

Vysoké učení technické v Brně

Fakulta informačních technologií



Technická zpráva projektu do IMS

Ozimá řepka olejka

Autoři: Zdeněk Jelínek (xjelin47)

Adam Gregor (xgrego18)

## Obsah

1. Úvod .....	3
1.1. Autoři a zdroje informací.....	3
1.2. Ověření validity.....	3
2. Rozbor tématu a použitých technologií .....	3
2.1. Použité postupy pro vytvoření modelu .....	6
2.2. Použité metody a jejich původ .....	6
3. Koncepce .....	6
4. Architektura simulačního modelu .....	7
4.1. Rozbor implementace .....	8
5. Podstata simulačních experimentů a jejich průběh .....	8
5.1. Postup experimentování .....	8
5.2. Dokumentace experimentů.....	8
5.3. Závěry experimentů .....	9
6. Shrnutí simulačních experimentů a závěr .....	10
Bibliografie .....	10

## 1. Úvod

Tento dokument vznikl jako součást projektu do předmětu IMS, na téma řepka olejka. Nalézá se zde popis reálií, včetně jejich zdrojů, popis námi vytvořeného modelu a popis a vyhodnocení experimentů. V rámci studie zkoumáme vliv velikosti pole na náklady spojené s pěstováním ozimé řepky, vliv použité technologie obdělání půdy na celkové náklady a hledáme nejnákladnější operace v tomto cyklu. Bylo potřeba nastudovat správný postup pěstování řepky, jaké vhodné přípravky se používají a s jakým dávkováním.

### 1.1. Autoři a zdroje informací

Na studii se autorsky podílela dvojice Zdeněk Jelínek (xjelin47) a Adam Gregor (xgrego18). Problematika byla konzultována s Petrem Havlátem ze zemědělské fakulty Mendelovy univerzity. Dále jsme vycházeli z Pěstitelského rádce Řepky ozimé od Davida Bečky z České zemědělské univerzity v Praze. Význačným zdrojem informací byla pro nás studie Miroslava Kavky Normativy pro zemědělskou a potravinářskou výrobu.

### 1.2. Ověření validity

Validita byla ověřena na základě testování a porovnání výsledků s daty, které nám poskytl dříve zmíněný Petr Havlát a která odpovídají zkušenostem z praxe.

## 2. Rozbor tématu a použitých technologií

Na základě získaných informací z Pěstitelského rádce [2] jsme sestavili pořadí akcí, které je nutné vykonat v určité etapě pěstování za určitých podmínek. Také množství hnojiva, postřiků, herbicidů a regulátorů růstu jsme čerpali z Pěstitelského rádce [2].

Pěstování ozimé řepky se dělí do čtyř etap. První etapa obsahuje přípravu půdy pro řepku a následně setí osiva. Druhá etapa, podzimní ošetřování, se sestává z hnojení a aplikací herbicidů, postřiků proti škůdcům a regulátorů růstu. Třetí etapou je jarní ošetřování, které obsahuje stejné činnosti jako etapa druhá, avšak s jiným množstvím hnojiva a proti jiným škůdcům. Čtvrtou a poslední etapou je sklizeň vzrostlé řepky.

### **Etapa přípravy půdy a setí:**

1. Úklid zbytků předplodiny, které na poli zůstali po sklizni.
2. Aplikace hnojiv (320 kg/ha síranu draselného a 200 kg/ha Kieseritu)
3. Obdělání půdy, která může mít více postupů:
  - Klasické – půda se připravuje radličným podmítačem a následně je zorána.
  - Minimalizační – půda je připravena talířovými podmítači. Oproti klasické metodě je půda zpracována do nižší hloubky.
  - Bezorebná – půda není nijak rozrývána.
4. Zanesení osiva do půdy.

### **Etapa podzimního ošetřování:**

1. Aplikace herbicidu (1.5 – 2.0 l/ha Teridox 500EC, 0.15 – 0.25 l/ha Command 36 CS)
2. Postřik proti škůdcům, podmíněný jejich výskytem:
  - Krytonosec šešulový (Decis Mega 0.1 – 0.15 l/ha)
  - Dřepčík olejkový (Karate Zeon 5 0.15 l/ha)
  - Hraboš polní (Stutox I 5.0 – 10.0 kg/ha)

- Pilatka řepková (Nurelle D 0.6 l/ha)
3. Aplikace regulátoru růstu (CCC 1,7 – 2,1l/ha, Caramba 0.4 – 0,8 l/ha)

#### **Etapa jarního ošetřování:**

1. Regenerační hnojení dusíkem (LAV 90.0-100.0 kg/ha )
2. Produkční hnojení (DAM 390 60.0 kg/ha)
3. Podmíněný postřik proti krytonosci řepkovému (Nurelle D 0.6 l/ha)
4. Aplikace regulátoru růstu (Caramba 0,8 - 1.0 l/ha)
5. Podmíněný postřik proti blýskáčku řepkovému (Decis Mega 0.15 l/ha)
6. Aplikace listových hnojiv (Campofort Special B 10.0 l/ha)
7. Doladovací dávka dusíku (LAV 30 kg/ha)
8. Podmíněný postřik proti bejlmorce kapustové (Talstar 10 EC 0.1 l/ha)
9. Podmíněný postřik proti krytonosci šešulovému (Decis Mega D 0.125 – 0.15 l/ha)
10. Podmíněný postřik proti mšicím (Primor 50 WG 0.3 kg/ha)

#### **Etapa sklizně:**

1. Sklizení úrody řepky za pomoci kombajnu

Každá akce spotřebovává palivo. Zde uvádíme spotřebu paliva podle právě prováděné akce.

<b>Akce</b>	<b>Spotřeba nafty</b>
Klasická příprava půdy	11,3 – 11,5 l/ha
Minimalizační příprava půdy	5,8 – 6,1 l/ha
Setí	7,8 – 8,3 l/ha
Hnojení do 300kg	1,8 – 2,2 l/ha
Hnojení od 301 do 500 kg	2,3 – 2,5 l/ha
Hnojení od 500 kg	2,6 – 3,0 l/ha
Aplikace postřiku	2,5 – 2,8 l/ha
Úklid předplodiny	1,3 – 1,6 l/ha
Sklizeň řepky	14,9 – 15,5 l/ha

Informace pocházejí ze zdroje Normativy pro zemědělskou a potravinářskou výrobu [1]

Ceny hnojiv používaných při pěstování řepky jsou uvedeny v následující tabulce.

<b>Hnojivo</b>	<b>Cena</b>
Síran draselný	18 271 – 22 886 Kč/t
Kieserit	10 225 – 14 472 Kč/t
DAM 390	7 986 – 8 410 Kč/t
LAV	8 168 – 8 894 Kč/t
Campofort Special B	38,0 – 47,0 Kč/l

Informace pocházejí ze zdroje: [http://www.agronormativy.cz/docs/2040008\\_rslt.html](http://www.agronormativy.cz/docs/2040008_rslt.html)

Pravděpodobnosti výskytu škůdců jsou uvedeny v následující tabulce.

Škůdce	Šance výskytu
Krytonosec šešulový	70,43%
Dřepčík olejkový	53,58%
Hraboš polní	69,29%
Pilatka řepková	12,5%
Krytonosec řepkový	55,02%
Blísáček řepkový	65,35%
Bejlmorka kapustová	11,83%
Mšice	12,40%

Informace pocházejí ze zdroje [3]

Ceny postřiků používaných při pěstování řepky jsou uvedeny v následující tabulce.

Postřik	Cena
Decis Mega	1 472,0 Kč/l
Karate Zeon 5	2 341,0 Kč/l
Stutox I	181,5 Kg/l
Nurelle D	1 020 Kč/l
Talstar 10 EC	6 600 Kč/l
Primor 50 WG	4 800 Kč/kg

Zdroje cen postřiků:

Postřik	Zdroj
Decis mega	<a href="https://www.agrochemie.cz/495-decis-mega-5l.html">https://www.agrochemie.cz/495-decis-mega-5l.html</a>
Karate Zeon 5	<a href="https://agromanualshop.cz/?sekce=kategorie&amp;filtry[fulltext]=karate">https://agromanualshop.cz/?sekce=kategorie&amp;filtry[fulltext]=karate</a>
Stutox I	<a href="http://www.agrochema-shop.cz/rodenticidy/19-stutox-i.html">http://www.agrochema-shop.cz/rodenticidy/19-stutox-i.html</a>
Nurelle D	<a href="https://agromanualshop.cz/cz-detail-1273-nurelle-d-5l.html?gclid=Cj0KCQiA6JgBRDbARIsANfu58GVVvnxW1lkuLdQKQ76Xsmo8GxVApilgJXGyScaKLkJLa1Z6Y7fKSAaApa7EALw_wcB">https://agromanualshop.cz/cz-detail-1273-nurelle-d-5l.html?gclid=Cj0KCQiA6JgBRDbARIsANfu58GVVvnxW1lkuLdQKQ76Xsmo8GxVApilgJXGyScaKLkJLa1Z6Y7fKSAaApa7EALw_wcB</a>
Talstar 10 EC	<a href="http://www.tlumacak.cz/?1018,talstar-10-ec-50-ml">http://www.tlumacak.cz/?1018,talstar-10-ec-50-ml</a>
Primor 50 WG	<a href="https://www.izelezarstvi.cz/katalog/zbozi/zahrada/substraty/produkt/agro-pirimor-50-wg-2x1-5g">https://www.izelezarstvi.cz/katalog/zbozi/zahrada/substraty/produkt/agro-pirimor-50-wg-2x1-5g</a>

Ceny zbývajících prostředků:

Prostředek	Cena
Osivo	2 400 – 2 800 Kč/VJ
Herbicid Teridox 500 EC	1 126 Kč/l
Herbicid Command 36 CS	4 385 Kč/l
Regulátor růstu CCC	121 Kč/l
Cena nafty	28,35 – 33,32 Kč/l
Regulátor růstu Caramba	1 057,4 Kč/l

Zdroje cen zbývajících prostředků

Prostředek	Cena
Osivo	<a href="http://www.agronormativy.cz/docs/rpttab2040005.pdf">http://www.agronormativy.cz/docs/rpttab2040005.pdf</a> č.3
Herbicid Teridox 500 EC	<a href="https://agromanualshop.cz/?sekce=kategorie&amp;filtry[fulltext]=teridox">https://agromanualshop.cz/?sekce=kategorie&amp;filtry[fulltext]=teridox</a>
Herbicid Command 36 CS	<a href="https://agromanualshop.cz/cz-detail-449-command-36-cs-1l.html">https://agromanualshop.cz/cz-detail-449-command-36-cs-1l.html</a>
Regulátor růstu CCC	<a href="http://www.morava-mod.cz/files/Helivo-2015-soub.pdf">http://www.morava-mod.cz/files/Helivo-2015-soub.pdf</a>
Cena nafty	<a href="https://www.czso.cz/csu/czso/ceny-pohonných-hmot-od-roku">https://www.czso.cz/csu/czso/ceny-pohonných-hmot-od-roku</a>
Regulátor růstu Caramba	<a href="https://substraty-hnojiva.heureka.cz/basf-caramba-10-l/specifikace/#section">https://substraty-hnojiva.heureka.cz/basf-caramba-10-l/specifikace/#section</a>

### 2.1. Použité postupy pro vytvoření modelu

Abstraktní model (IMS, 10) byl navržen jako jeden proces (IMS, 121), který představuje přípravu, pěstování a sklizeň ozimé řepky. Tento přístup jsme zvolili, neboť nejvíce odpovídá postupu pěstování řepky, který je posloupností úkonů. Simulační model (IMS, 10) byl implementovaný v jazyce C++.

### 2.2. Použité metody a jejich původ

Návrh systému jsme provedli pomocí sady stavů, kterými model projde, přičemž některé z nich obsahují procentuální šanci výskytu nějakého jevu (např. výskyt škůdce). V každém stavu se spočítá rovnice, která odpovídá jedné z činností při pěstování řepky.

V simulačním modelu využíváme generátor náhodných čísel, který byl implementován formou kongruentního generátoru (IMS, 98).

## 3. Koncepce

Pro sestavení abstraktního modelu jsme převedli dané činnosti při pěstování řepky ozimé na stavy, ve kterých se počítají rovnice, jejichž výsledek odpovídá vydaným nákladům na tuto činnost.

**Seznam stavů, seřazený podle chronologického pořadí a odpovídající rovnice:**

1. Úklid pole – spotřeba nafty
2. Aplikace hnojiv – spotřeba nafty, aplikace hnojiv
3. Příprava půdy - spotřeba nafty
4. Setí - spotřeba nafty, aplikace osiva
5. Aplikace herbicidů - spotřeba nafty, aplikace herbicidů
6. Ochrana proti krytonosci šešulovému - spotřeba nafty, aplikace postřiku
7. Ochrana proti dřepčíkovi - spotřeba nafty, aplikace postřiku
8. Ochrana proti hraboši polnímu - spotřeba nafty, aplikace postřiku
9. Aplikace regulátoru růstu - spotřeba nafty, aplikace regulátoru
10. Ochrana proti pilatce - spotřeba nafty, aplikace postřiku
11. Regenerační hnojení - spotřeba nafty, aplikace hnojiva
12. Produkční hnojení - spotřeba nafty, aplikace hnojiva

13. Ochrana proti krytonosci řepkovému - spotřeba nafty, aplikace postřiku
14. Aplikace regulátoru růstu - spotřeba nafty, aplikace regulátoru
15. Ochrana proti blýskáčkovi - spotřeba nafty, aplikace postřiku
16. Aplikace listového hnojiva - spotřeba nafty, aplikace hnojiva
17. Aplikace dolaďovacího dusíku - spotřeba nafty, aplikace hnojiva
18. Ochrana proti bejlomorci - spotřeba nafty, aplikace postřiku
19. Ochrana proti krytonosci šešulovému - spotřeba nafty, aplikace postřiku
20. Ochrana proti mšicím - spotřeba nafty, aplikace postřiku
21. Sklizeň - spotřeba nafty

#### Spotřeba nafty:

$$cena * spotřeba * velikost = náklady$$

, kde cena vyjadřuje cenu nafty v Kč/l, spotřeba vyjadřuje spotřebu nafty při konání činnosti v Kč/ha a velikost vyjadřuje velikost pole v hektarech. Náklady jsou v Kč.

#### Aplikace hnojiv/herbicidů/regulátorů/osiva:

$$cena * dávka * velikost = náklady$$

, kde cena vyjadřuje cenu hnojiva/herbicidu/regulátoru/osiva v Kč/l nebo Kč/kg, záleží na typu produktu. Dávka produktu je v kg/ha nebo l/ha. Velikost vyjadřuje velikost pole v hektarech. Náklady jsou Kč

#### Aplikace postřiků:

Postřiky se aplikují při výskytu daného škůdce. Pravděpodobnost výskytu byla spočítána na základě dat z práce Reginy Tesařové, Výskyt škůdců řepky ozimé na území ČR za posledních let. Při výskytu škůdce se aplikuje potřebný postřik. Aplikace je vyjádřena rovnicí:

$$cena * dávka * velikost = náklady$$

, kde cena je cena postřiku v Kč/l, dávka vyjadřuje množství dávky postřiku v Kč/l a velikost je velikost pole v hektarech. Náklady jsou v Kč.

## 4. Architektura simulačního modelu

Spuštění programu lze provést příkazem make run. Program ke spuštění využívá dvou argumentů. Prvním argumentem je velikost pole v hektarech a druhý představuje výběr technologie přípravy půdy (1 – klasická, 2 – minimalizační, 3 - bezorebná). Při běhu programu se na standardní výstup vypisují statistiky o ceně jednotlivých akcí a celkových nákladech.

Příklad výpisu:

Regenerační hnojení	Celkové náklady
760,4 Kc (Z toho nafty: 88Kc)	12 487 Kc

#### 4.1. Rozbor implementace

Simulační model se sestává z třídy `pripravaPudy`, která obsahuje metody simulující činnosti pro přípravu půdy a setí, dále z třídy `jaro`, která obsahuje metody simulující činnosti pro sklizeň a pěstování řepky v období jara. V `podzim.h` se nachází funkce simulující činnosti pěstování řepky v období podzimu. Třída `nafta.hpp` obsahuje metody simulující spotřebu nafty pro různé činnosti. Funkce pro generování náhodných čísel jsou nadeklarovány v `rand.h`.

V `main.c` se volají metody/funkce v následujícím pořadí:

- Příprava půdy
- Setí
- Podzimní ošetřování
- Jarní ošetřování
- Sklizeň

### 5. Podstata simulačních experimentů a jejich průběh

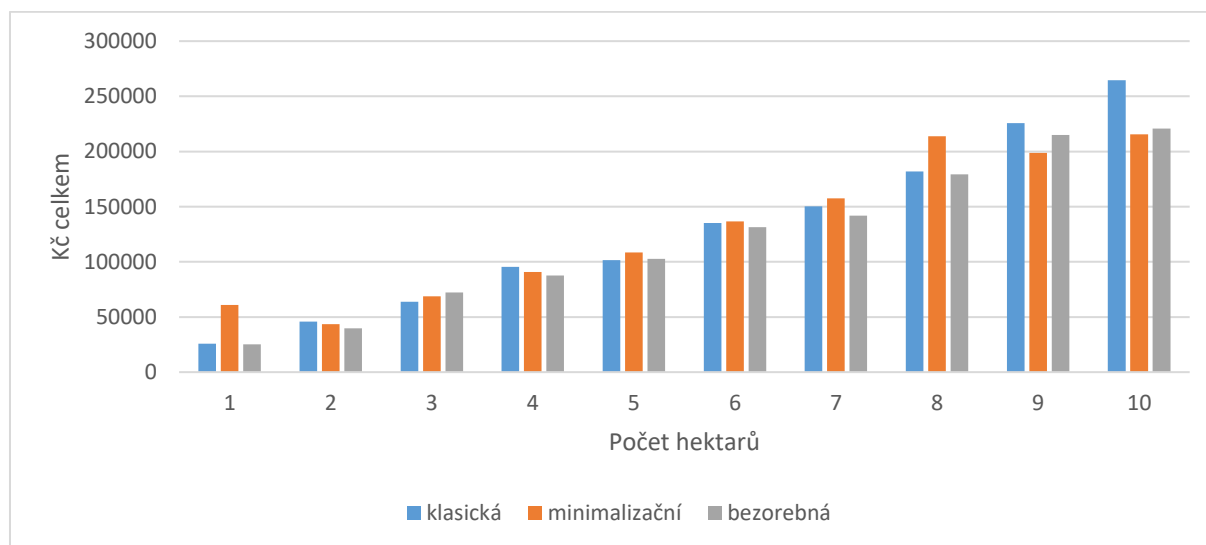
Experimentováním chceme zjistit, jaká je závislost nákladů na velikosti pole, jaké operace jsou cenově nejnákladnější a jak vysoce ovlivňuje výběr způsobu přípravy půdy celkové náklady. Simulujeme jeden životní cyklus řepky olejky.

#### 5.1. Postup experimentování

Simulaci spustíme 30x, s velikostmi pole od jednoho do deseti hektarů a různými technologiemi přípravy půdy. Takto získaná data analyzujeme a vyvodíme závěry.

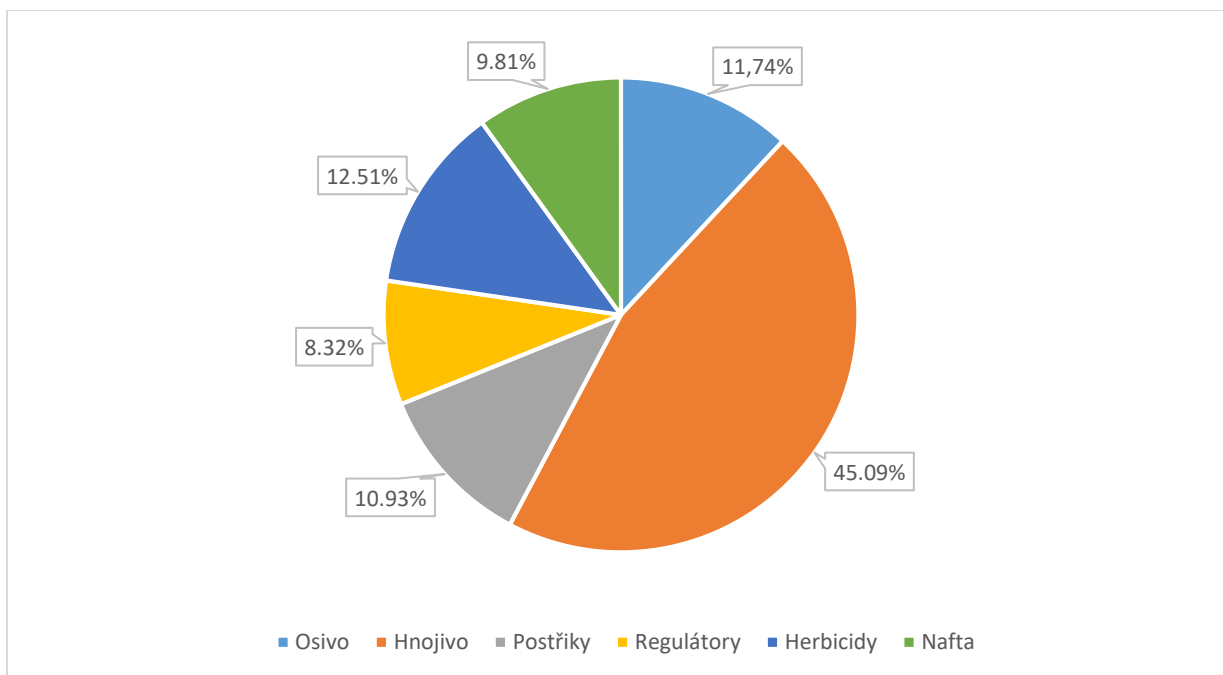
#### 5.2. Dokumentace experimentů

Při experimentování jsme zvyšovali velikost pole o 1 ha a pozorovali jsme vývoj celkových nákladů. Ty jsou znázorněny v *grafu 1*. Používali jsme různé technologie přípravy půdy. *Graf 2* znázorňuje procentuální zastoupení dílčích výdajů v celkovém nákladu. Hodnoty jsme spočítali zprůměrováním výsledných hodnot, které vyšly z experimentů. V *grafu 3* je znázorněno procentuální zastoupení ceny vydané na technologii přípravy půdy z celkové ceny.

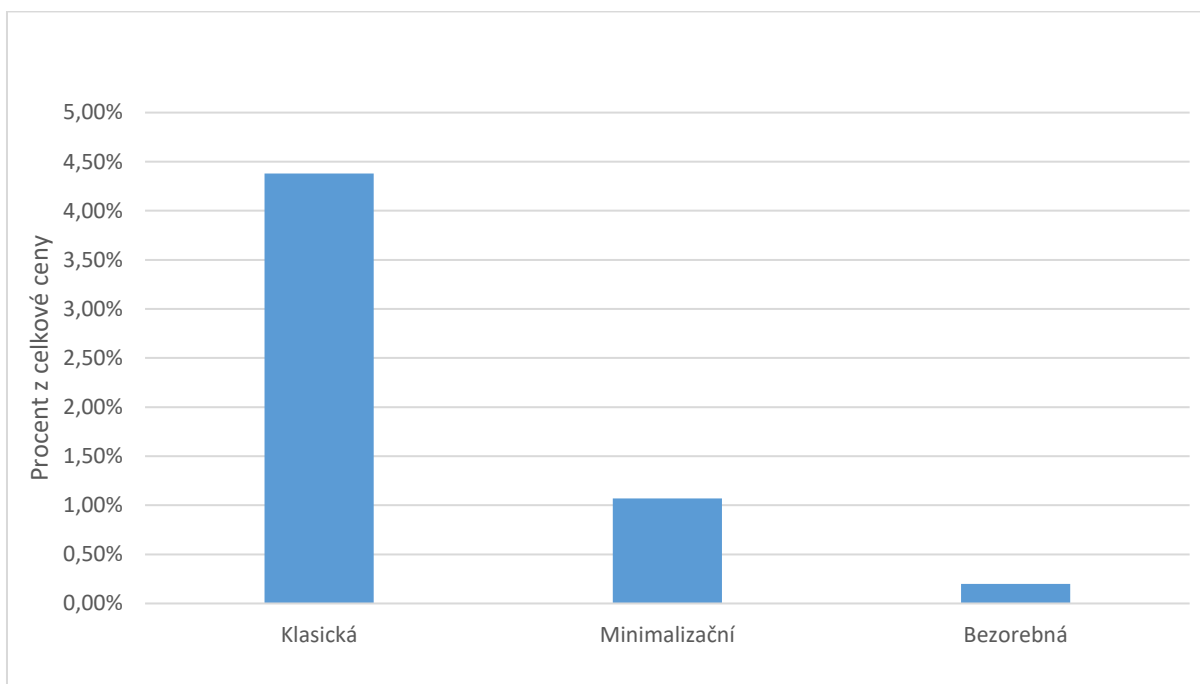


graf 1 Vývoj celkových nákladů s růstem plochy





graf 2 Procentuální zastoupení dílčích výdajů v celkovém nákladu



graf 3 Procentuální zastoupení ceny technologie přípravy půdy z celkové ceny

### 5.3. Závěry experimentů

Bylo provedeno 30 experimentů, z kterých lze odvodit růst nákladů při růstu velikosti pole. Dále z nich lze získat informace o procentuálním zastoupení výdajů jednotlivých operací při pěstování řepky a jaký vliv má výběr technologie přípravy půdy na celkové náklady.

## 6. Shrnutí simulačních experimentů a závěr

Na základě 30 námi vyhotovených experimentů jsme zjistili, že celkové náklady na pěstování řepky ozimé lineárně rostou s rostoucí velikostí pole. Na jeden hektar je potřeba v průměru 22954,14 Kč. Tato hodnota odpovídá nejen zkušenostem z praxe, ale i z Pěstitelského rádce [2].

Na celkových nákladech se nejvíce podílí hnojivo. Zastupuje průměrně 45,09%. To vysvětluje všeobecně známý fakt, že pěstitelé využívají co nejlevnější hnojiva, která ale mohou mít špatný vliv na půdu a z dlouhodobého hlediska ji mohou poškodit.

Z experimentů jsme zjistili, že výběr technologie přípravy půdy má minimální vliv na celkové náklady a volba klasické přípravy půdy představuje spíše časovou náročnost. Klasická technologie přípravy půdy tvoří 4,38% celkových nákladů. Minimalizační tvoří 1,07% a bezorebná 0,20%.

## Bibliografie

- [1] Kavka, M. (2004). <http://www.agroporadenstvi.cz>. Načteno z Agro poradenství:  
<http://www.agroporadenstvi.cz/poradenstvi/op/dokumenty/normativy/normativy.pdf>
- [2] Bečka, D (2007). *Řepka ozimá Pěstitelský rádce*. Praha: Kurent s.r.o.
- [3] Tesařová, R. (2010). *Výskyt škůdců řepky ozimé na území ČR za posledních 10 let*. Brno.