

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra systémového inženýrství



Bakalářská práce

Vícekriteriální rozhodování ve firemní praxi

Jiří Maček

© 2016 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Provozně ekonomická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jiří Maček

Systemové inženýrství

Název práce

Vícekriteriální rozhodování ve firemní praxi

Název anglicky

Multiple Criteria Decision Making in Firm Practice

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je výběr nevhodnějšího stroje prostřednictvím metod vícekriteriální analýzy variant. V závěru bude vybrán stroj, který nejlépe splňuje zadané preference uživatele.

Metodika

Práce bude rozdělena na teoretickou a praktickou část. V teoretické části budou pomocí odborné literatury vysvětleny základní pojmy, popsány metody pro hodnocení jednotlivých variant a metody pro stanovení vah.

Praktická část se bude opírat o informace a metody z teoretické části. Na základě požadavků od uživatele budou stanovena kritéria a jejich váhy. Poté proběhne volba vhodné metody vícekriteriálního rozhodování a její aplikace na shromážděná data. Bude vybrána doporučená varianta a výběr konzultován s uživatelem.

Doporučený rozsah práce

30-40 stran

Klíčová slova

vícekriteriální rozhodování, model, váhy, firemní praxe, vícekriteriální analýza variant, kritérium

Doporučené zdroje informací

- BROŽOVÁ, H., ŠUBRT, T. a HOUŠKA, M. Modely pro vícekriteriální rozhodování. Vyd. 1. (1. dotisk) Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2009, 172 s. ISBN 978-80-213-1019-3.
- FIALA, P., JABLONSKÝ, J. a MAŇAS, M. Vícekriteriální rozhodování. Praha:VŠE, 1997, ISBN 80-7079-748-7.
- FIALA, P. Modelování a analýza produkčních systémů. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2002. 259 s. ISBN 80-86419-19-3.
- ROUDNÝ, R. a VÍŠEK O. Základy manažerského rozhodování: distanční opora. Vyd. 1. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2009, 184 s. ISBN 978-80-7395-164-1.
- ŠUBRT, T. a kol. Ekonomicko-matematické metody. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2011, 351 s. ISBN 978-80-7380-345-2.

Předběžný termín obhajoby

2015/16 LS – PEF

Vedoucí práce

doc. Ing. Ludmila Dömeová, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra systémového inženýrství

Elektronicky schváleno dne 26. 11. 2015

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 27. 11. 2015

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 02. 03. 2016

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci „Vícekriteriální rozhodování ve firemní praxi“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 14. 3. 2016

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucí diplomové práce Doc. Ing. Ludmile Dömeové, CSc. za odbornou pomoc, cenné rady a vstřícnost při konzultacích. Dále bych chtěl poděkovat obchodním zástupcům jednotlivých firem za poskytnuté informace.

Vícekriteriální rozhodování ve firemní praxi

Multiple Criteria Decision Making in Firm Practice

Souhrn

Tato bakalářská práce se zabývá tématem „Vícekriteriální rozhodování ve firemní praxi“. Cílem práce je vybrat vhodný secí stroj pro společnost Agro K+M.

V teoretické části jsou vymezeny základní pojmy, které se k tomuto tématu vztahují. Následuje přehled nejdůležitějších teorií rozhodování a s nimi spojené prvky rozhodovacího procesu. V rámci kvalifikační práce jsou použity některé z metod vícekriteriálního rozhodování. V závěru teoretické části se nachází popis některých důležitých pojmů jako je např. orební a bezorební zpracování půdy.

Vlastní práce aplikuje vhodné metody vícekriteriální analýzy variant při výběru univerzálního secího stroje. Nejprve jsou stanovena kritéria, následně jsou vypočítány jejich váhy pomocí Saatyho metody. Poté je použita metoda AHP pro výpočet užitků jednotlivých variant. V závěru bakalářské práce jsou varianty seřazeny podle užitku, který přináší. Následně je zvolena „nejlepší“ varianta, která je konzultována s uživatelem.

Klíčová slova: vícekriteriální rozhodování, model, váhy, firemní praxe, vícekriteriální analýza variant, kritérium

Summary

This bachelor thesis focuses on the theme “Multiple Criteria Decision Making in Firm Practise”. The aim of the thesis is to choose an appropriate sowing machine for the company Agro K+M s. r. o.

The beginning of the theoretical part describes the definitions of the basic terms which are connected to the theme. The following overview is concerning the most important theories of the decision making and their related elements. The thesis uses some of the methods of the multiply criteria decision making. At the end of the theoretical part,

there is a description of some important terms such as the ploughing and the no-ploughing soil tillage.

The practical part applies the appropriate methods of multiply criteria analysis of variants in the selection of universal sowing machine. At first there are established criteria, afterwards there is used the Saaty Method of quantitative pair-wise comparison. As the best alternative is used Analytic Hierarchy Process (AHP) method for the calculation of the benefits of individual variants. At the end of the bachelor thesis, variants are ordered according to their benefits. "The best" variant is consulted with the user.

Keywords: Multiple Criteria Decision Making, model, weight, firm practise, Multiple Criteria Analysis of Variant, criterion

Obsah

1	Úvod	9
2	Cíl práce a metodika	11
2.1	Cíl práce	11
2.2	Metodika	11
3	Teoretická východiska	12
3.1	Teorie rozhodování	12
3.1.1	Proces rozhodování	13
3.1.2	Prvky rozhodovacího procesu	13
3.1.3	Fáze rozhodovacího procesu	13
3.2	Model vícekriteriální analýzy variant	15
3.2.1	Kritérium	16
3.2.2	Členění úloh vícekriteriální analýzy variant	18
3.3	Metody stanovení vah kritérií	19
3.3.1	Metoda pořadí	19
3.3.2	Metoda párového srovnání kritérií	20
3.3.3	Saatyho metoda párového porovnávání	21
3.3.4	Bodovací metoda	22
3.4	Metody výběru kompromisních variant	22
3.4.1	Metody s aspiračními úrovněmi kritérií	22
3.4.2	Metody nevyžadující informaci o preferenci kritérií	23
3.4.3	Metody vyžadující kardinální informace	24
3.5	Teoretická průprava k praktické části	28
3.5.1	Orební zpracování	28
3.5.2	Bezorební zpracování	30
3.5.3	Univerzální secí stroje	31
4	Vlastní práce	32

4.1	Popis společnosti.....	32
4.2	Popis problému.....	32
4.3	Popis variant.....	33
4.3.1	Lemken Compact Solitair 9/400 H.....	33
4.3.2	Horsch Pronto 4 DC	34
4.3.3	Pöttinger Terrasem C4.....	35
4.3.4	Bednar Omega OO 4000	36
4.3.5	Farmet Falcon 4.....	37
4.3.6	Kverneland Accord MSC 4000	38
4.3.7	Amazone Cirrus 4003-2	39
4.3.8	Väderstad Spirit 400 S.....	40
4.4	Popis kritérii	41
4.5	Zmenšení počtu alternativ – předvýběr.....	44
4.6	Výběr secího stroje.....	45
4.6.1	Stanovení a výpočet vah kritérií	46
4.6.2	Nalezení kompromisního řešení	47
5	Závěr.....	51
6	Seznam literatury.....	52
7	Seznam obrázků, tabulek a grafů.....	55
8	Seznam příloh.....	I

1 Úvod

Bakalářská práce se zaměřuje na výběr univerzálního secího stroje na základě stanovených preferencí kritérií od potencionálního uživatele. Autor se o zemědělskou techniku zajímá nejen teoreticky, ale tyto stroje testuje v konkrétních polních podmínkách. Praktické znalosti dosažené ve firemní praxi jsou důležitou podmínkou pro správnou volbu technických parametrů.

Výběr konkrétního secího stroje není vůbec jednoduchou záležitostí. Nabídka na trhu se za několik let rozšířila, výrobou se zabývá stále více společností. Ke správnému hodnocení je třeba znát technické parametry jednotlivých výrobků, z nich vybrat kritéria, která budou využita k hodnocení variant.

V teoretické části budou vymezeny základní pojmy, které se k tématu této bakalářské práce vztahují. Rozhodování se považuje za každodenní lidskou činnost. Člověk řeší celou řadu problémů od jednoduchých přes složitější až po obsáhlé. Snaží se vybrat variantu, která vyhovuje co nejvíce dané situaci. Ve většině případů se jedná o rozhodování intuitivní, dle vlastního uvážení a na základě osobních zkušeností. Člověk jako jedinec nemusí správně zhodnotit všechna známá kritéria ve vzájemných souvislostech. U složitějších případů, kde rozhodnutí má významný dopad, může být subjektivní rozhodnutí riskantní.

Dále budou zmíněny nejdůležitější teorie rozhodování. Popsány základní prvky rozhodovacího procesu – cíle, subjekt a objekt rozhodování, jeho fáze. Výsledkem rozhodovacího procesu bude určení nejlepší varianty rozhodnutí z několika možných alternativ za užití vybraných kritérií.

Pro různé situace jsou konstruovány odpovídající modely a metody řešení, které mohou pomoci při rozhodování v praktickém životě. Budu se zabývat modelem vícekritériální analýzy variant, který využiji dále v praktické části. Budou vymezeny základní pojmy, jako je kritérium a varianta, a jejich druhy dle různých hledisek. Pro stanovení vah kritérií a k výběru kompromisní varianty lze využít několik metod, postupy výpočtů a možnosti užití uvedu v samostatné části.

Pro lepší pochopení problematiky výběru secího stroje vysvětlím v závěru teoretické části některé důležité pojmy – orební a bezorební způsob zpracování půdy, které se užívají v zemědělství. Pro orientaci dále bude uveden popis jednotlivých částí secího stroje.

V praktické části se budu zabývat výběrem nejvhodnějšího univerzálního secího stroje dle kritérií, která budou určena po konzultaci s majiteli zemědělské společnosti. Analýza bude provedena na vzorku secích strojů různých výrobců, technické parametry budou zjištěny z dokumentace předložené výrobcem nebo získány na webových stránkách. Specifické údaje, jako cena, základní vybavenost sdělí oslovení obchodní zástupci výrobních firem. Na podkladě došlých odpovědí vyberu varianty, které splní požadovaná kritéria. K určení vah kritérií a nalezení kompromisní varianty bude vybrána některá z metod.

V závěru vybraná, doporučená varianta bude konzultována s majiteli zemědělské společnosti.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je nalezení vhodného univerzálního secího stroje pro společnost Agro K+M prostřednictvím metod vícekriteriální analýzy variant. V závěru bude vybrán stroj, který nejlépe splňuje zadané preference uživatele.

2.2 Metodika

Bakalářská práce se bude skládat ze dvou částí. Nejprve v teoretické části budou vymezeny základní pojmy rozhodování včetně jeho prvků a fází. Dále bude popsán model vícekriteriálního rozhodování, metody pro stanovení vah kritérií a metody pro výběr kompromisní varianty. Bude využita vybraná odborná literatura zabývající se metodami rozhodování.

V praktické části budou využity poznatky z teoretické části. Bude popsána vybraná společnost a její rozhodovací problém. Na základě požadavků od uživatele budou stanovena kritéria, dle kterých bude rozhodováno. Zástupci jednotlivých výrobců budou požádáni o zpracování nabídky. K hodnocení nabídek – variant budou použity vybrané metody vícekriteriální analýzy. Bude určena doporučená varianta a výběr následně konzultován s uživatelem.

3 Teoretická východiska

3.1 Teorie rozhodování

Rozhodování je každodenním lidským počínáním, jehož význam se projevuje především v kvalitě a výsledcích strategických rozhodovacích procesů. Jednotlivé strategické procesy rozhodování zásadním způsobem ovlivňují efektivnost fungování a prosperitu organizací.

Rozhodování je především považováno za jádro řízení a mnohdy je chápáno jako jeho synonymum. Jako takové je součástí manažerské práce, která spočívá v: plánování – přípravě, organizaci – realizaci a hodnocení – kontrole. V manažerské práci se ho snažíme zařadit na úroveň plánování, kde bývají problémy uspokojivě řešitelné. (Roudný a Víšek, 2009)

Problémy v rozhodovacích procesech jsou různé. Z tohoto hlediska rozlišujeme **stránku meritorní** (věcnou, obsahovou), která odráží jednotlivé odlišnosti. Na druhou stranu mají rozhodovací procesy společné rysy a vlastnosti, které je spojují. Většinou se jedná o etapy rozhodování, použité metody a nástroje – potom hovoříme o tzv. **procedurální stránce** a **instrumentální stránce**. V historii došlo k utváření většího počtu teorií rozhodování, které se odlišují úhlem pohledu na rozhodovací procesy a které se soustřeďují na určité aspekty těchto problémů. Jako příklad můžeme uvést **teorii utility** (užitku), která se snaží o ohodnocení variant, v případě většího počtu budou ohodnoceny ordinální nebo kardinální stupnicí. **Sociálně-psychologická teorie** rozhodování se zaměřuje především na subjekt a jeho chování, které bere jako základní rozhodovací prvek. **Kvantitativně orientované** teorie rozhodování jsou založeny na aplikaci matematických modelů a metod při řešení rozhodovacího problému. Samotnou disciplínou potom je **rozhodování v organizacích**. Tato teorie respektuje a bere v potaz omezené schopnosti subjektu rozhodování a jeho nedostatky v racionálním uvažování. Dále je možné rozlišit normativní a deskriptivní charakter teorií rozhodování. **Normativní teorie** rozhodování se snaží poskytnout návod, jak daný rozhodovací problém řešit (např. jaké modely využít, jakým způsobem, atd.). Snaží se poskytnout pravidla, pomocí kterých by bylo dosaženo očekávaných výsledků. **Deskriptivní teorie** rozhodování se snaží získat poznatky o průběhu, objektech, subjektech rozhodování a výsledcích rozhodnutí. (Fotr, Dědina, Hrušková, 2003)

3.1.1 Proces rozhodování

„Rozhodovací proces je postup řešení rozhodovacích problémů, ve kterých je nutno zvolit jedno rozhodnutí z více možných variant.“ (Šubrt a kol., 2011)

Rozhodovací problémy musí obsahovat alespoň dvě alternativy řešení, které jsou řešeny pomocí rozhodovacích procesů. V případě, kdy proces volby obsahuje pouze jedno řešení, nejedná se o rozhodovací problém. (Fotr, Dědina, Hružová, 2003)

V procesu rozhodování je potřeba zvolit jedno nejvýhodnější rozhodnutí z několika možných alternativ. Samotný efekt, kterého rozhodnutí dosáhne, závisí na budoucí situaci, která není rozhodovatelem ovlivnitelná. (Brožová a Houška, 2002)

3.1.2 Prvky rozhodovacího procesu

Základní prvky rozhodování dle Fotra (2003): cíl rozhodování, subjekt rozhodování a objekt rozhodování.

- **Cíl rozhodování** – je chápán jako stav, kterého se má dosáhnout. Většinou je tvořen větším počtem dílčích cílů, které se vzájemně ovlivňují a doplňují. Může být vyjádřen buď kvantitativně (číselně) nebo kvalitativně pomocí slovních popisů.
- **Subjekt rozhodování** – je rozhodovatel, který volí variantu, která bude doporučena k realizaci. Může jím být buď jednotlivec, nebo skupina osob.
- **Objekt rozhodování** – je oblast organizační jednotky, ve které byl problém rozhodování formulován, tedy o čem rozhodujeme.

V jiné literatuře je možné se dočíst o dalších prvcích rozhodovacího procesu, kterými jsou např. varianta a kritérium, které budou přiblíženy v dalších částech bakalářské práce.

3.1.3 Fáze rozhodovacího procesu

Rozhodovací proces se skládá z jednotlivých fází, které jsou znázorněny v obrázku č. 1. V první fázi je potřeba, aby subjekt vlastnil **informace**. Mohou být získané v minulosti, aktuálně nebo od osob, avšak často bývají omezené a neúplné.

V další fázi dochází k **formulaci problému**, který by měl být stanoven obecně, tak aby pokryl celý prostor, který má být řešen.

Následně dojde ke **stanovení cílů**, které proběhnou předem, nebo se stanoví interval minimálních a maximálních hodnot, popřípadě se bude jednat o cíle, které povedou k největšímu užitku.

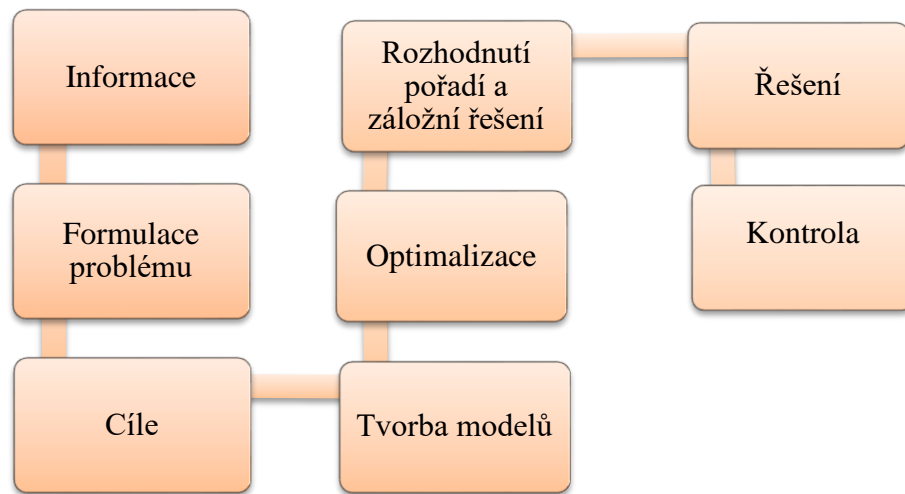
Další fází je **tvorba modelů**, které jsou zjednodušenými obrazy reality. Řeší se zpravidla strukturovanost, vazby mezi prvky struktury a separabilnost (tj. hranice modelu – co zahrnuje a co můžeme ovlivnit). Každý model nemusí být členěn. V případě, že řešíme jednoduchý problém nebo známe málo informací, které jsou jisté, nemusíme model členit, hovoříme o tzv. „černé krabici“. U složitých modelů a systémů se využívá hierarchického členění, kde je znázorněna celková struktura, kterou dále dělíme na jednotlivé segmenty.

Optimalizace slouží k hodnocení a poté k výběru variant. Probíhá různými způsoby. Neslouží pouze k výběru optimální varianty, ale stanovuje také pořadí variant, které jsou použitelné při neúspěchu optimální varianty. Doposud se všechny fáze rozhodování zařazovaly do přípravy.

Následující fáze **rozhodnutí** je určena pro osoby, které jsou oprávněny rozhodovat. Nedoporučuje se pouze rozhodnout o realizovaném řešení, ale i stanovit záložní, které je použitelné v případě neúspěchu.

Proces rozhodování zpravidla nekončí rozhodnutím, dále by mělo docházet ke **kontrole** řešení z důvodu existence obousměrných vazeb mezi jednotlivými vazbami a fázemi. Pokud je nutné, tak dojde k upřesnění řešení. Pravdou je, že zcela perfektní rozhodnutí neexistuje a riziko nelze úplně potlačit. (Roudný a Víšek, 2009)

Obrázek 1: Proces rozhodování



(Zdroj: Roudný a Víšek, 2009)

3.2 Model vícekriteriální analýzy variant

Model vícekriteriální analýzy variant řeší problémy, jak vybrat jednu nebo více variant z množiny přípustných variant a doporučit ji k realizaci. Expert (rozhodovatel) by měl při výběru postupovat maximálně objektivně, což mu umožňuje množství různých postupů a metod analýzy variant. (Brožová a kol., 2014)

„V modelech hodnocení variant je dána konečná (diskrétní) množina m variant, které jsou hodnoceny podle n kritérií. Cílem je najít variantu, která je podle všech kritérií hodnocena co nejlépe (variantu „optimální“ či kompromisní), případně seřadit varianty od nejlepší po nejhorší nebo vyloučit neefektivní varianty.“ (Brožová a kol., 2014)

3.2.1. Varianty

Varianty jsou konkrétní rozhodovací možnosti ohodnocené podle jednotlivých kritérií, které jsou předmětem vlastního rozhodování a nejsou logickým nesmyslem. Varianty musí být pečlivě vybrány podle dosažitelnosti a možnosti je poté použít jako vhodné řešení problému. (Šubrt a kol., 2011)

Typy variant se speciálními vlastnostmi:

- **Dominovaná varianta** je varianta, která je hodnocena podle všech kritérií hůře než varianta, která je pro ni dominující.
- **Paretovska varianta** – není dominovaná žádnou jinou variantou, je nedominovaná. Často je nazývána jako efektivní nebo paretovska. Každá

z paretovských variant může dosáhnout lepšího ohodnocení pouze za předpokladu zhoršení jiného kritéria. (Brožová a Houška, 2003)

- **Ideální varianta** – je hypotetická nebo reálná varianta, která dosahuje ve všech kritériích současně nejlepší možné hodnoty. V případě, kdyby existovala, jednalo by se jednoznačně o nedominovanou, která by byla optimální.
- **Bazální varianta** – je hypotetická nebo reálná varianta, jejíž ohodnocení je nejhorší podle všech kritérií.
- **Kompromisní varianta** – je jediná nedominovaná varianta, která je doporučena k řešení problému. Získat ji lze různými způsoby, vždy záleží na tom, čeho chceme dosáhnout.

Postupy k nalezení kompromisní varianty:

- Kompromisní varianta může být varianta, která má největší součet normalizovaných hodnot ukazatelů.
- Může být definována jako varianta, která má nejmenší vzdálenost od varianty ideální.
- Můžeme ji odvodit pomocí párového porovnávání hodnot variant podle všech kritérií. (Brožová a kol., 2014)

3.2.1 Kritérium

„Kritérium je hledisko hodnocení variant, může být kvalitativní nebo kvantitativní.“
(Šubrt a kol., 2011)

Hlavním vodítkem při formulaci kritérií rozhodování jsou především cíle, kterých se má při řešení rozhodovacích problémů dosáhnout. Každé kritérium by proto mělo vyjadřovat dílčí cíl, který vyjadřuje stupeň splnění kritéria variantou. (Fotr, Dědina, Hrušková, 2003)

Volba kritérií je velmi důležitá. Kritéria by měla být nezávislá a měla by pokrýt všechna hlediska výběru. Jejich počet by neměl být příliš velký, aby byl problém přehledný. Pokud je hodnocení variant podle kritérií kvantifikováno, můžeme údaje uspořádat do **kritériální matice Y**. V této matici každý prvek y_{ij} vyjadřuje hodnocení i -té varianty podle j -tého kritéria. (Šubrt a kol., 2011)

Obrázek 2: Kriteriaální matice

$$Y = \begin{matrix} & f_1 & f_2 & \dots & f_n \\ \begin{matrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_m \end{matrix} & \begin{pmatrix} y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1n} \\ y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2n} \\ \dots & \dots & \ddots & \vdots \\ y_{m1} & y_{m2} & \dots & y_{mn} \end{pmatrix} \end{matrix}$$

(Zdroj: Brožová a Houška, 2002)

Kritéria, z nichž se vybírá nejvýhodnější varianta, dělíme podle různých hledisek.

Podle povahy rozlišujeme kritéria:

- maximalizační – nejlepší varianty dosahují nejvyšších hodnot
- minimalizační – nejlepší hodnoty dosahují nejnižších hodnot

Doporučuje se pracovat s kriteriaální maticí, kde kritéria jsou stejné povahy. Většinou tomu tak není, proto je možné převést minimalizační kritérium na maximalizační a naopak. Nejčastěji se využívá:

- vynásobení celého sloupce matice hodnotou -1
- výpočet hodnot, které udávají zlepšení oproti nejhorší kriteriaální hodnotě, transformace $y'_{ij} = y_{ij} - \max(y_{ij})$ (Brožová a kol., 2014)

Podle kvantifikovatelnosti rozlišujeme kritéria:

- kvantitativní – hodnoty variant jednotlivých kritérií tvoří objektivně měřitelné údaje
- kvalitativní – hodnoty variant nelze objektivně měřit, jsou to většinou hodnoty subjektivně odhadnuté uživatelem (Brožová a kol., 2014)

3.2.1.1 Modelování preference kritérií

„Preference kritéria vyjadřuje důležitost tohoto kritéria v porovnání s kritérii ostatními.“ (Šubrt a kol., 2011)

Pro správné rozhodování je důležité, jaké subjektivní preference expert stanoví. Samotné stanovení důležitosti jednotlivých kritérií je složitý úkol, který lze uskutečnit různými způsoby. Vybraný způsob bude vždy odrážet požadovaný typ informace od rozhodovatele.

Mezi nejčastější přístupy modelování preferencí mezi kritérii lze zařadit:

- **Aspirační úroveň kritérií** (nominální informace) – od rozhodovatele je požadováno, aby stanovil hodnoty kritérií, kterých má být alespoň dosaženo, tj. pro minimalizační kritérium je to nejvyšší přípustná hodnota a naopak. Tato úroveň neudává, které kritérium je důležitější před jiným, ale pouze čeho má být dosaženo. (Fiala a kol., 1997) Čím je požadavek na aspirační úroveň přísnější, tím je kritérium důležitější a naopak. Samotné varianty budou podle hodnoty příslušného kritéria rozděleny na akceptovatelné a neakceptovatelné. (Brožová a kol., 2014)
- **Pořadí kritérií** (ordinální informace) – vyjadřuje pořadí kritérií podle důležitosti nebo uspořádání variant podle toho, jak jsou ohodnocena kritéria.
- **Váhy jednotlivých kritérií** (kardinální informace) – mají kvantitativní charakter. Patří sem váhy jednotlivých kritérií, které vyjadřují relativní důležitost kritéria. Součet vah všech kritérií musí být roven jedné.
- **Kompensace kritériálních hodnot** – je vyjádřena mírou substituce mezi kritériálními hodnotami. (Brožová a kol., 2014)

3.2.2 Členění úloh vícekritériální analýzy variant

Celkové hodnocení variant závisí jednak na důležitosti jednotlivých kritérií tzv. „interkritériální preferenci“, ale také na hodnocení variant podle jednotlivých kritérií tzv. „intra-kritériální preferenci“. Klasifikovat úlohy vícekritériálního rozhodování je možné **podle cíle řešení**, ale také **podle informace**, s kterou úloha pracuje. (Brožová a Houška, 2002)

Podle **cíle řešení** dělíme úlohy vícekritériální analýzy variant:

- Úlohy, jejichž cílem je výběr jedné varianty, označené jako kompromisní. Z množiny variant bude vybrána ta varianta, která je podle zadaných kritérií nějakým způsobem nejlepší.
- Úlohy, jejichž cílem je úplné uspořádání množiny variant. Většinou se varianty řadí od nejlepší k nejhorší. Toto uspořádání připouští i existenci několika stejně hodnocených variant tzv. kvaziuspořádání.
- Úlohy, jejichž cílem je rozdělení množiny variant na dobré a špatné. V těchto úlohách jde o posouzení variant, zda jsou „dobré“ nebo „špatné“. K tomu lze použít dva přístupy. Prvním přístupem může být nastavení aspirační úrovně kritérií, kdy „dobrá“ varianta musí mít všechny hodnoty kritérií lepší než nastavené aspirační hodnoty. Druhou možností je rozšíření množiny posuzovaných variant o tzv.

„fiktivní“ variantu, jejíž hodnoty kritérií odpovídají hraničním hodnotám. (Brožová a kol., 2014)

Podle **typu informace**, kterou máme mezi kritérii a variantami dělíme úlohy vícekritériální analýzy variant:

- Žádná informace – je přípustná pouze pro preferenci kritérií, v případě kdyby nebyly známé preference mezi variantami, nebylo by možné úlohu vícekritériálního rozhodování řešit.
- Ordinální informace – vyjadřuje pořadí kritérií podle důležitosti nebo uspořádání variant podle ohodnocení kritérií.
- Nominální informace – je to informace přípustná pro preferenci kritérií mezi sebou, která je vyjádřena pomocí aspiračních úrovní.
- Kardinální informace – je to typ informace, který má kvantitativní i kvalitativní charakter. Vyjadřuje, o kolik či jak moc je jedno hodnocení lepší než druhé. V případě určení důležitosti kritérií jsou to váhy. U ohodnocení variant podle kritéria jde o číselné hodnoty, které vyjadřují skutečné hodnocení nezávislé na množině porovnávaných variant. (Šubrt a kol., 2011)

3.3 Metody stanovení vah kritérií

Stanovení váhy jednotlivých kritérií je výsledný krok vícekritériální analýzy variant. Získání váhy kritérií v číselné podobě od rozhodovatele je velmi obtížné. Z tohoto důvodu vznikla řada snadných postupů založených na aplikaci subjektivní informace, pomocí kterých lze odhady vah získat. (Jablonský, 2002)

Jednotlivé metody stanovení vah lze roztřídit podle typu informace, kterou požadují na vstupu. Z tohoto hlediska rozlišujeme metody vyžadující ordinální informaci (Metoda pořadí, Fullerova metoda), kardinální informaci (Bodová metoda, Saatyho metoda) nebo žádnou informaci (Entropická metoda). Některé z výše uvedených metod budou popsány v následujících podkapitolách. (Šubrt a kol., 2011)

3.3.1 Metoda pořadí

Tato metoda vyžaduje pouze ordinální informaci. Používá se v případech, kdy důležitost kritérií hodnotí větší počet rozhodovatelů. V prvním kroku je nutné, aby každý expert uspořádal kritéria od nejdůležitějšího po nejméně důležité. Poté jsou takto uspořádaným kritériím přiřazeny body (čísla) $k, k-1, \dots, 1$ podle důležitosti. Nejdůležitější

kritérium je ohodnoceno číslem k vyjadřující počet kritérií, druhé nejdůležitější má hodnotu $k-1$. Poslední nejhorší varianta bude ohodnocena číslem 1. V případě, kdy kritéria mají stejnou důležitost, budou ohodnocena body podle průměrného pořadí. Každému i -tému kritériu je přiřazeno číslo b_i . Váha i -tého kritéria se vypočte podle vzorce:

$$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^k b_i}, i = 1, 2, \dots, k. \text{ (Fiala, 2008)}$$

3.3.2 Metoda párového srovnání kritérií

Metoda párového porovnávání pracuje s ordinální informací na vstupu. Využívá se v případech, kdy je nutné zjistit, které kritérium z porovnávané dvojice je důležitější. Pokud se preference shodují, mohou být vybrána obě kritéria. Počet párových porovnání, který musí rozhodovatel provést je vyjádřen vztahem:

$$N = \frac{n(n-1)}{2}, n - \text{počet porovnávaných prvků.}$$

Vzájemné porovnávání se provádí v tzv. Fullerově trojúhelníku. U každé dvojice se zakroužkuje prvek, který je považován za důležitější. Pokud n_j značí počet zakroužkování j -tého prvku, potom váhu tohoto prvku vypočteme ze vztahu:

$$v_j = \frac{n_j}{N}, j = 1, 2, \dots, n. \text{ (Brožová a kol., 2014)}$$

Tabulka 1: Schéma Fullerova trojúhelníku

1	1	...	1
	2	...	k
	2	...	
		...	
		k-2	k-2
		k-1	k
			k-1
			k

(Zdroj: Brožová a kol., 2014 – upraveno)

Nevýhodou této metody je, že pro nejméně důležité kritérium je hodnota n_j rovna nule. Vypočtená hodnota váhy v_j bude také rovna nule a toto kritérium by bylo možno vyloučit z množiny kritérií. Abychom se této situaci vyvarovali, můžeme ke všem vypočítaným hodnotám n_j přičíst hodnotu jedna, ale tím je nutné také zvýšit hodnotu jmenovatele výrazu n_j/N . Nevýhodou je, že tato úprava může zkreslit odhad vah kritérií. (Šubrt a kol., 2011)

3.3.3 Saatyho metoda párového porovnávání

Saatyho metoda slouží ke stanovení vah kritérií z kardinální informace o preferenci kritérií. Předpokladem této metody je, že uživatel dokáže stanovit pořadí důležitosti kritérií, ale také poměr důležitosti mezi všemi dvojicemi kritérií. Je zde pouze jeden expert (rozhodovatel), který porovnává dvojici kritérií. Při tomto porovnávání se využívá devítibodové stupnice s možností využití mezistupňů. (Brožová a kol., 2014)

Tabulka 2: Saatyho stupnice

1 – rovnocenná kritéria i a j
3 – slabě preferované kritérium i před j
5 – silně preferované kritérium i před j
7 – velmi silně preferované kritérium i před j
9 – absolutně preferované kritérium i před j

(Zdroj: Brožová a kol., 2014)

Rozhodovatel veškerá svá porovnání zapisuje do tzv. **Saatyho matice S**, kde „porovná každou dvojici kritérií a velikosti preferencí i -tého kritéria vzhledem k j -tému kritériu“. (Šubrt a kol., 2011)

$$S = \begin{pmatrix} 1 & s_{12} & \dots & s_{1k} \\ 1/s_{12} & 1 & \dots & s_{2k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1/s_{1k} & 1/s_{12} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

Postup výpočtu vah kritérií pomocí Saatyho matice:

1. Sestavení Saatyho matice, kde platí, že je-li i -tý prvek preferovaný před j -tým, pak hodnota je stanovena dle Saatyho stupnice a ohodnocena s_{ij} . Pokud jsou preference kritérií obrácené, do tabulky je zapsána hodnota $1/s_{ij}$.
2. Výpočet geometrického průměru hodnot s_{ij} pro každé kritérium podle vztahu:

$$b_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n s_{ij}}$$

3. Výpočet vah – je nutné zkontrolovat konzistentnost. Ta může být porušena především v rozsáhlejších úlohách, kdy expert zadá špatný poměr vah. V takovém

případě je nutné překvalifikovat Saatyho matici. Konzistence lze zjistit pomocí index konzistence, který se vypočítá z následujícího vzorce:

$$I_s = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

kde n je počet kritérií a λ_{max} je největší vlastní číslo Saatyho matice. Saatyho matice je dostatečně konzistentní, je-li $I_s < 0,1$.

4. Získání výsledných vah pomocí normalizace hodnot geometrických průměrů b_i tak, že hodnoty b_i se vydělí svým součtem podle vztahu:

$$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^n b_i}. \text{ (Šubrt a kol., 2011)}$$

3.3.4 Bodovací metoda

Tato metoda stejně jako metoda párového porovnávání pracuje s kardinální informací. Využívá se zejména v případech, kdy jednotlivá kritéria hodnotí více rozhodovatelů. Hodnocení preference kritéria se provádí pomocí bodové škály dle stanovené stupnice. Zpravidla se využívá způsob ohodnocení kritérií vzestupně, tedy nejnižší bodové ohodnocení se bere jako nejméně významné a nejvyšší bodové ohodnocení jako nejvíce důležité. Výpočet vah se provede obdobným způsobem jako u metody pořadí:

$$v_j = \frac{b_j}{\sum_{j=1}^n b_j}, j = 1, 2, \dots, n$$

kde b_j je součet všech bodů od jednotlivých expertů, které j -tému kritériu tito experti přidělili. (Brožová a kol., 2014)

3.4 Metody výběru kompromisních variant

V odborné literatuře je uvedena řada metod výběru kompromisní varianty. Jednotlivé metody jsou rozděleny do několika skupin podle informace o preferencích mezi variantami. Některé metody budou autorem blíže popsány v následující části práce. (Brožová a kol., 2014)

3.4.1 Metody s aspiračními úrovněmi kritérií

Jsou to metody, které pracují s nominální informací o preferencích kritérií. Tuto informaci se nesnaží převést na váhový vektor, ale jednotlivé varianty budou rozděleny do dvou skupin na základě jejich kriteriálních hodnot. (Brožová a kol., 2014)

Konjunktivní a disjunktivní metoda

Po rozhodovateli se požaduje, aby určil požadované aspirační úrovně kritérií $y^*_j, j = 1, 2, \dots, k$. Potom lze množinu variant vzhledem k y^*_j rozdělit na akceptovatelné a neakceptovatelné. K tomu rozdělení lze použít dva přístupy: disjunktivní nebo konjunktivní. Pro konjunktivní metodu jsou akceptovatelné varianty, které mají kritériální hodnoty všech kritérií lepší než zvolené aspirační úrovně. Jsou to varianty, pro které platí: $y_{ij} > y^*_j$, pro všechna $j = 1, 2, \dots, k$.

Disjunktivní metoda považuje za akceptovatelné ty varianty, kde alespoň jedno ohodnocení kritérií pro každou variantu splňuje požadované aspirační úrovně. Pro akceptovatelnou variantu tedy platí: $y_{ij} \geq y^*_j$, alespoň pro jedno $j = 1, 2, \dots, k$.

Pokud jsou aspirační úrovně jednotlivých kritérií nastaveny moc přísně, nemusí být vybrána žádná varianta, v tomto případě je nutné některá kritéria zvolnit. (Fiala, 2008)

3.4.2 Metody nevyžadující informaci o preferenci kritérií

Mezi metody, které nevyžadují informaci o preferenci kritérií lze zařadit např. bodovací metodu a metodu pořadí. Tyto metody blíže rozebírají autoři jako Brožová a Šubrt.

Bodovací metoda a metoda pořadí

„Pokud je model zadán pouze pomocí preferencí variant podle jednotlivých kritérií a nejsou známy preference kritérií, lze použít bodovací metodu nebo metodu pořadí také pro výběr kompromisní varianty“. (Brožová a kol., 2014)

Algoritmus řešení:

1. Je nutné ohodnotit každou variantu číslem b_i podle každého kritéria.

U metody pořadí budou jednotlivé varianty ohodnoceny čísly v rozmezí 1 až m . Nejlepší ohodnocení dosahuje hodnoty m (m – počet variant). V případě stejných hodnot, jsou použita průměrná pořadová čísla.

Bodovací metoda pracuje se vhodně zvolenou bodovou stupnicí, pomocí které dochází ke kvantifikaci informací podle jednotlivých kritérií. Před začátkem bodování musí být stanoveno, která hodnota z bodové stupnice je nejlepší a naopak.

2. Vypočítá se celkové ohodnocení každé varianty jako $b_i = \sum_{j=1}^k b_{ij}$.

3. Jednotlivé varianty se uspořádají sestupně podle hodnoty b_i . Kompromisní varianta je vybrána pomocí vztahu:

$$\text{pro } a_i \text{ platí: } b_i = \max (b_i), i = 1, \dots, s.$$

Pokud soubor má obsahovat více variant, následně budou vybrány varianty s nejvyššími hodnotami b_i . (Šubrt a kol., 2011)

„Pokud je nejlepší ohodnocení varianty dáno číslem jedna, uspořádají se varianty podle čísel b_i vzestupně a nejlepší varianta má nejnižší ohodnocení.“ (Brožová a Houška, 2003)

3.4.3 Metody vyžadující kardinální informace

Práce se dále bude zabývat metodou TOPSIS a metodami založenými na výpočtu hodnot funkce užítka jako jsou metoda váženého součtu a analytického hierarchického procesu.

Metoda TOPSIS

„Tato metoda posuzuje varianty z hlediska jejich vzdálenosti od ideální a bazální varianty.“ (Brožová a kol., 2014)

Patří do metod, které poskytují úplné uspořádání variant s možností vybrat tu nejlepší. Vstupními údaji jsou jednak váhy jednotlivých kritérií, ale také kritériální hodnoty pro jednotlivé varianty.

Postup řešení dle metody TOPSIS :

1. Všechna kritéria musí mít maximalizační povahu, pokud tomu tak není, je nutné je vhodným způsobem převést. Tímto způsobem může být vynásobení kritéria -1.
2. Vytvoření normalizované kritériální matice \mathbf{R} , kde $\mathbf{R} = (r_{ij})$:

$$r_{ij} = \frac{y_{ij}}{\left(\sum_{i=1}^p y_{ij}^2\right)^{1/2}}, i = 1, 2, \dots, p, j = 1, 2, \dots, k.$$

3. Výpočet vážené kritériální matice \mathbf{W} , kde $\mathbf{W} = (w_{ij})$:

$$w_{ij} = v_j r_{ij}.$$

4. Stanovení ideální varianty $H_j = (H_1, H_2, \dots, H_k)$ a bazální varianty $D_j = (D_1, D_2, \dots, D_k)$ vzhledem k hodnotám v matice \mathbf{W} , kde

$$H_j = \max_i w_{ij} \text{ a } D_j = \min_i w_{ij}.$$

5. Výpočet vzdálenosti od ideální varianty:

$$d^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (w_{ij} - H_j)^2}.$$

Výpočet vzdálenosti od bazální varianty:

$$d^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (w_{ij} - D_j)^2}.$$

6. Výpočet relativního ukazatele vzdálenosti variant od bazální varianty:

$$c_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}, i = 1, 2, \dots, p$$

kde pro c_i platí: $0 \leq c_i \leq 1$.

Varianty uspořádáme podle klesajících hodnot ukazatele c_i , přičemž hodnota $c_i = 0$ odpovídá bazální variantě a $c_i = 1$ odpovídá ideální variantě. (Fiala, 2002)

3.4.3.1 Metody založené na výpočtu hodnot funkce užitku

Funkce užitku

„Maximalizace užitku předpokládá možnost vyčíslení užitku, který by každá varianta při realizaci přinesla, a to na škále od 0 do 1.“ (Brožová a kol., 2014)

Pokud chceme určit celkový užitek, který by vybraná varianta při své realizaci přinesla, je nutné nejprve vypočítat pro každé kritérium dílčí funkce užitku. To se provede tak, že kardinální ohodnocení variant podle všech kritérií bude nahrazeno hodnotami dílčí funkce užitku:

$$u_{ij} = u_j(y_{ij}), j = 1, 2, \dots, n$$

kde u_{ij} je hodnota užitku, $u_j(y_{ij})$ značí funkční závislost mezi hodnotami v původní kritériální matici a mezi hodnotami dílčí funkce užitku. Proměnná u_j vyjadřuje funkční hodnoty dílčí funkce užitku, přičemž tyto stanovené hodnoty musí být obsaženy v intervalu $\langle 0; 1 \rangle$. (Šubrt a kol., 2011)

- Lineární funkce užitku – se používá za předpokladu, že bude docházet k úměrnému zvyšování užitku se zlepšováním kritériálních hodnot.
- Progresivní funkce – vyjadřuje neproporcionální vztah mezi kritériálními hodnotami a užitkem. Tempo růstu užitku se při zlepšování kritériálních hodnot zvyšuje.
- Degresivní funkce užitku – podobně jako předchozí funkce vyjadřuje neproporcionální vztah mezi kritériálními hodnotami a užitkem. Rozdílem je, že tempo růstu užitku se při zlepšování kritériálních hodnot snižuje. (Brožová a kol., 2014)

Metoda váženého součtu

„Metoda váženého součtu je založena na výpočtu lineární funkce užitku. Její funkční hodnoty leží v intervalu od 0 do 1, a čím je hodnota vyšší, tím je varianta výhodnější.“ (Brožová a Houška, 2003)

Tato metoda vyžaduje kardinální informace, kritériální matici a vektor vah kritérií. Pro každou variantu zkonstruuje celkové ohodnocení, které lze využít pro uspořádání variant od nejlepší po nejhorší nebo nalezení nejuvhodnější varianty. Celkový užitek každé z variant je vyjádřen pomocí vícekritériální funkce užitku, která agreguje dílčí funkce užitku do jediné funkce:

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^m v_j u_j(y_{ij})$$

kde u_j jsou dílčí funkce užitku jednotlivých kritérií a v_j jsou váhy kritérií. (Šubrt a kol., 2011)

Postup řešení metody:

1. Všechna kritéria musí mít maximalizační povahu, pokud tomu tak není, je nutné je převést např. pomocí vztahu: $y'_{ij} = y_{ij} - \max(y_{ij})$.
2. Stanovení ideální H a bazální D varianty.
3. Vytvoření standardizované kritériální matice R , jejíž prvky získáme pomocí vzorce:

$$r_{ij} = \frac{(y_{ij} - D_j)}{(H_j - D_j)}$$

4. Pro jednotlivé varianty se pak vypočte funkce užitku:

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^k v_j r_{ij}.$$

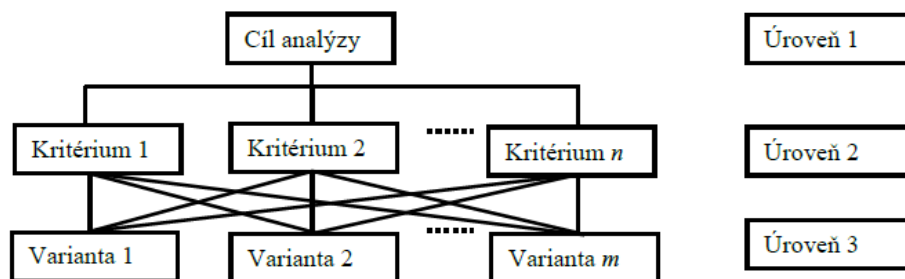
5. Vypočtené varianty sestupně seřadíme dle hodnot $u(a_i)$. (Brožová a kol., 2014)

Metoda AHP

Metoda AHP je metoda, kterou lze použít pro jakýkoliv typ informace o preferenčních vztazích mezi komponentami modelu. Jediným požadavkem je, aby rozhodovatel uměl z této informace určit směr a intenzitu preference mezi všechny porovnávané páry komponent. Tato metoda slouží k rozkladu složité nestrukturované situace na jednodušší komponenty a tím pomáhá zrychlit samotný proces rozhodování. Vytváří tedy hierarchickou strukturu problému. Na každé úrovni hierarchické struktury se použije Saatyho metoda kvantitativního párového porovnávání. Pomocí tohoto subjektivního hodnocení pak tato metoda přiřazuje jednotlivým komponentům kvantitativní charakteristiky, které vyjadřují jejich důležitost. (Šubrt a kol, 2011)

Hierarchická struktura má lineární podobu, skládá z několika úrovní, které obsahují prvky. Uspořádání úrovní hierarchické struktury odpovídá od obecného ke konkrétnímu. Prvky, které jsou konkrétnější vzhledem k rozhodovacímu problému, zaujímají v hierarchii nižší úroveň a naopak. (Brožová a kol., 2014)

Obrázek 3: Hierarchická struktura úlohy VAV



(Zdroj: Brožová a kol., 2014)

Intenzita působení mezi jednotlivými prvky hierarchie je zpravidla číselně vyjádřena. Velmi často je uvažováno dělení nějaké počáteční hodnoty např. (jednotky – 100 %), která je přiřazena prvku v první úrovni hierarchie. V případě tříúrovňové hierarchie je tato hodnota podle preferencí experta rozdělena na další úroveň, která obsahuje kritéria. Ohodnocením v tomto případě jsou váhy v_j , $j = 1, 2, \dots, k$, jejichž součet musí být roven jedné. Váhy jsou dále rozděleny mezi varianty podle toho, jak „dobře“ nebo „špatně“ jsou tyto varianty podle daného kritéria hodnoceny. Při ohodnocení tímto způsobem dostaneme na poslední úrovni hierarchie ohodnocení w_{ij} , $i = 1, 2, \dots, n$,

$j = 1, 2, \dots, k$. Hodnocení w_{ij} Jablonský (2007) interpretuje jako **preferenční index** i -té varianty hodnocené podle j -tého kritéria.

V každé úrovni je dělena počáteční hodnota (jednotka), která musí být v každé úrovni beze zbytku rozložena, proto musí platit:

$$\sum_{j=1}^k v_j = 1, \quad \sum_{j=1}^k w_{ij} = v_j, j = 1, 2, \dots, k.$$

Celkový užitek varianty X_i se potom vypočítá ze vztahu:

$$u(X_i) = \sum_{j=1}^k w_{ij}, i = 1, 2, \dots, n. \text{ (Jablonský, 2007)}$$

3.5 Teoretická příprava k praktické části

V této části bude charakterizován orební a bezorební způsob zpracování půdy. Následně zde budou popsány základní části dvou typů secích strojů a jejich vhodnost použití.

3.5.1 Orební zpracování

Orební zpracování půdy zahrnuje podmítku a následnou orbu. Používá se zejména při mokřím průběhu, kde radličkové a diskové podmítače nedokáží uspokojivě pracovat. Mezi další výhody lze jmenovat dostatečné zaklopení rostlinných zbytků a plevelů. Nevýhodou je vytvoření brázd a hrud, které je nutné opakovaně zpracovávat. Před setím se musí užít další stroje, jako jsou např. smykobrány, diskové brány, kombinátory apod. Nevýhodami jsou vyšší náklady na pohonné hmoty a časová náročnost. Na obrázku vidíme zpracování půdy pomocí oboustranného pluhu Kverneland PN 100 a tvorbu hrud a jiných nerovností. V tomto případě bude potřeba provést následné mezioperace před samotným setím. (Vlk a kol., 2009)

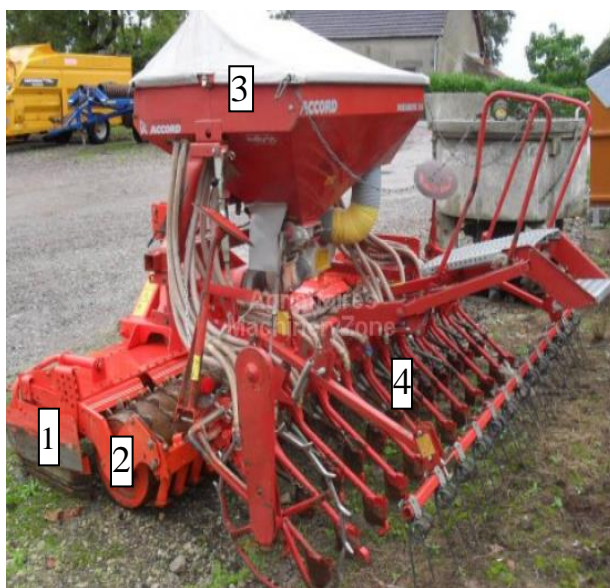
Obrázek 4: Kverneland PN 100 – orební zpracování



(Zdroj: http://www.farmweb.cz/index.php?page=view_image&id=NTY1WDM3OTAzWDQ00TU2Mw==#skok)

K setí po orebním zpracování se využívají secí kombinace, které dokáží vytvořit vhodné seťové lůžko. Tyto secí kombinace obvykle mají sekci rotačních bran, která slouží k prokypření půdy. Následuje kovový utužovací válec a nediskové nebo diskové secí botky. Takováto skladba stroje není vhodná pro zakládání porostu s velkým množstvím rostlinných zbytků, kdy dochází k zanášení rotačních bran a nediskových secích botek. (Vlk a kol., 2009)

Obrázek 5: Secí kombinace AlpegoAccord



Vysvětlivky:
1 – rotační brány
2 – utužovací válec
3 – zásobník
4 – nediskové secí botky

(Zdroj: <http://www.agriaffaires.cz/pouzite-zarizeni/kombinace-seti/3964898/accord-da-300-kuhn-hr3002.html>)

3.5.2 Bezorební zpracování

Bezorební zpracování půdy spočívá v zapravení hnojiv a posklizňových zbytků do horní části ornice bez obracení půdy, dojde k vytvoření tzv. mulče. Tento způsob zpracování začíná mělkou podmítkou diskovým, radličkovým nebo kombinovaným podmítačem podle podmínek do hloubky maximálně 10 cm. Poté dochází k hlubšímu prohloubení těžkými radličkovými nebo kombinovanými kypřiči do hloubky větší než 15 cm, podle potřeby a typu seté plodiny. Tyto podmítače dosahují intenzivního zpracování půdy, kde dojde k zakrytí většiny rostlinného materiálu. Výhodou oproti užití pluhu je vyšší denní výkonnost a zajištění více pracovních operací jedním přejezdem. Po tomto způsobu zpracování nebývá nutností předset'ové urovnání povrchu, neboť stroje netvoří brázdu a nerovnosti povrchu jsou minimální. Radličky pohybují půdou do stran, ale také ve směru jízdy. (Vlk a kol., 2009)

Tento způsob prokypření se projevil jako vhodný v letech, kdy je srážkový deficit a orební způsob zpracování se stává nevhodný. Nevhodný je z důvodu špatného zahlubování a neudržení požadované hloubky zpracování, ztráty zbytkové vláhy způsobeného obrácením ornice a následné tvorby velkých hrud.

Když je půda tvrdá, je vhodné použít radličky, které se dobře zahlubují. Vhodnou kombinací šíře pracovních radliček, pracovní hloubky a rychlosti při rychlosti nad 10 km/hod se půda intenzivně drobí a organické zbytky se do půdy rovnoměrně zamíchávají. Tím lze docílit uspokojivého zpracování vhodného k následnému setí. Na následujícím obrázku je vidět zpracování půdy pomocí radličkového kypřiče a tvorbu tzv. mulče. (Falta, 2015)

Obrázek 6: Terrano 5 FM – bezorební zpracování

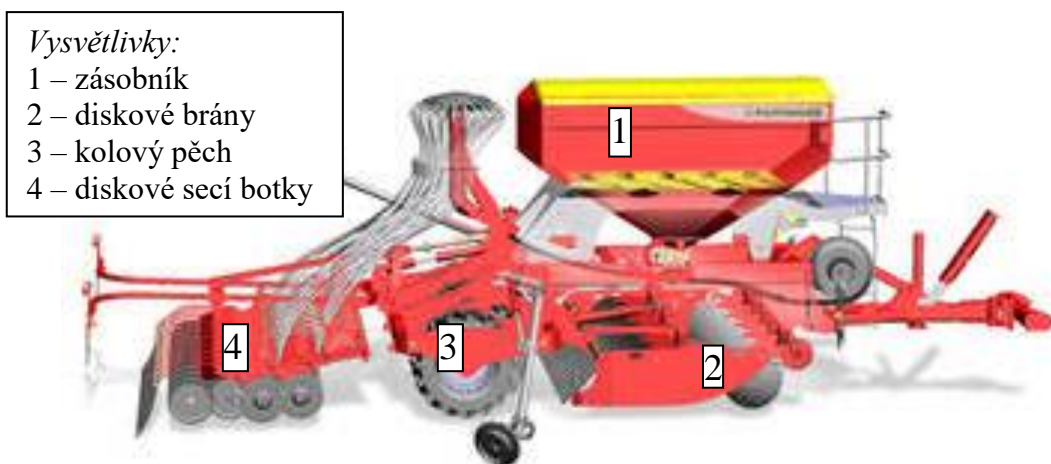


(Zdroj: <http://www.horsch2.com/cz/news/blog-post/2015/08/05/podmitka-ctyrradovym-radlickovym-kypricem/>)

3.5.3 Univerzální secí stroje

Tyto stroje jsou koncepčně jinak řešeny než secí stroje určené permanentně pro setí po orbě. Hlavním rozdílem je, že tyto univerzální stroje mají sekci diskových bran, které slouží ke kypření a úpravě půdy před setím, je možné je různě zahlubovat, popřípadě měnit úhel položení disků a tím samotnou agresivitu zpracování podle množství posklizňových zbytků a půdních podmínek. Dále následuje sekce samotného utužení půdy pomocí kolového pěchu a následně samotný výsev osiva pomocí dvoudiskových secích botek. Tyto botky jsou velmi rozšířené díky své univerzálnosti – je s nimi možné sít do připravené i méně připravené půdy. (Vlk a kol., 2009)

Obrázek 7: Popis univerzálního secího stroje



(Zdroj: http://www.poettinger.cz/landtechnik/download/242.08.0513_Terrasem_fertilizer_sk.pdf)

4 Vlastní práce

4.1 Popis společnosti

Zemědělská společnost Agro K+M byla založena v roce 1992. Hlavním předmětem podnikatelské činnosti po vzniku byla živočišná i rostlinná výroba. V počátcích se jevila živočišná výroba (chov prasat a drůbeže) jako vhodné řešení k zaplnění volného místa v nově vytvořeném hospodářském systému. Postupem času začal být chov prasat nezajímavý, jelikož náklady rostly neúměrně k výši výkupních cen. V rostlinné výrobě společnost hospodařila na původních 140 ha půdy, kde pěstovala tradiční plodiny jako pšenici, řepku, ječmen, žito a oves. Firma získala finanční prostředky, které mohla vložit do svého dalšího rozvoje. Již po prvním roce hospodaření přichází nutnost zakoupení nové třímetrové nesené secí kombinace Alpego Accord za traktor Zetor 162 45 s neseným postřikovačem Hardi se záběrem dvanácti metrů.

V současné době společnost obdělává cca 250 ha orné půdy. Postupem času dochází k navyšování výměry v roce 2006 na 183 ha s nutností obměny strojového parku. V tomto roce byl pořízen traktor Same Iron 130S s taženým postřikovačem AKP se záběrem osmnácti metrů. Aby mohly být plněny agrotechnické lhůty, v posledních letech byly zakoupeny stroje na zpracování půdy pluh Kverneland PN 100, smykobrány od firmy N.O.P.O.Z.M. Slatiňany a v roce 2014 pořízen traktor Deutz-Fahr Agrottron 7210 TTV.

4.2 Popis problému

Firma Agro K+M obhospodařuje hlinitopísčité půdy a těžké jílovité půdy. Na většině pozemků jsou půdní podmínky nestejnorodé a vyžadují individuální přístup v určitých obdobích. V posledních letech se střídají dva extrémy, nadměrné sucho nebo mokro. Z tohoto důvodu není vhodné zpracovávat půdu před setím pouze orebním způsobem, jako vhodnější se jeví bezorební způsob zpracování. V současné době společnost disponuje neseným secím strojem, který nelze využít pro bezorební zpracování. Majitelé uvažují o **zakoupení nového univerzálního secího stroje** vhodného pro setí obilnin, luštěnin a olejnin, kromě kukuřice a slunečnice, který zrychlí polní práce.

Firma vlastní traktor Deutz-Fahr tažený s výkonem 173 kW, dostatečně robustní a výkonný, aby mohl být využíván k tažení univerzálního secího stroje se záběrem čtyři metry.

4.3 Popis variant

Majitelé firmy oslovili osm obchodních zástupců těchto výrobců: Lemken, Horsch, Pöttinger, Bednar, Farnet, Amazone, Kverneland a Väderstad. Jednotliví zástupci mají na českém trhu v oblasti Východních Čech dlouholetou působnost a dostatečné obchodní zastoupení.

U všech prodejců se firma setkala s dostatečnou znalostí problému a profesionálním přístupem. Následně každý z dealerů zaslal vhodnou alternativu secího stroje pro bezorební setí.

Popis navržených variant – informace čerpány z internetu nebo získány od prodejců.

4.3.1 Lemken Compact Solitair 9/400 H

Obrázek 8: Secí stroj Solitair



(Zdroj: <http://www.lemken.cz/compact-solitair>)

Jedním ze secích strojů, které stojí za zmínku je Lemken Compact Solitair 9/400 H. Jeho výroba je kompletně provedena v Německu. Tato firma se stala jedním z hlavních inovátorů v oboru výroby univerzálních secích strojů. Svůj věhlas získala díky své kvalitě zpracování produktů a možnostem dovybavení strojů dodatečnou výbavou, kterou ostatní výrobci nenabízejí. Za zmínění stojí zejména možnost uchycení předních disků k rámu secího stroje pomocí listových pružin nebo možnost rozložení váhy secího stroje nejen na největší kolový pěch na trhu, ale také na drobný packerválec za kolovým pěchem. Toto rozložení váhy lze libovolně regulovat pomocí hydrauliky z kabiny traktoru dle potřeby.

Díky tomuto firma získala nejedno světové ocenění za stroj roku v kategorii secí stroje. (LEMKEN CZECH, s.r.o., 2012)

Tabulka 3: Parametry secího stroje Solitair

Kritérium	Hodnota
Cena	1 980 440 Kč
Požadovaný výkon traktoru	123 kW
Pracovní rychlost	14 km/h
Průměr kolového pěchu	109,7 cm
Průměr předních disků	46,5 cm
Hmotnost secího stroje	4 330kg
Zásobník	3500 l
Meziřádková vzdálenost	12,5 cm
Přítlak na secí botky	70 kg

(Zdroj: http://www.lemken.cz/files_zbozi/21-prospekt-compact-solitair-9-cz.pdf)

4.3.2 Horsch Pronto 4 DC

Obrázek 9: Secí stroj Pronto



(Zdroj: <http://www.agrokonzulta.cz/katalog/seci-stroje-diskove/produkt/Pronto%20DC>)

Zajímavou nabídku secího stroje předložila firma Horsch. Tato firma byla založena před třiceti lety v Německu. Od samého počátku své existence se zabývá bezorební technologií zpracování půdy a vývojem vhodných secích strojů. V kategorii secích strojů je evropským průkopníkem setí plodin s možností přihnojení. Tento způsob zakládání porostu **na přání** je vhodný v případě kratší vegetační doby před zimou, pomáhá jim zesílit a lépe přežít zimu. Díky této možné koncepci setí jsou stroje typu Pronto, Focus a Sprinter s možností přihnojení oblíbené zejména ve výše položených oblastech, ale své místo si najdou i v těžkých jílovitých půdách nacházejících se v níže položených oblastech.

Pronto svou oblibu získalo díky své spolehlivosti a nižší energetické náročnosti. (Horsch, 2014)

Tabulka 4: Parametry secího stroje Pronto

Kritérium	Hodnota
Cena	1 680 525 Kč
Požadovaný výkon traktoru	103 kW
Pracovní rychlost	21 km/h
Průměr kolového pěchu	71 cm
Průměr předních disků	46 cm
Hmotnost secího stroje	4 150 kg
Zásobník	2800 l
Meziřádková vzdálenost	14,3 cm
Přítlak na secí botky	80 kg

(Zdroj: <http://www.horsch.com/cz/produkte/saemaschinen/scheibensaemaschinen/pronto-dc/>)

4.3.3 Pöttinger Terrasem C4

Obrázek 10: Secí stroj Terrasem



(Zdroj: http://www.poettinger.cz/cs_cz/Produkte/Detail/720/terrasem)

Secí stroj Terrasem C4 od rakouské firmy Pöttinger je nástupcem staršího typu 4000 T vyráběného více než čtrnáct let. Modelová řada Terrasem si od počátku získala svou oblibu díky své spolehlivosti, kvalitě odvedené práce a široké využitelnosti. Samotná využitelnost je dána zejména robustní konstrukcí, která umožňuje nasazení v nejtěžších podmínkách. Díky své váze, většímu průměru diskových secích botek a dosahovanému přítlaku na botku je vhodný k dosívání trvalých travních porostů. Samotné přenastavení

k této činnosti zabere minimum času, změna přítlaku a naprosté skrytí předních disků je ovladatelné z kabiny za pomoci hydrauliky. (Pöttinger Slovakia s.r.o., 2013)

Tabulka 5: Parametry secího stroje Terrasem

Kritérium	Hodnota
Cena	1 628 990 Kč
Požadovaný výkon traktoru	143 kW
Pracovní rychlost	15 km/h
Průměr kolového pěchu	85 cm
Průměr předních disků	51 cm
Hmotnost secího stroje	6 430 kg
Zásobník	3000 l
Meziřádková vzdálenost	12,5 cm
Přítlak na secí botky	150 kg

(Zdroj: http://www.poettinger.cz/landtechnik/download/242.08.0513_Terrasem_fertilizer_sk.pdf)

4.3.4 Bednar Omega OO 4000

Obrázek 11: Secí stroj Omega



(Zdroj: <http://bednar-machinery.com/cz/produkty/detail/125/omega-oo>)

Firma Bednar je ryze česká firma, která vznikla v roce 1997 pod názvem STROM Export. Od samého vzniku se zabývá výrobou zemědělských strojů na zpracování půdy. V roce 2014 rozšířila své portfolio o secí stroje třídy Omega. Samotná koncepce stroje umožňuje kvalitní zpracování a promíchání půdy s velkým množstvím posklizňových zbytků pomocí speciálně navržených řezných A-disků. Výrobce nabízí možnost tyto stroje dovybavit sadou řezných válců tzv. „coultérů“, které pracují hned za diskovou sekcí.

Coultery se využívají pro zlepšení drolivého účinku přední diskové sekce a pneumatického pěchu při práci v těžkých a mokrých půdách. (BEDNAR FMT, s. r. o., 2014)

Tabulka 6: Parametry secího stroje Omega

Kritérium	Hodnota
Cena	1 728 495 Kč
Požadovaný výkon traktoru	139 kW
Pracovní rychlost	16 km/h
Průměr kolového pěchu	78 cm
Průměr předních disků	52 cm
Hmotnost secího stroje	5 120 kg
Zásobník	3000 l
Meziřádková vzdálenost	16,7cm
Přítlak na secí botky	120

(Zdroj: <http://bednarmachinery.com/upload/products/prospects/970ddfc0bc3f79c7b2b304bf1b425b4f.pdf>)

4.3.5 Farmet Falcon 4

Obrázek 12: Secí stroj Falcon



(Zdroj: <http://www.farmet.cz/cs/dzt/diskovy-seci-stroj-falcon>)

Falcons jsou kompletně vyráběny v České Skalici. Tyto secí stroje umožňují širokou volbu předzpracujících a výsevných sekcí. Díky možné výměně výsevných sekcí lze tyto stroje využít k zakládání úzkořádkových, ale také širokořádkových plodin jako je např. kukuřice nebo slunečnice. Samotná hmotnost secího stroje se pohybuje od 5 340 kg

do 7 580 kg dle zvolených pracovních a secích orgánů. Požadovaná varianta secího stroje firmou K +M dosahuje dle technických specifikací od dealera hmotnosti 6 920 kg a energetické náročnosti 151 kW. (Modulární secí stroj Falcon, 2014)

Tabulka 7: parametry secího stroje Falcon

Kritérium	Hodnota
Cena	1 780 020 Kč
Požadovaný výkon traktoru	151 kW
Pracovní rychlost	20 km/h
Průměr kolového pěchu	81 cm
Průměr předních disků	49 cm
Hmotnost secího stroje	6 920 kg
Zásobník	3600 l
Meziřádková vzdálenost	12,5 cm
Přítlak na secí botky	100 kg

(Zdroj: <http://www.farmet.cz/cs/dzt/diskovy-seci-stroj-falcon>)

4.3.6 Kverneland Accord MSC 4000

Obrázek 13: Secí stroj MSC



(Zdroj: <http://www.kvernelandgroup.cz/cz/kverneland/produkty/seci-stroje/seci-stroje-do-mulce/univerzalni-seci-stroj-msc-/>)

Kverneland je největším norským výrobcem zemědělských strojů. V oblasti půdního zpracování je světovým výrobcem pluhů, strojů sloužících k bezorebnímu zpracování, chemické ochraně apod. Accord MSC jsou stroje navrženy k maximálním denním výkonům danými především největším objemem zásobníku osiva ve své třídě a vysokou maximální pracovní rychlostí. Mezi jeho další výhody patří zejména velký přítlak

na secí botky a vyšší váha. Díky tomu se hodí pro setí v těžkých jílovitých a kamenitých půdách. (KVERNELAND GROUP CZECH, s.r.o., 2008)

Tabulka 8: Parametry secího stroje MSC

Kritérium	Hodnota
Cena	1 826 000 Kč
Požadovaný výkon traktoru	147 kW
Pracovní rychlost	18km/h
Průměr kolového pěchu	76,5 cm
Průměr předních disků	56 cm
Hmotnost secího stroje	5 700 kg
Zásobník	3900 l
Meziřádková vzdálenost	12,5 cm
Přítlak na secí botky	160 kg

(Zdroj: <http://www.kverneland.cz/userdata/files/kverneland/seti/Kverneland%20Accord%20MSC.pdf>)

4.3.7 Amazone Cirrus 4003-2

Obrázek 14: Secí stroj Cirrus



(Zdroj: <http://www.zavesnatechnika.cz/pneumaticky-seci-stroj-amazone-cirrus>)

Amazone Cirrus jsou secí stroje navrženy a vyráběny v Německu. Jedná se o novou produktovou řadu výrobce zařazenou do prodeje v roce 2015. Svou kvalitu a výkonnost především ukazují v písčitéch a hlinitých typech půdy díky své hmotnosti. Avšak nevýhodou je, že při setí v těžkých půdách může docházet k nedodržení nastavené hloubky ukládání osiva. To je způsobeno nižším přítlakem na secí dvoudiskovou botku. Pozitivními

kritérii zde jsou: nadstandardní objem zásobníku osiva, který umožňuje maximální vytížení stroje a nízký tahový odpor. (AGROTEC a.s., 2014)

Tabulka 9: Parametry secího stroje Cirrus

Kritérium	Hodnota
Cena	1 668 040 Kč
Požadovaný výkon traktoru	131 kW
Pracovní rychlost	17 km/h
Průměr kolového pěchu	88 cm
Průměr předních disků	51 cm
Hmotnost secího stroje	6 180kg
Zásobník	3700l
Meziřádková vzdálenost	16,7 cm
Přítlak na secí botky	55 kg

(Zdroj: http://www.zavesnatechnika.cz/obrazky-soubory/prospekt_amazone_cirrus-8ee1d.pdf?redir)

4.3.8 Väderstad Spirit 400 S

Obrázek 15:Secí stroj Spirit



(Zdroj: <http://www.agrall.cz/produkt/64/spirit>)

Švédský výrobce Väderstad se řadí mezi specialisty zabývajícími se bezorební technologií a možnostmi setí do takto připravené půdy. Konstrukce strojů Spirit je taková, aby vydržela práci v kamenitých a vlhkých podmínkách. Minimální prostoje spojené s doplňováním osiva, vysoká pracovní rychlost a odolnost je tím, co ty toto stroje řadí na přední příčky prodeje v Severní Evropě. Nevýhodou těchto secích strojů je vyšší pořizovací cena, menší průměr předních diskových bran a cena náhradních dílů. To vše je

ale kompenzováno kvalitním zpracováním a dostatečnou spolehlivostí. (AGRALL, s.r.o., 2014)

Tabulka 10: Parametry secího stroje Spirit

Kritérium	Hodnota
Cena	1 996 005 Kč
Požadovaný výkon traktoru	134kW
Pracovní rychlost	18 km/h
Průměr kolového pěchu	82 cm
Průměr předních disků	45 cm
Hmotnost secího stroje	5 400 kg
Zásobník	3740 l
Meziřádková vzdálenost	14,3 cm
Přítlak na secí botky	140 kg

(Zdroj: <http://www.agrall.cz/upload/1448368143.pdf>)

4.4 Popis kritérii

Po dlouhých úvahách byla zvolena kritéria na základě odborné konzultace s prodejci a studia odborných článků týkajících se této tematiky. Po řadě dalších vyhodnocení jen některá nakonec vstoupila do konečné fáze rozhodování.

S1 – cena

Výše pořizovací ceny vždy záleží na nadstandardním vybavení secího stroje. Vybrané varianty obsahují v základní výbavě: ovládací terminál, přední diskové brány, zásobník na osivo včetně elektronického secího ústrojí, hydraulicky poháněný ventilátor, kolový pěch, dvoudiskové secí botky se zavlažovači, znamenáky a sensory průtoku osiva. Za nadstandardní výbavu se u secích strojů považují například individuálně stavitelné disky kypření traktorových kolejí, značkovač kolejových řádků pro postřikovač, crossboard lišta před kolovým pěchem, přihnojování, vypínání sekcí stroje pomocí GPS a mnoho dalšího. Rozdíl ceny u jednotlivých výbav může činit několik desítek procent od základní ceny. Pro funkčnost a dostatečný komfort jsou shledány jako vyhovující secí stroje ve standardní výbavě.

Konečné ceny strojů jsou také závislé na kurzu Kč/€, kde se pro všechny varianty bere kurz 27,50 Kč/€. Ceny jednotlivých strojů pro tuto bakalářskou práci byly vypočítány

jako aritmetický průměr dvou prodejních cen prodejců a následně zaokrouhleny na celá čísla. Hodnota je měřena v [Kč].

S2 – požadovaný výkon traktoru

Tato hodnota udává minimální výkon tažného prostředku. Požadovaný výkon tažného prostředku závisí na tahovém odporu, který je závislý jednak na půdních podmínkách, ale také na odporu jednotlivých částí stroje. Tahová potřeba se zvyšuje např. s použitím většího rozměru předních rovnacích disků, menší velikostí kolového pěchu nebo použitím rovnací lišty crossboard. Udávaná hodnota je orientační, je stanovena pro práci za „ideálních“ podmínek. Z praxe se doporučuje mít dostatečnou rezervu ve výkonu. Toto kritérium je důležité, ovlivňuje některá další kritéria, která jsou popsána v následující části práce. Hodnota je měřena v [kW].

S3 – pracovní rychlost

Je to kritérium, které ve velké míře ovlivňuje maximální denní výkony. Pro samotný secí stroj je tato hodnota velmi důležitá. V případě, kdy secí stroj nedosahuje vhodné pracovní rychlosti, nedosahuje požadované kvality práce. Tato hodnota souvisí s minimálním doporučeným výkonem tažného prostředku a maximální povolenou pracovní rychlostí. Jako kritérium výběru je vybrána maximální secí rychlost doporučená výrobcem. Hodnota je měřena v [km/h].

S4 – průměr kolového pěchu

Tato hodnota přímo ovlivňuje valivý odpor pneumatik. V případě menšího rozměru tohoto pěchu dochází k většímu valivému odporu a vyšší energetické náročnosti stroje. Tato náročnost je také ovlivněna, jakou sestavu mají jednotlivé segmenty tohoto pěchu. Jednotlivé části mohou být uspořádány v jedné řadě nebo ve dvou řadách. U pěchu tvořeného koly v jedné řadě může docházet k hromadění kypré půdy před kolovým pěchem a vyššímu riziku zanášení pneumatik. V případě kolového pěchu tvořeného na přeskáčku předsazenými a podsazenými koly dochází k minimálnímu zanášení pěchu a lepšímu samočisticímu efektu. Hodnota je měřena v [cm].

S5 – průměr předních disků

Přední diskové brány slouží k promíchání a hlubšímu zpracování půdy před samotným setím. Tato sekce je volně nastavitelná podle potřeby. Průměr disků určuje intenzitu a maximální hloubku práce, které je možné dosáhnout. V případě malého průměru disků je možné pracovat v menší hloubce a dochází k menšímu míchacímu efektu. Samotný průměr disků ovlivňuje další parametry: hmotnost secího stroje a požadovaný výkon traktoru. Hodnota je měřena v [cm].

S6 – hmotnost secího stroje

Toto kritérium udává hmotnost prázdného secího stroje, která není ovlivněna objemem zásobníku osiva a je snadněji zjištělná. Stanovení průměrné hmotnosti plného secího stroje je obtížné, neboť záleží nejen na typu plodiny, ale také na objemové hmotnosti jednotlivých obilíků nebo semínek. Objemová hmotnost je nestabilní i v případě stejných odrůdových plodin a průměrný odhad váhy je podle prodejců obtížný. Samotná hmotnost secího stroje je soustředěna na pneumatický pěch, pomocí kterého dochází k utužení půdy před setím. V případě vyšší hmotnosti dochází k lepšímu drolivému a utužovacímu účinku, který je žádoucí. Hodnota je měřena v [kg].

S7 – zásobník

Tato hodnota je jednou z hodnot, která majoritně ovlivňuje denní výkonnost secího stroje. V případě malého objemu zásobníku nastává potřeba častějšího plnění a snížení efektivity práce. Pro toto kritérium platí stejná preference jako pro kritérium pracovní rychlost, kde je snaha tato kritéria maximalizovat. Hodnota je měřena v [l].

S8 – meziřádková vzdálenost

Meziřádkovou vzdáleností se rozumí hodnota, která udává vzdálenost oddělovací susední řádky porostu. Řadou pěstitelských pokusů bylo dokázáno, že plodiny jako řepka nebo sója preferuje větší meziřádkovou vzdálenost. Více prostoru jim umožňuje snadnější větvení a nárůst hmoty, která se projevuje vyšší výnosností. V případě pěstování majoritní výměry pšenice, ječmene, hrachu a máku je vyšší výnosnosti docíleno nižší meziřádkovou vzdáleností okolo 12,5 cm. Hodnota je měřena v [cm].

S9 – přítlak na secí botky

Kriteriální hodnota udává maximální zatížení každé dvoudiskové secí botky. V případě, kdy není docíleno dostatečného přítlaku, dochází v nestejnorodých půdách k nedodržení požadované hloubky setí. Ta sama způsobuje nerovnoměrný vývoj porostu a následné problémy při dalším pěstování. Hodnota je měřena v [kg].

4.5 Zmenšení počtu alternativ – předvýběr

Na trhu zemědělských strojů se nachází velké množství nejrůznějších typů a modelů secích strojů. Aby bylo možné tento rozsáhlý soubor alternativ zmenšit, rozhodlo se vedení firmy blíže upřesnit požadované vlastnosti secího stroje: tažený se záběrem čtyři metry, příprava před setím pomocí diskových bran, utužení pomocí pneumatického pěchu a zapravení osiva pomocí dvoudiskových secích botek.

Po stanovení samotné specifikace secího stroje se výběr zredukoval na osm variant, které se značně liší v hodnotách zvolených kritérií. Z tohoto důvodu se expert rozhodl využít konjunktivní metodu, kde přípustná, efektivní varianta splňuje všechny požadované hodnoty, tzv. aspirační úrovně.

Aspirační úrovně pro výběr nového secího stroje byly firmou Agro K+M zvoleny následovně:

- S1 – cena maximálně 1 950 000 Kč
- S2 – požadovaný výkon traktoru maximálně 160 kW
- S3 – pracovní rychlost minimálně 10 km/h
- S4 – průměr kolového pěchu minimálně 70 cm
- S5 – průměr předních disků minimálně 40 cm
- S6 – hmotnost secího stroje minimálně 4 000 kg
- S7 – zásobník minimálně 2800 l
- S8 – meziřádková vzdálenost maximálně 17 cm
- S9 – přítlak na secí botky minimálně 80 kg

Tabulka 11: Vyřazení nevyhovujících variant

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
Pronto 4 DC	1680525	103	21	71	46	4150	2800	14,3	80
Solitair 9/400 H	1980440	123	14	109,7	46,5	4330	3500	12,5	70
Terrasem C4	1628990	143	15	85	51	6430	3000	12,5	150
Omega OO 4000	1728495	139	16	78	52	5120	3000	16,7	120
Falcon 4	1780020	151	20	81	49	6920	3600	12,5	100
Accord MSC 4000	1826000	147	18	76,5	56	5700	3900	12,5	160
Cirrus 4003-2	1668040	131	17	88	51	6180	3700	16,7	55
Spirit 400S	1948155	134	18	82	45	5400	3740	14,3	140
POVAHA	MIN	MIN	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MIN	MAX
Aspirační úroveň	1950000	160	10	70	40	4000	2800	17	80

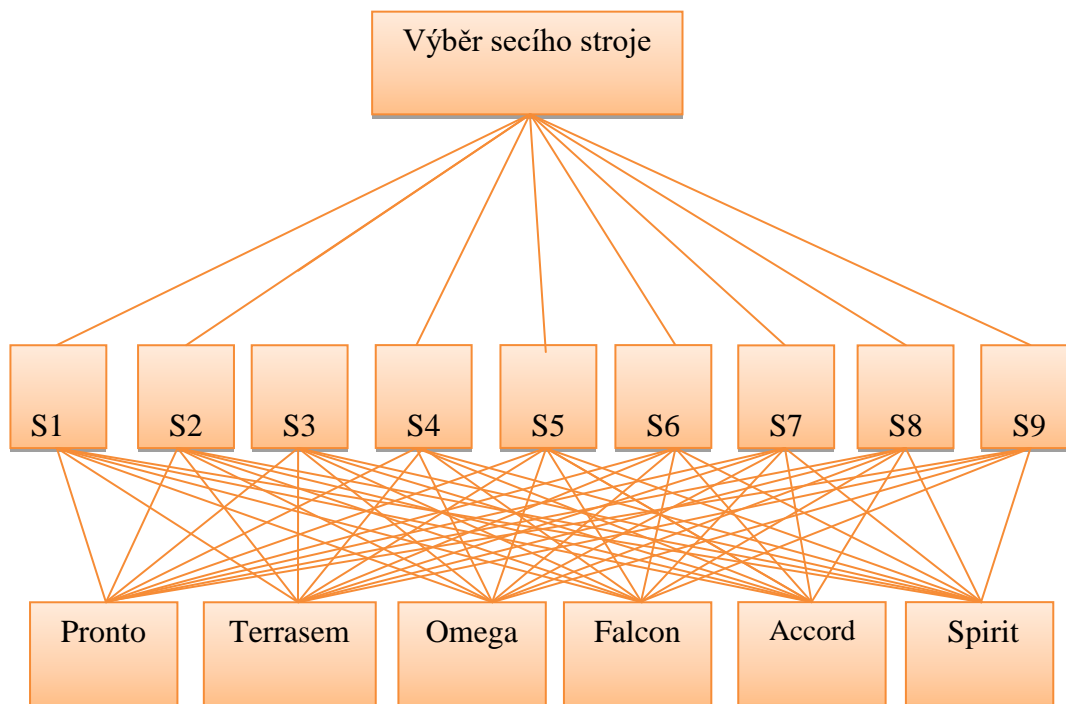
(Zdroj: Vlastní práce)

V předchozí tabulce č. 11 jsou zaneseny jednotlivé varianty a kritéria včetně jejich povahy. Postupnou analýzou jednotlivých alternativ na základě požadavků aspiračních úrovní došlo k vyřazení **Solitair 9/400 H** a **Cirrus 4003-2**. Oba stroje a jejich nesplňující hodnoty kritérií jsou pro přehlednost v tabulce zvýrazněny oranžovou barvou a budou vyřazeny ze souboru variant. Solitair a Cirrus nesplňují kritérium S9 – přítlak na secí botky, kde je minimální požadavek na botku 80 kg, ale je dosaženo pouze 70kg a 55 kg. Dále Cirrus nesplňuje kritérium S1 – cena, kdy maximální požadavek na cenu 1 950 000 Kč je překročen o 30 440 Kč.

4.6 Výběr secího stroje

Samotný výběr kompromisní varianty secího stroje bude proveden pomocí metody AHP – analytického hierarchického procesu. Nejprve bude celá složitá situace vícekritériálního rozhodování znázorněna pomocí hierarchie, která se skládá z jednotlivých úrovní (hierarchií). Na první úrovni se nachází cíl hodnocení (výběr secího stroje), na druhé úrovni kritéria a na třetí úrovni jednotlivé varianty.

Obrázek 16: Hierarchie výběru secího stroje



(Zdroj: Vlastní práce)

4.6.1 Stanovení a výpočet vah kritérií

Pro stanovení vah kritérií existuje mnoho metod, které pracují s různým typem informace. V případě firmy Agro K+M provádí hodnocení kritérií **jeden** ze spolumajitelů firmy, proto je použita Saatyho metoda párového porovnávání. Tato metoda je blíže popsána v kapitole 3.3.3.

Při určování důležitosti jednotlivých kritérií je nutné přihlídnout k požadovaným vlastnostem, které by univerzální secí stroj měl splňovat. K ohodnocení vzájemné preference mezi kritérii a variantami jednatel (expert) využil devítibodové stupnice, kde hodnota 1 vyjadřuje preferenci velmi malou a hodnota 9 preferenci vysokou.

Stupnice:

- 1 – rovnocenná kritéria i a j
- 3 – slabě preferované kritérium i před j
- 5 – silně preferované kritérium i před j
- 7 – velmi silně preferované kritérium i před j
- 9 – absolutně preferované kritérium i před j
- dále je také využito mezistupňových hodnot 2,4,6 a 8

Tabulka 12: Saatyho matice s výpočtem vah kritérií

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	g.průměr	v _j
S1	1	5	3	2	5	2	2	4	2	2,565	0,232
S2	0,2	1	0,333	0,25	2	0,25	0,2	0,25	0,25	0,361	0,033
S3	0,333	3	1	0,5	3	0,333	0,333	0,333	0,333	0,642	0,058
S4	0,5	4	2	1	3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,969	0,087
S5	0,2	0,5	0,333	0,333	1	0,25	0,25	0,333	0,333	0,349	0,032
S6	0,5	4	3	2	4	1	2	3	2	2,026	0,183
S7	0,5	5	3	2	4	0,5	1	3	0,5	1,526	0,138
S8	0,25	4	3	2	3	0,333	0,333	1	0,333	0,956	0,086
S9	0,5	4	3	2	3	0,5	2	3	1	1,682	0,152
									SUMA	11,077	1

(Zdroj: Vlastní práce)

Aby bylo možné určit váhy kritérií, je nutné nejprve vypočítat geometrické průměry. Každý z nich bude vypočítán jako $n -$ tá odmocnina ze součtu hodnot v řádku, kde n je počet hodnot v příslušném řádku. Poté bude následovat výpočet sumy všech geometrických průměrů. Jednotlivé váhy se pro kritéria vypočítají jako podíl příslušného geometrického průměru a sumy geometrických průměrů. Index konzistence této matice je $I_s = 0,0792$, tudíž matici lze považovat za dostatečně konzistentní. Vypočtené hodnoty vah vyjadřují, že největší důležitosti dosahují kritéria: cena, hmotnost secího stroje, zásobník a přítlak na secí botky. Ostatní kritéria dosahují nižších vah, tudíž samotný výběr kompromisní varianty ovlivní v menší míře.

4.6.2 Nalezení kompromisního řešení

Pro zjištění hodnot w_{ij} (preferenčních indexů) je nutné aplikovat metodu párového porovnávání na vyšším stupni hierarchie mezi variantami. Pro každé kritérium musíme vypočítat Saatyho matici párového porovnávání variant. Výpočet probíhá stejným způsobem jako při zjišťování vah kritérií. Následující tabulka zachycuje párové porovnávání variant z hlediska nejdůležitějšího kritéria cena. Nejlepší variantou podle hodnocení tohoto kritéria je secí stroj Terrasem, který dosahuje důležitosti 38%. Obdobným způsobem je postupováno u ostatních dílčích výpočtů, které jsou obsaženy v Příloze A.

Tabulka 13: Saatyho matice pro kritérium cena

cena	Pronto	Terrasem	Omega	Falcon	Accord	Spirit	geom. průměr	w _{ij}
Pronto	1	0,5	2	3	4	5	1,979	0,251
Terrasem	2	1	3	4	5	6	2,994	0,380
Omega	0,5	0,333	1	2	3	4	1,260	0,160
Falcon	0,333	0,25	0,5	1	2	3	0,794	0,101
Accord	0,25	0,2	0,333	0,5	1	3	0,541	0,069
Spirit	0,2	0,167	0,25	0,333	0,333	1	0,312	0,040
						SUMA	7,879	1

(Zdroj: Vlastní práce, Is = 0,0362)

Pro stanovení konečného pořadí variant je nejprve nutné, aby ohodnocení w_{ij} splňovala požadavek: $\sum_{j=1}^k w_{ij} = v_j$, $j=1, 2, \dots, k$. Nejprve se vypočítá skalární součin příslušných ohodnocení w_{ij} a v_j . Celkový užitek varianty X_i se určí podle vztahu $u(X_i) = \sum_{j=1}^k w_{ij} v_j$, $i = 1, 2, \dots, n$. Jednotlivé alternativy poté lze sestupně seřadit podle vypočtených hodnot užiteků. Varianta s největším součtem preferenčních indexů je variantou nejlepší.

Tabulka 14: Součet preferenčních indexů pro jednotlivé varianty

v _j	0,232	0,033	0,058	0,087	0,032	0,183	0,138	0,086	0,152	
	w _{i1}	w _{i2}	w _{i3}	w _{i4}	w _{i5}	w _{i6}	w _{i7}	w _{i8}	w _{i9}	u(X _i)
Pronto	0,251	0,407	0,280	0,042	0,064	0,033	0,056	0,121	0,037	0,123
Terrasem	0,380	0,130	0,085	0,326	0,200	0,276	0,092	0,230	0,265	0,255
Omega	0,160	0,153	0,102	0,133	0,210	0,063	0,092	0,070	0,099	0,111
Falcon	0,101	0,053	0,194	0,207	0,132	0,446	0,187	0,230	0,056	0,194
Accord	0,069	0,086	0,185	0,085	0,333	0,102	0,323	0,230	0,337	0,181
Spirit	0,040	0,171	0,154	0,207	0,061	0,080	0,252	0,121	0,206	0,135
									SUMA	1

(Zdroj: Vlastní práce)

Tabulka 15: Konečné pořadí

Terrasem	0,255	1.
Falcon	0,194	2.
Accord	0,181	3.
Spirit	0,135	4.
Pronto	0,123	5.
Omega	0,111	6.

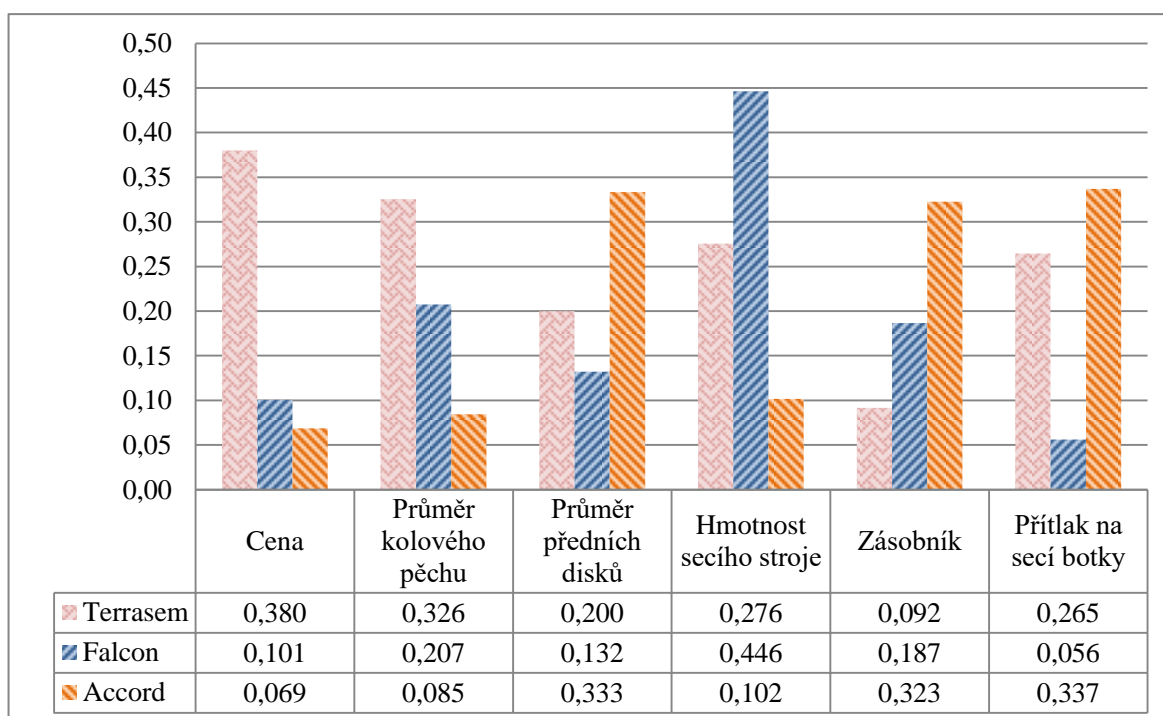
(Zdroj: Vlastní práce)

Metodou AHP bylo stanoveno přesné pořadí šesti zbývajících variant podle užitku, který každá z nich přináší. Jako kompromisní varianta byl určen secí stroj Terrasem, který je následován stroji Falcon, Accord, Spirit, Pronto a Omega. I přesto, že firma disponuje takto určeným pořadím, není vždy pravidlem, že tato kompromisní varianta je tou nejlepší pro uživatele. Z tohoto důvodu byla provedena grafická analýza prvních tří variant, která blíže znázorňuje, jakých hodnot dosahují jednotlivá kritéria. Pro přehlednost výstupu bylo zvoleno šest kritérií, která dosahují dostatečné preference. Z grafu č. 1 je vidět, že varianta Terrasem jasně poráží oba konkurenční stroje v kritériích cena a průměr kolového pěchu. Otázkou je, zda uživatel se při volbě konečné varianty zaměří pouze na tato kritéria, která mají minimální vliv na funkčnost a výkonnost stroje. Pokud budeme nahlížet na kritéria jednotlivě, zjistíme, že varianta na třetím místě dominuje první dvě varianty v kritériích průměr předních disků, zásobník a přítlak na secí botky. Tato kritéria souvisí se samotnou kvalitou odvedené práce a výkonností stroje. Varianta Falcon se sice umístila na druhém místě díky značnému zastoupení v kritériu hmotnost secího stroje, ale v případě ostatních kritérií je její ohodnocení menší. Proto bude pouze záviset na subjektivním posouzení uživatele, kterou z variant nakonec zvolí jako kompromisní.

Při následné konzultaci s majiteli autor využil znalostí, které získal při testování stroje Pöttinger Terrsem C4 a Kverneland Accord MSC 4000. Doporučil jim s ohledem k charakteru obhospodařovaných polností stroj Kverneland Accord MSC 4000, který v jílovitých, těžších půdách dosahuje daleko lepších výsledků. Kritéria jako průměr předních disků a přítlak na secí botky byly vyhodnoceny jako důležitější pro dobré fungování stroje.

Bylo jen na jejich rozhodnutí, kterou z uvedených variant zvolí. Kupní smlouva na pořízení stroje Kverneland Accord MSC 4000 již byla uzavřena, v tomto případě nebyla vybrána varianta „nejlepší“ určená dle metody, ale varianta určená na základě dodatečného subjektivního posouzení dílčích kritérií.

Graf 1: Tři nejlepší varianty vzhledem k vybraným kritériím



(Zdroj: Vlastní práce)

5 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo vybrat nejvhodnější univerzální secí stroj pro společnost Agro K+M dle konkrétních požadavků určených jedním z majitelů. Práce je rozdělena do dvou částí – teoretická a praktická.

V teoretické části jsou definovány základní pojmy – rozhodování je považováno za každodenní lidskou činnost, řešíme mnoho problémů různě složitých. Ve většině případů se jedná o rozhodování dle vlastního uvážení a na základě osobních zkušeností. K řešení složitějších problémů lze využít konkrétní rozhodovací modely a metody. Práce se zabývá modelem vícekritériální analýzy variant, vymezením základních pojmů – kritérium a varianta. Práce popisuje několik metod pro stanovení vah kritérií a k výběru kompromisní varianty, včetně postupů výpočtů. Informace jsou čerpány z vybrané odborné literatury zabývající se rozhodováním a hodnocením variant.

Pro zpracování praktické části se podařilo získat údaje od všech osmi oslovených prodejců, kteří nabídli vhodnou alternativu secího stroje. Pro hodnocení bylo určeno devět hodnotících kritérií. Soubor variant byl rozsáhlý, proto byly stanoveny aspirační úrovně kritérií, hodnoty, které musí dané kritérium dosahovat. K omezení počtu variant byla použita konjunktivní metoda, která vyřadila dvě nevyhovující varianty a způsobila, že varianty v omezeném seznamu splňují všechny minimální požadavky určené jedním z majitelů.

V následujícím kroku byly jedním z majitelů stanoveny preference kritérií a vypočítány váhy jednotlivých kritérií pomocí Saatyho metody. K nalezení kompromisní varianty byla použita metoda analytického hierarchického procesu (AHP). Vítěznou variantou se stal secí stroj Pöttinger Terrsem C4.

Jako vhodnější varianta byl zvolen na mé doporučení secí stroj Kverneland Accord MSC 4000, který v jílovitých, těžších půdách dosahuje daleko lepších výsledků. V tomto případě nebyla vybrána varianta „nejlepší“ určená dle metody, ale varianta určená na základě dodatečného subjektivního posouzení dílčích kritérií.

6 Seznam literatury

Tištěné zdroje:

BROŽOVÁ, H. a HOUŠKA, M. *Základní metody operační analýzy*. Vyd. 1. Praha: Credit, 2002, 244 s. ISBN 80-213-0951-2.

BROŽOVÁ, H., ŠUBRT, T. a HOUŠKA, M. *Modely pro vícekriteriální rozhodování*. Vyd. 1. (2. dotisk) Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2014, 178 s. ISBN 978-80-213-1019-3.

FIALA, P. *Modelování a analýza produkčních systémů*. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2002, 259 s. ISBN 80-86419-19-3.

FIALA, P. *Modely a metody rozhodování*. 2. vyd. Praha: Oeconomica, 2008, 292 s. ISBN 978-80-245-1345-4.

FIALA, P., JABLONSKÝ, J. a MAŇAS M. *Vícekriteriální rozhodování*. Praha: VŠE, 1997, 316 s. ISBN 80-7079-748-7.

FOTR, J., DĚDINA, J. a HRŮZOVÁ H. *Manažerské rozhodování*. Vyd. 3. upr. a rozš. Praha: Ekopress, 2003, 250 s. ISBN 80-86119-69-6.

JABLONSKÝ, J. *Operační výzkum: kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování*. 3. vyd. Praha: Professional Publishing, 2007, 323 s. ISBN 978-80-86946-44-3.

ROUDNÝ, R. a VÍŠEK, O. *Základy manažerského rozhodování: distanční opora*. Vyd. 1. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2009, 184 s. ISBN 978-80-7395-164-1.

ŠUBRT, T. a kol. *Ekonomicko-matematické metody*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2011, 351 s. ISBN 978-80-7380-345-2.

Elektronické zdroje:

A. PÖTTINGER, spol. s.r.o. TERRASEM C4 [fotografie]. In: *Pöttinger* [online]. Dostupné z: http://www.poettinger.cz/cs_cz/Produkte/Detail/720/terrasem

AGRALL s.r.o. Spirit [fotografie]. In: *AGRALL* [online]. Dostupné z: <http://www.agrall.cz/produkt/64/spirit>

AGRALL, s.r.o. [online]. *Väderstad – Spirit*. 2014, 12 s. [cit. 2016-03-05]. Dostupné z: <http://www.agrall.cz/upload/1448368143.pdf>

AgroKonzulta Žamberk, spol. s.r.o. Pronto DC [fotografie]. In: *Agrokonzulta* [online]. Dostupné z: <http://www.agrokonzulta.cz/katalog/seci-stroje-diskove/produkt/Pronto%20DC>

AGROTEC a.s. [online]. *Amazona – Cirrus*. 2014, 24 s. [cit. 2016-03-02]. Dostupné z: http://www.zavesnatechnika.cz/obrazky-soubory/prospekt_amazone_cirrus-8ee1d.pdf?redir

AGROTEC a.s. Amazona Cirrus [fotografie]. In: *Agrotec* [online]. Dostupné z: <http://www.zavesnatechnika.cz/pneumaticky-seci-stroj-amazone-cirrus>

BEDNAR FMT, s. r. o. [online]. *OMEGA OO, OO_FERTI*. 2014, 32 s. [cit. 2016-03-04]. Dostupné z: <http://bednar-machinery.com/upload/products/prospects/970ddfc0bc3f79c7b2b304bf1b425b4f.pdf>

BEDNAR FMT, s. r. o. Secí stroj Omega [fotografie]. In: *BEDNAR FARM MACHINERY* [online]. Dostupné z: <http://bednar-machinery.com/cz/produkty/detail/125/omega-oo>

FALTA, K. Podmítka čtyřřadovým radličkovým kypřičem. In: *HORSCH Blog* [online]. Praha: Horsch Maschinen GmbH, 2015 [cit. 2016-03-01]. Dostupné z: <http://www.horsch2.com/cz/news/blog-post/2015/08/05/podmitka-ctyrradovym-radlickovym-kypricem/>

Farmet a.s. Modulární secí stroj Falcon [fotografie]. In: *Farmet* [online]. Dostupné z: <http://www.farmet.cz/cs/dzt/diskovy-seci-stroj-falcon>

Horsch Maschinen GmbH. Terrano 5 FM [fotografie]. In: *HORSCH Blog* [online]. Dostupné z: <http://www.horsch2.com/cz/news/blog-post/2015/08/05/podmitka-ctyrradovym-radlickovym-kypricem/>

Horsch. Pronto DC. In: *Pronto DC* [online]. Schwandorf: HORSCH Maschinen GmbH, 2014 [cit. 2016-03-02]. Dostupné z: <http://www.horsch.com/cz/produkty/saemaschinen/scheibensaemaschinen/pronto-dc/>

KVERNELAND GROUP CZECH, s.r.o. Kverneland Accord MSC [fotografie]. In: *Kverneland* [online]. Dostupné z: <http://www.kvernelandgroup.cz/cz/kverneland/produkty/seci-stroje/seci-stroje-domulce/univerzalni-seci-stroj-msc-/>

KVERNELAND GROUP CZECH, s.r.o. [online]. *Kverneland Accord MSC – Výkonné setí s vysokou přesností*. 2008, 12 s. [cit. 2016-02-20]. Dostupné z: <http://www.kverneland.cz/userdata/files/kverneland/seti/Kverneland%20Accord%20MSC.pdf>

LEMKEN CZECH, s.r.o. [online]. *Secí kombinace – Compact Solitair*. 2012, 24 s. [cit. 2016-02-20]. Dostupné z: http://www.lemken.cz/files_zbozi/21-prospekt-compact-solitair-9-cz.pdf

LEMKEN CZECH, s.r.o. Compact Solitair [fotografie]. In: *Lemken* [online]. Dostupné z: <http://www.lemken.cz/compact-solitair>

MB Diffusion SAS. Alpego Accord [fotografie]. In: *Agriaffaires* [online]. Dostupné z: <http://www.agriaffaires.cz/pouzite-zarizeni/kombinace-seti/3964898/accord-da-300-kuhn-hr3002.html>

PIŠL, Stanislav. Kverneland PN 100 [fotografie]. In: *FARMWEB* [online]. Dostupné z: http://www.farmweb.cz/index.php?page=view_image&id=NTY1WDM3OTAzWDQ0OTU2Mw==#skok

Pöttinger Slovakia, s.r.o. [online]. *Univerzálné sejacie stroje*. 2013, 32 s. [cit. 2016-02-24]. Dostupné z: http://www.poettinger.cz/landtechnik/download/242.08.0513_Terrasem_fertilizer_sk.pdf

VLK, R., CIHLÁŘ, P., VAŠÁK, J. a ROUBAL, T. Příprava půdy a zakládání porostů. In: *Zemědělec* [online]. Praha: Profi Press, 2009 [cit. 2016-02-24]. Dostupné z: <http://zemedelec.cz/priprava-pudy-a-zakladani-porostu/>

7 Seznam obrázků, tabulek a grafů

Seznam obrázků:

Obrázek 1: Proces rozhodování.....	15
Obrázek 2: Kriteriaální matice	17
Obrázek 3: Hierarchická struktura úlohy VAV	27
Obrázek 4: Kverneland PN 100 – orební zpracování.....	29
Obrázek 5: Secí kombinace AlpegoAccord	29
Obrázek 6: Terrano 5 FM – bezorební zpracování.....	30
Obrázek 7: Popis univerzálního secího stroje	31
Obrázek 8: Secí stroj Solitair.....	33
Obrázek 9: Secí stroj Pronto.....	34
Obrázek 10: Secí stroj Terrasem	35
Obrázek 11: Secí stroj Omega.....	36
Obrázek 12: Secí stroj Falcon.....	37
Obrázek 13: Secí stroj MSC	38
Obrázek 14: Secí stroj Cirrus	39
Obrázek 15: Secí stroj Spirit.....	40
Obrázek 16: Hierarchie výběru secího stroje	46

Seznam tabulek:

Tabulka 1: Schéma Fullerova trojúhelníku	20
Tabulka 2: Saatyho stupnice.....	21
Tabulka 3: Parametry secího stroje Solitair.....	34
Tabulka 4: Parametry secího stroje Pronto.....	35
Tabulka 5: Parametry secího stroje Terrasem	36
Tabulka 6: Parametry secího stroje Omega.....	37
Tabulka 7: parametry secího stroje Falcon.....	38
Tabulka 8: Parametry secího stroje MSC	39
Tabulka 9: Parametry secího stroje Cirrus	40
Tabulka 10: Parametry secího stroje Spirit	41
Tabulka 11: Vyřazení nevyhovujících variant	45
Tabulka 12: Saatyho matice s výpočtem vah kritérií	47
Tabulka 13: Saatyho matice pro kritérium cena.....	48
Tabulka 14: Součet preferenčních indexů pro jednotlivé varianty.....	48

Tabulka 15: Konečné pořadí	48
Tabulka 16: Saatyho matice pro kritérium požadovaný výkon traktoru	I
Tabulka 17: Saatyho matice pro kritérium pracovní rychlost	I
Tabulka 18: Saatyho matice pro kritérium průměr kolového pěchu	I
Tabulka 19: Saatyho matice pro kritérium průměr předních disků	II
Tabulka 20: Saatyho matice pro kritérium hmotnost secího stroje	II
Tabulka 21: Saatyho matice pro kritérium zásobník	II
Tabulka 22: Saatyho matice pro kritérium meziřádková vzdálenost	III
Tabulka 23: Saatyho matice pro kritérium přítlak na secí botky	III

Seznam grafů:

Graf 1: Tři nejlepší varianty vzhledem k vybraným kritériím	50
---	----

8 Seznam příloh

Příloha A – Saatyho matice pro kritéria

Tabulka 16: Saatyho matice pro kritérium požadovaný výkon traktoru

požadovaný výkon trak.	Pronto	Terrasem	Omega	Falcon	Accord	Spirit	geom. průměr	w _{ij}
Pronto	1	4	3	5	4	3	2,994	0,406
Terrasem	0,25	1	1	3	2	0,5	0,953	0,129
Omega	0,333	1	1	3	2		1,149	0,156
Falcon	0,2	0,333	0,333	1	0,5	0,333	0,393	0,053
Accord	0,25	0,5	0,5	2	1	0,5	0,630	0,085
Spirit	0,333	2	1	3	2	1	1,260	0,171
						SUMA	7,379	1

(Zdroj: Vlastní práce, $I_s = 0,0249$)

Tabulka 17: Saatyho matice pro kritérium pracovní rychlost

pracovní rychlost	Pronto	Terrasem	Omega	Falcon	Accord	Spirit	geom. průměr	w _{ij}
Pronto	1	3	3	1	2	2	1,817	0,280
Terrasem	0,333	1	1	0,5	0,333	0,5	0,550	0,085
Omega	0,333	1	1	0,5	0,5	1	0,661	0,102
Falcon	1	2	2	1	1	1	1,260	0,194
Accord	0,5	3	2	1	1	1	1,201	0,185
Spirit	0,5	2	1	1	1	1	1	0,154
						SUMA	6,489	1

(Zdroj: Vlastní práce, $I_s = 0,0226$)

Tabulka 18: Saatyho matice pro kritérium průměr kolového pěchu

průměr kolového pěchu	Pronto	Terrasem	Omega	Falcon	Accord	Spirit	geom. průměr	w _{ij}
Pronto	1	0,2	0,2	0,25	0,333	0,25	0,307	0,042
Terrasem	5	1	3	2	3	2	2,376	0,326
Omega	5	0,333	1	0,5	2	0,5	0,970	0,133
Falcon	4	0,5	2	1	3	1	1,513	0,207
Accord	3	0,333	0,5	0,333	1	0,3333	0,618	0,085
Spirit	4	0,5	2	1	3	1	1,513	0,207
						SUMA	7,297	1

(Zdroj: Vlastní práce, $I_s = 0,04$)

Tabulka 19: Saatyho matice pro kritérium průměr předních disků

průměr předních disků	Pronto	Terrasem	Omega	Falcon	Accord	Spirit	geom. průměr	w _{ij}
Pronto	1	0,333	0,333	0,333	0,25	1	0,458	0,064
Terrasem	3	1	1	2	0,5	3	1,442	0,200
Omega	3	1	1	2	0,5	4	1,513	0,210
Falcon	3	0,5	0,5	1	0,333	3	0,953	0,132
Accord	4	2	2	3	1	4	2,402	0,333
Spirit	1	0,333	0,25	0,333	0,25	1	0,437	0,061
						SUMA	7,205	1

(Zdroj: Vlastní práce, $I_s = 0,0237$)

Tabulka 20: Saatyho matice pro kritérium hmotnost secího stroje

hmotnost s. stroje	Pronto	Terrasem	Omega	Falcon	Accord	Spirit	geom. průměr	w _{ij}
Pronto	1	0,143	0,5	0,111	0,25	0,333	0,295	0,033
Terrasem	7	1	5	0,5	3	4	2,438	0,276
Omega	2	0,2	1	0,142857143	0,5	1	0,553	0,063
Falcon	9	2	7	1	5	6	3,947	0,446
Accord	4	0,333	2	0,2	1	1	0,901	0,102
Spirit	3	0,25	1	0,167	1	1	0,707	0,080
						SUMA	8,841	1

(Zdroj: Vlastní práce, $I_s = 0,0198$)

Tabulka 21: Saatyho matice pro kritérium zásobník

zásobník	Pronto	Terrasem	Omega	Falcon	Accord	Spirit	geom. průměr	w _{ij}
Pronto	1	0,5	0,5	0,333	0,2	0,25	0,401	0,056
Terrasem	2	1	1	0,5	0,25	0,333	0,661	0,092
Omega	2	1	1	0,5	0,25	0,333	0,661	0,092
Falcon	3	2	2	1	0,5	1	1,348	0,187
Accord	5	4	4	2	1	1	2,330	0,323
Spirit	4	3	3	1	1	1	1,817	0,252
						SUMA	7,218	1

(Zdroj: Vlastní práce, $I_s = 0,0116$)

Tabulka 22: Saatyho matice pro kritérium meziřádková vzdálenost

meziřádková vzdálenost	Pronto	Terrasem	Omega	Falcon	Accord	Spirit	geom. průměr	w_{ij}
Pronto	1	0,5	2	0,5	0,5	1	0,794	0,121
Terrasem	2	1	3	1	1	2	1,513	0,230
Omega	0,5	0,333	1	0,333	0,333	0,5	0,458	0,070
Falcon	2	1	3	1	1	2	1,513	0,230
Accord	2	1	3	1	1	2	1,513	0,230
Spirit	1	0,5	2	0,5	0,5	1	0,794	0,121
						SUMA	6,585	1

(Zdroj: Vlastní práce, $I_s = 0,0027$)

Tabulka 23: Saatyho matice pro kritérium přítlak na secí botky

přítlak na secí botky	Pronto	Terrasem	Omega	Falcon	Accord	Spirit	geom. průměr	w_{ij}
Pronto	1	0,167	0,333	0,5	0,125	0,2	0,298	0,037
Terrasem	6	1	3	5	1	1	2,117	0,265
Omega	3	0,333	1	2	0,25	0,5	0,794	0,099
Falcon	2	0,2	0,5	1	0,167	0,25	0,450	0,056
Accord	8	1	4	6	1	2	2,696	0,337
Spirit	5	1	2	4	0,5	1	1,648	0,206
						SUMA	8,002	1

(Zdroj: Vlastní práce, $I_s = 0,0126$)