišť, na kterých probíhalo pozorování, a popisem jejich technických parametrů. Následně budou z části porovnány technické parametry strojů. Dále bude popsán vývoj robotiky v zemědělství se zaměřením na robotické stroje, používané při sklizení travnatých ploch. Pro tuto část rešerše bude použita zejména cizojazyčná literatura s ohledem na rané stádium používání robotických strojů v zemědělství. Při studiu literatury bude dbáno na zachycení a popsání aktuálních trendů dané problematiky. V hlavní části této diplomové práce bude popsán a vysvětlen, prostřednictvím komentářů, výpočet nákladů na provoz jednotlivých strojů. Použité vzorce budou popsány v následující kapitole Použité metody. V závěrečné části práce se zhodnotí vypočtené náklady s popisem příčin daných výsledků s následným doporučením a shrnutím výhod a nevýhod použití zkoumaných technologií při sklizení travnatých ploch.

## 2.3 Použité metody

Hlavní část práce, praktická, se zabývá výpočtem provozních nákladů posuzovaných strojů ve zvolených podnicích. V této části byly použity vzorce, prostřednictvím kterých byly vypočteny náklady na provoz, jež byly následně objektivně porovnány. Následuje slovní popis a souhrn vzorců použitých v praktické části této práce. Náklady byly rozdělené do dvou složek. První složka výpočtů nákladů obsahuje náklady fixní a druhá v pořadí je složka náklady variabilní (1).

### 2.3.1 Fixní náklady

Fixní náklady jsou sledovány v ročním časovém intervalu. Skládají se z nákladů na odpisy, zúročení vlastního kapitálu, což je spojeno s úroky půjček nebo finančním leasingem a jeho marží. Dále se do fixních nákladů započítávají náklady na garážování, havarijní pojištění, povinné ručení a silniční daň. Fixní náklady ukazují, kolik je třeba platit za stroj, aniž by vykonával nějakou práci, nejsou tedy spojené s provozem stroje. V následující rovnici (1) jsou vyjádřeny fixní náklady roční [Kč·rok<sup>-1</sup>] (1).

$$rN_f = rN_a + rN_{zu} + rN_{bu} + rN_{hp} + rN_{pr} + rN_{sd} + rN_g \quad (1)$$

$rN_f$  = roční fixní náklady,  $rN_a$  = náklady na amortizaci,  $rN_{zu}$  = náklady na zúročení,  $rN_{bu}$  náklady na úroky,  $rN_{hp}$  = náklady na havarijní pojištění,  $rN_{pr}$  = náklady na povinné ručení,  $rN_{sd}$  = náklady na silniční daň,  $rN_g$  = náklady na garážování

Dalším nákladovým ukazatelem, který patří do skupiny fixních nákladů a vychází ze sumy ročních nákladů, jsou jednotkové fixní náklady [Kč·měř.j.<sup>-1</sup>]. Tento výpočet nám ukazuje, jaké jsou roční fixní náklady na měrnou jednotku. V této práci budou použity přepočty na hodiny provozu stroje (1).

$$jN_f = \frac{rN_f}{rW_s} \quad (2)$$

$jN_f$  = jednotkové fixní náklady,  $rN_f$  = roční náklady fixní,  $rW_s$  = roční využití stroje

#### 2.3.1.1 Náklady na odpisy

Roční náklady na odpisy se řadí mezi základní finanční zdroje podnikatele. Pro výpočet nákladů na odpisy můžeme použít daňové nebo manažerské odpisy. V našem případě budeme

počítat daňové odpisy s rovnoměrným odepisováním, takže každý rok se odepisuje stejná částka. Odpisy se vypočítají dle rovnice [Kč·rok<sup>-1</sup>] (3).

$$jN_a = \frac{C_s \cdot a_i}{100} \quad (3)$$

$rN_a$ = roční náklady na odpisy,  $C_s$ = pořizovací cena stroje,  $a_i$ = roční odpisová sazba v % v i-tém roce

Vzhledem k tomu, že se jedná o žací malotraktor a robotické žací stroje, nebude se práce zabývat výpočtem nákladů na garážování, nákladů na silniční daň a nákladů z úročení. Při pořizování strojů nebyl použit úvěr.

### 2.3.2 Variabilní náklady

Variabilní náklady jsou vyjádřením na měrnou jednotku práce. Jak již bylo zmíněno výše, v práci budou náklady přepočítávány na hodiny provozu. Níže uvedené rovnice se skládají ze všech prvků variabilních nákladů. Vzhledem k povaze strojů nebudou vždy použity všechny nákladové koeficienty. Zejména pak u robotických žacích strojů budou uvedeny náklady na energie, nikoliv náklady na pohonné hmoty, protože stroje jsou poháněné elektrickou energií. Součet jednotkových nákladů jsou jednotkové variabilní náklady [Kč·rok<sup>-1</sup>], vztah (4), ze kterých se následně vyjadřují roční variabilní náklady [Kč·měř.j.<sup>-1</sup>], rovnice (5) (1).

$$jN_v = jN_{on} + jN_e + jN_{\dot{u}} + jN_{zm} + jN_{pm} \pm jN_{\Delta} \quad (4)$$

$jN_v$ = jednotkové variabilní náklady,  $jN_{on}$ = jednotkové osobní náklady,  $jN_e$ = jednotkové náklady na energii,  $jN_{\dot{u}}$ = jednotkové náklady na údržbu,  $jN_{zm}$ = jednotkové náklady na základní materiál,  $jN_{pm}$ = jednotkové náklady na pomocný materiál,  $jN_{\Delta}$  jednotkové rozdílové náklady

$$rN_v = jN_v \cdot rW_s \quad (5)$$

$rN_v$ = roční variabilní náklady,  $jN_v$ = jednotkové variabilní náklady,  $rW_s$ = roční využití stroje

### 2.3.2.1 Náklady na pohonné hmoty

Náklady na pohonné hmoty budou v blízké době nejdiskutovanějším prvkem nákladů na provoz strojů vzhledem k současné ekonomicko-politické situaci, společně se snahami se v budoucnosti zcela obejít bez spalování fosilních paliv. V důsledku toho bude potřeba dbát zvýšené pozornosti například ještě před nákupem stroje s ohledem na neustále se zvyšující ceny pohonných hmot. Spotřeba paliva u strojů může být ovlivněna mnoha faktory, např. faktor prostředí, kde se stroj pohybuje. Také zde hraje roli faktor počasí, organizace práce a v neposlední řadě technický stav stroje (opotřebení). Náklady na pohonné hmoty [Kč·měř.j.<sup>-1</sup>], se dle rovnice (6) níže počítají součinem množství spotřebovaného paliva [l·měř.j.<sup>-1</sup>] a cenou [Kč·měř.j.<sup>-1</sup>] (1).

$$jNPHM_m = Qph \cdot Ckp \quad (6)$$

$jNPHM_m$  = jednotkové náklady na pohonné hmoty,  $Qph$  = spotřeba pohonných hmot,  $Ckp$  = cena paliva

### 2.3.2.2 Náklady na údržbu

Náklady na údržbu stroje jsou také jedním z podstatných nákladů na provoz stroje, podílející se na celkové výši variabilních nákladů. Před případným nákupem je poměrně náročné určit objektivní náklady a jediným vodítkem jsou informace od výrobce, který může stanovit periodické výměny provozních kapalin a jiného spotřebního materiálu. Co nejpřesnějších údajů lze dosáhnout dlouhodobým sledováním, ze kterého lze pak následně predikovat budoucí vývoj nákladů. Pokud jsou k dispozici data o ročních nákladech na údržbu, může být pomocí vztahu (7) níže [Kč·měř.j.<sup>-1</sup>], vypočítána normativní kalkulace. Ve vzorci je také zahrnut koeficient nákladů na údržbu, který je nutné posoudit dle konkrétního typu stroje, může se tedy lišit (1).

$$jNú(t) = jNa(t_n) \cdot k_{nú}(t) \quad (7)$$

$jNú(t)$  = jednotkové náklady na údržbu,  $jNa(t_n)$  = jednotkové náklady na odpisy,  $k_{nú}(t)$  = koeficient nákladů na údržbu



### 2.3.2.3 Náklady osobní

Osobní náklady jsou uváděny jako součást nákladů na provoz stroje, jelikož se předpokládá, že stroj nemůže vykonávat činnost bez obsluhy, jedná se tedy o náklad na mzdu obsluhy. Úroveň technické vyspělosti stroje určuje, jak musí být operátor kvalifikovaný a v jaké míře musí stroj obsluhovat. Může se také jednat o stroj, který potřebuje obsluhu více než jednoho pracovníka. Pro výpočet osobních nákladů [Kč·měř.j.<sup>-1</sup>], lze použít rovnici (8) (1).

$$jN_{on} = \frac{hNm \cdot (1+k_{sp})}{hW_s} \quad (8)$$

$jN_{on}$  = jednotkové náklady osobní,  $hNm$  = hodinová mzda [Kč·h<sup>-1</sup>],  $k_{sp}$  = konstanta určující podíl zaměstnavatele na zdravotním a sociálním pojištění,  $hW_s$  = Skutečná hodinová výkonnost stroje [měř.j.·h<sup>-1</sup>]

### 2.3.2.4 Náklady na pomocný materiál

Náklady na pomocný materiál jsou, stejně jako osobní náklady, využívány k hodnocení pracovního procesu. Současně ale také reflektují nákladnost na provoz stroje samotného. Můžeme konstatovat, že s narůstající složitostí stroje stoupají náklady na pomocný materiál. Současně ovšem existuje snaha na snižování úrovně kvalifikace obsluhy, což má za následek nutnost implementace složitějších procesů ve stroji. Pomocným materiálem nazýváme prostředky, které jsou přímo spojeny s prací stroje. V případě robotického žacího stroje to mohou být čepele žacího ústrojí. Dále uvedená rovnice (9) znázorňuje výpočet nákladů na pomocný materiál [Kč·měř.j.<sup>-1</sup>] (1).

$$jN_{pm} = C_{pm} \cdot Q_{pm} \quad (9)$$

$jN_{pm}$  = jednotkové náklady na pomocný materiál,  $C_{pm}$  = cena jednotky pomocného materiálu [Kč·měř.j.<sup>-1</sup>],  $Q_{pm}$  = normativ spotřeby pomocného materiálu na jednotku výkonnosti [Kč·měř.j.<sup>-1</sup>]

### 2.3.3 Celkové náklady

Kombinací všech výše zmíněných druhů nákladů lze celkové náklady vyjádřit pomocí následujících rovnic zahrnujících celkové náklady na provoz strojů. První rovnice (10) vyjadřuje roční celkové náklady [Kč·rok<sup>-1</sup>]. Druhá rovnice (11) v pořadí nám dále vyjadřuje

jednotkové celkové náklady [Kč·měr.j.<sup>-1</sup>], které jsou nepřímo úměrné ročnímu využití stroje (1).

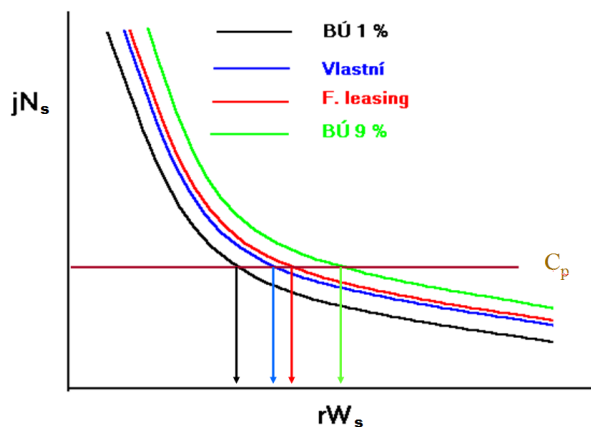
$$rN_s = rN_f + jN_v \cdot rW_s \quad (10)$$

$$jN_s = \frac{rN_f}{rW_s} + jN_v \quad (11)$$

$rN_s$ = roční náklady na stroj,  $rN_f$ = roční náklady fixní,  $rW_s$ = roční využití stroje,  $jN_s$ = jednotkové náklady na stroj

Následující graf (1) znázorňuje vzájemnou závislost jednotkových nákladů na roční využití stroje, které jsou uvedeny v odborné literatuře s porovnáním různých možností financování nákupu stroje. Na grafu můžeme vidět, že nejméně vhodné financování je s pomocí bankovního úvěru s 1 % akontací, zatímco nejlépe si vede bankovní úvěr pouze s 9 % akontací (1).

Obrázek 1 Graf závislost jednotkových nákladů stroje na ročním využití



Zdroj: KAVKA, M. – MIMRA, M. Řízení a organizace výrobních procesů

### **3. Teoretická východiska**

V následující části diplomové práce se popisují jednotlivá teoretická východiska, která jsou dále použita v praktické části práce. Zmíněná teoretická východiska je nutné znát a nastudovat, ale může nastat situace, že budou muset být modifikována a různě kombinována pro potřeby řešení dané problematiky.

#### **3.1 Postup při obnově strojové techniky**

S problematikou nákupu strojů či technologie se setkává asi každý podnik. Může být konstatováno, že úkolem nákupu je zajistit podniku produkt, který si není schopen obstarat vlastní činností. Při obnově techniky se musí předem vytvořit koncept a plán cíle, jaký by chtěl podnik dosáhnout daným nákupem techniky (1).

Kroky uvedené níže, mohou představovat postup při nákupu techniky (2):

1. Zjištění výchozích podmínek
2. Stanovení vhodné technologie výroby a výrobního postupu
3. Stanovení vhodných typů strojů, s výpočtem ekonomické efektivity
4. Předpověď ekonomických aspektů nové investice v rámci podniku

Při pořizování zemědělské techniky se tento krok považuje za inovační. Inovace se dá vysvětlit jako proces zdokonalování či postupný vývoj výrobků, služeb nebo činností. Jedná se také o schopnost aktivně se podílet na využití příležitostí, které se v dané oblasti problematiky mohou naskytnout. Inovace může také přinést výhody při konkurenčním boji, ať už zvýšením kvality výrobků či snížením nákladů (3,4).

Inovace se rozděluje do čtyř forem:

- Inovace produktu
- Inovace procesu
- Inovace pozice
- Inovace paradigmatu

## **3.2 Odpisy**

Odpisy představují peněžní vyjádření opotřebení dlouhodobého majetku za určitou dobu používání. O odpisech pojednává zákon č. 586/92 Sb., o daních z příjmu, v platném znění (daňové odpisy) a zákon č. 563/91 Sb., o účetnictví, v platném znění (účetní odpisy) (5,6).

Firmy si odpisy zahrnují do nákladů, ale nejedná se o náklad přímý. Celkový objem odpisů za dobu používání stroje představuje oprávky k dlouhodobému majetku. Celková cena majetku se ale neodepisuje celá, náklady se rozloží do několika let. Počet roků se odvíjí od druhu výrobku. Doba odepisování nesmí být kratší než jeden rok (7,8,9).

Odpisy plní dvě základní funkce. První je vyjádření stupně opotřebení daného majetku a jejího zachycení v nákladech. U pracovních strojů lze určit míru opotřebení z počtu motohodin, v případě automobilu je to počet ujetých kilometrů. Druhou funkcí je odpis z hlediska času používání majetku, což vychází z předpokládané použitelnosti majetku (7,8,9).

### **3.2.1 Účetní odpisy**

V případě účetních odpisů se jedná o typ odepisování, který má vypovídat o skutečném opotřebení dlouhodobého majetku společnosti. Sazby, podle kterých se odepisuje, si účetní jednotka určuje sama. Určují se například podle doby, po kterou bude majetek používán, a odepisují se pouze do výše jeho hodnoty (7,8,9).

Odepisování majetku je velmi podstatné pro rozvoj celé společnosti, proto je třeba pečlivě zvážit, jakou formu odepisování zvolit. Je také důležité, aby zvolená forma odepisování byla co nejpřesnější vzhledem k danému druhu majetku. V rámci účetních odpisů můžeme uvažovat o třech metodách (7,8,9):

- Metoda lineárních odpisů
- Metoda progresivních odpisů
- Metoda degresivních odpisů

### **3.2.2 Daňové odpisy**

Jak bylo již zmíněno, daňové odpisy určuje zákon č. 586/92 Sb., o dani z příjmu, v platném znění. Není proto nutné se zdlouhavě rozhodovat, jakým způsobem majetek

odepisovat. Jen je třeba zdůraznit, že metodu odepisování již nelze v průběhu odepisování měnit.

Podle technologického členění je dlouhodobý hmotný majetek rozdělen do 9 tříd a dle zákona o dani z příjmu do 6 odpisových skupin. Každá skupina má přiřazené roční odpisové sazby. Následný výpočet lze provést dvěma způsoby (viz následující kapitola). Dané skupiny a třídy jsou uvedeny v tabulce (1) (10).

Tabulka 1 Odpisové skupiny

Odpisová skupina	Počet let	Příklad majetku
1	3	Počítače a kancelářská technika, nástroje a nářadí
2	5	Většina pracovních strojů, nákladní automobily, traktory, autobusy, osobní a dodávková vozidla
3	10	Stroje oceláren, parní kotle, tramvaje, vozy metra
4	20	Věže, stožáry, budovy z lehkých hmot, plynovody, energetická výrobní díla
5	30	Budovy a haly pro průmysl, zemědělství a stavebnictví, byty, nebytové prostory, mosty, silnice a dálnice, vodní díla
6	50	Administrativní budovy, obchodní domy, školy, hotely

Zdroj: <https://business.center.cz/business/pravo/zakony/dprij/>

### 3.2.2.1 Rovnoměrné odepisování

Při výpočtu se použijí vzorce níže, vychází se z pořizovací ceny. Při výpočtu se používají odpisované sazby uvedené v tabulce (2) (11).

$$\text{V prvním roce odepisování: } RO = VC \cdot \frac{S_1}{100} \quad (12)$$

$$\text{V dalších letech: } RO = VC \cdot \frac{S}{100} \quad (13)$$

$RO$  = roční odpis,  $VC$  = vstupní cena,  $S_1$  = roční odpisová sazba v prvním roce,  $S$  = roční odpisová sazba v dalších letech

Tabulka 2 roční odpisové sazby v %

Odpisová skupina	V prvním roce odpisování	V dalších letech odpisování	Pro zvýšenou vstupní cenu
1	20	40	33,3
2	11	22,25	20
3	5,5	10,5	10
4	2,15	5,15	5
5	1,4	3,4	3,4
6	1,02	2,02	2

Zdroj: BERVIDOVÁ, L. – VANČUROVÁ, P. Cvičení z ekonomiky podniků I

### 3.2.2.2 Zrychlené odepisování

Tento způsob odpisování zahrnuje skutečnost, že některý druh majetku může být nejvíce používán již v prvním roce užívání. Při výpočtu zrychleného odepisování se v prvním roce použije stejný vzorec jako u rovnoměrného. Změna nastává v následujících letech, kdy se výše odpisové částky určuje jako podíl dvojnásobku zůstatkové ceny majetku a rozdílu mezi přiřazeným koeficientem pro zrychlené odpisování a počtem let, během kterých byl již majetek odepisován. Vzorce pro výpočty ve zrychleném odpisování jsou uvedené níže (5).

$$\text{V prvním roce odepisování: } RO = \frac{VC}{S_1} \quad (14)$$

$$\text{V dalších letech: } RO = \frac{2 \cdot ZC}{K - (r - 1)} \quad (15)$$

$RO$  = roční odpis,  $VC$  = vstupní cena,  $ZC$  = zůstatková cena,  $K_1$  = koeficient pro zrychlené odpisování v prvním roce,  $K$  = koeficient pro zrychlené odpisování v dalších letech,  $r$  = pořadový rok odpisování

Tabulka 3 Koeficienty pro zrychlené odpisování

Odpisová skupina	V prvním roce odpisování	V dalších letech odpisování	Pro zvýšenou zůstatkovou cenu
1	3	4	4
2	5	6	6
3	10	11	12
4	20	21	20
5	30	31	30
6	50	51	50

Zdroj: BERVIDOVÁ, L. – VANČUROVÁ, P. Cvičení z ekonomiky podniků I

### 3.3 Historie žacích strojů

Skvěle upravený trávník je snem nejednoho majitele či nadšence, takové travnaté plochy. Historicky se lidé s touto problematikou vypořádali různě, jak po stránce mechanizace, tak po stránce osobního přístupu. Někdo může tuto činnost brát jako uvolnění po práci, jiný ji bere jako nepříjemnou povinnost, kterou je potřeba splnit. Ne vždy si ale lidé mohli vybrat mezi nespočtem výrobců a technologií pro sečení travnaté plochy, které se v současné době nabízejí. Vývoj poznamenal i kontinent, na kterém se odehrál, a to ve Spojených státech, kde se soustředili spíše na vřetenové žací ústrojí pro perfektně provedený stříh porostu, ale v Evropě byl trend směrem k rotačním bubnovým a přímovratným žacím ústrojím (12).

V roce 1830 vynalezl Edward Budding z Gloucestershire v Anglii první žací stroj na trávu. Budding svůj vynález pojmenoval jako válcový (bubnový) žací stroj na trávu a byl navržen pro sečení trávy na zahradách a sportovištích. Před vynálezem pana Buddinga se lidé starali o louky s pomocí kosy jejíž historie sahá 500 let před našim letopočtem. Hospodářská zvířata, jako jsou ovce a koně, byla také široce používána ke spásání vegetace, a tedy její udržování. Než lidé přišli na jiný způsob sečení trávy, uplynula doba téměř 2500 let. Poté co pan Budding svůj nápad představil a patentový úřad v Británii jeho vynález zapsal, stal se tento stroj adekvátní náhradou za předešlá řešení, tedy nahradil kosu a hospodářská zvířata (12).

Žací stroj na trávu je dnes nedílnou součástí téměř každého travnatého pozemku. Od roku 1830 urazily tyto stroje dlouhou cestu a staly se velmi sofistikovanými stroji, které již například nepotřebují obsluhu ani parní nebo spalovací motor (12).

### 3.4 První robotické žací stroje

V historii bylo vyrobeno mnoho zajímavých typů žacích strojů. Příkladem je vznášející se žací stroj, který využívá speciálně tvarované žací ústrojí, které seče travní porost a zároveň vytváří vzduchový polštář. Díky tomuto vzduchovému polštáři se stroj pohybuje několik milimetrů nad zemí. Výhodou tohoto typu stroje je, že nezanechává pojezdovými koly žádné stopy jako jiné konvenční provedení, a tudíž neudusává travní porost. Dnes se tento typ žacího stroje, britského výrobce Flymo, dá koupit za cenu kolem 3000 korun (12,13).

Dalšími příklady žacích strojů mohou být například stroje tažené nebo samojízdné, s pásovým pohonem, nebo například stroje na kterých obsluha stojí. Všechny tyto žací stroje mají společný rys, tedy nutnost přímého ovládní obsluhou (12,13).

Dalším trendem, který bude zmíněn v rámci vývoje žacích strojů je proces mulčování, který začíná být v popředí zájmu. U nás je spíše zvykem posečenou travu sbírat do sběrného koše, jímž je žací stroj vybaven. Je zde ale několik nevýhod, pokud se zvolí tento druh sečení. S ohledem na omezený objem sběrného koše, pokud je nutné jej přenášet, musí obsluha s košem manipulovat a vysypávat v pravidelných intervalech a následně řešit, jak dále nakládat s touto posečenou trávou. Mulčování předchází zmíněnému sběru posečené trávy tím, že se zvýší frekvence sečení a travní porost se poseče na velmi malé kousky, které se vracejí zpět na posečenou plochu. Následně tyto malé kousky zetlí a tím působí jako hnojivo a celkové zlepšují kvalitu porostu. Tímto způsobem se obsluha vyhne nutnosti řešit problém s odvozem a zpracováním posečeného porostu (12,13).

Jako příklad vývoje žacích strojů je firma Dvořák, která v roce 2004 představila svůj koncept robotického žacího stroje pro profesionální použití ovládaného skrze dálkové ovládní (14).

V roce 1995 společnost Husqvarna představila jako první na trhu plně robotický žací stroj na travu. Inspiraci, jakým způsobem se bude stroj orientovat v prostoru zřejmě našli v chovu hospodářských zvířat pasoucích se na volné ploše, která je ohraničena ohradníkem, který je zapojen do elektrického obvodu. Podobně řešení funguje i v případě robotického žacího stroje, u kterého se musí zakopat drát do země. Při zapojení do elektrického obvodu se vytvoří kolem drátu magnetické pole, které je následně strojem detekováno (12).



### 3.5 Stroje pro sklizení travnatých ploch

V následujících kapitolách bude popsána technika, používaná při pozorování a získávání vstupních dat pro tuto diplomovou práci. Bude se jednat o robotické žací stroje značky Husqvarna a žací malotraktor. Kapitoly se budou věnovat technickému popisu strojů (15).

#### 3.5.1 Husqvarna Automower 550

Tento model robotického žacího stroje byl použit na fotbalových hřištích, ze kterých se následně vycházelo v praktické části diplomové práce. Stroj může pracovat na maximální rozloze 5 000 m<sup>2</sup>. Znamená to tedy, že v případě sklizení fotbalového hřiště jsou potřeba stroje dva. Pohon obstarávají dva elektromotory, které jsou spojeny s jedním kolem na každé straně. Pro změnu směru jízdy se používá diferenciální řízení. Následně stroj nabízí dálkové ovládání nebo sledování, pokud je stroj odcizen nebo vyšle varovný signál v případě závady. Žací stroj využívá pro svůj pohyb GPS systém společně s detekcí již zmíněné drátu sloužícího k orientaci stroje. V rámci získávání informací byl osloven prodejce tohoto žacího stroje a bylo zjištěno, že stroje používá GPS pouze pro orientaci v určité oblasti nikoliv, že by se stroj orientoval přímo pomocí signálu GPS jako tomu je v případě některé zemědělské techniky. Výrobce uvádí na svých stránkách, že stroj je schopný zdolat svah se sklonem 24 stupňů a na jedno nabití je schopen pracovat 270 minut (15).

*Obrázek 2 Husqvarna Automower 550*



*Zdroj: <https://www.husqvarna.com/cz/vyrobky/roboticke-sekacky/automower-550/967650210/>*

Pro navádění stroje je také použita technologie ultrazvukových vln. Díky tomu se stroj nemusí spoléhat na čidlo snímající náraz stroje, ale může se vyhnout překážce ještě předtím, než do ní narazí a stroj se tak může pohybovat rychleji. Stroj je ovládán přímo z mobilního

telefonu skrze mobilní aplikaci, díky které lze stroje nastavit a sledovat. Na stroji se nachází pouze tlačítko pro nouzové zastavení, a start-stop (15).

### 3.5.2 Iseki SGX 216

Investice do tohoto malotraktoru byla provedena po neúspěšném pokusu o implementaci robotických žacích strojů. Jedná se o malotraktor japonské značky Iseki s modelovým označením SGX 2016. Žací ústrojí se dvěma noži je umístěno mezi nápravami se záběrem 1020 mm. O pohon se stará vznětový dvouválcový motor o výkonu 11 kW ve spojení s hydrostatickým pojezdem (16).

Obrázek 3 Malotraktor Iseki SGX 216



Zdroj: [https://www.profstroje.cz/traktorova-sekacka-iseki-sxg-216\\_1200.html](https://www.profstroje.cz/traktorova-sekacka-iseki-sxg-216_1200.html)

Tabulka 4 Přehled základních údajů o žacích strojích

Parametry	Iseki SGX 216	Automower 550
Cena [Kč]	324000	139500
Šířka záběru [mm]	1020	240
Pohon	Naftový motor	Elektromotor
Hmotnost [kg]	442	13,9
Rozměry š;v;d [mm]	1066;1190;2500	560;310;720

Zdroj (15,16)

### 3.5 Současný vývoj autonomních strojů v zemědělství

Schopnost stroje se samostatně přesunout z bodu A do bodu B bez aktivní pomoci operátora, je systém (schopnost) patřící do skupiny autonomního navádění. Například aplikace postřiku se dnes již neobejde, při použití širokého záběru, bez autonomní navigace. V budoucnu se bude míra automatizace v zemědělství jistě zvyšovat. Tento trend lze pozorovat ve všech oborech, zemědělství tedy není žádnou výjimkou. Tato technologická výzva dává příležitost implementaci přesnějších, efektivnějších a udržitelnějších způsobů práce v zemědělství. (11)

Současná doba na trhu práce je velmi složitá ze strany zaměstnavatelů. Míra nezaměstnanosti klesá a tím pádem si lidé na trhu práce mohou více vybírat. Většinou si lidé vybírají co nejméně náročnou práci s co nejvyšším výdělkem. I v odvětví zemědělství se setkáváme s nedostatkem pracovních sil. Tento trend můžeme sledovat od roku 2012, kdy nezaměstnanost začala postupně klesat. Bohužel počátek pandemie v roce 2019 zapříčinil omezení pohybu mezi státy a tím pádem ještě více znemožnil nabírat pracovní sílu z východních států (17).

Graf 1 Obecná míra nezaměstnanosti (%)



Zdroj: [https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=vystup-objekt&z=T&f=TABULKA&skupId=426&katalog=30853&pvo=ZAM01-C&pvo=ZAM01-C&u=v413\\_VUZEMI\\_97\\_19#w=](https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=vystup-objekt&z=T&f=TABULKA&skupId=426&katalog=30853&pvo=ZAM01-C&pvo=ZAM01-C&u=v413_VUZEMI_97_19#w=)

Jeden z dalších aspektů, který nutí technologii v zemědělství nadále posouvat kupředu, je zvyšování celosvětové populace. Dle různých analýz by mělo být na planetě v roce 2050 9,7 miliardy lidí, což s sebou přinese o 70 % větší poptávku po jídle. K tomu se přidává globální oteplování a s tím spojené snižování uhlíkové stopy a zvyšování hladin oceánů. Produkce dostatečného množství plodin bude čím dál tím větší výzvou. Vzhledem k těmto okolnostem je v dnešní době bezesporu velká snaha mít precizní zemědělství, které je způsobilé ke snížení

nákladů a současně zvyšování výnosů. Nejde však pouze o jednorázová vylepšení, ale o postupné kroky k dosažení co nejlepšího výsledku. Pro dosažení těchto výsledků je nutné začít používat pomocnou sílu v podobě robotů, čím dál složitějších algoritmů a také umělou inteligenci. Konkrétním příkladem může být získávání mapových podkladů. Dnes je již možné používat bezpilotní autonomní drony, které významně snižují náklady a nepotřebují zkušené operátory, kteří by drony ovládali, nýbrž dron operuje zcela autonomně dle zadaného úkolu (17).

### **3.5.1 Navigace**

Určení pozice stroje je jedním z aspektů fungování autonomního stroje. Znamená to potřebu, aby stroj věděl přesně kde se nachází a mohl konat další určenou činnost. Pozice může být relativní nebo absolutní, což bude dále rozvedeno v následujících kapitolách. Jsou situace, kdy nám například nestačí známost souřadnic v prostoru, ale je nutné znát také rychlost a směr. V případě směru je také důležité znát směr jízdy přední části stroje a směr jízdy stroje jako takového. Traktor ale na pozemku nejezdí samostatně, a tak je potřeba získávat zmíněná data o rychlosti, pozici a směru tažených nástrojů. Tím nám vzniká komplexní problematika určování vzájemných poloh traktor-nástroj, nástroj-trasa a traktor-trasa (18).

#### **3.5.1.1 Relativní pozice stroje**

Určení relativní pozice stroje znamená, že není třeba znát přesně koordináty v prostoru, ale stačí určit polohu stroje vůči určenému výchozímu bodu. K tomuto určování slouží mnoho senzorů jako například kamery, lidary, ultrazvukové senzory nebo mechanická (kontaktní) čidla. Čidla si můžeme rozdělit do dvou kategorií. Čidla sloužící k určení vnitřního stavu (akcelerometr, gyroskop) a senzory pro pozorování vnějšího prostoru (geomagnetický kompas, radar). Zpracování veškerých dat oproti použití GPS souřadnic je poměrně náročné. V dnešní době se nejvíce používají kamery a lidary s ohledem na rozšíření umělé inteligence. Výhodou těchto systémů je možnost stroje pracovat i v případě ztráty signálu vnějších zdrojů určujících polohu (18).

#### **3.5.1.2 Absolutní pozice stroje**

Pro práci v otevřeném prostoru je nezbytné použití polohování pomocí souřadného systému. Před dobou GPS se používal například tachymetr. Tato metoda byla ale s ohledem na časovou náročnost a s tím spojené náklady využívána velmi zřídka dokud ji nenahradily GNSS přijímače. GNSS systém je nadřazeným pojmenováním pro navigační systémy absolutního

určení pozice. GPS je označení pro systém v USA, GLONASS (Rusko), Galileo (Evropa) a BeiDou (Čína). Každý z těchto systémů má více než 24 satelitů v různých orbitách. Rádiové vysílání, které satelity používají, funguje na frekvencích 1,1 -1,6 GHz. Pro určení přesné polohy musí přístroj přijmout signál od minimálně čtyř satelitů (11,18).

### 3.5.2 Koncept firmy Case

Společnost Case v roce 2016 představila svůj koncept, jak by měla vypadat budoucnost v oblasti traktorů. Jejich koncept se nazývá IH a stojí na základech modelu Magnum. Z fotek je patrné, že byl přepracován design stroje, byla kompletně vynechána kabina. Podvozek s pohonnou jednotkou zůstávají stejné. Je pravděpodobné, že firma Case testuje autonomní systémy a nepouští se zatím do kompletní elektrifikace pohonného ústrojí, což je jeden ze směrů budoucího vývoje. Společnost uvádí, že jejím cílem je co nejjednodušší integrace těchto autonomních traktorů s minimálními změnami a bez velkých složitostí s ovládním. Bohužel taktéž firma neuvádí více detailů ale z fotografií a videí na internetu se zdá, že koncept fyzicky opravdu existuje a je schopen jízdy. Bohužel je nutné podotknout že od roku 2016 (doba uvedení) nebyly zveřejněny žádné další informace. Je tedy otázkou, zda bude tento koncept dále rozvíjen do podoby sériového stroje (19).

*Obrázek 4 Koncept Case IH 2016*



Zdroj: <https://www.caseih.com/emea/fr-fr/Pages/Media-Gallery.aspx>

### 3.5.3 Koncept firmy John Deere

V současné době je pro společnost John Deere pravděpodobně prioritou elektrifikace a autonomní řízení stroje. Na svých stránkách například John Deere představuje bez-emisní užitkový malotraktor, který by se měl pohybovat na pozemku o rozloze 10 tisíc metrů

čtverečních s baterií, kterou lze nabít za 4,5 hodiny. Bohužel detaily o výkonu elektromotoru nebo kapacitě baterie výrobce neuvádí (20).

Další v řadě inovací je koncept autonomního pásového jednonápravového traktoru s elektrickým pohonem. Traktor by měl dosahovat výkonu 500kW. Výhodou by měly být snížené náklady na údržbu a samozřejmě dnes mnohonásobně skloňovaná redukce CO2. Bude velmi zajímavé pozorovat, jestli tento koncept firma John Deere dále rozvine třeba i v produkční verzi (20).

*Obrázek 5 Koncept autonomního traktoru firmy John Deere*



Zdroj: <https://www.deere.co.uk/en/agriculture/future-of-farming/>

## 4. Vlastní práce

V následujících kapitolách bude řešena praktická část diplomové práce, která obsahuje výpočty nákladů na provoz strojů. Při výpočtu nákladů na provoz strojů budeme porovnávat náklady na provoz v průběhu pěti let. Bude počítáno se čtyřmi různými variantami provozu strojů. První bude zahrnovat provoz jednoho žacího malotraktoru. Poté budou vyčísleny náklady na provoz tři robotických žacích strojů. Následně se budou počítat náklady provozu tří robotických žacích strojů společně s žacím malotraktorem. Jako poslední bude spočítána varianta provozu dvou robotických žacích strojů. Všechny varianty vychází z reálného provozu.

### 4.1 Náklady na provoz žacího malotraktoru

Jak bylo zmíněno v předchozí kapitole, budou na následujících řádcích spočítány náklady na provoz žacího malotraktoru.

#### 4.1.1 Fixní náklady

V rámci fixních nákladů na provoz malotraktoru bude počítáno pouze s náklady na odpisy stroje. Jelikož se nejedná o podnik, který má za cíl generovat zisk, nemá význam počítat například náklady na zúročení vlastního kapitálu nebo jiné náklady. Počáteční cena stroje činí 250 000 korun. Žací malotraktor spadá do druhé odpisové skupiny, která určuje pro první rok 11 % a další roky 22,25 %. Z těchto určených sazeb nám vznikne tabulka odpisů (5).

Tabulka 5 Tabulka odpisů žací malotraktor

Rok	Zůstatková cena	Roční odpis	Oprávký celkem
1.	222 500	27 500	27 500
2.	166 875	55 625	58 188
3.	111 250	55 625	97 126
4.	55 625	55 625	136 064
5.	-	55 625	175 000

Pro účetní odpisy zvolíme také rovnoměrné odepisování ale stejným koeficientem, tedy 20 % tak, aby po pětiletém cyklu byla hodnota stroje nula viz tabulka (6). Tento typ odpisů volíme také z důvodu následného výpočtu celkových nákladů, u kterých lze použít pouze rovnoměrné odepisování stejné částky každý rok.

Tabulka 6 Účetní odpisy žací malotraktor

Rok	Zůstatková cena	Roční odpis	Oprávky celkem
1.	200 000	50 000	27 500
2.	150 000	50 000	77 500
3.	100 000	50 000	127 500
4.	50 000	50 000	177 500
5.	-	50 000	227 500

#### 4.1.2 Variabilní náklady

Variabilní náklady se budou skládat z nákladů na pohonné hmoty, nákladů na údržbu a osobních nákladů.

##### 4.1.2.1 Náklady na pohonné hmoty

V případě tohoto výpočtu zde bude pouze figurovat spotřeba pohonných hmot na jednotku času [h] vynásobená cenou motorové nafty. Pro výpočet pětiletého cyklu bychom se měli aspoň částečně zabývat vývojem ceny ropy, potažmo motorové nafty. Můžeme samozřejmě pouze odhadovat, jaký bude vývoj cen pohonných hmot. Z dostupných informací o průběhu ceny motorové nafty lze vyčíst, že se za posledních 15 let se cena zvýšila přibližně o 25 %. Zvyšování ceny vychází v průměru o 1,6 % ročně. Současná cena (20.9.2021) motorové nafty je 31,6 korun za jeden litr. Pro zjištění nákladů si spočítáme průměrnou cenu s připočítaným navýšením za pět let provozu, což vychází na 32,6 korun za litr při použití vztahu (6):

$$jNPHM_m = Qph * Ckp = 0,55 * 32,6 = 17,93 \text{ Kč} \cdot \text{h}^{-1}$$

$jNPHM_m$  = jednotkové náklady na pohonné hmoty [ $\text{Kč} \cdot \text{h}^{-1}$ ],  $Qph$  = spotřeba pohonných hmot [ $\text{l} \cdot \text{h}^{-1}$ ],  $Ckp$  = cena paliva [ $\text{Kč} \cdot \text{l}^{-1}$ ]

##### 4.1.2.2 Náklady na údržbu

Do nákladů na údržbu se započítá výměna oleje a filtru, která se provádí jednou ročně. Výměna oleje a filtru stojí 2500 korun a malotraktor má roční provoz 216 hodin. Dále se započítá broušení žacího ústrojí, což je jednou měsíčně půl hodiny práce zaměstnance. Žací malotraktor je používán devět měsíců v roce. Hodinová mzda zaměstnance činí 316 korun na



hodinu. Protože musíme počítat náklady na pět let provozu stroje, započítáme do nákladů na údržbu výměnu žacích nožů za nové jednou za dva roky. Jeden nůž stojí přibližně tisíc korun a jsou potřeba tři nože. Znamená to tedy náklad 1500 korun ročně. Dle vztahu (7) vycházejí náklady na údržbu  $25,1 \text{ Kč}\cdot\text{h}^{-1}$ .

#### **4.1.2.3 Osobní náklady**

Osobní náklady budou vypočítány dle vztahu (8) hodinovou mzdou zaměstnance, který bude malotraktor obsluhovat. S ohledem na velmi vysokou inflaci poslední doby musíme tento ekonomický faktor zahrnout i pro určení výše mzdy pro obsluhu malotraktoru. Stejně jako v případě vzrůstajících cen za pohonné hmoty budeme počítat s každoroční inflací 3 % a následně si uděláme průměr za 5 let provozu. Osobní náklad vychází  $316 \text{ Kč}\cdot\text{h}^{-1}$ .

#### **4.1.2.4 Náklady na údržbu**

Do nákladů na údržbu se započítá výměna oleje a filtru, která se provádí jednou ročně. Výměna oleje a filtru stojí 2500 korun a malotraktor má roční provoz 216 hodin. Dále se započítá broušení žacího ústrojí, což je jednou měsíčně půl hodiny práce zaměstnance. Žací malotraktor je používán devět měsíců v roce. Hodinová mzda zaměstnance činí  $316 \text{ Kč}\cdot\text{h}^{-1}$ . Protože chceme počítat náklady na pět let provozu stroje, započítáme také do nákladů na údržbu výměnu žacích nožů za nové, jednou za dva roky. Jeden nůž stojí přibližně tisíc korun a jsou potřeba tři nože, znamená to tedy náklad 1500 korun ročně. Dle vztahu (7) vycházejí náklady na údržbu  $1,72 \text{ Kč}\cdot\text{h}^{-1}$ .

#### **4.1.2.5 Osobní náklady**

Osobní náklady se spočítají přes vztah (8). S ohledem na velmi vysokou inflaci poslední doby musíme tento ekonomický faktor zahrnout i pro určení výše mzdy pro obsluhu malotraktoru. Stejně jako v případě vzrůstajících cen za pohonné hmoty budeme počítat s každoroční inflací 3 % a následně si uděláme průměr za 5 let provozu. Následně osobní náklady vycházejí na  $316 \text{ Kč}\cdot\text{h}^{-1}$ .

#### **4.1.2.6 Jednotkové variabilní náklady**

Jako poslední z kapitoly variabilních nákladů se sečtou všechny vše zmíněné variabilní náklady dohromady. Výsledek vyjadřuje náklady na hodinový provoz žacího malotraktoru neboli jednotkové variabilní náklady dle vztahu (4),  $359 \text{ Kč}\cdot\text{h}^{-1}$ :

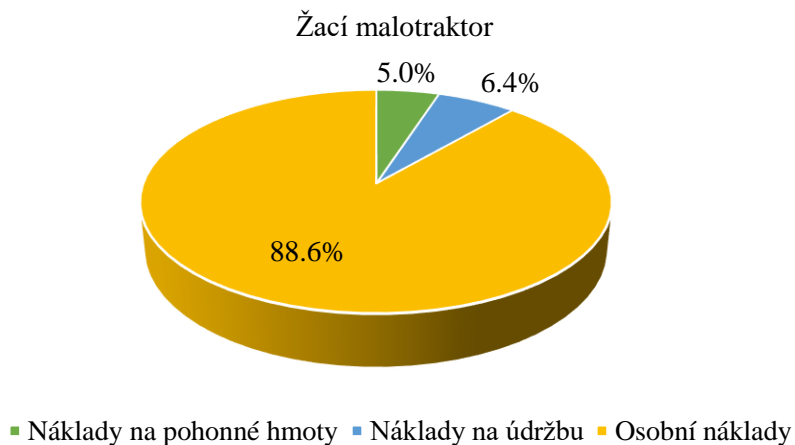
$$jN_{vm} = jNPHM_m + jNú_m + jNo = 17,93 + 25,1 + 316 =$$

$$= 359 \text{ Kč} \cdot \text{h}^{-1}$$

$jNv_m$  = jednotkové variabilní náklady [Kč·h<sup>-1</sup>]

Níže zobrazený koláčový graf (2) znázorňuje jak velké podíly tvoří jednotlivé položky variabilních nákladů v případě provozu žacího malotraktoru. Největší podíl, konkrétně 88,6 % mají osobní náklady, následované náklady na údržbu 6,4 %. Nejnižší podíl 5 % mají náklady na pohonné hmoty.

Graf 2 Podíl jednotkový variabilních nákladů u malotraktoru



#### 4.1.2.7 Roční variabilní náklady

Celkové roční variabilní náklady vycházejí na 77 550 korun ročně viz rovnice (16)

$$rN_{nm} = jNv_m * rW_{sm} = 359 * 216 = 77\,550 \text{ Kč} \cdot \text{rok}^{-1}$$

#### 4.1.3 Celkové náklady

Celkové náklady v sobě zahrnují výše zmíněné a počítané fixní a variabilní náklady na provoz stroje a vyjadřují se následujícími rovnicemi. Jedna z rovnic nám vyjadřuje celkové roční náklady [Kč·rok<sup>-1</sup>] a druhá z rovnic nám vyjadřuje celkové jednotkové náklady. V našem případě bude mít výsledná hodnota jednotky [Kč·h<sup>-1</sup>]. Pro výpočet celkových jednotkových nákladů si musíme nejdříve spočítat jednotkové variabilní náklady.

#### 4.1.3.1 Roční celkové náklady

Žací malotraktor je v provozu třikrát týdně po dobu dvou hodin. Při tomto provozu nám vychází, že stroj pracuje 6 hodin týdně, respektive 216 hodin ročně. Roční variabilní náklady pro žací malotraktor vychází dle vztahu (10) na 127 544 korun ročně:

$$rN_{sm} = rN_{fm} + jN_{vm} * rW_{sm} = 50\,000 + 359 * 216 = 127\,544 \text{ Kč} \cdot \text{rok}^{-1}$$

$rN_{sm}$  = celkové roční náklady [Kč·rok<sup>-1</sup>],  $rN_{fm}$  = roční náklady fixní,  $jN_{vm}$  = jednotkové variabilní náklady [Kč·h<sup>-1</sup>],  $rW_{sm}$  = roční využití stroje [h]

#### 4.1.3.2 Jednotkové celkové náklady

Jako poslední vypočteme jednotkové náklady na stroj, dle vztahu (11):

$$jN_{sm} = \frac{rN_{fm}}{rW_{sm}} + jN_{vm} = \frac{50000}{216} + 359 = 590 \text{ Kč} \cdot \text{h}^{-1}$$

$jN_{sm}$  = celkové jednotkové náklady na stroj [Kč·h<sup>-1</sup>]

## 4.2 Náklady na provoz tří žacích robotických strojů

V této podkapitole se budou počítat náklady na provoz tří robotických žacích strojů. Aby byly výpočty navzájem porovnatelné, budeme počítat stejné hodnoty jako v případě nákladů na provoz žacího malotraktoru.

### 4.2.1 Fixní náklady

V úvodních kapitolách bylo již zmíněno, že se používají tři robotické žací stroje. Cena jednoho stroje činí 139500 korun. Celkové náklady na pořízení tří strojů budou tedy činit 418500 korun. Robotický žací stroj bude taky odpovídat druhé odpisové skupině, stejně jako malotraktor. V následné tabulce (7) lze vyčíst výpočet daňových odpisů v průběhu pěti let.

Tabulka 7 Tabulka odpisů tři robotické žací stroje

Rok	Zůstatková cena	Roční odpis	Oprávký celkem
1.	372 465	46 035	46 035
2.	279 349	93 116	139 151
3.	186 233	93 116	232 268
4.	93 116	93 116	325 384
5.	-	93 116	418 500

Následně jsou spočítány účetní odpisy, které budou sloužit při výpočtech ukazatelů nákladů na provoz strojů viz tabulka (8).

Tabulka 8 Účetní odpisy tři robotické žací stroje

Rok	Zůstatková cena	Roční odpis	Oprávký celkem
1.	334 800	83 700	46 035
2.	251 100	83 700	129 735
3.	167 400	83 700	213 435
4.	83 700	83 700	297 135
5.	-	83 700	380 835

## 4.2.2 Variabilní náklady

Variabilní náklady na provoz robotického žacího stroje se skládají z nákladů na energie, osobních nákladů na obsluhu strojů, a nákladů na náhradní díly. Než začneme počítat variabilní náklady na provoz robotických žacích strojů, je nutné definovat, kolik hodin ročně budou stroje pracovat. Dle technických údajů, které stanovuje výrobce žacího stroje, činí průměrná délka provozu na jedno nabití akumulátoru o kapacitě 10 Ah 270 minut. Po spotřebování kapacity se stroj nabíjí 60 minut. Stroj pracuje každý den po dobu devíti měsíců, což nám vychází na 275 dní provozu ročně. Při nepřetržitém provozu tří strojů tedy následně vychází výsledek 19 800 hodin ročně provozu.

### 4.2.2.1 Náklady na energii

Jeden robotický žací stroj spotřebuje za jeden den 0,54 kWh. Tři stroje pracují každý den, sedm dní v týdnu po dobu devíti měsíců. S ohledem na současnou situaci a snahy mít co nejšetnější výrobu elektrické energie, je velmi pravděpodobné, že se bude cena elektřiny zvyšovat. Je to z velké části dáno zvyšováním cen emisních povolenek, které znevýhodňují země s převážnou většinou uhelných elektráren, což je i případ tuzemské energetiky. Dle dostupných údajů lze konstatovat, že se cena elektřiny zvyšuje průměrně o 4 % ročně. To znamená, že průměrná cena za dobu pěti let s ohledem na zmíněné zvyšování ceny je 2,31 korun za kilowat hodin elektrické energie. Pro výpočet nákladů na energii použijeme vztah (6), který byl použit na výpočet nákladů na pohonné hmoty. V tomto případě bylo pouze změněno pojmenování vztahu a byl mírně pozměněn pro potřeby výpočtu vzhledem k tomu, že robotické žací stroje jsou poháněny elektrickým pohonem. Výsledek dle vztahu (6) je  $0,155 \text{ Kč} \cdot \text{h}^{-1}$ :

$$jN_{er} = 3 * C_e \left( \frac{Q_e}{24} \right) = 3 * 2,31 * \left( \frac{0,54}{24} \right) = 0,155 \text{ Kč} \cdot \text{h}^{-1}$$

$jN_{er}$  = jednotkové náklady na energii [ $\text{Kč} \cdot \text{h}^{-1}$ ],  $C_e$  = cena elektřiny [ $\text{Kč} \cdot \text{kWh}^{-1}$ ],  $Q_e$  = spotřeba elektřiny [ $\text{kWh} \cdot \text{den}^{-1}$ ]

### 4.2.2.2 Náklady na údržbu

Náklady na údržbu strojů spočívají v čištění žacího ústrojí a výměně žacích nožů. Výměna a čištění probíhají třikrát týdně a obsluze trvá jedna výměna a čištění u všech tří strojů 2 hodiny. Při výpočtu vyjde, že obsluha stráví za devět měsíců provozu čištěním a výměnami nožů 216 hodin ročně. Jednotkové osobní náklady jsou stejné jako u žacího malotraktoru,

316 korun na hodinu. Dle vztahu (7) vycházejí náklady na údržbu robotických žacích strojů 3,44 Kč·h<sup>-1</sup>.

#### 4.2.2.3 Náklady na pomocný materiál

Náklady na pomocný materiál spočívají ve výměně náhradních žacích nožů každé tři dny a stroj pracuje 275 dní. Cena nože je 21 korun a jeden stroj má tři nože. Podle vztahu (9) vyházejí náklady na pomocný materiál 0,87 Kč·h<sup>-1</sup>.

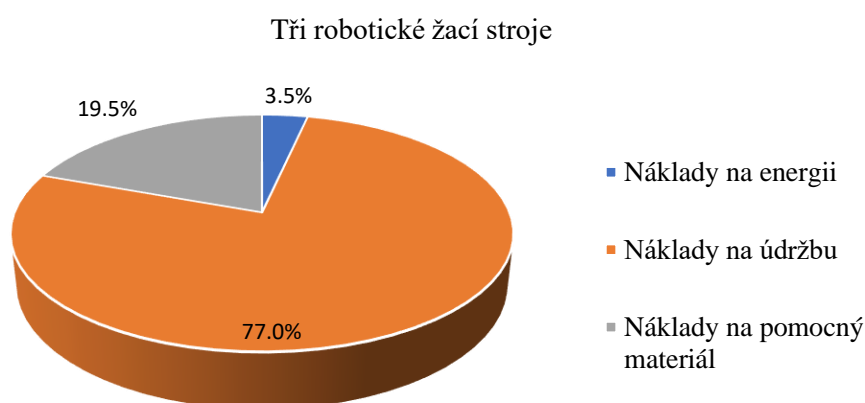
#### 4.2.2.4 Jednotkové variabilní náklady

Jednotkové variabilní náklady při použití vztahu (4) vycházejí 4,47 Kč·h<sup>-1</sup>:

$$jNv_r = jN_{er} + jNnd_r + jNo_r = 0,155 + 0,87 + 3,44 = 4,47 \text{ Kč} \cdot \text{h}^{-1}$$

Níže uvedený koláčový graf (3) znázorňuje, jak velké procentuální podíly mají jednotlivé variabilní náklady. Můžeme zde vidět, že podstatnou většinu variabilních nákladů tvoří ze 77 % náklady na údržbu stroje, tedy zejména čištění a výměna žacích nožů. Náklady na pomocný materiál, který tvoří velmi častá výměna žacích nožů má 19,8% zastoupení. Nejmenší 3,5% podíl mají náklady na energii.

Graf 3 Podíl jednotkový variabilních nákladů u tří robotických žacích strojů



#### 4.2.2.5 Roční variabilní náklady

Celkové roční variabilní náklady vycházejí na 88 506 korun ročně dle rovnice (17):

$$rN_{nr} = jNv_r * rW_{sr} = 4,47 * 19800 = 88\,506 \text{ Kč} \cdot \text{rok}^{-1}$$

### 4.2.3 Celkové náklady

Celkové náklady se budou počítat stejně jako v případě tří robotických žacích strojů.

#### 4.2.3.1 Roční celkové náklady

Robotické žací stroje pracují 19 800 hodin ročně. Roční variabilní náklady pro robotické žací stroje vychází dle vztahu (10) 172 206 Kč·rok<sup>-1</sup>:

$$rN_{sr} = rN_{fr} + jN_{vr} * rW_{sr} = 83\,700 + 4,47 * 19\,800 = 172\,206 \text{ Kč} \cdot \text{rok}^{-1}$$

$rN_{sr}$  = roční variabilní náklady [Kč·rok<sup>-1</sup>],  $rN_{fr}$  = roční náklady fixní,  $jN_{vr}$  = jednotkové variabilní náklady [Kč·h<sup>-1</sup>],  $rW_{sr}$  = roční využití stroje [h]

#### 4.2.3.2 Jednotkové celkové náklady

Jako poslední vypočteme jednotkové náklady na stroj, respektive stroje. Podle vztahu (11) vycházejí jednotkové celkové náklady 8,67 Kč·rok<sup>-1</sup>:

$$jN_{sr} = \frac{rN_{fr}}{rW_{sr}} + jN_{vr} = \frac{83\,700}{19\,800} + 4,47 = 8,67 \text{ Kč} \cdot \text{h}^{-1}$$

$jN_{sm}$  = jednotkové náklady na stroj [Kč·h<sup>-1</sup>]

## 4.3 Náklady na provoz malotraktoru spolu s robotickými žacími stroji

V předchozích kapitolách jsme počítali ideální situace provozu malotraktoru nebo robotického žacího stroje, respektive tří strojů. Vzhledem k tomu, že se musí povrch následně finalizovat, protože robotické žací stroje nestihnou plochu sklídit, je nutné připočítat i náklady na provoz žacího malotraktoru. Obsluha musí sklízet malotraktorem po robotických strojích čtyři hodiny týdně. Musí se tedy připočítat roční amortizace malotraktoru, následně každoroční výměna oleje, mzda pro obsluhu a pohonné hmoty. Jednotkové náklady malotraktoru jsou přepočítané na hodinový provoz robotických žacích strojů.

### 4.3.1 Fixní náklady

Fixní náklady se v tomto případě spočítají jednoduchým sečtením amortizací pro všechny stroje dohromady:

$$rN_{fr+m} = rN_{fm} + rN_{fr} = 50\,000 + 83\,700 = 133\,700 \text{ Kč}\cdot\text{rok}^{-1}$$

### 4.3.2 Variabilní náklady

V případě variabilních nákladů se budou počítat náklady na provoz tři robotických strojů stejně jako v předchozí kapitole, ale bude nutné udělat přepočty v případě žacího malotraktoru a jím spojených nákladů.

Do nákladů na údržbu malotraktoru se započítá výměna oleje a filtru, broušení žacího ústrojí a nákup nových žacích nožů jednou ročně. Náklady budou ale rozpočítané do hodin robotických žacích strojů, to znamená mezi 19800 hodin ročně. Při použití vztahu (7) vycházejí náklady na 0,28 Kč·h<sup>-1</sup>.

Náklady na obsluhu jsou počítány z potřeby sklídit plochu po robotických strojích. Pracovní vytíženost obsluhy malotraktoru činí zmíněné 4 hodiny týdně. Při použití vztahu (8) vycházejí osobní náklady na 4,25 Kč·h<sup>-1</sup>.

V případě výpočtu nákladů na pohonné hmoty (energie) je nutné upravit vzorec z předešlých kapitol. Je třeba spočítat jakou spotřebu paliva bude mít malotraktor za celou sezónu a tu následně rozdělíme do celkových hodin provozu robotických žacích strojů. Po úpravě vztahu (6) vychází náklady na pohonné hmoty (energie) 0,15 Kč·h<sup>-1</sup>.

Celkové jednotkové náklady vycházejí, dle vztahu (4) na 7,50 Kč·h<sup>-1</sup> provozu strojů.

$$\begin{aligned} jNv_{r+m} &= jN_{er} + jNpm_r + jNo_r + jNú_m + jNo_m + jNPHM_m = \\ &= 0,155 + 0,87 + 3,44 + 0,28 + 2,6 + 0,15 = 7,50 \text{ Kč}\cdot\text{h}^{-1} \end{aligned}$$

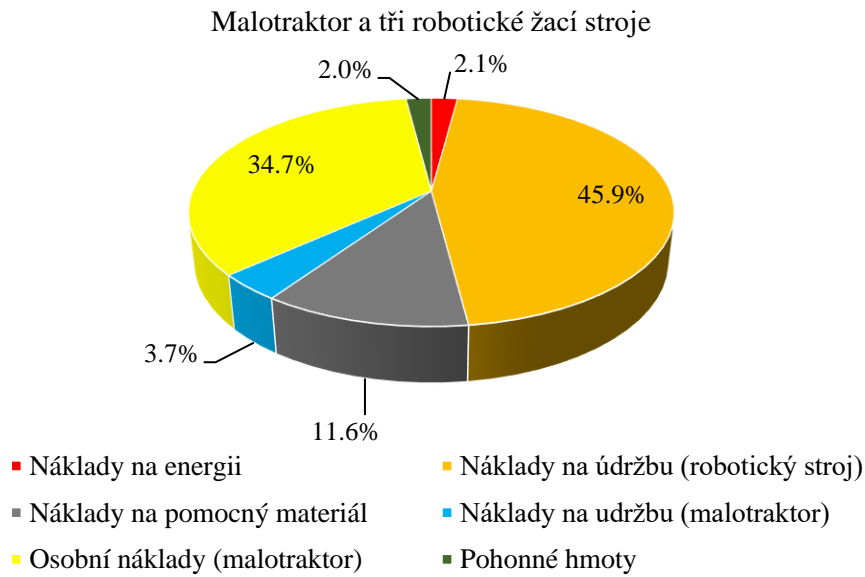
#### 4.1.2.1 Roční variabilní náklady

Celkové roční variabilní náklady vycházejí na 77 550 korun ročně viz rovnice (19)

$$rN_{nr+m} = jNv_{r+m} * rW_{sr} = 7,5 * 19800 = 148\,401 \text{ Kč}\cdot\text{rok}^{-1}$$



Graf 4 Podíl jednotkových variabilních nákladů u tří robotických žacích strojů a malotraktoru



### 4.3.3 Celkové náklady

Celkové náklady se budou počítat stejně jako v předešlých kapitolách.

#### 4.3.3.1 Roční celkové náklady

Roční variabilní náklady pro žací malotraktor společně s provozem třech robotických žacích strojů vychází dle vztahu (10) na 282 200 Kč·rok<sup>-1</sup>:

$$rN_{sr+m} = rN_{fr+m} + jN_{vr+m} * rW_{sr} = 133700 + 7,5 * 19800 = 282\,200 \text{ Kč} \cdot \text{rok}^{-1}$$

$rN_{sr+m}$  = roční variabilní náklady [Kč·rok<sup>-1</sup>],  $rN_{fr+m}$  = roční náklady fixní,  $jN_{vr+m}$  = jednotkové variabilní náklady [Kč·h<sup>-1</sup>],  $rW_{sr}$  = roční využití stroje [h]

#### 4.3.3.2 Jednotkové celkové náklady

Jednotkové celkové náklady vycházejí při použití vztahu (11) 14,25 Kč·rok<sup>-1</sup>:

$$jN_{sr+m} = \frac{rN_{fr+m}}{rW_{sr}} + jN_{vr+m} = \frac{133700}{19800} + 7,5 = 14,25 \text{ Kč} \cdot \text{h}^{-1}$$

$jN_{sm}$  = jednotkové náklady na stroj [Kč·h<sup>-1</sup>]

## 4.4 Náklady na provoz dvou robotických žacích strojů

V rámci kapitoly provedeme výpočet nákladů na provoz dvou strojů. Předchozí výpočty se týkaly zkušeností s provozem na fotbalovém hřišti v Bakově nad Jizerou. Bohužel jak bylo z výpočtů patrné, byly náklady vysoké a zjevně technologie nefungovala tak jak měla. Zkušenosti na dalších dvou sklízených plochách jsou ale odlišné. Výpočtem a porovnáním jednotlivých nákladů si toto tvrzení (domněnku) potvrdíme.

### 4.4.1 Fixní náklady

Úvodním slovem bylo napsáno, že se výpočet bude týkat dvou robotických žacích strojů. Proto se tedy budou fixní náklady odvíjet od této informace. Jelikož se jedná o stále stejný model stroje, je jeho cena totožná i pro ostatní stroje tedy 139 500 korun. Následné výpočty již byly popsány pouze s jinými čísly. Níže v tabulce (9) je spočítána výše daňových odpisů a následně v tabulce (10) výše účetních odpisů.

Tabulka 9 Daňové odpisy dva robotické žací stroje

Rok	Zůstatková cena	Roční odpis	Oprávký celkem
1.	247 420	30 580	30 580
2.	185 565	61 855	92 435
3.	123 710	61 855	154 290
4.	61 855	61 855	216 145
5.	-	61 855	278 000

Tabulka 10 Účetní odpisy dva robotické žací stroje

Rok	Zůstatková cena	Roční odpis	Oprávký celkem
1.	222 400	55 600	30 580
2.	166 800	55 600	86 180
3.	111 200	55 600	141 780
4.	55 600	55 600	197 380
5.	-	55 600	252 980

### 4.4.2 Variabilní náklady

Pro výpočet variabilních nákladů si vezmeme data z již zjištěné doby provozu žacích strojů, která je stejná. U všech dotazovaných sklízených ploch pracovaly stroje v nepřetržitém provozu. Zrekapitulujeme si částečně, že jeden stroj zvládne 4,3 pracovního cyklu denně a jeden pracovní cyklus je 330 minut. Dva stroje tedy pracují ročně 13 200 hodin.

#### 4.4.2.1 Náklady na energii

Cena za jednu kWh byla určena v předchozích výpočtech na 2,31 korun. Dle upraveného vztahu (6) vychází  $0,1 \text{ Kč}\cdot\text{h}^{-1}$ .

#### 4.4.2.2 Náklady na údržbu

Náklady na údržbu strojů spočívají v čištění žacího ústrojí a výměně žacích nožů. Výměna a čištění probíhají jednou týdně a obsluze zabere jedna výměna a čištění u dvou strojů 2 hodiny. Při výpočtu vyjde, že obsluha stráví za devět měsíců provozu čištěním a výměnami nožů 72 hodin ročně. Jednotkové osobní náklady jsou stejné jako u žacího malotraktoru, 316 korun na hodinu. Při použití vztahu (7) vychází náklady na údržbu  $1,72 \text{ Kč}\cdot\text{h}^{-1}$ .

#### 4.4.2.3 Náklady na pomocný materiál

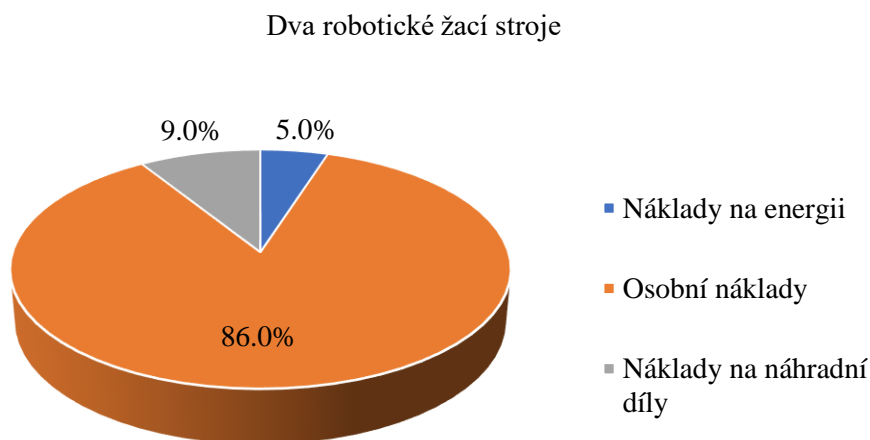
Náklady na náhradní díly spočívají ve výměně náhradních žacích nožů každých čtrnáct dní a stroj pracuje 275 dní. Počet výměn tedy bude dvacet. Cena nože je 21 korun a jeden stroj má tři nože. Při použití vztahu (9) vychází náklady na údržbu  $0,18 \text{ Kč}\cdot\text{h}^{-1}$ .

#### 4.4.2.4 Jednotkové variabilní náklady

Při součtu všech variabilních nákladů dle vztahu (4) je výsledek rovné  $2 \text{ Kč}\cdot\text{h}^{-1}$ :

$$jNv_r = jN_{er} + jN_{nd_r} + jN_{o_r} = 0,1 + 0,18 + 1,72 = 2 \text{ Kč}\cdot\text{h}^{-1}$$

Graf 5 Podíl jednotkových variabilních nákladů dva robotické žací stroje



#### 4.4.2.5 Jednotkové variabilní náklady

Celkové roční variabilní náklady vycházejí na 26 400 korun ročně viz rovnice (20):

$$rN_{nr} = jN_{vr} * rW_{sr} = 2 * 13200 = 26\,400 \text{ Kč} \cdot \text{rok}^{-1}$$

#### 4.4.3 Celkové náklady

Celkové náklady se budou počítat stejně jako v případě malotraktoru nebo jiných variant.

##### 4.4.3.1 Roční celkové náklady

Roční celkové náklady použité ve výsledném vyhodnocení celkových výpočtů vycházejí při použití vztahu (10) 68 800 Kč·rok<sup>-1</sup>:

$$rN_{sr} = rN_{fr} + jN_{vr} * rW_{sr} = 55600 + 2 * 13200 = 68\,800 \text{ Kč} \cdot \text{rok}^{-1}$$

##### 4.4.3.2 Jednotkové celkové náklady

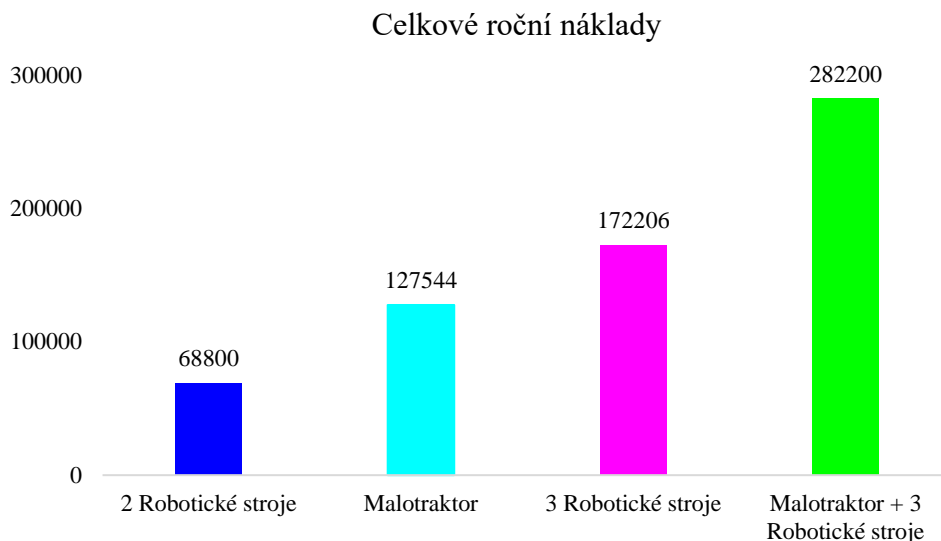
Jednotkové celkové náklady vycházejí dle vztahu (11) na 6,5 Kč·h<sup>-1</sup>:

$$jN_{sr} = \frac{rN_{fr}}{rW_{sr}} + jN_{vr} = \frac{55600}{13200} + 2 = 6,2 \text{ Kč} \cdot \text{h}^{-1}$$

## 5. Vyhodnocení výsledků

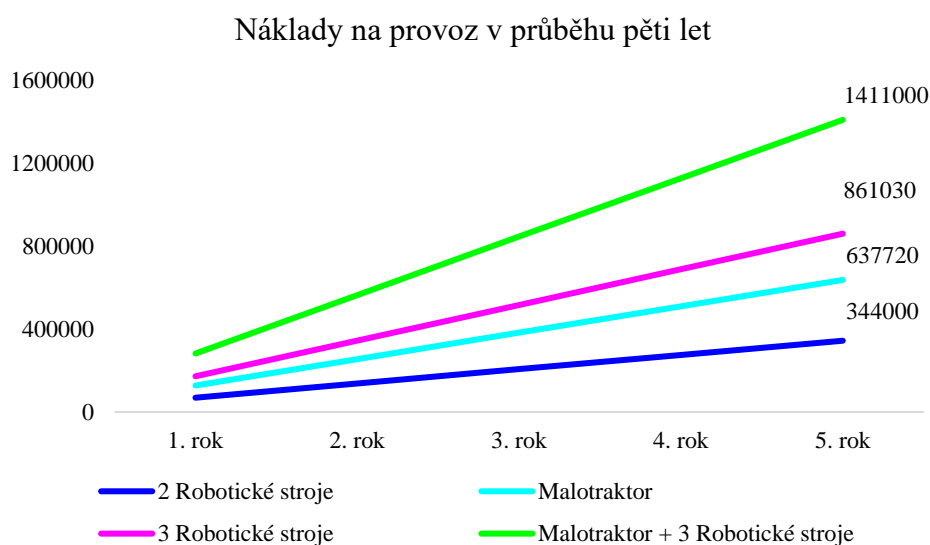
Z výše uvedených a vypočtených dat může být vyhodnoceno, jaká varianta provozu strojů je co do nákladů na provoz nejlepší. Na sloupcovém grafu (6) je znázorněno porovnání jednotlivých variant s ohledem na celkové roční náklady na provoz. Tento provozní údaj byl zvolen, protože ukazuje celkové množství nákladů, tedy jak fixních, tak variabilních, které musí provozovatel vynaložit za rok provozu stroje. Pokud by byly vyhodnoceny například pouze variabilní náklady, již by nebylo zřejmé kolik stroje stály a jak jsou vysoké odpisy nebo při jiném druhu financování splátky úvěru. Vyhodnocení by poté nebylo objektivní.

Graf 6 Přehled ročních celkových náklady pro jednotlivé varianty provozu strojů



Jako nejméně nákladná varianta vyšel provoz dvou žacích robotických strojů s náklady 68 800 korun ročně. Druhý v pořadí skončil malotraktor s náklady 127 544 korun ročně. Za malotraktorem jsou tři robotické žací stroje se 172 206 korunami ročně a jako poslední kombinace provozu žacího malotraktoru s třemi robotickými stroji s částkou 282 200 korun ročně. V procentuálním vyjádření je rozdíl mezi malotraktorem a dvěma žacími stroji 46 %.

Graf 7 Přehled nákladů na provoz strojů v průběhu pěti let



V úvodu této práce bylo konstatováno, že náklady budou vyjádřeny v průběhu pěti let. Graf (7) tedy ukazuje kumulativní nárůst nákladů na provoz strojů. Po pěti letech je rozdíl mezi dvěma nejméně nákladnými variantami rozdíl 293 720 tis. korun. Bohužel je zde vidět i negativum ve špatně navrženém způsobu sklizení plochy na jednom z hřišť. Jak již bylo zmíněno, ani tři robotické stroje nestíhaly sklízet travnatou plochu a bylo nutné používat i malotraktor. Je tedy patrné, že provoz zmíněné varianty je o 120 % nákladnější, než kdyby se provozovatelé rozhodli používat pouze žací malotraktor.

Nabízí se otázka, proč bylo nutné na jedné z ploch třeba tři robotických žacích strojů s malotraktorem a na dalších pouze dvou robotických strojů bez další techniky. Na pozorovaných plochách pracovaly vždy stejné stroje, tedy Husqvarna Automower 550. Stroje pracovaly nepřetržitě dle spočítaného cyklu v předešlých kapitolách, který byl tedy také stejný. Pokud tedy technika byla všude stejná se stejným provozem, zbývá jako poslední faktor hustota porostu a jeho rychlost růstu. Tato domněnka se následně potvrdila při pokusu, kdy se snížil objem závlahy a množství použitých hnojiv. Výsledkem bylo zlepšení práce v oblasti kvality sklizení robotických strojů bez další potřeby použití malotraktoru. Stále bylo ale nutné používat tři robotické stroje namísto dvou, které byly původně v plánu. I přes pozitivní výsledek pokusu bylo rozhodnuto majitelem hřiště prodat robotické stroje zpět prodejci a vrátit se zpět k provozování malotraktoru. Dle provedených výpočtů bylo následně také dokázáno, že provoz tří robotických strojů je provozně nákladnější než provoz malotraktoru.

## 6. Závěr

Hlavní cílem této diplomové práce bylo porovnání nákladů na provoz robotických žacíh strojů a strojů s obsluhou. Při výpočtu byly použity vzorce z nastudované odborné literatury pro výpočet nákladů na provoz strojů. Po provedených výpočtech jednotlivých variant provozu strojů byly výsledky porovnány a vyhodnoceny.

Teoretická část se věnuje literární rešerši v oblasti výpočtů nákladů na provoz strojů, které byly následně použity v praktické části. Poté zdůraznění aspektů a kritérií při inovaci technologií nebo strojů včetně shrnutí současných ekonomicko-politických výzev současnosti. Následně byly popsány koncepty firem budoucích traktorů a popis navigačních systémů robotických strojů současně byly také popsány stroje použité v daných provozech.

V praktické části se již práce zabývala konkrétním výpočtem nákladů na provoz strojů. Součástí výpočtu jednotlivých variant bylo následně zobrazení podílů variabilních nákladů pomocí koláčového grafu. U každé varianty, byly spočteny fixní a variabilní náklady na provoz, které se nákladně interpretovali v kapitole vyhodnocení výsledků. Při následném vyhodnocování praktické části byly použity celkové roční náklady na provoz strojů, které v sobě zahrnují fixní i variabilní složku nákladů a mohou být tak objektivně porovnány.

Jak již bylo nastíněno v průběhu diplomové práce, nelze nikdy s jistotou konstatovat, že použitím automatizace a robotizace lze vždy ušetřit náklady na provoz strojů a výpočty jednotlivých variant to také dokazují. V rámci výpočtů nákladů pozorováním bylo zjištěno, že nasazení robotické techniky na jednom z pozemků bylo úspěšné a vedlo ke snížení nákladů naopak v druhém případě nasazení robotizované techniky vedlo ke zvýšení nákladů na provoz strojů z důvodu přílišného přírůstku porostu.

Na základně vypočtených provozních nákladů lze konstatovat, že v případě úspěšného nasazení robotické techniky lze v konkrétním případě ušetřit na nákladech 46 % oproti použití žacího malotraktoru. Naopak při nedostatečné analýze porostu a potřeb při sklizení plochy se náklady zvyšují v jednotkách desítek procent.

## 7. Seznam použitých zdrojů

1. Tomek, Gustav a Věra Vávrová. Řízení výroby a nákupu. Praha : Grada, 2007.
2. Kavka, Miroslav. *Využití zemědělské techniky v podmínkách tržního hospodářství*. Praha : Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1997. ISBN 80-861153-17-7.
3. Kavka, Miroslav a Miroslav Mimra. *Řízení a organizace výrobních procesů*. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, Technická fakulta, 2020. str. 367.
4. Tidd, Joe, John Bessant a Keith Pavitt. *Řízení inovací*. Brno : Grada, 2007. ISBN 978-80-251-1466-7.
5. Bervinová, Ludmila a Pavlína Vančurová. *Cvičení z ekonomiky podniků I*. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, 2014. ISBN 978-80-213-1192-3.
6. Synek, Miloslav a Eva Kislingerová. *Podniková ekonomika*. Praha : C. H. Beck, 2015. ISBN 978-80-7400-274-8.
7. Štohl, Pavel. *Učebnice účetnictví 1. díl*. Znojmo : vyd. Znojmo: Ing. Pavel Štohl, 2019. ISBN 978-80-88221-25-8.
8. Štohl, Pavel. *Učebnice účetnictví 2. díl*. Znojmo : vyd. Znojmo: Ing. Pavel Štohl, 2019. ISBN 978-80-88221-26-5.
9. Managementmania. *Odpisy*. [Online] [Citace: 5. 10 2021.] <https://managementmania.com/cs/odpisy>.
10. Bauer, František a kol. *Traktory a jejich využití*. Praha : Profi Press, 2013. ISBN 978-80-86726-52-6.
11. Kumhála, F., Heřmánek, P., Mašek, J., Kvíz, Z., Honzík, I.: *Zemědělská technika – stroje a technologie pro rostlinnou výrobu*. Praha, ČZU Praha v nakladatelství Powerprint, 2007, 438 s., ISBN 978-80-213-1701-7.
12. The History of Lawn Mowers. *Robomow*. [Online] [Citace: 20. 9 2021.] <https://www.robomow.com/en-GB/history-lawn-mowers>.
13. Greenbaum, H., Rubinstein, D. Who Made That Lawn Mower? *NY Times*. [Online] [Citace: 18. 3 2019.] [https://www.nytimes.com/2012/03/18/magazine/who-made-that-lawn-mower.html?\\_r=1&](https://www.nytimes.com/2012/03/18/magazine/who-made-that-lawn-mower.html?_r=1&).
14. Porovnání modelů. *Spider*. [Online] [Citace: 22. 2 2020.] [https://www.spider-cz.com/porovnani-sekacek\\_p8.html](https://www.spider-cz.com/porovnani-sekacek_p8.html).
15. Automower - Robotické sekačky od společnosti Husqvarna. *Husqvarna CZ*. [Online] [Citace: 16. 2 2020.] <https://www.husqvarna.com/cz/vyrobky/roboticke-sekacky/>.



16. Jayson Boubin, John Chumley, Christopher Stewart, and Sami Khanal. *Autonomic Computing Challenges in Fully Autonomous Precision Agriculture*. [Článek] Ohio : The Ohio State University Department of Food, 2019.
17. Bechar, Avital. *Innovation in Agricultural Robotics for*. Rishon LeZion : Institute of Agricultural Engineering, Agricultural Research, 2021. ISBN 978-3-030-77035-8.
18. Case IH Premieres Concept Vehicle at Farm Progress Show. *Case IH*. [Online] [Citace: 5. 1 2022.] <https://www.caseih.com/apac/en-in/news/pages/2016-case-ih-premieres-concept-vehicle-at-farm-progress-show.aspx>.
19. Future of Farming. *John Deere UK*. [Online] [Citace: 12. 1 2022.] <https://www.deere.co.uk/en/agriculture/future-of-farming/>.
20. Automower - Robotické sekačky od společnosti Husqvarna. *Husqvarna CZ*. [Online] [Citace: 16. Únor 2020.] <https://www.husqvarna.com/cz/vyrobky/roboticke-sekacky/>.