

**Optimalizace výrobní struktury  
v zemědělském podniku  
AGRO Jevišovice, a.s.**

**Diplomová práce**

**Vedoucí práce:**

**Ing. Pavel Kolman, Ph.D.**

**Bc. Tereza Klemková**

**Brno 2015**

## **Poděkování**

Ráda bych tímto poděkovala Ing. Pavlu Kolmanovi Ph.D., vedoucímu mé diplomové práce, za ochotu a vstřícnost, cenné rady, odborné vedení, připomínky a veškerou pomoc poskytnutou při jejím zpracování. Dále tímto děkuji vedení společnosti AGRO Jevišovice, a.s. za spolupráci a poskytnutá data, na základě kterých tato práce vznikla.

### Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci: **Optimalizace výrobní struktury v zemědělském podniku AGRO Jevišovice, a.s.** vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 Autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity o tom, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne 8. května 2015

---

## **Abstract**

Klempová, T. Optimal structure of production in the agricultural company AGRO Jevišovice, a.s. Diploma thesis. Brno: Mendel university, 2015.

This thesis deals with finding optimal structure of production in the agricultural company AGRO Jevišovice, a.s. The work is focusing on assessing the possibility of using mathematical models, which serving as a tool to aid support in optimizing the structure of crop and livestock production in the chosen Agriculture company. The aim is to suggest suitable optimization tools for planning of crop and livestock production structure. The output of thesis will be stochastic models prepared to maximize profits and minimize costs.

Optimization will be implemented by multiple criteria, taking into account the effect of grants on decision-making.

## **Keywords**

Linear programming, optimization, rotation of crops, crop planning, animal production, subsidies.

## **Abstrakt**

Klempová, T. Optimalizace výrobní struktury v zemědělském podniku Agro Jevišovice, a.s. Diplomová práce. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015.

Diplomová práce se zabývá nalezením optimální struktury výroby v zemědělské společnosti AGRO Jevišovice, a.s. Práce se zaměřuje na posouzení možností využití matematických modelů sloužících jako nástroj k podpoře rozhodování při optimalizaci struktury rostlinné a živočišné výroby ve vybraném zemědělském podniku. Cílem práce je navrhnout vhodné optimalizační nástroje pro plánování rostlinné a živočišné výrobní struktury. Výstupem práce budou stochastické modely sestavené za účelem maximalizace zisku a minimalizace nákladů.

Optimalizace bude prováděna s využitím více kritérií a s přihlédnutím k vlivu dotací na rozhodování.

## **Klíčová slova**

Lineární programování, optimalizace, osevní postup, rostlinná výroba, živočišná výroba, dotace.

# Obsah

<b>1 Úvod a cíl práce</b>	<b>12</b>
1.1 Úvod .....	12
1.2 Cíl práce .....	13
<b>2 Literární přehled</b>	<b>14</b>
2.1 Rostlinná výroba.....	14
2.1.1 Půda a půdní fond ČR .....	14
2.1.2 Rozdělení zemědělského území ČR .....	16
2.1.3 Plodiny pěstované v ČR a zařazení do osevního postupu .....	18
2.1.4 Možnosti pěstování plodin .....	24
2.2 Chov skotu .....	26
2.2.1 Reprodukce skotu .....	27
2.2.2 Užitek skotu .....	28
2.2.3 Plemena skotu.....	28
2.3 Dotace v zemědělství .....	29
2.3.1 Přímé platby .....	29
2.3.2 Program rozvoje venkova na období 2014 – 2020 .....	34
2.3.3 Společná organizace trhu (SOT) .....	34
2.4 Operační výzkum a matematické programování.....	35
2.5 Aplikace matematického programování při optimalizaci zemědělské výroby.....	37
2.6 Lineární programování .....	37
2.6.1 Obecný tvar úlohy lineárního programování.....	37
2.6.2 Metody používané pro řešení úloh lineárního programování .....	38
2.7 Stochastické programování.....	39

2.7.1	Úloha s náhodnými parametry v účelové funkci .....	41
<b>3</b>	<b>Představení společnosti</b>	<b>43</b>
3.1	Rostlinná výroba.....	43
3.2	Živočišná výroba.....	45
3.3	Čerpané dotace .....	48
<b>4</b>	<b>Materiál a metodika</b>	<b>49</b>
4.1	Materiál .....	49
4.1.1	Přehled nákladů.....	49
4.1.2	Přehled výnosů .....	51
4.1.3	Ekonomické zhodnocení rostlinné a živočišné výroby.....	54
4.2	Metodika.....	56
4.2.1	Postup při sestavování matematického modelu.....	56
<b>5</b>	<b>Vlastní práce</b>	<b>61</b>
5.1	Optimalizace výroby při maximalizaci zisku.....	61
5.2	Optimalizace výroby při minimalizaci nákladů .....	68
5.3	Modely s náhodnými parametry v účelové funkci.....	70
<b>6</b>	<b>Výsledky a doporučení</b>	<b>76</b>
<b>7</b>	<b>Závěr</b>	<b>80</b>
<b>8</b>	<b>Literatura</b>	<b>82</b>
<b>A</b>	<b>Zemědělské výrobní oblasti v ČR</b>	<b>87</b>
<b>B</b>	<b>Hektarové výnosy plodin</b>	<b>88</b>
<b>C</b>	<b>Obrat stáda skotu</b>	<b>92</b>
<b>D</b>	<b>Roční hektarové zisky plodin</b>	<b>93</b>
<b>E</b>	<b>Matematické modely optimalizace</b>	<b>94</b>

## Seznam obrázků

Obr. 1	Mapa zemědělských výrobních oblastí České republiky.	17
Obr. 2	Histogram znázorňující normalitu rozdělení pšenice ozimé.	52
Obr. 3	Histogram znázorňující normalitu rozdělení řepky ozimé.	52
Obr. 4	Zápis matematické úlohy - vstupní data pro řešení maximalizace zisku.	59
Obr. 5	Zadávání matematické úlohy v modulu „Řešitel“.	60
Obr. 6	Optimalizace zemědělské výroby při maximalizaci zisku.	94
Obr. 7	Optimalizace zemědělské výroby při maximalizaci zisku a zavedení stochastických omezujících podmínek.	94
Obr. 8	Optimalizace rostlinné výroby při minimalizaci nákladů a zajištění alespoň nutného množství objemných krmiv.	95
Obr. 9	Optimalizace rostlinné výroby při minimalizaci nákladů a zajištění krmiva stochastickými podmínkami.	95
Obr. 10	Optimalizace rostlinné výroby při minimalizaci nákladů a zajištění krmiva stochastickými podmínkami bez nutnosti využít celou hektarovou výměru orné půdy.	96
Obr. 11	Optimalizace rostlinné výroby při řešení úlohy s náhodnými parametry v účelové funkci: Rizikové kritérium.	96
Obr. 12	Optimalizace rostlinné výroby při řešení úlohy s náhodnými parametry v účelové funkci: P - kritérium.	97

## Seznam tabulek

Tab. 1	Zastoupení jednotlivých skupin plodin na celkové osevní ploše ČR.	18
Tab. 2	Plocha osevů obilnin a jejich podíl na celkové osevní ploše ČR za rok 2014 v [%].	19
Tab. 3	Plocha osevů luskovin a jejich podíl na celkové osevní ploše ČR v roce 2014 v [%].	21
Tab. 4	Plocha osevů olejnin a jejich podíl na celkové osevní ploše ČR v roce 2014 v [%].	22
Tab. 5	Plocha osevů okopanin a jejich podíl na celkové osevní ploše ČR za rok 2014 v [%].	23
Tab. 6	Plocha osevů pícnin a jejich podíl na celkové osevní ploše ČR za rok 2014.	24
Tab. 7	Doporučené limity koncentrace plodin v osevním postupu.	25
Tab. 8	Zastoupení plodin při vyšší koncentraci obilovin.	26
Tab. 9	Výše sazeb přímých plateb hrazených z fondu EU v letech 2013 a 2014.	30
Tab. 10	Stanovení sazby pro výpočet podpory na krávy v systému s tržní produkcí mléka.	32
Tab. 11	Výše sazeb PVP v letech 2013 a 2014.	33
Tab. 12	Početní stavy a kapacita jednotlivých kategorií skotu včetně plánovaného stavu.	46
Tab. 13	Užitkovost dojnic včetně nákladů a realizačních cen na 1 litr mléka.	47
Tab. 14	Výše výkupních cen u jednotlivých kategorií skotu včetně odhadované realizační ceny.	47
Tab. 15	Přehled obdržенých a odhadovaných výší dotačních sazeb.	48
Tab. 16	Skutečná a odhadovaná výše nákladů živočišné výroby.	50
Tab. 17	Skutečná a odhadovaná výše nákladů rostlinné výroby.	50



<b>Tab. 18</b>	<b>Skutečná a odhadovaná výše výnosů živočišné výroby.</b>	<b>51</b>
<b>Tab. 19</b>	<b>Střední hodnoty a směrodatné odchylky hektarových výnosů z let 2005 – 2014.</b>	<b>53</b>
<b>Tab. 20</b>	<b>Realizované výkupní ceny komodit včetně odhadované výše výkupní cen a výnosů.</b>	<b>54</b>
<b>Tab. 21</b>	<b>Ekonomické zhodnocení rostlinné výroby včetně odhadované výše zisku.</b>	<b>55</b>
<b>Tab. 22</b>	<b>Ekonomické zhodnocení živočišné výroby včetně odhadované výše zisku.</b>	<b>55</b>
<b>Tab. 23</b>	<b>Výčet hledaných strukturních proměnných.</b>	<b>61</b>
<b>Tab. 24</b>	<b>Spotřeba objemných krmiv jednotlivých kategorií skotu v [kg/ks/rok].</b>	<b>63</b>
<b>Tab. 25</b>	<b>Porovnání plánovaného a optimálního stavu skotu v [ks/rok].</b>	<b>65</b>
<b>Tab. 26</b>	<b>Srovnání skutečné a optimální struktury rostlinné výroby v [ha].</b>	<b>65</b>
<b>Tab. 27</b>	<b>Optimální struktura rostlinné výroby při zavedení stochastických podmínek v [ha].</b>	<b>67</b>
<b>Tab. 28</b>	<b>Optimální struktura rostlinné výroby při minimalizaci nákladů v [ha].</b>	<b>69</b>
<b>Tab. 29</b>	<b>Střední hodnoty a směrodatné odchylky hektarových zisků plodin z let 2005 – 2014.</b>	<b>70</b>
<b>Tab. 30</b>	<b>Výsledky optimalizace osevního plánu při využití rizikového kritéria v [ha].</b>	<b>73</b>
<b>Tab. 31</b>	<b>Výsledky optimalizace osevního plánu při využití P – kritéria v [ha].</b>	<b>74</b>
<b>Tab. 32</b>	<b>Výsledky optimalizace živočišné výroby v [ks/rok].</b>	<b>76</b>
<b>Tab. 33</b>	<b>Výsledky optimalizace rostlinné výroby při max. zisku a min. nákladů v [ha].</b>	<b>77</b>
<b>Tab. 34</b>	<b>Výsledky optimalizace při odstranění náhodných veličin z účelové funkce v [ha].</b>	<b>79</b>

---

<b>Tab. 35</b>	<b>Zastoupení zemědělských výrobních oblastí v jednotlivých krajích ČR k roku 2012.</b>	<b>87</b>
<b>Tab. 36</b>	<b>Průměrné hektarové výnosy plodin společnosti AGRO Jevišovice, a.s., Jihomoravského kraje a ČR v letech 2005-2014.</b>	<b>88</b>
<b>Tab. 37</b>	<b>Obrat stáda skotu.</b>	<b>92</b>
<b>Tab. 38</b>	<b>Roční zisk včetně dotací připadající na 1 hektar půdy oseté danou plodinou v [Kč/ha].</b>	<b>93</b>

## Seznam grafů

<b>Graf 1:</b>	<b>Struktura ZPF České republiky ke konci roku 2013</b>	<b>15</b>
<b>Graf 3:</b>	<b>Zastoupení jednotlivých skupin plodin na orné půdě v letech 2005 – 2014</b>	<b>19</b>
<b>Graf 4:</b>	<b>Stav skotu v České republice k roku 2014 (v kusech)</b>	<b>27</b>
<b>Graf 5:</b>	<b>Podíl pěstovaných plodin na celkové výměře orné půdy pro období 2014/2015</b>	<b>43</b>
<b>Graf 6:</b>	<b>Porovnání průměrných hektarových výnosů u pšenice ozimé v letech 2005-2014</b>	<b>44</b>
<b>Graf 7:</b>	<b>Porovnání průměrných hektarových výnosů u řepky ozimé v letech 2005-2014</b>	<b>45</b>
<b>Graf 8:</b>	<b>Vývoj hektarových výnosů společnosti AGRO Jevišovice, a.s. u pšenice jarní</b>	<b>89</b>
<b>Graf 9:</b>	<b>Vývoj hektarových výnosů společnosti AGRO Jevišovice, a.s. u ječmene ozimého</b>	<b>89</b>
<b>Graf 10:</b>	<b>Vývoj hektarových výnosů společnosti AGRO Jevišovice, a.s. u ječmene jarního</b>	<b>89</b>
<b>Graf 11:</b>	<b>Vývoj hektarových výnosů společnosti AGRO Jevišovice, a.s. u kukuřice na zrno</b>	<b>90</b>
<b>Graf 12:</b>	<b>Vývoj hektarových výnosů společnosti AGRO Jevišovice, a.s. u kukuřice na siláž</b>	<b>90</b>
<b>Graf 13:</b>	<b>Vývoj hektarových výnosů společnosti AGRO Jevišovice, a.s. u trvale travních porostů</b>	<b>90</b>
<b>Graf 14:</b>	<b>Vývoj hektarových výnosů společnosti AGRO Jevišovice, a.s. u vojtěšky na senáž</b>	<b>91</b>

# 1 Úvod a cíl práce

## 1.1 Úvod

Předmětem zájmu každého podniku je v současné době dosažení co nejvyššího zisku z provozované podnikatelské činnosti. Efektivita hospodaření se velmi často odvíjí od správnosti rozhodování podložených analýzami prováděnými z dostupných dat. Proto je nezbytné před samotným započítáním analýzy shromáždit relevantní údaje a kvalitně je zpracovat. Zemědělské subjekty taktéž vynakládají své úsilí s cílem maximalizovat svůj zisk. V porovnání s ostatními hospodářskými odvětvími lze u nich najít jistá specifika.

Zemědělská prvovýroba zajišťuje nejen produkci potravin, krmiv a steliv pro hospodářská zvířata, ale též suroviny pro průmyslové zpracování. Podílí se na utváření rázu krajiny, ochraně životního prostředí a v neposlední řadě podporuje venkov tím, že plní sociální a osídlovací funkci. Z výše uvedených důvodů je žádoucí, aby ceny zemědělské produkce byly udržovány na přijatelné úrovni. Vyšší úroveň cen by vedla k nežádoucímu zdražování základních potravin, jejichž vstupní výrobní surovinou jsou právě produkty rostlinné a živočišné výroby. Udržování cen zemědělských komodit v přijatelné výši a zároveň dosahování určité míry zisku z provozování zemědělské činnosti je jedním z cílů dotační politiky ČR a především EU.

Vedení cenových válek nebo vytváření cenových strategií pro boj s konkurencí není v zemědělství realizováno tak, jako je tomu v jiných hospodářských oblastech. Rostlinná i živočišná výroba je vázána na základní výrobní faktor – půdu. Tento výrobní faktor je třeba prostřednictvím uváženého a efektivního obhospodařování půdy chránit a předcházet tak snižování jeho kvality. Pro tyto potřeby byla na území ČR již v 90. letech provedena kategorizace území. Rajonizace půdního fondu vedla k vytvoření tzv. zemědělských výrobních oblastí s rozdílnými vlastnostmi a kvalitou půdy, produkčními možnostmi a podnebními přírodními podmínkami. Zemědělské subjekty získaly přehled o tom, jaké plodiny je vhodné v dané lokalitě pěstovat a v jaké frekvenci je řadit do osevního sledu.

Zemědělské podniky mohou dosáhnout vyšší efektivnosti, budou-li pro oblast plánování zemědělské výroby využívat optimalizační metody. Význam optimalizace vyplývá právě z výše uvedených specifík tohoto sektoru podnikání. Optimalizací zemědělské výroby, respektive nalezením optimálního početního stavu hospodářských zvířat a optimální struktury osevního plánu, lze kromě udržování a obnovování živin v půdě dosáhnout vyšší produktivity i hektarových výnosů. V konečném důsledku lze nalezením optimální struktury rostlinné a živočišné výroby zlepšit hospodářský výsledek podniku bez nutnosti vynakládat dodatečné vstupní zdroje.

Optimalizaci zemědělské výroby lze provést s využitím metod operačního výzkumu, především metod lineárního programování. Metody jsou v oblasti zemědělské produkce používány již od 50. let 20. století, avšak jejich aplikace v praxi se oproti ostatním odvětvím setkává s menším úspěchem. Důvodem je existence řady faktorů, které nelze pro svůj náhodný charakter matematicky správně a přesně vystihnout.

Výsledky zemědělské výroby jsou více než jiné oblasti podnikání ovlivněny okolními podmínkami jako je počasí, klima, půda. Nově vzniklé metody operačního výzkumu, konkrétně metody stochastického programování, již dokážou tento prvek nejistoty a náhody zohlednit a dosáhnout tak reálnějších výsledků.

Hlavním důvodem, proč jsou optimalizační matematické úlohy podniky využívány pro plánování výroby, je zejména snaha maximalizovat zisk. V dnešní době je řešení matematických modelů i jejich využívání v praxi usnadněno softwary, počítačovými programy či informačními systémy určenými zemědělským subjektům. Jednou z možností je například tabulkový kalkulátor MS Excel a jeho modul „Řešitel“, který umožňuje jednoduše vyřešit zadanou optimalizační úlohu a sestavit tak vhodnou strukturu výroby podle zadaného cíle (maximalizace zisku, minimalizace nákladů). České zemědělské subjekty tento potenciál aplikace metod operačního výzkumu zatím příliš nevyužívají. Rozhodování v podnicích je doposud postaveno na dosavadních zkušenostech a dlouholeté praxi agronomů.

## 1.2 Cíl práce

Diplomová práce je založena na předpokladu, podle kterého lze sestavit takovou strukturu zemědělské výroby, která bude pro účely vybraného zemědělského podniku optimální. Optimální struktura výroby bude respektovat platné agrotechnické principy, zásady střídání plodin a společností stanovené požadavky, na základě kterých bude sestaven vhodný ekonomicko-matematický model.

Hlavním cílem diplomové práce je tedy nalezení optimální struktury v oblasti rostlinné i živočišné výroby společnosti AGRO Jevišovice, a.s, která povede k maximalizaci celkového zisku, následně minimalizaci nákladů. V práci budou posouzeny možnosti využití metod operačního výzkumu při plánování zemědělské výroby a následně budou navrženy vhodné matematické modely sloužící k podpoře rozhodování o optimalizaci struktury rostlinné i živočišné výroby ve zvolené společnosti. Vybrané modely budou aplikovány na data poskytnutá konkrétní zemědělskou společností. Optimalizace bude provedena s využitím více kritérií a s přihlédnutím k vlivu dotací na rozhodování společnosti.

## 2 Literární přehled

Zemědělství je tradičním národním hospodářstvím, které v dnešní době není již pouze nástrojem pro tvorbu potravinové základny. Tauferová (2014) zdůrazňuje, že stále častěji je připomínán také vliv zemědělství na životní prostředí, utváření krajinného rázu, funkčnost a estetickou hodnotu krajiny. Předmětem zemědělství je rostlinná výroba sloužící k pěstování kulturních plodin a živočišná výroba zaměřující se na chov hospodářských zvířat. Cílem následující části práce bude podrobněji přiblížit obě tyto široce pojaté větve zemědělství. V závěru kapitoly je uveden přehled dotačních titulů, kterých mohou zemědělské subjekty hospodařící na území České republiky využít. Dotace jsou totiž pro většinu českých zemědělských subjektů synonymem k dosahování efektivního, resp. prosperujícího hospodaření.

### 2.1 Rostlinná výroba

Podstatou rostlinné výroby je dle Synka (2010) využívání půdy za účelem získávání rostlinných produktů. Hlavním výrobním faktorem je půda, na kterou je nahlíženo jako na výrobní prostředek s vlastním potenciálem pro růst zemědělských plodin. Zemědělská půda zahrnuje ornou půdu, trvalé travní porosty (louky, pastviny) a trvalé kultury (chmelnice, vinice). Ukazatelem využití zemědělské půdy je hektarový výnos, tj. poměr sklizně a sklizňové plochy. Sklizňová plocha může být menší, než osevní plocha, dojde-li například ke zničení či zaorání plodiny.

#### Produkční potenciál pěstovaných plodin

Výnosový potenciál současných zemědělských plodin, zohledňující ekologické podmínky a aplikovanou pěstební technologii, je poměrně vysoký. Průměrná výnosnost u pšenice ozimé je ale pouze 61 % produkčního potenciálu a v případě ječmene jarního 59 %. Podobných výsledků je dosahováno i u ostatních plodin. České zemědělské podniky nedisponují dostatkem informací o správném výběru odrůd vzhledem k stanovištním podmínkám, jejich nárokům na vhodnou agrotechniku a použité pěstební technologie (špatná doba setí, obsah dusíku v půdě, neodpovídající ošetření proti škůdcům, chorobám, plevelům, apod.). Podle Vacha a Javůrka (2008) musí těmto problematickým oblastem zemědělské podniky věnovat větší pozornost, chtějí-li správně využít produkčního potenciálu pěstovaných plodin.

#### 2.1.1 Půda a půdní fond ČR

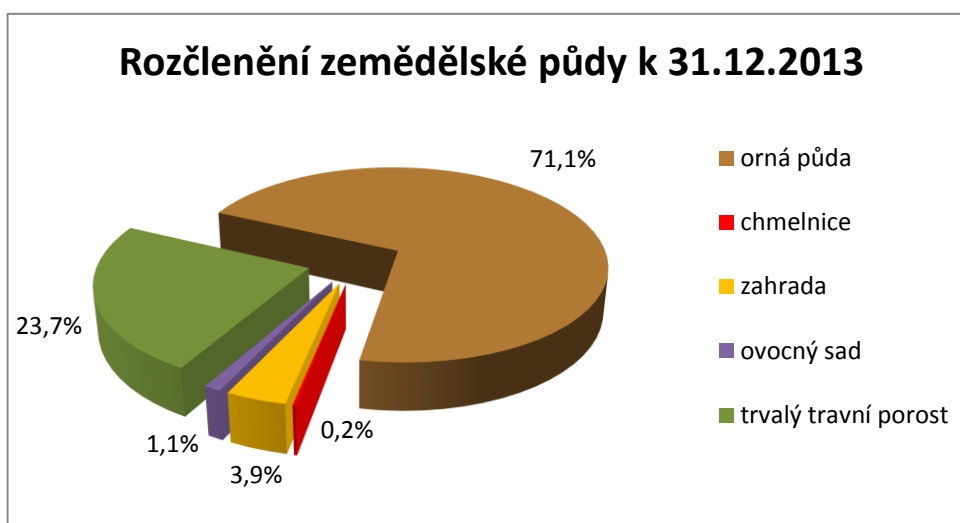
**Půda** je označení pro zvětralou svrchní část zemského povrchu země, která podlehla působení mikroorganismů, ovzduší a vodstva. Podle Tomáška (2003) určuje dosah těchto půdotvorných procesů hloubku půdy, což v našich podmínkách je 120 až 150 cm. Nejpodstatnější vlastností půdy je úrodnost, která přináší lidstvu možnost pěstovat plodiny a zajistit tak obživu sobě i zvířatům. Základní jednotkou při hodnocení kvalitativních vlastností půdy je **půdní typ**. Chaloupek a kol. (2005)

uvádí následující půdní typy a jejich zastoupení na celkové ploše zemědělského půdního fondu České republiky:

- černozem – 13 % ZPF;
- hnědozem – 5 % ZPF;
- kambizem neboli hnědá půda – 45 % ZPF;
- fluvizem – 6 % ZPF;
- pseudoglej – 7 % ZPF;
- černice – 1,8 % ZPF.

Černozemě jsou v ČR podle Tomšíka (2003) nejváženějším půdním typem a téměř všechny jsou využívány jako orná půda. O něco méně hodnotné jsou hnědozemě méně náchylné k vysýchání. Nejrozšířenější zemědělskou půdou jsou na našem území kambizemě, půdy střední až nižší kvality.

**Zemědělský půdní fond** je vymezen Zákonem č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu, v § 1. Podle tohoto zákona je ZPF tvořen zemědělskou půdou, což je orná půda, chmelnice, vinice, zahrady, ovocné sady, louky, pastviny a půdou dočasně neobdělávanou. Podíl ZPF na celkové rozloze České republiky (7 886 707 ha) na počátku roku 2014 činil 53,5 %, tedy 4 219 867 ha. Zbylých 46,5 % představují nezemědělské pozemky, tedy lesní pozemky (33,8 %), vodní plocha (2,1 %), zastavěná plocha a nádvoří (1,7 %) a ostatní plocha (9 %). Následující graf znázorňuje strukturu ZPF na počátku roku 2014. Data byla čerpána z „Ročenky půdního fondu 2014“ dostupné na webových stránkách Českého úřadu zeměměřického a katastrálního (ČÚZK).



Graf 1: Struktura ZPF České republiky ke konci roku 2013.

Zdroj: Souhrnné přehledy o půdním fondu z údajů katastru nemovitostí ČR, (ČÚZK, 2014).

Od roku 2000 došlo k celkovému úbytku zemědělské půdy v rozsahu 53 254 ha. Hlavní příčinou byl posupný nárůst lesní plochy o 39 tis. ha v důsledku zalesňování méně úrodných zemědělských půd. Ministerstvo zemědělství v „*Situační a výhledové zprávě: PŮDA*“ (2012) dále uvádí, že ZPF České republiky je z 54 % tvořen průměrnými a podprůměrnými ornými půdami a 6 % představují půdy z agroekonomického hlediska zcela nevhodné.

Nástrojem pro hodnocení ZPF je **bonitovaná půdně ekologická jednotka (BPEJ)**, která slouží jako základní mapovací a oceňovací jednotka. Soustava BPEJ představuje základnu pro vymezení půdních a klimatických podmínek zemědělsky využívané půdy ČR ovlivňujících její produkční schopnosti. Je platná pro celou ČR a je podkladem pro zákonná opatření, vyhlášky a podobné. Soustava popisuje zemědělské pozemky pětímístným číselným kódem, jehož struktura je popsána na webových stránkách Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy (VÚMOP, 2015). První číslice udává příslušnost ke klimatickému regionu, druhá a třetí základní vlastnosti půdy (půdní typ a půdní druh), čtvrtá svažitost a orientaci na světové strany a poslední hloubku půdy a její skeletovitost.

### 2.1.2 Rozdělení zemědělského území ČR

Efektivní využití zemědělského půdního fondu je dle Kohouta (2002) podmíněno vhodným rozmístěním zemědělské výroby dle přírodních podmínek, tzv. **rajonizací**. Česká republika má velmi rozmanité stanovištní podmínky, pokud jde o vyhovění potřebám pěstovaných plodin. Vyznačuje se druhovou i typovou půdní rozmanitostí a je ovlivněna současně oceánským i kontinentálním podnebím. Podle Šnobla, Pulkrábka a kol. (2005) je rajonizace odvozována od podmínek *půdních* (reliéf krajiny, půdní typy a druhy), *klimatických* (úhrn srážek, průměrná teplota) a *ekonomických* (aglomerace, průmyslové oblasti, apod.).

První rajonizace zemědělské výroby proběhla na území ČSR v roce 1959. Kohout (2002) uvádí jako hlavní kritéria rajonizace reliéf, nadmořskou výšku, průměrnou roční teplotu, úhrn srážek a půdní typ. Takto vymezené výrobní typy byly označeny jako *kukuřičný*, *řepařský*, *bramborářský* a *horský výrobní typ*.

V roce 1996 byla ČR rozdělena dle bonitovaných půdně ekologických jednotek (BPEJ) do 5 výrobních oblastí a 21 podoblastí. Šlo *kukuřičnou*, *řepařskou*, *obilnářskou*, *bramborářskou* a *pícninářskou oblast*. Podle Šnobla, Pulkrábka a kol. (2005) zohledňují **zemědělské výrobní oblasti a podoblasti (ZVO)** oproti původní kategorizaci především průměrnou cenu zemědělské půdy za 1 m<sup>2</sup>. Ta je podle Kohouta (2002) stěžejní, neboť oceňování půdy pro potřeby prodeje, koupě, dědického řízení či zdaňování se postupem času stalo nezbytným.

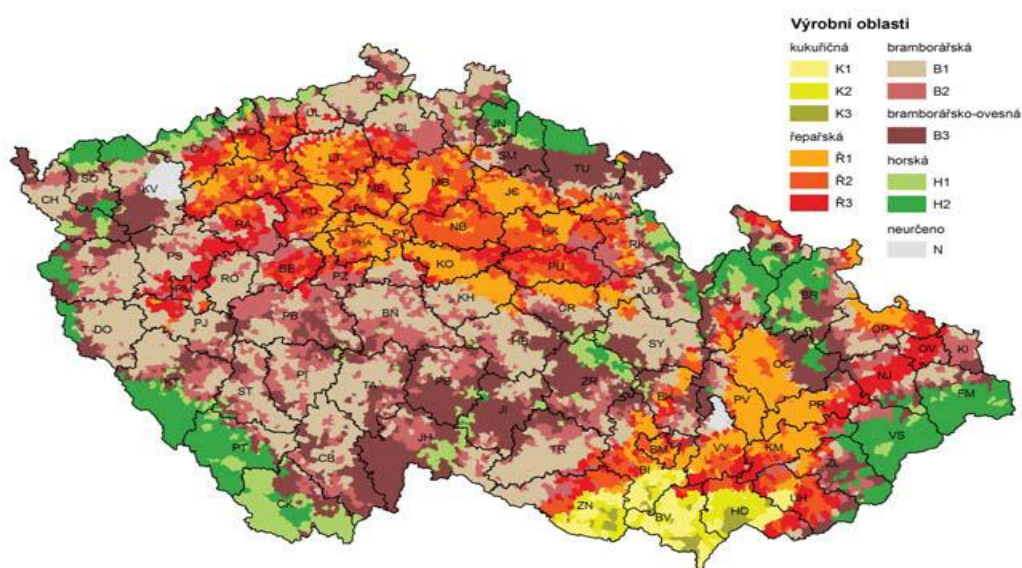
Ministerstvo zemědělství ČR vymezuje v „*Situační a výhledové zprávě: PŮDA*“, (2012) pro různé účely využití v praxi 3 typy rozdělení zemědělského území ČR:



## 1. Zemědělské výrobní oblasti

Představují 4 zemědělské výrobní oblasti složené z 11 podoblastí. Vymezují katastrální území a jsou podkladem pro analýzu ekonomických a produkčních výsledků zemědělských subjektů a statistické hodnocení území ČR ze strany ČÚZK i ČSÚ. Z agroekologického a ekonomického hlediska se vymezují tyto ZVO:

- kukuřičná ZVO, kukuřično-řepařsko-obilnářský typ;
- řepařská ZVO, řepařsko-obilnářský typ;
- bramborářská ZVO, bramborářsko-obilnářský typ;
- horská ZVO, pšicninářský typ s rozhodující orientací na chov skotu.



Obr. 1 Mapa zemědělských výrobních oblastí České republiky.

Zdroj: Situační a výhledová zpráva: PŮDA, 2012.

Z mapy zachycující rozložení zemědělských výrobních oblastí v rámci ČR lze vypočítat, že nejvyšší zastoupení má bramborářská výrobní oblast. Ta představuje 50,3 % z celkové plochy zemědělské půdy ČR. Za ní následuje oblast řepařská zaujímající 40,9 % ZPF. Kukuřičná (5,7 %) a horská (3,1 %) výrobní oblast je zastoupena jen okrajově. Podrobnější údaje o zastoupení ZVO v jednotlivých krajích ČR včetně hektarové výměry lze najít v příloze v tabulce č. 35.

## 2. Znevýhodněné oblasti pro zemědělce (LFA)

Území ČR bylo pro systém podpory zemědělců v méně příznivých oblastech, tzv. oblastech LFA (Less Favoured Areas) rozděleno do tří oblastí. Jsou jimi *horské oblasti*, *ostatní zvýhodněné oblasti* a *oblasti se specifickým zvýhodněním*. Účelem členění je podpořit zachování zemědělské činnosti a rázu krajiny ve výše vymezených oblastech. Systém vyžaduje provázanost s Plány rozvoje venkova.

### 3. Zranitelné oblasti

Zranitelných oblastí se týká omezení o používání hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření. Nejvyšší zastoupení má okres Znojmo (99,8 %). Jednotlivým okresům jsou stanovena období, kdy platí zákaz používání dusíkatých hnojiv. Zranitelné oblasti představují 49 % z celkové zemědělské plochy ČR.

**Registr půdy LPIS** je systém identifikace zemědělských pozemků podle skutečného užívání půdy v geografickém informačním systému (GIS), který musela Česká republika po vstupu do EU zavést. Splnění této podmínky bylo předpokladem k získání dotací do zemědělství z fondu EU. Registr půdy je propojen s informačním systémem SZIF a MZe.

#### 2.1.3 Plodiny pěstované v ČR a zařazení do osevního postupu

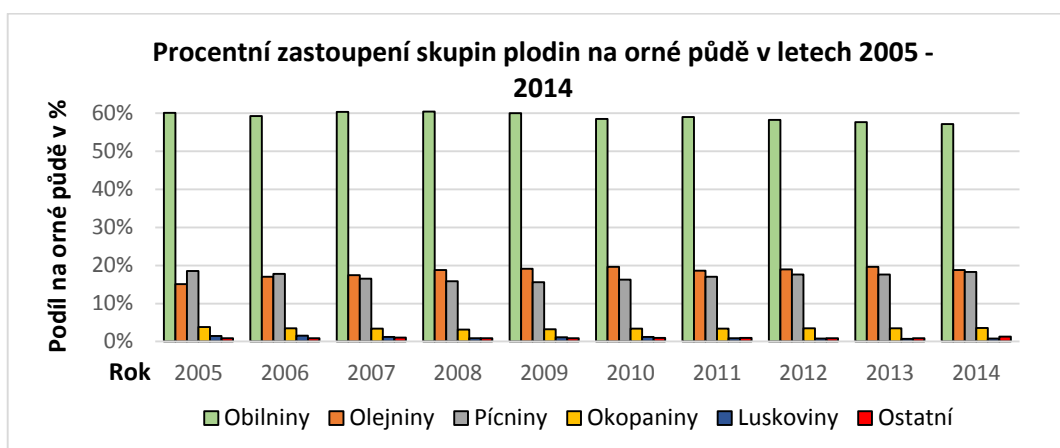
Nejdůležitějšími plodinami pěstovanými na území ČR jsou dle Chaloupka a kol. (2005) pšenice, ječmen, řepka, cukrová řepa a brambory, které zaujmají více jak 2/3 z celkové výměry orné půdy. Na podstatné rozšíření těchto plodin v ČR mělo již od 20. let 20. století vliv jednak zavádění průmyslového hnojení, které souviselo se značnými přírůstky výnosů, a jednak klimatické změny. Zvyšování průměrné roční teploty a prodlužování délky slunečního svitu vedlo k nárůstu výnosů těchto plodin. Kuchtík a kol. (2005) jmenuje hlavními skupinami plodin pěstovanými v podmínkách ČR obilniny, olejnin, píceiny, okopaniny a luskoviny.

Tab. 1 Zastoupení jednotlivých skupin plodin na celkové osevní ploše ČR.

Rok	Osevní plocha [ha]			Podíl na osevní ploše [%]		
	2012	2013	2014	2012	2013	2014
Celkem	2 480 655	2 476 922	2 468 700	100	100	100
z toho:						
Obilniny	1 444 668	1 428 171	1 411 314	58,2	57,7	57,2
Olejnin	470 819	486 908	464 274	19,0	19,7	18,8
Píceiny	436 482	436 354	452 427	17,6	17,6	18,3
Okopaniny	85 749	86 151	87 317	3,5	3,5	3,5
Luskoviny	20 177	17 851	20 170	0,8	0,7	0,8

Zdroj: ČSÚ, 2015

V tabulce č. 1 lze vidět, že nejvíce zastoupenou je skupina obilnin s téměř 60% podílem na celkové osevní ploše ČR. V pořadí druhou skupinou jsou olejnin a významný podíl mají i píceiny, které tvoří základnu pro výrobu krmiv. Naopak okopaniny a luskoviny představují jen malou část z celkové osevní plochy. Uvedená skladba jednotlivých skupin plodin v rámci celkové orné půdy ČR zůstává v posledních 10 letech relativně neměnná, jak lze pozorovat na grafu č. 2.



Graf 2: Zastoupení jednotlivých skupin plodin na orné půdě v letech 2005 - 2014.  
Zdroj: ČSÚ, 2015.

## Obiloviny

Obiloviny jsou v ČR pěstovány zhruba na 60 % orné půdy, přičemž v osevních postupech zemědělských subjektů dosahují i vyššího zastoupení. Praxe ukázala, že významným determinantem výnosnosti obilnin je výběr hodné předplodiny a vyšší dávky průmyslových hnojiv nemají schopnost ji zcela nahradit. Při zařazování obilnin do osevního postupu a určování jejich podílu považuje Kvěch (1985) za zásadní omezující faktor choroby pat stébel a kořenů.

Výnosnost obilnin je z 25 % dána stanovištěm a ročníkem. Povětrnostní podmínky jednotlivých ročníků ovlivňují průběh výnosových křivek více, než půdní typ a druh. Výnosy v kukuřičné a řepařské oblasti citlivěji reagují na množství srážek, v ostatních výrobních oblastech spíše na průběh teplot v rozhodujících fázích růstu. Zásadním determinantem výnosů je počasí v době sklizně.

Tab. 2 Plocha osevů obilnin a jejich podíl na celkové osevní ploše ČR za rok 2014 v [%].

Plodina	Osevní plocha [ha]	Podíl na celkové osevní ploše	Podíl na osevní ploše obilovin	Meziroční index změny
Obiloviny celkem	1 411 314	57,2	100,0	98,8
Pšenice celkem	835 941	33,9	59,2	100,8
- Pšenice ozimá	790 690	32,2	56,0	100,3
- Pšenice jarní	45 251	1,8	3,2	110,4
Ječmen celkem	350 518	14,2	24,8	100,4
- Ječmen ozimý	102 927	4,2	7,3	96,9
- Ječmen jarní	247 590	10,0	17,5	102,0
Kukuřice na zrno	100 453	4,1	7,2	89,7
Triticale	48 497	2,0	3,4	103,6
Oves	42 289	1,7	3,0	97,1
Žito	25 137	1,0	1,8	67,0
Ostatní obiloviny	8 478	0,3	0,6	84,9

Zdroj: ČSÚ, 2015.

Z tabulky č. 2 je patrné, že nejrozšířenější obilovinou pěstovanou v ČR je pšenice ozimá. Zastoupení této plodiny na celkové osevní ploše je 32,2 %. Druhou nejpěstovanější plodinou je ječmen jarní zaujímající 10 % osevní plochy ČR. Nejméně pěstovanou obilovinou je žito a oves. Plocha, vyčleněná z celkové osevní plochy pro pěstování kukuřice na zrno (4,1 %), je více než 2 krát menší, než v případě kukuřice na zeleno a siláž, která se řadí mezi píceiny (9,4 %).

#### *Pšenice ozimá*

Křen (1998) uvádí, že produkce této obilniny má v ČR rozhodující význam pro určení optimální proporce mezi rostlinou a živočišnou výrobou a tvorbou potravinových zásob pro obyvatelstvo. V současnosti je pšenice pěstována téměř ve všech zemědělských výrobních oblastech. Dokáže totiž nejlépe využít půdně-klimatických podmínek a vyznačuje se nejkratší dobou návratnosti prostředků vložených do pěstebních technologií. Podle Hůly, Procházkové a kol. (2008) je uspokojivé míry výnosnosti dosahováno zvláště v řepařské, kukuřičné a částečně i v obilnářské výrobní oblasti.

Vhodnými předplodinami pro pšenici ozimou jsou dle Chaloupka a kol. (2005) širokolisté plodiny, víceleté pícniny, luskoviny, řepka ozimá, kukuřice na siláž a polorané brambory. Zcela nevhodné jsou obilniny a pozdně sklizené okopaniny.

#### *Ječmen ozimý*

Chaloupek a kol. (2005) označuje ječmen po pšenici za druhou nejdůležitější plodinu pěstovanou u nás. Oproti pšenici mají ozimé odrůdy ječmene nižší odolnost vůči zimě, což brání jejich rozšíření ve větším měřítku. Na rozdíl od jarních odrůd ječmene, se ozimé odrůdy vyznačují vyšší výnosností.

Ozimý ječmen je dle Šnobla, Pulkrábka a kol. (2005) méně náročný na předplodinu a stanovištní podmínky, než jarní odrůdy. Zrno ječmene je významným indikátorem kvality masa. Pěstuje se pro potřeby sladařského, a především krmivářského průmyslu jako krmivo pro prasata a drůbež. Ke krmným účelům je využíváno přibližně 75 % ječmene jarního a téměř veškerý ječmen ozimý.

#### *Kukuřice*

Smith (1995) považuje tuto jednoletou plodinu za nejkvalitnější krmnou obilovinu. Pro vysoký obsah škrobu a málo vlákniny je kukuřice jedním z nejvíce koncentrovaných přírodních zdrojů energie vhodných jako krmivo pro prasata, skot, ovce i drůbež. Je kvalitní základnou krmných směsí, která se dále doplňuje o potřebné bílkoviny, minerály, vitamíny a další. Podle Hůly, Procházkové a kol. (2008) v ČR narůstá výměra kukuřice sklizené pro zrno, zatímco plochy kukuřice na siláž spolu s poklesem stavu skotu postupně ubývají. Rostlině se daří v kukuřičné a teplejší řepařské výrobní oblasti, vyžaduje dostatek tepla a vody.

Pro úspěšné pěstování kukuřice je podle Procházkové (2011) důležité zajistit dostatek živin, zejména dusíku. Z tohoto důvodu je v osevním postupu umísťována

po jetelovinách a luskovinách. Při pěstování po jiných plodinách, vyžaduje vyšší množství organických hnojiv.

### Luskoviny

Luskoviny jsou z agronomického hlediska nepostradatelné. Šnobl, Pulkrábek a kol. (2005) uvádí, že luskoviny mají schopnost obohacovat půdu dusíkem, potlačovat plevely a podporovat koloběh živin. Negativní stránkou luskovin je jejich výnosová rozkolísanost, obsah antinutričních látek, náchylnost k chorobám a škůdcům, poléhavost, dlouhá vegetační doba a nízká odolnost vůči chladu.

Luskoviny nejsou náročné na předplodinu, je ale doporučováno pěstovat je po sobě nebo jetelovinách nejdříve po 3 nejlépe však po 6 letech. Ideální předplodinou jsou obiloviny, před kterými byla v osevním postupu zařazena hnojená okopanina. Jsou vhodnou předplodinou především pro pšenici ozimou.

Tab. 3 Plocha osevů luskovin a jejich podíl na celkové osevní ploše ČR v roce 2014 v [%].

Plodina	Osevní plocha [ha]	Podíl na celkové osevní ploše	Podíl na osevní ploše luskovin	Meziroční index změny
Luskoviny celkem	20 170	0,8	100,0	113,0
Hrách setý	14 449	0,6	71,6	111,7
Lupina na zrno	2 106	0,1	10,4	153,6
Ostatní luskoviny	3 615	0,1	17,9	101,9

Zdroj: ČSÚ, 2015.

V tabulce č. 3 lze pozorovat, že zastoupení luskovin na území ČR je velmi malé. V roce 2014 byl podíl této plodiny pouhých 0,8 % z celkové osevní plochy a ani v předcházejících letech tomu nebylo jinak. Na téměř  $\frac{3}{4}$  osevní plochy luskovin je pěstován hrách setý, na zbylé výměře má významnější zastoupení lupina.

### Olejnin

Pěstování olejin zaznamenává v posledních letech dynamický růst. Podle Šnobla, Pulkrábka a kol. (2005) je hlavním důvodem změna spotřebitelských preferencí (nahrazování živočišných tuků rostlinnými) a současně nižší nákladovost výroby rostlinných olejů. Nejpěstovanější olejinou je v ČR jednoznačně řepka, jejíž plocha zaujímá zpravidla přes 3/4 plochy všech olejin. V oblibě je také slunečnice, která rozšiřuje úzkou nabídku olejin o kvalitní potravinářskou surovinu. Hořčice je v ČR pěstována převážně za účelem vývozu, zvýšený zájem o mák je dán jeho farmaceutickým významem, len není cenově přitažlivý a pěstování sóji nedosahuje v našich podnebních podmínkách uspokojivých výnosů.

Tab. 4 Plocha osevů olejnin a jejich podíl na celkové osevní ploše ČR v roce 2014 v [%].

Plodina	Osevní plocha [ha]	Podíl na celkové osevní ploše	Podíl na osevní ploše olejnin	Meziroční index změny
Olejniny celkem	464 274	18,8	100,0	95,4
Řepka	389 298	15,8	83,9	93,0
Slunečnice	18 607	0,8	4,0	87,5
Mák	27 020	1,1	5,8	133,4
Hořčice	18 452	0,7	4,0	112,0
Sója	7 242	0,3	1,6	111,3
Len	1 813	0,1	0,4	119,8
Ostatní olejnin	1 842	0,1	0,4	88,5

Zdroj: ČSÚ, 2015.

Z tabulky č. 4 lze vyčíst, že bezesporu nejrozšířenější olejninou na území ČR je řepka, jejíž zastoupení na celkové osevní ploše dosáhlo v roce 2014 18,8 %, což odpovídá i průměru za posledních deset let.

### *Řepka olejná*

Využití nachází v potravinářství, krmivářství, oleochemii a je také zdrojem obnovitelné energie (bionafta, palivo). Z kukuřičných a řepařských oblastí se pěstování přesunuje i do vyšších poloh a podhůří pro větší srážkovost, méně škůdců a sněhový kryt chrání rostliny před mrazem, jak uvedl Baranyk (2010).

Optimální zastoupení řepky v osevním plánu je do 17 % s rotací jedenkrát za 4 – 5 let. Kratší rotace jsou zdůvodnitelné pouze, pokud je řepka jedinou alternativou pro přerušování sledu obilovin. Vysoký podíl řepky v osevním plánu je vítán, neboť je vhodnou předplodinou. Negativním důsledkem je značný výskyt škůdců a chorob v důsledku častého sousedění osevních ploch s minulými řepkovišti, tím dochází k jejich migraci. Zemědělské subjekty s vysokým zastoupením řepky v osevním plánu jsou proto častěji postihovány kolísáním výnosů.

### **Okopaniny**

Okopaniny se vyznačují nízkým obsahem sušiny (10–30 %), což podle Šnobla, Pulkrábka a kol. (2005) do jisté míry rozhoduje o postupech při pěstování, sklizení, úpravách a způsobech skladování. Charakter této plodiny umožňuje používat technologie, s jejichž pomocí lze plodiny ošetřovat skrze půdu v meziřádcích i řádcích. Okopaniny slouží k přímé výživě, krmným účelům, dalšímu průmyslovému zpracování i k produkci alternativních zdrojů energie.

Tab. 5 Plocha osevů okopanin a jejich podíl na celkové osevní ploše ČR za rok 2014 v [%].

Plodina	Osevní plocha [ha]	Podíl na celkové osevní ploše	Podíl na osevní ploše okopanin	Meziroční index změny
Okopaniny celkem	87 317	3,6	100,0	101,4
Brambory	23 992	1,0	27,5	103,4
Cukrovka	62 959	2,6	72,1	100,9
Krmná řepa	332	0,0	0,4	73,4
Ostatní okopaniny	34	0,0	0,0	36,3

Zdroj: ČSÚ, 2015

Z tabulky č. 5 je patrné minoritní zastoupení okopanin v ČR. V roce 2014 byl podíl okopanin na celkové osevní ploše jen 3,6 %, což odpovídá i dlouhodobému průměru. Cukrovka představuje téměř  $\frac{3}{4}$  z celkové výměry okopanin, na zbylé čtvrtině jsou pěstovány brambory.

#### *Cukrová řepa*

Cukrovka je náročnou plodinou, která vyžaduje kvalitní organické hnojení, tedy hnůj, kompost, případně kejdu se slámou. Nejlépe se jí daří v řepařské půdě s vysokým obsahem humusu. Výnosnost je nejvyšší v teplých, mírně vlhkých či mírně suchých oblastech na černozemních a hnědozemních typech půdy. Ideální předplodinou jsou ozimé obilniny, nikdy však kukuřice ani vojtěška. Šnobl, Pulkrábek a kol. (2005) doporučují pěstovat cukrovku po sobě alespoň po 4 letech.

#### **Pícniny**

Pícninářství plní funkci kvalitní krmivové základny hospodářských zvířat. Obsahují bílkoviny nenahraditelné jinými živinami. Jak uvádí Šnobl, Pulkrábek a kol. (2005), kvalita a množství krmivové základny jsou přímo úměrné výsledkům v oblasti rostlinné i živočišné výroby. Pícniny totiž skrze živočišnou výrobu (kejdu, močůvku, hnůj) navracejí do půdy podstatné množství odčerpaných živin.

Pícniny je možné pěstovat jako meziplodiny i hlavní plodiny. Jejich zařazování do osevního postupu je podle Pozdíška a kol. (2008) významné kvůli zvyšování úrodnosti půdy, omezování eroze a racionální pěstování následných plodin (obohacení živinami, struktura půdy, meliorační působení).

Tab. 6 Plocha osevů pícnin a jejich podíl na celkové osevní ploše ČR za rok 2014.

Plodina	Osevní plocha [ha]	Podíl na celkové osevní ploše [%]	Podíl na osevní ploše pícnin [%]	Meziroční index změny [%]
Pícniny celkem	452 427	18,3	100,0	103,7
Jednoleté pícniny	283 603	11,5	62,7	107,0
Obiloviny na zeleno	256 084	10,4	56,6	108,6
Kukuřice na zeleno, siláž	235 531	9,5	52,1	107,7
Jednoleté luskoviny	13 528	0,5	3,0	118,3
Ostatní jednoleté pícniny	13 991	0,6	3,1	78,3
Víceleté pícniny	168 824	6,8	37,3	98,5
Jetel	43 549	1,8	9,6	100,4
Vojtěška	57 357	2,3	12,7	102,6
Ostatní víceleté pícniny	34 112	1,4	7,5	107,1
Dočasné travní porosty a pastviny	33 805	1,4	7,5	84,1

Zdroj: ČSÚ, 2015.

Tabulka č. 6 vypovídá o skutečnosti, že roční sklizeň pícnin se v České republice pohybuje okolo 450 tis. ha, což je zhruba 17 až 18 % z celkové osevní plochy. Z jednoletých pícnin zaujímá zhruba polovinu z celkové osevní plochy pícnin kukuřice na zeleno a na siláž. Z víceletých pícnin tvoří největší podíl vojtěška a jetel.

#### 2.1.4 Možnosti pěstování plodin

Způsobů, jak pěstovat plodiny v rámci jedné vymezené plochy, je několik. Následující část práce seznamuje se třemi základními možnostmi pěstování plodin.

##### 1. Monokultura

Šnobl, Pulkrábek a kol. (2005) nahlíží na monokultury ze dvou základních pohledů, času a prostoru. Z hlediska prostoru je monokultura chápána jako pěstování jednoho druhu plodiny, např. pšenice ozimé. Z pohledu času jde o opakované pěstování plodiny na stejné ploše několik let po sobě. V případě jednoleté plodiny nebo víceleté plodiny, která je po prvním roce zaorána a na stejném místě opět zasetá, se jedná o pravou monokulturu. Do osevního je nutné zařazovat plodiny, jejichž pěstování po sobě je snášlivé (např. kukuřice).

Monokultury jsou přínosné právě díky úzkému zaměření na několik málo plodin. Podniky mohou investovat do sice nákladné, ale špičkové techniky, která vede k růstu produktivity a poklesu nákladů. Negativní stránkou monokultur je počáteční prudký pokles výnosů doprovázený větším výskytem škůdců a chorob,



který je ale v rozmezí 10 – 20 let na určité nižší úrovni stabilizován. Pokles výnosů je snižován používáním hnojiv organického původu.

## 2. Střídání plodin

Střídání plodin je dle Kroecka (2011) vymezeno druhem pěstovaných plodin a skupinou do které patří, zastoupením plodin a jim příslušících skupin v osevním postupu, posloupností plodin v osevním postupu a délkou rotace. Chaloupek a kol. (2005) definuje vhodné střídání plodin jako efektivní agrotechnické opatření, které nepodněcuje růst výrobních nákladů, naopak optimálním využíváním přírodních podmínek vede ke zvyšování produkce. Střídání plodin má velký význam pro zvyšování půdní úrodnosti, účinné využívání živin z hnojiv a ochranu před škůdci a chorobami.

Hlavním důvodem pro střídání plodin na jednom půdním stanovišti je snaha o pokrytí potřeb obživy obyvatel a ochranu půdy před jednostranným vyčerpáním živin. Tento způsob pěstování plodin pomáhá předcházet negativním účinkům monokultur. Podle Šnobla, Pulkrábka a kol. (2005) se princip střídání pěstovaných plodin odvíjí od vztahu těchto plodin k půdě. Jde zejména o:

- vztah k vodě, živinám a organickému hnojení;
- vliv na strukturu půdy a na hloubku prokořenění;
- vztah k plevelům, rozvoji specifických chorob a škůdců;
- vztah k posklizňovým zbytkům;
- vztah k délce meziorostního období a vyčerpanosti půdy.

## 3. Osevní postupy

Osevní postup definují Šnobl, Pulkrábek a kol. (2005) jako konkrétní systém střídání plodin na jednotlivých polích, jehož smyslem je zajistit požadovanou kvalitu a stabilní výnosy pěstovaných plodin při zachování úrodnosti půdy a životního prostředí. Je považován za nejlevnější agrotechnické opatření v rostlinné výrobě. Podle Kvěcha (1985) by konkrétní realizace osevního postupu vycházejícího z potřeby krmiv, objednávky potravinářského průmyslu a správně využívajícího dané stanovištní podmínky měla být nástrojem efektivního řízení každého zemědělského podniku. Při tvorbě osevních postupů by podle Vrkoče (1996) v podmínkách ČR nemělo dojít k překročení zastoupení plodin uvedeného v tabulce č. 7.

Tab. 7 Doporučené limity koncentrace plodin v osevním postupu.

Plodina	Obilniny včetně kukuřice	Obilniny bez kukuřice	Cukrová řepa	Brambor	Řepka	Jetel	Vojtěška
Podíl na orné půdě	65 %	58 %	20-22 %	20 %	10-12 %	20 %	30-35 %

Zdroj: Vrkoč, 1996.

V kapitole „*Plodiny pěstované v ČR a zařazení do osevního postupu*“ je z tabulky č. 1 a grafu č. 2 patrné převládající zastoupení obilnin na celkové výměře orné plochy ČR. Bylo také zmíněno, že obiloviny dosahují v osevních plánech zemědělských subjektů často i více než 60% zastoupení. Tabulka č. 8 proto uvádí, jak by měl vypadat sled plodin při vyšší koncentraci obilnin.

Tab. 8 Zastoupení plodin při vyšší koncentraci obilovin.

Podíl obilnin v osevním postupu	1. rok	2. rok	3. rok	4. rok	5. rok	6. rok	7. rok
66,6 %	jetel	pšenice	ječmen	brambory	pšenice	ječmen	
71,4%	jetel	pšenice	ječmen	ječmen	cukrovka	pšenice	ječmen

Zdroj: Kohout, 2002.

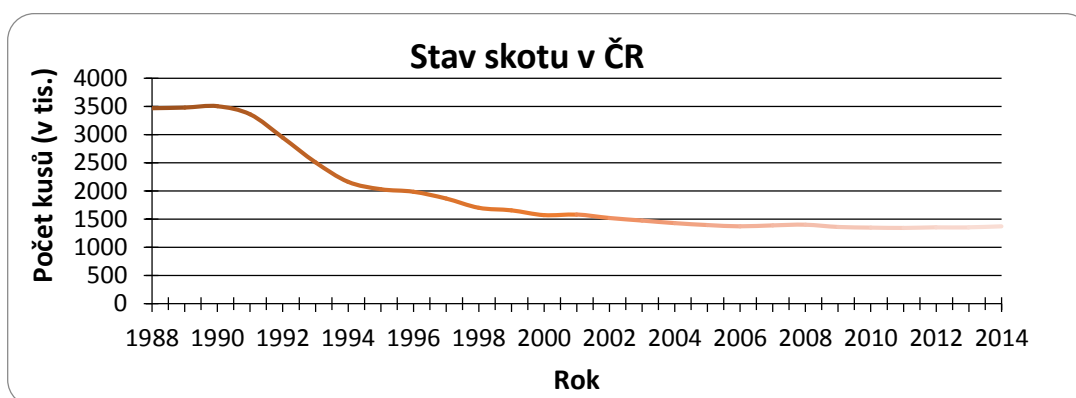
Je-li podíl obilnin v osevním postupu do 66,6 %, je dle Kohouta (2002) postačující sled dvou obilnin. Při vyšší koncentraci obilovin je nutné pěstovat tři po sobě. V obou případech je třeba přijmout opatření, vedoucí ke snížení negativního vlivu obilniny jako předplodiny pro další obilninu, např. používání statkových hnojiv či pěstování strniskových a podsevových meziplodin.

## 2.2 Chov skotu

Chov skotu považuje Frelich (2001) za hlavní odvětví živočišné výroby v ČR. Je významným indikátorem ekonomické úspěšnosti českých zemědělských podniků. Hlavní funkcí chovu skotu je produkce kvalitních živočišných produktů. Mléko, telecí i hovězí maso jsou nepostradatelnou součástí výživy lidstva. Vedle plnění základní produkční funkce hraje chov skotu také roli významného tvůrce kulturní krajiny.

Od devadesátých let došlo v souvislosti se strukturálními, organizačními a ekonomickými změnami na trhu potravin k výraznému propadu produktů chovu skotu. Pokles národní spotřeby i vývozu mléčných a masných produktů a současný rychlý nárůst cen vstupů vedl dle Frelicha (2001) ke snižování stavů a produkce skotu.

Pokles živočišné výroby byl, jak uvádí Kvapilík, Růžička a Bucek (2014), zaznamenán i v souvislosti se vstupem České republiky do EU. Početní stav skotu se snížil o 7 %, současně vzrostla dojivost krav o 29 %, a s tím související produkce mléka o 5 %. Objem výroby hovězího a telecího masa poklesl dokonce o 40 %. Nárůst dojivosti vedl k regulaci chovu skotu nejen v ČR, ale v celé EU. V důsledku obav z překročení kvót a limitů počátečních stavů jatečných zvířat a krav chovaných v systému bez tržní produkce mléka s nárokem na dotace z fondu EU došlo k postupnému snižování stavů skotu. Klesající trend lze vidět na grafu č. 3.



Graf 3: Stav skotu v České republice k roku 2014 (v kusech).

Zdroj: ČSÚ, 2015.

Stav skotu v ČR by dle Kvapilíka, Růžičky a Bucka (2014) měl od roku 2015 začít opět mírně růst. Změnu ve vývoji stavu skotu v ČR má přinést reforma společné zemědělské politiky, v rámci které budou k 1. 4. 2015 zrušeny mléčné kvóty. Tyto kvóty byly v roce 1984 zavedeny Evropskou unií s cílem omezit nadprodukcí mléka, stabilizovat trh a nákupní ceny a garantovat určitou cenovou hladinu mléčných výrobků. Chov skotu a produkce mléka je podpořena také plněním cílů nastavených v rámci tzv. „Strategie pro růst – české zemědělství a potravinářství po roce 2013“. Hlavním smyslem programu je bojovat proti dalšímu poklesu početních stavů skotu a povolna navyšovat produkci mléka.

### 2.2.1 Reprodukce skotu

Započetí laktace, tj. proces tvorby a vylučování mléka po porodu, je podmíněno otehlením dojnice. Pohlavní dospělosti je dle Mikšíka a Žižlavského (2006) u jalovic dosaženo v 9 měsících stáří, u býka v 10 až 11 měsících. Délka březosti je průměrně 285 dní. Inseminační interval, tedy počet dní od otelení (porodu) do první inseminace, se pohybuje od 42 do 60 dnů. U krav s vysokým denním nádojem se délka intervalu prodlužuje. Počet dní od otelení do zabřeznutí, tzv. servis perioda, je optimálně do 90 dní. Počet dní od otelení do dalšího otelení, tzv. mezidobí, trvá ideálně do 380 dní. V souvislosti se zhoršováním uvedených ukazatelů plodnosti se prodlužuje i období laktace. Prodloužená laktace sice zvyšuje produkci mléka připadající na celou laktaci, ale po přepočítání na jeden den se produkce mléka snižuje. Výsledkem jsou vyšší náklady na jeden vyprodukovaný litr mléka.

### Obrat základního stáda krav

Obnova stáda je podmíněna odchováním březí jalovice. V základním stádě dochází každým rokem k nahrazování vyřazených dojnic vysokobřezími jalovicemi. Roční podíl vyřazovaných krav se podle Mikšíka a Žižlavského (2006) pohybuje od 18 do 30 %. Obrat stáda zajišťuje požadovaný počet jaloviček pro obnovu stáda i býčků pro produkci jatečného skotu. Při doplňování základního stáda jalovicemi

z vlastního chovu jde o uzavřený obrat stáda. V případě otevřeného obratu stáda jsou například jalovice nebo telata nakupovány.

### 2.2.2 Užítkovost skotu

Chov skotu je provozován zemědělskými subjekty za účelem získání mléka a masa. Podle toho, jestli je plemeno chováno primárně s cílem vyprodukovat mléko nebo maso, se rozlišuje užítkovost mléčná a užítkovost masná.

#### Mléčná užítkovost

Mléčná užítkovost je dle Štolce a kol. (1999) dána množstvím a kvalitou mléka za určité období. Rozlišují se pojmy dojnost, dojivost a dojitelnost mléka. *Dojnost* je schopnost dojnice produkovat mléko, *dojivost* je kvantitativním vyjádřením produkce mléka a *dojitelnost* je různá intenzita uvolňování mléka při dojení. Produkce mléka probíhá v období laktace (od otelení do zaprahnutí). Optimální délka laktace, tzv. normovaná, je 305 dní. Mléčná užítkovost je ovlivněna správným sestavením krmné dávky z kvalitních krmiv. Kvalita krmivové základny má vliv také na plodnost, zdravotní stav krav i telat, intenzitu obměny stáda apod. Dle údajů ČSÚ se tržní produkce pohybuje mezi 6 500 kg až 7 750 kg mléka na krávu. Stupeň soběstačnosti ve výrobě mléka činí v ČR 107,6 %.

#### Masná užítkovost

Masná užítkovost je podle Štolce a kol. (1999) dána *růstem*, tzn. velikostním a hmotnostním přírůstkem skotu, doprovázeným změnou proporcí těla. Růst ovlivňuje *kvalitu jatečného trupu*, což je souhrnný pojem pro množství a rozmístění svalů, tuků a jiné. K masné produkci je chován jatečný skot, zahrnující jatečné býky, voly, jalovice a krávy. Optimální porážková hmotnost bývá u býků českého strakatého skotu do 550 kg, u mléčných plemen do 450 kg. U kříženců mléčného a masného skotu se doporučuje porážková hmotnost 550 až 600 kg.

### 2.2.3 Plemena skotu

Plemena skotu se dělí tří základních skupin. Podle užítkovosti jsou rozlišována dojná, masná a kombinovaná plemena skotu. Tato kapitola je zpracována dle Frelicha a kol. (2001).

#### Dojná plemena

Dojný typ skotu je charakteristický vysokou mléčnou užítkovostí. Typická je méně robustní kostra, málo osvalený lichoběžníkový tvar těla a lehce odtažitelná kůže. Znakem vysoké dojivosti je silně žláznaté prostorné vemeno, kterému je přizpůsobeno i šikmé položení posledních žeber. Dojnice se vyznačují intenzivní látkovou přeměnou a náročností na výživu. Podstatná část přijatého krmiva je spotřebována na tvorbu mléka. Hlavními představiteli plemene jsou černostrakatý (holštýnský) skot, Ayrshire, Jersey, Brown-Swiss a Montbeliard.

## Masná plemena

Masný užitkový typ je charakteristický vysokou produkcí kvalitního masa. Má mohutné svalstvo, jemnou kostru a obdélníkový tvar těla. Na rozdíl od mléčného typu směřují žebra téměř kolmo k páteři, čemuž odpovídá i málo vyvinuté vemeno. K masným plemenům patří Charolais, Blonde d'Aquitane, Limousine, Simentál, Aberdeen Angus, Piemontese, Chianina či Modré belgické plemeno.

## Kombinovaná plemena

Kombinovaná plemena představují přechod mezi dojnými a masnými plemeny a vyznačují se obvykle dvoustrannou užitkovostí. Obecně je od tohoto typu skotu požadována současně vysoká produkce masa i mléka. U masomléčného typu (Braunvieh, Český strakatý skot) převažuje mléčná užitkovost nad masnou, u mléčnomasného typu je tomu opačně.

## 2.3 Dotace v zemědělství

Dotační zdroje lze v České republice rozlišit dle původu poskytnutých finančních prostředků na dvě základní skupiny, jak uvádí Ministerstvo zemědělství (eAGRI, 2015). První skupinou jsou evropské dotační programy, pro které je charakteristické spolufinancování ze státního rozpočtu. Druhou skupinu tvoří doplňkové národní platby, tzv. národní dotační programy, plně hrazeny ze státního rozpočtu ČR. V České republice je možné čerpat z šesti základních dotačních nástrojů, kterými jsou „Přímé platby“, „Program rozvoje a venkova na období 2014-2020“, „Operační program Rybářství na období 2014-2020“, „Dotace v rámci Společné organizace trhu“, „Národní dotace“ a „Podpůrný garanční a lesnický fond“.

Na poskytnutí dotací nemají zemědělské subjekty právní nárok. Musí si podat žádost o poskytnutí dotací. Ve většině případů se o dotace žádá v rámci tzv. „Jednotné žádosti“, kterou je možné podávat následující kalendářní rok po roce, na který se dotace vztahuje, a to v období od 7. dubna do 15. května (SZIF, 2015).

Celkový český rozpočet zemědělského fondu i s příjmy z EU pro rok 2015 činí 53,7 miliardy korun. Asociace soukromých zemědělců (ASZ, 2014) také uvádí, že oproti roku 2014 se podařilo vyjednat o téměř dvě miliardy vyšší částku na podporu zemědělského sektoru ze státního rozpočtu. Výrazně se navýšily také dotace z Podpůrného garančního rolnického a lesnického fondu (PGRLF). Na přímé platby je vyhrazeno 23,6 miliardy korun unijních prostředků a 880 milionů korun z národních zdrojů.

### 2.3.1 Přímé platby

Přímé platby jsou řízeny předpisy Evropské unie, konkrétně nařízením Evropského parlamentu a Rady EU č. 1307/2013, které ustanovuje pravidla pro přímé platby poskytované zemědělským subjektům v rámci společné zemědělské politiky (SZP).

Po provedené reformě SZP, platné na období 2015-2020, dochází ke změně ve struktuře přímých plateb. Reforma přinese větší spoluúčasť členů EU na rozhodování o přímých platbách v rámci prvního pilíře, který představuje přibližně 25 mld. Kč. Ministerstvo zemědělství (eAGRI, 2015) uvádí, že reforma SZP zavádí dva nové dotační programy:

*Aktivní zemědělec* – cílem je poskytnout finanční prostředky zemědělcům prokazatelně vykonávajícím zemědělské činnosti; platbu může získat jednotlivec, jehož věk nepřesáhl 40 let, na maximální výměru 90 ha, na dobu nejdéle 5 let.

*Ozelenění (greening)* – nutností je *diverzifikace plodin* při hospodaření na orné půdě přesahující 10 ha; při výměře mezi 10-30 ha je třeba pěstovat nejméně dvě odlišné plodiny, nad 30 ha tři a více plodin; při ploše orné půdy nad 15 ha je povinností vyhradit část jako tzv. *plochu využívanou v ekologickém zájmu*<sup>1</sup> (EFA).

### Přímé platby hrazené z evropského dotačního fondu

Evropský dotační fond poskytuje 8 typů podpůrných plateb. Konkrétní výše sazeb vyplácených v letech 2013 a 2014 jsou uvedeny v následující tabulce č. 9.

Tab. 9 Výše sazeb přímých plateb hrazených z fondu EU v letech 2013 a 2014.

Typ podpory	Jednotka	Sazba [Kč/jednotka]	
		r. 2013	r. 2014
Jednotná platba na plochu (SAPS)	ha	6 068,88	5 997,23
Oddělená platba za cukr (SSP)	t	357,29	382,25
Oddělená platba za rajčata (STP)	t	887,68	954,25
Platba na brambory pro výrobu škrobu	ha	11 991,80	19 670,44
Platba na chmel	ha	5 002,40	9 207,53
Platba na tele masného typu	VDJ	11 649,50	15 214,35
Platba na bahnice, popřípadě kozy pasené na travních porostech	VDJ	1 961,30	3 505,11
Platba na krávy chované v systému s tržní produkcí mléka (plná výše sazby)	VDJ	1 504,20	2 750,62

Zdroj: SZIF, 2015

- *Jednotná platba na plochu (SAPS – Single Area Payment Scheme)*

Státní zemědělský intervenční fond (SZIF, 2015) označuje SAPS za hlavní platbu přímých plateb zcela hrazenou z fondu EU. Žadatelem může být fyzická či právnická

<sup>1</sup> Např. úhor, souvrať, krajinné prvky, plochy s rychle rostoucími dřevinami ve výmladkových plantážích, zalesněnou půdu, plochy s meziplodinami, plochy s plodinami, které vážou dusík.

osoba, obhospodařuje-li zemědělskou půdu svoji osobu vedenou v registru půdy (LPIS). Nutná výměra pro poskytnutí dotace je 1 ha zemědělské půdy. Hlavním cílem SAPS je dle Ministerstva zemědělství (eAGRI, 2015) zabezpečit zemědělcům stabilnější příjmy.

- *Platba v méně příznivých oblastech (LFA)*

Platby jsou vypláceny na travní porosty zemědělcům hospodařícím v méně příznivých podmínkách. Patří sem též opatření podporující chov skotu a jiných hospodářských zvířat, využívajících travní porosty. Cílem je podpořit hospodaření na půdách v horších přírodních oblastech, trvalá udržitelnost využití zemědělské půdy a podpora systémů šetrných k životnímu prostředí a krajině. Platby jsou poskytovány z evropského zemědělského fondu pro rozvoj venkova (EAFRD).

- *Platba v oblastech Natura 2000 na zemědělské půdě*

Platba je určena na podporu zemědělců hospodařících na území ptačích oblastí a současně v 1. zónách národních parků nebo chráněných krajinných oblastech nebo na území evropsky významných lokalit a současně v 1. zónách NP nebo CHKO. Dotace směřují pouze na travní porosty s minimální výměrou 1 ha, a to při době hospodaření v oblastech Natura 2000 v délce alespoň 5 let.

- *Oddělená platba na cukr (SSP)*

Platba je kompenzací ztráty příjmů spojených s postupným snižováním garantované ceny cukrové řepy. Cukerní platba je stanovena na tunu cukrové řepy. Je určena pěstiteli, který v roce 2005/2006 uzavřel smlouvu o dodání cukrové řepy s českým výrobcem cukru, který je držitelem individuální produkční kvóty.

- *Oddělená platba na rajčata (STP)*

Oddělená platba za ovoce a zeleninu je v ČR určena pouze pěstitelům rajčat, a to těm, kteří produkují rajčata za účelem zpracování. Rozdělení dotačních prostředků, přidělených z fondu EU, je již v kompetenci samotných členských zemí.

- *Zvláštní podpora na krávy v systému s tržní produkcí mléka (Dojnice)*

Podpora se vyměřuje podle celkového počtu velkých dobytčích jednotek (VDJ) daného počtem krav s tržní produkcí mléka v hospodářství, které je zapsané v ústřední evidenci vedené dle plemenářského zákona. Minimální počet pro poskytnutí platby jsou 2 VDJ. Platba je žadateli poskytnuta jen tehdy, představuje-li podíl příjmů/tržeb z prodeje mléka alespoň 15 % z celkových příjmů/tržeb ze zemědělské výroby. Plná výše sazby v rámci platby na krávy chované v systému tržní produkce mléka pro rok 2014 činila 1 504,20 Kč.

Tab. 10 Stanovení sazby pro výpočet podpory na krávy v systému s tržní produkcí mléka.

Podíl příjmů/tržeb z prodeje mléka na celkových příjmech/tržbách	Nárok na platbu ve výši x % plné sazby
pod 15 %	0 %
15 až 30 %	50 %
30 % a více	100 %

Zdroj: eAGRI (2015)

Sazby jsou stanoveny dle výše uvedené tabulky č. 10. Pokud se podíl příjmů/tržeb z prodeje mléka pohybuje v rozmezí od 15 do 30 %, má žadatel nárok na platbu ve výši 50 % z plné sazby vyplácené na 1 VDJ s tržní produkcí mléka. Plná výše sazby je poskytnuta při 30% a vyšším podílu.

- *Zvláštní podpora na tele masného typu*

Podpora se vyplácí na celkový počet VDJ daný počtem telat, a to žadateli vedenému v ústřední evidenci. Podmínkou pro poskytnutí platby je, aby matka telete spadala do systému bez tržní produkce mléka a otcem telete byl býk masného plemene vedený v ústředním registru plemeníků.

- *Zvláštní podpora na bahnice, popř. kozy, pasené na travních porostech*

Podpora je poskytována podle celkového počtu VDJ stanoveného počtem ovcí a koz, při celkovém počtu nejméně 2 VDJ. Žadatel o platbu je povinen dodržovat pasevní způsob chovu, tzn. pást ovce a kozy v období od 15. května do 11. září na travních porostech vedených na žadatele v evidenci LPIS.

- *Zvláštní podpora na brambory pro výrobu škrobu*

Předpokladem pro získání platby je obhospodařování půdních bloků, které jsou v evidenci LPIS vedené jako orná půda. Platba je poskytnuta, je-li výměra orné půdy, na které jsou pěstovány brambory pro výrobu škrobu, alespoň 1 ha.

- *Zvláštní podpora na chmel*

Podpora je poskytována podle výměry zemědělské půdy registrované v evidenci LPIS jako chmelnice. Pěstovaná odrůda chmele musí být označována jako aromatická a celková výměra takovéto chmelnice musí mít alespoň 1 ha.



- *Agroenvironmentální – klimatické opatření (AEKO)*

AEKO nahradilo původní opatření AEO platné v letech 2007 – 2013. Cílem opatření je i nadále podpora *Integrované produkce ovoce, vína a zeleniny, Ošetřování travních porostů, Zatravňování orné půdy a Biopásů*. Nově vzniklým opatřením je *Ekologické zemědělství*. AEKO také členským státům nově ukládá povinnost zamezit tzv. „dvojitmu financování“ v případě kombinace Ekologického zemědělství s jiným titulem AEKO. Pokud příslušný půdní díl spadá do více AEKO, nesmí konečná částka dotace připadající na jeden ha převýšit limit určený předpisy EU.

### **Přímé platby hrazené ze státního rozpočtu ČR**

Organizací, která provádí administraci žádostí o dotace výhradně poskytované ze státního rozpočtu ČR a také je vyplácí, je Státní zemědělský intervenční fond (SZIF). Na stránkách organizace (SZIF,2015) se lze dozvědět, že dotace se řídí podle „Zásad, kterými se stanovují podmínky pro poskytování dotací pro rok 2015 na základě § 2 a § 2d zákona č. 252/1997 Sb., o zemědělství, ve znění pozdějších předpisů“.

- *Přechodné vnitrostátní podpory (PVP)*

Nahrazují dřívější Národní doplňkové platby (tzv. Top-Up) vyplácené v letech 2007 – 2012. Jsou nejrozšířenější podobou národních dotací plně krytou z rozpočtu ČR. Účelem této podpory je dorovnání rozdílu znevýhodněných komodit starších členských států dotovaných dle plného systému přímých podpor oproti novým členským státům podporovaným zjednodušeným systémem SAPS. Předmětem plnění PVP je zemědělská půda, chov krav bez tržní produkce mléka (KBTPM), chov ovcí a koz, chmel, bramborový škrob a přežvýkavci. Sazby přechodných vnitrostátních podpor v roce 2013 a 2014 jsou uvedeny v tabulce č. 11.

Tab. 11 Výše sazeb PVP v letech 2013 a 2014.

PVP	Jednotka	Sazba [Kč/jednotka]	
		r. 2013	r. 2014
Zemědělská půda	ha	247,78	185,06
Chmel	ha	6 556,52	4 937,65
Krávy BTPM	VDJ	190,92	131,95
Ovce, kozy	VDJ	94,43	61,15
Přežvýkavci	VDJ	129,42	96,64
Bramborový škrob	t	2 208,92	1 681,86

Zdroj: SZIF, 2015

Výše sazeb PVP v jednotlivých letech je ovlivněna počtem podaných žádostí a rozhodnutím o celkové výši podpory pro daný rok.

### 2.3.2 Program rozvoje venkova na období 2014 – 2020

Státní zemědělský intervenční fond (SZIF, 2015) uvádí, že Program rozvoje venkova (PRV) je vedle dotací ze státního rozpočtu ČR kofinancován také z Evropského zemědělského fondu pro rozvoj venkova (EAFRD). Plán PRV je vypracován v souladu s nařízením Evropského parlamentu a Rady o společných ustanoveních. Řídícím orgánem programu je Ministerstvo zemědělství ČR, zprostředkovatelem Státní zemědělský intervenční fond. Ministerstvo zemědělství (eAGRI, 2015) shrnuje obecné cíle programu do šesti následujících priorit:

- podpora šíření znalostí a inovací v rámci zemědělské a lesnické činnosti a také na venkově;
- zlepšení životaschopnosti zemědělských subjektů a zvýšení jejich konkurenceschopnosti;
- podpora uspořádání potravinového řetězce od řízení rizik, zpracování zemědělské produkce až po konečné uvedení na trh;
- obnova, udržení a zkvalitnění ekosystémů v oblasti zemědělství a lesnictví;
- podpora efektivního využití zdrojů a přeorientování na nízkouhlíkovou ekonomiku v zemědělské, potravinářské a lesnické oblasti;
- podpora ekonomického rozvoje, socializace a snižování chudoby ve venkovských oblastech.

### 2.3.3 Společná organizace trhu (SOT)

Dotace v rámci společné organizace trhu se člení do dvou základních skupin, jak uvádí na eAGRI (2015) Ministerstvo zemědělství ČR. První skupinu představuje rostlinná výroba, druhou pak výroba živočišná. SOT se týká vybraných zemědělských komodit, pro které EU nejen formuluje podmínky výroby i prodeje, ale především jim poskytuje podporu v podobě intervencí, dotací, licenční politikou pro obchod se třetími zeměmi atd. SOT si klade za cíl regulovat výkyvy v nabídce jednotlivých zemědělských komodit tak, aby bylo zabráněno kolísání cen určených zemědělcům i konečným spotřebitelům. Celková výše dotací vynaložených v rámci SOT pro rok 2013 činila 1 004 509 tis. Kč, z toho 640 752 tis. Kč ze státního rozpočtu ČR a 363 757 tis. Kč z evropského rozpočtového fondu.

### Kontroly podmíněnosti (Cross compliance)

V popředí zájmu současné *Společné zemědělské politiky* stojí dle informací Ministerstva zemědělství (eAGRI, 2015) problematika nepříznivých dopadů zemědělství na krajinu a životní prostředí. Stěžejním opatřením pro udržení dotací do zemědělství z fondu EU i do budoucna je právě systém *Kontroly podmíněnosti*. Dodržováním požadavků definovaných tímto systémem je v ČR zajištěno vyplácení přímých podpor a jiných vybraných dotací. Formu a způsob kontroly si v rámci stanoveného le-

gislativního rámce EU jednotlivé členské země stanovují samy na základě svých specifických národních potřeb. *Cross compliance* požaduje splnění následujících standardů:

- dobrý zemědělský a environmentální stav (GAEC) a zachování poměru stálých pastvin;
- povinné požadavky na hospodaření (SMR);
- minimální požadavky týkající se používání hnojiv a přípravků určených k ochraně rostlin a AEO požadavky.

Dodržování podmínek a standardů v rámci *Kontroly podmíněnosti* provádí v České republice 7 kontrolních orgánů. Jsou jimi *Státní zemědělský intervenční fond (SZIF)*, *Česká inspekce životního prostředí (ČIŽP)*, *Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (ÚKZÚZ)*, *Česká plemenářská inspekce (ČPI)*, *Ústav pro státní kontrolu veterinárních biopreparátů a léčiv (ÚSKVBL)*, *Státní veterinární správa (SVS)*, *Státní zemědělská a potravinářská inspekce (SZPI)*.

## 2.4 Operační výzkum a matematické programování

Operační výzkum vysvětlují Rašovský a Šišlaková (2003) jako soubor přístupů a metod určených k řešení složitých rozhodovacích problémů. Rardin (1998) definuje operační výzkum jako studii o tom, jak sestavit matematické modely sloužící k vyřešení komplexních problémů z oblasti inženýrské a řídicí činnosti a jak tyto problémy analyzovat, abychom získali přehled o možných řešeních. Jablonský (2007) popisuje operační výzkum jako soubor poměrně samostatných vědních disciplín, který se zaměřuje na analýzu různých typů rozhodovacích problémů. Pokud jde o analýzu a koordinaci provádění operací, které jsou součástí nějakého systému, je použití operačního výzkumu na místě. Cílem je co nejefektivnější fungování celého systému. Toho lze dosáhnout nastavením vhodné úrovně provádění operací či jejich vzájemných vztahů. Posoudit správné fungování systému lze stanovením jedno či více hodnotících kritérií. V tomto smyslu je možné chápat operační výzkum jako nástroj pro nalezení lepšího (optimálního) řešení problému při zohlednění všech omezení působících na chod systému.

Základním nástrojem operačního výzkumu je matematické modelování. Postup při modelování shrnuje Holoubek (2014) do šesti navazujících etap:

1. rozeznání existence problému a jeho definování;
2. formulace matematického modelu problému;
3. naplnění modelu konkrétními číselnými údaji;
4. řešení matematického modelu standardními postupy, ověření správnosti a platnosti výsledků
5. interpretace výsledků získaných řešením modelu;
6. realizace výsledků.

Na model nahlíží Rašovský a Šišláková (2003) pouze jako na zjednodušené zobrazení systému, tedy těch vlastností, které jsou pro daný systém podstatné. Model se tak může od předmětného systému značně lišit. Z hlediska vlastností, které jsou pro stanovený cíl podstatné, je však model danému systému velmi podobný. Při pozorování chování modelu nebo jeho struktury je možné celkem správně smýšlet i o chování modelovaného systému a jeho struktury.

Podle Stevenson (2007) je nutné věnovat dostatek času prvním dvěma krokům, tedy definování problému i tvorbě a formulaci matematického modelu. Přesnost a pečlivost jsou v těchto etapách předpokladem pro úspěšné vyřešení daného problému. Uspěchané jednání ve fázích formulace vede namísto rychlého získání představy o problému spíše k chybné formulaci a posléze i nesprávnému vyřešení daného problému.

**Matematické programování** charakterizuje Jablonský (2007) jako jednu z disciplín operačního výzkumu, která se zaměřuje na řešení těch optimalizačních úloh, které usilují o nalezení extrémní hodnoty (maximální nebo minimální). Rašovský a Šišláková (2003) považují matematické programování za nástroj, pomocí kterého lze nalézt optimální řešení problému při existenci dvou a více možných řešení a konečného počtu omezujících podmínek. Předpokladem je také zadání určitého kritéria optimalizace, pomocí kterého lze jednotlivá řešení posuzovat. Úlohu lze zapsat následovně:

$$z_{max/min} = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

$$q_i(x_1, x_2, \dots, x_n) \begin{matrix} \leq \\ \geq \end{matrix} b_i \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

$$x_j \geq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

kde  $f$  je účelová funkce,  $g_i$  jsou známé funkce  $n$  – proměnných,  $m$  je počet vlastních omezení,  $n$  je počet strukturních proměnných  $x$ ,  $b_i$  jsou konstanty.

**Optimalizace** je dle Fotra, Švecové a kol. (2010) definována jako maximalizace hodnoty určitého kritéria (např. zisku, rentability kapitálu, čisté současné hodnoty) respektive minimalizace hodnoty jiného kritéria (např. nákladů, rizika měřeného rozptylem či směrodatnou odchylkou) při respektování stanovených omezení.

Holoubek (2014) píše, že pokud jsou účelová funkce  $f$  a funkce  $q_i$  zároveň lineární, lze problém řešit pomocí *lineárního programování*. Je-li některá z uvedených funkcí nelineární, jedná se o *nelineární programování*. Rašovský a Šišláková (2003) také uvádí, že pokud veličiny v modelu jsou náhodné, nikoli známé, jedná se o *stochastické programování*. Zohledňuje-li se při řešení daného problému také faktor času, jde o *dynamické programování*.

## 2.5 Aplikace matematického programování při optimalizaci zemědělské výroby

Metody matematického programování jsou v oblasti zemědělské výroby používány již od roku 1950. Cílem aplikace těchto metod je usnadnit rozhodování ve všech oblastech zemědělské výroby, tedy jak v rostlinné (při plánování osevního postupu), tak i v živočišné výrobě. Ambrožová (2013) uvádí, že převážná část českých zemědělských podniků se zabývá zároveň pěstováním zemědělských plodin i chovem hospodářských zvířat. Je proto vhodné zaměřit se na problematiku tvorby jednoho komplexního celopodnikového modelu. Pro řešení problémů v oblasti zemědělské ekonomiky byly podle Reische (1967) již v kapitalistických zemích aplikovány metody lineárního programování. Uplatňování LP ve specifických a složitých podmínkách zemědělství často vede ke zjednodušení daného problému a tedy i ke zkreslení skutečnosti. Janová (2014) píše, že úspěšnost při využívání matematických metod v oblasti zemědělství je ve srovnání s jinými oblastmi nižší právě v důsledku specifického charakteru této oblasti. Modely operačního výzkumu používané v zemědělství jsou dle předpokladů ohledně použitých parametrů děleny na deterministické a stochastické. Pokud se předpokládá, že parametry jsou nenáhodné veličiny, jde o deterministický model. Uvažuje-li se o parametrech jako o náhodných veličinách, jde o stochastické programování. Vedle lineárního programování se pro řešení deterministických modelů často využívá i dynamické, celočíselné a cílové programování. Při plánování zemědělské, obzvláště pak rostlinné výroby, jsou hojně využívány modely stochastického programování, neboť pro tuto oblast je typickým jevem vyšší riziko a nejistota.

## 2.6 Lineární programování

Lineární programování považuje Holoubek (2014) za nejlépe propracovanou a v praxi nejvíce aplikovanou metodu operačního výzkumu. Zahrnuje několik různě zaměřených úloh, které slouží k nalezení optimálního řešení daného problému. Předností lineárního programování je poskytnutí univerzálně použitelné a poměrně jednoduché metody, pomocí které lze vyřešit všechny tyto úlohy. Jablonský (2002) definuje LP jako nástroj pro plánování uskutečnění určitých procesů vedoucích k dosažení optimálního výsledku vzhledem k určenému cíli. Je přitom nutné zohledňovat všechny podmínky, které realizaci procesů ovlivňují a snažit se nalézt řešení, které bude pro daný rozhodovací problém nejlepší.

### 2.6.1 Obecný tvar úlohy lineárního programování

Pro vyřešení určitého rozhodovacího problému prostřednictvím lineárního programování je dle Holoubka (2014) nejprve nutné sestavit lineární deterministický statistický matematický model tohoto problému. Uvedený model není přesnou kopií daného problému, ale jeho určitým zjednodušením nezbytným pro aplikování univerzální metody řešení. Ústně vyjádřený problém musí být formulován tak, aby bylo možné z něj určit:

- proměnné, jejich věcný význam a počet;
- různá omezení pro daný problém, která je nutné při řešení zohledňovat;
- kritérium, podle kterého budou získaná řešení porovnávána;

vše vyjádřené ve správných měrných jednotkách.

Sumační tvar úlohy LP vypadá následovně:

$$Z_{extr} = \sum_{j=1}^n c_j x_j$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

$$x_j \geq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

kde  $c_j$  je koeficient účelové funkce vzhledem k proměnné  $j$ ,  $x_j$  je strukturální proměnná,  $a_{ij}$  je strukturální koeficient pro vztah mezi  $i$  – tou omezující podmínkou a  $j$  – tou proměnnou a  $b_i$  je pravá strana  $i$  – té vlastní omezující podmínky.

První v pořadí je účelová funkce, následuje soustava vlastních omezujících podmínek a v posledním řádku jsou podmínky nezápornosti. Holoubek (2014) také uvádí, že účelem takto modelované úlohy je získat takové hodnoty strukturálních proměnných  $x$ , při kterých bude účelová funkce nabývat extrémní hodnoty, tedy svého maxima či minima. To vše při zohlednění stanovených omezení a podmínek nezápornosti.

## 2.6.2 Metody používané pro řešení úloh lineárního programování

Nejnámějším postupem využívaným pro řešení úloh lineárního programování je podle Dudorkina (1997) *simplexová metoda*. Podstatou této metody je efektivní prověřování krajních bodů množiny přípustných řešení. Pokud zkoumaný bod není optimálním řešením, přejde se k ověřování dalšího krajního bodu (přípustného bazického řešení) s hodnotou kritériální funkce nižší, než u předchozího bodu. Nalezením optimálního řešení výpočet končí, stejně tak i v případě, kdy úloha LP nemá konečné optimální řešení. Rašovský a Šišláková (2003) uvádí, že simplexová metoda nejen umožňuje získat bazická řešení, ale také zajišťuje, aby všechna získaná řešení byla přípustná. Při přechodu od jednoho bazického řešení ke druhému se hodnota účelové funkce neustále zlepšuje a to tak dlouho, dokud není nalezeno řešení optimální.

Pro řešení reálných úloh lineárního programování je, jak uvádí Jablonský (2002), k dispozici celá řada finančně méně i více nákladných počítačových programových nástrojů. Pro řešení úloh o několika málo desítkách proměnných není nutné pořizovat drahé specializované programové systémy. Využít lze tzv. výukové systémy, mezi které patří např. *DS for Windows* a *STORM*. Práci s těmito systémy by měl zvládnout každý uživatel, který ovládá základy práce s PC, má představu o řešených úlohách a základy anglického jazyka. Další možností jsou tabulkové kalkulátory

pro řešení menších úloh LP. Nejznámějším modulem je *MS Excel (modul Řešitel)*, jehož horní meze pro množství proměnných matematického modelu je 200. Kapacita pro počet omezujících podmínek je 600, z toho je 400 určeno pro stanovení dolních a horních mezí proměnných a 200 pro ostatní omezení. K řešení složitějších úloh lineárního programování lze využít dražších profesionálních optimalizačních systémů LINDO a LINGO. Systém LINDO lze stáhnout v testovací verzi s rozsahem 500 proměnných a 250 omezujících podmínek nebo v plné verzi s rozsahem několika desítek tisíc proměnných i omezení. Systém LINGO má podobné uživatelské rozhraní jako LINDO, avšak obsahuje speciální jazyk pro matematické modelování. Umožňuje řešit jak lineární, tak i nelineární a celočíselné optimalizační úlohy.

## 2.7 Stochastické programování

Kapitola, jejímž cílem je seznámit se základními principy stochastického programování, je vypracována z odborné literatury: „*Vybrané kapitoly z operačního výzkumu*“ od Janové a Kolmana (2011).

Stochastické programování se objevilo v 50. letech, kdy vznikla potřeba řešit optimalizační úlohy s náhodnými parametry. V reálných situacích jsou řešeny úlohy matematického programování převážně náhodného charakteru. Výskyt náhodných parametrů v úloze vypovídá o situaci, kdy se řešitel problému musí rozhodovat za nejistoty a rizika. Jsou-li náhodné veličiny při řešení optimalizační úlohy zanedbány, může řešení vést k výsledkům, které jsou v praxi zcela nevyhovující. Vybraný model v uvedeném případě nevystihl řešený problém správně a bylo by vhodné aplikovat metody stochastického programování. Pro využití tohoto typu matematického programování je předpokladem známé, nejčastěji normální, rozdělení náhodnosti vstupních veličin. Před samotným řešením úlohy je třeba posoudit, o kterých vstupních veličinách není vhodné uvažovat jako o náhodných parametrech. U takových veličin zanedbání jejich stochastické povahy nevede ke zkreslení výsledků optimalizace. U ostatních veličin je třeba nejprve ekonometricky ověřit jejich předpokládané vlastnosti. Úloha lineárního stochastického programování má následující podobu:

$$\begin{aligned} \max z &= \sum_{i=1}^n (c_i x_i) \\ \sum_{i=1}^n (A_{ij} x_i) &\leq b_j \\ x_i &\geq 0. \end{aligned}$$

Úlohu je možné považovat za úlohu stochastického programování za předpokladu, že alespoň některý z parametrů  $c_i$ ,  $A_{ij}$ ,  $b_j$  je náhodnou veličinou. Cílem vyřešení stochastické úlohy je nalezení deterministického ekvivalentu úlohy, který správně vystihne zadaný problém při vyloučení náhodných parametrů.

### Stochastické omezující podmínky

Řešení reálných úloh mnohdy vyžaduje zahrnout do omezujících podmínek veličiny, které mají náhodnou povahu. V některých případech je možné náhodnosti v úloze zanedbat a počítat optimalizaci s odhadnutými parametry. Pokud však rozhodovatel sledá rozkolísanost hodnot nezanedbatelnou, je třeba využít k vyřešení úlohy metody stochastického programování. Pokud se náhodné veličiny vyskytují v omezujících podmínkách, převede se úloha na deterministický ekvivalent nahrazením stávajících omezení podmínkou s deterministickými veličinami, které vhodně vystihují původní požadavek.

### Úlohy s náhodnými parametry pouze na pravé straně omezení

Obsahuje-li úloha lineárního programování náhodné parametry  $b_j$ , jde o úlohu stochastického programování. Předpokládá se, že náhodné veličiny mají normální rozdělení  $b_j \sim N(\mu_j, \sigma_j^2)$ . Z náhodných veličin se nejprve vypočítají jejich střední hodnoty a směrodatné odchylky. Poté je možné náhodné veličiny z úlohy odstranit a nahradit je středními hodnotami s normálním rozdělením a řešit tak úlohu v rámci lineárního programování. Cílem je nahradit původní omezení s náhodnými parametry konkrétní realizací náhodných veličin, které budou splněny s pravděpodobností  $P_j = 1 - \alpha_j$ , kde  $P_j \geq 0,5$  a  $1 \leq j \leq m$ , kde  $m$  je počet omezujících podmínek. Omezující podmínka má následující tvar:

$$\sum_{i=1}^n A_{ij} \leq b_j$$

Uvedená podmínka je při konkrétní realizaci parametru  $b_j$  splněna s pravděpodobností  $P_j$ , je-li  $P_j$  větší nebo rovna jisté hodnotě  $b_j^*$ . Zapiše se v tomto tvaru:

$$P(b_j \geq b_j^*) = P_j$$

Hodnoty  $b_j^*$  jsou hledané konstanty, které v deterministickém ekvivalentu nahrazují náhodné pravé strany omezení. Konečná deterministická podoba úlohy matematického programování se stochastickými podmínkami se zapiše ve tvaru:

$$\begin{aligned} \max z &= \sum_{i=1}^n c_i x_i \\ \sum_{i=1}^n A_{ij} x_i &\leq b_j^*, \quad b_j^* = \sigma_j F^{-1}(\alpha_j) + \mu_j \\ x_i &\geq 0. \end{aligned}$$

Řešením uvedené deterministické úlohy metodami lineárního programování jsou získány hodnoty strukturních proměnných  $x_i$  maximalizující hodnotu účelové



funkce  $z$ . Současně je s pravděpodobností  $P_j$  zajištěno dostatečné množství  $j$  – tého zdroje nezbytného k realizaci optimálního řešení.

### 2.7.1 Úloha s náhodnými parametry v účelové funkci

Náhodné proměnné obsažené pouze v účelové funkci v podobě koeficientů  $c_i$  umožňují najít deterministický ekvivalent stochastické úlohy. Předpokladem je znalost náhodných veličin  $c_i$  (střední hodnota, rozptyl). Nejpoužívanějšími kritérii pro převod účelové funkce jsou Bayesovo, pravděpodobnostní (P – kritérium), rizikové a kvantilové kritérium. Před rozbořem těchto kritérií bude podrobněji vysvětlena účelová funkce jako náhodná veličina. Tvar této funkce je následující:

$$Z = C_1 X_1 + C_2 X_2 + C_3 X_3 + \dots + C_{n-1} X_{n-1} + C_n X_n.$$

Uvedené rozhodovací proměnné  $x_1, x_2, \dots, x_n$  mají pro účelovou funkci  $z$  význam konstant a náhodný parametr  $z$  je proto lineární kombinací náhodných veličin  $c_1, c_2, \dots, c_n$ . Změní-li se hodnoty rozhodovacích proměnných, mění se náhodná veličina  $Z$ , její střední hodnota  $\mu(z)$  i rozptyl  $var(z)$ .

#### Rizikové kritérium

Použitím rizikového kritéria lze ošetřit, aby se při konkrétní realizaci náhodných veličin  $c_i$  skutečná hodnota účelové funkce  $z$  příliš neodchýlila od její optimální hodnoty. Riziko odchylky je redukováno požadavkem co nejnižšího rozptylu účelové funkce. Náhodné parametry  $c_i$  jsou neměnné. Hodnotu náhodné veličiny  $z$  a její rozptyl je tedy možné ovlivnit pouze změnami hodnot  $x_i$ . Deterministický ekvivalent pro rizikové kritérium za předpokladu vzájemné nezávislosti a normálního rozdělení koeficientů v účelové funkci  $c_i \sim N(\mu_i, \sigma_i^2)$  má tvar:

$$\min z = var \left( \sum_{i=1}^n \sigma_i^2 x_i^2 \right)$$

$$\sum_{i=1}^n A_{ij} x_i \leq b_j$$

$$\sum_{i=1}^n \mu_i x_i \geq Z_{min}$$

$$x_i \geq 0.$$

Model bylo nutné doplnit o dodatečnou omezující podmínku na minimální přípustnou hodnotu účelové funkce  $Z_{min}$ . Bez této podmínky by optimálním řešením úlohy bylo nulové řešení. O minimální hodnotě účelové funkce rozhoduje řešitel dle zkušeností ohledně běžné výše hodnoty kritériální funkce.

#### P – kritérium

P – kritérium je využíváno v případě, kdy je žádoucí, aby hodnota účelové funkce  $z$  byla s minimální (maximální) pravděpodobností nižší nebo rovna jisté hodnotě  $Z_{min}$ .

Při uvažování normálního rozdělení náhodných parametrů  $c_i \sim N(\mu_i, \sigma_i^2)$  a jejich vzájemné nezávislosti má deterministický ekvivalent tento tvar:

$$\min (\max) z = \left\{ \frac{z_{\min} - \sum_{i=1}^n x_i \mu_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2 \sigma_i^2}} \right\}$$

$$\sum_{i=1}^n A_{ij} x_i \leq b_j$$

$$x_i \geq 0.$$

Byla-li původní řešená úloha maximalizační (např. maximalizace zisku), pak cílem P – kritéria bude minimalizovat pravděpodobnost poklesu hodnoty účelové funkce pod zvolenou mez. Řešená úloha bude minimalizační. Pokud původní úloha byla minimalizační, bude se naopak jednat o úlohu maximalizační.

Při řešení úloh s náhodnými parametry v účelové funkci je doporučováno, aby bylo provedeno s využitím více deterministických ekvivalentů. Poté získané výsledky porovnat a rozhodnout o implementaci nejvhodnějšího řešení. Má-li rozhodovatel k dispozici několik výsledků řešení, je díky znalosti řešené problematiky zpravidla schopen vyloučit z praktického hlediska nevyhovující řešení.

### 3 Představení společnosti

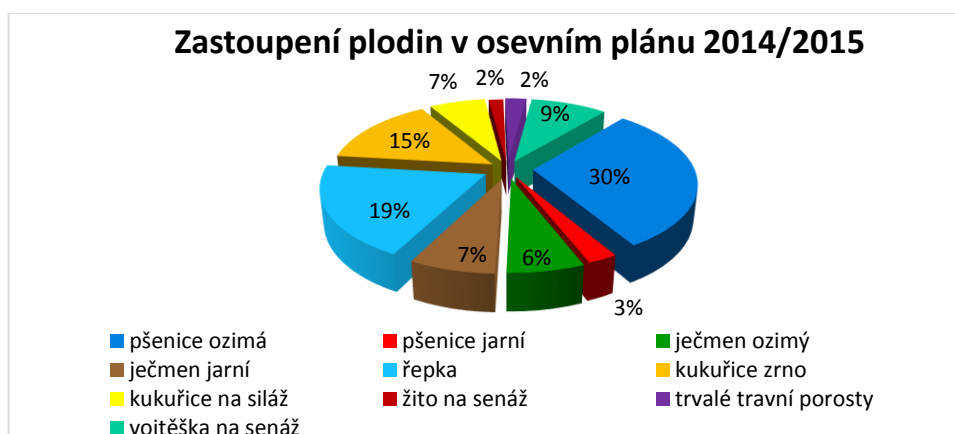
Vznik zemědělské společnosti AGRO Jevišovice, a.s. se datuje k roku 1993, kdy bylo založeno Agrodružístvo Jevišovice. V roce 2010 se společnost transformovala na akciovou společnost a stala se členem koncernu AGROFERT. Sídlo firmy se nachází v Jevišovicích u Znojma. Hlavní činností společnosti je rostlinná výroba a chov mléčného skotu. Společnost má 138 zaměstnanců, z toho 22 na úseku správy, 30 v živočišné výrobě, 43 na středisku mechanizace, 13 v rostlinné výrobě, 12 v dílnách, 10 v přidružené výrobě a 8 na technickém úseku.

#### 3.1 Rostlinná výroba

AGRO Jevišovice, a.s. hospodaří od roku 2012 na 7 193 hektarech zemědělské půdy. Orná půda zaujímá téměř 93 % z celkového ZPF společnosti. Trvalé travní porosty představují 2 % ZPF a ostatní plocha, která zahrnuje černý a zelený úhor, tvoří zbývajících 5 % ZPF společnosti. Obhospodařované pozemky leží v příhraniční oblasti Jižní Moravy v nadmořské výšce od 150 do 400 metrů nad mořem. Zemědělská půda se rozprostírá od suché a teplé kukuřičné výrobní oblasti až po sušší, mírně teplou bramborářskou výrobní oblast. Oblast se převážně vyznačuje klimatickými podmínkami s podprůměrným množstvím srážek a frekventovanějšími přísušky hlavně v období jara. V teplé oblasti převažují půdy středně lehké až písčité. V mírně teplé oblasti jsou půdy spíše lehké a štěrkovité.

#### Osevní plán

Pěstované plodiny jsou z větší části určeny pro komoditní prodej (80 %), zbývajících plocha slouží k zabezpečení krmivové základny pro skot. V osevním plánu se pravidelně vyskytuje pšenice ozimá a jarní, ječmen ozimý a jarní, řepka ozimá, kukuřice na zrno, kukuřice na siláž, žito na senáž a vojtěška na senáž. Konkrétní zastoupení plodin v osevním plánu 2014/2015 znázorňuje graf č. 4.



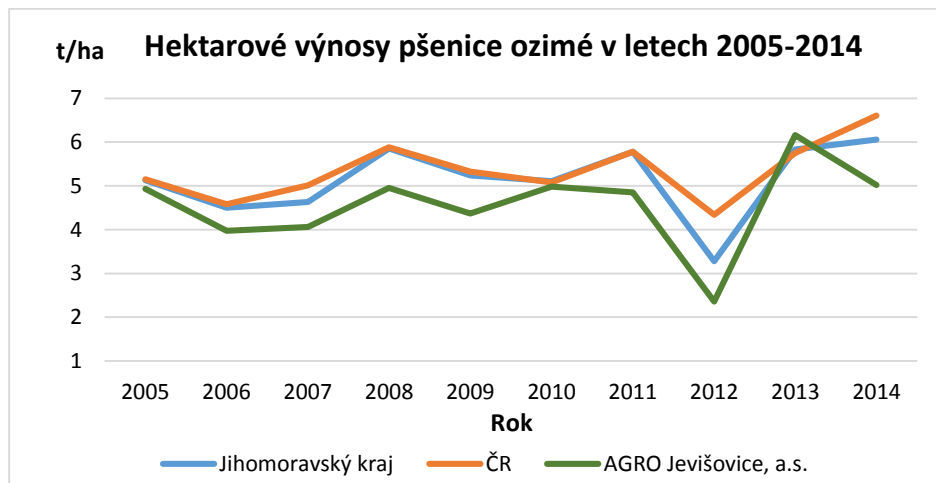
Graf 4: Podíl pěstovaných plodin na celkové výměře orné půdy pro období 2014/2015.  
Zdroj: Data společnosti.

V osevním plánu společnosti převažuje produkce obilovin, která je pro nedostatek srážek zaměřena více na ozimé plodiny (cca 40 %). Na významné ploše je pěstována také kukuřice (cca 20 %), z níž je zhruba 30 % určeno na siláž a 70 % na zrno. Zastoupení řepky olejky v osevním postupu bývá do 20 %. Z víceletých píceň je na přibližně 9 % pěstována vojtěška, která slouží k produkci senáže. K výrobě senáže se pěstuje také žito, a to na zhruba 2 % orné půdy. Trvalé travní porosty zaujímají přes 2 % plochy.

### Hektarové výnosy

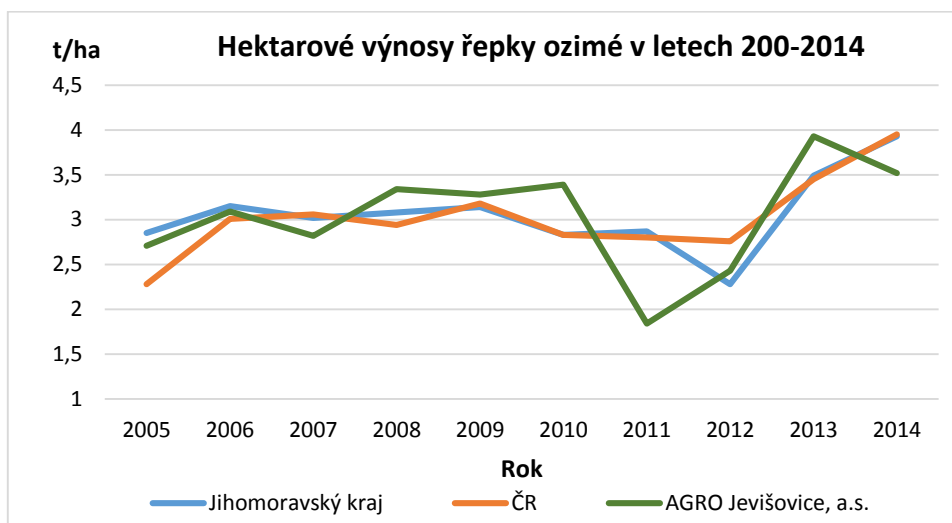
Hektarové výnosy plodin udávají, kolik tun pěstované plodiny bylo sklizeno na 1 hektaru oseté zemědělské půdy. Společnost se nachází v regionu, který se nevyznačuje příznivými klimatickými podmínkami. Je charakteristický nedostatkem dešťových srážek, písčitymi a štěrkovitými půdami, které špatně vážou vodu. Proto při porovnání s průměrnými výnosy dosaženými v jihomoravském kraji i celé ČR jsou hektarové výnosy u společnosti téměř vždy nižší. Podrobný soupis průměrných hektarových výnosů společnosti AGRO Jevišovice, jihomoravského kraje a ČR je uveden v příloze v tabulce č. 36.

Nižších hektarových výnosů je dosahováno také u pšenice ozimé, jedné ze dvou hlavních plodin pěstovaných společností. Druhou hlavní plodinou je řepka ozimá, která jako téměř jediná plodina dosahuje v porovnání s jihomoravským krajem i celou ČR relativně dobrých výnosů. Obě plodiny zároveň dosahují v rostlinné výrobě nejvyššího zisku. Porovnat hektarové výnosy lze v grafech č. 5 a č. 6.



Graf 5: Porovnání průměrných hektarových výnosů u pšenice ozimé v letech 2005-2014.  
Zdroj: Data společnosti, databáze ČSÚ.

Graf č. 5 porovnává hektarové výnosy pšenice ozimé, které se ve všech pozorovaných letech s výjimkou roku 2013 pohybovaly pod průměrem výnosů dosažených na území jihomoravského kraje i celé ČR. V roce 2013 byla velmi dobrá úroda u všech druhů plodin pěstovaných společností.



Graf 6: Porovnání průměrných hektarových výnosů u řepky ozimé v letech 2005-2014.  
Zdroj: Data společnosti, databáze ČSÚ.

V grafu č. 6 lze vidět průměrné hektarové výnosy společnosti u řepky ozimé. V porovnání s jihomoravským krajem a ČR jsou často i vyšší. Výjimkou byl rok 2011, kdy společnost sklídila velmi špatnou úrodu řepky ozimé (1,84 t/ha). Vývoj časových řad hektarových výnosů ostatních plodin pěstovaných společností je obsažen v příloze v grafech č. 7 až č. 13. Po jejich zhodnocení se dospělo k závěru, že vývoj hektarových výnosů lze považovat za lineární funkci času.

## Hnojení

Ornou půdu je třeba hnojit statkovými hnojivy jednou za 4 roky. Tím je vedle organických látek do půdy dodáno 0,3 až 0,4 t čistých živin dusíku, fosforu a draslíku. Společnost není závislá jen na produkci vlastních statkových hnojiv (hnůj, močůvka, kejda). Dostatečné množství těchto hnojiv je zajištěno od sesterských společností, které se zabývají výhradně výkrmem brojlerů a chovem prasat. Z tohoto důvodu není v práci formulována omezující podmínka týkající se roční produkce statkových hnojiv.

## 3.2 Živočišná výroba

Společnost AGRO Jevišovice, a.s. se v rámci živočišné výroby zaměřuje od roku 2010 již jen na chov skotu. Chov skotu, jako jedna ze dvou hlavních činností společnosti, představuje nenahraditelnou, stále se rozvíjející a zdokonalující činnost. Je realizován na farmách v Jevišovicích, Hevlíně, Přešovicích a Vevčicích, kde jsou chována dvě plemena skotu. Převažujícím plemenem je mléčný Holštýnský černostrakatý skot (H100), který se vyznačuje nejen velkým tělesným rámcem, ale především vysokou mléčnou užitkovostí. Méně zastoupeným je pak České strakaté plemeno (C100), což je kombinované maso-mléčné plemeno středního až většího tělesného

rámce s převládající mléčnou užitkovostí. Společnost uplatňuje tzv. uzavřený obrat stáda, kdy je základní stádo obnovováno jalovicemi z vlastního chovu.

Farma Jevišovice je určena k chovu dojnic plemene H100 v počtu přibližně 560 kusů. Ustájení je volné boxové s denním odklizem hnoje a rybinovou dojrnou 2 x 12 kusů s rychlým odchodem. Jsou zde ustájeny také vysokobřezí jalovice a telata do 14 dní stáří, které se následně převáží na farmu v Přešovicích. Farma Přešovice zajišťuje ustájení mladého chovného skotu, produkci vysokobřezích jalovic a výkrm býků systémem Qualivo. To je nový způsob výkrmu, kdy jsou býci krmeni jen senem a jadrným krmivem s přísadou speciálních komponentů, čímž dosahují průměrného denního přírůstku až 1,3 kg. AGRO Jevišovice je jediným podnikem na území ČR, který používá tento systém výkrmu býků. K odchovu mladých jalovic před inseminací slouží i menší středisko Vevčice. Největší kapacitu pro chov skotu poskytuje farma Hevlín, kde jsou ustájeny dojnice plemene H100 a C100 v počtu přibližně 460 kusů. K dojení je používána kruhová dojrna s kapacitou 24 kusů. Středisko se dále soustředí na chov mladého chovného skotu ve všech věkových kategoriích včetně vysokobřezích jalovic. Z farmy Přešovice jsou sem dováženi býci o průměrné váze 120 kg a jsou zde vykrmováni systémem Qualivo až do požadované jatečné váhy 570 kg.

Průměrné roční početní stavy skotu včetně maximální kapacity a plánovaného zastoupení skotu v jednotlivých kategoriích lze vidět v tabulce č. 12. Maximální početní stav pro skot ve výkrmu je dán limity stanovenými ze strany jatek, jejichž týdenní požadavek na odběr je 5 kusů skotu krměného systémem Qualivo.

Tab. 12 Početní stavy a kapacita jednotlivých kategorií skotu včetně plánovaného stavu.

Kategorie skotu	Stav skotu			Kapacita	Plánovaný stav
	2012	2013	2014		
Telata do 6 měsíců	378	412	528	530	525
Jalovice mléčné	473	597	632	650	630
Jalovice vysokobřezí	132	186	185	200	185
Dojnice	858	1 024	1 033	1 050	1 035
Skot ve výkrmu Q	0	170	233	260	250

Zdroj: Data společnosti.

Zastoupení mléčného Holštýnského plemene ve struktuře skotu v posledních letech stále narůstá. Na rozdíl od maso-mléčného Českého strakatého plemene se totiž vyznačuje podstatně vyšší mléčnou užitkovostí. Neustále rostoucí tendence užitkovosti dojnic byla východiskem pro stanovení plánované hodnoty výnosů u dojnic. Od zahájení přechodu na tento mléčný typ skotu byl také zaznamenán postupný pokles nákladů na produkci 1 litru mléka. Vývoj těchto ukazatelů v pěti posledních letech hospodaření společnosti je zaznamenán v tabulce č. 13.

Tab. 13 Úžitkovost dojnic včetně nákladů a realizačních cen na 1 litr mléka.

Ukazatel	2010	2011	2012	2013	2014	Plánovaný stav
Průměrná dojivost krávy [v litrech/KD]	15,3	17,1	19,0	20,4	22,2	24,0
Produkce mléka [v litrech]	4 344 741	5 167 962	5 956 493	7 624 704	8 374 169	9 066 600
Průměrná realizační cena [v Kč/litr]	-	8,5	7,7	8,7	9,4	8,6
Náklad produkce [v Kč/litr]	-	9,2	8,92	8,75	8,58	8,4
Výnosy z mléka [v Kč]	-	43 927 677	46 222 386	66 258 678	78 717 189	77 972 760

Zdroj: Vlastní zpracování dle dat poskytnutých společnostmi.

Společnost v blízké budoucnosti předpokládá průměrnou dojivost krávy 24 litrů na jeden krmný den. Náklad na výrobu mléka je odhadován na 8,4 Kč/litr. Realizační cena byla stanovena jako průměrná cena za poslední čtyři roky.

V roce 2012 chovala společnost převážně masný typ skotu, jehož výkupní cena v kategorii telat byla vyšší, než u telat mléčného plemene. Přechodem na mléčný typ skotu došlo v následujících letech k poklesu realizační ceny. Zpeněžení telete se pohybuje na hranici 45 Kč/kg. U mléčných jalovic a dojnic je plánovaná cena za kilogram živé hmotnosti stanovena jako průměrná cena vypočtená ze skutečných výkupních cen za poslední tři roky. Vysokobřezí jalovice nejsou v důsledku uzavřeného obrátu stáda zpeněžovány. Výše realizačních cen od roku 2012 včetně plánované ceny za kilogram živé hmotnosti jsou uvedeny v tabulce č. 14.

Tab. 14 Výše výkupních cen u jednotlivých kategorií skotu včetně odhadované realizační ceny.

Kategorie skotu	Realizační ceny [v Kč/kg]			Plánovaná cena [v Kč/kg]
	2012	2013	2014	
Telata do 6 měsíců	56,9	49,0	44,5	45,0
Jalovice mléčné	37,2	35,8	34,6	35,9
Jalovice vysokobřezí	-	-	-	-
Dojnice	34,3	36,8	33,5	34,9
Skot ve výkrmu	-	60,0	65,6	67,0

Zdroj: Data společnosti.

Pro skot ve výkrmu je uplatňován zvláštní systém výkrmu Qualivo, který společnost zavedla v roce 2012. V rámci tohoto způsobu výkrmu platí ze strany odběratele zvýhodněná realizační cena, která se od roku 2015 bude pohybovat ve výši 67 Kč/kg živé hmotnosti.

### 3.3 Čerpané dotace

Od roku 2015 platí nový program dotací s platností 5 let. Pro toto období jsou zrušeny Přechnodné vnitrostátní podpory (PVP) i Platby na přežvýkavce. Dotační titul SAPS je poskytován i nadále, je zde však několik změn. V tabulce č. 15 lze sledovat výši podpor, které společnost obdržela v letech 2013 a 2014 a předpokládanou výši sazeb v následujících pěti letech.

Tab. 15 Přehled obdržených a odhadovaných výší dotačních sazeb.

Dotační titul	Jednotka	2013	2014	2015 - 2020
SAPS	Kč/ha	5 749	5 919	5 800
Zvláštní podpora na krávy s tržní produkcí mléka	Kč/ks	702	2 714	5 100
PVP na zemědělskou půdu	Kč/ha	0	185	0
PVP na přežvýkavce	Kč/VDJ	0	96	0
Agroenvironmentální opatření	Kč/ha	1 891	0	0

Zdroj: Data společnosti.

Odhad základní sazby SAPS pro roky 2015 - 2020 je 132 E/ha, tedy přibližně 3500 Kč/ha. Přesáhne-li celková výše platby 150 tisíc euro, dojde u převyšující částky k 5% krácení. Doplnkové sazby SAPS lze získat dodržením podmínek Greeningu a EFA. Při splnění podmínek Greeningu je výše doplnkové sazby cca 2000 Kč/ha. Jde o dodržení diverzifikace plodin (střídání min. 3 plodin), využívání plochy v ekologickém zájmu a zachování alespoň 5% plochy trvale travních porostů (TTP) z celkové výměry ZPF. TTP společnosti představují 3 % ZPF. Potřebnou zbývající část výměry tvoří vojtěška, která je považována za bílkovinnou plodinu, a tudíž automaticky splňuje tyto podmínky. Společnost bude mít nárok také na doplnkovou platbu EFA, a to za pěstování plodin, které vážou vzdušný dusík a za černý a zelený úhor. Celková výše dotačního titulu SAPS je podnikem odhadována na 5800 Kč/ha. Dotace v živočišné výrobě bude od roku 2015 čerpána pouze na krávy chované v systému s tržní produkcí mléka (dojnice). Ta by se dle odhadů společnosti měla pohybovat ve výši přibližně 5100 Kč/ks.



## 4 Materiál a metodika

Tato část práce vychází z teoretických poznatků načerpaných studiem odborné literatury, na základě které byla vypracována literární rešerše. Informace uvedené v předchozích kapitolách (viz. Literární rešerše, Charakteristika podniku) budou východiskem pro plánování optimální struktury zemědělské výroby společnosti AGRO Jevišovice, a.s. K dosažení stanoveného cíle bude nejprve třeba zvolit vhodnou metodiku řešení úlohy, dle které bude určen a následně sestaven vhodný optimalizační model lineárního programování. Po vyřešení optimalizační úlohy budou získané výsledky porovnány s odhadovaným stavem výroby a následně budou formulována doporučení pro zefektivnění stavu rostlinné i živočišné výroby.

### 4.1 Materiál

Pro úspěšnou optimalizaci rostlinné i živočišné výroby je třeba nejprve shromáždit data a vytvořit vhodnou informační základnu. Tomuto účelu slouží tato část práce, která bezprostředně navazuje na předchozí kapitolu seznamující s rostlinnou a živočišnou výrobou společnosti včetně přehledu o výši čerpaných dotací. Kapitola podává informace o skutečně dosažených hodnotách nákladů, výnosů, obdržených sazeb dotací a výsledcích hospodaření za poslední tři roky činnosti podniku. Uvedená odhadovaná výše ukazatelů ekonomické výkonnosti, předpokládaná pro následující roky hospodaření, vychází jednak ze zkušeností agronomů a vedení podniku a jednak z již známých budoucích realizačních cen.

Veškerá použitá data z oblasti plánování rostlinné i živočišné oblasti byla poskytnuta společností AGRO Jevišovice, a.s. Získané podklady poslouží k posouzení možností využití optimalizačních metod při plánování zemědělské výroby. Následně budou vybrány vhodné metody operačního výzkumu, které budou použity pro optimalizaci uvedeného reprezentativního stavu zemědělské výroby.

#### 4.1.1 Přehled nákladů

Odhadovaná výše nákladů rostlinné a živočišné výroby je stanovena aritmetickým průměrem nákladů z let 2013 a 2014, kdy došlo ke sjednocení metodiky účtování nákladů a výnosů. Tyto údaje mají tudíž srovnatelnou vypovídající schopnost. Skutečnou a odhadovanou výši nákladů živočišné výroby uvádí tabulka č. 16.

Tab. 16 Skutečná a odhadovaná výše nákladů živočišné výroby.

Kategorie skotu	Náklady [Kč/ks/rok]			Odhadovaná výše nákladů [Kč/ks/rok]
	2012	2013	2014	
Telata do 6 měsíců	18 761	23 747	22 798	23 273
Jalovice mléčné	14 155	11 897	11 654	11 776
Jalovice vysokobřezí	20 392	16 025	16 600	16 313
Dojnice	56 059	75 684	75 920	75 802
Skot ve výkrmu	-	28 596	29 929	29 263
Celkové náklady [Kč/rok]	64 577 339	102 228 659	107 872 489	108 046 125

Zdroj: Data společnosti.

Celkové náklady živočišné výroby zahrnují náklady na nakoupená krmiva a steliva, léčiva, desinfekční prostředky, ostatní materiál, spotřebu energií, plemenářské, veterinární služby, ostatní služby, osobní náklady, odpisy zvířat a majetku, spotřebu vlastních hnojiv a steliv, výrobní a správní režie. Náklady byly sníženy o finanční ohodnocení roční produkce statkových hnojiv (chlévkové mrvy).

Tab. 17 Skutečná a odhadovaná výše nákladů rostlinné výroby.

Plodina	Náklady [Kč/ha]			Odhadovaná výše nákladů [Kč/ha]
	2012	2013	2014	
Pšenice ozimá	18 748	20 028	21 203	20 616
Pšenice jarní	-	-	22 393	22 393
Ječmen ozimý	18 369	19 047	20 121	19 584
Ječmen jarní	17 942	22 270	23 463	22 867
Řepka ozimá	23 984	27 248	26 144	26 696
Kukuřice na zrno	35 027	31 036	32 011	31 524
Kukuřice na siláž	24 202	27 956	28 236	28 096
Žito na senáž	15 164	15 519	14 785	15 156
Vojtěška na senáž	12 326	13 273	12 881	13 077
Trvalé travní porosty	4 810	4 971	5 084	5 028
Ostatní	2 986	3 023	3 159	3 091
Celkové náklady [Kč/rok]	155 035 728	142 122 127	158 570 186	157 424 187

Zdroj: Data společnosti.

Tabulka č. 17 uvádí celkové náklady rostlinné výroby. Ty zahrnují náklady na spotřebovaná osiva hnojiva a chemické přípravky, ostatní materiál, spotřebu energií,

nájemné, ostatní služby, jiné provozní náklady (pojištění), spotřebu vlastních výrobků a hnojiv, vnitropodnikové náklady dopravy a mechanizace, výrobní a správní režie.

#### 4.1.2 Přehled výnosů

Při stanovování výnosů živočišné výroby se u jednotlivých kategorií skotu kromě dojnic vycházelo ze skutečných realizačních cen. Výnos byl stanoven tak, že roční hmotnostní přírůstek byl oceněn skutečnou realizační cenou uvedenou v tabulce č. 14. Získaná hodnota byla následně přepočtena na průměrné roční stavy zvířat dle kategorií. Výnosy u mléčných jalovic byly stanoveny jako průměr výnosů dosažených v posledních třech letech hospodaření. U vysokobřezích jalovic byl výnos počítán pouze z ocenění narozených telat. Výnosy u dojnic vychází ze skutečných tržeb za mléko, tržeb za vyřazená zvířata při obnově základního stáda (brakace) a ocenění příchovků (narozených telat) v tržních hodnotách.

Tab. 18 Skutečná a odhadovaná výše výnosů živočišné výroby.

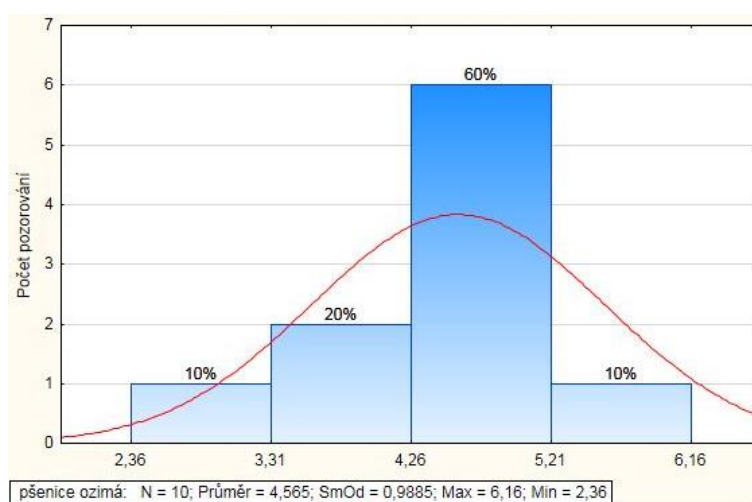
Kategorie skotu	Výnosy [Kč/ks/rok]			Odhadovaná výše výnosů [Kč/ks/rok]
	2012	2013	2014	
Telata do 6 měsíců	16 862	14 347	11 056	13 140
Jalovice mléčné	12 126	11 087	9 142	10 468
Jalovice vysokobřezí	4 520	4 427	4 206	4 384
Dojnice	58 718	74 255	82 732	82 537
Skot ve výkrmu	-	28 662	30 763	31 792
Celkové výnosy [Kč/rok]	63 086 118	94 262 985	105 023 357	107 265 552

Zdroj: Data společnosti.

Odhadovaná výše výnosů u dojnic uvedená v tabulce č. 18, byla stanovena také s přihlédnutím k rostoucí užitkovosti dojnic při produkci mléka zapříčiněné přechodem z kombinovaného na mléčný typ skotu. V kategorii skotu ve výkrmu se vycházelo z výkupní ceny 67 Kč/kg živé hmotnosti, kterou stanovil odběratel.

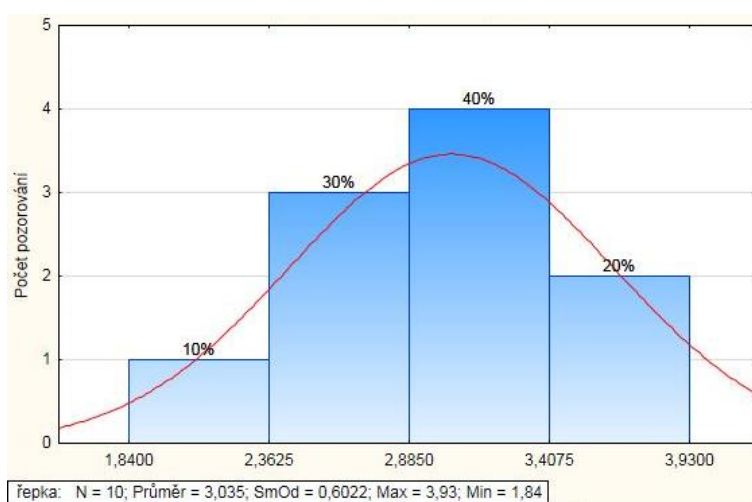
Výnosy rostlinné výroby závisí nejen na výši realizačních cen pěstovaných komodit, ale také na výši jejich hektarového výnosu. Existuje mnoho faktorů, které ovlivňují konečnou hodnotu tohoto ukazatele. Hektarový výnos je proto třeba považovat za náhodnou veličinu. Pro účely této práce byly získány časové řady průměrných hektarových výnosů společnosti z let 2005 – 2014. Shromážděná data byla nejprve zpracována v programu Gretl, kde byla pomocí  $\chi^2$  testu dobré shody otestována normalita rozdělení průměrných ročních hektarových výnosů jednotlivých plodin. Test slouží k ověření, zda pravděpodobnostní rozdělení výnosů lze považovat za normální. Následně byly zjištěny střední hodnoty a směrodatné odchylky. Na obrázcích

č. 2 a č. 3 lze vidět histogramy dvou nejpěstovanějších plodin vytvořené v programu STATISTICA.



Obr. 2 Histogram znázorňující normalitu rozdělení pšenice ozimé.  
Zdroj: Data společnosti zpracovaná v programu STATISTICA.

Histogram pšenice ozimé znázorňuje, že hektarový výnos této plodiny se u společnosti v posledních 10 letech nejčastěji pohyboval v intervalu od 4,26 tun do 5,21 tun. To odpovídá i střední hodnotě výnosu  $\mu$  ve výši 4,57 tun. Chí-kvadrát je 5,791 s p – hodnotou 0,05528. Hypotéza  $H_0$  o normálním rozdělení náhodných veličin se na pětiprocentní hladině významnosti  $\alpha$  nezamítá. Hektarové výnosy pšenice ozimé lze považovat za normální.



Obr. 3 Histogram znázorňující normalitu rozdělení řepky ozimé.  
Zdroj: Data společnosti zpracovaná v programu STATISTICA.

Na histogramu na obrázku č. 3 lze vidět, že nejčetněji se roční hektarové výnosy řepky ozimé pohybují v intervalu od 2,885 tun do 3,4075 tun. Vypočtená střední

hodnota  $\mu = 3,04$  tun spadá stejně jako v předchozím případě do nejpočetnější skupiny hodnot. U testu normality vyšel Chí-kvadrát 1,521 s p – hodnotou 0,46741. Hypotéza  $H_0$  o normálním rozdělení náhodných veličin se na pěti procentní hladině významnosti  $\alpha$  opět nezamítá. Hektarové výnosy řepky ozimé jsou normálně rozděleny. Stejným způsobem bylo postupováno i v případě ostatních pěstovaných plodin.

Po otestování normality rozdělení byly vypočteny výběrové střední hodnoty a směrodatné odchylky popisující variabilitu hektarových výnosů. Vzhledem k předpokladu, že hektarové výnosy jsou náhodnými veličinami, budou tyto náhodné parametry z modelu odstraněny použitím tzv. Bayesova kritéria. Hodnoty náhodných veličin budou nahrazeny střední hodnotou normálního rozdělení. Poté bude možné úlohu řešit pomocí lineárního programování. Popisné statistiky jsou uvedeny v tabulce č. 19.

Tab. 19 Střední hodnoty a směrodatné odchylky hektarových výnosů z let 2005 – 2014.

Plodina	Střední hodnota [t/ha]	Směrodatná odchylka
Pšenice ozimá	4,57	0,9885
Pšenice jarní	3,66	0,7921
Ječmen ozimý	4,37	1,1128
Ječmen jarní	4,26	0,4508
Řepka ozimá	3,04	0,6022
Kukuřice na zrno	6,41	0,9087
Kukuřice na siláž	21,52	3,1712
Žito na senáž	15,38	1,2303
Vojtěška na senáž	13,12	0,5133
Trvalé travní porosty	3,09	0,1942

Zdroj: Vlastní práce s využitím programu „Gretl“ na základě dat společnosti.

Nejvyšší rozptyl hektarových výnosů byl zjištěn u kukuřice určené k siláži. Nejnižší průměrný hektarový výnos byl v roce 2006 (16,52 t/ha), nejvyšší v roce 2013 (26,05 t/ha). Tyto dva roky byly z hlediska úrodnosti považovány za nejméně a nejvíce úspěšný rok. Při porovnání s průměrnými výnosy v jihomoravském kraji i ČR lze pozorovat, že dosažené výnosy společnosti jsou více než podprůměrné.

Tržby z rostlinné výroby jsou ovlivněny tím, jaká bude v daném roce na trhu poptávka a jak příznivé budou podmínky pro pěstování jednotlivých plodin. Skutečné výkupní ceny zemědělských komodit se tak mohou velmi lišit. Odhadované výše cen, ze kterých byly pro další období vypočteny očekávané výnosy, vychází z předpokladů společnosti. Tyto ceny jsou uvedeny v tabulce č. 20.

Tab. 20 Realizované výkupní ceny komodit včetně odhadované výše výkupní cen a výnosů.

Plodina	Realizované ceny [Kč/t]			Odhadovaná výše cen [Kč/t]	Odhadovaná výše výnosů [Kč/ha]
	2012	2013	2014		
Pšenice ozimá	5 731	4 309	4 220	4 150	18 945
Pšenice jarní	-	-	4 220	4 150	15 189
Ječmen ozimý	5 300	4 238	4 190	4 100	17 925
Ječmen jarní	5 500	4 410	4 360	4 200	17 892
Řepka ozimá	12 200	8 727	10 000	9 600	29 136
Kukuřice na zrno	6 012	4 419	4 398	4 200	26 914
Kukuřice na siláž	720	720	720	720	15 493
Žito na senáž	750	750	750	750	11 535
Vojtěška na senáž	860	860	860	860	11 279
Trvalé travní porosty	1 300	1 300	1 300	1 300	4 018
Celkové výnosy [Kč/rok]	-	-	-	-	139 432 538

Zdroj: Data společnosti.

Společnost byla z důvodu opatrnosti při odhadu realizačních cen pěstovaných plodin skeptičtější. Ceny u objemových krmiv a travního sena jsou dány vnitřním předpisem společnosti a jsou tedy neměnné.

#### 4.1.3 Ekonomické zhodnocení rostlinné a živočišné výroby

Tato kapitola obsahuje celkové zhodnocení odhadovaného stavu rostlinné a živočišné výroby z hlediska ekonomické efektivity. V obou oblastech podnikání přesahuje celková výše nákladů výnosy z rostlinné i živočišné produkce společnosti. Proto je odhadovaná výše zisku uvedena již včetně dotací. Bez podpory čerpané z dotací by podnikání bylo ztrátové nejen u sledované společnosti, ale u většiny subjektů hospodařících v odvětví zemědělství.

Posouzení efektivity rostlinné výroby společnosti AGRO Jevišovice, a.s. z ekonomické stránky je uvedeno v tabulce č. 21. Průměrná výše nákladů připadajících na jeden hektar oseté půdy se u pěstovaných plodin v jednotlivých letech pohybovala přibližně ve stejné výši. Tržby, které společnost obdrží za prodej úrody, kolísají v závislosti na dosažených hektarových výnosech a cenách, za které je možné realizovat prodej komodit.

Tab. 21 Ekonomické zhodnocení rostlinné výroby včetně odhadované výše zisku.

Pěstovaná plodina	Výměra [ha]	Náklady [Kč/ha]	Tržby [Kč/ha]	Dotace [Kč/ha]	Zisk včetně dotací [Kč/ha]
Pšenice ozimá	2073,93	20 616	18 945	5 800	4 129
Pšenice jarní	170,82	22 393	15 189	5 800	-1 404
Ječmen ozimý	441,34	19 584	17 925	5 800	4 141
Ječmen jarní	490,86	22 867	17 892	5 800	826
Řepka ozimá	1314,21	26 696	29 136	5 800	8 240
Kukuřice na zrno	991,17	31 524	26 914	5 800	1 190
Kukuřice na siláž	448,00	28 096	15 493	5 800	-6 803
Žito na senáž	117,00	15 156	11 535	5 800	2 179
Vojtěška na senáž	613,00	13 077	11 279	5 800	4 002
Trvalé travní p.	170,00	5 028	4 018	5 800	4 791
Ostatní plocha	362,99	3 091	-	5 800	2 709
Celkem [Kč]	-	157 130 165	139 432 538	41 721 256	24 023 630

Zdroj: Vlastní výpočty zpracované v programu MS Excel.

Dle tabulky č. 21 lze konstatovat, že nejvíce se společnosti vyplatí pěstovat řepku ozimou, která jako jediná z pěstovaných komodit je schopná generovat zisk i bez uvažování dotací. O téměř polovinu nižších zisků je dosahováno u trvale travních porostů, pšenice ozimé, ječmene ozimého a vojtěšky na senáž. Vysoce ztrátovou plodinou je kukuřice určená na senáž. Ztráty, byť menší, je dosahováno také u pšenice jarní. Odhadovaný výsledek hospodaření předpokládá u rostlinné výroby zisk ve výši 24 milionů korun.

Následující tabulka č. 22 hodnotí ekonomickou efektivnost živočišné výroby. Náklady, tržby, dotace i zisk jsou přepočteny tak, aby odpovídali hodnotám připadajícím na jeden kus dobytka a jeden rok.

Tab. 22 Ekonomické zhodnocení živočišné výroby včetně odhadované výše zisku.

Kategorie skotu	Početní stav skotu [ks/rok]	Náklady [Kč/ks/rok]	Tržby [Kč/ks/rok]	Dotace [Kč/ks/rok]	Zisk včetně dotací [Kč/ks/rok]
Telata do 6 měs.	525	23 273	13 140	0	-10 133
Jalovice mléčné	630	11 776	10 468	0	-1 308
Jalovice VB	185	16 313	4 384	0	-11 928
Dojnice	1030	75 802	82 537	5 100	11 835
Skot ve výkrmu	250	29 263	31 792	0	2 530
Celkem [v Kč]	-	108 046 125	107 265 552	5 253 000	4 472 427

Zdroj: Vlastní výpočty zpracované v programu MS Excel.

Za nejvíce ziskovou kategorii skotu lze považovat dojnice, na které jako na jediné bude společnost moci čerpat dotace. I bez dotační podpory vykazuje zisk skot ve výkrmu. To je dáno vyššími výkupními cenami díky zvláštnímu systému výkrmu Qualivo. Tato konečná výše zisku byla přepočtena na průměrný roční stav skotu. U živočišné výroby se jako výsledek hospodaření předpokládá zisk ve výši 4,47 mil. Kč.

## 4.2 Metodika

Práce se zaměřuje na oblast využití stochastických matematických modelů při plánování struktury rostlinné a živočišné výroby. Před samotnou tvorbou matematických modelů byla nejprve od společnosti získána potřebná podkladová data. Bylo třeba seznámit se se současným přístupem, se kterým společnost rozhoduje o plánování výroby, shromáždit číselné údaje o osevním postupu, o nákladech, výnosech, realizačních cenách, hektarových výnosech apod. Shromážděná data byla následně upravena. U reálných hektarových výnosů v jednotlivých letech hospodaření byla pomocí programu „Gretl“ otestována normalita rozdělení, vypočteny základní popisné statistiky, a získány střední hodnoty a směrodatné odchylky hektarových výnosů v letech 2005 – 2014. Následně byly vypočteny skutečné náklady a výnosy připadající na jeden hektar příslušné plodiny a jeden kus dobytka v dané kategorii a vypočten zisk. Zisk byl vyčíslen včetně dotací, bez kterých by ve většině případů zemědělské podniky dosahovaly ztráty. Kvůli provázanosti rostlinné a živočišné výroby bylo nezbytné zvlášť vyčíslit krmné dávky a vypočítat obrat stáda skotu.

Po seznámení se s chodem společnosti, zajištění podkladových materiálů a nastudování teoretických poznatků z oblasti zemědělské výroby a operačního výzkumu byly zvoleny vhodné metody matematického programování. Matematické modely byly sestaveny při respektování agrotechnických zásad, požadavků společnosti a s ohledem na zajištění krmivové základny pro skot. Výpočet matematických úloh byl proveden v programu MS Excel pomocí modulu „Řešitel“. Získaná řešení byla porovnána se současným stavem a dále diskutována.

### 4.2.1 Postup při sestavování matematického modelu

#### 1. Definování proměnných

Správné určení hledaných proměnných je velmi důležité. Definice proměnných předchází samotnému sestavení matematického modelu. Hlavní činností společnosti je rostlinná a živočišná výroba. Obě tyto oblasti podnikání jsou vzájemně velmi provázané (např. zajištění krmivové základny). Práce se proto zaměřuje na optimalizaci jak rostlinné, tak i živočišné produkce. Výstupem matematického modelu, tzn. hledanými proměnnými, tedy budou konkrétní výměry pěstovaných plodin a počet kusů zvířat v jednotlivých kategoriích skotu.

#### 2. Sestavení účelové funkce

Účelová funkce je sestavena tak, aby byl splněn stanovený cíl, kterým je maximalizace zisku. V práci bude maximalizován zisk včetně dotací, a to jak v oblasti rostlinné



tak i živočišné výroby. Součástí práce bude také model zaměřený na minimalizaci nákladů. Obecný tvar účelové funkce vypadá následovně:

$$Z_{\max} = \text{Tržby} + \text{Dotace} - \text{Náklady}$$

$$Z_{\min} = \text{Náklady}$$

### 3. Omezující podmínky a podmínky nezápornosti

Omezující podmínky vychází z respektování základních agronomických zásad při sestavování osevního plánu, požadavků společnosti a zajištění krmivové základny pro skot. Další omezení představují maximální kapacity sil, skladových a chovných budov, zachování reprodukce stáda skotu a také celková výměra zemědělské půdy a podmínky zajišťující fixaci ZPF společnosti. U živočišné výroby je omezením požadavek celočíselnosti optimálního stavu skotu v jednotlivých kategoriích. Nezbytné jsou podmínky nezápornosti hledaných proměnných.

Podmínky vycházející z agrotechnických zásad a nutných požadavků podniku musí být respektovány u všech ve vlastní práci uvedených modelů. Následující informace představují omezení dané agrotechnickými principy při tvorbě osevního sledu a maximální možnou koncentrací plodin na orné půdě vzhledem k oblasti, ve které společnost hospodáří. Podmínky zohledňují také požadavky společnosti týkající se nezbytných zastoupení jednotlivých druhů pěstovaných plodin v osevním plánu.

**Pšenice ozimá** se vyznačuje vysokými hektarovými výnosy. Je náročná na předplodinu, nejlépe se jí daří po víceletých pícninách, řepce, kukuřici na siláž, luskovinách a okopaninách. V kukuřičných oblastech i po raně sklizených porostech kukuřice na zrno. Proto je maximální výměra pšenice ozimé menší než součet výměr řepky ozimé, kukuřice a 1/3 vojtěšky. Důvodem třetinové výměry vojtěšky je, že jde o tři až čtyřletou plodinu a každý rok je obměňována právě 1/3 oseté plochy. Požadavkem společnosti je pěstovat pšenici minimálně na 25 % orné půdy kvůli splnění nasmulovaných limitů pro odbyt. Souhrnné zastoupení všech obilnin nesmí v osevním plánu společnosti přesáhnout 50 % celkové výměry.

**Ječmen jarní** nemá společnost zájem kvůli nízkým hektarovým výnosům pěstovat. Mimo to jsou odrůdy tohoto ječmene převážně sladovnické a musí dosáhnout určitých stanovených parametrů. Nesplnění limitů má za následek, že komoditu je možné prodat pouze ke krmným účelům, a to podstatně levněji. Pěstování je z tohoto hlediska velmi rizikové.

**Pšenice jarní** se seje po pozdně sklizených plodinách a jako náhrada po vyzimované ozimé pšenici. Jařiny jsou málo rentabilní a oproti ozimům dosahují podstatně nižších hektarových výnosů. Zařazují se do osevního postupu v případě špatného přezimování ozimu, nebo pokud se nestihnou v agrotechnické lhůtě zaset ozimy. Jařiny jsou ale oproti ozimým odrůdám vhodnější pro zajištění ječné a pšeničné slámy ke krmným účelům. Zastoupení jařin v osevním plánu společnosti je vymezeno do 10 %.

**Ječmen ozimý** je v osevním plánu společnosti omezen intervalem 3 – 6 % z celkové výměry orné půdy. Vyžaduje stejně jako řepka ozimá včasné uvolnění půdy pro předset'ovou přípravu. Agrotechnický termín pro zasetí této plodiny je do 20. září, u řepky od poloviny do konce srpna. Z tohoto důvodu nelze plodiny set po kukuřici, žitu, vojtěšce a ani po sobě jako monokultury.

**Řepka** by se měla v osevním sledu střídát po sobě po 4 letech. Častější střídání vede k vyššímu výskytu blýskáčka řepkového. Tomuto škůdci vyhovují vyšší teploty typické pro oblast jižní Moravy. Pro pěstování řepky není příznivý ani nízký úhrn srážek. Maximální zastoupení řepky v osevním plánu společnosti je proto do 25 %.

**Kukuřici** lze pěstovat jako monokulturu na stejném místě několik let po sobě. Kvůli předcházení škůdcům a chorobám je ale optimální řadit ji v osevním sledu po sobě jednou za 3 až 4 roky. Kukuřice se řadí mezi okopaniny, které mají v osevním sledu nezastupitelnou roli, proto je žádoucí zastoupení 20 – 30 % z celkové orné půdy. Z celkové výměry kukuřice se na siláž sklídí takové množství, které je dostatečné pro zajištění krmivových potřeb skotu.

**Žito na senáž** není pěstováno pro získání zrna na prodej. Limitujícím faktorem je pouze zajištění dostatečného množství senáže ke krmným účelům.

**Vojtěška** má v osevním plánu významnou roli. Zlepšuje sktrukturu půdy a dodává jí dusík. Na jednom místě je pěstována 3 až 4 roky a velmi tak vyčerpává půdu z vody (kořenový systém je až 10 metrů hluboko). V osevním plánu společnosti se každý rok obnovuje 1/3 celkové výměry vojtěšky. Plodina není zpeněžována, a proto je její výměra stanovena dle potřeby zajistit dostatečné množství vojtěškové senáže pro skot.

Konkrétní podoba omezujících podmínek, sestavených dle výše uvedených informací, je obsažena ve vlastní práci.

#### 4. Řešení matematického problému

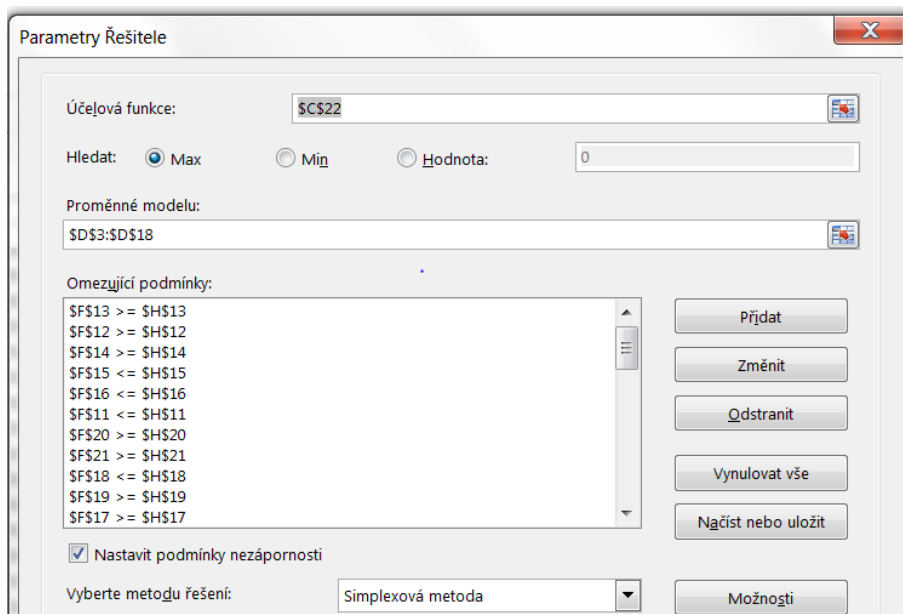
Optimální řešení jednotlivých matematických modelů bylo získáno s využitím programu MS Excel a jeho modulu „Řešitel“. Nejprve bylo nutné do tabulkového processoru zapsat konkrétní matematický model, tedy hledané proměnné, omezující podmínky, účelovou funkci a dle stanoveného cíle optimalizace také příslušné parametry (např. zisk, náklady, rozptyl). Příklad vyplnění políček při zadávání úlohy s cílem maximalizovat zisk je uveden na obrázku č. 4.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1			zisk	x <sub>i</sub>		omezující podmínky				omezující podmínky ŽV			
2						LS		PS					
3	r1	Pšenice ozimá	4 129	0	celková výměra	0 =		7193,32		kapacita	0 ≤		530
4	r2	Pšenice jarní	-1 404	0	fixní Ostatní	0 =		362,99			0 ≤		650
5	r3	Ječmen ozimý	4 141	0	pšenice o.	0 ≥		1707,5825			0 ≤		200
6	r4	Ječmen jarní	826	0		0 ≤		0			0 ≤		1050
7	r5	Řepka ozimá	8 240	0	jařiny	0 ≤		683,033			0 ≤		260
8	r6	Kukuřice – zrno	1 190	0	ječmen ozimý	0 ≥		204,9099		obrat stáda	0 =		0
9	r7	Kukuřice – siláž	-6 803	0		0 ≤		409,8198			0 ≥		0
10	r8	Žito na senáž	2 179	0	ječmeno. + řepka	0 ≤		3415,165			0 ≥		0
11	r9	Vojtěška - senáž	4 002	0	řepka	0 ≤		1707,5825			0 ≥		0
12	r10	Trvalé travní p.	4 791	0		0 ≥		1366,066			0 ≤		0
13	r11	Ostatní	2 709	0	kukuřice zrno	0 ≥		683,033					
14	ž1	telata	-10 133	0	zrno + siláž	0 ≥		1366,066					
15	ž2	jalovice mléčné	-1 308	0		0 ≤		2049,099					
16	ž3	jalovice vb	-11 928	0	ttp seno	0 ≤		273,2132					
17	ž4	dojnice	11 835	0		0 ≥		136,6066					
18	ž5	skot na výkrm	2 530	0	obilniny	0 ≤		3415,165					
19					kuk.siláž	0 ≥		0					
20					žito senáž	0 ≥		0					
21					vojtěška senáž	0 ≥		0					
22		Zmax =	0		ttp seno	0 ≥		0					
23					sláma	0 ≥		0					
24					skladovací kapacita	0 ≤		29900					
25													
26					požadavky - krmení [t]	0 ≥		11300					
27						0 ≥		2230					
28						0 ≥		6650					
29						0 ≥		815					
30						0 ≥		4860					

Obr. 4 Zápis matematické úlohy – vstupní data pro řešení maximalizace zisku.

Zdroj: Vlastní zpracování v programu MS Excel.

Buňky A3 až A18 a B3 až B18 specifikují názvy plodin a kategorií skotu, pro které je hledána jejich optimální výše. V buňkách C3 až C18 je uvedena výše zisku připadající na 1 hektar příslušné plodiny a 1 kus skotu v příslušné kategorii. Do buněk D3 až D18 byly vyplněny nuly, které budou po spuštění modulu „Řešitel“ přepočítány na hledané proměnné. V případě rostlinné výroby to budou hledané výměry pěstovaných plodin, u živočišné výroby hledané počty kusů v jednotlivých kategoriích skotu. Takto vypočtené proměnné představují strukturu výroby, při jejíž realizaci by společnost maximalizovala svůj zisk. V poli „Z<sub>max</sub>“ je zapsána účelová funkce zadaná jako skalární součin parametrů a strukturních proměnných. Zbývající vyplněná pole obsahují omezující podmínky, které jsou shodné s omezeními uvedenými v předchozím bodě 4. Levá strana představuje odkazy na buňky hledaných proměnných. Na pravé straně jsou pak zadána příslušná omezení. Takto zapsaný model byl následně zadán do modulu „Řešitel“, který lze vidět na obrázku č. 5.



Obr. 5 Zadávání matematické úlohy v modulu „Řešitel“.

Zdroj: Vlastní zpracování v programu MS Excel v modulu „Řešitel“.

Hodnoty do modulu „Řešitel“ byly vyplněny pomocí odkazů na příslušné buňky v tabulkovém editoru. V poli „Hledat“ je důležité nastavit, o jaký typ účelové funkce jde. Pomocí odkazu „Možnosti“ se nastaví nezápornost proměnných, případně celočíselnost řešení. Posledním provedeným krokem bylo potvrzení zadaných parametrů kliknutím na pole „Řešit“, čímž byla matematická úloha vyřešena.

## 5. Interpretace získaných výsledků a modifikace modelu

Po vyřešení matematických modelů následovala interpretace získaných výsledků, porovnání s původním stavem rostlinné a živočišné výroby a celkové zhodnocení optimální struktury výroby. Dle získaných parametrů byly modely ještě dále upravovány. Byly například přidány stochastické omezující podmínky zajišťující krmivovou základnu pro vypočtený optimální stav živočišné výroby, což dále změnilo i strukturu rostlinné výroby.

## 5 Vlastní práce

Předchozí kapitoly seznamují se základními teoretickými poznatky z oblasti plánování zemědělské výroby a operačního výzkumu. Byla představena společnost, její přístup k tvorbě osevního postupu a shromážděny relevantní údaje z oblasti rostlinné i živočišné výroby. Bylo také provedeno ekonomické vyhodnocení výroby. Na základě shromážděných poznatků budou v této části práce sestaveny vhodné matematické modely. Ty budou aplikovány na reálný problém plánování struktury rostlinné a živočišné výroby ve společnosti AGRO Jevišovice, a.s. Výstupem bude nalezení takové optimální struktury osevního plánu a optimálního počtu zvířat v jednotlivých kategoriích skotu, při kterém bude nejprve maximalizován zisk a následně minimalizovány náklady společnosti. Výpočty budou provedeny v modulu „Řešitel“, který je součástí tabulkového kalkulátoru MS Excel.

### 5.1 Optimalizace výroby při maximalizaci zisku

Hledán je takový ekonomicko-matematický model, který při stanovených omezeních povede k dosažení co nejvyššího celkového zisku společnosti.

#### Definování proměnných

Hledanými proměnnými jsou výměry pěstovaných plodin a počet kusů skotu v jednotlivých kategoriích. Nalezené proměnné budou při zohlednění omezujících podmínek maximalizovat zisk. Výčet proměnných je uveden v tabulce č. 23.

Tab. 23 Výčet hledaných strukturních proměnných.

Proměnná	Slovní popis	Jednotka
R <sub>1</sub>	hledaná výměra pšenice ozimé	ha
R <sub>2</sub>	hledaná výměra pšenice jarní	ha
R <sub>3</sub>	hledaná výměra ječmene ozimého	ha
R <sub>4</sub>	hledaná výměra ječmene jarního	ha
R <sub>5</sub>	hledaná výměra řepky ozimé	ha
R <sub>6</sub>	hledaná výměra kukuřice na zrno	ha
R <sub>7</sub>	hledaná výměra kukuřice na siláž	ha
R <sub>8</sub>	hledaná výměra žita na senáž	ha
R <sub>9</sub>	hledaná výměra vojtěšky na senáž	ha
R <sub>10</sub>	hledaná výměra trvale travních porostů	ha
R <sub>11</sub>	hledaná výměra „ostatní plochy“	ha
Ž <sub>1</sub>	hledaný počet telat	ks
Ž <sub>2</sub>	hledaný počet jalovic mléčných	ks
Ž <sub>3</sub>	hledaný počet jalovic vysokobřezích	ks
Ž <sub>4</sub>	hledaný počet dojnic	ks
Ž <sub>5</sub>	hledaný počet skotu ve výkrmu	ks

Zdroj: Vlastní zpracování.

### Stanovení účelové funkce

Cílem účelové funkce je maximalizace zisku zemědělské výroby. V rostlinné výrobě jsou hledané výměry plodin  $R_i$  násobeny výší ročního zisku připadajícího na 1 hektar oseté půdy. V živočišné výrobě jsou hledané počty kusů skotu v jednotlivých kategoriích  $Z_i$  násobeny ročním ziskem přepočteným na jeden kus dobytka.

$$Z^*_{\max} = 4\,129 \cdot R_1 + (-1\,404) \cdot R_2 + 4\,141 \cdot R_3 + 2\,338 \cdot R_4 + 8\,240 \cdot R_5 + 1\,190 \cdot R_6 + (-6\,803) \cdot R_7 + 2\,179 \cdot R_8 + 4\,002 \cdot R_9 + 4\,791 \cdot R_{10} + 2\,709 \cdot R_{11} + (-10\,133) \cdot Z_1 + (-1\,308) \cdot Z_2 + (-11\,928) \cdot Z_3 + 11\,835 \cdot Z_4 + 2\,530 \cdot Z_5$$

### Omezující podmínky a podmínky nezápornosti

- Celková výměra, na které podnik hospodaří

Tato omezující podmínka zaručuje, že součet výměr všech podnikem pěstovaných plodin bude roven celkové výměře půdy. Podmínka má podobu rovnice, aby bylo zajištěno využití veškeré zemědělské půdy, kterou společnost obhospodařuje.

$$R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 + R_7 + R_8 + R_9 + R_{10} + R_{11} = 7\,193,32 \quad [\text{ha}]$$

- Podmínky zajišťující fixaci ZPF společnosti

Zde se jedná spíše o plochu označenou jako „ostatní plocha“ tedy tu, kterou není možné zúrodnit. Z tohoto důvodu musí zůstat výměra této části ZPF fixní, což zajišťuje následující podmínka:

$$R_{11} = 362,99 \quad [\text{ha}]$$

- Podmínky vycházející z agrotechnických zásad a nezbytných požadavků společnosti

Následující výčet omezujících podmínek byl sestaven dle informací uvedených v metodice práce. Podmínky respektují principy střídání plodin při přihlédnutí k oblasti, ve které podnik hospodaří. Jsou dodrženy také nutné požadavky společnosti pro splnění minimálních limitů prodeje. Hodnota 6 830,33 je hektarová výměra celkové zemědělské půdy po odečtu plochy neúrodné plochy, jejíž výměru nelze měnit. Osevní postupy je možné plánovat pouze na této zbývající ploše.

$$R_1 \geq 0,25 \cdot 6\,830,33 \quad [\text{ha}]$$

$$R_1 \leq R_5 + R_6 + R_7 + 1/3 \cdot R_9 \quad [\text{ha}]$$

$$R_2 + R_4 \leq 0,1 \cdot 6\,830,33 \quad [\text{ha}]$$

$$R_3 \geq 0,03 \cdot 6\,830,33 \quad [\text{ha}]$$

$$R_3 \leq 0,06 \cdot 6\,830,33 \quad [\text{ha}]$$

$$R_3 + R_5 \leq 0,5 \cdot 6\,830,33 \quad [\text{ha}]$$

$$R_5 \leq 0,25 \cdot 6\,830,33 \quad [\text{ha}]$$

$$R_5 \geq 0,2 \cdot 6\,830,33 \quad [\text{ha}]$$

$R_6 \geq 0,1 * 6\ 830,33$	[ha]
$R_6 + R_7 \geq 0,2 * 6\ 830,33$	[ha]
$R_6 + R_7 \leq 0,3 * 6\ 830,33$	[ha]
$R_{10} \leq 0,04 * 6\ 830,33$	[ha]
$R_{10} \geq 0,02 * 6\ 830,33$	[ha]
$R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_8 \leq 0,5 * 6\ 830,33$	[ha]

- Podmínky zajišťující krmivovou základnu pro skot

Tabulka č. 24 uvádí roční krmné dávky připadající na jeden kus skotu v jednotlivých kategoriích. Sláma se zkrmuje z tržní produkce obilovin, konkrétně nejprve z pšenice jarní a ječmene jarního, zbývající část je sklizena z ozimů.

Tab. 24 Spotřeba objemných krmiv jednotlivých kategorií skotu v [kg/ks/rok].

Kategorie zvířat	Siláž kukuřičná	Senáž vojtěšková	Senáž žitná	Seno travní	Sláma
Telata do 6 měsíců	474,5	255,5	182,5	0,0	1 277,5
Jalovice mléčné	1 861,5	1 460,0	474,5	182,5	1 642,5
Jalovice vysokobřezí	3 832,5	4 745,0	1 642,5	328,5	2 190,0
Krávy	8 760,0	4 562,5	1 460,0	292,0	2 190,0
Skot ve výkrmu	0,0	0,0	0,0	1 314,0	1 825,0

Zdroj: Data společnosti

$$21,52 * R_7 \geq 0,4745 * \check{Z}_1 + 1,8615 * \check{Z}_2 + 3,8325 * \check{Z}_3 + 8,760 * \check{Z}_4 \quad [t]$$

$$15,38 * R_8 \geq 0,1825 * \check{Z}_1 + 0,4745 * \check{Z}_2 + 1,6425 * \check{Z}_3 + 1,460 * \check{Z}_4 \quad [t]$$

$$13,12 * R_9 \geq 0,2555 * \check{Z}_1 + 1,460 * \check{Z}_2 + 4,745 * \check{Z}_3 + 4,5625 * \check{Z}_4 \quad [t]$$

$$3,09 * R_{10} \geq 0,1825 * \check{Z}_2 + 0,3285 * \check{Z}_3 + 0,292 * \check{Z}_4 + 1,314 * \check{Z}_5 \quad [t]$$

$$2,5 * (R_1 + R_2 + R_3 + R_4) \geq 1,2775 * \check{Z}_1 + 1,6425 * \check{Z}_2 + 2,190 * \check{Z}_3 + 2,190 * \check{Z}_4 + 1,825 * \check{Z}_5 \quad [t]$$

Společnost si stanovila minimální požadavky na množství vyprodukovaných objemných krmiv, které si přeje pro pokrytí potřeby plánovaného stavu skotu vyrobit. Požadavky stanovila dle vlastních zkušeností s přihlédnutím k průměrnému stavu zásob. Těmito omezujícími podmínkami jsou:

$$21,52 * R_7 \geq 11\ 300 \quad [t]$$

$$15,38 * R_8 \geq 2\ 230 \quad [t]$$

$$13,12 * R_9 \geq 6650 \quad [t]$$

$$3,09 * R_{10} \geq 815 \quad [t]$$

$$2,5 * (R_1 + R_2 + R_3 + R_4) \geq 4\ 860 \quad [t]$$

- Podmínky vycházející z kapacitních omezení společnosti

Následující podmínky představují omezení v rámci živočišné výroby v podobě maximálních kapacit budov sloužících k ustájení jednotlivých kategorií skotu.

$$\begin{aligned} \check{Z}_1 &\leq 530 && [\text{ks}] \\ \check{Z}_2 &\leq 650 && [\text{ks}] \\ \check{Z}_3 &\leq 200 && [\text{ks}] \\ \check{Z}_4 &\leq 1\,050 && [\text{ks}] \\ \check{Z}_5 &\leq 260 && [\text{ks}] \end{aligned}$$

Při plánování rostlinné výroby je omezením celková skladovací kapacita společnosti. Pro uskladnění obilovin a kukuřice na zrno jsou k dispozici skladové prostory haly o (4 500 t) a 4 obilní sila v Jevišovicích (14 000 t). Dále dvě sila (5 600 t) a skladovací hala (2 400 t) v Mramotících, skladovací hala v Citonicích (1 000 t) a dvě sila (2 400 t) v Plavči. Řepka je odvážena přímo na sklad odběratele. Siláž a senáž se částečně skladují v silážních žlabech a také ve skladovacích vacích, jejichž množství není omezeno. Skladování ve vacích je sice dražší, avšak méně ztrátové a krmivo je kvalitnější.

$$4,57 \cdot R_1 + 3,66 \cdot R_2 + 4,37 \cdot R_3 + 4,26 R_4 + 6,41 \cdot R_6 \leq 29\,900 \quad [\text{t}]$$

- Zachování reprodukce

Podmínka zachování reprodukce skotu byla stanovena převodními poměry na základě obratu stáda. V případě skotu ve výkrmu ( $\check{Z}_5$ ) je omezující podmínka deterministická. Početní zastoupení skotu ve výkrmu je totiž dáno přesným požadavkem odběratele. Obrat stáda je uveden v příloze v tabulce č. 27.

$$\begin{aligned} 0,46 \cdot \check{Z}_4 &= \check{Z}_1 && [\text{ks}] \\ \check{Z}_1 &\geq 0,46 \cdot \check{Z}_4 && [\text{ks}] \\ \check{Z}_2 &\geq 0,53 \cdot \check{Z}_4 && [\text{ks}] \\ \check{Z}_3 &\geq 0,17 \cdot \check{Z}_4 && [\text{ks}] \\ \check{Z}_5 &\leq 260 && [\text{ks}] \end{aligned}$$

- Podmínky nezápornosti

Podmínka zajišťuje, aby hodnoty všech hledaných proměnných nenabývaly záporných hodnot.

$$R_1, \dots, R_{11}; \check{Z}_1, \dots, \check{Z}_5 \geq 0$$

### Řešení stochastického modelu optimalizace

Matematický model je výsledkem účelové funkce maximalizující zisk při dodržení všech dříve uvedených omezujících podmínek. Deterministický tvar modelu byl získán pomocí tzv. Bayesova kritéria. Maximalizační úloha byla řešena s využitím modulu „Řešitel“ v programu Excel. Model lze najít v příloze na obrázku č. 6. Hodnoty



hledaných proměnných a jejich porovnání se skutečným stavem skotu a osevním plánem společnosti uvádí tabulky č. 25 a č. 26.

Tab. 25 Porovnání plánovaného a optimálního stavu skotu v [ks/rok].

Kategorie skotu	Kapacita	Plánovaný stav	Optimální stav
Telata do 6 měsíců	530	525	483
Jalovice mléčné	650	630	556
Jalovice vysokobřezí	200	185	178
Dojnice	1 050	1 030	1 050
Skot na výkrm	260	250	260
Celkový zisk [Kč/rok]	-	4 472 427	5 333 261

Zdroj: Vlastní práce s využitím modulu „Řešitel“ v programu MS Excel.

Zastoupení skotu v jednotlivých kategoriích vychází z obratu stáda. Díky tomu je zajištěno zachování reprodukce stáda. Optimální početní stavy skotu se od původního zastoupení významněji liší v kategorii telat a mléčných jalovic. Optimální zastoupení je u telat nižší o 42 kusů, u jalovic dokonce o 74 kusů. Naopak u dojnic, od jejichž počtu se následně odvíjí i možné stavy ostatních kategorií, je optimální stav roven maximální kapacitě. Maximální kapacity dosahuje i počet skotu na výkrm. Důvodem je způsob výkrmu Qualivo, kdy jsou takto krmené kusy oproti ostatním vykupovány za vyšší realizační cenu (67 Kč/kg). Při přechodu na nově navržený optimální početní stav skotu by se společnosti navýšil celkový zisk z živočišné výroby o 860 834 Kč.

Tab. 26 Srovnání skutečné a optimální struktury rostlinné výroby v [ha].

Plodina	Skutečný osevní plán	Optimální řešení
Pšenice ozimá	2 073,93	2 421,80
Pšenice jarní	170,82	0,00
Ječmen ozimý	441,34	409,82
Ječmen jarní	490,86	0,00
Řepka ozimá	1 314,21	1 707,58
Kukuřice na zrno	991,17	840,97
Kukuřice na siláž	448,00	525,09
Žito na senáž	117,00	144,99
Vojtěška na senáž	613,00	506,86
Trvalé travní porosty	170,00	273,21
Ostatní plocha	362,99	362,99
Celková výměra	7 193,32	7 193,32
Celkový zisk [Kč/rok]	24 023 630	27 832 388

Zdroj: Vlastní práce s využitím modulu „Řešitel“ v programu MS Excel.

Strukturu rostlinné výroby skutečného osevního plánu společnosti a optimální řešení v případě, že by cílem společnosti bylo maximalizovat zisk, lze porovnat v tabulce č. 26. Co se týče tržních plodin, z osevního plánu byly úplně vyřazeny jařiny. U ječmene jarního byl výsledný zisk včetně dotací připadající na jeden hektar oseté půdy velmi nízký a pěstování pšenice jarní bylo pro společnost dokonce ztrátové. Podíl kukuřice v osevním plánu je 20 % a dosahuje tedy maximálně možného zastoupení. Protože došlo k navýšení stavu skotu, snížil se podíl kukuřice na zrno oproti původnímu osevnímu plánu ve prospěch silážové. Ječmen ozimý je pěstován na maximální možné výměře stanovené společností, a to na 6 %. O téměř 300 hektarů se zvětšila i plocha osetá jednou ze dvou hlavních tržních plodin, kterou je pšenice ozimá. Největší nárůst plochy byl ale zaznamenán až u druhé hlavní tržní plodiny, řepky ozimé. Řepka přináší společnosti ze všech tržních plodin nejvyšší zisk, a proto dosahuje v osevním plánu maximálně možného zastoupení 25 %. U plodin pěstovaných k zajištění objemných krmiv pro skot se hektarové výměry měnily jen nepatrně, převážně v návaznosti na změnu struktury živočišné výroby.

Po provedení optimalizace došlo jak u živočišné, tak i rostlinné výroby k navýšení zisku. Celkový roční zisk se oproti plánovanému stavu navýšil u živočišné výroby o 860 834 Kč, u rostlinné výroby dokonce o 3 808 758 Kč.

### Úprava modelu

Původní optimalizační úloha zahrnovala podmínky zajišťující podnikem požadované množství objemných krmiv. Tyto omezující podmínky lze po provedení optimalizace živočišné výroby, kdy došlo ke změně početních stavů skotu, vyloučit. Do modelu budou přidány nové stochastické omezující podmínky. Díky nim bude s určitou předem stanovenou pravděpodobností zajištěno dostatečné množství krmiv. Kukuřičná siláž je velmi obtížně sehnatelná, a proto si ji společnost i přes její vysokou ztrátovost (- 6 803 Kč/ha) zajišťuje sama. Vzhledem ke skutečnosti, že se v případě nedostatku kukuřičné siláže sklídí i část kukuřice určené na zrno, postačí, aby její potřeba byla pokryta s 80% pravděpodobností. V případě vojtěškové a žitné senáže je pravděpodobnost stanovena na 85 %, u travní senáže na 75 %. Při zajišťování krmné slámy se jí z úrody obilovin sklídí právě tolik, kolik je třeba vzhledem k početnímu stavu skotu a k množství zásob na skladě. Již minimální požadovaná výměra pšenice ozimé s přehledem pokryje potřebu slámy. Proto není pro toto objemné krmivo vytvořena omezující podmínka. Podmínky musí zajistit, aby výroba krmiv pokryla jejich spotřebu uvedenou v tabulce č. 24. Vzhledem k tomu, že optimální struktura živočišné výroby již je známá a společnost s objemnými krmivy neobchoduje, budou podmínky uvedeny jako rovnice. Stochastická omezující podmínka pro kukuřici na siláž se získá následovně:

$$\begin{aligned} u_{0.2} * \sigma * R_7 + \mu * R_7 &= 0,4745 * \check{Z}_1 + 1,8615 * \check{Z}_2 + 3,8325 * \check{Z}_3 + 8,76 * \check{Z}_4 & [t] \\ - 0,842 * 3,1712 * R_7 + 21,52 * R_7 &= 11\,144,4 & [t] \\ 18,85 * R_7 &= 11\,144,4 & [t] \end{aligned}$$

Stejně byly vytvořeny stochastické podmínky i pro ostatní objemná krmiva. První podmínka zajišťuje žito na senáž, druhá vojtěškovou senáž a třetí travní seno. Poslední podmínka pak zajišťuje dostatek slámy získávané z tržní produkce obilovin.

$$\begin{aligned}
 14,1055 \cdot R_8 &= 2\,177,33 && [t] \\
 12,59 \cdot R_9 &= 6\,570,4 && [t] \\
 2,96 \cdot R_{10} &= 808,18 && [t] \\
 2,5 \cdot (R_1 + R_2 + R_3 + R_4) &\geq 4\,694,08 && [t]
 \end{aligned}$$

Strukturu rostlinné výroby po vyloučení podnikem stanovených požadavků na minimální produkci objemných krmiv a po zavedení nových stochastických omezujících podmínek lze vidět v tabulce č. 27. Výpočet této matematické úlohy v modulu „Řešitel“ v programu MS Excel lze vidět v příloze na obrázku č. 7. Optimální struktura živočišné výroby zůstává vzhledem k původnímu modelu optimalizace nezměněna.

Tab. 27 Optimální struktura rostlinné výroby při zavedení stochastických podmínek v [ha].

Plodina	Skutečný osevní plán	Optimální řešení	Upravené optimální řešení
Pšenice ozimá	2 073,93	2 421,80	2 397,59
Pšenice jarní	170,82	0,00	0,00
Ječmen ozimý	441,34	409,82	409,82
Ječmen jarní	490,86	0,00	0,00
Řepka ozimá	1 314,21	1 707,58	1 707,58
Kukuřice na zrno	991,17	840,97	774,85
Kukuřice na siláž	448,00	525,09	591,21
Žito na senáž	117,00	144,99	154,36
Vojtěška na senáž	613,00	506,86	521,87
Trvalé travní porosty	170,00	273,21	273,03
Ostatní plocha	362,99	362,99	362,99
Celková výměra	7 193,32	7 193,32	7 193,32
Celkový zisk [Kč/rok]	24 023 630	27 832 388	27 283 597

Zdroj: Vlastní práce s využitím modulu „Řešitel“ v programu MS Excel.

Tabulka č. 27 porovnává současný osevní plán společnosti s výsledky modelů optimalizace, jejichž cílem bylo maximalizovat celkový zisk společnosti. První neupravený optimalizační model zahrnuje v omezujících podmínkách společnosti stanovené původní požadavky na minimální vyprodukované množství objemných krmiv odpovídajících původnímu početnímu stavu skotu. Vzhledem k nově vypočítané optimální struktuře živočišné výroby již tyto podmínky nejsou relevantní a byly tedy v upraveném modelu vyloučeny a nahrazeny novými stochastickými podmínkami. Po této úpravě došlo k navýšení hektarové výměry krmných plodin,

konkrétně kukuřice na siláž a žita a vojtěšky na senáž. V důsledku toho se ve stejné výši snížila plocha vymezená pro osetí tržními plodinami, přesněji pšenicí ozimou a kukuřicí na zrno. Pokud by tedy společnost chtěla při uvedené optimální struktuře živočišné výroby maximalizovat celkový zisk, optimálně by u tržních plodin měla oproti původnímu plánu zaset více pšenice ozimé (o 324 ha) a řepky ozimé (o 393 ha). Snížit by měla výměru ječmene ozimého (o 31 ha) a kukuřice na zrno (o 216 ha). Jarní odrůdy pšenice a ječmene by bylo vhodné vyloučit z osevního plánu společnosti úplně.

Dodržení této navržené optimální struktury výroby by u společnosti vedlo ke zvýšení zisku z rostlinné výroby o 3,26 mil. Kč. Celkový zisk společnosti by byl oproti původní struktuře živočišné i rostlinné výroby navýšen o 4,12 mil. Kč.

## 5.2 Optimalizace výroby při minimalizaci nákladů

Model minimalizující náklady je sestaven pouze pro optimalizaci rostlinné výroby. Důvodem jsou vysoké náklady připadající na jednu dojnici, díky kterým by model minimalizující náklady vyřadil živočišnou výrobu. Od dojnic jsou v důsledku uzavřeného obratu stáda odvozeny i počty zvířat v ostatních kategoriích. Náklady na dojnici jsou sice vysoké, ale z tabulky č. 22 je vidět, že i výnosy jsou u této kategorie vysoké a je generován zisk. Bylo by tedy zkreslující na základě tohoto kritéria úplně upustit od živočišné výroby. Pokud by dříve vypočtený optimální stav živočišné výroby zůstal zachován a cílem společnosti by nyní bylo minimalizovat náklady, byly by hledanými proměnnými hektarové výměry pěstovaných plodin  $R_i$ . Ty jsou v účelové funkci vynásobeny odhadovanou výší nákladů připadajících na jeden hektar plochy oseté příslušnou plodinou. Účelová funkce vypadá následovně:

$$Z^*_{\min} = 20\,616 \cdot R_1 + 22\,393 \cdot R_2 + 19\,584 \cdot R_3 + 22\,867 \cdot R_4 + 26\,696 \cdot R_5 + 31\,524 \cdot R_6 \\ + 28\,096 \cdot R_7 + 15\,156 \cdot R_8 + 13\,077 \cdot R_9 + 52\,808 \cdot R_{10} + 3\,901 \cdot R_{11}$$

Omezující podmínky jsou stejné, jako v předchozím případě, kdy byl maximalizován zisk. Zůstanou tak zachovány stejné agrotechnické principy, požadavky společnosti a bude zajištěna krmivová základna pro skot.

Shrnutí výsledků výše formulované optimalizační úlohy, jejímž cílem je minimalizovat náklady společnosti, jsou uvedeny v následující tabulce č. 28. Vysvětlení jednotlivých modelů lišících se strukturou rostlinné výroby následuje pod tabulkou.

Tab. 28 Optimální struktura rostlinné výroby při minimalizaci nákladů v [ha].

Plodina	Minimalizace nákladů	Upravený model 1	Upravený model 2
Pšenice ozimá	1 708,74	2 739	1 708,74
Pšenice jarní	0,00	0,00	0,00
Ječmen ozimý	205,35	410,08	205,35
Ječmen jarní	0,00	0,00	0,00
Řepka ozimá	1 366,24	1 366,24	1 366,24
Kukuřice na zrno	683,04	774,85	754,85
Kukuřice na siláž	683,96	591,21	591,21
Žito na senáž	142,02	154,00	154,00
Vojtěška na senáž	1 771,54	521,87	521,87
Trvalé travní porosty	273,03	273,03	273,03
Ostatní plocha	362,99	362,99	362,99
Celková výměra [ha]	7 193,32	7 193,32	5 956,89
Celkem náklady [Kč/rok]	144 207 105	153 659 914	128 381 027

Zdroj: Vlastní práce s využitím modulu „Řešitel“ v programu MS Excel.

### Minimalizace nákladů

První uvedený model byl řešen v programu MS Excel v modulu „Řešitel“. Výpočet lze nalézt v příloze na obrázku č. 8. Model minimalizuje náklady rostlinné výroby při uvažování dříve vypočteného optimálního stavu živočišné výroby. Krmivo je zajištěno pro tento optimální stav, avšak model neuvažuje stochastické podmínky. Plodiny pro výrobu objemných krmiv jsou pěstovány alespoň na takové výměře, aby byla pokryta potřeba krmiv vzhledem k optimální struktuře skotu.

Protože krmivo není zajištěno stochastickými omezujícími podmínkami, není formulován přesný požadavek na produkci jednotlivých objemných krmiv. V modelu dochází k situaci, kdy z důvodu nižších nákladů na produkci vojtěškové senáže je rostlinná výroba směřována sem. Společnost ale s objemnými krmivy neobchoduje, a proto není žádoucí, aby se jich vyprodukovalo větší množství, než je nutné k pokrytí potřeby krmiv. Upravený model 1 proto pomocí stochastických podmínek stanovuje konkrétní požadavky na produkci objemných krmiv.

### Upravený model 1

Upravený model 1 je model minimalizace nákladů zahrnující stochastické podmínky, které se stanovenou pravděpodobností právě pokrývají potřebu krmiv pro vypočtený optimální stav živočišné výroby. Výpočet úlohy v modulu „Řešitel“ je uveden v příloze na obrázku č. 9. Vojtěšková a žitná senáž je zajištěna s 85 % pravděpodobností, travní senáž se 75 % a kukuřice na siláž s 80% pravděpodobností. Díky této úpravě jsou zafixovány výměry ploch osetých krmnými plodinami. Oproti prvnímu modelu můžeme sledovat, že deterministické určení plochy vojtěšky vedlo k vymezení větší plochy pro pěstování pšenice ozimé. Zvýšila se i výměra ostatních tržních plodin, tedy kukuřice na zrno a ječmene ozimého. Celkové náklady rostlinné výroby jsou pro navrženou strukturu ve výši 153 659 914 Kč.

## Upravený model 2

Jde o model minimalizující náklady při zajištění krmiva stochastickými podmínkami a při změně podmínky o využití celkové výměry. Výpočet úlohy v modulu „Řešitel“ lze vidět v příloze na obrázku č. 10. Model uvažuje, že k osetí nemusí být využito všech 7 193,32 hektarů zemědělské půdy. Zbylé omezující podmínky zůstávají nezměněny, aby byly dodrženy principy střídání plodin i pokryty požadavky živočišné výroby. Pokud by společnost hodlala upustit od obhospodařování celého ZPF a rozhodovala by se dle výše nákladů, dosáhla by při zajištění živočišné výroby stochastickými podmínkami úspory ve výši 25 278 887 Kč. O této úspoře je možné uvažovat pouze vzhledem k tomuto jedinému kritériu – minimalizaci nákladů. V tomto případě by společnost měla hospodařit pouze na 5 957 hektarech a zbylých 1 236 hektarů navrátit majitelům, nebo spíše podnatat jiné společnosti.

### 5.3 Modely s náhodnými parametry v účelové funkci

Modely obsahující v účelové funkci náhodné veličiny, budou pro účely této práce řešeny pomocí dvou kritérií, a to rizikového kritéria a P – kritéria. Zahrnutím těchto metod stochastického programování do řešené úlohy budou získány výsledky, při kterých by se vypočtená hodnota účelové funkce neměla příliš odchylovat od její skutečné hodnoty. Bude vyčíslena pravděpodobnost, se kterou by měla účelová funkce nabývat jisté hodnoty. V obou uvedených úlohách budou hledány stejné strukturální proměnné jako v předchozích modelech. Stanovené omezující podmínky jsou pro oba případy též shodné, jen při využití rizikového kritéria musí být formulována jedna dodatečná omezující podmínka. Vyhnout se alespoň částečně rozhodování za rizika a nejistoty v důsledku přítomnosti náhodných parametrů v účelové funkci bude možné při použití charakteristik uvedených v tabulce č. 29.

Tab. 29 Střední hodnoty a směrodatné odchylky hektarových zisků plodin z let 2005 – 2014.

Plodina	Střední hodnota zisku [Kč/ha]	Směrodatná odchylka	P-hodnota (test normality)
Pšenice ozimá	4 145	941	0,64859
Pšenice jarní	-1 463	802	0,25898
Ječmen ozimý	4 258	1 666	0,37086
Ječmen jarní	861	169	0,99003
Řepka ozimá	8 283	2 389	0,60254
Kukuřice na zrno	1 217	448	0,12017
Kukuřice na siláž	-6 740	1 542	0,41659
Žito na senáž	2 191	882	0,09903
Vojtěška na senáž	4 047	626	0,10118
Trvalé travní porosty	4 758	393	0,68560
Ostatní plocha	2 679	359	0,56668

Zdroj: Vlastní práce s využitím programu „Gretl“ na základě dat společnosti.

Tabulka uvádí hodnoty, které byly vypočteny ze zisků připadajících na jeden hektar příslušné plodiny v letech 2005 až 2014. Nejprve bylo nutné s využitím Chí-kvadrát testu ověřit, zda shromážděné náhodné veličiny mají normální rozdělení. Z tabulky lze vidět, že veškeré uvedené P-hodnoty, získané z testu normality, jsou větší než hladina významnosti  $\alpha=0,05$ . Hypotéza  $H_0$  o normálním rozdělení náhodných veličin se tak na pětiprocentní hladině významnosti  $\alpha$  nezamítá a hektarové zisky u všech plodin jsou normálně rozděleny. Těmito vypočtenými výběrovými charakteristikami tedy bude možné nahradit náhodné parametry v účelové funkci a snížit tak riziko a nejistotu při rozhodování.

### Definování proměnných

Hledanými proměnnými budou v případě obou kritérií hektarové výměry plodin, se kterými společnost obchoduje. Početní stav zvířat v jednotlivých kategoriích skotu byl převzat z první řešené úlohy, jejímž cílem bylo maximalizovat zisk společnosti. Tato optimální struktura živočišné výroby zůstala zachována na přání společnosti. Důvodem byl také fakt, že model s náhodnými parametry v účelové funkci ke svému vyřešení vyžaduje dosažení středních hodnot zisku. V souvislosti s přechodem na mléčný typ skotu se postupně navyšuje dojivost a tedy i zisk u kategorie dojnic. Kategorie skotu na výkrm byla ve společnosti zavedena teprve v roce 2013. Z uvedených důvodů by v modelu použité střední hodnoty zisku vypočtené z posledních deseti let hospodaření v případě živočišné výroby neodpovídaly skutečnosti. Znamé jsou proto i hektarové výměry krmných plodin, které byly vypočtené již v předchozím modelu. Byly stanoveny s využitím stochastických podmínek vzhledem k optimálnímu stavu živočišné výroby tak, aby bylo zajištěno dostatečné množství objemných krmiv. Hledanými strukturálními proměnnými v modelech s náhodnými parametry v účelové funkci jsou:

- $R_1$  - hledaná výměra pšenice ozimé [ha]
- $R_2$  - hledaná výměra pšenice jarní [ha]
- $R_3$  - hledaná výměra ječmene ozimého [ha]
- $R_4$  - hledaná výměra ječmene jarního [ha]
- $R_5$  - hledaná výměra řepky ozimé [ha]
- $R_6$  - hledaná výměra kukuřice na zrno [ha]

### Omezující podmínky a podmínky nezápornosti

Omezující podmínky jsou pro oba řešené modely s náhodnými veličinami v účelové funkci shodné. Při aplikaci rizikového kritéria i P – kritéria jsou podmínky totožné s omezeními, která byla stanovena už při optimalizaci rostlinné výroby maximalizující celkový zisk společnosti. Omezení tedy respektují maximální výměru orné půdy, agrotechnické zásady střídání plodin s ohledem na danou oblast, požadavky společnosti a kapacitní omezení. Pouze v případě rizikového kritéria musí být formulována dodatečná omezující podmínka, která zajistí, aby optimálním řešením minimalizační úlohy nebyla nula. Podmínka stanovuje požadavek na minimální hodnotu Bayesovy

účelové funkce formulovanou zpravidla rozhodovatelem dle jeho zkušeností ohledně obvyklé výše veličiny. Omezující podmínka vypadá následovně:

$$\mu_i * R_i \geq Z_{\min} \text{ [Kč]} \quad \rightarrow \quad \mu_i * R_i \geq 25\,000\,000 \text{ [Kč]}$$

$$4\,145 * R_1 + (1463) * R_2 + 4\,258 * R_3 + 861 * R_4 + 8\,283 * R_5 + 1\,217 * R_6 + (6740) * R_7 + 2\,191 * R_8 + 4\,047 * R_9 + 4\,758 * R_{10} + 2\,679 * R_{11}$$

Podmínka zajišťuje, aby součet násobků středních hodnot zisků a hledaných hektarových výměr jednotlivých plodin dosahoval alespoň stanovené výše  $Z_{\min}$ . Požadavek na minimální výši zisku byl dle dosavadních zkušeností s rostlinnou výrobou společností stanoven na 25 mil. Kč. Podmínka zahrnuje i plodiny pěstované ke krmným účelům, které sice nejsou tržními plodinami, ale jsou ohodnoceny vnitropodnikovými cenami. V případě rostlinné výroby představují zisk a do živočišné výroby vstupují jako náklad. Hektarové výměry krmných plodin jsou dány deterministicky s využitím stochastických podmínek tak, aby právě zajistily dostatečné množství objemných krmiv pro skot.

### Rizikové kritérium

Riziko, že se skutečná hodnota účelové funkce výrazně odchýlí od hodnoty účelové funkce v optimu, lze snížit prostřednictvím rizikového kritéria. Úkolem účelové funkce bude stanovit takové hektarové výměry tržních plodin, při kterých bude dosahováno co nejnižšího rozptylu účelové funkce. Účelová funkce je proto minimalizační a hledané výměry jsou vynásobeny rozptylem zisku jednotlivých plodin (tabulka č. 29). Obecný i konkrétní tvar účelové funkce je následující:

$$Z_{\min} = \sum (\sigma_i^2 * R_i^2)$$

$$Z_{\min} = 1\,210^2 * R_1^2 + 1\,102^2 * R_2^2 + 2\,301^2 * R_3^2 + 278^2 * R_4^2 + 2\,942^2 * R_5^2 + 891^2 * R_6^2 + 2\,182^2 * R_7^2 + 882^2 * R_8^2 + 809^2 * R_9^2 + 448^2 * R_{10}^2 + 359^2 * R_{11}^2$$

Po přidání omezujících podmínek včetně dodatečné podmínky na minimální přípustnou dolní mez a podmínek nezápornosti proměnných je získán konečný matematický model. Vypočtenou úlohu v modulu „Řešitel“ lze vidět v příloze na obrázku č. 11. Výslednou optimální strukturu rostlinné výroby a porovnání se současným osevním plánem společnosti obsahuje tabulka č. 30.



Tab. 30 Výsledky optimalizace osevního plánu při využití rizikového kritéria v [ha].

Plodina	Skutečný osevní plán	Rizikové kritérium
Pšenice ozimá	2 073,93	2 367,08
Pšenice jarní	170,82	0,00
Ječmen ozimý	441,34	409,82
Ječmen jarní	490,86	12,48
Řepka ozimá	1 314,21	1 366,07
Kukuřice na zrno	991,17	1 134,41
Celková výměra	5 482,33	5 289,86
Celkový zisk z rostlinné výroby [Kč/rok]	24 023 630	25 000 000

Zdroj: Vlastní práce s využitím modulu „Řešitel“ v programu MS Excel.

Z tabulky lze vidět, že použitím rizikového kritéria v modelu optimalizujícím rostlinnou výrobu, jehož cílem bylo minimalizovat celkový rozptyl účelové funkce, došlo oproti skutečně realizovanému osevnímu plánu společnosti k navýšení zisku o 1 153 341 Kč. Jak už bylo dříve vysvětleno, zahrnuje uvedená výše zisku i zisk z krmných plodin. Podle nově nalezené optimální struktury rostlinné výroby by k dosažení vyššího zisku měla společnost při využití celkové výměry ZPF zaset o 294 ha více pšenice ozimé, 52 ha více řepky, 143 ha více kukuřice na zrno a 32 ha méně ječmene ozimého. Z osevního plánu je doporučeno zcela vyloučit pšenici jarní a většinu ječmene jarního. Dodatečná omezující podmínka, určující minimální přípustnou dolní mez celkového zisku z rostlinné výroby, byla společností stanovena ve výši 25 mil. Kč. Konečná celková výše zisku z rostlinné výroby dosahuje právě hodnoty této omezující podmínky.

Hodnota účelové funkce minimalizující rozptyl, vypočtená v modulu „Řešitel“ programu Excel, vyšla 17 324 541 733 043 Kč<sup>2</sup>. Odmocněním této hodnoty je získána směrodatná odchylka zisku ve výši 4 122 276 Kč. Celkový zisk rostlinné výroby je tedy normálně rozdělená náhodná veličina se střední hodnotou zisku z rostlinné výroby 25 mil.Kč a směrodatnou odchylkou zisku 4,12 mil.Kč.

Pokud by si společnost přála při této optimální struktuře rostlinné výroby mít s 90% pravděpodobností zajištěn zisk, pravděpodobná výše zisku by se vypočetla následovně:

$$\mu_{\text{zisku}} + u_{0,1} * \sigma_{\text{zisku}}$$

$$25\,000\,000 - 1,282 * 4\,122\,276 \quad [\text{Kč}]$$

Zisk z rostlinné výroby by s 90% pravděpodobností dosahoval výše alespoň 19 715 242 Kč. Při mírnějším požadavku, tedy při uvažování 80% pravděpodobnosti by společnost dosahovala zisku ve výši alespoň 21 529 043 Kč. Společnost se může s 80% pravděpodobností spolehnout, že realizovaná výše zisku z rostlinné výroby bude při uvedeném optimálním osevním plánu alespoň ve výši 21,53 mil. Kč.

### P – kritérium

Posledním řešeným modelem v práci je matematická úloha optimalizující strukturu rostlinné výroby s využitím P – kritéria. S jeho pomocí je možné minimalizovat pravděpodobnost, aby účelová funkce nabyla hodnoty nižší než rozhodovatelem stanovená přípustná hodnota  $Z_{min}$ . Ta byla vedením společnosti stanovena shodně jako u rizikového kritéria ve výši 25 mil. Kč. Účelová funkce obsahuje hledané hektarové výměry tržních plodin  $x_i$ , střední hodnoty zisku  $\mu_i$  a směrodatné odchylky zisku připadajícího na jeden hektar  $\sigma_i$ . Obecná i konkrétní účelová funkce mají následující tvar:

$$Z_{min} = \left\{ \frac{25 \text{ mil.Kč} - \sum_{i=1}^n x_i \mu_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2 \sigma_i^2}} \right\}$$

$$Z_{min} = \frac{25\,000\,000 - (4\,145 \cdot R_1 + (-1\,463) \cdot R_2 + 4\,258 \cdot R_3 + 861 \cdot R_4 + 8\,283 \cdot R_5 + 1\,217 \cdot R_6 + (-6\,740) \cdot R_7 + 2\,191 \cdot R_8 + 4\,047 \cdot R_9 + 4\,758 \cdot R_{10} + 2\,679 \cdot R_{11})}{\sqrt{886\,049 \cdot R_1^2 + 643\,204 \cdot R_2^2 + 2\,775\,556 \cdot R_3^2 + 28\,561 \cdot R_4^2 + 570\,7321 \cdot R_5^2 + 200\,704 \cdot R_6^2 + 237\,7764 \cdot R_7^2 + 777\,924 \cdot R_8^2 + 391\,876 \cdot R_9^2 + 154\,449 \cdot R_{10}^2 + 128\,881 \cdot R_{11}^2}}$$

Cílem účelové funkce je nalézt hektarové výměry tržních plodin, při kterých pravděpodobnost poklesu zisku pod stanovených 25 mil. Kč bude co nejnižší.

Plocha osetá krmnými plodinami a struktura živočišné výroby jsou stejně jako v předchozích případech dány deterministicky a jsou převzaty z prvního řešeného modelu maximalizace zisku při zavedení stochastických podmínek. Získaná optimální struktura osevního plánu tržních plodin je v uvedena v tabulce č. 31.

Tab. 31 Výsledky optimalizace osevního plánu při využití P – kritéria v [ha].

Plodina	Skutečný osevní plán	P – kritérium
Pšenice ozimá	2 073,93	2 397,59
Pšenice jarní	170,82	0,00
Ječmen ozimý	441,34	410,00
Ječmen jarní	490,86	0,00
Řepka ozimá	1 314,21	1 707,58
Kukuřice na zrno	991,17	774,85
Celková výměra	5 482,33	5 290,02
Celkový zisk z rostlinné výroby [Kč/rok]	24 023 630	27 680 176

Zdroj: Vlastní práce s využitím modulu „Řešitel“ v programu MS Excel.

Tabulka porovnáva výsledky optimalizace rostlinné výroby u tržních plodin se skutečným osevním plánem společnosti. Matematickou úlohu s P – kritériem řešenou v programu Excel v modulu „Řešitel“ lze vidět v příloze na obrázku č. 12. Při snaze minimalizovat pravděpodobnost poklesu zisku z rostlinné výroby pod 25 mil. Kč, je oproti skutečnému osevnímu plánu doporučováno snížit výměru plochy určené k setí tržních plodin o 192 hektarů ve prospěch krmných plodin. Tak bude zajištěno dostatečné množství objemných krmiv pro skot. Optimálně by osetá plocha měla být menší o 31 ha u ječmene ozimého a 216 ha u kukuřice na zrno. Jařiny je vhodné zcela vyloučit z osevního plánu. Naproti tomu je vhodné významně zvýšit plochu u pšenice ozimé i řepky, a to o 324 a 393 ha. Celkový zisk rostlinné výroby vzrostl o 3 656 546 Kč. Při aplikaci P – kritéria do úlohy matematického programování lze tedy pozorovat významně vyšší zisk v porovnání se stávající strukturou rostlinné výroby společnosti.

## 6 Výsledky a doporučení

Diplomová práce se zabývala optimalizací rostlinné a živočišné výroby. Cílem práce bylo najít takovou optimální strukturu živočišné výroby a osevního plánu, při které bude nejprve maximalizován zisk společnosti, následně minimalizovány celkové náklady. Pro potřeby optimalizace byla použita data získaná od společnosti AGRO Jevišovice, a.s., která hospodaří v jihomoravském kraji. Postup při optimalizaci výroby u vybrané společnosti může posloužit jako příklad a návod řešení pro ostatní podniky hospodařící v oblasti zemědělství. Doporučení formulovaná na základě sestavených modelů lze použít nejen pro potřeby předmětné společnosti, ale mohou posloužit i jako podklad pro rozhodování v ostatních zemědělských podnikatelských subjektech.

Společnost podniká v oblasti rostlinné i živočišné výroby. Ve struktuře rostlinné výroby se pravidelně střídá devět druhů plodin. Nejvíce zastoupenými plodinami v osevním plánu jsou tržní plodiny – pšenice ozimá, řepka ozimá a kukuřice na zrno. Dále jsou pro potřeby živočišné výroby pěstovány plodiny pro získání objemných krmiv. Jadrné krmivo je nakupováno od sesterských společností.

Optimální struktura zemědělské výroby byla nalezena v případě maximalizace zisku i minimalizace nákladů, a to s využitím modulu „Řešitel“ v programu MS Excel. Oproti současnému stavu byly ve struktuře živočišné výroby i v osevním plánu společnosti provedeny změny, které vedly k dosažení vyššího zisku.

Správně stanovená struktura živočišné výroby by se měla odvíjet od obratu stáda. Společnost má uzavřený obrat stáda, a proto se zastoupení skotu v jednotlivých kategoriích odvíjí od celkového počtu dojnic. Současné početní stavy skotu nejsou při porovnání se získanou strukturou skotu optimální, jak lze vidět v tabulce č. 32. Z kategorií skotu jsou ziskové dojnice a skot ve výkrmu krmený systémem Qualivo. Proto by bylo optimální, aby jejich početní stavy dosahovaly maximální kapacity. Pro udržování optimálního stavu těchto dvou kategorií postačí nižší, než současný stav ostatních (ztrátových) kategorií skotu, tedy telat a jalovic. Redukování jejich počtu povede v konečném důsledku ke zvýšení zisku z živočišné výroby o 860 834 Kč.

Tab. 32 Výsledky optimalizace živočišné výroby v [ks/rok].

Kategorie skotu	Kapacita	Plánovaný stav	Optimální stav
Telata do 6 měsíců	530	525	483
Jalovice mléčné	650	630	556
Jalovice vysokobřezí	200	185	178
Dojnice	1 050	1 030	1 050
Skot ve výkrmu	260	250	260
Celkový zisk [Kč/rok]	-	4 472 427	5 333 261

Zdroj: Vlastní práce s využitím modulu „Řešitel“ v programu MS Excel.

Pro rostlinnou výrobu byly navrženy a následně vypočteny optimalizační modely, jejichž výsledky a současný osevní plán jsou obsahem tabulky č. 33. Veškeré modely byly spočteny vzhledem k nově navržené optimální struktuře živočišné výroby. Rozhodování o zastoupení plodin v osevním sledu společnosti se doposud odvíjelo od předchozích zkušeností agronomů při dodržení podmínky na zajištění dostatečného množství objemných krmiv pro skot.

Nezbytným předpokladem efektivního hospodaření ve všech zemědělských podnicích je respektování zásad střídání plodin a vhodná struktura plodin. Dodržováním těchto pravidel lze zvýšit výnosy bez nutnosti dodatečných vstupů. Správně sestavený osevní plán proto nezahrnuje pouze plodiny, které se na trhu dají nejlépe zpeněžit, ale i dostatečný podíl plodin, které jsou sice méně ziskové, avšak v dlouhodobém horizontu významně přispívají k zachování úrodnosti půdy. Vzhledem k uvedené skutečnosti jsou ve všech řešených modelech optimalizace omezující podmínky zaručující dodržení agrotechnických principů pěstování.

Původní model minimalizace nákladů zahrnuje původní požadavky společnosti na minimální výměru krmných plodin, které vzhledem k nové optimální struktuře živočišné výroby již nejsou aktuální. Nezajištění dostatečného množství objemných krmiv by vzhledem k jejich obtížnému obstarání na trhu bylo pro společnost problémem. Proto byly do 1. a 2. upraveného modelu optimalizace přidány stochastické omezující podmínky pojišťující náhodný charakter hektarových výnosů krmných plodin. Pravděpodobnost zajištění dostatečného množství kukuřice na siláž je 80 %, vojtěškové a žitné senáže 85 % a travní senáže 75 %.

Tab. 33 Výsledky optimalizace rostlinné výroby při max. zisku a min. nákladů v [ha].

Plodina	Skutečný osevní plán	Maximalizace zisku		Minimalizace nákladů		
		Původní model	Upravený model	Původní model	Upravený model 1	Upravený model 2
Pšenice ozimá	2 073,93	2 421,80	2 397,59	1 708,74	2 739	1 708,74
Pšenice jarní	170,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ječmen ozimý	441,34	409,82	409,82	205,35	410,08	205,35
Ječmen jarní	490,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Řepka ozimá	1 314,21	1 707,58	1 707,58	1 366,24	1 366,24	1 366,24
Kukuřice na zrno	991,17	840,97	774,85	683,04	774,85	754,85
Kukuřice na siláž	448,00	525,09	591,21	683,96	591,21	591,21
Žito na senáž	117,00	144,99	154,36	142,02	154,00	154,00
Vojtěška na senáž	613,00	506,86	521,87	1 771,54	521,87	521,87
Trvalé travní p.	170,00	273,21	273,03	273,03	273,03	273,03
Ostatní plocha	362,99	362,99	362,99	362,99	362,99	362,99
Celkem	7 193,32	7 193,32	7 193,32	7 193,32	7 193,32	5 956,89
Celkový zisk z RV [Kč/rok]	24 023 630	27 832 388	27 283 597	-	25 883 287	20 753 583
Celkové náklady [Kč/rok]	157 424 187	-	-	144 207 105	153 659 914	128 381 027

Zdroj: Vlastní práce s využitím modulu „Řešitel“ v programu MS Excel.

Pokud by tedy rozhodovacím kritériem společnosti byla minimalizace nákladů, byl by nejvhodnějším řešením upravený model 2, při kterém by společnost upustila od obdělávání všech 7 193 hektarů. Zbylých 1 236 hektarů by navrátila původním majitelům nebo podnajala sousedícím zemědělským podnikům. V případě, že by společnost trvala na obhospodařování všech hektarů, optimální strukturou rostlinné výroby by byl upravený model 1 s náklady o více než 25 mil. Kč vyššími. Model minimalizující náklady není pro společnost příliš vhodný. Doporučuje využívat jen část hektarů, které má společnost k dispozici. Snahou zemědělských podniků je naopak získat pod sebe co nejvíce hektarů.

Cílem většiny podnikatelských subjektů není minimalizovat náklady, ale dosáhnout co nejvyššího zisku. Pro společnost jsou tedy vhodnější modely, jejichž kritériem je maximalizace zisku. Původní maximalizační model zahrnuje v omezujících podmínkách společnosti stanovené původní požadavky na minimální vyprodukované množství objemných krmiv odpovídajících původnímu stavu skotu. Pro novou optimální strukturu živočišné výroby jsou proto v upraveném modelu tyto podmínky nahrazeny novými stochastickými podmínkami. Při realizaci upraveného osevního plánu bude maximalizován celkový zisk společnosti. Zisk z rostlinné výroby se zvýší o 3 259 967 Kč a celkový roční zisk vzroste o 4 120 801 Kč. Pro společnost to znamená především rozšířit výměru pšenice ozimé o 320 ha, řepky o 390 ha, snížit plochu kukuřice na zrno o 217 ha, ječmene jarního o 30 ha a úplně upustit od pěstování jarních odrůd obilovin.

Odvětví zemědělství je více, než jiná odvětví charakteristické nejistotou pramenící z povahy analyzovaných dat. Proto je v práci využito stochastického programování a k hektarovým výnosům plodin i výsledným ziskům je přistupováno jako k náhodným veličinám, popsaným střední hodnotou a rozptylem. V předchozích modelech byly náhodné veličiny nahrazeny středními hodnotami s normálním rozdělením vypočtenými z hektarových výnosů za posledních 10 let. V upravených modelech byly odstraněny náhodné parametry také z pravých stran omezení a se zvolenou pravděpodobností tak byl zajištěn dostatek objemných krmiv.

Následující dva modely, uvedené v tabulce č. 34, odstraňují pomocí rizikového kritéria a P – kritéria náhodné veličiny také z účelové funkce. Za náhodné veličiny jsou zde považovány zisky dosahované u tržních plodin v posledních desíti letech. Pro tyto zisky byly vypočteny jejich střední hodnoty i rozptyly a dosazeny do řešených modelů. Pomocí rizikového kritéria je minimalizován rozptyl zisků v účelové funkci. Tím je zajištěno, aby se skutečná hodnota účelové funkce příliš neodchylovala od její hodnoty v optimu. Společností stanovený požadavek na minimální výši zisku z rostlinné výroby je 25 mil. Kč. Této hodnoty zisku je možno dosáhnout při rozšíření plochy pšenice ozimé o 293 ha, řepky o 52 ha, kukuřice na zrno o 143 ha a téměř úplném vyloučení jařin. Celkový roční zisk se oproti skutečnému plánu zvýšil o 976 370 Kč.

Při využití P – kritéria bylo cílem minimalizovat pravděpodobnost poklesu zisku z rostlinné výroby pod společností stanovenou hranici 25 mil. Kč. Oproti skutečnému osevnímu plánu byl výsledný zisk o 3 656 546 Kč vyšší. Této výše zisku by společnost dosáhla, především díky rozšíření plochy řepky o 393 ha. Musela

by též navýšit výměru pšenice ozimé o 323 ha a snížit výměru kukuřice na zrno o 216 ha a ječmene ozimého o 31 ha. Stejně jako v případě rizikového kritéria je doporučeno z osevního plánu vyloučit jarní odrůdy obilovin.

Tab. 34 Výsledky optimalizace při odstranění náhodných veličin z účelové funkce v [ha].

Plodina	Skutečný osevní plán	Rizikové kritérium	P - kritérium
Pšenice ozimá	2 073,93	2 367,08	2 397,59
Pšenice jarní	170,82	0,00	0,00
Ječmen ozimý	441,34	409,82	410,00
Ječmen jarní	490,86	12,48	0,00
Řepka ozimá	1 314,21	1 366,07	1 707,58
Kukuřice na zrno	991,17	1 134,41	774,85
Celková výměra	5 482,33	5 289,86	5 290,02
Celkový zisk z RV [Kč/rok]	24 023 630	25 000 000	27 680 176

Zdroj: Vlastní práce s využitím modulu „Řešitel“ v programu MS Excel.

Na základě uvedeného přehledu výsledků řešených modelů optimalizace by bylo vhodné, aby společnost zvažila změnu současné struktury živočišné i rostlinné výroby. Efektivním řešením by bylo pozměnit osevní plán podle upraveného modelu maximalizujícího zisk, kdy by celkový zisk společnosti vzrostl z 28 496 057 Kč na 32 616 858 Kč. Pokud by společnost chtěla mít větší jistotu ohledně výše dosaženého zisku, doporučením by byl model s P – kritériem minimalizující pravděpodobnost poklesu zisku pod 25 mil. Kč. Při zavedení tohoto osevního plánu by střední hodnota celkového ročního zisku společnosti dosahovala výše 33 013 437 Kč. Pravděpodobnost poklesu zisku z rostlinné výroby pod stanovených 25 mil. Kč je 28,8 %. Oba uvedené modely vychází z požadavků společnosti, respektují zásady střídání plodin a agrotechnické principy pěstování plodin. Prostřednictvím stochastických podmínek zajišťují také s předem stanovenou pravděpodobností dostatek objemných krmiv pro skot a lze je tedy skutečně realizovat.

Hospodářský výsledek společnosti je však stejně jako u většiny zemědělských podniků závislý na výši poskytovaných dotací. Bez čerpání podpory by jen málokterý zemědělský subjekt hospodařil se ziskem. Společnost AGRO Jevišovice, a.s. čerpá dotace na krávy s tržní produkcí mléka a na obhospodařovanou plochu. Při současné struktuře výroby činí výše dotací poskytnutých v živočišné výrobě 5 253 000 Kč, přičemž výsledný zisk je 4 472 427 Kč. V rostlinné výrobě je výše obdržovaných podpor 41 721 256 Kč a roční zisk 24 023 630 Kč. Je tedy patrné, že bez čerpání podpor by společnost jak v rostlinné, tak i živočišné výrobě dosahovala významné ztráty ve výši 18 478 199 Kč.

Jedinou ziskovou plodinou by bez dotační podpory byla řepka ozimá. Nelze ji ale pěstovat jako monokulturu. Její podíl v osevním plánu společnosti je do 25 %. Při vyšším zastoupení by docházelo ke snižování úrodnosti půdy, přenosu chorob a škůdců. V konečném důsledku by se snižovala kvalita produkce, klesaly hektarové výnosy a rostly náklady na ošetření.

## 7 Závěr

Diplomová práce se zaměřuje na možnosti využití optimalizačních metod matematického programování při plánování zemědělské výroby. Cílem práce bylo provést optimalizaci živočišné struktury a v návaznosti na ní najít optimální osevní plán zemědělské společnosti hospodařící na jižní Moravě. Kritériem hodnocení byla nejprve maximalizace zisku společnosti a následně minimalizace nákladů při respektování stanovených omezujících podmínek.

Vybranou společností je AGRO Jevišovice, a.s. Poskytnutá data posloužila jako podklad pro aplikaci vhodných optimalizačních metod operačního výzkumu. Důležitými údaji byly hektarové výnosy plodin za posledních 10 let hospodaření, náklady, realizační ceny a výnosy z let 2012 – 2014 a výše čerpaných dotací včetně podmínek nutných k jejich obdržení. Dále současná struktura rostlinné a živočišné výroby a potřebná výměra plodin pěstovaných k zajištění krmivové základny. Společnost obhospodařuje 7 193 ha půdy, z toho jsou 363 ha ostatní plochy, 170 ha trvale travní porosty, 5 482 ha tržní plodiny a 1 178 ha krmné plodiny. Kategorie skotu jsou zastoupeny v počtu 528 kusů telat do 6 měsíců, 632 kusů jalovic mléčných, 185 kusů jalovic vysokobřezích, 1033 kusů dojnic a 233 kusů skotu ve výkrmu.

Optimalizace živočišné výroby v programu Excel v modulu „Řešitel“ vycházela z uzavřeného obratu stáda. Jedinými ziskovými kategoriemi skotu jsou dojnice a skot na výkrm. Proto je společnosti doporučeno naplnit u těchto dvou kategorií maximální kapacitu, tedy 1050 kusů dojnic a 260 kusů skotu ve výkrmu. Pro dosažení tohoto početního stavu postačí, aby ostatní (ztrátové) kategorie byly v zastoupení 483 kusů telat, 556 kusů jalovic mléčných a 178 kusů jalovic vysokobřezích. Tato doporučovaná optimální struktura skotu je východiskem pro plánování optimálního osevního plánu společnosti. Dostatečné množství objemných krmiv je zajištěno zavedením stochastických omezujících podmínek do modelu optimalizace. Těmi je zajištěno, aby pravděpodobnost pokrytí potřeby silážové kukuřice byla 80 %, vojtěškové a žitné senáže 85 % a travní senáže 75 %.

Do osevního plánu společnosti není možné zahrnovat ostatní plochu, kterou nelze pro její povahu oset. Pro maximalizaci zisku společnosti, který je tvořen převážně tržními plodinami, je doporučováno zaset 2 397 ha pšenice ozimé, 410 ha ječmene ozimého, 1 707 ha řepky a 775 ha kukuřice na zrno. Jařiny je vhodné do osevního plánu nezařazovat. Zisk je tvořen i netržními krmnými plodinami, které v rostlinné výrobě představují ziskovou a v živočišné naopak nákladovou položkou. Potřeba objemných krmiv je pokryta při zasetí 591 ha kukuřice na siláž, 154 ha žita na senáž, 522 ha vojtěšky na senáž a při 273 hektarové výměře trvale travních porostů. Při dodržení tohoto osevního plánu dosáhne společnost maximálního zisku ve výši 32 616 858 Kč. Optimalizace struktury výroby tedy přinese o 4 120 801 Kč vyšší zisk, než při realizaci současného osevního plánu.

Pokud by společnost chtěla minimalizovat náklady, doporučením by v první řadě bylo oset pouze část plochy, kterou nyní obhospodařuje. Optimální by v tomto případě bylo hospodařit na celkové ploše 5 957 ha a zbylých 1 236 ha vrátit nájem-



cům nebo podnat zemědělcům z okolí. Výměry jednotlivých krmných plodin by zůstaly stejné jako v případě maximalizace zisku. Minimálních nákladů bude dosaženo při pěstování pšenice ozimé na 1 708 ha, ječmene ozimého na 205 ha, řepky na 1 366 ha a kukuřice na zrno na 755 ha. Od pěstování jařin je stejně jako v předchozím případě doporučeno úplně ustoupit. Při dodržení navržené struktury budou celkové náklady společnosti ve výši 128 381 027 Kč, tedy oproti současnému stavu o 29 043 160 Kč nižší. Odhadovaná výše celkového zisku je 26 086 844 Kč, tedy o 2 409 213 Kč nižší než při současném osevním plánu.

Cílem většiny podniků není minimalizovat náklady, ale maximalizovat zisk. V navrženém minimalizačním modelu jsou sice v porovnání s ostatními modely optimalizace podstatně nižší náklady, ale také znatelně nižší zisk. Proto by společnost měla upravit strukturu rostlinné výroby podle některého z navržených modelů, u kterých je dosaženo uspokojivé výše očekávaného zisku. U těchto modelů jsou sice vyšší náklady, ale je zde i větší pravděpodobnost, že při dodržení osevního plánu bude realizován vyšší zisk.

Nejistotu při plánování osetí zemědělské půdy a s ní spojená rizika vyplývající z povahy zemědělské činnosti lze snížit prostřednictvím metod, jež odstraňují náhodné veličiny také z účelové funkce. První navržený model minimalizuje pomocí rizikového kritéria v účelové funkci rozptyl zisků a zajišťuje, že se skutečná hodnota účelové funkce příliš neodchýlí od její hodnoty v optimu. Ta byla společností stanovena na 25 mil. Kč. Za těchto podmínek bude odhadovaný zisk z rostlinné výroby právě ve výši 25 mil. Kč a celkový zisk 30 333 261 Kč. Tento zisk bude realizován při zasetí 2 367 ha pšenice ozimé, 410 ha ječmene ozimého, 12,5 ha ječmene jarního, 1 366 ha řepky a 1 134 ha kukuřice na zrno. Druhý model minimalizuje pomocí P – kritéria pravděpodobnost, že realizovaná hodnota zisku klesne pod 25 mil. Kč. Při této podmínce je odhadovaný zisk 33 013 437 Kč. Pro dosažení této hodnoty zisku je společnosti doporučováno oset 2 398 ha pšenicí ozimou, 410 ha ječmenem ozimým, 1 708 ha řepkou a 775 ha kukuřicí na zrno.

Společnost nyní rozhoduje o struktuře zemědělské výroby na základě dlouholetých zkušeností. Výsledky získané z navržených modelů při porovnání se současnou strukturou výroby vypovídají o tom, že je možné správným naplánováním výroby hospodařit efektivněji. V živočišné výrobě je vhodné, aby společnost změnila dosavadní početní zastoupení skotu podle navržené optimální struktury. Není žádoucí, aby ve ztrátových kategoriích byl větší počet skotu, než který zajistí naplnění maximální kapacity ziskových kategorií – dojníc a skotu na výkrm. Osevní plán společnosti lze pro dosažení vyššího zisku pozměnit hned podle několika navržených modelů. Pro co největší předejití riziku je společnosti doporučeno pozměnit osevní plán podle některého z modelů, ve kterém jsou odstraněny náhodné veličiny z účelové funkce.

Skutečná výše zisku se i přes tato opatření může odchylovat od odhadovaných hodnot. Navrhovaná doporučení by sice měla společnost dovést k vyšším ziskům, nelze ale opomenout skutečnost, že v zemědělství mohou vyvstat rizika, kterým podnikatel nemůže předejít. Výši výnosů u pěstovaných plodin ovlivňuje například počasí, které nelze nikdy s jistotou předvídat.

## 8 Literatura

- BARANYK, P. *Olejniny*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2010, 206 s. ISBN 978-80-86726-38-0.
- DUDORKIN, J. *Operační výzkum*. 3. vyd. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1997, 296 s. ISBN 80-01-01571-8.
- FOTR, J., ŠVECOVÁ L. *Manažerské rozhodování: postupy, metody a nástroje*. 2., přeprac. vyd. Praha: Ekopress, 2010, 474 s. ISBN 978-80-86929-59-0.
- FRELICH, J. *Chov skotu*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2001, 211 s. ISBN 80-7040-512-0.
- HOLOUBEK, J. *Ekonomicko-matematické metody*. 2. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2014, 153 s. ISBN 978-80-7375-411-2.
- HŮLA, J., PROCHÁZKOVÁ, B. *Minimalizace zpracování půdy*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2008, 248 s. ISBN 978-80-86726-28-1.
- CHLOUPEK, O., PROCHÁZKOVÁ, B., HRUDOVÁ, E. *Pěstování a kvalita rostlin*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2005, 181 s. ISBN 80-7157-897-5.
- JABLONSKÝ, J. *Operační výzkum: kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování*. 3. vyd. Praha: Professional Publishing, 2007, 323 s. ISBN 978-80-86946-44-3.
- JANOVÁ, J., KOLMAN, P. *Vybrané kapitoly z operačního výzkumu*. Vyd. 1. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2011, 114 s. ISBN 978-80-7375-488-4.
- KŘEN, J. *Metodika pěstování ozimých obilnin: [pšenice ozimá, ječmen ozimý, žito, tritikale]*. Kroměříž: Zemědělský výzkumný ústav, 1998, 143 s. ISBN 80-902545-2-7.
- KUCHTÍK, F. *Pěstování rostlin: ...stručně, jasně, přehledně*. 3. vyd. Třebíč: Vydavatelství Petr Večeřa, 2005, 80 s. ISBN 80-901789-7-9.
- KVĚCH, O. *Osevní postupy*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1985, 208 s.
- MIKŠÍK, J., ŽIŽLAVSKÝ, J. *Chov skotu: (přednášky)*. 2. vyd. / . Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2006, 162 s. ISBN 80-7157-883-5.

- POZDÍŠEK, J. *Metodická příručka pro chovatele k výrobě konzervovaných krmiv (siláží) z víceletých pícnin a trvalých travních porostů: metodika*. 1. vyd. Rapotín: Výzkumný ústav pro chov skotu, s.r.o. Rapotín, 2008, 38 s. ISBN 978-80-87144-06-0.
- RARDIN, R. L. *Optimization in operations research*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 1998, 919 s. ISBN 0-02-398415-5.
- RAŠOVSKÝ, M., ŠIŠLÁKOVÁ, H. *Ekonomicko-matematické metody*. 1.vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2003, 195 s. ISBN 80-7157-412-0.
- REISCH, E. *Lineární programování v zemědělské podnikové ekonomice*. 1.vyd. Praha: SZN, 1967, 230 s.
- SMITH, W. C. *Crop Production. Principles and Practices.: evolution, history, and technology*. New York: John Wiley & Sons, 1995, 469 s. ISBN 0-471-07972-3.
- STEVENSON, W. J., OZGUR, C. *Introduction to Management Science with Spreadsheets*. New York: The McGraw-Hill, 2007, 812 s. ISBN 978-0-07-299066-9.
- SYNEK, M., KISLINGEROVÁ, E. *Podniková ekonomika*. 5., přeprac. a dopl. vyd. Praha: C.H. Beck, 2010, 498 s. ISBN 978-80-7400-336-3.
- ŠNOBL, J., PULKRÁBEK, J. *Základy rostlinné produkce*. 2.vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2005, 172 s. ISBN 80-213-1340-4.
- ŠTOLC, L. *Chov hospodářských zvířat: (chov skotu, ovcí a koní)*. 2. přeprac. vyd. Praha: ČZU, 1999, 151 s. ISBN 80-213-0478-2.
- TOMÁŠEK, M. *Půdy České republiky*. 3. vyd. Praha: Česká geologická služba, 2003, 68 s., ISBN 80-7075-607-1.
- VRKOČ, F. *Restrukturalizace a extenzifikace rostlinné výroby*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1996, 35 s.

### **Elektronické zdroje:**

- AMBROŽOVÁ, P. *Validace optimalizačních modelů pro manažerské rozhodování v zemědělství* [online]. Brno, 2013 [cit. 2015-02-19]. 79 s. Dostupné z: <http://is.mendelu.cz/zp/index.pl?podrobnosti=52394>. Diplomová práce. Mendelova univerzita v Brně.
- ASOCIACE SOUKROMÉHO ZEMĚDĚLSTVÍ ČR. *Vláda dnes schválila rozpočet zemědělského fondu na 2015* [online]. 2014 [cit. 2015-05-02]. Dostupné z: <http://www.asz.cz/cs/zpravy-z-tisku/dotace/vlada-dnes-schvalila-rozpocet-zemedelskeho-fondu-na-2015.html>

- JANOVÁ, J. Crop plan optimization under risk on a farm level in the Czech Republic. [online]. *Agricultural Economics-Zemědělska ekonomika*. 2014 [cit. 2015-02-19]. sv. 60, č. 3, s. 123-132. ISSN 0139-570X. Dostupné z: <http://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/117351.pdf>
- KOHOUT, V. *Zemědělské soustavy* [online]. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2002 [cit. 2015-02-10]. Dostupné z: [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:\\_XL71AdBim4J:www.dalkari.xf.cz/opr/Fyto-ins5.rtf+rajoni-zace+zem%C4%9Bd%C4%9Blsk%C3%A9&cd=17&hl=cs&ct=clnk&gl=cz](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:_XL71AdBim4J:www.dalkari.xf.cz/opr/Fyto-ins5.rtf+rajoni-zace+zem%C4%9Bd%C4%9Blsk%C3%A9&cd=17&hl=cs&ct=clnk&gl=cz)
- KROECK, S. *Crop Rotation and Cover Cropping: Soil Resiliency and Health on the Organic Farm* [online]. Chelsea Green Publishing, 2011 [cit. 2015-02-12]. ISBN 978-1-60358-345-9. Dostupné z: [https://books.google.cz/books?id=vp5xYRV-kIzAC&pg=PA34&dq=crop+rotation&hl=cs&sa=X&ei=P-rcVKqVFMT8Uqin-gogE&redir\\_esc=y#v=onepage&q=crop%20rotation&f=false](https://books.google.cz/books?id=vp5xYRV-kIzAC&pg=PA34&dq=crop+rotation&hl=cs&sa=X&ei=P-rcVKqVFMT8Uqin-gogE&redir_esc=y#v=onepage&q=crop%20rotation&f=false)
- KVAPILÍK, J., RŮŽIČKA, Z., BUCEK, P. *Ročenka chovu skotu v České republice: Hlavní výsledky a ukazatele za rok 2013* [online]. Praha, 2014, 96 s.[cit. 2015-02-16]. Dostupné z: <http://www.cmsch.cz/store/skot-rocenka-2013-na-web.pdf>
- PROCHÁZKOVÁ, B. Osevní postupy a struktura plodin. *Spolek poradců v ekologickém zemědělství ČR* [online]. 2011 [cit. 2015-02-09]. Dostupné z: <http://www.eposcr.eu/wp-content/uploads/2011/04/ML01-Osevní-postup.pdf>
- AGROKROM. *Sestavování osevního postupu*. THUMPISEK [online]. [cit. 2015-02-12]. Dostupné z: [http://www.thuspisek.wz.cz/radce\\_sestavovani\\_osevnich\\_postupu.pdf](http://www.thuspisek.wz.cz/radce_sestavovani_osevnich_postupu.pdf)
- Situační a výhledová zpráva PŮDA* [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2012, 102 s.[cit. 2015-02-10]. ISBN 879-80-7434-088-8. Dostupné z: [http://eagri.cz/public/web/file/181775/Zprava\\_Puda\\_kniha\\_web\\_1\\_.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/181775/Zprava_Puda_kniha_web_1_.pdf)
- Souhrnné přehledy o půdním fondu z údajů katastru nemovitostí České republiky* [online]. 1. vyd. Praha: Český úřad zeměměřický a katastrální, 2014 [cit. 2015-02-10]. ISSN 1804-2422. Dostupné z: [http://www.cuzk.cz/Periodika-a-publicace/Statisticke-udaje/Souhrne-prehledy-pudniho-fondu/Rocenka\\_pudniho\\_fondu\\_2014.aspx](http://www.cuzk.cz/Periodika-a-publicace/Statisticke-udaje/Souhrne-prehledy-pudniho-fondu/Rocenka_pudniho_fondu_2014.aspx)
- TAUFEROVÁ, A. *Rostlinná produkce* [online]. 1.vyd. Veterinární a farmaceutická fakulta Brno, 2014, 140 s. [cit. 2015-02-09]. ISBN 978-80-7305-717-6. Dostupné z: <http://www.vfu.cz/inovace-bc-a-navmgr/realizovane-klicove-aktivita/skripta/lis-2013-2014/rostlinna-produkce.pdf>

VACH, M., JAVŮREK, M. *Rostlinná produkce s ohledem na agroekologická hlediska* [online]. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2008 [cit. 2015-02-09]. ISBN: 978-80-87011-58-4. Dostupné z: <http://www.vurv.cz/files/Publications/ISBN978-80-87011-58-4.pdf>.

VÝZKUMNÝ ÚSTAV MELIORACÍ A OCHRANY PŮDY. *SOWAC.GIS: O projektu Charakteristiky BPEJ*. [online]. © 2015 [cit. 2015-02-10]. Dostupné z: <http://geoport.vumop.cz/index.php?projekt=zchbpej>

# Přílohy

## A Zemědělské výrobní oblasti v ČR

Tab. 35 Zastoupení zemědělských výrobních oblastí v jednotlivých krajích ČR k roku 2012.

Oblast	Zemědělská půda (ha)											Výměra celkem
	kukuřičná			řepařská			bramborářská		bramborářsko-ovesná	horská		
Kraj	K1	K2	K3	Ř1	Ř2	Ř3	B1	B2	B3	H1	H2	
Hlavní město Praha	0	0	0	9 393	3 736	1 550	0	98	0	0	0	14 776
Středočeský kraj	0	0	0	166 191	115 764	72 978	105 225	73 956	15 891	315	0	550 320
Jihočeský kraj	0	0	0	0	0	0	147 016	62 088	85 291	13 925	5 367	313 686
Plzeň, město	0	0	0	0	1 436	3 669	2 903	1 104	0	0	0	9 112
Cheb	0	0	0	0	0	0	12 920	5 439	5 565	1 971	348	26 244
Liberec	0	0	0	1 088	317	0	13 053	3 940	2 698	327	6	21 431
Královéhradecký kraj	0	0	0	56 204	54 692	16 361	19 503	11 550	30 701	1 440	716	191 167
Pardubický kraj	0	0	0	35 182	28 128	23 522	68 054	9 042	26 226	4 330	3 309	197 792
kraj Vysočina	0	0	0	1 959	2 733	2 161	119 149	55 973	120 388	11 805	2 664	316 832
Jihomoravský kraj	88 768	59 132	15 991	49 122	45 818	38 301	29 219	15 903	10 533	936	0	353 724
Olomoucký kraj	0	0	0	113 672	22 620	20 058	14 842	12 047	16 945	4 104	3 088	207 275
Moravskoslezský kraj	0	0	0	22 348	10 523	35 095	39 501	26 797	24 415	4 273	8 597	171 549
Zlínský kraj	6 501	0	0	31 042	24 924	23 273	5 860	10 437	8 256	613	12 324	123 230
ČR celkem (ha)	95 269	59 132	15 991	545 394	385 477	295 990	772 223	340 979	396 730	50 966	42 238	3 000 390
ČR celkem (%)	3,18	1,97	0,53	18,18	12,85	9,87	25,74	11,36	13,22	1,70	1,41	100,00

Zdroj: Situační a výhledová zpráva: PŮDA (2012)

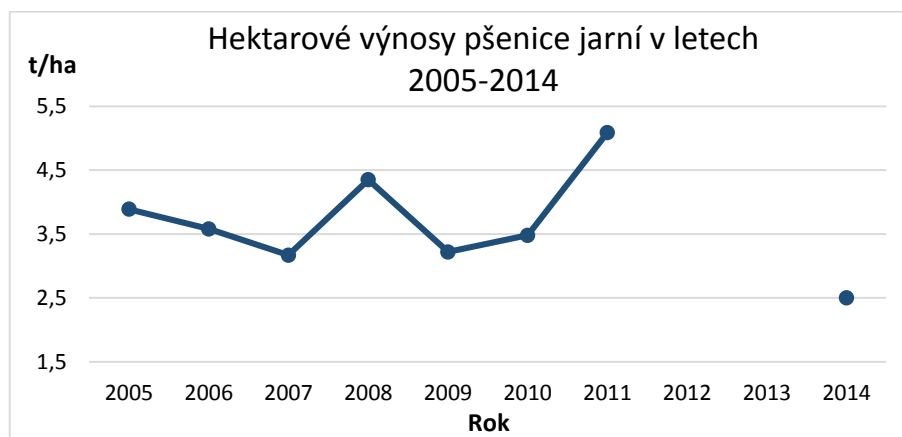
## B Hektarové výnosy plodin

Tab. 36 Průměrné hektarové výnosy plodin společnosti AGRO Jevišovice, a.s., Jihomoravského kraje a České republiky v letech 2005-2014.

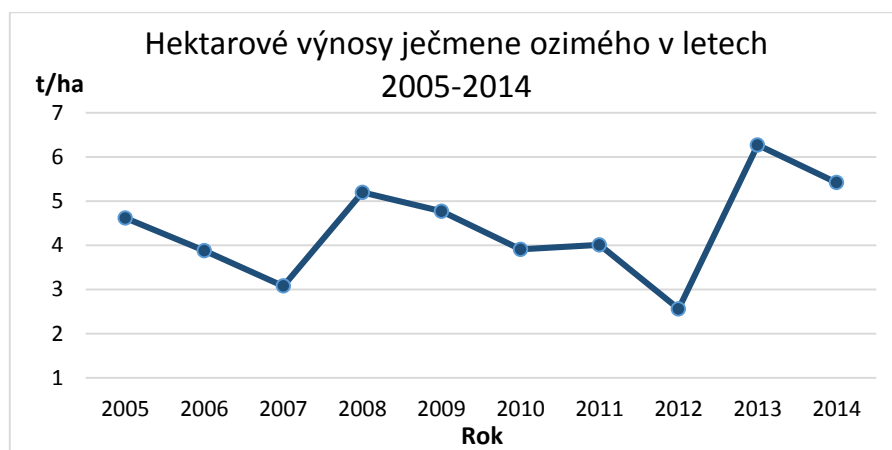
Pěstovaná plodina	Výše hektarových výnosů v letech 2005-2014										Střední hodnota	Rozptyl
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014		
<b>Pšenice ozimá</b>	<b>4,93</b>	<b>3,97</b>	<b>4,06</b>	<b>4,95</b>	<b>4,37</b>	<b>4,98</b>	<b>4,85</b>	<b>2,36</b>	<b>6,16</b>	<b>5,02</b>	<b>4,57</b>	<b>0,9885</b>
Jihomoravský k.	5,13	4,5	4,63	5,85	5,24	5,11	5,78	3,28	5,83	6,06	5,14	0,8417
Česká republika	5,15	4,58	5,01	5,88	5,33	5,08	5,78	4,34	5,75	6,61	4,65	0,5585
<b>Pšenice jarní</b>	<b>3,89</b>	<b>3,58</b>	<b>3,17</b>	<b>4,35</b>	<b>3,22</b>	<b>3,48</b>	<b>5,09</b>	-	-	<b>2,50</b>	<b>3,66</b>	<b>0,7921</b>
Jihomoravský k.	4,04	3,64	2,79	4,19	3,52	3,64	4,53	3,28	4,24	4,52	3,84	0,5637
Česká republika	3,7	3,36	2,91	3,84	3,41	3,51	4,41	4,09	4,15	4,85	3,82	0,5686
<b>Ječmen ozimý</b>	<b>4,62</b>	<b>3,88</b>	<b>3,08</b>	<b>5,20</b>	<b>4,77</b>	<b>3,91</b>	<b>4,01</b>	<b>2,56</b>	<b>6,27</b>	<b>5,42</b>	<b>4,37</b>	<b>1,1128</b>
Jihomoravský k.	4,73	4,28	4,54	4,97	4,8	4,23	4,9	3,38	4,96	5,97	4,68	0,6636
Česká republika	4,4	3,75	4,81	4,67	4,82	4,5	4,64	3,98	4,47	5,74	4,58	0,5341
<b>Ječmen jarní</b>	<b>4,18</b>	<b>4,05</b>	<b>3,65</b>	<b>4,47</b>	<b>4,11</b>	<b>4,23</b>	<b>4,54</b>	<b>4,14</b>	<b>5,32</b>	<b>3,91</b>	<b>4,26</b>	<b>0,4508</b>
Jihomoravský k.	4,23	3,59	3,13	4,79	4,17	3,96	4,93	3,75	4,61	5,24	4,24	0,6578
Česká republika	4,15	3,55	3,44	4,64	4,23	3,91	4,95	4,31	4,61	5,56	4,34	0,6404
<b>Řepka ozimá</b>	<b>2,71</b>	<b>3,09</b>	<b>2,82</b>	<b>3,34</b>	<b>3,28</b>	<b>3,39</b>	<b>1,84</b>	<b>2,43</b>	<b>3,93</b>	<b>3,52</b>	<b>3,04</b>	<b>0,6022</b>
Jihomoravský k.	2,85	3,15	3,02	3,08	3,14	2,83	2,87	2,28	3,49	3,93	3,06	0,4346
Česká republika	2,28	3,01	3,06	2,94	3,18	2,83	2,8	2,76	3,45	3,95	3,03	0,4450
<b>Kukuřice - zrno</b>	<b>6,22</b>	<b>6,10</b>	<b>5,23</b>	<b>6,15</b>	<b>7,43</b>	<b>6,28</b>	<b>7,08</b>	<b>5,30</b>	<b>6,14</b>	<b>8,15</b>	<b>6,41</b>	<b>0,9087</b>
Jihomoravský k.	7,19	6,82	6,12	7,54	8,63	6,96	8,5	6,71	6,88	8,04	7,34	0,8215
Česká republika	7,17	6,75	6,8	7,54	8,45	6,71	8,79	7,78	6,97	8,43	7,54	0,7862
<b>Kukuřice - siláž</b>	<b>22,38</b>	<b>16,52</b>	<b>17,64</b>	<b>21,60</b>	<b>24,09</b>	<b>23,75</b>	<b>18,46</b>	<b>20,49</b>	<b>26,05</b>	<b>24,20</b>	<b>21,52</b>	<b>3,171</b>
Jihomoravský k.	36,72	31,99	30,61	34,1	37,71	32,63	37,54	34,46	33,78	38,83	34,84	2,7426
Česká republika	35,69	32,66	34,41	35,33	38,15	33,04	41,79	40,6	32,66	40,37	36,47	3,5014
<b>Trvale travní p.</b>	<b>3,07</b>	<b>2,90</b>	<b>3,03</b>	<b>2,98</b>	<b>3,14</b>	<b>3,22</b>	<b>3,12</b>	<b>2,86</b>	<b>3,55</b>	<b>3,04</b>	<b>3,09</b>	<b>0,1942</b>
Jihomoravský k.	2,95	3,00	2,74	3,20	3,20	3,36	3,33	3,05	3,42	3,59	3,18	0,2532
Česká republika	3,12	3,14	2,98	3,22	3,33	3,45	3,48	3,22	3,58	3,76	3,33	0,2383
<b>Žito na senáž</b>	-	-	<b>14,38</b>	<b>15,25</b>	<b>15,36</b>	<b>16,7</b>	<b>14,05</b>	<b>13,79</b>	<b>16,4</b>	<b>17,02</b>	<b>15,38</b>	<b>1,2303</b>
<b>Vojtěška- senáž</b>	<b>13,68</b>	<b>12,78</b>	<b>12,31</b>	<b>13,60</b>	<b>13,25</b>	<b>12,74</b>	<b>13,59</b>	<b>12,41</b>	<b>13,3</b>	<b>13,49</b>	<b>13,12</b>	<b>0,5133</b>

Zdroj: Data společnosti, data z ČSÚ.

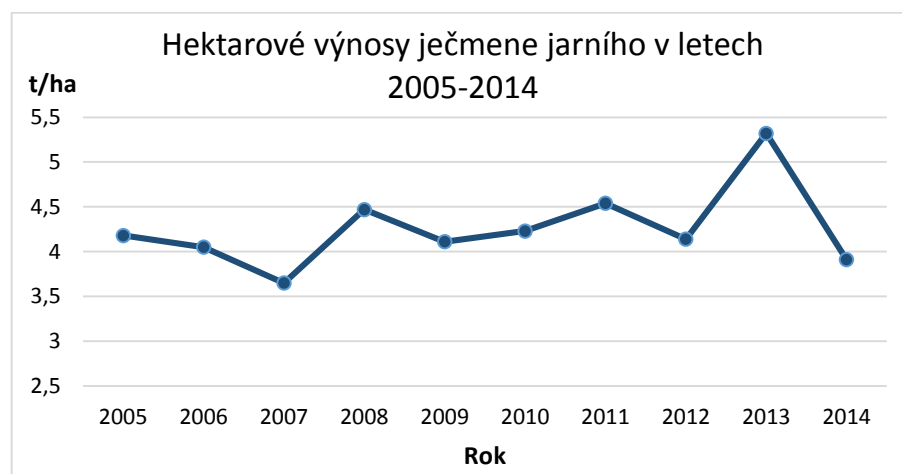




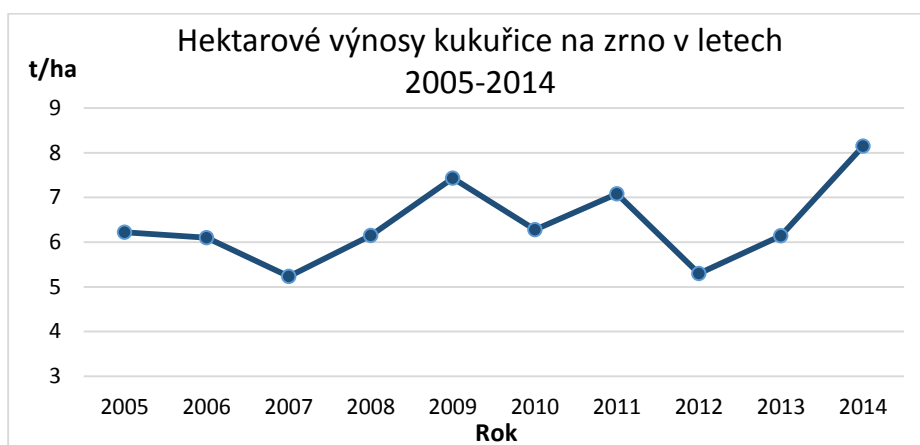
Graf 7: Vývoj hektarových výnosů společnosti AGRO Jevišovice, a.s. u pšenice jarní.  
Zdroj: Data společnosti.



Graf 8: Vývoj hektarových výnosů společnosti AGRO Jevišovice, a.s. u ječmene ozimého.  
Zdroj: Data společnosti.



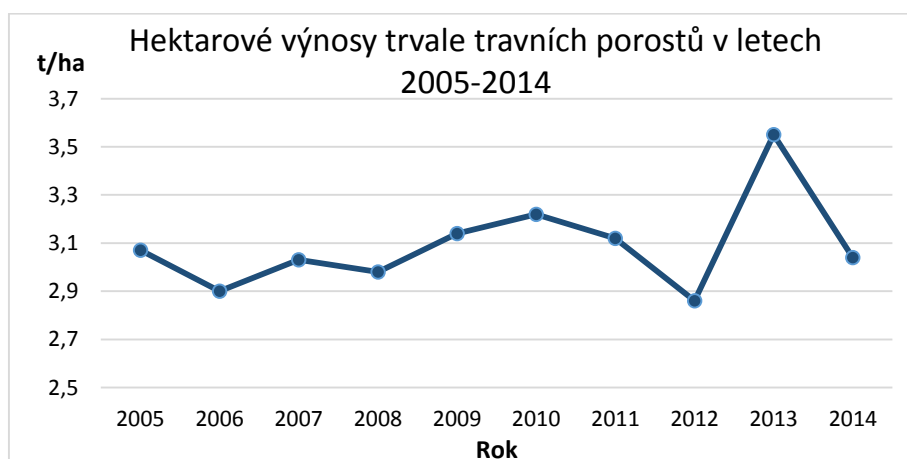
Graf 9: Vývoj hektarových výnosů společnosti AGRO Jevišovice, a.s. u ječmene jarního.  
Zdroj: Data společnosti.



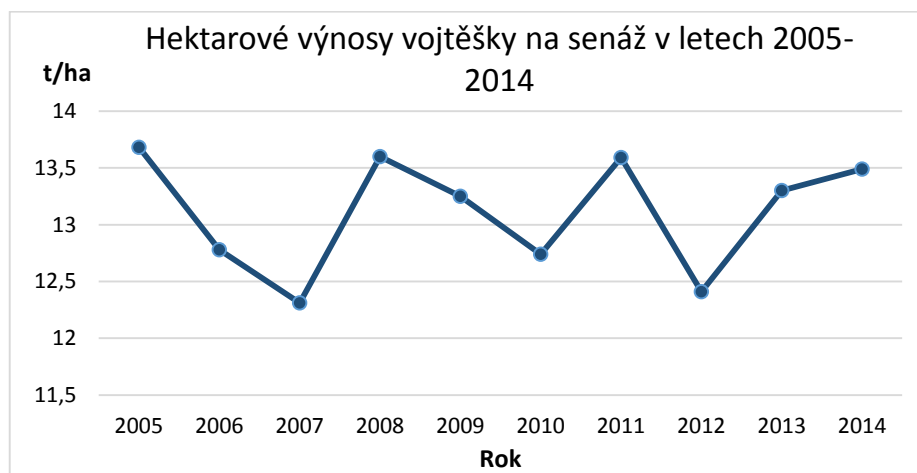
Graf 10: Vývoj hektarových výnosů společnosti AGRO Jevišovice, a.s. u kukuřice na zrno.  
Zdroj: Data společnosti.



Graf 11: Vývoj hektarových výnosů společnosti AGRO Jevišovice, a.s. u kukuřice na siláž.  
Zdroj: Data společnosti.



Graf 12: Vývoj hektarových výnosů společnosti AGRO Jevišovice, a.s. u trvale travních porostů.  
Zdroj: Data společnosti.



Graf 13: Vývoj hektarových výnosů společnosti AGRO Jevišovice, a.s. u vojtěšky na senáž.  
Zdroj: Data společnosti.

## C Obrat stáda skotu

Tab. 37 Obrat stáda skotu.

Kategorie skotu	Přírůstek			Úbytek			Průměrný počet krmných dnů	Přepočet na 1 dojnici
	nákup	natalita	převod	prodej	úhyn	převod		
Telata	-	1,15	-	0,193	0,052	0,905	169	1
Jalovice mléčné	-	-	0,484	0,069	0,015	0,40	192	0,46
Jalovice VB	-	-	0,40	-	-	0,40	63	0,53
Dojnice	-	-	0,40	0,38	0,02	-	365	0,17
Skot ve výkrmu	-	-	0,330	0,322	0,009	-	431	1,18

Zdroj: Vlastní práce na základě dat společnosti.

## D Roční hektarové zisky plodin

Tab. 38 Roční zisk včetně dotací připadající na 1 hektar půdy oseté danou plodinou v [Kč/ha].

Rok	Pšenice ozimá	Pšenice jarní	Ječmen ozimý	Ječmen jarní	Řepka ozimá	Kukuřice na zrno	Kukuřice na siláž	Žito na senáž	Vojtěška na senáž	Trvale travní porosty	Ostatní
2005	4 027	-1 035	4 165	804	5 015	2 104	5 403	-	5 009	4 068	2 142
2006	3 825	-1 293	2 087	924	6 148	925	-8 704	-	4 248	4 456	2 101
2007	3 259	-1 163	3 159	603	6 250	613	-9 540	1 498	3 505	5 023	2 402
2008	3 019	-912	4 043	902	9 126	1 122	-7 756	1 874	4 214	4 299	2 785
2009	4 160	-556	5 454	1 027	8 830	1 325	-6 604	1 906	4 420	4 403	2 609
2010	5 212	-1 478	3 250	993	10 108	960	-5 727	2 408	4 603	4 870	2 875
2011	4 136	-2 230	3 187	758	5 239	1 420	-7 326	2 054	4 522	5 021	3 154
2012	2 976	-	3 467	856	11 218	1 535	-5 480	1 178	2 602	4 977	3 014
2013	5 264	-	6 173	1 140	12 160	1 046	-4 851	2 530	3 914	5 393	2 726
2014	5 576	-3 038	7 593	710	13 161	2 237	-5 707	4 085	4 624	4 973	2 946

Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat společnosti.

## E Matematické modely optimalizace

	zisk	xi		omezující podmínky		omezující podmínky ŽV			
				LS	PS				
r1	Pšenice ozimá	4 129	2421,7952	celková výměra	7193,32 =	7193,32	kapacita	483 ≤	530
r2	Pšenice jarní	-1 404	0	fixní Ostatní	362,99 =	362,99		556,5 ≤	650
r3	Ječmen ozimý	4 141	409,8198	pšenice o.	2421,795246 ≥	1707,5825		178,5 ≤	200
r4	Ječmen jarní	826	0		2421,795246 ≤	3242,601752		1050 ≤	1050
r5	Řepka ozimá	8 240	1707,5825	jařiny	0 ≤	683,033		260 ≤	260
r6	Kukuřice – zrno	1 190	840,97306	ječmen ozimý	409,8198 ≥	204,9099	obrat stáda	483 =	483
r7	Kukuřice – siláž	-6 803	525,09294		409,8198 ≤	409,8198		483 ≥	483
r8	Žito na senáž	2 179	144,9935	ječmeno. + řepka	2117,4023 ≤	3415,165		556,5 ≥	556,5
r9	Trvalé travní p.	4 791	273,2132	řepka	1707,5825 ≤	1707,5825		178,5 ≥	178,5
r10	Vojtěška- senáž	4 002	506,85976		1707,5825 ≥	1366,066		260 ≤	1239
r11	Ostatní	2 709	362,99	kukuřice zrno	840,9730632 ≥	683,033			
ž1	telata	-10 133	483	zrno + siláž	1366,066 ≥	1366,066			
ž2	jalovice mléčné	-1 308	556,5		1366,066 ≤	2049,099			
ž3	jalovice vb	-11 928	178,5	vojtěška	273,2132 ≤	273,2132			
ž4	dojnice	11 835	1050		273,2132 ≥	136,6066			
ž5	skot na výkrm	2 530	260	obilniny	2976,608544 ≤	3415,165			
				kuk.siláž	11300 ≥	11147,2095			
				žito senáž	2230 ≥	2178,393			
				vojtěška senáž	6650 ≥	6573,504			
	<b>Zmax =</b>	<b>33165646</b>		ttp seno	844,228788 ≥	808,4385			
				sláma	7079,037615 ≥	4695,99875			
				skladovací kapacita	18249,15413 ≤	29900			
				požadavky - krmení [t]	11300 ≥	11300			
					2230 ≥	2230			
					6650 ≥	6650			
					844,228788 ≥	815			
					7079,037615 ≥	4860			

Obr. 6 Optimalizace zemědělské výroby při maximalizaci zisku.

Zdroj: Vlastní práce v modulu „Řešitel“ v programu MS Excel.

	zisk	xi		omezující podmínky RV		omezující podmínky ŽV			
	Pšenice ozimá	4 129	2397,592	celková výměra	7193,32 =	7193,32	kapacita	483 ≤	530
	Pšenice jarní	-1 404	0	fixní Ostatní	362,99 =	362,99		556,5 ≤	650
	Ječmen ozimý	4 141	409,8198	pšenice o.	2397,591605 ≥	1707,5825		178,5 ≤	200
	Ječmen jarní	826	0		2397,591605 ≤	3247,606708	0	1050 ≤	1050
	Řepka ozimá	8 240	1707,583	jařiny	0 ≤	683,033	0	260 ≤	260
	Kukuřice – zrno	1 190	774,8531	ječmen ozimý	409,8198 ≥	204,9099	obrat stáda	483 =	483
	Kukuřice – siláž	-6 803	591,2129		409,8198 ≤	409,8198		483 ≥	483
	Žito na senáž	2 179	154,3607	ječmeno. + řepka	2117,4023 ≤	3415,165		556,5 ≥	556,5
	Trvalé travní p.	4 791	273,0348	řepka	1707,5825 ≤	1707,5825		178,5 ≥	178,5
	Vojtěška- senáž	4 002	521,8746		1707,5825 ≥	1366,066		260 =	260
	Ostatní	2 709	362,99	kukuřice zrno	774,8531353 ≥	683,033			
	telata	-10 133	483	zrno + siláž	1366,066 ≥	1366,066			
	jalovice mléčné	-1 308	556,5		1366,066 ≤	2049,099			
	jalovice vb	-11 928	178,5	ttp	273,0347973 ≤	273,2132			
	dojnice	11 835	1050		273,0347973 ≥	136,6066			
	skot na výkrm	2 530	260	obilniny	2961,77208 ≤	3415,165			
				kuk.siláž	11144,3625 =	11144,3625			
				žito senáž	2177,3345 =	2177,3345			
				vojtěška senáž	6570,4015 =	6570,4015			
	<b>Zmax =</b>	<b>32616858</b>		ttp seno	808,183 =	808,183			
				sláma	7018,528513 ≥	4694,0825			
				skladovací kapacita	17714,71476 ≤	29900			

Obr. 7 Optimalizace zemědělské výroby při maximalizaci zisku a zavedení stochastických omezujících podmínek.

Zdroj: Vlastní práce v modulu „Řešitel“ v programu MS Excel.

	náklady	xi	omezující podmínky		
				LS	PS
Pšenice ozimá	20 616	1708	celková výměra	7193,32 =	7193,32
Pšenice jarní	22 393	0	fixní Ostatní	362,99 =	362,99
Ječmen ozimý	19 584	205	pšenice o.	1707,5825 ≥	1707,5825
Ječmen jarní	22 867	0		1707,5825 ≤	3322,439729
Řepka ozimá	26 696	1366	jařiny	0 ≤	683,033
Kukuřice – zrno	31 524	683	ječmen ozimý	204,9099 ≥	204,9099
Kukuřice – siláž	28 096	683		204,9099 ≤	409,8198
Žito na senáž	15 156	142	ječmeno. + řepka	1570,9759 ≤	3415,165
Vojtěška - senáž	13 077	1771	řepka	1366,066 ≤	1707,5825
Trvalé travní p.	5 028	273		1366,066 ≥	1366,066
Ostatní	3 091	363	kukuřice zrno	683,033 ≥	683,033
			zrno + siláž	1366,066 ≥	1366,066
				1366,066 ≤	2049,099
			ttp seno	273,2132 ≤	273,2132
				273,2132 ≥	136,6066
			obilniny	2054,06161 ≤	3415,165
			kuk.siláž	14698,8702 ≥	11144,3625
			žito senáž	2177,3345 ≥	2177,3345
			vojtěška senáž	23234,5122 ≥	6570,4015
<b>Zmin =</b>	<b>144207105</b>		ttp seno	844,228788 ≥	808,183
			sláma	4781,231 ≥	4694,0825
			skladovací kapacita	13077,3498 ≤	29900

Obr. 8 Optimalizace rostlinné výroby při minimalizaci nákladů a zajištění alespoň nutného množství objemných krmiv.

Zdroj: Vlastní práce v modulu „Řešitel“ v programu MS Excel.

	náklady	xi	omezující podmínky		
				LS	PS
Pšenice ozimá	20 616	2739	celková výměra	7193,32 =	7193,32
Pšenice jarní	22 393	0	fixní Ostatní	362,99 =	362,99
Ječmen ozimý	19 584	410	pšenice o.	2739,10811 ≥	1707,5825
Ječmen jarní	22 867	0		2739,10811 ≤	2906,090208
Řepka ozimá	26 696	1366	jařiny	0 ≤	683,033
Kukuřice – zrno	31 524	775	ječmen ozimý	409,8198 ≥	204,9099
Kukuřice – siláž	28 096	591		409,8198 ≤	409,8198
Žito na senáž	15 156	154	ječmeno. + řepka	1775,8858 ≤	3415,165
Vojtěška - senáž	13 077	522	řepka	1366,066 ≤	1707,5825
Trvalé travní p.	5 028	273		1366,066 ≥	1366,066
Ostatní	3 091	363	kukuřice zrno	774,853135 ≥	683,033
			zrno + siláž	1366,066 ≥	1366,066
				1366,066 ≤	2049,099
			ttp seno	273,034797 ≤	273,2132
				273,034797 ≥	136,6066
			obilniny	3303,28858 ≤	3415,165
			kuk.siláž	11144,3625 =	11144,3625
			žito senáž	2177,3345 =	2177,3345
			vojtěška senáž	6570,4015 =	6570,4015
<b>Zmin =</b>	<b>153659914</b>		ttp seno	808,183 =	808,183
			sláma	7872,31976 ≥	4694,0825
			skladovací kapacita	19275,4452 ≤	29900

Obr. 9 Optimalizace rostlinné výroby při minimalizaci nákladů a zajištění krmiva stochastickými podmínkami.

Zdroj: Vlastní práce v modulu „Řešitel“ v programu MS Excel.

	náklady	xi	omezující podmínky		
Pšenice ozimá	20 616	1708	celková výměra	5956,88449 ≤	7193,32
Pšenice jarní	22 393	0	fixní Ostatní	362,99 =	362,99
Ječmen ozimý	19 584	205	pšenice o.	1707,5825 ≥	1707,5825
Ječmen jarní	22 867	0		1707,5825 ≤	2906,090208
Řepka ozimá	26 696	1366	jařiny	0 ≤	683,033
Kukuřice – zrno	31 524	775	ječmen ozimý	204,9099 ≥	204,9099
Kukuřice – siláž	28 096	591		204,9099 ≤	409,8198
Žito na senáž	15 156	154	ječmeno. + řepka	1570,9759 ≤	3415,165
Vojtěška - senáž	13 077	522	řepka	1366,066 ≤	1707,5825
Trvalé travní p.	5 028	273		1366,066 ≥	1366,066
Ostatní	3 091	363	kukuřice zrno	774,853135 ≥	683,033
			zrno + siláž	1366,066 ≥	1366,066
				1366,066 ≤	2049,099
			ttp seno	273,034797 ≤	273,2132
				273,034797 ≥	136,6066
			obilniny	2066,85307 ≤	3415,165
			kuk.siláž	11144,3625 =	11144,3625
			žito senáž	2177,3345 =	2177,3345
			vojtěška senáž	6570,4015 =	6570,4015
<b>Zmin =</b>	<b>128381027</b>		ttp seno	808,183 =	808,183
			sláma	4781,231 ≥	4694,0825
			skladovací kapacita	13665,9169 ≤	29900

Obr. 10 Optimalizace rostlinné výroby při minimalizaci nákladů a zajištění krmiva stochastickými podmínkami bez nutnosti využít celou hektarovou výměru orné půdy.

Zdroj: Vlastní práce v modulu „Řešitel“ v programu MS Excel.

	sm.osch	xi	omezující podmínky			
				LS	PS	
r1	Pšenice ozimá	941	2367,08	celková výměra	7193,32 =	7193,32
r2	Pšenice jarní	802	0,00	fixní Ostatní	362,99 =	362,99
r3	Ječmen ozimý	1 666	409,82	pšenice o.	2367,0791 ≥	1707,5825
r4	Ječmen jarní	169	12,48		2367,0791 ≤	3265,642418
r5	Řepka ozimá	2 389	1366,07	jařiny	12,47679 ≤	683,033
r6	Kukuřice – zrno	448	1134,41	ječmen ozimý	409,8198 ≥	204,9099
r7	Kukuřice – siláž	1 542	591,21		409,8198 ≤	409,8198
r8	Žito na senáž	882	154,36	ječmeno. + řepka	1775,8858 ≤	3415,165
r9	Vojtěška - senáž	626	521,87	řepka	1366,066 ≤	1707,5825
r10	Trvalé travní p.	393	273,03		1366,066 ≥	1366,066
r11	Ostatní	359	362,99	kukuřice zrno	1134,40535 ≥	683,033
ž1	<b>telata</b>		<b>483</b>	zrno + siláž	1725,61821 ≥	1366,066
ž2	<b>jalovice mléčné</b>		<b>556</b>		1725,61821 ≤	2049,099
ž3	<b>jalovice vb</b>		<b>178</b>	ttp seno	273,034797 ≤	273,2132
ž4	<b>dojnice</b>		<b>1050</b>		273,034797 ≥	136,6066
ž5	<b>skot na výkrm</b>		<b>260</b>	obilniny	2943,73637 ≤	3415,165
				kuk.siláž	11144,3625 =	11144,3625
				žito senáž	2177,3345 =	2177,3345
				vojtěška senáž	6570,4015 =	6570,4015
<b>Zmin =</b>	<b>17324541733043</b>			ttp seno	808,183 =	808,183
				sláma	6973,43924 ≥	4694,0825
				skladovací kapacita	19933,1534 ≤	29900
				stř.hodnota zisk	25000000 ≥	25000000

Obr. 11 Optimalizace rostlinné výroby při řešení úlohy s náhodnými parametry v účelové funkci: Rizikové kritérium.

Zdroj: Vlastní práce v modulu „Řešitel“ v programu MS Excel.



Pšenice ozimá	4 145	886 049	2397,592	celková výměra	7193 =	7193,32
Pšenice jarní	-1 463	643 204	0	fixní Ostatní	362,99 =	362,99
Ječmen ozimý	4 258	2 775 556	410	pšenice o.	2397,591606 ≥	1707,5825
Ječmen jarní	861	28 561	0		2397,591606 ≤	3247,606708
Řepka ozimá	8 283	5 707 321	1707,583	jařiny	0 ≤	683,033
Kukuřice – zrno	1 217	200 704	774,8531	ječmen ozimý	409,8198 ≥	204,9099
Kukuřice – siláž	-6 740	2 377 764	591,2129		409,8198 ≤	409,8198
Žito na senáž	2 191	777 924	154,3607	ječmeno. + řepka	2117,4023 ≤	3415,165
Trvalé travní p.	4 047	391 876	273,0348	řepka	1707,5825 ≤	1707,5825
Vojtěška- senáž	4 758	154 449	521,8746		1707,5825 ≥	1366,066
Ostatní	2 679	128 881	362,99	kukuřice zrno	774,8531353 ≥	683,033
telata			<b>483</b>	zrno + siláž	1366,066 ≥	1366,066
jalovice mléčné			<b>556</b>		1366,066 ≤	2049,099
jalovice vb			<b>178</b>	ttp	273,0347973 ≤	273,2132
dojnice			<b>1 050</b>		273,0347973 ≥	136,6066
skot na výkrm			<b>260</b>	obilniny	2962 ≤	3415,165
				kuk.siláž	11144,3625 =	11144,3625
				žito senáž	2177,3345 =	2177,3345
				vojtěška senáž	6570,4015 =	6570,4015
<b>Zmin =</b>	<b>-0,55649246</b>			ttp seno	808,183 =	808,183
				sláma	7019 ≥	4694,0825
				skladovací kapacita	17715 ≤	29900
					0 ≥	0

Obr. 12 Optimalizace rostlinné výroby při řešení úlohy s náhodnými parametry v účelové funkci: P – kritérium.

Zdroj: Vlastní práce v modulu „Řešitel“ v programu MS Excel.