

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**  
**Ekonomická fakulta**  
**Katedra řízení**

---

**Studijní program: B6208 Ekonomika a management**  
**Studijní obor: Řízení a ekonomika podniku**

# **Využití simplexového algoritmu v projektování výroby**

**Vedoucí bakalářské práce:**  
**Ing. Jan Leština, CSc.**

**Autor:**  
**Iveta Hráchová**

---

**České Budějovice 2011**

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Iveta HRÁCHOVÁ**  
Osobní číslo: **E08509**  
Studijní program: **B6208 Ekonomika a management**  
Studijní obor: **Řízení a ekonomika podniku**  
Název tématu: **Využití simplexového algoritmu v projektování výroby**  
Zadávací katedra: **Katedra řízení**

### Z á s a d y   p r o   v y p r a c o v á n í :

#### Cíl práce:

Cílem práce je vypracování modelu podnikových výrobních aktivit jako nástroje využitelného pro krátkodobé plánování a jako zdroj informací k tvorbě strategie podniku.

#### Metodický postup:

1. Prostudování odborné literatury.
2. Zpracování metodiky postupových prací v souladu s požadavky cíle bakalářské práce.
3. Vypracování modelu výroby a jejího financování.
4. Návrh postupu využití modelu.

#### Rámcová osnova:

1. Úvod; 2. Literární přehled; 3. Metodika; 4. Vlastní zpracování; 5. Závěry; 6. Seznam použité literatury; 7. Přílohy.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**  
Rozsah pracovní zprávy: **30 - 50**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

- GROS, I.:** *Kvantitativní metody v manažerském rozhodování.* Grada Publishing a.s. Praha, 2003. ISBN: 80-247-0421-8.  
**JABLONSKÝ, J.:** *Operační výzkum.* Professional Publishing, Praha, 2007. ISBN: 978-80-86946-44-3.  
**JOHNSON, G., SCHOLLES, K.:** *Cesty k úspěšnému podniku.* Computer Press Praha, 2000, 803 str., ISBN 80-7226-220-3.  
**PETŘÍK, T.:** *Ekonomické a finanční řízení firmy.* Grada Publishing a.s. Praha, 2010, 768 str. ISBN 978-80-247-3024-0.  
**PORTER, M., E.:** *Konkurenční strategie.* Victoria Publishing s.r.o., Praha 1994, 403 str. ISBN 80-85605-11-2.  
**SYNEK, M. a kol:** *Podniková ekonomika.* C. H. Beck, Praha, 2006, 460 str., ISBN 80-7179-892-4.  
**SYNEK, M. a kol:** *Manažerská ekonomika.* Grada Publishing a.s. Praha, 2007, 464 str., ISBN: 978-80-247-1992-4.  
**VEBER, J., SRPOVÁ, J.:** *Podnikání malé a střední firmy.* Grada Publishing a.s. Praha, 2008, 2010, 320 s., ISBN 978-80-247-2409-6.  
**VLČEK, R.:** *Hodnota pro zákazníka.* Praha, Management Press 2000, 443 str., ISBN 80-7261-068-6.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jan Leština, CSc.**  
Katedra řízení

Datum zadání bakalářské práce: **25. ledna 2010**

Termín odevzdání bakalářské práce: **16. dubna 2011**

prof. Ing. Magdalena Hrabánková, CSc., prof.h.c.

děkanka

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
EKONOMICKÁ FAKULTA  
Studentská 13 (25)  
370 05 České Budějovice

doc. Ing. Ladislav Rolínek, Ph.D.

vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 1. března 2010

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

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

V Českých Budějovicích 15. 4. 2011

.....  
Iveta Hráčková

Na tomto místě bych chtěla poděkovat Ing. Janu Leštinovi, CSc. za odborné vedení a cenné rady, kterými přispěl k vypracování této bakalářské práce.

# Obsah

1. Úvod.....	8
2. Literární přehled .....	9
2.1 Strategie podniku.....	9
2.2 Management produktů a výroby.....	9
2.3 Plánování výroby .....	10
2.4 Lineární programování.....	11
2.5 Simplexový algoritmus .....	14
2.5.1 Jednofázová simplexová metoda .....	15
2.5.2 Dvoufázová simplexová metoda.....	18
2.5.3 Zakončení výpočtu úloh lineárního programování .....	19
3. Metodický postup práce.....	21
3.1 Cíl práce .....	21
3.2 Analytická část.....	21
3.3 Období šetření.....	21
3.4 Postup práce - syntetická část .....	21
3.5 Technika zpracování dat.....	22
4. Vlastní práce .....	23
4.1 Simplexový algoritmus v zemědělství .....	23
4.2 Popis vstupů do úlohy lineárního programování.....	24
4.2.1 Rostlinná výroba.....	24
4.2.2 Živočišná výroba .....	26
4.2.3 Náklady zemědělské výroby .....	28
4.3 Zpracování dat.....	29
5. Výsledky a diskuze.....	35

5.1 Zhodnocení výsledků .....	41
6. Závěr.....	42
7. Summary.....	43
8. Seznam použité literatury .....	44
9. Seznam obrázků, tabulek a grafů .....	45
10. Přílohy.....	46

# 1. Úvod

Každý nově vstupující nebo delší dobu na trhu působící podnik by měl mít svojí strategii a způsob plánování výroby. Podnik by si měl, pro úspěšné podnikání a motivaci zaměstnanců, stanovit vize a cíle, kterých chce dosáhnout. Cíle mohou mít různé podoby, jedním z nich je maximalizace zisku nebo vytvoření takového portfolia výrobků, které bude pro organizaci nejvýhodnější. Plánování výroby je jedním z nejdůležitějších úkolů manažerů. Organizace si musí stanovit, jaké produkty bude vyrábět a zda bude čerpat své vstupy z externích nebo z vlastních zdrojů. Kromě druhu výrobku je třeba také znát, v jakém množství se budou jednotlivé produkty vyrábět, kolik kusů daného výrobku bude podnik realizovat a jaké množství je nejefektivnější. Jeden ze způsobů plánování výroby, je plánování pomocí lineárního programování.

Cílem této bakalářské práce je optimalizovat podnikovou výrobu pomocí simplexového algoritmu lineárního programování jako nástroje pro krátkodobé plánování a strategické řízení. Tato optimalizace proběhne na modelu zemědělského podniku realizující jak rostlinnou tak živočišnou výrobu s cílem maximalizace zisku. Zemědělské podniky by se vzhledem ke svým možnostem, měli zaměřovat na portfolio produktů, které jim přináší nejvyšší zisky a jsou konkurenceschopnými.



## **2. Literární přehled**

### **2.1 Strategie podniku**

Každá firma vstupující na trh v daném odvětví má svou konkurenční strategii. Vypracování této strategie udává, jakým způsobem bude podnik konkurovat, jaké by měly být jeho cíle, vize a jakým způsobem zajistí dosažení určených cílů [7].

Počátkem strategického plánování podniku je uskutečnit strategickou analýzu. Jejimi klíčovými vlivy jsou okolí, zdroje, kvalifikace a záměr organizace. Společné uvážení prostředí, strategické kapacity, očekávání a účelů uvnitř kulturního a politického rámce organizace tvoří jádro pro strategickou analýzu. Existují rozdíly strategických analýz mezi organizacemi poskytujícími služby a výrobními podniky. Konkurenční strategie organizace, jejímž předmětem podnikání je poskytování služeb, je méně se zabírat produktem samotným a spíše se zabývat širšími aspekty organizací. Vyšší manažeři ve výrobních podnicích se mohou domnívat, že mají nad konkurenční strategií firmy vyšší kontrolu než manažeři ve firmě poskytující služby. Konkurenční zvýhodnění u organizací se službami se vztahuje spíše k míře ocenění méně hmatatelných aspektů firmy ze strany zákazníka. U výrobních podniků se jedná o vnímání zákazníky fyzického produktu, jako velmi podobného a srovnatelného s ostatními produkty. Konkurenční zvýhodnění vytváří zejména image organizace, značka nebo doprovodné služby [5].

### **2.2 Management produktů a výroby**

Ve výrobním podniku je důležitá orientace na zákazníka, která vychází ze základního rčení, že chování firmy není založeno na prioritě vlastních zájmů, kterým se musí přizpůsobit zákazníci, ale naopak na zájmech zákazníků, kterým se musí přizpůsobit struktura a chování organizace. Přijetí konceptu orientace na zákazníka znamená přijetí určitého stylu řízení založeného na situační analýze dosavadních vztahů

se zákazníky, identifikace potřeb zákazníků, promítnutí orientace na zákazníka do všech manažerských aktivit [6].

Má-li firma jasno, kdo jsou její zákazníci a jaké produkty poptávají, musí se zaměřit na tyto produkty. Zaměření na produkt patří mezi důležité manažerské aktivity, které se zabývají ekonomikou a zejména řízením vztahujícím se k produkci. Těmi jsou například diagnostika produkčního portfolia, úvahy nad strukturou produkčního portfolia nebo management nových produktů. Cílem řízení produktů je tedy uskutečnit takové portfolio výrobků, které jsou a budou zákazníky poptávány, a zároveň budou pro podnik ekonomicky přínosné [6].

## **2.3 Plánování výroby**

Ve výrobním podniku v tržním hospodářství každý manažer řeší tři základní otázky. První otázkou je: co vyrobit. Rozhodnout jaký výrobek budeme vyrábět, v jakém množství a s kvalitou, jakou zákazník požaduje. Další otázkou je jakým způsobem tento výrobek vyrobit. Jakou použijeme technologii, suroviny a jaké využijeme zdroje. Poslední otázka stanoví komu vyrobený produkt prodat. Zajistit odbyt na trhy. Kdo výrobek spotřebuje a jakou cestou se výrobek dostane k zákazníkovi. První dvě otázky jsou řešeny plánováním výroby [3].

Mezi plánování výroby patří výrobní program, výrobní proces a získání výrobních faktorů pro výrobu. Výrobní program je zajištění sortimentu a objemu výroby, který se pro dané období má vyrábět. Díky zastarávání výrobků a zavádění nových výrobků se výrobní program neustále mění, inovuje. Výrobní program úzce navazuje na plán odbytu, je však limitovaný výrobními kapacitami (počtem a strukturou strojů, pracovníků, materiálovými a finančními zdroji). Rozlišuje se krátkodobý a dlouhodobý výrobní plán. Dlouhodobý plán může pracovat i se změnami výrobních postupů. Krátkodobý vychází jen z existujících výrobních kapacit, technologií a stávající struktury zaměstnanců [3].

Plánování výroby je velkou mírou ovlivněno druhem vyráběných výrobků. Nejvyšší možný počet vyráběných výrobků je limitován výrobní kapacitou. Podnik však nevytváří maximální počet výrobků, který může vyrobit, ale takový počet výrobků, který mu nejvíce přispívá ke splnění cílů např. nejvyšší možný zisk, velikost obrátu. Takové množství výrobků je optimální. Má-li podnik široký výrobní program, jednou z možností plánování výroby je lineární programování [3].

## 2.4 Lineární programování

Lineární programování je součástí operačního výzkumu, který řeší rozhodovací problémy. Jde o problémy, které řeší intenzitu realizace procesů v daném systému. Je však nutné brát ohledy na všechny podmínky a limity, které procesy ovlivňují a najít takové řešení, aby byl stanovený cíl splněn co nejlépe. Termín lineární programování je složen ze dvou slov, která vystihují skutečný význam v operačním výzkumu. Slovo lineární vyjadřuje, že jsou všechny vztahy v modelech funkce lineární. Výraz programování, je termín udávající plánování nebo realizaci programů budoucího vývoje pomocí výpočetní techniky [2].

V ekonomické podobě modelu úlohy lineárního programování se objevují tyto skutečnosti:

- Cíl analýzy (např. maximalizace zisku, při určitém objemu produkce, minimalizace nákladů).
- Popis procesů, které v systému probíhají a které ovlivňují daný cíl analýzy (např. výroba určitého produktu). Každému procesu lze určit jeho intenzitu, s jakou je tento proces realizován (objem produkce určitého výrobku).
- Popis činitelů, které ovlivňují realizaci procesů, jsou jednou z nezbytných součástí ekonomického modelu lineárního programování, jelikož v reálných úlohách nemůže být nikdy úroveň procesů neomezená. Příkladem takových činitelů je omezená kapacita vstupů do výroby.
- V ekonomickém modelu musí být konečně také popsány vztahy mezi procesy, činiteli a cílem (koeficienty spotřeby jednotlivých vstupů na daný výrobek nebo koeficient vyjadřující jednotkový zisk) [2].

Ekonomický model je pouhé slovní vyjádření matematického modelu, pomocí něhož se daná slovní úloha řeší. Matematický model má stejnou strukturu jako model ekonomický:

- Cíl analýzy je v matematickém modelu lineární funkcí, která je značená  $z = f(x)$ , jejíž maximum popř. minimum musíme nalézt. Tato funkce se nazývá kriteriální nebo účelová.
- Všem procesům je v matematickém modelu přiřazena jedna strukturální proměnná. Hodnoty jednotlivých proměnných pak určují intenzitu procesů ekonomického modelu. Jinak také vektor řešení  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ .
- Činitelé jsou pak v lineárním programování lineární rovnice nebo nerovnice [2].

Podle GROSE (2003) se používá při označování prvků ustálená terminologie:

- Optimalizované proměnné  $x_j$  zobrazují veličiny, díky kterým se získá požadovaný cíl řešení rozhodovací situace. Podmínkou je optimální úroveň těchto veličin. Patří k nim např. objemy produkce jednotlivých produktů, množství zboží, struktura přepravních tras, doba, po kterou trvá optimalizovaný projekt atd.
- Technické koeficienty  $a_{ij}$  jsou jedny z parametrů modelu, které jsou neměnné při dosažení jednotlivých řešení. Mezi tyto patří např. spotřeba materiálu a dalších vstupů, výkon strojů, výrobních linek, jednotkové investiční náklady, úroková míra, pracnost produkce.
- Omezení pravé strany  $b_i$  je hlavně omezení kapacity využitelného časového fondu, maximální dosažitelný objem produkce, maximální disponibilní množství surovin, obalů, energie, paliv. Dále zde může být omezení dané požadavky zákazníků. Toto omezení je např. minimální objem produkce, množství výrobků, které lze maximálně prodat.
- Ocenění proměnných  $c_j$  v účelové funkci. Mezi ocenění patří ceny výrobků, proměnné náklady na jednotku produkce (variabilní náklady), požadavky kvality na výrobky apod.

Soustava omezujících podmínek může obsahovat omezení typu:

- „Rovnice“ užívané ve výrobních se složitou výrobní strukturou při bilancování hmotných vazeb, nebo u formulace případů, kdy je množství výrobků vázáno vzájemným poměrem, který je třeba dodržet, např. kdy je třeba výrobky z hlediska jejich použití vyrábět v určitém poměru.
- „Větší nebo rovno“ nejčastěji užívané zejména při omezeních, které vyplývají z požadavků nabídky a poptávky.
- Omezení „menší nebo rovno“ se používá zejména při formulaci omezení, která existují na straně disponibilního množství zdrojů (materiál, energie, finanční zdroje) optimalizovaného systému a kapacitní omezení trhu [1].

Daná omezení lze převést. „Menší nebo rovno“ lze převést na „větší nebo rovno“ vynásobením mínus jedné, nebo i maximalizaci lze převést na minimalizaci vynásobením mínus jedné. Důležité omezení je podmínka nezápornosti, která platí pro všechny složky vektoru řešení. Další omezení může být potřeba celočíselnosti výsledků řešení úloh lineárního programování, kdy se počítá například s kapacitou zaměstnanců [1].

$$\begin{aligned} \max(\min) z &= \sum_{j=1}^n (c_j x_j) \\ \sum_{j=1}^n (a_{ij} x_j) &\leq b_i \quad i = 1, 2, \dots, k \\ \sum_{j=1}^n (a_{ij} x_j) &= b_i \quad i = k + 1, k + 2, \dots, k + p \\ \sum_{j=1}^n (a_{ij} x_j) &\geq b_i \quad i = k + p + 1, k + p + 2, \dots, k + p + s \\ x_j &\geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

Zdroj: GROS (2003)

## 2.5 Simplexový algoritmus

Simplexová metoda je nejpoužívanější metodou lineárního programování operačního výzkumu. Vyvinul ji G. Dantzig v roce 1947 [4].

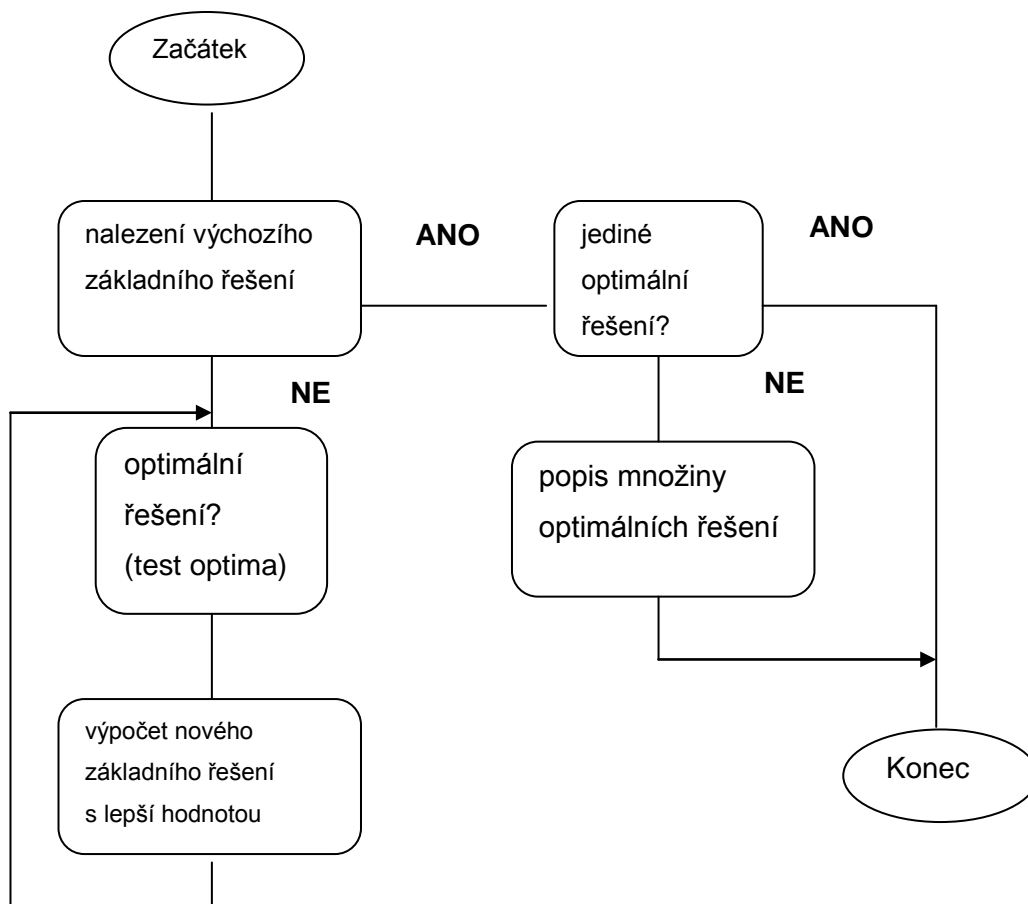
Tato metoda je iterační výpočetní postup, který vede k nalezení optimálního řešení, pokud takové řešení existuje. Výchozím bodem tohoto algoritmu je nalezení výchozího základního řešení úlohy lineárního programování. Pokud toto řešení je již k dispozici, potom simplexová metoda v jednotlivých krocích vypočte vždy nové základní řešení s lepší nebo alespoň stejnou (v případě maximalizace je to vyšší a naopak v případě minimalizace nižší) hodnotu účelové funkce. Po konečném počtu kroků musí tedy tento výpočetní postup vést k nalezení základního řešení s nejlepší hodnotou účelové funkce nebo ke zjištění, že takové řešení neexistuje. Při nalezení řešení se jedná o řešení optimální [2].

Postup výpočtu pomocí simplexové metody se podle JABLONSKÉHO (2001) dělí na 2 fáze:

- I. fáze – formulace výchozího základního řešení,
- II. fáze – postup, který vede k optimalizaci účelové funkce.

V jednodušších úlohách první fáze odpadá, protože nalezení výchozího základního řešení je snadné. Tento případ se nazývá jednofázová simplexová metoda. V opačném případě se jedná o dvofázovou simplexovou metodu, když nalezení první fáze není natolik jednoduché, popř. vůbec neexistuje.

**Obrázek 1 - Hrubé schéma simplexové metody**



Zdroj: JABLONSKÝ (2001)

### 2.5.1 Jednofázová simplexová metoda

V případě, jsou-li jednotlivá omezení úlohy lineárního programování ve tvaru „menší nebo rovno“, lze použít jednofázovou simplexovou metodu. Po převedení soustavy nerovnic do tvaru „menší nebo rovno“ na ekvivalentní soustavu rovnic pomocí přidání proměnných se získá soustava rovnic v kanonickém tvaru [2].

Kanonický tvar soustavy  $m$  lineárních rovnic o  $(m+n)$  proměnných je tvar, který obsahuje soustavu  $m$  jednotkových vektorů, ze kterých lze utvořit jednotkovou matici. Pokud je taková soustava lze z ní snadno odvodit základní řešení soustavy.

V kanonickém tvaru jsou dva druhy proměnných:

- $m$  základní proměnné – to jsou proměnné, kterým odpovídají jednotkové vektory a jejichž hodnoty jsou rovny hodnotám pravé strany v příslušném základním řešení.
- $n$  nezákladní proměnné – to jsou všechny ostatní proměnné, jejichž hodnoty jsou rovny 0 v základním řešení [2].

Kanonickému tvaru ekvivalentní soustavy rovnic odpovídá jednoznačně základní řešení této soustavy, které vznikne, když jsou základní proměnné rovny hodnotám pravé strany a nezákladní proměnné rovny 0. Pokud jsou současně všechny hodnoty pravé strany nezáporné, potom se jedná o základní řešení úlohy lineárního programování [2].

Jsou-li v úloze všechna vlastní omezení nerovnice typu „menší nebo rovno“, pak je třeba převést tuto soustavu pomocí přidaných proměnných na soustavu rovnic v kanonickém tvaru a tomu potom odpovídá výchozí základní řešení úlohy lineárního programování. To platí, jsou-li hodnoty pravých stran nezáporné. Po získání výchozího základního řešení lze přejít k testu optimality a ke zlepšování řešení. Celý výpočet je organizován v tzv. simplexové tabulce [2].

### Test optimality

V jednotlivých krocích výpočtu simplexovou metodou je třeba získat v případě maximalizace přírůstků hodnoty účelové funkce tzn.  $\Delta z(x_k) \geq 0$ , při minimalizaci naopak poklesu hodnoty účelové funkce tzn.  $\Delta z(x_k) \leq 0$ . Vzhledem k nezápornosti nové hodnoty vstupující proměnné  $t$  závisí tedy znaménko hodnoty  $\Delta z(x_k)$  pouze na hodnotě redukované ceny  $z_k$ . Mohou vzniknout tři možnosti:

- $\Delta z(x_k) > 0 \leftrightarrow z_k < 0$  – ke zvýšení hodnoty účelové funkce dojde v případě, že je redukováný cenový koeficient u vstupující proměnné záporný.
- $\Delta z(x_k) < 0 \leftrightarrow z_k > 0$  – ke snížení hodnoty účelové funkce dojde tehdy, je-li redukováný cenový koeficient u vstupující proměnné kladný.
- $\Delta z(x_k) = 0 \leftrightarrow z_k = 0 \vee t = 0$  – hodnota účelové funkce se nezmění, jestliže je redukováný cenový koeficient roven 0 nebo pokud je hodnota vstupující proměnné rovna 0 [2].



Na podkladě těchto vztahů lze již snadno odvodit test optimality. Pokud nelze nalézt v daném kroku výpočtu vstupující proměnnou, která by vedla ke zvýšení hodnoty účelové funkce při maximalizaci nebo ke snížení hodnoty účelové funkce v případě minimalizace, potom základní řešení získané v tomto kroku výpočtu je řešením optimálním [2].

Řešení je optimální, jestliže jsou při maximalizaci účelové funkce všechny redukované ceny nezáporné  $z_k \geq 0$ ,  $k \in N$ , a při minimalizaci účelové funkce všechny redukované ceny nekladné  $z_k \leq 0$ ,  $k \in N$ .  $N$  je množina indexů nezákladních proměnných [2].

### Výpočet nového základního řešení

Pokud je v nějakém kroku výpočtu porušen test optimality, znamená to, že lze získat nové základní řešení, které bude mít lepší hodnotu účelové funkce. Vlastní realizace výpočtu nového základního řešení probíhá ve třech krocích:

- Volba vstupující proměnné (je dána změnou hodnoty účelové funkce určenou vztahem  $\Delta z(x_k) = -t \cdot z_k$ , kde  $t$  je nová hodnota vstupující proměnné).
- Volba vystupující proměnné (najdeme ji tak, že vypočteme minimální podíl transformovaných hodnot pravé strany a kladných strukturních koeficientů u vstupující proměnné).
- Třetím krokem je přepočítání simplexové tabulky tak, aby se vstupující proměnná stala základní proměnnou a vystupující proměnná nezákladní proměnnou [2].

### Přepočítání simplexové tabulky

Klíčový sloupec udává v simplexové tabulce vstupující proměnná. Vystupující proměnná určuje klíčový řádek. Klíčový prvek je potom průsečíkem klíčového sloupce a klíčového řádku [2].

Přepočtem se pak rozumí realizace následujících dvou kroků:

- Transformace klíčového řádku, to znamená vydělení celého řádku klíčovým prvkem a tím vznikne na místě klíčového prvku hodnota jedna.

- Transformace  $i$ -tého řádku simplexové tabulky (včetně řádku účelové funkce). Transformovaný klíčový řádek s hodnotou jedna na místě klíčového prvku se vynásobí hodnotou  $(-a_{ik})$  resp.  $(-z_k)$  a dále připočte k  $i$ -tému řádku resp. k řádku účelové funkce [2].

## 2.5.2 Dvofázová simplexová metoda

Pokud nejsou všechny omezující podmínky v úloze lineárního programování ve tvaru nerovnic „menší nebo rovno“, pak je získání výchozího základního řešení této úlohy složitější a představuje vlastně celou I. fázi výpočtu. Teprve II. fáze výpočtu úlohy lineárního programování se zabývá optimalizací účelové funkce. Tato fáze je již zcela shodná s postupem, který byl popsán výše [2].

V takovémto případě jsou tři způsoby doplňování přídatných proměnných:

- U nerovnic typu „menší nebo rovno“ se přídatná proměnná k levé straně nerovnice přičte. Vyjadřuje rozdíl mezi pravou a levou stranou nerovnice.
- U nerovnic typu „větší nebo rovno“ se přídatná proměnná od levé strany nerovnice naopak odečte. Přídatná proměnná udává rozdíl mezi levou a pravou stranou nerovnice (levá strana by měla být větší nebo rovna pravé straně).
- Je-li omezení typu „rovno“ pak se přídatná proměnná nepřidává, jelikož přídatné proměnné mají za úkol změnit soustavu nerovnic na soustavu rovnic [2].

Po doplnění přídatných proměnných není soustava v kanonickém tvaru. Nelze přímo získat její základní řešení, proto se soustava rozšiřuje o další pomocné proměnné. Vznikne rozšířená soustava rovnic [2].

Pravidla pro doplňování pomocných proměnných pro získání soustavy rovnic v kanonickém tvaru:

- U omezení „menší nebo rovno“ se pomocná proměnná nedoplňuje, protože přičtená přídatná proměnná sama zabezpečuje získání jednotkového vektoru.

- U omezení „větší nebo rovno“ a omezení „rovno“ se pomocná proměnná přičítá k levé straně nerovnice [2].

Obsahem I. fáze výpočtu dvoufázové simplexové metody je vynulování všech pomocných proměnných rozšířené soustavy rovnic. I. fáze výpočtu je zakončena dvěma způsoby:

- Podařilo se vynulovat všechny pomocné proměnné a tím bylo získáno výchozí přípustné řešení. Pokračujeme ve výpočtu II. fáze.
- Nepodařilo se vynulovat všechny pomocné proměnné. V takovém případě neexistuje řešení vyhovující všem omezujícím podmínkám. Ve výpočtu nemá smysl dále pokračovat. Úloha nemá žádné přípustné řešení [2].

Existují dva základní způsoby, jakými lze dosáhnout vynulování pomocných proměnných:

- Minimalizací pomocné účelové funkce, tento způsob je vhodnější při ručním výpočtu úloh lineárního programování
- Způsob použití cenových koeficientů je z pravidla používán v programových systémech řešení úloh lineárního programování [2].

### **2.5.3 Zakončení výpočtu úloh lineárního programování**

Existují čtyři základní možnosti zakončení výpočtu při řešení úloh lineárního programování.

#### Jedno optimální řešení

Jedním z nejběžnějších zakončení výpočtu při řešení úloh lineárního programování je, má-li úloha jen jedno optimální řešení. Stane se tak jsou-li v simplexové tabulce všechny redukované cenové koeficienty  $z_j$  u nezákladních proměnných kladné v případě maximalizace účelové funkce a v případě minimalizace účelové funkce záporné [2].

### Alternativní optimální řešení

Druhým zakončením úlohy je alternativní optimální řešení. Úloha lineárního programování má nekonečně mnoho optimálních řešení. V takovém případě jsou všechny redukované ceny  $z_j$  vyhovující podmínkám optimality (v případě maximalizace účelové funkce  $z_j \geq 0$  a u minimalizace  $z_j \leq 0$ ), zároveň alespoň jeden koeficient  $z_j$  je roven nule u nezákladní proměnné [2].

### Bez omezené hodnoty účelové funkce

Úloha nemá omezenou hodnotu účelové funkce. Také se tento stav definuje jako optimální řešení v nekonečnu. Jedná se o případ, pokud jsou všechny koeficienty zvoleného klíčového sloupce nekladné [2].

### Žádné přípustné řešení

Úloha nemá žádné přípustné řešení tehdy, pokud je minimum pomocné účelové funkce větší než 0. Potom nelze vyloučit některé pomocné proměnné a daná úloha lineárního programování nemá přípustné řešení [2].

## **3. Metodický postup práce**

### **3.1 Cíl práce**

Cílem bakalářské práce je vypracování modelu podnikových výrobních aktivit jako nástroje využitelného pro krátkodobé plánování a jako zdroj k tvorbě strategie podniku.

### **3.2 Analytická část**

Analytická část bakalářské práce je zaměřena na studium literatury a odborných pramenů, zabývajících se problematikou plánování ve výrobním podniku, lineárního programování včetně simplexového algoritmu v projektování výroby.

### **3.3 Období šetření**

Veškeré informace byly získány a zpracovány v letech 2010 a 2011.

### **3.4 Postup práce - syntetická část**

Syntetická část bakalářské práce je zaměřena na získávání informací ohledně problematiky pěstování plodin a chovu skotu v zemědělském podniku a na následnou optimalizaci výroby pomocí simplexového algoritmu z hlediska maximalizace zisku k zadané případové studii. Dále se věnuje vytvoření simplexové matice a pomocí výpočetního programu získání informací o optimálním rozložení rozsahu produkce.

### **3.5 Technika zpracování dat**

Informace byly zpracovány pomocí běžných programů WORD, EXCEL a programu pro kvantitativní metody výroby a produkci POM-QM for Windows.

## 4. Vlastní práce

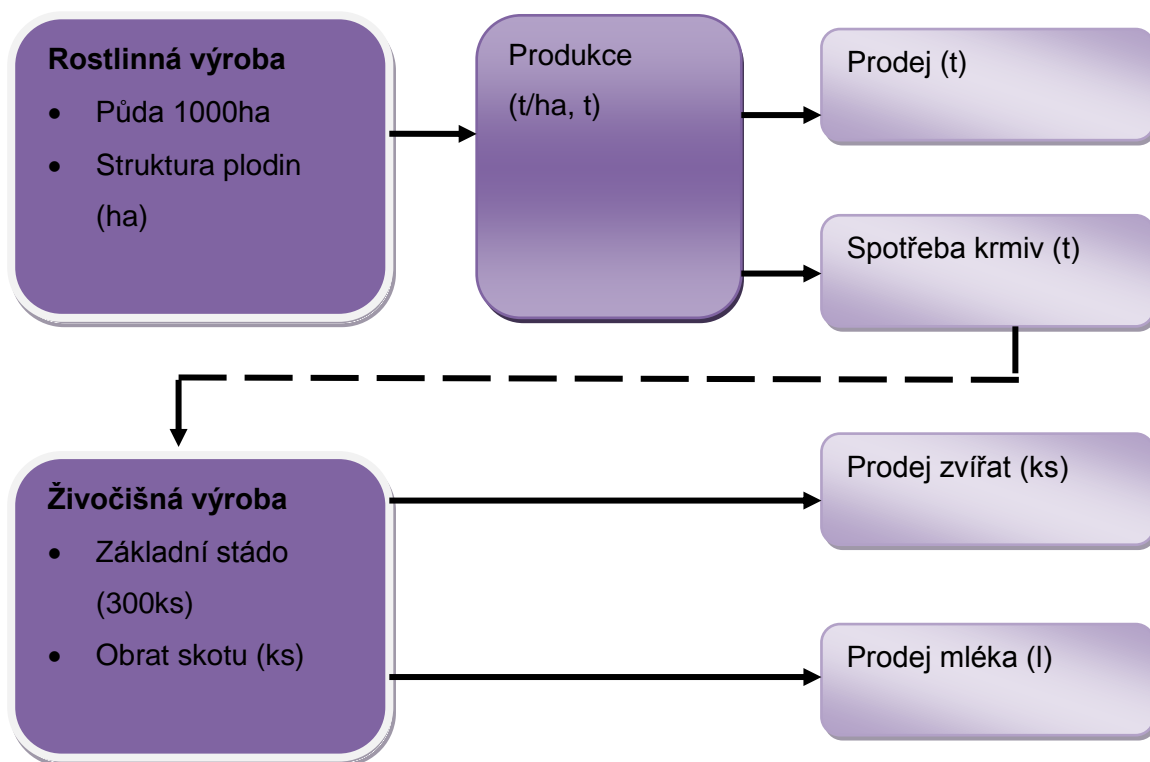
### 4.1 Simplexový algoritmus v zemědělství

Práce se zaměřuje na optimalizaci výroby pomocí lineárního programování, konkrétně simplexového algoritmu v zemědělském subjektu. Jedná se o optimalizaci rostlinné a živočišné výroby.

Jde zde o navržení optimální struktury rozdělení produkce živočišné a rostlinné výroby pomocí simplexové metody. Na následujícím schématu je zobrazen produkční plán. Produkce rostlinné výroby se diverzifikuje dvěma odlišnými směry navzájem se ovlivňujícími. Spotřeba krmiv je přímo úměrná potřebě výkrmu hospodářských zvířat. Pro tyto účely se ve velké výši dodávají krmiva jen z vlastních zdrojů. Objem prodeje rostlinné produkce je přímo závislý na objemu spotřeby plodin ve výkrmu a celkem vyprodukovanému objemu plodin. Objem prodeje je tvořen objemem celkem vyprodukovaných plodin rostlinné výroby snížených o hodnotu spotřeby krmiv ve výkrmu. Živočišnou výrubu tvoří chovná a jatečná zvířata, mléko. Počet zvířat určených pro prodej je odvozen podle reprodukčních pravidel.

V úloze je třeba brát v potaz, že zemědělský podnik je zcela závislý na aspektech, které nemůže při svém podnikání ovlivnit, tak jako ostatní podniky realizující svou činnost v jiných odvětvích. Jsou tím například přírodní jevy, počasí, doba realizace výroby, cena jednotlivých komodit.

**Obrázek 2 - Schéma zemědělské výroby**



Zdroj: vlastní zpracování

## 4.2 Popis vstupů do úlohy lineárního programování

Zemědělský subjekt se zabývá jak rostlinnou, tak živočišnou výrobou. Jedná se o úlohu lineárního programování v časovém horizontu jednoho hospodářského roku.

### 4.2.1 Rostlinná výroba

Zkoumaný zemědělský podnik (dále jen „subjekt“) má pro svou činnost k dispozici 1000 ha zemědělské půdy. Struktura pěstovaných plodin zařazených do úlohy tvoří: pšenice ozimá, ječmen ozimý, řepka olejka, ječmen jarní, kukuřice silážní, jetel luční.

Pro jednotlivé faktory zařazené do úlohy lineárního programování jsou zadávány omezující podmínky, které vyplývají z biologických, přírodních a ekonomických



zákonitostí. V rozpětí vymezených podmínek je potom hledáno optimální řešení. V této úloze lineárního programování se jedná o následující fakta:

- pěstování obilovin ozimých maximálně 50 % výměry;
- řepka olejka maximálně 12,5 % výměry;
- každoročně řepku olejku vysévat po předplodině ječmenu ozimém;
- jetel luční se nevysévá samostatně ale jako podsev do ječmene jarního;
- výměra luk není vymezena, bude nastavena podle výroby sena, nezbytného pro krmení hospodářských zvířat;
- všechna disponibilní zemědělská půda musí být využita.

**Tabulka 1 - Výnosy**

Plodiny	Výnos (t/ha)
Pšenice ozimá	5,5
Ječmen ozimý	5
Řepka olejka	3,3
Ječmen jarní	5
Ječmen jarní s podsevem	3
Kukuřice na siláž	33
Jetel luční (zelená hmota)	35
Louky (sena)	6

Zdroj: vlastní zpracování

V tabulce 1 – Výnosy je k jednotlivým plodinám udána produkce rostlin na výměru jednoho hektaru, a produkce sena z jednoho hektaru luk. Produkce ječmene jarního s podsevem je nižší z důvodu vysetí ječmene pouze jako krycí plodiny pro jetel, který byl zaset jako podsev.

**Tabulka 2 – Průměrné ceny rostlinných výrobků**

Plodiny	Průměrné realizační tržby (Kč/t)
Pšenice ozimá	5776
Ječmen ozimý	4523
Řepka olejka	13068
Ječmen jarní	4901
Ječmen jarní s podsevem	4901

Zdroj: [www.agroweb.cz](http://www.agroweb.cz)

Tržby komodit rostlinné výroby jsou zobrazeny v cenách z jedné tuny produkce plodin, které jsou určeny pro prodej na trhu (viz tabulka 2). Obiloviny ozimé jsou určeny jak

k přímé spotřebě, tak i k samotnému prodeji. Kukuřice silážní, jetel luční a seno jsou určeny výhradně pro vlastní spotřebu (k výkrmu skotu). Naopak řepka olejka a ječmen jarní se nespotřebovávají.

## 4. 2. 2. Živočišná výroba

Živočišnou výrobu tvoří chov skotu. Základní stádo je tvořeno 300 ks krav s tržní produkcí mléka a další kategorie, tj. telata, jalovice a býci ve výkrmu. V chovu skotu je realizován uzavřený obrat stáda. Počet telat v každém roce je roven množství krav v základním stádu poníženy o úhyn telat. Úhyn telat se podle českého statistického úřadu pohybuje okolo 8 % (tzn. 280 ks telat). Skutečný stav telat ve stáji se počítá podle měsíců strávených v dané kategorii (6 měsíců) přepočtených na jeden rok, jelikož úloha se pohybuje v rozmezí 12 měsíců hospodářského roku. Celkový počet narozených a odchovaných telat se vydělí počtem měsíců v roce a vynásobí počtem měsíců v kategorii. Výsledkem je 140 telat skutečného stavu ve stáji. Po 6 měsících přejdou do kategorie jalovic (popř. býků), v této kategorii jsou 1,5 roku. Pro zjednodušení výpočtu se předpokládá, že se narodil stejný počet jaloviček a býčků, v poměru 1:1. Jejich skutečný stav se počítá obdobně jako u telat, a to podílem celkového stavu 140 ks a 12 měsíci v roce a následným vynásobením 18 měsíci připadajících jalovicím a býkům ( $140/12 \cdot 18 = 210$ ). Skutečný stav skotu ve stáji je 860 kusů. Skutečný stav se počítá z důvodů potřeby plodin pro výkrm.

**Tabulka 3 – Živočišná výroba**

Skot	Měsíce v kategorii	Skutečný stav (ks)
Telata	0-6	140
Jalovice	7-24	210
Býci	7-24	210
Krávy	24 a starší	300
<b>Celkem</b>		<b>860</b>

Zdroj: vlastní zpracování

Každoročně je 25 % kusů ze základního stáda krav nahrazeno krávami novými z produkce předešlého roku. Tyto krávy (odpovídá 25 % z 300hlavého stáda dojnic) jsou prodány. Zbytek jalovic připadajících na jeden hospodářský rok je prodán (tzn. zbytek ze 140 ks). Jalovice do prodeje jsou rozděleny takto: 80 % do chovu

(prodej externím chovatelům) a 20 % na jatka. Rovněž plný počet ze stáda býků připadající danému roku je prodán na jatka (tzn. 140 ks).

**Tabulka 4 – Tržby komodit živočišné výroby**

Skot	Průměrná živá hmotnost zvířat (Kg)	Tržby (Kč/kg)	Celkové tržby produktu (Kč)
<b>Jalovice</b>			
1) kvalita	456	66	30096
2) jatka	456	44	20064
<b>Býk</b>	560	43	24080
<b>Krávy<sup>1</sup></b>	514	23,5	12079

Zdroj: Český statistický úřad, [www.agroweb.cz](http://www.agroweb.cz)

Jak vyplývá z tabulky 4 – Tržby komodit živočišné výroby pro řešení úloh lineárního programování je nezbytné znát tržby z prodeje jednotlivých hospodářských zvířat. Tržby produktu jsou stanoveny poměrem korun za kilogram živé hmotnosti. Celkové tržby produktu vychází jako součin průměrné hmotnosti skotu a cenou za kilogram živé hmotnosti.

Dále je třeba znát tržby z produkce mléka z jedné krávy ze základního stáda. Dle statistického úřadu je průměrná roční dojivost jedné krávy 6869 l. Cena mléka se pohybuje v průměru okolo 8,08 Kč/l dle [www.agroweb.cz](http://www.agroweb.cz). Celkové tržby plynoucí z produkce mléka jedné krávy činí 55 501 Kč.

V následující tabulce 5 – Spotřeba krmiv hospodářských zvířat je uvedena minimální potřeba jednotlivých plodin pro výkrm uvedených hospodářských zvířat v kategorii na jeden rok, což je další omezující podmínka optimalizace výroby. Celková spotřeba krmiv stáda podle skutečných stavů hospodářských zvířat udává minimální potřebu plodin určených ke spotřebě skotu.

<sup>1</sup> prodej staré krávy na jatka

**Tabulka 5 - Spotřeba krmiv hospodářských zvířat**

Ukazatel	Telata (t/ks/rok)	Jalovice (t/ks/rok)	Býci (t/ks/rok)	Krávy (t/ks/rok)
Ječmen ozimý	0,274	0,365	0,639	0,73
Pšenice ozimá	0,438	0,639	0,912	1,278
Kukuřice silážní	0	0,639	1,186	1,278
Seno	0,821	0,821	1,46	2,555
Jetel luční	0	0,365	0,785	0,912

Zdroj: Ivo Vyskočil

### 4.2.3 Náklady zemědělské výroby

Zisk v účetnictví je daný výnosy ponížených o náklady subjektu, pro tyto účely je třeba znát celkové náklady jednotlivých komodit, které jsou popsány níže. Celkové náklady jsou tvořeny součtem přímých a nepřímých nákladů.

V rostlinné výrobě přímé náklady zahrnují náklady na osiva, sadbu, hnojiva, prostředky pro ochranu rostlin, přímé mzdové náklady a ostatní přímé náklady. Nepřímé stanoví režijní mzdové náklady, odpisy, náklady na pomocné činnosti, výrobní a správní režie. Posledním a nejdůležitějším sloupečkem v tabulce 6 – Nákladovost plodin je uvedena hodnota rozpočtených nákladů na jednotlivé plodiny za jednu tunu výrobku, která se promítne v účelové funkci. Náklady na plodiny, které jsou spotřebovány pro výkrm skotu, jsou dále zachyceny v účelové funkci jako vnitropodnikové náklady, které nejsou připočteny k celkovým nákladům na krmiva hospodářských zvířat.

**Tabulka 6 - Nákladovost plodin**

Plodiny	Celkové náklady (Kč/ha)	Náklady na produkci (Kč/t)
Pšenice ozimá	20127	3660
Ječmen ozimý	17358	3472
Řepka	23873	7234
Ječmen jarní	16896	3379
Ječmen jarní s podsevem	18230	6077
Kukuřice na siláž	22413	679
Louky	13018	2170

Zdroj: Ústav zemědělské ekonomiky a informací, vlastní zpracování

Přímé náklady v živočišné výrobě tvoří krmivo, léčiva a desinfekční prostředky, mzdové a osobní náklady, ostatní přímé náklady a služby. Nepřímé zahrnují režijní mzdové

náklady, odpisy, náklady pomocných činností, výrobní a správní režie. Náklady jsou přepočteny na rok podle stanovených nákladů na 100 krmných dní dle Ústavu zemědělské ekonomiky a informací. Součtem jsou dané náklady na odchov jedince na celý rok ve stádě podle tabulky 7 – Nákladovost hospodářských zvířat. Dále jsou v tabulce zobrazeny celkové náklady ponížené o vlastní náklady zahrnující spotřebu krmiv z vlastních zdrojů. Tyto krmiva představují plodiny vypěstované ve vlastní režii subjektu.

**Tabulka 7 - Nákladovost hospodářských zvířat**

Skot	Celkové náklady (Kč/ks/rok)	Celkové náklady – náklady na krmiva
Telata	20644	15070
Jalovice	19278	10796
Výkrm býků	19363	9294
Krávy	62 999	38 689

Zdroj: Ústav zemědělské ekonomiky a informací

### 4.3 Zpracování dat

Pomocí programu pro kvantitativní metody výroby a produkce POM – QM pro operační systém Windows byla zpracována data charakterizující rostlinnou a živočišnou výrobu do simplexové matice, která je níže zobrazena a rozdělena do dvou provedení navzájem na sebe navazujících, a to tabulka 8 – Rostlinná výroba v simplexové tabulce a tabulka 9 – Živočišná výroba v simplexové tabulce.

Tabulka 8 je horní pravou částí simplexové matice. Ve sloupcích jsou uvedena proměnná  $x$  (tedy čísla  $x_1 - x_{26}$ ), pro která jsou stanovena omezení v řádcích (čísla 37 – 57). Proměnná  $x$  jsou v dalším kroku dílčími výsledky simplexové tabulky. Konstanty  $x_1 - x_8$  udávají potřebu jednotlivých plodin v hektarech z celkové výměry. Proměnné  $x_9 - x_{16}$  jsou výsledky celkové produkce v tunách, jsou tedy součinem hektarů vyměřené půdy pro jednotlivé plodiny a hektarovým výnosem. V následujících sloupcích ( $x_{17} - x_{26}$ ) je rozdělení produkce na prodej a spotřebu pro krmení skotu podle omezení, která byla řečena výše. Součtem spotřeby a prodeje pro jednotlivé plodiny je celková produkce daných rostlin subjektu.

Tabulka je dále rozdělena na řádky, které zobrazují jednotlivá omezení rostlinné výroby. První řádek tabulky s číslem 37 udává kapacitní omezení výměry zemědělské, a to 1000 ha. Následující řádek vystihuje maximální 50% počet hektarů ozimých obilovin z celkové výměry. Jetel luční, který se vysévá jako podsev do ječmene jarního, je uveden v řádku s číslem 39. Dále je zachycena rozloha výsevu řepky olejky, a to v maximální výši 12,5 % z celkové výměry. Řádky 42 – 49 vystihují součin hektarů a hektarového výnosu pro jednotlivé plodiny. Konkrétně pro pšenici ozimou to je součin proměnné  $x_1$  s hektarovým výnosem 5,5 t/ha a pro kukuřici silážní součin  $x_5$  s hektarovým výnosem 33 t/ha. Řádky 50 – 57 udávají, zda se budou plodiny prodávat nebo zda se budou spotřebovávat pro výkrm hospodářských zvířat. Jednotlivé řádky 50 a 51 plodin pšenice ozimé a ječmene ozimého představují rovnost celkové produkce a součtu prodeje a spotřeby těchto plodin pro hospodářská zvířata. V rovnici pro pšenici ozimou to pak vypadá následovně:

$$x_9 - x_{17} - x_{22} = 0$$

Řádky 52, 55, 56 zobrazují prodej řepky olejky, ječmene jarního a ječmene jarního vysévaného s podsevem jetele lučního. Prodávát se bude však jen ječmen jarní, jelikož jetel luční je omezen pouze pro spotřebu hospodářskými zvířaty. Spotřebu celkové produkce jetele lučního a sena zachycuje řádek 53 a 57. Údaje o produkci, spotřebě a prodeji jsou uvedeny v tunách. Souhrnně vyjmenovaná jednotlivá omezení a proměnné uvádí příloha 1 a 2.

Omezující podmínky, s tím související vektor pravých stran, jsou zobrazeny v pravé části tabulky. Jsou zde podmínky typu „rovno“ a „menší nebo rovno“, jelikož rovnice typu „větší nebo rovno“ byly převedeny vynásobením mínus jedné. Číslo 1000 udává maximální rozlohu orné půdy a luk, kterou má subjekt k dispozici. Údaje 500 v druhém řádku a 125 v řádku čtvrtém jsou omezení maximálního možného počtu hektarů pro obiloviny ozimé a řepky olejky.

Tabulka 8 - Rostlinná výroba v simplexové tabulce

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
37	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																	= 1000
38	1	1																									< 500
39				1			-1																				= 0
40			1																								< 125
41		-1	1																								< 0
42	-5,5							1																			< 0
43		-5							1																		< 0
44			-3,3							1																	< 0
45				-35							1																< 0
46					-33							1															< 0
47						-5							1														< 0
48							-3							1													= 0
49								-6							1												< 0
50									1								-1										= 0
51										1								-1									= 0
52											1																= 0
53												1															= 0
54													1														= 0
55														1													= 0
56															1												= 0
57																1											= 0
																		-3660	-3472	-679	-2170	2116	1051	5834	1522	-1176	Max

Zdroj: vlastní zpracování

Účelová funkce (tabulka 8 – Rostlinná výroba v simplexové tabulce) udává hodnotu jednotlivých proměnných, tj. zisk. Účelová nebo také kriteriální funkce je uvedena v posledním řádku simplexové tabulky pro rostlinnou výrobu. Jsou zde uvedeny průměrné realizační tržby komodit plodin, které jsou určeny k prodeji, ponížené o náklady na jednotku produkce těchto plodin. Dále jsou zde uvedené náklady spojené s výsevem a spotřebou plodin, které se nebudou prodávat, ale spotřebovávat pro výkrm hospodářských zvířat. Částky jsou záporné. Tyto náklady nejsou součástí nákladů realizovaných a uváděných v živočišné výrobě.

**Tabulka 9 - Živočišná výroba v simplexové tabulce**

	17	18	19	20	21	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
58						1										= 300
59						-0,25	1									= 0
60						-0,47		1								= 0
61						-0,7			1							= 0
62						-0,7				1						= 0
63									-0,36		1					≤ 0
64									-0,31			1				≤ 0
65												-0,8	1			≤ 0
66												-0,2		1		≤ 0
67										-0,67					1	≤ 0
68	-1					0,73		0,274	0,365	0,639						= 0
69	-1					1,278		0,438	0,639	0,912						= 0
70		-1				1,278			0,639	1,186						= 0
71			-1			2,555		0,821	0,821	1,46						= 0
72		-1				0,912			0,365	0,785						= 0
						16665	12079	-15070	-10796	-9294			30096	20064	24080	<b>Max</b>

Zdroj: vlastní zpracování

V tabulce 9 – Živočišná výroba v simplexové tabulce je zobrazena soustava rovnic a nerovnic simplexového algoritmu pro živočišnou výrobu daného subjektu přímo navazující na simplexovou tabulku rostlinné výroby. Vzhledem k celkové matici simplexového algoritmu je umístěna vlevo dole.

Sloupce jsou rozděleny na proměnné x a řádky na omezující podmínky. Prvních 5 sloupců je převzato z tabulky 8 – Rostlinná výroba v simplexové tabulce, na kterou



navazují. Jedná se o proměnné představující spotřebu plodin pro hospodářská zvířata. Měrnou jednotkou těchto proměnných jsou tuny. Sloupec 27 udává počet kusů dojnic v základním stádu. Následuje proměnná  $x_{28}$ , která představuje počet krav ze základního stáda, které se prodají vzhledem k nutnosti obnovy a omlazení základního stáda (brakace). Přírůstek telat určuje proměnná  $x_{29}$ . Skutečný stav jalovic a býků je stanoven v sloupci 30 a 31. Následující proměnné  $x_{32} - x_{35}$  obsahují informace ohledně skutečnosti, zda mladé jalovice přijdou do základního stáda nebo zda se prodají. Prodej může být buď na jatka, nebo tzv. na chov, což značí prodej ostatním chovatelům. Sloupec 36 zobrazuje počet býků určených k prodeji.

Řádky, které představují omezující proměnné živočišné výroby, začínají číslem 58 a končí rovnicí s číslem 72. Omezení udávající skutečné stavy dojnic, telat, jalovic a býků v celkovém stádu jsou zobrazeny pod řádky čísel 58, 60, 61, 62. Obnovení čtvrtiny stáda jalovicemi je dáno rovnicemi na řádcích 59 a 63. Počet jalovic určených k prodeji je zachycen na řádku 64. Následující dva řádky udávají způsob, jakým budou jalovice prodány a poměr těchto prodejů, tedy 80 % na chov a 20 % na jatka. Omezení na řádku 67 zachycuje skutečnost, že celkový počet vykrmených býků za hospodářský rok půjde na prodej. Poslední omezující řádky v simplexové tabulce fixují minimální objem produkce plodin, které jsou třeba pro výkrm hospodářských zvířat. Rovnice potřeby pšenice ozimé pro výkrm skotu na řádku 68 je znázorněním následující rovnice:

$$-x_{18} + 0,73x_{27} + 0,274x_{29} + 0,365x_{30} + 0,639x_{31} = 0$$

Konstanty před proměnnými  $x$  udávají spotřebu pšenice pro jednotlivá zvířata v kategoriích v tunách na celý rok podle tabulky 5 – Spotřeba krmiv hospodářských zvířat. Všechny proměnné a omezení týkající se hospodářských zvířat jsou v měrných jednotkách představující jeden kus skotu.

Omezující podmínky a omezení vektoru pravých stran je v simplexové tabulce hospodářských zvířat zobrazen stejným způsobem jako u simplexové tabulky rostlinné výroby. Objevují se zde omezení „rovno“ a „menší nebo rovno“. Jediné hodnotové

omezení je rovnice řádku 58 a to v počtu 300 kusů výchozího základního stáda dojníc, od kterého se odvíjí celý chov a prodej skotu podle reprodukčních podmínek.

Účelová funkce je umístěna ve spodní části tabulky 9 – Živočišná výroba v simplexové tabulce obdobně jako u rostlinné výroby. Kladné hodnoty zde uvedené jsou ceny komodit živočišné výroby živé hmotnosti, realizované při prodeji skotu. Záporné hodnoty jsou náklady spojené s výkrmem a přírůstkem skotu dle jednotlivých kategorií. Dále tržby z prodeje mléka za rok jednoho kusu krávy ponížené o náklady spojené s produkcí mléka a výkrmem krávy na hospodářský rok. Níže je vidět celá účelová funkce jak rostlinné, tak živočišné výroby:

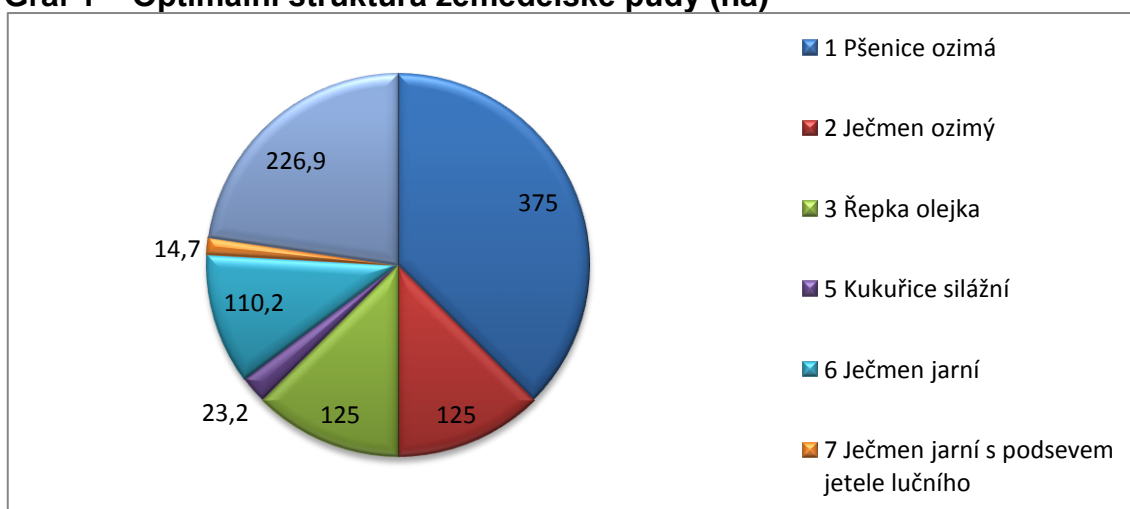
$$\begin{aligned} & -3660x_{17} - 3472x_{18} - 679x_{20} - 2170x_{21} + 2116x_{22} + 1051x_{23} + 5834x_{24} + 1522x_{25} \\ & -1176x_{26} + 16665x_{27} + 12079x_{28} - 15070x_{29} - 10796x_{30} - 9294x_{31} + 30096x_{34} \\ & + 200064x_{35} + 24080x_{36} \gg \max \end{aligned}$$

## 5. Výsledky a diskuze

Pomocí matice, která byla popsána výše, v podobě dvou tabulek zadaných do počítačového programu POM-QM for Windows, byly generovány hodnoty, jež stanoví za vytyčených podmínek a skutečností maximalizaci zisku subjektu. Při optimalizaci výroby za dané účelové funkce vyšel zisk subjektu za hospodářský rok ve výši 2 990 631 Kč. Všechny uvedené proměnné jsou proměnnými bazickými, což znamená, že nevystupují ze základního řešení a subjekt bude vysévat všechny plodiny a také chovat skot.

Všechny výsledky jednotlivých proměnných jsou rovny hodnotám podle tabulky 10 - Výstup simplexového algoritmu 1 ve druhém sloupečku. Z prvních osmi řádků je patrné, jaké je rozložení hektarů plodin na celkové výměře 1000 ha zemědělské půdy. Jetel luční a ječmen jarní s podsevem jsou vysety na 14,7 ha. Nejvíce se bude pěstovat pšenice ozimá, která je určena pro prodej i pro spotřebu hospodářských zvířat, a to na 375 ha. Ječmen ozimý se bude vysévat na 125 ha stejně jako řepka olejka. Výsev kukuřice silážní postačí jen na 23,2 ha vzhledem ke spotřebě a nulovému prodeji. Další plodinou je ječmen jarní vysévaný samostatně, který zabírá plochu 110,2 ha. Poslední produkt rostlinné výroby je seno z luk zajímavějších 226,9 ha z celkové výměry. Jednotlivé rozložení plodin na celkové výměře je vidět níže v grafu 1 – Struktura zemědělské půdy.

**Graf 1 – Optimální struktura zemědělské půdy (ha)**

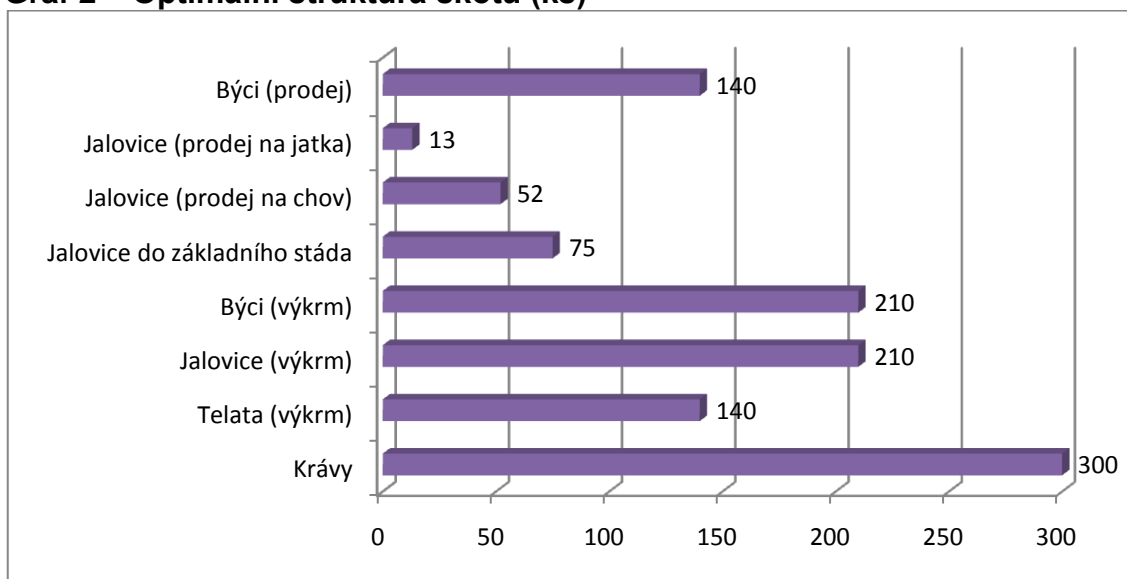


Zdroj: vlastní zpracování

V dalších osmi řádcích (9 – 16), tabulky 10 – Výstup simplexového algoritmu 1, je zobrazena výše objemu produkce jednotlivých plodin, která je součtem spotřeby a prodeje stanovených hodnotami v řádcích 17 – 26. Celková produkce 2062,5 t pšenice (řádek 9) je tedy součtem 1291,6 t určených k prodeji (řádek 22) a 770,9 t pšenice pro výkrm (řádek 17). Subjekt vyprodukuje za hospodářský rok celkem 6238,2 t všech plodin.

Optimální struktura hospodářských zvířat odpovídá skutečným stavům skotu, pro které se počítala spotřeba plodin (a to 300 kusů krav, 140 kusů telat, a po 210 kusech jalovic a býků). Disponibilní počet jalovic a býků pro daný hospodářský rok je ve výši 140 ks jalovic a 140 ks býků. Obměna stávajícího základního stáda proběhne ve výši 75 kusů krav (75 kusů krav prodáme a 75 jalovic obnoví základní stádo). Zbytek jalovic (65 kusů) se prodá v poměru 52 kusů na chov a 13 kusů na jatka. Celkový počet býků se prodá také na jatka. Shrnutí struktury hospodářských zvířat je vidět níže v grafu 2 – Optimální struktura skotu.

**Graf 2 – Optimální struktura skotu (ks)**



Zdroj: vlastní zpracování

Obecně lze říci, že redukované náklady značí, o kolik se zhorší účelová funkce, vstoupí-li nebazická proměnná do báze. V tomto případě jsou redukované náklady rovny nule, jelikož jsou proměnné této úlohy jen bazické. Vektor redukovaných nákladů je nulový, to znamená, že subjekt vyrábí všechny produkty a není třeba zvyšovat jejich produkci, aby se jejich výroba vyplatila. Redukované náklady jsou stanovené podle níže uvedené tabulky 10 – Výstup simplexového algoritmu 1 ve třetím sloupečku jim určeným.

Dalšími ukazateli v tabulce jsou cenový koeficient a interval stability řešení. Cenový koeficient může růst a klesat, vzhledem k běžnému chování trhu. U jednotlivých produktů je cenový koeficient vyjádřen výší zisku (popř. ztráty), který jednotlivé komodity přináší. Tyto hodnoty se mohou pohybovat v intervalu stability. Ten udává, v jakém rozmezí se může cenový koeficient pohybovat, aby bylo řešení úlohy stále optimální. Vektor cenového koeficientu je interpretací účelové funkce úlohy. Pšenice ozimá určená ke spotřebě hospodářských zvířat vykazuje pomocí vnitropodnikových nákladů ztrátu ve výši 3 660 Kč/t. Naopak pšenice ozimá určená k prodeji přináší 2 116 Kč/t zisku. Zvednou-li se tržby této komodity o 100 Kč, zisk se zvýší, ale stále se bude pohybovat v intervalu stability (jehož dolní hranice je 1383,6 Kč a horní ve výši 3072,2 Kč), to znamená, že úloha bude stále optimální v dané struktuře báze.

**Tabulka 10 – Výstup simplexového algoritmu 1**

Proměnné	Hodnota	Redukované náklady	Cenový koeficient	Spodní hranice	Horní hranice
1 Pšenice ozimá (ha)	375	0	0	-4028	5259,2
2 Ječmen ozimý (ha)	125	0	0	-5259,2	6383
3 Řepka olejka (ha)	125	0	0	-5259,2	∞
4 Jetel luční (ha)	14,7	0	0	-∞	11138
5 Kukuřice silážní (ha)	23,2	0	0	-∞	7610
6 Ječmen jarní (ha)	110,2	0	0	-7610	4028
7 Ječmen jarní s podsevem (ha)	14,7	0	0	-∞	11138
8 Louky (ha)	226,9	0	0	-∞	∞
9 Produkce pšenice ozimé (t)	2062,5	0	0	-732,4	956,2
10 Produkce Ječmene ozimého (t)	625	0	0	-1051	1276,6
11 Produkce řepky olejky (t)	412,5	0	0	-1593,7	∞
12 Produkce jetele lučního (t)	515,1	0	0	-∞	∞
13 Produkce kukuřice silážní (t)	766,7	0	0	-∞	∞
14 Produkce ječmene jarního (t)	550,9	0	0	-1522	805,6
15 Produkce ječmene jarního s podsevem (t)	44,2	0	0	-∞	3712,7
16 Produkce sena (t)	1261,3	0	0	-∞	∞
17 Spotřeba pšenice ozimé (t)	770,9	0	-3660	-∞	∞
18 Spotřeba ječmene ozimého (t)	468,5	0	-3472	-∞	∞
19 Spotřeba jetele lučního (t)	515,1	0	0	-∞	∞
20 Spotřeba kukuřice silážní (t)	766,7	0	-679	-∞	∞
21 Spotřeba sena (t)	1361,3	0	-2170	-∞	∞
22 Prodej pšenice ozimé (t)	1291,6	0	2116	1383,6	3072,2
23 Prodej ječmene ozimého (t)	156,5	0	1051	0	2327,6
24 Prodej řepky olejky (t)	412,5	0	5834	4240,3	∞
25 Prodej ječmene jarního (t)	550,9	0	1522	0	2328,2
26 Prodej ječmene jarního vysévaného s jetelem lučním (t)	44,2	0	-1176	-∞	2536,3
27 Krávy (ks)	300	0	16812	-∞	∞
28 Brakace	75	0	12079	-∞	∞
29 Telata (ks)	140	0	-15070	-∞	∞
30 Jalovice 7-24 měsíců	210	0	-10796	-∞	∞
31 Býci 7-24 měsíců	210	0	-9294	-∞	∞
32 Jalovice do základního stáda (ks)	75	0	0	-∞	∞
33 Jalovice prodej (ks)	65	0	0	-∞	∞
34 Jalovice prodej na kvalitu (ks)	52	0	30096	-∞	∞
35 Jalovice prodej na jatka (ks)	13	0	20064	-∞	∞
36 Býci prodej (ks)	140	0	24080	-∞	∞

Zdroj: vlastní zpracování

Podle tabulky 11 – Výstup simplexového algoritmu 2, zobrazené níže, je vidět, že nevznikla žádná rezerva (třetí sloupec). To znamená, že ani jeden z produktů nezbyvá k další spotřebě případně jinému využití. Vše se prodá nebo spotřebuje.

Duální nebo také stínová cena ukazuje, o kolik se zvýší hodnota účelové funkce, jestliže se bazická proměnná zvýší o jednotku. Výsledkem je, jestliže se celková výměra zvýší o jeden hektar, celkový zisk se zvýší o 7 610 Kč. Jestliže se zvýší produkce pšenice ozimé o jednu tunu, zisk stoupne o 2 116 Kč. Zisk klesne o 1 176 Kč, jestliže stoupne výroba ječmene jarního s podsevem (jetele lučního) o jednotku. Obdobně znějí stínové ceny u hospodářských zvířat.

Ve čtvrtém sloupečku s názvem Hodnota v tabulce 11 – Výstup simplexového algoritmu 2 jsou uvedeny omezující podmínky. Tyto podmínky stanoví vektor pravých stran ze simplexové matice, zapsaný po znaménkách omezujících podmínek. Jedná se tedy o hodnotové omezení úlohy lineárního programování. Mění-li se omezení pravých stran, pak nejčastěji tehdy mají-li nějakou reálnou hodnotu.

Poslední dva sloupečky v tabulce vyjadřují interval stability řešení, ve kterém se lze pohybovat v rámci produkce nahoru a dolů. Horní hranice ukládá, kolik je možné vyprodukovat plodin, popřípadě dokoupit zemědělskou půdu a hospodářská zvířata, aby se zvyšoval zisk. Dolní hranice udává, s jakou minimální produkcí se výroba stále vyplatí a o kolik se může produkce snižovat, aby platila původní optimální struktura řešení. Změna je vázaná na stínovou cenu.

**Tabulka 11 – Výstup simplexového algoritmu 2**

Omezení	Duální cena	Rezerva	Hodnota	Spodní hranice	Horní hranice
37 Celková výměra (ha)	7610	0	1000	889,8	∞
38 Obiloviny ozimé (ha)	4028	0	500	265,2	610,2
39 Jetel luční X ječmen jarní (ha)	11138	0	0	-110,2	14,7
40 Řepka olejka (ha)	5259,2	0	125	93,7	235,2
41 Řepka olejka X Ječmen ozimý (ha)	6383	0	0	-234,8	31,3
42 Produkce pšenice ozimé (t)	2116	0	0	-1291,6	∞
43 Produkce Ječmene ozimého (t)	1051	0	0	-156,5	∞
44 Produkce řepky olejky (t)	5834	0	0	-412,5	∞
45 Produkce jetele lučního (t)	318,2	0	0	-3856	515
46 Produkce kukuřice silážní (t)	230,6	0	0	-3635,7	766,7
47 Produkce ječmene jarního (t)	1522	0	0	-550,9	∞
48 Produkce ječmene jarního s podsevem (t)	-1176	0	0	-44,2	∞
49 Produkce sena (t)	1268,3	0	0	-661	1361,3
50 Spotřeba a prodej pšenice ozimé (t)	-2116	0	0	-∞	1291,6
51 Spotřeba a prodej ječmene ozimého (t)	-1051	0	0	-∞	156,5
52 Prodej řepky olejky (t)	-5834	0	0	-∞	412,5
53 Spotřeba jetele lučního (t)	-318,2	0	0	-515	3856
54 Spotřeba kukuřice silážní (t)	-230,6	0	0	-766,7	3635,7
55 Prodej ječmene jarního (t)	-1522	0	0	-∞	550,9
56 Prodej ječmene jarního s podsevem (t)	1176	0	0	-∞	44,2
57 Spotřeba sena z luk (t)	-1268,3	0	0	-1361,3	661
58 Základní stádo skotu (t)	-24302,6	0	300	0	400,2
59 Brakace	12079	0	0	-75	∞
60 Telata (ks)	-21662	0	0	-140	571,3
61 Jalovice skutečný stav (ks)	-10950,3	0	0	-210	428,8
62 Býci skutečný stav (ks)	-7666,9	0	0	-210	245
63 Jalovice do základního stáda (ks)	0	0	0	-75	∞
64 Jalovice prodej (ks)	28089,6	0	0	-65	∞
65 Jalovice prodej na kvalitu (ks)	30096	0	0	-52	∞
66 Jalovice prodej na jatka (ks)	20064	0	0	-13	∞
67 Býci prodej (ks)	24080	0	0	-140	∞
68 Ječmen ozimý na krmení (t)	4523	0	0	-156,5	468,5
69 Pšenice ozimá na krmení (t)	5776	0	0	-1291,6	770,9
70 Kukuřice silážní na krmení (t)	909,6	0	0	-3635,7	766,7
71 Seno na krmení (t)	3438,3	0	0	-661	1361,3
72 Jetel na krmení (t)	318,2	0	0	-3856	515

Zdroj: vlastní zpracování



## 5.1 Zhodnocení výsledků

Prvním, to jest základním výstupem, je uspořádání faktorů podle jejich výhodnosti. Simplexová metoda udává strukturu plodin a skotu podle výhodnosti výroby jednotlivých komodit pomocí účelové funkce.

Na základě výstupů simplexového algoritmu byli zjištěny tyto základní skutečnosti:

- Disponibilní výměra zemědělské půdy byla beze zbytku využita. Neomezeným zvýšením celkové výměry a zvýšením základního stáda krav na 400 ks zvýšíme i celkový zisk v rozsahu dané báze.
- Výhodnost pěstovaných plodin je v sestupném trendu takto: řepka olejka, pšenice ozimá, ječmen jarní a ječmen ozimý. Nejméně výhodný je pak ječmen jarní s podsevem, který by se nepěstoval, nebylo by potřeba jetele jarního, jak je uvedeno v omezeních úlohy. Jetel luční však nesmí přesáhnout 14,7 ha výsevu.
- Nejvýhodnější plodinou je řepka olejka, která se nemůže pěstovat na větší ploše díky agroekologickým hlediskům. Zisk na tunu produkce řepky je nejvyšší vzhledem k ostatním plodinám a to 5833,7 Kč/t. Výsev řepky olejky nesmí klesnout pod 93,7 ha pro zachování dané struktury báze a optimalizace zisku.
- Výhodné by bylo vzhledem ke zvyšování zisku pěstovat ozimých obilovin o 110,2 ha více, zejména pak pšenici ozimou (vzhledem k možnosti zvýšení výměry zemědělské půdy).
- Plodiny, které jdou do spotřeby pro výkrm hospodářských zvířat, jsou na horní hranici intervalu. Další navýšení by bylo proti zásadám správné zemědělské praxe. To znamená, že větší plocha těchto plodin by vedla ke snížení zisku včetně změny struktury pěstovaných plodin.
- Tržní produkce mléka a prodej chovných jalovic přináší nejvyšší zisky živočišné výroby.

Finanční výnosy jsou tvořeny tržbami za prodanou zemědělskou produkci a finančními podporami (dotace SPAS, LFA aj.). Dotace lze využít v oblastech, v nichž je vykazována ztráta, přestože jsou určeny k jinému účelu. Tím má subjekt možnost realizovat i ztrátové položky výroby.

## 6. Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo zajistit optimální strukturu podnikových aktivit subjektu pomocí simplexového algoritmu lineárního programování jako nástroje krátkodobého plánování.

Pomocí zemědělské a rostlinné výroby bylo popsáno fungování a využití simplexové metody. Pro zajištění optimální výroby byla implementována jednotlivá omezení zemědělské výroby do simplexové matice s vektorem pravých stran a tím bylo získáno základní řešení s účelem maximalizace zisku subjektu při daných biologických, přírodních a ekonomických podmínkách a omezeních.

Výstupem je báze, kterou se rozumí struktura produkce plodin a hospodářských zvířat, která udává přesné informace k tvorbě strategie podniku a následné realizace výroby. Bázi tvoří všechny komodity živočišné i rostlinné výroby. Možnosti rostlinné výroby jsou přímo závislé na počtu hospodářských zvířat jednotlivých kategorií ve stádě a spotřebě plodin pro výkrm. Nejdůležitější položkou rostlinné výroby je řepka olejka, která přináší nejvyšší zisky na jednotku. V živočišné výrobě je nejdůležitější tržní komoditou mléko a chovné jalovice. Zemědělský podnik musí brát v potaz vliv počasí a přírodních jevů na produkci plodin. Subjekt vzhledem k výstupu simplexového algoritmu může realizovat vyšší zisky rozšířením svých aktiv.

Hlavní výhodou simplexového algoritmu je přehlednost, rychlá interpretace výsledků úlohy a jeho široké využití v praxi.

## **7. Summary**

### **7.1 Anotace**

Cílem této bakalářské práce bylo zajistit optimální strukturu produktů rostlinné a živočišné výroby pomocí simplexového algoritmu lineárního programování. Efektivně implementovat jednotlivá omezení zemědělské výroby do simplexové matice a získat optimální základní řešení. Výstupem bakalářské práce je báze, která zajišťuje maximalizaci zisku subjektu při daných biologických, přírodních a ekonomických zákonitostech. Bázi se rozumí struktura produkce plodin a hospodářských zvířat.

### **7.2 Klíčová slova**

Lineární programování, simplexový algoritmus, živočišná výroba, rostlinná výroba, zisk.

### **7.3 Summary**

The aim of this bachelor thesis is the arrangement of an optimal structure of vegetal and animal production by means of the simplex algorithm for linear programming; as well as the effective implementation of individual limitations of agricultural production into a simplex matrix resulting in the acquirement of a basic solution. The bachelor thesis upshot is a basis that provides maximization of the profit of a subject by given biologic, natural and economic regularities. By the basis we understand the structure of vegetal production together with the structure of livestock production.

### **7.4 Key words**

Linear programming, simplex algorithm, animal production, crop production, profit.

## 8. Seznam použité literatury

[1] GROS, I.: Kvantitativní metody v manažerském rozhodování. Grada Publishing a.s. Praha, 2003, 432 str. ISBN 80-247-0421-8

[2] JABLONSKÝ, J.: Operační výzkum. Vysoká škola ekonomická v Praze, 2001, 305 str. ISBN 80-245-0162-7

[3] SYNEK, M. a kol.: Manažerská ekonomika. Grada Publishing s.r.o., Praha 2003, 472 str. ISBN 80-247-0515-X

[4] LUPTÁČIK, M.: Mathematical Optimization and Economic Analysis, Springer LLC, New York 2010, ISBN 978-387-89552-9

[5] JOHNSON, G., SCHOLES, K.: Cesty k úspěšnému podniku, Computer Press Praha, 2000, 803 str., ISBN 80-7226-220-3

[6] VEBER, J., SRPOVÁ, J.: Podnikání malé a střední firmy, Grada Publishing a.s. Praha, 2005, 304 str. ISBN 80-247-1069-2

[7] PORTER, M. J.: Konkurenční strategie, Victoria publishing a.s., Praha, 1994, ISBN 80-85605-11-2

internetové zdroje:

[8] [www.uzei.cz](http://www.uzei.cz) (Oficiální stránky Ústavu zemědělské ekonomiky a informací, nákladovost zemědělských výrobků)

[9] [www.agroweb.cz](http://www.agroweb.cz) (Internetový zemědělský portál, Profi Press)

[10] [www.czso.cz](http://www.czso.cz) (Oficiální stránky Českého statistického úřadu)

[11] Ivo Vyskočil, Ústav výživy zvířat a pícninářství MZLU v Brně, výukový software na výpočet krmných dávek, 2008, <http://old.mendelu.cz/agro/af/222/kds>

## 9. Seznam obrázků, tabulek a grafů

### 9.1 Seznam obrázků

Obrázek 1 - Hrubé schéma simplexové metody .....	15
Obrázek 2 - Schéma zemědělské výroby .....	24

### 9.2 Seznam tabulek

Tabulka 1 - Výnosy.....	25
Tabulka 2 – Průměrné ceny rostlinných výrobků .....	25
Tabulka 3 – Živočišná výroba .....	26
Tabulka 4 – Tržby komodit živočišné výroby .....	27
Tabulka 5 - Spotřeba krmiv hospodářských zvířat .....	28
Tabulka 6 - Nákladovost plodin .....	28
Tabulka 7 - Nákladovost hospodářských zvířat .....	29
Tabulka 8 - Rostlinná výroba v simplexové tabulce .....	31
Tabulka 9 - Živočišná výroba v simplexové tabulce .....	32
Tabulka 10 – Výstup simplexového algoritmu 1.....	38
Tabulka 11 – Výstup simplexového algoritmu 2.....	40

### 9.3 Seznam grafů

Graf 1 – Optimální struktura zemědělské půdy (ha).....	35
Graf 2 – Optimální struktura skotu (ks).....	36

## **10. Přílohy**

Příloha 1 - Proměnné

Příloha 2 - Omezení

## **Příloha 1 – Proměnné**

- 1 Pšenice ozimá (ha)
- 2 Ječmen ozimý (ha)
- 3 Řepka olejka (ha)
- 4 Jetel luční (ha)
- 5 Kukuřice silážní (ha)
- 6 Ječmen jarní (ha)
- 7 Ječmen jarní s podsevem (ha)
- 8 Louky (ha)
- 9 Produkce pšenice ozimé (t)
- 10 Produkce Ječmene ozimého (t)
- 11 Produkce řepky olejky (t)
- 12 Produkce jetele lučního (t)
- 13 Produkce kukuřice silážní (t)
- 14 Produkce ječmene jarního (t)
- 15 Produkce ječmene jarního s podsevem (t)
- 16 Produkce sena (t)
- 17 Spotřeba pšenice ozimé (t)
- 18 Spotřeba ječmene ozimého (t)
- 19 Spotřeba jetele lučního (t)
- 20 Spotřeba kukuřice silážní (t)
- 21 Spotřeba sena (t)
- 22 Prodej pšenice ozimé (t)
- 23 Prodej ječmene ozimého (t)
- 24 Prodej řepky olejky (t)
- 25 Prodej ječmene jarního (t)
- 26 Prodej ječmene jarního vysévaného s jetelem lučním (t)
- 27 Krávy (ks)
- 28 Brakace
- 29 Telata (ks)
- 30 Jalovice 7-24 měsíců

- 31 Býci 7-24 měsíců
- 32 Jalovice do základního stáda (ks)
- 33 Jalovice prodej (ks)
- 34 Jalovice prodej na kvalitu (ks)
- 35 Jalovice prodej na jatka (ks)
- 36 Býci prodej (ks)

## **Příloha 2 - Omezení**

- 37 Celková výměra (ha)
- 38 Obiloviny ozimé (ha)
- 39 Jetele luční X ječmen jarní (ha)
- 40 Řepka olejka (ha)
- 41 Řepka olejka X Ječmen ozimý (ha)
- 42 Produkce pšenice ozimé (t)
- 43 Produkce Ječmene ozimého (t)
- 44 Produkce řepky olejky (t)
- 45 Produkce jetele lučního (t)
- 46 Produkce kukuřice silážní (t)
- 47 Produkce ječmene jarního (t)
- 48 Produkce ječmene jarního s podsevem (t)
- 49 Produkce sena (t)
- 50 Spotřeba a prodej pšenice ozimé (t)
- 51 Spotřeba a prodej ječmene ozimého (t)
- 52 Prodej řepky olejky (t)
- 53 Spotřeba jetele lučního (t)
- 54 Spotřeba kukuřice silážní (t)
- 55 Prodej ječmene jarního (t)
- 56 Prodej ječmene jarního vysévaného s jetelem lučním (t)
- 57 Spotřeba sena z luk (t)
- 58 Základní stádo skotu (t)
- 59 Brakace



- 60 Telata (ks)
- 61 Jalovice skutečný stav (ks)
- 62 Býci skutečný stav (ks)
- 63 Jalovice do základního stáda (ks)
- 64 Jalovice prodej (ks)
- 65 Jalovice prodej na kvalitu (ks)
- 66 Jalovice prodej na jatka (ks)
- 67 Býci prodej (ks)
- 68 Ječmen ozimý na krmení (t)
- 69 Pšenice ozimá na krmení (t)
- 70 Kukuřice silážní na krmení (t)
- 71 Seno na krmení (t)
- 72 Jetel na krmení (t)